

سلسلة أساسيات الخضر : الجوانب العلمية وتطبيقاتها العملية

تكنولوجيا إنتاج الخضر

دكتور

أحمد عبد المنعم حسن



المكتبة الأكاديمية

https://t.me/agricultural_eng

سلسلة أساسيات الخضر: الجوانب العلمية وتطبيقاتها العملية

تكنولوجيا إنتاج الخضر

تأليف

دكتور أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ ورئيس قسم الخضر كلية الزراعة - جامعة القاهرة
دكتوراه الفلسفة من جامعة كورنل بالولايات المتحدة الأمريكية
والحائز على جائزة الدولة التشجيعية
ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى
من جمهورية مصر العربية



الناشر

المكتبة الأكاديمية

١٩٩٨

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي salamalhelali@yahoo.com

مع تحيات د. سلام حسين عويد الهلالي

<https://scholar.google.com/citations?>

[user=t1aAacgAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com/citations?user=t1aAacgAAAAJ&hl=en)

salamalhelali@yahoo.com

<https://www.facebook.com/salam.alhelali>

[https://www.facebook.com/groups/
/Biothesis](https://www.facebook.com/groups/Biothesis)

[https://www.researchgate.net/profile/
/Salam_Ewaid](https://www.researchgate.net/profile/Salam_Ewaid)

07807137614



https://t.me/agricultural_eng

المقدمة

هذا الكتاب هو محاولة لوضع أحدث المفاهيم والتقدمات العلمية فى مجال إنتاج الخضر ، ونحن على مشارف القرن الحادى والعشرين - أمام القارئ العربى - بأسلوب علمى ميسر . إن الزراعة لم تعد مهنة مَنْ لا مهنة له كما كان يعتقد البعض منا حتى عهد قريب . وتكفى نظرة واحدة إلى محتويات هذا الكتاب للتدليل على عدم صحة تلك المقولة التى لم يعد لها مكان فى عصرنا الحالى . إن التعرف على التقنيات الحديثة فى مجال إنتاج الخضر أصبح ضرورة حتمية لكل من يفكر فى اقتحام هذا المجال .

ولقد وضعت نصب عينيَّ فى كل مراحل تأليف هذا الكتاب كلاً من منتج الخضر ، وطالب العلم، والباحث ؛ حيث حاولت قدر جهدى عرض المعلومات العلمية التى وردت به بأسلوب واضح جلى لغير المتخصص قبل المتخصص، وبصورة مرتبة ومنظمة تسمح للقارئ بالإلمام بكافة جوانب الموضوع دون تشتيت فكره ، مع دعم كافة المعلومات التى جاء بيانها بالكتاب بمصادرها العلمية ، التى كانت غالبيتها من أحدث الأبحاث التى نشرت بالدوريات العلمية المتخصصة .

يحتوى الكتاب على خمسة عشر فصلاً تتناول الزراعة (الفصول من الأول إلى الرابع) ، وعمليات الخدمة الزراعية (الفصول من الخامس إلى التاسع) ، والحصاد وعمليات التداول والتخزين والتسويق والتصدير (الفصول من العاشر إلى الخامس عشر) . وبالرغم من أن عناوين غالبية الفصول تقليدية، إلا أنها تتطرق - ضمن مضمونها - إلى أحدث ما فى العصر من تكنولوجيا ، سواء أكانت الزراعة فى الأراضى الطميية والثقيلة (مثل أراضى الوادى والدلتا) ، أم الأراضى الرملية والخفيفة (مثل الأراضى الصحراوية) .

وإذا كانت الفصول التى تحمل عناوين تقليدية يتشكل جلُّها من مواضيع وتقنيات حديثة وتتطرق إلى تكنولوجيا الربع الأخير من القرن العشرين ، فإن بعض الفصول الأخرى تحمل عناوين تمثل التقدّمات التى ظهرت فى العقد الأخير ؛ مثل الفصل الثامن (المنشطات الحيوية) ، والفصل الخامس عشر (تداول وفسولوجيا وتخزين الخضر المصنعة جزئياً) .

وكلى أمل أن يُسهم هذا الكتاب فى تحقيق التقدّم التكنولوجى الذى نتمناه فى مجال إنتاج الخضر .

وبالله التوفيق .

أ. دكتور أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

صفحة

الفصل الأول: تقاوى الخضر وإعدادها للزراعة

٢٥	شروط تقاوى البذور الجيدة
٢٦	حجم بذور التقاوى
٢٦	أهمية الاختلافات في حجم البذور
٢٧	العوامل المسببة للاختلافات في حجم البذور
٢٨	تدريج البذور
٢٨	عدد البذور في الجرام
٣٠	نقع البذور في الماء قبل الزراعة بهدف تحسين الإنبات
٣١	معاملة نقع البذور في محاليل ذات ضغط أسموزى عال (Seed Priming)
٣١	تعريف بالمعاملة وتأثيراتها في البذور
٣٣	أمثلة لمعاملة نقع البذور في محاليل لمركبات عضوية
٣٤	أمثلة لمعاملة نقع البذور في محاليل لأملح معدنية
	تطور الـ Seed Priming : الضغط الأسموزى العالى ليس شرطاً لنجاح
٣٥	المعاملة
٣٦	مزايا الـ Seed Priming
٣٨	تخزين البذور - المعاملة بالنقع - قبل زراعتها

الصفحة

٣٩	معاملات البذور لتخليصها من مسببات الأمراض والآفات والوقاية منها
٣٩	مسببات الأمراض والآفات التي تنتقل عن طريق البذور
٤٠	معاملة البذور بالماء الساخن
٤٠	معاملة البذور بالمبيدات
٤٤	معاملة بذور البقوليات ببيكتيريا العقد الجذرية قبل زراعتها
٤٦	معاملات تجرى بغرض إنهاء فترة الراحة في البذور
٤٨	معاملات البذور بهدف تسهيل تداولها عند الزراعة
٤٨	تغليف الأجنة الخضرية (البذور الصناعية)
٥٠	مزايا وعيوب التكاثر الخضري
٥٠	طرق التكاثر الخضري في محاصيل الخضر
٥٢	معاملة الأجزاء الخضرية المستخدمة في التكاثر بالحرارة لتخليصها من الفيروسات
٥٣	استعمال مزارع الأنسجة في الإكثار الخضري لمحاصيل الخضر
٥٣	ال Explants وظاهرة ال Totipotency
٥٤	بثيات مزارع الأنسجة
٥٥	مزارع الإكثار الدقيق
٦٠	مزارع القمة الخضرية الميرستيمية
٦٤	مصادر إضافية عن الإكثار الدقيق ومزارع القمة الميرستيمية
٦٤	تخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة في التكاثر
٦٥	كمية التقاوى المستخدمة في زراعة الخضر
٦٥	العوامل المؤثرة على كمية التقاوى اللازمة للزراعة

٦٥	حساب كمية التقاوى اللازمة للزراعة
----	-----------------------------------

الفصل الثانى: أوعية نمو النباتات وبيئات الزراعة

٧١	مواصفات أوعية نمو النباتات
٧٢	الأوعية النباتية التى يُعاد استخدامها
٧٢	الأصص
٧٣	الصناديق الخشبية والمعدنية والبلاستيكية
٧٤	طاوولات (صوانى) الإنتاج السريع للشتلات (سبيلنج تريزر)
٨٢	الأوعية النباتية التى لا يُعاد استخدامها
٨٢	الأصص
٨٥	أقراص جفى
٨٨	«السدادات» التكنولوجية
٨٩	بيئات الزراعة وأهميتها
٩٠	الخصائص الطبيعية والكيميائية الهامة لبيئات نمو الجذور
٩٣	المواد المستخدمة فى تحضير بيئات الزراعة
٩٣	التربة
٩٣	الرمال
٩٤	السماذ العضوى الحيوانى
٩٥	المخلفات النباتية غير المتحللة
٩٥	المخلفات النباتية المتحللة (المكمورة)
٩٦	القمامة المتحللة
٩٦	قلف الأشجار
٩٦	نشارة الخشب

الصفحة

٩٧	البيت موس وأنواع البيت الأخرى
١٠١	أغلفة ثمار جوز الهند
١٠٢	الفيرميكيوليت
١٠٤	البرليت
١٠٤	الحجر البركاني (البوميس)
١٠٥	رغوة البوليسترين
١٠٥	رغوة اليوريا فورمالدهيد
١٠٥	أمثلة للمخاليط المستعملة في الزراعة وطرق تخضيرها
١٠٧	مخلوط التربة مع الرمل والسماذ العضوى
١٠٧	مكعبات التربة
١٠٨	مخلوط معهد جون إنز
١٠٩	مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا
١٠٩	مخاليط جامعة كورنل
١١١	مخاليط جامعة كاليفورنيا
١١١	مخلوط كنزلى
١١١	مخاليط معهد أبحاث الصوبات
١١٤	مخاليط مستعملة محليا
١١٤	خلطة تجارية أساسها قلف الأشجار
١١٥	الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط الزراعة

الفصل الثالث: إنتاج شتلات الخضر

١١٧	مزايا وعيوب استخدام الشتلات في الزراعة
١٢٠	تقسيم الخضر حسب قدرتها على تحمل عملية الشتل

الصفحة

١٢١	طبيعة القدرة على تحمل الشتل
١٢٢	مراقد البذور (المشاتل) الحقلية
١٢٢	الشروط التي يجب توافرها في مراقد البذور الحقلية
١٢٣	زراعة المشاتل الحقلية
١٢٦	معاملات المشاتل والتقاوى لمكافحة الآفات في المشاتل الحقلية
١٢٦	إنتاج شتلات الخضر في أوعية خاصة بها، وفي بيئات خاصة لنمو الجذور
١٣١	إنتاج شتلات الخضر على نطاق تجارى واسع
١٣٣	درجات الحرارة المناسبة لإنتاج شتلات الخضر
١٣٣	عمليات خدمة ورعاية المشاتل
١٣٦	تأثير عمر الشتلة - عند الشتل - على النمو والمحصول
١٣٧	تقدمات في عملية رعاية المشاتل
١٣٧	الرى
١٣٧	التحكم فى مستوى التسميد وأهميته
١٣٩	عدوى الشتلات بفطريات الميكوريزا
١٣٩	أقلمة أو تقسية الشتلات
١٣٩	طرق الأقلمة
١٤٢	التغيرات المصاحبة لعملية الأقلمة
١٤٤	علاقة التغيرات التى تحدث أثناء الأقلمة بقدرة النباتات على تحمل الشتل
١٤٥	رش الشتلات بالمحاليل السكرية كبديل للأقلمة
١٤٦	تقدمات فى عملية تقسية الشتلات ووقف استطالتها
١٤٦	المعاملة بمنظمات النمو
١٤٧	المعاملات الفيزيائية
١٥٣	تقليم الشتلات
١٥٥	مواصفات الشتلة الجيدة

الصفحة

١٥٦	مواصفات الشتلات التي لا يجوز استعمالها
١٥٩	تخزين وشحن الشتلات

الفصل الرابع: زراعة الخضر في الحقل الدائم

١٦١	توفير الصرف المناسب لمزارع الخضر
١٦١	أهمية الصرف
١٦٢	الأمور التي تجب مراعاتها في الأراضي السيئة الصرف
١٦٣	أنواع المصارف
١٦٤	عمليات تجهيز حقل الخضر للزراعة
١٦٥	إزالة بقايا المحصول السابق
١٦٥	الحرث
١٦٨	الزراعة بدون حراثة
١٧٠	التمشيط
١٧٠	التزحيف
١٧٠	التقصيب
١٧٠	التبئين أو التقسيم إلى أحواض
١٧١	التخطيط وإقامة المصاطب
١٧٤	الشتل
١٧٤	الأمور التي يتعين مراعاتها عند الشتل
١٧٥	معاملة الشتلات بمضادات التتح
١٧٦	غمس جذور الشتلات في المواد المحبة للرطوبة
١٧٦	المحاليل الباردة
١٧٧	طريقة الشتل
١٨٠	علامة اتجاه نمو التفرعات الجذرية باتجاه نمو الأوراق الفلقية

الصفحة

١٨١	زراعة البذور مباشرة في الحقل الدائم
١٨٢	طرق الزراعة في حالة الري بالغمر
١٨٣	طرق الزراعة في حالة الري بالرش أو بالتنقيط
١٨٤	توفير الغطاء المناسب للبذور المزروعة
١٨٤	تغطية خطوط الزراعة بشرائط البوليثيلين
١٨٤	عمق الزراعة
١٨٥	مسافة الزراعة
١٨٦	كثافة الزراعة
١٩٣	الحفّ
١٩٤	الترقيع
١٩٤	وسائل التحكم في كثافة الزراعة
١٩٥	استخدام شرائط البذور في الزراعة
١٩٥	استخدام البذور المغلفة في الزراعة
١٩٩	زراعة البذور بطريقة الـ Plug-Mix
٢٠٠	زراعة البذور على مسافات محددة
٢٠٠	زراعة البذور وهي مُحمّلة في سوائل خاصة
٢٠٤	اختيار الموعد المناسب للزراعة
٢٠٤	العوامل المؤثرة في اختيار الموعد المناسب للزراعة
٢٠٥	الزراعات المتتابعة من نفس المحصول في الموسم الواحد
٢٠٦	نظام الوحدات الحرارية
٢١١	بديل مبسط لنظام الوحدات الحرارية

الفصل الخامس: العزيق وأغطية التربة

٢١٣	العزيق (موعد وعدد مرات وطريقة إجراء العزيق)
٢١٤	فوائد العزيق

الصفحة

٢١٥	تأثير العزيق على المحصول
٢١٦	تأثير العزيق على رطوبة التربة
٢١٦	تأثير العزيق على درجة حرارة التربة
٢١٧	تأثير العزيق على تهوية التربة
٢١٧	تأثير العزيق على تثبيت أزوت الهواء الجوى
٢١٨	الأغطية العضوية للتربة
٢١٨	الأغطية الورقية للتربة
٢٢٠	الأغطية البلاستيكية للتربة
٢٢١	مزايا وعيوب استخدام الأغطية البلاستيكية للتربة
٢٢٢	تأثير الغطاء البلاستيكي على درجة حرارة التربة
٢٢٥	تأثير الغطاء البلاستيكي على رطوبة التربة
٢٢٦	تأثير الغطاء البلاستيكي على طبيعة التربة
٢٢٦	تأثير الغطاء البلاستيكي على غاز ثاني أكسيد الكربون في بيئة النبات
٢٢٧	تأثير الغطاء البلاستيكي على الإصابات الفيروسية والحشرية والأكاروسية
٢٣١	تأثير لون الغطاء على النمو النباتي والمحصول
	الأساس الفسيولوجي للزيادة في المحصول الناشئة عن استعمال الأغطية
٢٣٢	البلاستيكية للتربة
٢٣٤	محاصيل الخضار التي تستجيب لاستعمال الأغطية البلاستيكية للتربة
٢٣٥	طريقة استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة
٢٤١	استخدامات البلاستيك (أغشية البوليثيلين) في المجالات الزراعية الأخرى
٢٤٣	الغطاء النباتي - النامي - للتربة

الفصل السادس: الري

٢٤٧	العوامل المؤثرة على حاجة النباتات إلى الري، والفترة بين الريات
-----	--

الصفحة

٢٤٧	العوامل الخاصة بالنبات
٢٥١	العوامل الجوية
٢٥٣	العوامل الأرضية
٢٥٥	أهمية تنظيم عملية الري
٢٥٥	الري قبل الإنبات وبزوغ البادرات
٢٥٧	الري بعد الإنبات وبزوغ البادرات
٢٦٠	مضادات التتح واستعمالاتها
٢٦٣	طرق الري
٢٦٣	الري السطحي
٢٦٧	الري بالفقاعات
٢٦٨	الري بالرش
٢٩٢	الري بالتنقيط
٣٠٠	الري تحت السطحي بالتنقيط
٣٠٢	الري تحت السطحي
٣٠٣	مقارنة عامة بين مختلف طرق الري
٣٠٤	المقننات المائية
٣٠٦	طرق تقدير مدى حاجة النباتات إلى الري
٣٠٦	طريقة قوالب الجبس
٣٠٧	تقدير الرطوبة باستعمال أجهزة قياس الشد الرطوبي
٣١٢	طرق تقدير كمية مياه الري المضافة

الفصل السابع : التسميد

٣١٧	مقدمة
٣١٩	طرق التعرف على حاجة محاصيل الخضر إلى التسميد
٣١٩	التعرف على الحاجة إلى التسميد من أعراض نقص العناصر

التعرف على الحاجة إلى التسميد بواسطة النباتات الحساسة لنقص العناصر	
المختلفة	٣٢٥
التعرف على الحاجة إلى التسميد من تحليل التربة	٣٢٦
التعرف على الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات	٣٣٩
التعرف على مدى الحاجة إلى التسميد بتقدير كمية العناصر التي يستنفذها	
المحصول من التربة	٣٥٧
الأسمدة العضوية	٣٥٩
أهمية التسميد العضوى	٣٥٩
أنواع الأسمدة العضوية	٣٦٢
تحضير الأسمدة العضوية بالمرزعة	٣٧٢
تحلل المادة العضوية	٣٧٨
الأسمدة الكيميائية	٣٨١
الأسمدة الكيميائية البسيطة	٣٨١
الأسمدة الكيميائية المركبة	٣٨٧
الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر	٣٩١
المحاليل أو الأسمدة البادئة	٣٩٩
الأسمدة الورقية	٤٠١
خصائص الأسمدة الكيميائية	٤٢٠
ذوبان الأسمدة فى الماء	٤٢٠
تأثير الأسمدة على ملوحة التربة	٤٢٢
تأثير الأسمدة على pH التربة	٤٢٢
العوامل المؤثرة على كمية السماد التي تحتاج إليها محاصيل الخضار	٤٢٦
عوامل خاصة بالنبات	٤٢٦
عوامل خاصة بالأسمدة المستعملة، والعناصر المغذية المضافة	٤٢٨

الصفحة

٤٣٣	تأثير معدلات التسميد في شدة الإصابة بالأمراض
٤٣٥	المعدلات العامة للتسميد في محاصيل الخضر
٤٤١	طرق التسميد
٤٤١	طرق إضافة الأسمدة الجافة
٤٤٣	التسميد بالرش
٤٤٥	التسميد مع ماء الري بالغمر
٤٤٩	التسميد مع ماء الري بالرش
٤٥١	التسميد مع مياه الري بالتنقيط
٤٥١	كيفية إدخال (حقن) الأسمدة في مياه الري
٤٥٥	العوامل المؤثرة على طريقة وموعد تسميد محاصيل الخضر
٤٥٥	عوامل خاصة بالنبات وطريقة الزراعة
٤٥٨	عوامل خاصة بالأسمدة المستعملة والعناصر السمادية المضافة
٤٥٨	عوامل خاصة بالتربة والظروف البيئية
٤٦٢	تسميد الخضر في الأراضي الصحراوية عند اتباع نظام الري بالتنقيط
٤٦٢	أولاً: أسمدة تضاف قبل الزراعة
٤٦٢	ثانياً: أسمدة عناصر أولية تضاف مع مياه الري بعد الزراعة
٤٧٤	ثالثاً: أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة
٤٧٦	رابعاً: أسمدة العناصر الصغرى
٤٧٨	تسميد الخضر في الأراضي الصحراوية عند اتباع طريقة الري بالغمر أو بالرش

الفصل الثامن: المنشطات الحيوية

٤٨١	تعريف المنشطات الحيوية
٤٨٢	الأحماض الأمينية والدبالية والفيتامينات
٤٨٤	الميثانول

الصفحة

٤٨٦	المنشطات الحيوية الهرمونية
٤٨٧	مستخلصات الطحالب البحرية
٤٨٩	المنشطات الحيوية البكتيرية
٤٩٣	الميكوريزا
٤٩٣	تعريف الميكوريزا
٤٩٤	انتشار الميكوريزا وتطفلها
٤٩٥	تقسيم الميكوريزا
٤٩٧	أهمية الميكوريزا
٥٠٣	طرق التلقيح بفطريات الميكوريزا
٥٠٤	العوامل المؤثرة في قدرة فطريات الميكوريزا على الاتصال بيولوجيا بالنباتات

الفصل التاسع: وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة

٥٠٧	مقدمة
٥٠٨	اختيار الموقع المناسب والطريقة المناسبة للزراعة
٥٠٩	زراعة الأسوجة حول مزارع الخضر
٥١٠	إقامة مصدات الرياح
٥١٢	«التزيب» كوسيلة لحماية المشتات من البرودة والحرارة
٥١٣	الوقاية من الحرارة المنخفضة باستعمال الأغشية النباتية
٥١٦	الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع
٥٢٠	استعمال الرغوة في حماية الخضر من الصقيع
٥٢١	استخدام وسائل التدفئة الصناعية للحماية من الصقيع في الحقول المكشوفة
٥٢١	وسائل خدمة خاصة للحماية من الصقيع في الحقول المكشوفة
٥٢٢	إنتاج الشتلات في المراقد المدفأة والمراقد الباردة لحمايتها من الصقيع
٥٢٥	إنتاج الشتلات تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة لحمايتها من البرودة

الصفحة

٥٢٧	استعمال الأنفاق المنخفضة في حماية نباتات الخضر من البرودة
٥٢٧	الأنفاق البلاستيكية
٥٣٧	أنفاق الفيرجلاس
٥٣٨	الأنفاق البلاستيكية المنخفضة المدعومة بالهواء
٥٣٩	الأنفاق البلاستيكية المثقبة
٥٣٩	الأنفاق البلاستيكية ذات الفتحات الطولية
٥٤٠	استعمال الأغشية الطافية في حماية النباتات من الظروف البيئية القاسية
٥٤٠	تعريف الأغشية الطافية وأنواعها
٥٤٢	مزايا الأغشية الطافية
٥٤٤	الحماية من البرودة والصقيع بالزراعة في خنادق مغطاة بالبلاستيك
٥٤٥	حماية الخضر من أشعة الشمس القوية بالتظليل
٥٤٩	الحماية من الأمطار بالساتر البلاستيكي

الفصل العاشر: الحصاد

٥٥١	المدة من الزراعة إلى الحصاد
٥٥١	مراحل نضج الثمار
٥٥٧	العلامات المميزة لمرحلة النضج المناسبة للحصاد
٥٥٨	الأمر التي تجب مراعاتها عند الحصاد
٥٥٨	ما تجب مراعاته عند اختيار موعد الحصاد
٥٥٩	ما تجب مراعاته عند إجراء عملية الحصاد
٥٦٠	تقسيم الخضر حسب طرق الحصاد المناسبة لها
٥٦١	حصاد الخضر يدويا
٥٦٢	حصاد الخضر آليا
٥٦٢	الأسس التي يقوم عليها عمل آلات الحصاد

الصفحة

٥٦٣	التقدم فى الحصاد الآلى للخضروات
٥٦٥	تأثير الحصاد الآلى على نوعية الخضروات المنتجة لأغراض التصنيع

الفصل الحادى عشر: عمليات التداول والإعداد للتسويق

٥٦٩	مقدمة
٥٧٠	تقسيم محاصيل الخضار حسب عمليات التداول المناسبة لها
٥٧٢	تجميع المحصول ونقله إلى محطات التعبئة أو مصانع الحفظ
٥٧٢	التفريغ
٥٧٣	التنظيف الجاف
٥٧٣	الغسيل والتطهير والتخلص من الحشرات
٥٧٤	إزالة الأجزاء الزائدة
٥٧٤	الفرز
٥٧٥	المعاملة بالمطهرات الفطرية
٥٧٥	التغليف
٥٧٥	الربط فى حزم
٥٧٥	التدريج والتقسيم إلى رتب
٥٧٦	التسميط أو العلاج أو المعالجة
٥٧٧	المعالجة فى البصل
٥٧٩	علاج درنات البطاطس
٥٨٠	علاج جذور البطاطا
٥٨١	التشميع
٥٨٢	التعبئة والتغليف
٥٨٢	أهداف التعبئة
٥٨٣	الشروط التى يجب توافرها فى العبوات
٥٨٣	أنواع العبوات

الصفحة

٥٨٧	الشروط التي تجب مراعاتها عند التعبئة
٥٨٩	أماكن التعبئة
٥٩٠	الإنضاج الصناعي
٥٩٠	استعمال الإيثيلين
٥٩٢	بدائل غاز الإيثيلين
٥٩٢	التبريد المبدئي

الفصل الثاني عشر: التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد

٥٩٣	التغيرات المرغوبة التالية للحصاد
٥٩٤	التغيرات غير المرغوبة التالية للحصاد
٥٩٤	التغيرات في اللون
٥٩٤	التغيرات في الكربوهيدرات
٥٩٥	فقدان الصلابة
٥٩٥	التغيرات في الطعم
٥٩٥	فقدان الفيتامينات
٥٩٥	النموات النباتية
٥٩٦	الفقد في الوزن
٥٩٨	أضرار تنشأ عن عيوب في المخازن
٥٩٨	أضرار الأمونيا
٦٠٠	أضرار نقص الأكسجين
٦٠٠	أضرار التجمد
٦٠٣	أضرار البرودة
٦٠٣	تقسيم المحاصيل البستانية حسب حساسيتها لأضرار البرودة

الصفحة

٦٠٤	أعراض أضرار البرودة
٦٠٦	وسائل الحد من أضرار البرودة
٦١١	أضرار الإيثيلين
٦١١	معدل إنتاج الخضر والفاكهة للإيثيلين
٦١٢	الأضرار التي يحدثها غاز الإيثيلين
٦١٤	وسائل تجنب أضرار غاز الإيثيلين
٦١٥	العلاقة بين أضرار البرودة وإنتاج الإيثيلين
٦١٧	تنفس منتجات الخضر بعد الحصاد
٦١٧	تقسيم الخضروات حسب معدل التنفس بعد الحصاد
٦١٨	تأثير درجة الحرارة على معدل تنفس وتدهور الخضر أثناء التخزين
٦٢٠	تأثير الأكسجين على معدل التنفس
٦٢١	ظاهرة الكلایمكتريك أثناء تنفس الثمار
٦٢٢	انطلاق الطاقة أثناء عملية التنفس

الفصل الثالث عشر: وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين

٦٢٩	مقدمة
٦٣٠	المعاملة بالمطهرات والمركبات الكيميائية للحماية من الإصابة بالأعفان
٦٣٤	معاملات منع التزريع في المخازن وأثارها الجانبية الأخرى
٦٣٤	المعاملة بالمركبات الكيميائية
٦٣٥	المعاملة بالإشعاع
٦٣٦	المعاملة بالكالسيوم والكاتيونات الأخرى لإبطاء اكتمال النضج
٦٣٧	معاملات منظمات النمو لإبطاء مظاهر التدهور غير التزريع
٦٣٨	التبريد المبدئي أو الأولي
٦٣٨	تعريف التبريد المبدئي
٦٣٨	العوامل المؤثرة في سرعة التبريد المبدئي
٦٣٨	طرق التبريد المبدئي

الصفحة

٦٤٢	تقسيم الخضروات حسب طرق التبريد المبدي التي تناسبها
٦٤٥	التخزين في حرارة منخفضة
٦٤٦	التحكم في الرطوبة النسبية مع توفير التهوية المناسبة في المخازن
٦٤٧	التحكم في الإضاءة
٦٤٨	التخزين في الجو المعدل أو في الجو المتحكم في مكوناته
٦٤٨	مزايا وعيوب التخزين في الجو المعدل
٦٥٠	استخدامات الجو المعدل
٦٥٢	التخزين تحت تفريغ جزئي

الفصل الرابع عشر: تخزين وتسويق وتصدير الخضر

٦٥٣	أهمية تخزين الخضروات
٦٥٤	طرق تخزين الخضروات
٦٥٤	التخزين في الحقل
٦٥٥	التخزين في الأبنية غير المبردة
٦٥٥	التخزين البارد مع التحكم في الرطوبة النسبية
٦٥٥	المصطلحات المستخدمة في مجال التبريد
٦٥٩	حسابات التبريد
٦٦٠	وسائل التبريد
٦٦٢	الرطوبة النسبية ووسائل قياسها
٦٦٥	وسائل التحكم في الرطوبة النسبية
٦٦٦	درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضر
٦٦٦	تقسيم محاصيل الخضر حسب درجات الحرارة والرطوبة النسبية المناسبة لها
٦٧٤	مصادر إضافية خاصة بالمخازن المبردة
٦٧٤	التخزين في الجو المعدل المتحكم في مكوناته
٦٧٤	تعريف بالتخزين في الجو المعدل

الصفحة

٦٧٥	وسائل التحكم فى نسب مكونات الجو المعدل
٦٧٦	نسب الأكسجين وثنائى أكسيد الكربون المناسبة لتخزين محاصيل الخضر
٦٧٩	تسويق الخضر
٦٧٩	تصدير الخضر
٦٨٠	مشاكل تصدير الخضروات
٦٨١	الشروط اللازم توافرها لنجاح العملية التصديرية
٦٨٣	مواسم التصدير
٦٨٤	الشحن
٦٨٤	تقسيم الخضر والفاكهة حسب إمكانية شحنها معاً
٦٨٦	وسائل الشحن
٦٨٧	مصادر إضافية عن التداول والتخزين وفسولوجيا بعد الحصاد

الفصل الخامس عشر: تداول وفسولوجيا وتخزين الخضر المصنعة جزئياً

٦٨٩	تعريف الخضر المصنعة جزئياً
٦٩٠	فسولوجيا الخضر المصنعة جزئياً
٦٩٠	التغيرات الحيوية فى الخضر المصنعة جزئياً
٦٩٣	العوامل المؤثرة على سرعة التغيرات الحيوية
٦٩٤	وسائل المحافظة على الخضر المصنعة جزئياً من التدهور
٦٩٧	مصادر الكتاب

تقاوى الخضر وإعدادها للزراعة

التقاوى هى الجزء النباتى المستخدم فى الزراعة ، وهى البذور فى حالة التكاثر الجنسى ، والأجزاء الخضرية ، كالفسائل ، والدرنات ، والكورمات وغيرها فى حالة التكاثر الخضرى . أما عند الزراعة ببذور تحتوى على أجنة لا إخصابية ، فإن ذلك يعرف بـ « التكاثر اللاإخصابى Apomixis » ، وهو إحدى طرق التكاثر اللاجنسى .

ويعد التكاثر الجنسى أكثر طرق التكاثر شيوعاً فى محاصيل الخضر ، يليه التكاثر الخضرى . أما التكاثر اللاإخصابى فهو غير شائع فى محاصيل الخضر .

شروط تقاوى البذور الجيدة

يمثل ثمن التقاوى نسبة ضئيلة من التكاليف الكلية لإنتاج الخضروات ، ومع ذلك . . فبدون استعمال تقاوى جيدة فى الزراعة ، فإنه لن يمكن الحصول على محصول جيد مريح ، مهما كانت درجة الاهتمام بالعمليات الزراعية الأخرى ؛ وعليه . . فيجب اقتناء أحسن التقاوى من المصادر الموثوق بها .

وتتميز التقاوى الجيدة بكونها :

- ١ - نقية وخالية من بذور الحشائش والمحاصيل الأخرى ، والأتربة ، والشوائب .
- ٢ - ذات نسبة إنبات مرتفعة .
- ٣ - خالية من مسببات الأمراض التى تحمل داخل البذور ، أو على سطحها .
- ٤ - مطابقة لصنفها ؛ أى تمثل الصنف حقيقة .

وطبيعى أن الصنف يجب أن يكون عالى المحصول ، جيد الصفات ، متوافقاً مع الظروف البيئية وطرق الزراعة المتبعة فى المنطقة التى يزرع بها .

هذا . . وتختلف الحدود الدنيا لنسبة الإنبات التى يجب توافرها فى بذور الخضر المختلفة ، وتوضع القوانين التى تحدد ذلك فى مختلف دول العالم لحماية المزارعين من أن تعرض عليهم بذور قد فقدت حيويتها . فعلى سبيل المثال . . تضع السوق الأوروبية المشتركة الحدود الدنيا التالية لنسبة الإنبات فى بذور الخضر :

- ١ - ٦٥٪ لبذور الجزر - الشيكوريا - الهندباء - الكرات - البقدونس .
- ٢ - ٧٠٪ لبذور الهليون - البنجر - القنبيط - الكرفس - الذرة السكرية - البصل - الفجل .
- ٣ - ٧٥٪ لبذور الفاصوليا - كرنب بروكسل - الكرنب - الخس - الكوسة - السبانخ - الطماطم .
- ٤ - ٨٠٪ لبذور الفول الرومى - البسلة - اللفت (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

وغالباً ما تزيد نسبة الإنبات كثيراً عن تلك الحدود فى البذور التى تنتجها الشركات الموثوق بها .

حجم بذور التقاوى وأهميته

تختلف بذور الصنف الواحد فى الحجم اختلافاً كبيراً ، وبرغم أن جميع بذور الصنف الواحد تحمل نفس العوامل الوراثية ، وتعطى نفس الصفات فى النباتات التى تنتج من زراعتها ، إلا أن النباتات التى تنتج من زراعة بذور كبيرة غالباً ما تتفوق على تلك التى تنتج من زراعة بذور صغيرة .

أهمية الاختلافات فى حجم البذور

تتميز البذور الكبيرة الحجم بما يلى :

- ١ - تكون أسرع إنباتاً وأكثر قدرة على الإنبات فى الأراضى التى تكون قشرة سطحية صلبة Crust عند جفافها .

- ٢ - تنتج بادرات أقوى نمواً وأكبر حجماً .
 - ٣ - تعطى نباتات أسرع تبكيراً فى النضج ، وأكثر محصولاً .
 - ٤ - تكون أكثر إنباتاً ، وتزداد معها الكثافة النباتية ؛ مما يؤدي إلى زيادة المحصول فى الخضر التى تزرع كثيفة .
- ولذلك . . فإنه ينصح دائماً بتدريج البذور إلى صغيرة ومتوسطة وكبيرة ، ثم استبعاد البذور الصغيرة ، وزراعة البذور المتوسطة والكبيرة دون خلطهما معاً ؛ لأن ذلك يساعد على إحكام عملية الزراعة الآلية ، ويزيد من تجانس نمو النباتات (عن Heather & Sieczka ١٩٩١) .

العوامل المسببة للاختلافات فى حجم البذور

ترجع الاختلافات فى حجم بذور الصنف الواحد إلى العوامل التالية :

- ١ - تعود الاختلافات بين البذور المنتجة من حقول مختلفة إلى اختلاف هذه البذور فى :
 - أ - مدى العناية بعمليات الخدمة الزراعية .
 - ب - مدى مناسبة الظروف البيئية للنمو وعقد البذور .
 - ٢ - ترجع الاختلافات بين البذور المنتجة على نفس النبات إلى اختلافها فى موعد الإخصاب .
- فمثلاً . . تكون البذور أكبر حجماً فى الحالات الآتية :
- أ - ثمار القرعيات التى تعقد أولاً .
 - ب - بذور الرتبة الأولى فى الجزر .
 - ج - البذور التى تخصب أولاً فى نورة السبانخ .
 - د - البذور التى تعقد بالقرب من قاعدة النبات فى الهليون .

تدريج البذور

نظراً لتفوق النباتات التي تنتج من زراعة بذور كبيرة الحجم على تلك التي تنتج من زراعة بذور صغيرة الحجم من نفس الصنف ؛ لذا وضعت القواعد التي تنظم تدريج البذور حسب الحجم ، حماية لكل من منتجى البذور والمزارعين .

ففى بريطانيا - مثلاً - تدرج البذور إلى ٢٤ حجمًا . ويفترض فى المقياس المستخدم أن البذور كروية ، أو كروية تقريباً . ويختلف كل قسم عما يجاوره بنحو ٠,٢٥ مم ، كما فى جدول (١ - ١) .

جدول (١ - ١) : الأقسام التي تدرج إليها البذور حسب القطر .

الرمز	القطر (مم)	الرمز	القطر (مم)	الرمز	القطر (مم)
A	صفر - ٠,٢٥	J	٢,٢٥ - ٢,٠٠	S	٤,٠٠ - ٤,٢٥
B	٠,٢٥ - ٠,٥٠	K	٢,٢٥ - ٢,٥٠	T	٤,٢٥ - ٤,٥٠
C	٠,٥٠ - ٠,٧٥	L	٢,٥٠ - ٢,٧٥	U	٤,٥٠ - ٤,٧٥
D	٠,٧٥ - ١,٠٠	M	٢,٧٥ - ٣,٠٠	V	٤,٧٥ - ٥,٠٠
E	١,٠٠ - ١,٢٥	N	٣,٠٠ - ٣,٢٥	W	٥,٠٠ - ٥,٢٥
F	١,٢٥ - ١,٥٠	P	٣,٢٥ - ٣,٥٠	X	٥,٢٥ - ٥,٥٠
G	١,٥٠ - ١,٧٥	Q	٣,٥٠ - ٣,٧٥	Y	٥,٥٠ - ٥,٧٥
H	١,٧٥ - ٢,٠٠	R	٣,٧٥ - ٤,٠٠	Z	٥,٧٥ - ٦,٠٠

هذا . . وتُسَوَّق البذور المدرجة - عادة - بضعف ثمن البذور غير المدرجة . ويتوفر كل محصول فى درجتين أو أكثر . فمثلاً تتوفر بذور الصليبيات فى درجات G ، و H ، و J ، ويبلغ فيها عدد البذور على التوالى نحو ٤٠٠٠ ، و ٣٠٠٠ ، و ٢٣٠٠ بذرة بكل ١٠ جرامات ، كما تباع بذور الكرات أبو شوشة فى درجتين ، هما : H و J ، وتبلغ فيهما أعداد البذور على التوالى نحو ٤٠٠٠ و ٣٢٠٠ بذرة لكل ١٠ جرامات .

عدد البذور فى الجرام

يتراوح عدد بذور الخضر فى الجرام الواحد - حسب النوع المحصولى - من ٠,٧ - بذرة فى فاصوليا الليما إلى أكثر من ٥٣٠٠ بذرة فى الكرسون المائى ، كما يتضح من القائمة التالية للبذور غير المدرجة (عن U.S. Dept. Agric. ١٩٦١) :

المحصول	عدد البذور فى الجرام	المحصول	عدد البذور فى الجرام
الهلين	٢٥	الحس	٨٩٣
الفاصوليا	٣,٥	القاقون	٤٣
الفاصوليا الليما	٠,٧ - ٢,٥	المسترد	٥٣٦
البنجر	٥٧	السبانخ النيوزيلاندى	١٢,٥
البروكولى	٣٢١	البامية	١٨
الكرنب بروكسل	٣٠٤	البصل	٣٤٠
الكرنب	٣٠٤	البقدونس	٦٤٣
الكاردون	٢٣	الجزر الأبيض	٤٢٩
الجزر	٨٢١	البسلة	١,٨ - ٣,٦
القنيط	٣٥٧	الفلفل	١٦١
السليريك	٢٥٠٠	القرع العسلى	٤
الكرفس	٢٥٠٠	الفجل	٧١
السلق السويسرى	٤٣	الروزيل	٣٤
الشيكوريا	٩٢٩	الروتاباجا	٤٢٩
الكرنب الصينى	٣٤٠	السلفيل	٦٤
الكلارد	٢٨٦	الحميض	١٠٧١
المذرة السكرية	٣,٦ - ٧,٢	السبانخ	١٠٠
أذرة السلاطة	٢٦٤	قرع الكوسة	١٠,٨
اللوبيا	٤,٥	الطماطم	٣٩٣
الخيار	٣٦	اللفت	٤٦٤
الدانديون	١٢٥٠	البطبخ	١٠,٧ - ٨
الباذنجان	٢١٤	الفول الرومى	١,٨ - ٠,٧
الهندباء	٩٢٩	حب الرشاد	٤٩٢
الفينوكنيا	١٦١	الكرسون المائى	٥٣٥٧
الكيل	٣٥٧	الخرنكش	١٢٥٠
الكرنب أبو ركة	٣٨٦	الكرات أبو شوشة	٣٩٣*

ومن الطبيعي أن بذور الخضر المدرجة الكبيرة الحجم يقل فيها عدد البذور في الجرام عن الحدود المبينة أعلاه .

نقع البذور في الماء قبل الزراعة بهدف تحسين الإنبات

تُنقع - أحياناً - بذور بعض الخضر في الماء قبل الزراعة ، مثل : بذور القرعيات ، والبامية ، والهلين ، والبنجر ، والكرفس ، والفلفل ، وتعرف هذه المعاملة باسم hydropriming .

ويفيد نقع البذور قبل الإنبات في الحالات التالية :

- ١ - في المحاصيل التي يستغرق إنباتها وقتاً طويلاً ، كما في الهليون .
- ٢ - في المحاصيل التي تطول فترات إنباتها في الجو البارد ، كما في الفلفل .
- ٣ - كعملية ضرورية لتحسين نسبة وسرعة الإنبات ، حتى في الجو المناسب ، كما في الكرفس .
- ٤ - لتحسين إنبات بذور الخضر الصيفية في الأراضي الباردة ؛ كما في القرعيات ، والبامية ، والطماطم .
- ٥ - للتخلص من البذور التي فقدت حيوتها ، والتي تعطى جوراً غائبة عند زراعتها .

وعند إجراء عملية نقع البذور في الماء تجب مراعاة مايلي :

- ١ - أن تكون مدة النقع ٢٤ ساعة ، وإذا زادت المدة على ذلك - كما في حالة الهليون - يجب تغيير الماء يوميا لتجنب نقص الأكسجين .
- ٢ - يجب أن يجرى النقع في وعاء مسطح ، وأن تكون البذور في طبقات رقيقة ليسهل عليها الحصول على الأكسجين اللازم للتنفس ، والتخلص من ثاني أكسيد الكربون ؛ لأن معدل التنفس يزداد عند نقع البذور .
- ٣ - يكون الماء الدافئ أكثر فاعلية من الماء البارد ؛ نظراً لأن فترة النقع اللازمة تقل مع ارتفاع درجة الحرارة حتى الحد المناسب لإنبات البذور . ففي الهليون تمتص البذور

كل احتياجاتها من الرطوبة - وهى حوالى ٤٣٪ - فى مدة ٣٥ ساعة فى حرارة ٣٠م ، بينما يتطلب الأمر ٦٥ ساعة فى حرارة ١٨م ، لكن يجب ألا تزيد درجة حرارة الماء عن الدرجة المثلى لإنبات البذور (Adriance & Brison ١٩٥٥) .

٤ - يحسن فى حالة القرعيات أن تجرى المعاملة فى قماش ثقيل مبلل تشر عليه البذور ، ويلف على شكل أسطوانة توضع فى مكان دافئ نسبياً ، إلى أن يبدأ الجذير فى الظهور ، وتسمى هذه العملية بـ «التلسين» . يستغرق ذلك - عادة - ٢٤ ساعة ، وقد تطول المدة عن ذلك فى الجو البارد نسبياً .

٥ - يجب أن تزرع البذور المنقوعة بالطريقة الحراثية ؛ أى تزرع فى تربة رطبة ، وتترك بدون رى غالباً حين تمام الإنبات ، ويكون ذلك فى الأراضى الثقيلة . أما فى الأراضى الصحراوية فإن الرى يستمر بصورة طبيعية بعد الزراعة .

٦ - لا يجوز نقع بذور بعض الخضروات كالبقوليات ؛ لأن هذه العملية قد تؤدى إلى تلف البذور بسبب امتصاص بذور البقوليات للماء بشدة ، وما يتبع ذلك من احتمال تمزق القصرة وانفصال الفلقات .

وأحياناً يكون مجرد رفع نسبة الرطوبة فى البذور قبل الزراعة - بخلطها مع بيت موس مرطب وتركها فى حيز مغلق لمدة ثلاثة أيام - يكون ذلك كافياً لتحسين إنبات البذور فى الجو البارد . فمثلاً . . ازداد إنبات بذور الفاصوليا التى تزيد رطوبتها عن ١٢٪ فى الحرارة المنخفضة (الأقل من ١٠م) عن البذور الأقل رطوبة ، وحُصل على نتائج مماثلة فى فول الصويا ، وأحد أصناف اللوبيا (عن Marsh ١٩٩٣) .

معاملة نقع البذور فى محاليل ذات ضغط أسموزى عالٍ (Seed Priming)

تعريف بالمعاملة وتأثيراتها فى البذور

يُعرف الـ Seed Priming بأنه عملية نقع البذور فى محلول مهورى ذى ضغط أسموزى مرتفع ؛ بالقدر الذى يمنع تشرب البذور للماء إلى حد بروز الجذير ، ولكنه يخفف النشاط الفسيولوجى والكيميائى الحوى بالبذور بهدف تحسين نسبة إنباتها ،

وزيادة تجانسه ، وخاصة في الظروف غير المناسبة للإنبات ، مثل الحرارة المنخفضة ، والحرارة العالية ، والملوحة . ومن أكثر الطرق شيوعاً لتحقيق ذلك تلك التي اقترحها Hedecker ، والتي تنفع فيها البذور في محاليل لمواد ذات ضغط أسموزي مرتفع ، يتراوح - عادة - بين ١٠ و ١٥ باراً ، وتترك فيه البذور لمدة ١ - ٣ أسابيع ، بمتوسط أسبوعين للخضر المختلفة .

وكان Hedecker قد اقترح - أصلاً - استعمال مركب ذي وزن جزيئي مرتفع يعرف باسم بوليثلين جليكول Polyethylene Glycol (اختصار : PEG) ، وهو يتوفر بأوزان جزيئية مختلفة ويتحضيرات تجارية متعددة ؛ مثل كربواكس ٦٠٠٠ Carbowax 6000 .

تؤدي هذه المعاملة إلى تشرب البذور كمية من الماء تكفي لوصولها إلى بداية مرحلة الإنبات ، ولكنها لا تتمكن من امتصاص أية كميات إضافية من الماء لاستكمال الإنبات إلا بعد انتشالها من محلول الـ PEG ؛ حيث تنبت بسرعة كبيرة عند زراعتها بعد ذلك . ففي حالة الكرفس - مثلاً - ينبت نحو ٥٠٪ من البذور الجيدة الحيوية خلال ٤٨ ساعة من انتهاء المعاملة بالـ PEG .

وفي حالة الرغبة في تخزين البذور لفترة بعد معاملتها بمحلول الـ PEG ، فإنه يفضل فقط تجفيفها سطحياً ، ثم حفظها في درجة حرارة منخفضة لحين زراعتها ؛ حيث تنبت سريعاً عند الزراعة . وقد أفادت هذه المعاملة في تحسين الإنبات في بذور البنجر ، والجزر ، والبصل ، والكرفس ، والبقدونس ، وغيرها .

ويلزم في البداية - عادة - إجراء اختبار مبدئي لتحديد درجة الحرارة المناسبة لنقع البذور ، والتركيز المناسب ، ومدة المعاملة المناسبة .

ويطلق - حالياً - مصطلح Seed Priming على أية معاملة تنفع فيها البذور ، بهدف تحسين نسبة إنباتها وزيادة تجانسه .

ويؤدي عدم إتمام عملية الـ Seed Priming على الوجه الأكمل - وهو ما يعرف

باسم Under Priming - إلى زيادة الفترة التى يكتمل خلالها الإنبات - عند الزراعة بعد المعاملة - عما تكون عليه الحال فى البذور غير المعاملة ، ولكن وجود نترات البوتاسيوم فى محاليل نقع البذور يجعل إنباتها أكثر تجانساً ، ويقلل من مساوئ الـ Under Priming (عن Haigh & Barlow ١٩٨٧) .

وعقب إجراء عملية الـ Priming فإنها تعد جاهزة للإنبات "Pregminated" ، ويمكن حمايتها من الجفاف بجعلها معلقة فى مادة جيلاينية . ويلي ذلك زراعتها - وهى معلقة فى الجل - بطريق السوائل Fluied Drilling .

وتعد أكبر مشكلة تواجه التطبيق العملى للـ Seed Priming - حالياً - أن المعاملة المناسبة تختلف كثيراً ليس فقط باختلاف المحصول ، ولكن كذلك باختلاف الصنف فى المحصول الواحد ، وباختلاف «لوط» البذور حتى فى الصنف الواحد . ويعطى Bradford (١٩٨٦) معاملات الـ Seed Priming التى أجريت على بذور عدد من الخضر - حتى عام ١٩٨٥ - مع بيان الظروف المناسبة لكل معاملة من حيث الفترة الزمنية ودرجة الحرارة ، وكذلك التأثيرات التى تحدثها .

أمثلة لمعاملة نقع البذور فى محاليل لمركبات عضوية

من أمثلة تلك المعاملة ما وجده Akers وآخرون (١٩٨٧) من أن غسيل بذور البقدونس صنف Forest Green فى الماء المهدى لمدة ٣ أيام على حرارة ٢٥°م ، ثم نقعها فى محلول بوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ لمدة أربعة أيام ونصف اليوم على حرارة ٢٥°م أدى إلى إسراع إنباتها فى جميع درجات الحرارة التى اختبرت عليها ، والتى تراوحت بين ٥ و ٢٥°م ، وكان تأثير المعاملة أقوى ما يمكن - مقارنة بمعاملة الشاهد - عندما أجرى اختبار الإنبات على حرارة ٥°م . ولكن لم يكن للمعاملة تأثير على تجانس إنبات البذور .

وفى الكرفس يكون إنبات البذور بطيئاً وغير متجانس حتى فى أنسب الظروف للإنبات ؛ وهو ما قد يكون مرده إلى عدم اكتمال نضج أجنة البذور ، أو إلى احتوائها على مثبطات طبيعية للإنبات . ويؤدى الإنبات البطئ إلى تعريض البادرات للإصابة

بالأمراض . ويميل المزارعون إلى زيادة كثافة الزراعة لتأمين الحصول على العدد المناسب من النباتات بالكثافة المطلوبة .

وقد أدى غمر بذور الكرفس في الماء الجيد التهوية لمدة ثلاثة أيام (مع تغيير الماء كل اثنتى عشرة ساعة) ، ثم في محلول بوليثيلين جليكول 8000 PEG بتركيز ٠,٥ ميجا باسكال (0.5 MPa) لمدة ثلاثة أيام أخرى ، ثم في محلول بوليثيلين جليكول 8000 بتركيز ٠,٨ ميجا باسكال لمدة ٣٦ ساعة إضافية ، ثم الغسيل في الماء والتجفيف في حرارة الغرفة ، ثم التخزين على حرارة ٥°م . . أدى ذلك إلى تحسين إنبات البذور في الجو البارد بنسبة ٧٧٪ (أكثر من معاملة الشاهد) ، وزيادة المحصول المبكر بنسبة ٦٧٪ ، بالإضافة إلى تحقيق زيادة أخرى في المحصول المبكر - قدرها ٢٨٪ - من حشة تالية من نفس الزراعة ، ولكن لم يكن لهذه المعاملة تأثير على المحصول في الزراعات التي أجريت في الجو الدافئ (Rabin وآخرون ١٩٨٨) .

وفي الخيار أدى نقع البذور في محلول مانيتول Mannitol - بتركيز ٠,٧ مولار على حرارة ٢٥°م في الظلام لمدة ثلاثة أيام - إلى تحسين معدل إنبات البذور على حرارة ٢٥/١٥°م (نهاراً / ليلاً) في الماء وفي محاليل كلوريد الصوديوم التي وصل تركيزها إلى ٢٠٠ مللى مولار (١٦ مللى موز / سم) . كما أدت المعاملة إلى زيادة معدل نمو الجذير وسرعة بزوغ البادرات ، وامتداد الأوراق الفلقية والورقة الحقيقية الأولى ، واستمرت هذه التأثيرات المفيدة لعملية نقع البذور حتى عندما خزنت البذور لمدة شهرين بعد النقع . هذا إلا أن هذه التأثيرات لم تستمر بعد الزراعة لأكثر من مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى (Passam & Kakouriotis ١٩٩٤) .

أمثلة لمعاملة نقع البذور في محاليل لأملح معدنية

استخدمت - كذلك - لنقع البذور ؛ بهدف تحسين إنباتها محاليل لأملح غير عضوية ؛ مثل فوسفات البوتاسيوم ، ونترات البوتاسيوم وغيرهما . وحقت تلك الأملاح نجاحاً في تحسين نسبة الإنبات وزيادة تجانسها ، بالإضافة إلى مزاياها الأخرى - مقارنة بالبوليثيلين جليكول - وهي عدم وجود مشكلة اللزوجة ، وانتشار الأكسجين فيها بسهولة ، وتجنب مشاكل السمية التي قد تنشأ عن المعاملة بالبوليثيلين جليكول .

هذا . . إلا أن استعمال الأملاح غير العضوية لا يفيد مع بعض المحاصيل ؛ مثل الجزر ، والكرفس ، والكرات ، والبصل على سبيل المثال .

يكون التركيز المناسب من هذه الأملاح - عادة - أقل من التركيز المناسب من البوليثلين جليكول ، ولكن الأمر يتوقف على الملح المستخدم ، والمحصول ، ودرجة الحرارة التى تجرى عندها المعاملة .

فمثلا . . كانت معاملة النقع فى محاليل الأملاح غير العضوية أكثر فائدة من النقع فى البوليثلين جليكول مع بذور كل من الطماطم والجزر ، بينما حدث العكس بالنسبة لبذور البصل .

وقد أوضحت دراسات Haigh وآخرين (١٩٨٦) أن أفضل معاملة للطماطم والجزر والبصل كانت النقع فى محلول من كل من KNO_3 ، و K_3PO_4 لمدة ١٤ يوماً على حرارة ١٥ م .

كما حصل Pill وآخرون (١٩٨٦) على إنبات سريع ومتجانس لبذور البقدونس عندما نقعت فى محاليل غير عضوية أو فى محلول من البوليثلين جليكول قبل زراعتها بطريقة السوائل . هذا مع العلم أن بذور البقدونس تتأخر كثيراً - بصورة طبيعية - فى الإنبات لدرجة أن القوانين الأمريكية المنظمة لاختبارات إنبات البذور تجعل عدّ البذور النابتة بين اليومين الحادى عشر والثامن والعشرين من بداية اختبار الإنبات .

تطور الـ Seed Priming : الضغط الاسموزى العالى ليس شرطاً لنجاح المعاملة

تبين من دراسات Fujikura وآخرين (١٩٩٣) إمكانية الحصول على إنبات جيد لبذور القنبيط بمعاملة النقع فى الماء على مرحلتين ، وهى المعاملة التى أطلقوا عليها اسم Hydropriming . تجرى المعاملة بنقع البذور فى الماء لمدة خمس ساعات ، ثم تترك فى حيز مغلق تبلغ رطوبته ١٠٠٪ - على درجة حرارة الغرفة - لمدة ثلاثة أيام . وبعد ذلك تنقع البذور فى الماء مرة ثانية لمدة أسبوع على حرارة ٢٠ م . أحدثت هذه

المعاملة تحسناً كبيراً في إنبات البذور الجيدة في ١٠م ، مقارنة بمعاملة أخرى نقتت فيها البذور في الفترة الثانية في محلول بوليثيلين جليكول ذي ضغط أسموزي -١,٥ ميجاباسكال . هذا إلا أن معاملة النقع في البوليثيلين جليكول كانت أفضل في حالة البذور الضعيفة الحيوية والأقل قوة .

كما أوضحت دراسات Finch-Savage & McQuistan (١٩٩١) على الطماطم عدم ضرورة تعريف البذور لشد أسموزي عالٍ لإجراء عملية الـ Priming ؛ حيث تمكنا من تحقيق نفس تأثيرات عملية الـ Priming بغمر البذور في محلول مهورى من حامض الأبسيسك Absciscic Acid بتركيز ١٠-٤ مولار لمدة ١٥ يوماً على ١٥م ، ثم تجفيفها - بعد ذلك - إلى مستوى رطوبتها الأصلية . وقد أدت هذه المعاملة إلى إسرار إنبات البذور - عند زراعتها - وزيادة تجانسه . ولم تختلف نتائج الإنبات عند إجراء هذه المعاملة عما كانت عليه في البذور التي عوملت بالنقع في محلول البوليثيلين جليكول (بتركيز - ١,٢٥ ميجاباسكال) لنفس المدة وتحت نفس الظروف . ومع ذلك . . فإن البذور كانت مختلفة تماماً في محتواها الرطوبى بعد كلتا المعاملتين .

مزايا الـ Seed Priming

يعد إسرار إنبات البذور ، ورفع إنباتها ، وزيادة تجانسه أهم مزايا الـ Seed Priming كما أسلفنا . ومن المزايا الأخرى لك الـ Seed Priming أنه يفيد في تحسين درجة أو نوعية البذور ؛ لكونه يسمح بالتخلص من البذور المكسورة ، وغير الناضجة ، والمصابة بالأمراض - حيث لا تكون قادرة على الإنبات - وكذلك بذور الحشائش والمحاصيل الأخرى المختلفة بها . ويتحقق ذلك بالاستفادة من اختلاف الخصائص الفيزيائية للبذور عقب استنباتها ؛ حيث يمكن - مثلاً - التمييز بين البذور النابتة وغير النابتة بالفصل على أساس الكثافة Density Separation .

ويتبين من دراسات Hill وآخرين (١٩٨٩) أن بذور الخس ، والطماطم ، والبصل التي شربت بالماء المقطر ، وتلك التي عوملت بالـ Priming في البوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ كان من السهل تدريجها على أساس الكثافة ، وأن نسبة إنباتها ارتبطت جوهرياً بكثافتها . كما تميزت البذور العالية الكثافة بزيادة سرعة إنباتها عن البذور الأقل منها كثافة .

تحسين الإنبات فى الحرارة المنخفضة

لا تنبت بذور الذرة السكرية جيداً فى الزراعات المبكرة ذات العائد العالى بسبب برودة التربة ، كما تزداد المشكلة حدة فى الأصناف الجديدة العالية الحلاوة Super Sweet . وقد حاول Sabota وآخرون (١٩٨٧) التغلب على هذه المشكلة بنقع البذور فى محلول من الـ Terra-Sorb GB (وهى مادة جيلاتينية أكريليكية تحتوى على بوتاسيوم) أو فى الماء لمدة ١ - ٤ أيام ، ثم استنباتها فى حرارة من ٤,٤ إلى ١٠ م° . وقد وجدوا أن نقع البذور فى المركب الجيلاتينى لمدة ٢٤ ساعة كان أفضل المعاملات ؛ لأن إطالة فترة المعاملة عن ذلك أدت إلى زيادة طول الجذير إلى درجة لم تسمح بزراعة البذور آلياً دون تعرض الجذير للكسر . وقد ازداد الفرق بين هذه المعاملة وكل من معاملتى النقع فى الماء والشاهد مع انخفاض درجة الحرارة إلى استنبتت عليها البذور .

وتبين من دراسات Giulianini وآخرين (١٩٩٢) أن نقع بذور الطماطم والفلفل فى محلول ذى ضغط أسموزى قدره ١٥ باراً (باستعمال PEG 6000 أو $K_3PO_4 + KNO_3$) لمدة ١٠ أيام ، ثم تخفيفها وزراعتها على حرارة ١٠ م° ، و ٢٢ م° ، و ٣٠ م° أسرع من إنباتها وزاد من تجانسه (وخاصة عند استعمال ملحى البوتاسيوم) ، ولكنه لم يؤدّ إلى زيادة نسبة الإنبات حتى فى أقل درجات الحرارة .

وقد حدث أسرع إنبات عندما عوملت بذور الطماطم على حرارة ٥ م° لمدة ٥ أيام ، وبذور الفلفل على حرارة ٥ م° لمدة ١٠ أيام . وأدى حفظ البذور التى نقعت فى المحاليل ذات الضغط الأسموزى العالى تحت ظروف الحرارة المنخفضة التى أسلفنا بيانها - وهى مبتلة - على حرارة ١٠ م° لمدة ٥ أيام إضافية بالنسبة للطماطم ، وعلى حرارة ٥ م° لمدة ١٠ أيام إضافية بالنسبة للفلفل . . أدى إلى زيادة سرعة إنبات البذور ، دون أن يؤثر ذلك فى حيويتها .

مكافحة الذبول الطرى وأعفان البذور

تقلل عملية الـ Priming - فى حد ذاتها - من احتمالات الإصابة بأعفان البذور ، ومن الإصابة بمرض تساقط البادرات عقب بزوغها ؛ وذلك بجعل الإنبات سريعاً

وخلال فترة وجيزة . كما يمكن تحقيق استفادة أكبر من الـ Priming - فى هذا الشأن - بتغليف البذور عقب معاملة الـ Priming بالبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* ، وهى بكتيريا تفيد فى مكافحة الحيوية للفطر *Pythium ultimum* ، أحد أهم الفطريات المسببة للذبول الطرى . كما يمكن تحقيق نفس الهدف بإضافة البكتيريا إلى محلول نقع البذور .

وقد أفادت هذه المعاملة فى حماية بذور البسلة ، والخيار ، والبنجر من الإصابة بالذبول الطرى ، كذلك تمكن Callan وآخرون (١٩٩١) من حماية أصناف الذرة السكرية المحتوية على الجينات shrunken-2 (sh-2) ، و shugary enhancer (se) ، و shugary (su) - وهى التى تُحدث زيادة فى نسبة السكر فى الحبوب ، ولكنها تسبب كذلك فى تأخير الإنبات ، وتعرض البذور للإصابة بالأعفان ؛ ومن ثم ضعف نسبة إنبات البذور الحاملة لها - تمكنوا من حماية تلك الأصناف من الإصابة بالفطر *P. ultimum* بتغليف البذور عقب إجراء عملية الـ Priming لها بالبكتيريا *P. fluorescens* . وكان تأثير هذه المعاملة فى مكافحة الذبول الطرى مماثلاً لتأثير معاملة البذور بالمبيد الفطرى metalaxyl .

تخزين البذور - المعاملة بالنقع - قبل زراعتها

إن سبق استنبات البذور Pregermination إلى أن يصل طول جذيرها بين ملليمتر وملليمترين يحتم إما زراعتها بعد ذلك مباشرة ، وإما تخزينها فى ظروف مناسبة تحفظ للبذور حيويتها . أما تركها على هذه الحالة بدون زراعة - ولو لأيام قليلة - فإنه يُفقد حيويتها تدريجياً . ولا شك فى أن تطوير وسيلة مناسبة لتخزين البذور السابقة الإنبات يجعل من الممكن إجراء هذه العملية على النطاق التجارى ؛ بحيث تكون البذور جاهزة للزراعة مباشرة .

ولقد أمكن تخزين بذور الكرنب ، والجزر الأبيض ، والخس ، والبصل السابقة الإنبات فى حرارة ١م فى ماء مهوى أو غير مهوى لمدة ١٥ يوماً بدرجات مختلفة من النجاح . وكل ما يلزم تأمينه للتخزين الجيد هو التوصل إلى درجة الحرارة وبيئة التخزين المناسبين لكل محصول .

إن البذور السابقة الإنبات هى نباتات نامية غير ساكنة ، وتحتاج إلى عناية خاصة عند تداولها مثلما تحتاج الخضر والفاكهة ؛ ولذا . . فإن البذور النابتة تستجيب للمعاملات التى تحفظ الخضر والفاكهة . وقد عبَّأ Ghate & Chinnan (١٩٨٧) بذور الطماطم - المستنبطة - فى أكياس من البوليثلين إما تحت تفريغ ، وإما فى النيتروجين ، وخزنها على حرارة ٧م لمدة ٦٣ يوماً ؛ حيث كانت بحالة جيدة عند زراعتها بعد ذلك ، علما بأن استطالة الجذور خلال فترة التخزين كانت لا تذكر ، سواء أكان التخزين تحت تفريغ ، أم فى النيتروجين .

بالرغم من أن تجفيف البذور الـ Primed قبل زراعتها يجعل من السهل تداولها وزراعتها بالكيفية المرغوب فيها . . إلا أن البذور قد تُضارَّ من عملية التجفيف عقب الـ Priming . وتختلف نتائج الدراسات فى هذا الشأن ؛ فمثلاً . . لم يتأثر إنبات بذور الطماطم المعاملة بالـ Priming وغير المعاملة عندما خزنت لمدة ١٨ شهراً على حرارة ١٠ ، أو ٢٠م ، و٦٪ رطوبة نسبية ، إلا أن البذور التى عوملت بالنقع - وخاصة فى محلول نترات البوتاسيوم - ثم خزنت على ٣٠م فقدت حيويتها وقوة إنباتها أسرع من البذور التى لم تُعطَ هذه المعاملة .

ويستدل من دراسات Owen & Pill (١٩٩٤) أن بذور الطماطم والهيلون التى عوملت بالـ Priming ثم جففت احتفظت بحيويتها وقدرتها العالية على الإنبات عندما خزنت على ٤م ، وليس على ٢٠م .

معاملات البذور لتخليصها من مسببات الأمراض والآفات والوقاية منها

مسببات الأمراض والآفات التى تنتقل عن طريق البذور

ينتقل عن طريق البذور وأعضاء التكاثر الخضرى فى محاصيل الخضر عدد كبير من مسببات الأمراض ، والحشرات ، وبعض الأنواع النيماتودية . وبالرغم من أن نسبة البذور الحاملة - infested - لأى مسبب مرضى أو آفة ، أو المصابة بها infected قد تكون منخفضة ، إلا أن تلك البذور تنتج بادرَات مصابة بالمرض أو الآفة ، وتصبح مصدراً لانتقال الإصابة إلى النباتات الأخرى فى الحقل من بداية الزراعة ؛ الأمر الذى يسرع من تزايد معدلات الإصابة بالمرض ؛ ليصل إلى حالة

الوبائية في وقعت قصير . كما أن البذور الحاملة أو المصابة بمسببات الأمراض تؤدي إلى نقل تلك المسببات إلى الحقول والمناطق التي تخلو منها ؛ ولذا . . فإن استعمال البذور الخالية من مسببات الأمراض يُعد أمراً حيوياً لنجاح الزراعة .

ويظهر في جدول (١ - ٢) أعداد الأنواع المختلفة من مسببات الأمراض والآفات (النيماتودا) التي تنتقل عن طريق بذور الخضر (عن Palti ١٩٨١) . ويتضح من الأعداد المبينة في الجدول مدى الخطورة التي يمكن أن تتعرض لها حقول الخضر من جرّاء زراعة بذور ملوثة أو مصابة بمسببات الأمراض .

معاملة البذور بالماء الساخن

تكافح بعض الأمراض التي تنتقل عن طريق البذور بنقع البذور في ماء تبلغ حرارته ٥٠ م لمدة ٢٠ - ٣٠ دقيقة حسب المحصول . ويوضح جدول (١ - ٣) درجات جدول (٢ - ١) : أعداد الأنواع المختلفة من الفطريات ، والبكتيريا ، والفيروسات ، والنيماتودا التي تنتقل عن طريق البذور في محاصيل الخضر .

أعداد الأنواع التي تنتقل عن طريق البذور من				
المحصول	الفطريات (أ)	البكتيريا	الفيروسات	النيماتودا
البصل والثوم والكرات	١٤	صفر	٢	١
كل أنواع جنس الكرنب <i>Brassica spp.</i>	١٥	٣	١	صفر
الفجل	٩	١	صفر	صفر
الخس	١١	١	٤	صفر
البطيخ	٥	١	١	صفر
القاوون	٤	صفر	٥	صفر
الخيار	٨	١	٢	صفر
الكوسة	٥	١	٣	صفر
الفاصوليات (جنس <i>Phaseolus</i>)	٢٦	٦	١٠	صفر
البسلة	١٤	٣	٧	صفر
البامية	١٠	١	صفر	صفر
الطماطم	١٩	٥	٧	صفر
الباذنجان	٩	صفر	١	صفر
البطاطس (البذور الحقيقية)	صفر	صفر	٥	صفر
الكرفس	١٠	٢	١	صفر

(أ) اعتبرت جميع أنواع الجنس *Fusarium* نوعاً واحداً .

الحرارة ، وفترات المعاملة المناسبين لمكافحة بعض الأمراض الفطرية والبكتيرية التي تنتقل عن طريق البذور فى عدد من محاصيل الخضر (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

وتجدر الإشارة إلى أن مسببات المرضية توجد فى هذه الحالات المبينة فى جدول (١ - ٣) داخل البذور ، أى أن البذور تكون مصابة infected ، ولا تكون ملوثة سطحيا بالآفة infested فقط . وتؤدى المعاملة الحرارية إلى القضاء على المسبب المرضى داخل البذرة .

جدول (١ - ٣) : معاملات بذور الخضر بالماء الساخن للتخلص من مسببات الأمراض .

الخضر	الحرارة (م°)	المدة (دقيقة)	الأمراض التي تكافح
البروكولى - القنبيط	٥٠	٢٠	الألترناريا <i>Alternaria</i> الجدع الأسود Black leg العفن الأسود Black rot
كرنب بروكسل - الكرنب	٥٠	٢٥	الألترناريا الجدع الأسود العفن الأسود
الكرفس	٤٨	٣٠	الندوة المبكرة - الندوة المتأخرة
الباذنجان	٥٠	٢٥	عفن البذور
الفلفل	٥٠	٢٥	تبقع الأوراق البكتيرى
الطماطم	٥٠	٢٥	الأثراكنوز - التسوسات - التبقعات

معاملة البذور بالمبيدات

يكون الغرض من معاملة البذور بالمبيدات هو التخلص من جراثيم الأمراض التي قد تعلق بها من الخارج ، ومنع إصابة البذور والبادرات بمسببات الأمراض التي توجد فى التربة ، وتصيبيها أثناء الإنبات ، وفى بداية مراحل نمو البادرات .

المعاملة بالمبيدات الفطرية

من أهم المبيدات الفطرية المستخدمة فى معاملة البذور : الأراسان Arasan ، والإسبرجون Spergon ، والتيرسان Tersan ، والكابتان Captan ، والفيتافاكس

كابتان Vitafax-Captan ، والسيريسان Ceresan ، والسميسان Semesan ، والأرثوسيد 75% Orthocide ، والتكتو Tecto . وجميعها تستخدم بمعدل يتراوح بين ١ و ٢ جم/ كجم من البذور .

المعاملة بالمبيدات البكتيرية

تعامل البذور لتخليصها من البكتيريا بعددٍ من المركبات التي من أمثلتها ما يلي :

١ - مركبات الزئبق والنحاس .

٢ - هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite .

٣ - الـ Malachite green .

٤ - الـ Phenacridane chloride .

٥ - حامض الكبريتيك .

ومن أمثلة المعاملات التي أعطت نتائج جيدة في الطماطم نقع البذور في محلول من مخلوط المركبات الكيميائية التالية : كبريتات النحاس ، وحامض الخليك ، وخامس كلورونيتروبنزين ، و 5-ethoxy-3 (trichloromethyl)-1,2,4 thiadiazole ، والمادة الناشرة ترايتون إكس ١٠٠ . كان النقع في المحلول بنسبة ١ بالوزن من البذور : ٤ بالحجم من المحلول لمدة ساعة على حرارة ٢٥ م° .

أدت هذه المعاملة إلى التخلص من الأنواع البكتيرية التي كانت في البذور أو عليها ، وهي :

Pseudomonas syringae pv. tomato

P. corrugata

Xanthomonas campestris pv. vesicatoria

Clavibacter michiganense subsp. michiganense

هذا . . مع العلم بأن المعاملة لم تؤثر على حيوية البذور أو قوة إنباتها (Kritzman ١٩٩٣) .

٦ - المضادات الحيوية .

يستعمل الاستربتومايسين بتركيز ٤٠٠ جزء فى المليون مع نقع البذور فى محلول المضاد الحيوى لمدة ١٨ ساعة لمكافحة بكتيريا *Corynebacterium betae* الى تسبب تبقعات بالأوراق فى بعض الخضر .

كما أمكن مكافحة بكتيريا *Pseudomonas phaseolicola* المسببة لمرض اللفحة الهالية فى الفاصوليا بمعاملة البذور بكل من الاستربتومايسين streptomycin ، والكازوجاميسين Kasugamycin .

هذا . . إلا أنه لم يمكن مكافحة *Xanthomonas campestris* فى بذور الصليبيات بمعاملتها بمضادات حيوية ؛ لأن التركيزات القاتلة للبكتيريا كانت - أيضاً - سامة للبذور .

٧ - نواتج تخمر الثمار وحامض الأسيتيك :

تكافح بكتيريا *Clavibacter michiganense* المسببة لمرض التسوس البكتيرى فى الطماطم ، والتي تنتقل عن طريق البذور بتخمير الثمار المهروسة لمدة ٤ أيام فى حرارة ٢٠ م ، ثم معاملة البذور المستخلصة بحامض الأسيتيك بتركيز ٨ ٪ ، لمدة ٢٤ ساعة (Dixon ١٩٨١) .

المعاملة بالمبيدات الحشرية

يوجد قليل من المبيدات الحشرية التى تستخدم فى معاملة البذور لوقايتها من الإصابات الحشرية عند الزراعة ، ومن أمثلة ذلك :

١ - مقاومة أضرار حشرة الـ seed-corn maggot فى الفاصوليا ، والذرة السكرية ، والخيار ، والكوسة ؛ وذلك بمعاملة بذور هذه المحاصيل بأحد المبيدات المناسبة .

٢ - معاملة بذور البصل لحمايتها من الإصابة بذبابة البصل .

٣ - معاملة بذور الجزر لحمايتها من الـ carrot rust fly خلال المراحل الأولى من النمو .

ويذكر أن معاملة بذور القرعيات والباذنجانيات بالمبيد - جوشو Gaucho (أو أدماير

Admire (بمعدل ٣٠ - ١٠٠ جم لكل كيلو جرام من البذور - أدت إلى حماية النباتات من الذبابة البيضاء والمن وبعض الحشرات الأخرى لمدة ٧٠ يوماً بعد الزراعة .

طرق معاملة البذور بالمبيدات

تعامل البذور بالمبيدات بإحدى الطرق التالية :

١ - المعاملة الجافة Dry Treatment :

يخلط مسحوق المبيد بالبذور ، وسواء أكان المبيد ساماً للإنسان ، أم غير سام ، فيجب تجنب استنشاقه ؛ وذلك باستخدام الأقنعة الواقية ؛ لأن وجود الإنسان في هذا الجو لمدة طويلة يعرضه للأخطار .

٢ - المعاملة بالابتلال Wet Treatment :

تتم المعاملة بنقع البذور في معلق أو محلول المبيد؛ فالكالوميل Calomel مثلاً يكون معلقاً في الماء ، أما السليمانى Corrosive Sublimate ، فيذوب في الماء . وبرغم أن هذه الطريقة سهلة ، إلا أنها تتطلب إعادة تحفيف البذور؛ الأمر الذى يزيد من تكاليف المعاملة .

٣ - المعاملة بالمعجون الرقيق القوام من المبيد والماء Slurry treatment :

يحضر المبيد في صورة مركزة تعرف بالـ Slurry ، وهو معجون رقيق القوام من المبيد والماء . وتتم المعاملة بإضافة كميات محدودة من الـ Slurry إلى ماكينات معاملة البذور التى تقوم بخلطها معاً بصورة جيدة ، وتخرج البذور من الآلة شبه جافة؛ فلا يلزم إعادة تحفيفها . وتعبأ البذور - عادة - بعد المعاملة مباشرة .

معاملة بذور البقوليات ببكتيريا العقد الجذرية قبل زراعتها

تلقح بذور الخضروات البقولية ببكتيريا العقد الجذرية الخاصة بها قبل الزراعة عندما تكون الزراعة فى أرض لم تسبق زراعتها بهذه المحاصيل ، أو أرض لم تزرع بها لمدة أربع سنوات خلت . وتؤدي هذه المعاملة إلى زيادة كفاءة عملية تثبيت أزوت الهواء الجوى بواسطة بكتيريا العقد الجذرية التى تعيش معيشة تعاونية مع البقوليات فى

جذورها ؛ حيث تحصل منها على المواد الكربوهيدراتية اللازمة لنشاطها ، بينما تقوم البكتيريا بعملية تثبيت أزوت الهواء الجوى ، وجعله ميسراً للنبات .

ويتم التلقيح ببكتيريا العقد الجذرية من النوع المناسب للمحصول قبل الزراعة مباشرة بإحدى التحضيرات التجارية المتداولة . وتجرى المعاملة إما للبذور ، وإما للتربة - حسب نوع التحضير التجارى - كما يلى :

١ - تحضيرات بكتيرية فى البيت موس :

يضاف التحضير - عادة - مباشرة إلى البذور الجافة ويخلط معها ، ولكن يبلل البيت موس بقليل من الماء قبل خلطه بالبكتيريا . تزرع البذور المعاملة مباشرة ، ولا تعرض لأشعة الشمس المباشرة .

٢ - التحضيرات البكتيرية السائلة :

تضاف هذه التحضيرات - عادة - إلى التربة قريباً من البذور .

٣ - تحضيرات محببة (مبرغلة) :

تتميز هذه التحضيرات بأنها يمكن أن تزيد كثيراً من أعداد البكتيريا حول البذور؛ الأمر الذى يكون له أهمية فى الحقول التى لم تسبق زراعتها بالمحصول . تضاف التحضيرات المحببة إلى التربة - مع البذور - عند الزراعة . وتزيد التحضيرات المحببة من فرصة بقاء البكتيريا فى التربة الجافة .

وفى جميع الحالات . . يجب أن تحتوى التربة على نسبة معتدلة من الرطوبة قبل الزراعة .

هذا . . ولا تلزم إعادة عملية التلقيح سنوياً إذا استمرت زراعة المحصول سنوياً - أو على فترات متقاربة - فى نفس الحقل . كما أن التلقيح بسلالات بكتيرية عالية الكفاءة لا يفيد فى زيادة معدلات عملية التثبيت ؛ لأن السلالات التى استوطنت الحقل تكون أكثر قدرة على المنافسة من السلالة الجديدة المضافة ، إلا أن التحضيرات المحببة قد تفيد فى إعطاء السلالة الجديدة فرصة أكبر على المنافسة (عن Stoskopf ١٩٨١) .

معاملات تجرى بغرض إنهاء فترة الراحة فى البذور

من أمثلة المعاملات التى تجرى بغرض إنهاء فترة الراحة فى بذور بعض الخضر ما يلى :

١ - التجريح الميكانيكى mechanical scarification :

يجرى ذلك للبذور ذات الغطاء الصلب بإحداث خدوش بها بطريقة ميكانيكية تسمح بدخول الماء وتبادل الغازات . وقد تفيد هذه المعاملة فى بعض سلالات الفاصوليا ، لكن غالبية الأصناف التجارية من الفاصوليا تنبت بسهولة ، دون حاجة إلى ذلك .

٢ - نقع البذور فى الأحماض Acid scarification :

وهى معاملة تجرى أيضاً فى حالة البذور ذات الغطاء البذرى الصلب ، ولنفس الغرض السابق . يستخدم حامض الكبريتيك لهذا الغرض . وقد تفيد هذه المعاملة مع بعض سلالات البامية .

٣ - المعاملة ببعض المركبات ؛ مثل نترات البوتاسيوم Potassium Nitrate ، والثيوريا Thiourea ، وهيبوكلوريت الصوديوم Sodium Hypochlorite ، وهى أكثر المواد استخداماً فى معاملة بذور الخضر .

٤ - المعاملة ببعض منظمات النمو ، مثل : الجبريلينات ، والسيتوكينينات ، والإيثيلين .

٥ - التعريض للضوء .

٦ - استنبات البذور فى درجة حرارة منخفضة (٤ - ٦ م) قبل الزراعة فى الحقل . وتفيد المعاملات الأربع الأخيرة فى تخليص بذور الخس والكرفس الحديثة الحصاد من فترة الراحة ، وكذلك فى تجنب حالات السكون الثانوى ، أو السكون الحرارى الذى تدخل فيه بذور الخس عند زراعتها فى الجو الحار .

وبالنسبة للخس . . فإن فترة الحساسية للحرارة المرتفعة لا تدوم أكثر من ٨ - ١٦

ساعة عند بداية تشرب البذور للماء . ويمكن للنمو النباتى التالى لذلك أن يستمر فى درجة حرارة مرتفعة تصل إلى ٣٥ - ٤٠ م° ؛ ولهذا . فإنه يمكن التقليل من مشكلة السكون الثانوى فى الحس باختيار الصنف المناسب ، وبخفض درجة حرارة التربة بالرى فى الوقت المناسب ، وبالزراعة فى وقت متأخر من النهار عند انخفاض درجة الحرارة ، وبتشرب البذرة للماء فى حرارة ٢٠ م° ، ثم التجفيف قبل الزراعة ، أو بنقع البذور فى محلول مائى بتركيز ٥ أجزاء فى المليون من كل من حامض الجبريلليك مع الكايتين قبل الزراعة (Fordhan & Biggs ١٩٨٥) .

وتنبت بذور الكرفس بصورة جيدة فى مجال حرارى يتراوح بين ١٠ و ١٩ م° ، لكن البذور تدخل فى حالة سكون ثانوى عند ارتفاع درجة الحرارة عن ذلك ، وهو ما يعرف باسم « السكون الحرارى Thermodormancy » . ويمكن التغلب على حالة السكون الثانوى هذه بنقع البذور فى مخلوط من منظمات النمو التالية :

Ethephon: 2-chloroethylphosphonic acid (Ethrel)

Daminozide: N-dimethylamino succinamic acid (B-Nine)

BAP: 6-benzylamino purine

ويلزم الضوء لإنبات بذور بعض الخضروات ؛ مثل بعض أصناف الكرفس (خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة عن ١٥ م°) ، والحس (خاصة فى البذور الحديثة الحصاد) ؛ حيث تنخفض نسبة الإنبات فى الظلام . ويمكن التغلب على تلك المشكلة فى الكرفس بنقع البذور فى مخلوط من الجبريلينات GA₄ ، و GA₇ قبل الزراعة .

وقد ظهرت أهمية الحاجة إلى هذه المعاملة بعدما استخدمت البذور المغلفة Pelleted Seed بغرض الزراعة فى الحقل مباشرة على المسافات المرغوبة ، تجنباً لعملية الشتل المكلفة . فقد أدى اتباع هذه الطريقة فى الزراعة إلى ازدياد حدة مشكلة حاجة البذور إلى التعرض للضوء عند الإنبات؛ وازداد التأخير فى الإنبات تبعاً لذلك ، لكن أمكن التغلب على هذه المشكلة بإضافة منظمات النمو إلى المادة المستخدمة فى تغليف البذور .

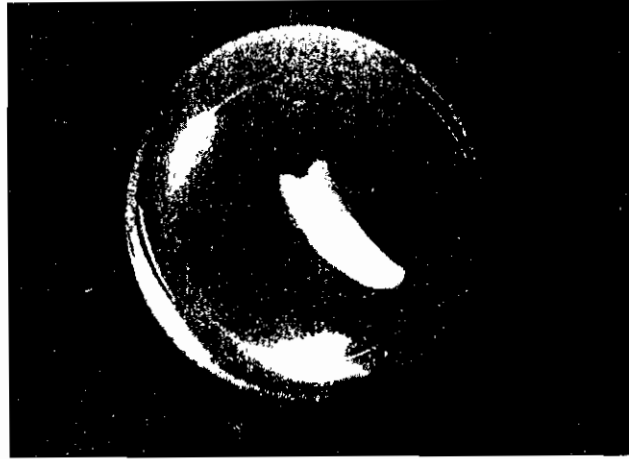
معاملات البذور بهدف تسميل تداولها عند الزراعة

تجرى معاملات خاصة لبذور بعض الخضر بهدف جعل تداولها عند الزراعة أكثر يسراً وسهولة ، وبذلك يمكن التحكم فى كثافة الزراعة . ومن أمثلة هذه المعاملات : إزالة الزوائد الشوكية الجانبية ببذور الجزر والأركان الفلينية لثمرة البنجر ، كما تدرج أيضاً حسب الحجم ، بحيث يحتوى الكيلو جرام الواحد من ثمار البنجر على ٥٠ ألف - ١٠٠ ألف ، أو ١٠٠ ألف - ١٥٠ ألف ثمرة . وغنى عن البيان أن هذه المعاملات تجرى بمعرفة شركات إنتاج البذور .

تغليف الأجنة الخضرية (البذور الصناعية)

يعنى بذلك الأجنة الخضرية Somatic Embryos التى تنشأ فى مزارع الأنسجة ، والتى يجرى تغليفها بمواد جيلاتينية أو مركبات أخرى يسهل تحليلها فى التربة لإنتاج ما يُعرف بـ « البذور الصناعية Artificial Seed » ، أو « البذور المكبسلة Encapsulated Seed » التى يمكن استخدامها فى الزراعة (شكل ١ - ١) .

ومن أهم مميزات هذه الطريقة إمكان إنتاج أعداد كبيرة جداً من النباتات التى تماثل النبات الأم المستخدم فى زراعة الأنسجة؛ وبذا . . يمكن إنتاج أعداد غير محدودة من بذور الأصناف الهجين المرتفعة الثمن ، ويمكن إكثار النباتات الخضرية التكاثر بسهولة بالبذور دون توقع أى تغير فى تركيبها الوراثى .



شكل (١ - ١) : بذرة جزر صناعية عبارة عن جنين خضرى داخل كبسولة جيلاتينية (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤).

هذا . . ويتوفر نوعان من البذور الصناعية ، كما يلي :

١ - بذور مغلفة رطبة Hydrated Artificial Seeds :

وهى البذور التى تغلف أجنحتها فى مركب جيلاتينى ؛ مثل ألجينات الكالسيوم calcium alginate . تخلط الأجنة مع ألجينات الصوديوم ، ثم تُسقط فى محلول ملح كالسيوم لتكوين كبسولات ألجينات الكالسيوم . تغسل الكبسولات بعد ذلك بالماء وتزرع .

٢ - بذور مغلفة مجففة Desiccated Artificial Seeds :

انتجت البذور المجففة الصناعية بتغليف مخلوط من أجنة الجزر الخضرية ، والجذور ، والكالوس (من ناتج مزارع الأنسجة) بالبوليثيلين جليكول ، ثم السماح للمخلوط المغلف بالجفاف لعدة ساعات على سطح من التفلون Teflon المعقم . وبعد ذلك وضع المخلوط المجفف على بيئة صناعية ، وسمح له باستكمال جفافه .

وبرغم تعدد الدراسات التى أجريت على هذا الموضوع فإن البذور الصناعية لم تَدْخُلْ بعدُ مرحلة الإنتاج التجارى لضعف نسبة إنبات البذور المنتجة - بهذا الشكل - تحت ظروف الحقل . كما أن البذور الرطبة يصعب تخزينها ، والبذور المجففة تنخفض نسبة إنباتها أثناء عملية التجفيف .

وقد أمكن - بنجاح - تغليف أجنة عدد كبير من الأنواع النباتية ، كان من بينها عدد من محاصيل الخضر ؛ مثل الجزر ، والخيار ، والبطاطا (عن Redenbaugh ١٩٩٠) .

فمثلا . . تمكن Dupuis وآخرون (١٩٩٤) من تغليف أجنة الجزر فى كبسولات شبيهة بالكبسولات الدوائية ؛ بُنِيت الكبسولة أولا من سطحها الداخلى بغشاء محكم ضد الرطوبة يتكون من بولى فينيل كلوريد (PVC) ، وبولى فينيل أسيتيت (PVA) ، و بنتون bentone ، وتلا ذلك وضع بيئة الإنبات والجنين داخل الكبسولة ، ثم لحام جسم الكبسولة لتأمين حماية الجنين . واستخدمت فى عملية اللحام زيوت فى بداية درجة تجمدها .

مزايا وعيوب التكاثر الخضرى

يفيد التكاثر الخضرى فى الحالات الآتية :

- ١ - عندما لا تنتج النباتات بذوراً ؛ كما فى الثوم ، والقلقاس .
- ٢ - عندما يؤدى التكاثر بالبذور إلى إنتاج نباتات مخالفة فى صفاتها للصفات المميزة للصنف المزروع ؛ كما فى جميع الخضروات التى تنتج بذوراً ، ولكنها تكثر تجارياً بطريقة خضرية ؛ مثل الخرشوف ، والبطاطا .
- ٣ - عند الرغبة فى مقاومة بعض الأمراض ؛ كما فى حالة استعمال أصول طماطم مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور ، أو أصول خيار مقاومة للذبول الفيوزارى .
- ٤ - كما يفيد التكاثر الخضرى عمومًا فى وصول النباتات إلى مراحل متقدمة من النمو فى فترة أقصر بكثير مما فى حالة التكاثر البذرى ، ويظهر ذلك بوضوح فى حالة الفراولة والبطاطس مثلاً .

ومن أهم عيوب التكاثر الخضرى ما يلى :

- ١ - سهولة انتقال الأمراض الفيروسية من خلال الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر .
- ٢ - زيادة تكلفة التقاوى ، بالمقارنة بالتكاثر الجنسى بالبذور .

طرق التكاثر الخضرى فى محاصيل الخضر

تتكاثر بعض محاصيل الخضر تجارياً بواحدة أو أكثر من الطرق التالية :

- ١ - بالخلفات أو الفسائل : وهى النباتات الصغيرة التى تنمو من البراعم الجانبية على سيقان النباتات عند سطح التربة ؛ كما فى الفراولة ، والخرشوف .
- ٢ - بالدرنات : وهى السيقان المتحورة إلى أعضاء تخزين ؛ كما فى البطاطس ، والطرطوفة .
- ٣ - بالكورمات : وهى كذلك سيقان متحورة إلى أعضاء تخزين ، وتظهر عليها عقد ، وسلاميات ، وأوراق حرشفية ، وبراعم عند العقد ؛ كما فى القلقاس .

٤ - بالأبصال : كما فى البصل والثوم . والأخير يتكاثر بالفصوص التى تكوّن البصلة .

٥ - بالجزور : كما فى البطاطا التى تتحول فيها بعض الجذور إلى أعضاء تخزين . وتستخدم الجزور الرفيعة نسبيا وغير الصالحة للاستهلاك فى إنتاج الشتلات .

٦ - بالعقل الساقية : كما فى البطاطا .

٧ - بالعقل الجذرية : كما فى فجل الحصان .

٨ - بالمدادات : وهى السيقان الجارية التى تنمو على سطح التربة ، وتعطى عند العقدة الثانية نموات جذرية ، وأوراقا ، وبراعم يمكن فصلها لتصبح شتلة تستخدم فى التكاثر ، كما فى الفراولة .

٩ - بتقسيم سيقان نباتات الأمهات طوليا ؛ بحيث يحتوى كل قسم على برعمين أو ثلاثة ، كما فى الخرشوف .

١٠ - بالتطعيم :

ويتبع عند الرغبة فى استخدام أصول مقاومة لأمراض معينة ، خاصة فى الزراعات المحمية ، ولكنها تتبع كذلك فى الزراعات المكشوفة للطماطم ، والباذنجان ، والبطيخ ، والخيار ، والقاوون فى كل من كوريا واليابان (Lee ١٩٩٤) . وقد أنتج فى اليابان أربعة طرز من الروبوتات (جمع روبوت وهو الإنسان الآلى) لأجل أتمّة عملية التطعيم (Kurata ١٩٩٤) .

١١ - بالإكثار الدقيق عن طريق مزارع الأنسجة ؛ كما فى البطاطس والفراولة . كما تستعمل مزارع القمة الميرستيمية فى كليهما - قبل عملية الإكثار الدقيق - فى تخليص النباتات من الإصابات الفيروسية . وتتبع طريقة مزارع القمة الميرستيمية - كذلك - فى التخلص من الإصابات الفيروسية فى كل من البطاطا ، والثوم ، والخرشوف ، والقلقاس ، والكاسافا .

معاملة الأجزاء الخضرية المستخدمة في التكاثر بالحرارة لتخليصها من الفيروسات

يؤدي تعريض الأنسجة النباتية لحرارة ٣٦م إلى حدوث تثبيط كامل لبعض الفيروسات ، بينما يحدث وقف لنشاط البعض الآخر . وبمضي الوقت يصبح النسيج النباتي خالياً من الفيروس .

ومن أمثلة المعاملات التي تجرى تجارياً للتخلص من الفيروسات في الأجزاء الخضرية المستخدمة في التكاثر ما يلي :

١ - تخليص درنات البطاطس من فيروس التفاف الأوراق Leaf roll virus بحفظ الدرنات في حرارة ٣٦م لمدة ٢٠ يوماً .

٢ - تخليص نباتات الفراولة من فيروس التبرقش mottle virus بحفظ النباتات في حرارة ٣٧م لمدة ٥٠ يوماً (Smith ١٩٧٧) .

٣ - كما وجد Kaiser (١٩٨٠) أن تخزين درنات البطاطس المصابة في حرارة ٣٧م لمدة ٣ - ٦ أسابيع قبل زراعتها أدى إلى تخليصاً تاماً من الفيروسات التالية :

فيروس التفاف أوراق البطاطس Potato leaf roll virus .

فيروس موازيك البرسيم الحجازي Alfalfa mosaic virus .

فيروس حلقة الطماطم السوداء Tomato black ring virus .

حيث لم تُكتشف أى من هذه الفيروسات في النباتات النامية من الدرنات المعاملة . هذا . . إلا أن التخزين في حرارة ٣٧م لمدة ٦ أسابيع أدى إلى خفض نسبة إنبات الدرنات إلى ٤٤ - ٧٨٪ في ٨ أصناف من البطاطس .

٤ - كذلك تفيد المعاملة الحرارية في تخليص الأجزاء الخضرية المستعملة في التكاثر من مسببات أمراض أخرى ، كما يلي (عن Palti ١٩٨١) .

تقاوى الخضر وإعدادها للزراعة			
المحصول والجزء الخضرى المعامل	المسبب المرضى الذى يتم التخلص منه	المرض الذى يسببه	
جذور البطاطا	الفطر	<u>Ceratocystis fimbriata</u>	العفن الأسود
	الفطر	<u>Monilochaetes infuscans</u>	القشف Scurf
	النيماطودا	<u>Meloidogyne incognita</u>	تعقد الجذور
درنات الياقوت	النيماطودا	<u>Scutellonema bradys</u>	
أبصال وبصيلات البصل	الفطر	<u>Peronospora destructor</u>	البياض الزغبى
شتلات الفراولة	النيماطودا	<u>Aphelenchoides fragariae</u>	
	النيماطودا	<u>A. ritzemabosi</u>	

استعمال مزارع الأنسجة فى الإكثار الخضرى لمحاصيل الخضر

ال Explants وظاهرة ال Totipotency

بالرغم من أن جميع الخلايا النباتية تتصف بالقدرة على تكوين نباتات جديدة كاملة من كل منها - وهى الظاهرة التى تعرف باسم Totipotency - إلا أن إظهار تلك القدرة يقتصر على خلايا خاصة . ويعرف الجزء النباتى الذى يؤخذ من النبات الأصيل لزراعته فى مزارع الأنسجة باسم Explant .

وتعد الحالة التى يكون عليها ال Explant عند زراعته من أهم العوامل فى نجاح مزرعة الأنسجة ؛ حيث يجب إعطاء أهمية خاصة لكل من مصدر ال Explant ، والمرحلة الفسيولوجية والتكوينية للعضو النباتى الذى حصل منه على ال Explant ، وكذلك موسم النمو ، وحجم النبات الذى أخذ منه ال Explant وحالته الفسيولوجية العامة .

وتتنوع مصادر ال Explants المناسبة فى محاصيل الخضر ؛ فهى تتضمن الأوراق الفلقية ، والسويقة الجنينية السفلى ، والأوراق ، والبراعم الإبطية ، والبراعم القمية ، والأنسجة الميرستيمية الأخرى . وعادة ما تحتوى قمم النموات الخضرية على عدة مبادئ أوراق ؛ حيث نادراً ما يكون النسيج الميرستيمى القمى فقط Apical Dome مصدراً لل Explant .

ويلاحظ أن الـ Explant يؤخذ في غالبية الأحوال من أنسجة حديثة ؛ حيث يتميز بقدرة أكبر على النمو والانقسام إذا قورن بالأنسجة الأكبر عمراً .

وكلما صغر حجم الـ Explant ازدادت فرصة خلط المزرعة من الملوثات ، إلا أن فرصة البقاء والنجاح تنخفض كلما صغر حجم الـ Explant . وليس هناك من مبرر لاستخدام Explants صغيرة جداً إلا إذا كان الهدف هو إنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية .

بيئات مزارع الأنسجة

إن أفضل البيئات لمزارع أنسجة الخضر هي بيئة موراشيج وسكوج Murashige & Skoog . كما تستخدم كذلك بيئات جامبورج بي 5 Gamborg B5 ، وميلر Miller ، وهوايت White إما كما هي ، وإما مع تحويرات بسيطة فيها .

ومن بين المكونات العضوية للبيئة : الكربوهيدرات ، والفيتامينات ، والأحماض الأمينية ، والإينوسيتول ؛ حيث تستخدم بتركيزات ماثلة لتلك التي تستعمل في بيئة موراشيج وسكوج .

ويؤثر التوازن بين الأوكسين والسيبتوكينين على النموين الخضرى والجذرى فى بيئة الزراعة . وأكثر الأوكسينات استعمالاً هو إندول حامض الخليك IAA ونافثالين حامض الخليك NAA ؛ حيث يستعملان بتركيز ٠,٥ - ٥,٠ مجم/لتر . أما أكثر السيبتوكينينات استعمالاً فهي الكينتين Kinetin ، والبنزيل أدنين Benzyladenine (أو BA) ، و N6-isopentenyladenine (أو 2ip) ، وهى تستخدم كذلك بتركيز من ٠,٥ - ٥,٠ مجم/لتر .

ويستعمل أحياناً إما مستخلص الخميرة أو الشعير ، أو الـ Casein hydrolysate مع لبن جوز الهند بنسبة ١٠٪ . ولا يتم اللجوء إليها إلا كمحاولة أخيرة لتحفيز النمو الخلوى أو تكوين النموات النباتية .

ولجعل البيئة صلبة . . يضاف إليها الآجار بنسبة ٠,٨ - ١,٠٪ (عن Bottino ١٩٨١) .

مزارع الإكثار الدقيق

يستفاد من مزارع الإكثار الدقيق micropropagation فى إنتاج سلالات خضرية تحتوى على عشرات الآلاف من النباتات الصغيرة خلال فترة وجيزة .

ويفضل دائماً استخدام القمة الميرستيمية ؛ لكى تكون النباتات المنتخبة خالية من الفيروسات . أما إن لم يكن ذلك ضرورياً . . فإنه يمكن استعمال أجزاء صغيرة من ساق النبات ، تحتوى كل منها على عقدة وبرعم جانبى (nodal segments) ؛ ذلك لأن البراعم الجانبية المفصولة بمفردها من الأشجار البالغة لا تنمو فى معظم الحالات ، بينما يساعد النسيج الأمى الموجود مع البرعم الإبطى فى هذه العقل (nodal cuttings) على نمو البرعم . وتحمل البراعم الجانبية عمليات التعقيم أفضل من البراعم الطرفية .

ويمكن استعمال أى جزء نباتى آخر فى التكاثر الدقيق إذا أمكن دفعه لتكوين براعم عرضية ، سواء تكونت من خلال نسيج الكالس ، أم بدونه . وتستخدم لهذا الغرض أجزاء من الجذور ، والسيقان ، والأوراق . . ويتوقف الاختيار على قدرة العضو النباتى على تكوين براعم عرضية .

ويحدث التكاثر الدقيق فى البراعم بوحدة من ثلاث طرق كما يلى :

أولاً : من محال الكالس

إن القدرة الفائقة للخلايا النباتية على التكاثر فى المزارع وإنتاج نسيج كالس تعطى فرصة كبيرة لإنتاج أعداد كبيرة من النباتات من هذه الخلايا ؛ لدى حدوث التميز النباتى بها . ويحدث التميز إما بتكوين الجذور والنموات الخضرية - بصورة عرضية - مباشرة ، وإما من خلال تكون الأجنة الجسمية .

تتماثل الأجنة الجسمية تماماً مع الأجنة الجنسية باستثناء كون نشأتها من خلايا جسمية . تعطى هذه الأجنة نباتات كاملة تشابه تماماً مع النبات الذى استُخدم جزء منه (explant) فى عمل المزرعة . ويمكن أن تتكون الأجنة الجسمية مباشرة على النسيج المزروع explant ، كما فى القنبيط ، والبطاطس ، ولكن العادة أن تنشأ تلك الأجنة

من الكالوس ؛ كما فى الكرفس ، البطاطس ، والقرع العسلى ، والجزر ، والهلين . وتستحث الأجنة الجنسية على التكوين باستخدام بيئة ينخفض فيها تركيز الأوكسين إلى مستوى مناسب .

تنشأ الجذور والنموات العرضية فى نباتات مزارع الأنسجة عند مواقع غير عادية بالنسبة لها . وتلك ظاهرة أكثر شيوعاً من ظاهرة تكوين الأجنة الخضرية . ويمكن أن تنشأ النموات الخضرية أو الجذور مباشرة على النسيج المزروع - كما فى الخس والكرب - ولكن الأكثر احتمالاً أن تنشأ النموات الخضرية من كالس نام من النسيج المزروع ؛ كما فى الخس ، والطماطم ، والبصل ، والثوم ، والكرب ، والجزر ، والبروكولى ، والفلفل ، والقنبيط ، وكرب بروكسل ، والبطاطس ، والكيل ، والبطاطا ، والهلين .

ومن أكبر مخاطر التكاثر بهذه الطريقة حالة عدم الثبات الوراثى التى يتميز بها نسيج الكالوس الذى تنشأ منه النموات العرضية ، وخاصة عند تكرار زراعة المزرعة لعدة مرات ، ولكن تعد هذه الطريقة هى الوحيدة المستخدمة لإكثار أنواع مهمة ، مثل الحمضيات ، والنخيل ، والبن .

ثانياً : من خلال تكوين البراعم العرضية

على الرغم من أن النباتات التى تتميز من أنسجة الكالس تعد عرضية المنشأ . إلا أنه يعنى بالبراعم العرضية . . تلك التى تتكون من العضو النباتى مباشرة ، دون أن يفصل بينهما نسيج كالس . وتتكاثر أعداد كبيرة جداً من النباتات الاقتصادية بهذه الطريقة .

ثالثاً : من خلال تحفيز التفرع الجانبي

يحدث تحفيز التفرع الجانبي فى مواقع النمو الطبيعية فى البرعم الطرفى والبراعم الجانبية . وتتميز هذه الطريقة بحدوثها فى غياب أى كالوس تقريباً ، ويمكن اتباعها مع عديد من الخضر ؛ مثل الهليون ، والبطاطا ، والبطاطس ، وكرب بروكسل ، والقنبيط ، والخيار ، والبروكولى ، والكرب ، والثوم ، والطماطم ، والخس .

ومن أهم مميزات الإكثار الدقيق بهذه الطريقة عدم حدوث أية تغيرات وراثية (عن Bottino ١٩٨١) .

يتم تحفيز النمو الجانبى فى المزارع بتوفير السيتوكينين بها بتركيز معين ، إما مع الأوكسين ، وإما بدونه . ويؤدى استمرار توفر السيتوكينين فى المزرعة إلى نمو البراعم الجانبية التى تتكون فى القمة الميرستيمية التى تنمو من البراعم المزروعة (أى من ال nodal segments) ، ثم تنمو البراعم الجانبية التى تتكون فى القمم الميرستيمية الجديدة . . وهكذا يؤدى استمرار هذه العملية - عدة مرات - إلى تكون كتلة من النموات الجديدة .

وبرغم توقف تكاثر المزرعة الواحدة بهذه الطريقة بعد فترة . . إلا أنه يمكن استمرار التكاثر - فى هذه المرحلة - بنقل أجزاء من المزرعة إلى مزارع أخرى جديدة ؛ وبذلك . . يمكن استمرار التكاثر إلى ما لانهاية ، إلى درجة أنه يمكن - على سبيل المثال - إنتاج من ١٥ - ٢٥ مليون نبات فراولة من نبات واحد فى العام ؛ لأن كل نبات يكون قادراً على إنتاج ١٠ نباتات جديدة كل أسبوعين .

تعد عملية التجذير ضرورية فى الحالات التى لا تنمو فيها النباتات من الأجنة الجسمية ، بينما توجد الجذور - طبيعياً - فى حالة التميز من الجنين الجسمى الذى يحتوى - بطبيعته - على جذير .

ولإحداث التجذير . . يلزم نقل النموات المتكونة إلى بيئة أخرى ، تختلف فى مكوناتها الهرمونية عن بيئة التكاثر . ويكون نقل النموات الخضرية - عادة - إلى هذه البيئات وهى بطول حوالى سنتيمتر واحد ، ثم تنقل النباتات بعد أن تتكون جذورها إلى أصص معقمة بحرص تام ، وتُتعهد بالرعاية إلى أن تكبر ؛ حيث تنقل بعد ذلك إلى البيوت المحمية . ويبين جدول (١ - ٤) تركيب بيئة الإكثار الدقيق للفراولة (عن Bhojwani & Razdan ١٩٨٣) .

جدول (١ - ٤) : بيئات الإكثار الدقيق للفراولة .

المكونات	البيئات (مجم / لتر)		
	التهية	التكاثر	التجذير
مركبات غير عضوية			
KNO ₃	250	250	250
MgSO ₄ . 7 H ₂ O	250	250	250
KH ₂ PO ₄	250	250	250
Ca (NO ₃) ₂ . 4 H ₂ O	1000	1000	1000
KI	0.83	0.83	0.83
H ₃ BO ₃	6.2	6.2	6.2
MnSO ₄ . 4 H ₂ O	16.9	16.9	16.9
ZnSO ₄ . 7 H ₂ O	8.6	8.6	8.6
Na ₂ MoO ₄ . 2 H ₂ O	0.25	0.25	0.25
CuSO ₄ . 5 H ₂ O	0.025	0.025	0.025
CoCl ₂ . 6 H ₂ O	0.025	0.025	0.025
FeSO ₄ . 7 H ₂ O	27.8	27.8	27.8
Na ₂ . EDTA	37.3	37.3	37.3
مركبات عضوية			
Inositol	100	100	100
Nicotinic acid	0.5	0.5	0.5
Pyridoxine HCl	0.5	0.5	0.5
Thiamine HCl	0.1	0.1	0.1
Glycine	2	2	2
منظمات نمو			
BAP	0.1	1	-
IBA	1	1	1
GA ₃	0.1	0.1	-
جلوكوز	4%	4%	4%
آجار	0.8%	0.8%	0.8%

مراحل الإكثار الدقيق

تمر عملية الإكثار الدقيق بأربع مراحل ؛ كما يلي :

١ - مرحلة عمل وتطوير مزرعة أنسجة للنبات تسمح بنموه لفترات طويلة . تكبر

خلال هذه الفترة البراعم وأطراف السيقان ، أو يبدأ ظهور الأعضاء العرضية من الجزء النباتى المزروع explant .

٢ - مرحلة التزايد السريع للتكوينات التى بدأ ظهورها فى المرحلة الأولى ، والتى تعطى فى نهاية الأمر نباتات جديدة . وتلك هى مرحلة التكاثر ، وقد تتضمن تكرار الزراعة فى مزارع جديدة عدة مرات ؛ بهدف إنتاج أكبر عدد من النباتات . وما دامت لم تظهر اختلافات وراثية فى المزرعة فإن هذه المرحلة يمكن أن تدوم لفترات طويلة جدا .

٣ - مرحلة إعداد النباتات للنمو فى التربة ، وهى مرحلة غاية فى الأهمية إذا أريد الاستفادة من النباتات المتحصل عليها من مزارع الأنسجة .

إن النباتات المنتجة فى مزارع الأنسجة تختلف كثيراً عن تلك المنتجة بصورة طبيعية بالرغم من تماثلهما الوراثى ، وهى اختلافات تعود إلى ظروف البيئة التى نشأت فيها النباتات . فمثلاً . وجد أن نباتات القنبيط المنتجة فى مزارع الأنسجة تختلف فى تشريح الورقة عن النباتات العادية ؛ حيث يقل أو ينعدم فيها النسيج العمادى ، ويضمحل النسيج الوعائى الذى يصل بين الجذور والنموات الخضرية ، ولا يوجد فيها سوى القليل جداً من الشمع السطحى على الأوراق .

كذلك تختلف نباتات مزارع الأنسجة عن النباتات العادية فسيولوجياً . فمثلاً . يقل محتواها من الكلوروفيل ، وتكون أقل كفاءة فى تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون عن النباتات العادية التى من نفس العمر . ولا تستعيد هذه النباتات قدرتها الكاملة على البناء الضوئى إلا بعد أن تعاود نموها الطبيعى تحت ظروف الحقل .

وبذا . فإن الهدف الرئيسى من هذه المرحلة يجب أن يكون تشجيع النمو الجذرى للنموات الخضرية المتكونة ، وأقلية النباتات على الشد الرطوبى ، وتعويده - تدريجياً - على تمثيل غذائه بنفسه بدلاً من الحصول عليه من بيئة الزراعة .

وأفضل الظروف لتهيئة النباتات للنمو فى التربة هى تعريضها - وهى فى المزارع - لإضاءة مقدارها ١٠٠٠ لكس لمدة ١٦ ساعة يومياً ، مع تثبيت الحرارة على ٢٥ - ٢٧ م .

٤ - مرحلة ترسيخ النباتات لنموها فى التربة :

فى بداية هذه المرحلة يكون فقد الماء من النباتات عالياً بسبب نقص الشمع السطحى ؛ ولذا . . يجب أن تجرى الخطوات الأولى من تلك المرحلة تحت ظروف رطوبة عالية . وقد يفيد رش النباتات بـ Polyvinyl resin ؛ حيث يزيد من مقاومة أدمة النبات للنتح الأديمى دون أن يؤثر ذلك على وظائف الثغور (عن Bottino ١٩٨١) .

مزارع القمة الخضرية الميرستيمية

يستفاد من مزارع القمة الخضرية الميرستيمية Meristem Shoot Tip Culture فى إنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية ، ويعد ذلك أمراً بالغ الأهمية فى المحاصيل التى تتكاثر خضرياً ، والتى تنتقل فيها الفيروسات تلقائياً مع الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر .

وبرغم أن النباتات قد تكون مصابة بجهازيا بالفيروسات . . إلا أن القمة النامية تكون غالباً خالية تماماً من الفيروسات ، أو لا تحتوى إلا على قليل جداً منها ؛ ويرجع ذلك إلى الأسباب الآتية :

١ - خلو القمة الميرستيمية من الأنسجة الوعائية التى يكون انتقال الفيروسات فيها سريعاً ، بينما يكون انتقالها خلال الروابط البروتوبلازمية أبطأ من سرعة نمو القمة النامية .

٢ - يكون النشاط الأيضى فى الخلايا الميرستيمية عالياً بدرجة يقل معها تكاثر الفيروس فيها .

٣ - تكون نظم المقاومة لتكاثر الفيروسات فى الأنسجة الميرستيمية أعلى مما فى أى نسيج آخر .

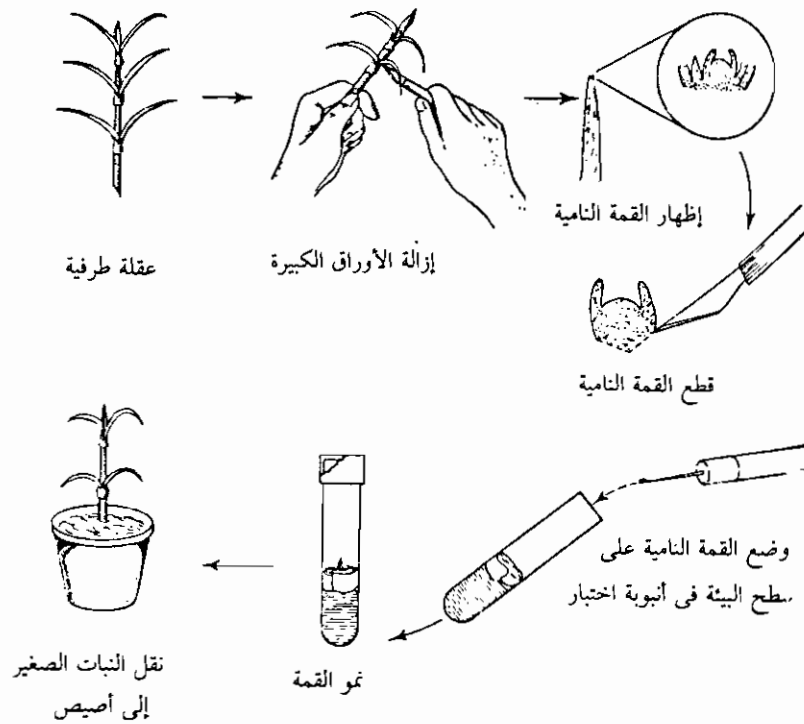
٤ - قد يثبط التركيز العالى للأوكسين الطبيعى - فى القمة النامية - نشاط الفيروسات فيها .

ولهذه الأسباب كلها . . فإن فصل القمة الميرستيمية وزراعتها فى بيئة صناعية يؤدى إلى إنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية . وقد استخدمت هذه التقنية تجارياً ، لإنتاج نباتات خالية من الفيروس من عديد من الأنواع النباتية ؛ مثل : الفراولة ،

والبطاطس ، والبطاطا ، والروبارب ، والكاسافا ، والكرسون المائى ، واليام ، وقصب السكر ، والتفاح ، والموز ، وعديد من نباتات الزينة التى تتكاثر خضرىا .

ويفضل استعمال مصطلح مزارع القمة الميرستيمية Meristem-Tip Culture فى حالة استعمال القمة الميرستيمية فى الزراعة ، وهى التى يكون عرضها - عادة - حوالى ١٠٠ ميكرون ، وطولها حوالى ٢٥٠ ميكرون .

وبرغم أن هذا الجزء ينتج - غالباً - نباتات خالية من الفيروس . . إلا أنه قد يصعب فصله ؛ لذا . . تستعمل - أحياناً - القمة النامية كلها ، وهى التى يكون عرضها - عادة - ١٠٠ ميكرون ، وطولها ٥٠٠ ميكرون . ويطلق على المزارع فى هذه الحالة اسم Shoot-Tip Culture ، وهى تنتج كذلك نباتات خالية من الفيروس فى أغلب الأحيان (شكل ١ - ٢) .



شكل (١ - ٢) : زراعة القمة النامية Shoot Tip culture ؛ بهدف التخلص من الإصابات الفيروسية .

تفصل القمم النامية تحت المجهر . ويعتبر فصل القمة النامية سريعاً - دون إحداث أضرار بها - من أهم مقومات نجاح مزارع القمة الميرستيمية . هذا . . بالإضافة إلى أهمية بيئة الزراعة التي يجب أن تكون محفزة لتكوين الجذور والأوراق من القمم الميرستيمية المزروعة .

وبين جدول (١ - ٥) تركيب عدد من البيئات التي استخدمت في مزارع القمة الميرستيمية . وبرغم سهولة الزراعة في بيئة شبه صلبة تحتوى على آجار . . إلا أنها تحفز تكوين الكالس فقط ، وهو أمر غير مرغوب فيه في هذه المزارع .

وتزداد فرصة تميز النباتات في المزرعة كلما ازداد حجم القمة الميرستيمية المزروعة ؛ ذلك لأن القمم الصغيرة تنتهى غالباً بتكوين جذور وكالس ، وربما لا تعطى جذوراً ألبتة إن كانت صغيرة جداً ، في حين أن القمم الخضرية الكبيرة ربما لا تكون خالية من الفيرس ؛ لذا . . فإن القاعدة هي أن تكون القمم الميرستيمية المزروعة صغيرة بالقدر الذى يضمن خلوها من الفيرس ، وكبيرة بالقدر الذى يسمح بتمييزها إلى نباتات مكتملة النمو .

وقد وجد أن النباتات المصابة جهازيًا بالفيروسات تعطى عند زراعة أى من أنسجتها المصابة خلايا كالس ، تختلف في محتواها من الفيرس ، وأمكن الحصول على نباتات خالية من الفيرس من خلايا الكالس السليمة في هذه المزارع . .

كذلك . . وجد أن نسبة النباتات الخالية من الفيرس كانت أعلى بكثير في النباتات التي تميزت من الكالس في مزارع القمة الميرستيمية عما في النباتات التي تميزت من القمة الميرستيمية مباشرة . وربما يرجع ذلك إلى أن سرعة تكاثر الفيرس تكون أقل من سرعة تكاثر الخلايا في نسيج الكالس .

هذا . . إلا أن كثيراً من الأنواع النباتية الهامة لم تتميز فيها نباتات من نسيج الكالس ، كما أن هذا النسيج لا يكون ثابتاً وراثياً .

جدول (١ - ٥): تركيب بعض البيئات التى استخدمت من قبل باحثين مختلفين فى مزارع القمة الخضرية الميرستيمية ، لأنواع مختلفة من النباتات .

المكونات	البيئات (مجم / لتر)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
NH ₄ NO ₃	-	-	-	-	-	60	60	-
KNO ₃	125	125	125	200	125	-	-	125
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	-	-	1000	-	-	-
KCl	-	-	-	-	1000	80	80	-
CaCl ₂ . 2 H ₂ O	-	500	500	-	-	-	-	-
Ca (NO ₃) ₂ . 4 H ₂ O	500	-	-	800	500	170	170	500
NgSO ₄ . 7 H ₂ O	125	125	125	200	125	240	240	125
KH ₂ PO ₄	125	125	125	200	125	40	40	125
FeCl ₃ . 6 H ₂ O	-	-	-	-	1	-	-	-
Fe. citrate	-	-	-	-	5	5	-	-
Fe (SO ₄) ₃	-	25	-	-	-	-	27.8	25
Na ₂ . EDTA	-	-	-	-	-	-	37.3	-
MnSO ₄ . 4 H ₂ O	-	0.8	-	-	0.1	-	22.3	1
ZnSO ₄ . H ₂ O	-	0.04	-	0.2	1	0.05	8.6	0.05
NiCl ₂ . 6 H ₂ O	-	0.025	-	0.3	-	-	-	0.025
MnCl ₂ . H ₂ O	-	-	-	1.8	-	0.4	-	-
CoCl ₂ . 6 H ₂ O	(10 drops of	0.025	(Isotops of	-	-	-	0.025	0.025
CuSO ₄ . 5 H ₂ O	Berthelot	0.025	Berthelot	0.08	0.03	0.05	0.025	0.025
AlCl ₃	soln.)	-	soln.)	-	0.03	-	-	-
H ₂ MoO ₄ . H ₂ O	-	-	-	0.02	-	0.02	-	-
Na ₂ MoO ₄ . 2 H ₂ O	-	-	-	-	-	-	0.025	-
KI	-	0.25	-	-	0.01	-	0.83	0.25
H ₃ BO ₃	-	0.025	-	2.8	1	0.6	6.2	0.025
Myo-inositol	0.1	0.001	0.1	-	100	0.1	0.1	-
Ca. pantothenate	10	0.001	10	-	1	10	10	-
Nicotinic acid	1	-	1	5	1	1	1	-
Pyridoxine-HCl	1	-	1	1	1	1	1	-
Thiamine-HCl	-	0.001	-	1	1	1	1	1
Biotin	0.1	0.001	0.01	-	0.01	0.01	0.01	-
Cystein	-	0.001	10	-	1	10	10	-
Adenine	-	-	-	-	0.1	5	5	-
AdSO ₄	-	-	-	-	-	-	-	8
Casein hydrolysate	-	-	1	-	-	1	1	-
Sucrose	20000	-	20000	30000	20000	-	-	-
Glucose	-	40000	-	-	-	10000	30000	40000

مصادر إضافية عن الإكثار الدقيق ومزارع القمة الميرستيمية

لمزيد من التفاصيل عن الإكثار الدقيق لمحاصيل الخضار يوصى بمراجعة Bottino (١٩٨١) الذى يغطى هذه الموضوع بشكل جيد - حتى عام ١٩٨٠ - بالنسبة لكل من: الهليون ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، والخضار البصلية *Allium spp.* ، والكرنب ، والجزر ، والكاسافا ، والقنبط ، والكرفس ، والخيار ، والبادنجان ، والكيل ، والفاصوليا ، والبسلة ، والخنس ، والفلفل ، والقرع العسلى ، والبطاطا ، والطماطم ، واليام .

وللمناقشة العلمية الجيدة فى موضع الإكثار الدقيق ومزارع القمة الميرستيمية بصورة عامة . . يُراجع كل من Hussey (١٩٨٠) ، و Ingram & Helgeson (١٩٨٠) ، و Hartmann & Kester (١٩٨٢) ، و Bhojwani & Razdan (١٩٨٣) ، و Mantell & Smith (١٩٨٣) ، و Hussey (١٩٨٣) .

تخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر

كثيراً ما يستدعى الأمر تخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر لحين زراعتها . وللمحافظة على حيويتها يجب أن يكون التخزين فى ظروف خاصة من الحرارة والرطوبة النسبية ؛ كتلك الموضحة فى جدول (١ - ٦) .

جدول (١ - ٦) : الظروف المناسبة لتخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر فى محاصيل الخضار .

المحصول	الجزء المستخدم فى التكاثر	درجة الحرارة المناسبة (م°)	الرطوبة النسبية المناسبة (%)
الهليون	التيجان	٢ - ٤	٨٠ - ٨٥
الثوم	الفصوص أو الرؤوس	١٠	٥٠ - ٦٥
فجل الحصان	الجذور	صفر	٨٥ - ٩٠
البصل	البصيلات	صفر	٧٠ - ٧٥
البطاطس	الدرنات	٢ - ٤	٩٠
البطاطا	الجذور	١٣ - ١٥	٨٥ - ٩٠
الروبارب	التيجان	صفر - ٢	٨٠ - ٨٥
الفراولة	الشتلات	صفر - ٢	٩٠ - ٩٥

كمية التقاوى المستخدمة فى زراعة الخضر

العوامل المؤثرة على كمية التقاوى اللازمة للزراعة

تحدد كمية التقاوى اللازمة للزراعة بالعوامل الآتية :

- ١ - حجم بذور الصنف ، خاصة فى البقوليات والذرة السكرية .
- ٢ - نسبة إنبات البذور .
- ٣ - مسافة الزراعة ، وطريقة الزراعة السائدة نشرًا ، أم فى سطور .
- ٤ - عدد النباتات المطلوبة فى الجورة الواحدة .
- ٥ - طبيعة التربة . . فتزيد كمية التقاوى فى الأراضى الثقيلة .
- ٦ - درجة الحرارة السائدة . . فتزيد كمية التقاوى بنقص أو زيادة درجة الحرارة عن الدرجة المثلى .
- ٧ - حجم وقوة نمو البادرات . . فبعض الخضر - كالجزر - يلزم زراعتها بكثافة ، على أن تخفف فيما بعد ؛ لأن بادراته ضعيفة ورهيفة ، وتتأخر فى الإنبات ، ولا تستطيع منافسة الحشائش .
- ٨ - احتمالات الإصابة بالأمراض والحشرات عقب الإنبات مباشرة . ففى حالات توقع الإصابات الشديدة تجب زيادة كمية التقاوى مع إجراء عملية الخف .

حساب كمية التقاوى اللازمة للزراعة

تستخدم المعادلات التالية فى حساب كمية التقاوى اللازم زراعتها :

- ١ - إذا عرفت كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة الفدان الواحد تحت ظروف الزراعة العادية على أساس أن نسبى النقاوة والإنبات هما النسب القياسية التى يحددها القانون ، فإنه يمكن حساب كمية التقاوى التى تجب زراعتها من التقاوى المتوفرة إذا عُلِّمت نسبى النقاوة والإنبات فيها كالتالى :

$$\frac{\text{كمية التقاوى التى يوصى بها} \times \text{القيمة الزراعية القياسية}}{\text{القيمة الزراعية الفعلية}} = \text{كمية التقاوى اللازمة / فدان}$$

حيث إن:

$$\frac{\text{نسبة النقاوة القياسية} \times \text{نسبة الإنبات القياسية}}{100} = \text{القيمة الزراعية القياسية}$$

$$\frac{\text{نسبة النقاوة الفعلية} \times \text{نسبة الإنبات الفعلية}}{100} = \text{القيمة الزراعية الفعلية}$$

هذا . . ويمكن استخدام القيمة الزراعية الفعلية فى مقارنة التقاوى المتحصل عليها من مصادر مختلفة ، إلا أن القيمة الزراعية الفعلية قد تكون واحدة فى عيتين من التقاوى ، لكن تفضل واحدة على الأخرى . فمثلاً . . عينة بها نسبة الإنبات ٩٠٪ ، ونسبة النقاوة ٩٩٪ ، وأخرى بها نسبة الإنبات ٩٩٪ ، ونسبة النقاوة ٩٠٪ - تبلغ القيمة الزراعية فى كل منهما ٨٩,١ ، ومع ذلك تفضل العينة الأولى على الثانية عندما يكون سبب عدم النقاوة هو وجود نسبة مرتفعة من بذور الحشائش ، خاصة الخبيثة منها . كما أن نسبة النقاوة يمكن تقديرها بدقة ، أما نسبة الإنبات ، فلا تكون بنفس الدرجة من الدقة ، لأن الاختبار يجرى على عدد محدود من البذور (Davidson ١٩٦١) .

٢ - يمكن - أيضاً - حساب كمية التقاوى التى تلزم لزراعة الهكتار (الهكتار = ٢,٣٨ فداناً) بالمعادلة التالية :

كمية التقاوى اللازمة بالكجم/ هكتار

$$\frac{\text{متوسط وزن البذرة بالمليجرام} \times \text{عدد النباتات بكل متر مربع}}{\text{نسبة الإنبات المعملية} \times \text{العامل الحقلى}} =$$

$$\frac{1000 \times \text{عدد النباتات المطلوب زراعتها فى المتر المربع}}{\text{عدد البذور فى الجرام} \times \text{نسبة الإنبات المعملية} \times \text{العامل الحقلى}} =$$

حيث إن العامل الحقلى field factor هو عامل تصحيح يأخذ فى الاعتبار النقص فى نسبة الإنبات الذى يحدث تحت ظروف الحقل ، بالمقارنة بالإنبات فى المعمل . وعندما يكون العامل الحقلى واحداً صحيحاً فإن الإنبات يتساوى فى الحقل مع المعمل ، ولكنه يتراوح عادة ما بين ٠,٤ و ٠,٨ تحت الظروف السيئة ، كالتربة الثقيلة والحرارة المنخفضة ، و ٠,٨ و ٠,٤ تحت الظروف الحقلية الجيدة .

وتفيد المعادلة السابقة فى حساب كمية التقاوى اللازمة ، والتى يمكن زراعتها آلياً على المسافات المرغوبة ، دون الحاجة إلى إجراء عملية الخلف المكلفة (Bleasdale ١٩٧٣) . هذا . . ويحسب عدد النباتات فى وحدة المساحة بالمعادلة التالية :

$$\text{عدد النباتات فى وحدة المساحة} = \frac{\text{المساحة المعنية بالمتر المربع} \times \text{عدد النباتات فى الجورة}}{\text{المسافة بين الخطوط بالمتر} \times \text{المسافة بين النباتات بالمتر}}$$

وتطرح - عادة - من المساحة الكلية للحقل النسبة التى تشغلها قنوات الري والمصارف المكشوفة والممرات ، وتتراوح هذه النسبة - عادة - بين صفر ٪ فى حالة الري بالرش أو بالتنقيط مع نظام المصارف المغطاة و ١٠ ٪ فى حالة الري السطحى مع نظام المصارف المكشوفة .

٣ - كما يحسب عدد البذور اللازم زراعتها بكل متر طولى من الحقل بالمعادلة التالية :

$$\text{عدد البذور فى المتر الطولى من الخط} = \frac{\text{المسافة بين الخطوط بالسـم} \times \text{عدد النباتات المطلوب زراعتها فى المتر المربع}}{\text{نسبة الإنبات المعملية} \times \text{العامل الحقلى}}$$

هذا . . ويجب تعديل الحسابات بالنسبة «لبذور» البنجر التى تعتبر ثماراً حقيقية عديدة البذور . وفى هذه الحالة تلزم معرفة عدد الثمار فى الجرام ، وعدد النباتات التى تنتج من ١٠٠ ثمرة ، ثم نحسب كمية الثمار اللازمة للهكتار بالمعادلة التالية :

كمية التقاوى (الثمار) بالكجم للهكتار

عدد النباتات المطلوب زراعتها فى المتر المربع $\times 1000$

عدد الثمار فى الجرام \times عدد النباتات التى تنتج من 100 ثمرة \times العامل الحقلى

٤ - كذلك يمكن حساب كمية التقاوى اللازمة لزراعة مساحة ما بالمعادلات التالية:

أ - فى حالة الخضروات التى تزرع بالبذور مباشرة فى الحقل:

كمية التقاوى اللازمة بالجرام

$$= \frac{\text{المساحة الفعلية المزروعة بالمتر المربع} \times \text{عدد البذور فى الجورة}}{\text{مسافة التخطيط بالمتر} \times \text{مسافة الزراعة بالمتر}} \times$$

$$\frac{100}{\text{نسبة الإنبات}} \times \frac{1}{\text{عدد البذور فى الجرام}}$$

وتحت الظروف المصرية تحسب المساحة الفعلية المزروعة - عادة - على أساس أنها 3800 م² للفدان، وذلك بعد استبعاد نحو 400 م² تضيع فى قنوات الري والبتون والمصارف .

هذا . . وتلزم مضاعفة كمية التقاوى فى حالة الزراعة على ريشتى (جانبى) خطوط الزراعة .

ب - فى حالة الخضروات التى تزرع بطريقة الشتل :

كمية التقاوى اللازمة بالجرام

$$= \frac{\text{المساحة الفعلية المزروعة بالمتر المربع}}{\text{مسافة التخطيط بالمتر} \times \text{مسافة الزراعة بالمتر}} \times \frac{100}{\text{نسبة الإنبات}} \times \frac{100}{\text{نسبة الانتخاب}} \times$$

$$\frac{100}{\text{نسبة النجاح}} \times \frac{1}{\text{عدد البذور بالجرام}}$$

حيث إن نسبة الانتخاب هى نسبة الشتلات التى تستعمل فى الزراعة بعد استبعاد الشتلات غير الصالحة . ونسبة النجاح هى نسبة نجاح عملية الشتل (عن خلف الله وآخرين ١٩٨٤) .

ويوضح جدول (١ - ٧) كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة فدان من محاصيل الخضر المختلفة ، بما فى ذلك الخضروات اللاجنسية التكاثر (عن مرسى والمربع ١٩٦٠) .

جدول (١ - ٧) : كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة فدان من محاصيل الخضر المختلفة .

المحصول	كمية التقاوى
باذنجان	٢٠٠ - ٣٠٠ جم عند الشتل ، ١ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
بامية	١٠ - ٢٠ كجم
بصلة	١٥ - ٥٠ كجم حسب الصنف وطريقة الزراعة
بصل	٤ - ٨ كجم
بطاطا	٢٥٠٠٠ عقلة يتحصل عليها من ٢ - ٣ قراريط من الزراعة القديمة (القيوط = ١٧٥ م ^٢) أو من قيراط واحد من المشتل
بطاطس	٠,٧٥ - ١,٠٠ طن درنات كاملة أو مجزأة
بطيخ	١ كجم
بقدونس	٨ - ١٢ كجم
بنجر	٤ - ٥ كجم
ثوم	٥٠ - ٧٠ كجم فصوصاً أو ١٠٠ - ١٥٠ كجم ثوماً بالعروش من الصنف البلدى، وضعفت هذه الكميات بالنسبة للصنف الصينى
جرجير	٨ كجم
جزر	١,٥٠ - ٣,٠٠ كجم للصنف البلدى، ٥ كجم للأصناف الأجنبية
خبازى	٨ - ١٠ كجم
خرشوف	٦ - ٨ قراريط من نباتات المزرعة القديمة
خس	٠,٥ كجم عند الشتل ، ١,٥ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
نخيار	١,٠ - ١,٥ كجم
رجلة	١٠ كجم
سبانخ	١٠ - ١٥ كجم
سلق	٤ - ٨ كجم
فراولة	٣ - ٥ قراريط من نباتات المزرعة القديمة

(يتبع)

جدول (١-٧).

المحصول	كمية التقاوى
شمام	٠,٧٥ - ١,٠٠ كجم
طرطوقة	٠,٥ طن درنات
عجور	٠,٧٥ - ١,٠٠ كجم
فاصوليا	١٥ - ٥٠ كجم حسب الصنف وطريقة الزراعة
فجل	٨ - ١٠ كجم
فلفل	٣٠٠ - ٦٠٠ جم عند الشتل، ١ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
فول رومى	٣٠ - ٦٠ كجم
قاوون	٠,٧٥ - ١,٠٠ كجم
قثاء	٠,٧٥ - ١,٠٠ كجم
قرع عسلى	٥٠٠ - ٦٠٠ جم
قرع كوسة	١ كجم صيفًا ، ٢ كجم شتاء
قنييط	٢٥٠ - ٣٥٠ جم
قلقاس	١ - ١,٥ طنا
كرات أبو شوشة	٣ كجم تعطى نحو ٧٥٠٠ شتلة
كرات مصرى	٢٠ - ٢٥ كجم
كرفس	٢٥٠ - ٣٥٠ جم
كرنب	٢٥٠ - ٣٥٠ جم من الصنف البلدى ، ٣٥٠ - ٤٥٠ جم من الأصناف الأجنبية فى حالة الشتل، ١ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة .
كرنب أبو ركة	١ كجم عند الشتل، ١,٥ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
كرنب بروكسل	٢٥٠ - ٣٥٠ جم
لفت	٤ - ٥ كجم
لوييا	٨ - ١٥ كجم حسب الصنف
ملوخية	١٠ - ٣٠ كجم حسب ميعاد الزراعة
هليون	٢٠٠ - ٣٥٠ جم بذور تكفى لإنتاج ٨٠٠٠ - ١٢٠٠٠ قرص
هندباء	٠,٥ كجم ، ١,٥ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة

الفصل الثانى

أوعية نمو النباتات وبيئات الزراعة

تتجه الأساليب العصرية فى إنتاج الخضر إلى استعمال أوعية خاصة لا يعاد استخدامها غالباً ، وتملاً بيئات خاصة للزراعة ونمو الجذور ، وتتبع هذه الوسائل فى إنتاج شتلات الخضر ، وهو ما سنتناوله بالشرح فى هذا الفصل ، وفى زراعة وإنتاج محاصيل الخضر ، كما فى بعض أنواع الزراعات المحمية داخل الصوبات ، كالمزارع اللاأرضية التى تستخدم فيها بيئات خاصة لنمو الجذور وتثبيت النباتات .

مواصفات أوعية نمو النباتات

تتعدد أشكال وأنواع أوعية نمو النباتات . وبرغم أن بعض الأصص الكبيرة يمكن أن تستخدم فى زراعة وإنتاج النباتات الكبيرة حتى الحصاد ، إلا أن غالبية أوعية نمو النباتات تستخدم فى إنتاج الشتلات .

ويمكن تقسيم الأنواع المختلفة من أوعية نمو النباتات على الوجه التالى :

١ - أوعية يعاد استخدامها عدة مرات non-disposable : وهذه تُملاً فى كل مرة بالبيئات المستخدمة فى الزراعة .

٢ - أوعية تستخدم مرة واحدة disposable ، وهى نوعان :

أ - أوعية تُملاً بالبيئات المستخدمة فى الزراعة .

ب - أوعية تحتوى على بيئات الزراعة الخاصة بها .

ويشترط فى الأوعية النباتية الجيدة أن تكون :

- ١ - غير قابلة للصدأ .
- ٢ - قوية .
- ٣ - يمكن تخزينها في حيز ضيق وهى متداخلة stakable .
- ٤ - خفيفة الوزن .
- ٥ - جيدة المظهر .
- ٦ - رخيصة .
- ٧ - لا تتأثر كثيراً بدرجات الحرارة الخارجية .

يؤدى استعمال أوعية نمو النباتات - ذات الحيز المحدود لنمو الجذور - إلى إنتاج شتلات تحتفظ بجذورها كاملة ولا تعاني من صدمة الشتل ، ولا يتحقق ذلك فى الشتلات التى تُنقل بجذورها عارية ، ولا فى تلك التى تنقل بجزء من مجموعها الجذرى وهو محاط بصلية من مخاليط الزراعة ، كما يحدث فى صوانى الزراعة غير المقسمة إلى عيون منفصلة لنمو النباتات .

الأوعية النباتية التى يعاد استخدامها

الأصص

الأصص pots قد تكون مسامية ، أو عديمة المسام . وتصنع الأصص المسامية من الطمى ، فى حين تصنع الأصص العديمة المسام من المعدن أو الخرسانة أو المطاط أو البلاستيك ، وتصنع كلها بأحجام مختلفة (شكل ٢ - ١) .

يعيب الأوعية المسامية (الفخارية) تراكم الأملاح بها . وتعالج هذه المشكلة بنقع الأصص من حين لآخر فى الماء لعدة ساعات ، ثم غلّسها فى ماء جارٍ . كما يعيب الأوعية غير المسامية سوء التهوية بها ، واحتمال زيادة رطوبتها إلى الحد الضار بالنباتات النامية بها . ومن المشاكل الأخرى . . امتصاص جدر الأوعية الفخارية الجديدة لجزء من النترات المستخدمة فى التسميد ، ويعالج ذلك برى النباتات كل ٧ - ١٠ أيام بماء مذاب فيه نحو ٧,٥ جم من كبريتات الأمونيوم / لتر .



شكل (٢ - ١) : الأصص البلاستيكية .

الصناديق الخشبية والمعدنية والبلاستيكية

تستخدم الصناديق (الطاولات أو الصواني) فى إنتاج الشتلات ، وتوجد منها صناديق خشبية ومعدنية وبلاستيكية . ويتراوح عرض الصندوق بين ١٥ و ٦٠ سم ، وطوله بين ٤٥ و ٩٠ سم ، وارتفاعه بين ١٠ و ١٥ سم ، ولكن الشائع هو استعمال صناديق ذات أبعاد ٤٠ × ٦٠ سم ، أو ٣٥ × ٥٠ سم ، وارتفاع ١٠ سم . ويجب توحيد أبعاد الصناديق ؛ تسهياً لإجراء العمليات الزراعية .

وتتكون قاعدة الصناديق الخشبية من شرائح خشبية غير تامة الالتحام مع بعضها البعض ؛ فتترك بينها مسافة نحو ٣ مم لضمان الصرف الجيد . أما الصناديق المعدنية والبلاستيكية ، فإنها تكون مزودة بثقوب فى القاع .

وتستعمل مع الصناديق لوحة للتسطير row marker ، وأخرى لعمل أماكن لغرس الشتلات عند التفريد spotting board .

طاولات (صوانى) الإنتاج السريع للشتلات (سيدلنج تريز)

تُصنع طاولات (صوانى) الإنتاج السريع للشتلات (سيدلنج تريز) Spedling Trays (أو الشتلات) من البلاستيك أو الاستيروفوم styrophoam ، وتوجد بها عيون مخروطية الشكل تنتهى بقاعدة مسطحة ، أو على شكل حرف V لنمو الجذور ؛ حيث يمكن نزع الشتلة بجذورها كاملة ، وهى محاطة ببيئة الزراعة فى صورة «صلية» . وتعد العيون المستدقة القاعدة هى الأفضل ؛ لأن الشتلات تخرج منها - بسهولة - بصلية كاملة من الجذور . ويعتبر استخدام الشتلات أفضل الوسائل لإنتاج شتلات الأصناف الهجين .

تميز شتلات الاستيروفوم بأن جذور الشتلات التى تنمو فيها تلتف - بكثافة - حول الجدار الداخلى للعين ؛ الأمر الذى يسمح بأن تُخرج شتلُها بصيلة كاملة من الجذور . ولا يتحقق ذلك فى الشتلات البلاستيكية ، حيث يتبقى بعيونها جزء كبير من خلطة الزراعة بعد إخراج الشتلات منها ؛ الأمر الذى يجعل جذورها عارية جزئياً . ولكن يعيب شتلات الاستيروفوم - فى المقابل - أنها تكون عرضة للتلف ؛ حيث تفقد نسبة منها سنوياً .

عدد العيون

تحتوى كل شتالة على عدد من العيون يختلف حسب مساحة الشتالة ، وحجم عيونها ، والمسافة بينها . وكلما صغر حجم العيون ازداد عددها بالصينية ، وكلما أمكن إنتاج الشتلات المطلوبة بعدد أقل من الشتالات ، وفى مساحة أصغر من الممثل . ولكن يقابل ذلك أن الشتلات المنتجة تكون أصغر حجماً ، وأضعف نمواً (بسبب تكاثرها فى الشتالة) ، كما تزداد فرصة خروجها من العيون بدون صلية جذور كاملة (حيث تكون جذورها عارية جزئياً) ؛ بسبب ضعف النمو الجذرى للشتلة فى العيون الصغيرة .

ويتراوح عدد عيون الشتالات - عادة - بين ٦٠ عيناً و ٤٠٠ عين بكل شتالة ، ولكن يغلب فى محاصيل الخضر - وخاصة القرعيات والباذنجانيات - استعمال شتالات بها ٨٠ - ١٦٠ عيناً . ومن أكثرها شيوعاً شتالات تحتوى على ٨٤ عيناً

، أو ١٠٤ عيون ، تتراوح المسافة بينها من ٣ - ٥ سم ، وتكون عمقها نحو ٣ سم (شكل ٢ - ٢ ، و ٣ - ٢) .



شكل (٢ - ٢) . طاولات الإنتاج السريع للشتلات Speedling Trays من الاستيروفوم ، بكل منها ٨٤ «عيناً» . وهو تزايد إنتاج شتلات القمح ، وتظهر بها بادرات القاوون .

ويستخدم في إنتاج شتلات الخس والكرفس والكرنب شتلات تحتوى على عدد أكبر بكثير من العيون (شكل ٢ - ٤) .

وعموماً . . فإن الشتلات - وخاصة البلاستيكية منها - تختلف كثيراً في حجم عيونها وأبعادها ، وكذلك في عدد العيون بكل صينية وأشكالها . ويبين شكلاً (٢ - ٥ ، و ٢ - ٦) بعض الأنواع التى تتوفر بالأسواق من الشتلات التى يمكن استعمالها فى إنتاج شتلات الخضر .

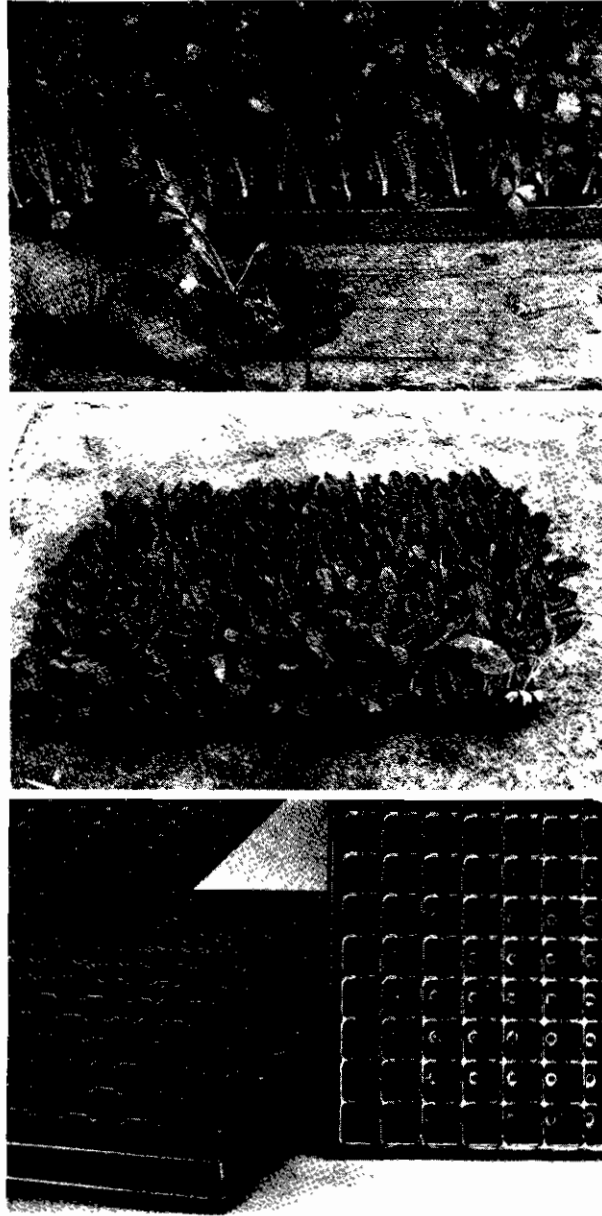


شكل (٢ - ٣) : طاولات الإنتاج السريع للشتلات Speedling Trays من الاستيروفوم ، بكل منها ١٠٤ ثقب مستديرة ، وهى تناسب إنتاج شتلات الطماطم والفلفل ، وتظهر بها بادرات فلفل .

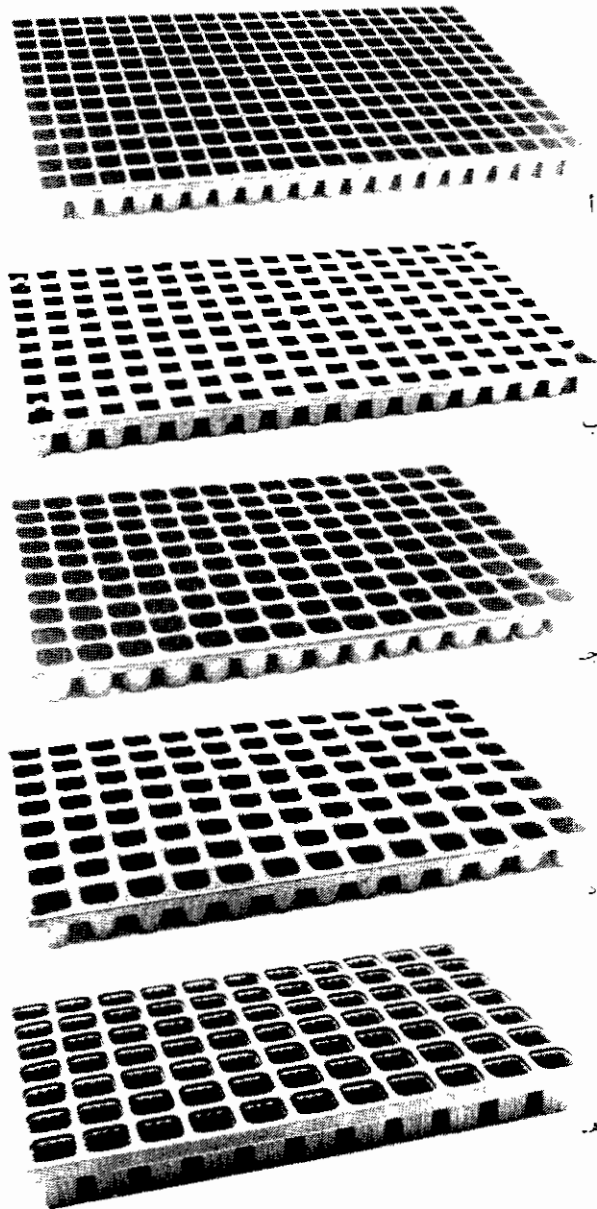
تأثير حجم العيون

يقل حجم العيون - عادة - بزيادة أعدادها فى الشتالة ، كما أسلفنا ، ولكن هذا ليس شرطاً ؛ فقد تحتوى الشتالة على عدد قليل من العيون الكبيرة الحجم . والحجم العيون تأثير كبير على نوعية الشتلات المنتجة فيها .

فمثلاً . . أوضحت دراسات Weston & Zandstra (١٩٨٦) أن العيون الكبيرة - التى يبلغ حجمها ٣٩,٥ سم^٣ - أعطت شتلات طماطم أكبر حجماً ، وكان المحصول المبكر لتلك الشتلات أعلى من تلك التى أنتجت فى عيون أصغر حجماً (٤,٤ - ٣٠,٧ سم^٣ / عين) .



شكل (٢ - ٤) : شتلات بلاستيكية تحتوي على عيون كثيرة وصغيرة ، وتناسب إنتاج شتلات الخس ،
والكرفس ، والكرنب .



شكل (٢ - ٥) : شتلات تبلغ أبعادها 32×52 سم وتباين في عدد وأبعاد عيونها ، وهي من أعلى إلى أسفل كما يلي (يستمر عنوان الشكل على الصفحة التالية) :

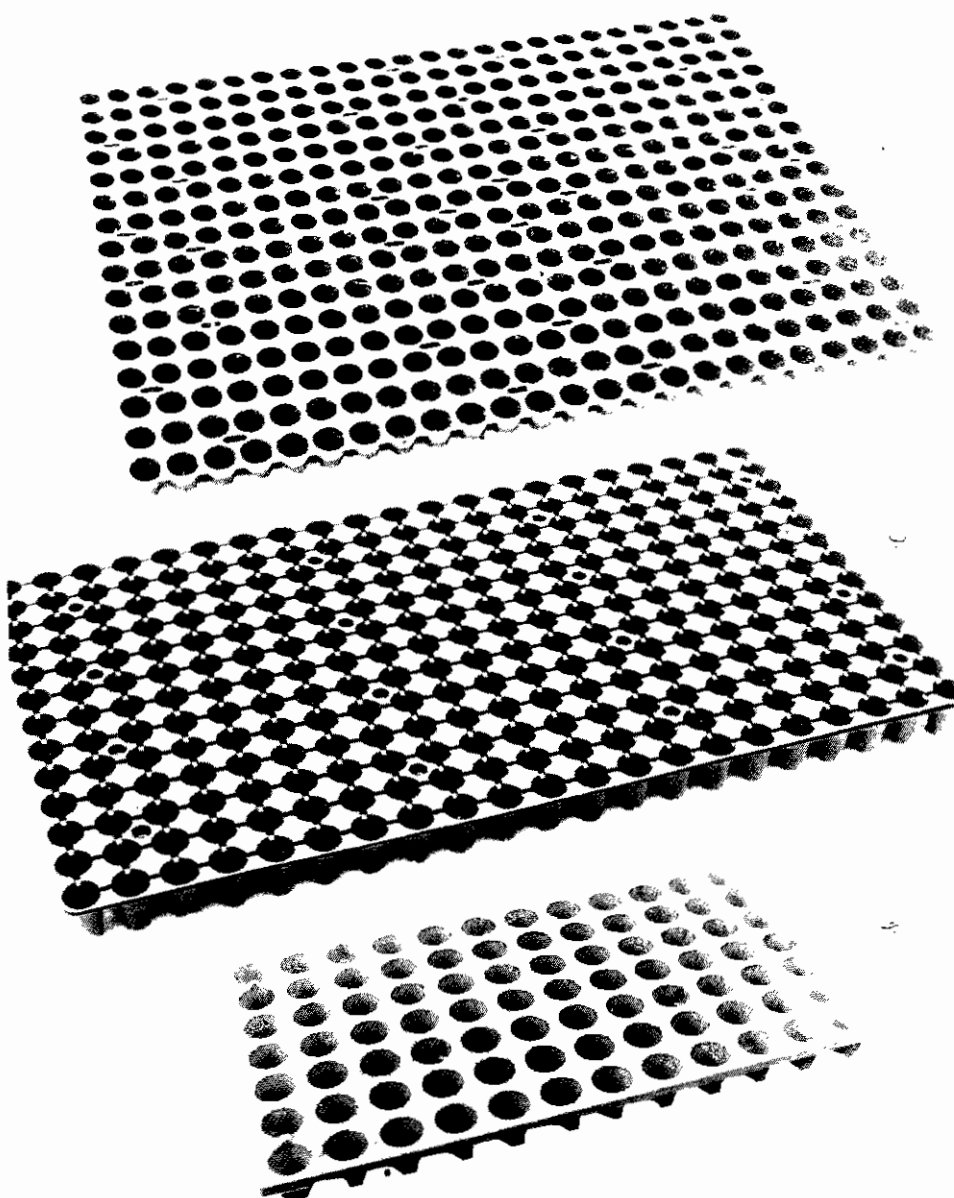
المحاصيل التي تناسبها	عدد عيونها	أبعاد عيونها (سم)	الشتالة
الخس	٢٧٣	٢ × ٢	أ
الكرب والقنيط	١٨٠	٢ × ٢	ب
الطماطم والفلفل	١٥٠	٣ × ٣	ج
الباذنجان	١٠٤	٣ × ٣	د
القرعيات	٧٧	٤ × ٤	هـ

وقد كانت تلك الشتالة (التي يبلغ حجم عيونها ٣٩,٥ سم^٣) مناسبة - كذلك - لإنتاج شتلات الفلفل صنف يولوواندر، حيث كانت الشتلات المنتجة فيها أطول، وأكثر أوراقا، وذات وزنا جافا أكبر من الشتلات التي أنتجت في عيون أصغر حجما، كما أن هذه الشتلات أعطت - عند زراعتها - محصولا أكثر تبكيرا (عن Weston ١٩٨٨).

تظهر خصائص الشتالات التي استعملت في تلك الدراسة في جدول (٢ - ١)، الذي يمكن الاسترشاد به - كذلك - في اختيار الشتالات المناسبة للزراعة.

وقد حصل Kemble وآخرون (١٩٩٤) على نتائج مماثلة، حيث كانت شتلات الطماطم التي في عمر خمسة أسابيع، والمنتجة في شتالات ذات عيون سعة ٣٧,١ سم^٣ أو ٨٠ سم^٣ أسرع إزهاراً، وأنتجت - عند زراعتها - محصولا مبكراً أعلى من تلك التي كانت في عمر أربعة أسابيع وأنتجت في شتالات ذات عيون أصغر حجماً (من ٨,٦ - ٣٧,١ سم^٣).

وفي دراسة أخرى قارن فيها Kemble وآخرون (١٩٩٤) نمو شتلات الطماطم من صنفين أحدهما ذو نمو مندمج compact، والآخر ذو نمو عادي في شتالات ذات عيون بأحجام ٣,٣، ٢٧، و ٣٧,١، و ٨٠ سم^٣، وجدوا أن الوزن الجاف للبادرات لم يختلف كثيراً بين السلالتين خلال الخمسة أسابيع التالية للزراعة، بالرغم من أن طول السلالة ذات النمو المدمج بلغ ٦٠٪ من طول السلالة ذات النمو الطبيعي.



شكل (٢ - ٦) : شتلات تنباين فى أبعادها وفى أعداد وأبعاد عيونها، وهى من أعلى إلى أسفل كما يلى
(يستمر عنوان الشكل على الصفحة التالية):

أوعية نمو النباتات وبيئات الزراعة

الشتالة	أبعادها (سم)	قطر عيونها (مم)	عمق عيونها (مم)	عدد عيونها	المحاصيل التي تناسبها
أ	٤٤ × ٣٤	١٥	-	٣٨٤	الحس والكرفس
ب	٥٠ × ٣٠	٢٠	-	٢٧٣	الكرنب والفنيط
ج	٥٢ × ٣٢	٣٣	٤٠	٨٤	القرعيات

جدول (٢ - ١): أبعاد عيون الشتالات من بعض المقاسات المستخدمة تجارياً في إنتاج الشتلات (عن Weston & Zandstra ١٩٨٦).

مقاس الشتالة ^(١)	طول ضلع العين (سم)	مساحة فتحة العين (سم ^٢)	عمق العين (سم)	حجم العين (سم ^٣)
٨٠	٢,٣	٤,١	٣,٢	٤,٤
١٨٠	٢,٣	٤,١	٤,١	٥,٦
١١٠٠	٢,٥٤	٧,٨	٧,٢	١٨,٨
١٢٥	٣,١٨	١٠,١	٤,٦	١٥,٤
١٥٠	٣,٨١	١٤,٥	٦,٤	٣٠,٧
١٧٥	٤,٤٥	١٨,٧	٦,٤	٣٩,٥

(١) عيون هذه الشتالات مربعة الفوهة وعلى شكل هرم مقلوب. يدل مقاس الشتالة على طول ضلعها معبراً عنه كنسبة مئوية من البوصة؛ فمثلاً... الشتالة التي يبلغ طول ضلع عيونها ٢,٥٤ سم (بوصة واحدة) تكون مقاس ١٠٠؛ لأن طول ضلع عيونها بوصة كاملة... وهكذا.

هذا... إلا أن عدد الأيام من زراعة الشتلات - التي كانت بعمر خمسة أسابيع - إلى الإزهار قل بزيادة حجم العيون؛ حيث تراوح من حوالي ١٩ يوماً عندما أنتجت الشتلات في عيون بحجم ٨٠ سم^٣ إلى ٣٣ يوماً عندما كان إنتاجها في عيون بحجم ٣,٣ سم^٣. وقد أوصى الباحثون بإمكان استعمال شتالات ذات عيون بحجم ٢٧ سم^٣، أو ٣٧ سم^٣ دون أن يتأخر الإزهار كثيراً.

كما كان الوزن الجاف لشتلات البطيخ المنتجة في العيون الكبيرة (٣٩,٥ سم^٣) ثلاثة أمثال وزن الشتلات المنتجة في العيون الصغيرة (١٨,٨ سم^٣). وبالمقارنة... أعطت الشتلات الأولى - المنتجة في العيون الكبيرة - نمواً نباتياً أقوى، ومحصولاً أعلى من

صنف البطيخ تشارلستون جرای. كما كان محصول النباتات المزروعة بالشتلات أعلى مما فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم (Hall ١٩٨٩).

تأثير شكل العيون وملامحها

يكون معظم النمو الجذرى للشتلات النامية فى الشتلات محصوراً عند المحيط الداخلى للعيون وملاصقاً لجدرانها، كما يتأثر النمو الخضرى للشتلات بشكل تلك العيون وتتأثر جذورها بلمس السطوح الداخلية للعيون.

فقد وجد Liptay & Edwards (١٩٩٤) أن طول شتلات الطماطم ازداد بتغيير شكل العيون - تدريجياً - من مربعة (١,٣٦ × ١,٣٦ سم) إلى مثلثة طويلة (١,٧٤ × ١,٠٦ سم)، كما كانت الشتلات أقصر كلما ازدادت العيون ضيقاً؛ حيث أنتجت أقصر الشتلات فى عيون تبلغ أبعادها ٠,٣٦ سم × ٥,١٤ سم، علماً بأن حجم العيون كان ثابتاً.

وبرغم أن النمو الجذرى لم يتأثر بشكل العيون، إلا أنه تأثر بلمس جدرها الداخلى؛ حيث كان النمو الجذرى قليلاً والجذور المتكونة قصيرة وسميكة عندما كانت الجدر الداخلى للعيون خشنة الملمس، ولكن ذلك لم يؤثر على النمو الخضرى للشتلات.

الأوعية النباتية التى لا يعاد استخدامها.

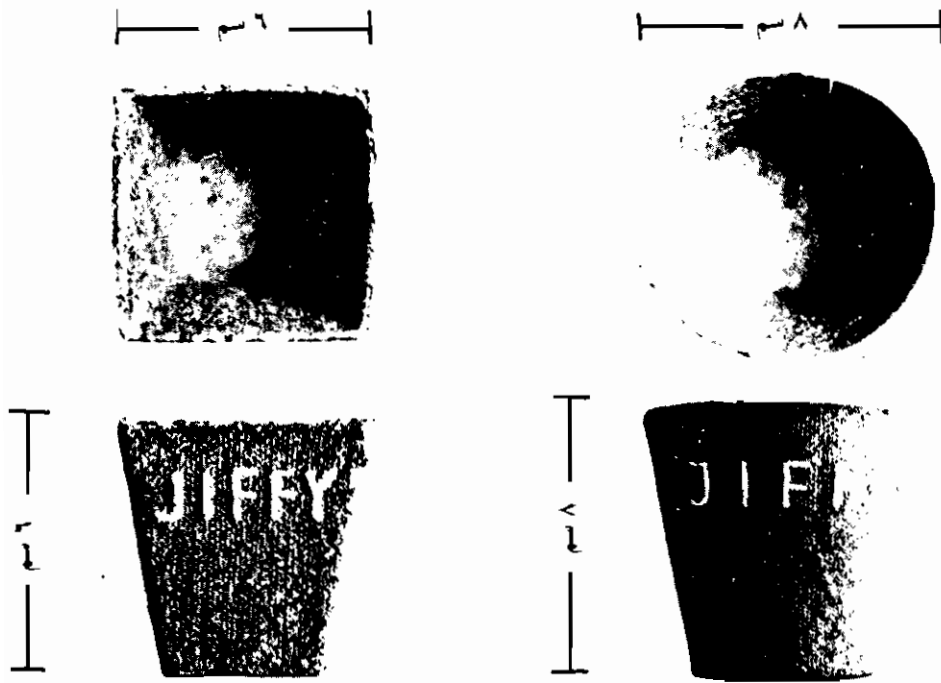
تستخدم هذه الأوعية مرة واحدة، حيث توضع فى الأرض مع الشتلة، وتحلل أنسجتها فى التربة.

الأصص

تصنع الأصص التى لا يعاد استخدامها من البيت، وتسمى peat pots ، أو أصص جفى jiffy pots ، وتوجد بأحجام مختلفة. تُملأ هذه الأصص ببيئات الزراعة، وتربى فيها النباتات لحين وصولها إلى الحجم الصالح للشتل، ثم يزرع النبات بالأصيص فى الحقل؛ حيث تحلل جدر الأصيص وتنفذ الجذور من خلاله إلى التربة. ولذلك أهمية كبيرة فى احتفاظ النباتات بجذورها كاملة.

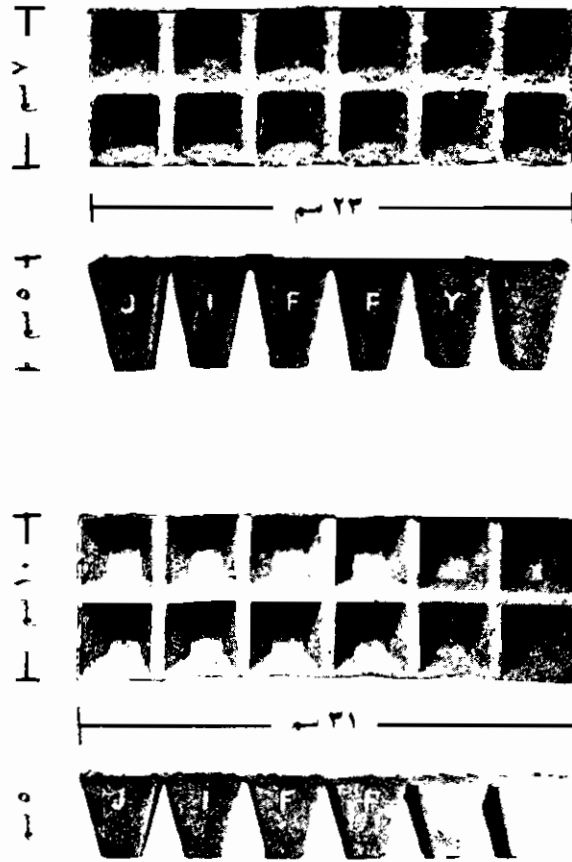
وتتوفر هذه الأصص إما منفردة (شكل ٢ - ٧)، وإما فى مجموعات متصلة (شكل ٢ - ٨) يسهل فصلها عن بعضها البعض عند الشتل . وهى تتوفر فى عدة أحجام .

وقد تتعرض النباتات النامية بمثل هذه الأوعية لنقص النيتروجين ؛ بسبب تحلل جدر الأوعية بفعل الكائنات الدقيقة، وحاجة هذه الكائنات إلى النيتروجين الذى تحصل عليه من البيئة التى تنمو فيها جذور النباتات . وتعالج هذه المشكلة بإضافة كبريتات الأمونيوم إلى ماء الري بمعدل ٧,٥ جم/ لتر ماء كل ٧ - ١٠ أيام .



شكل (٢ - ٧): أصص جفى Jiffy pots ، أو أصص البيت Peat pots المنفردة.

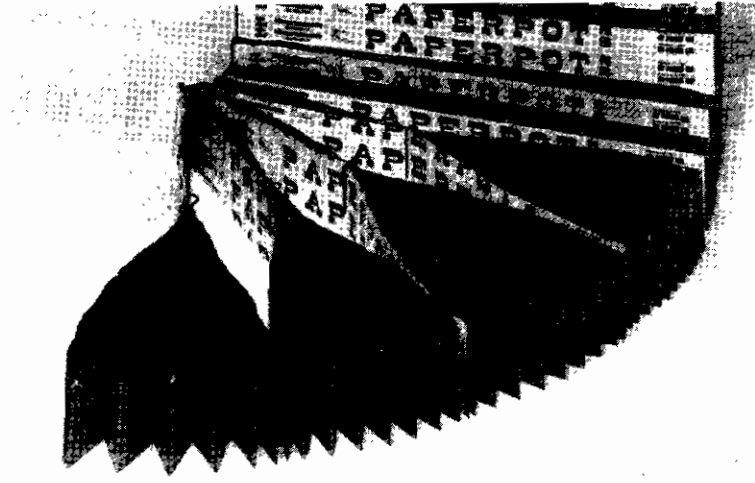
كما قد تصنع الأصص التى لا يعاد استخدامها من الورق، وتتوفر إما فى صورة مكعبات، وتسمى "paper blocks"، وإما متصلة بعضها ببعض على شكل عش النحل، وهى التى تعرف باسم "paper pots".



شكل (٢ - ٨): أصص جفى، أو أصص البيت متصلة بعضها ببعض فى مجموعات؛ ليسهل نقلها من المشتل إلى الحقل الدائم. ويمكن فصل هذه الأصص بعضها عن بعض بسهولة عند الشتل.

تعباً الأوعية الورقية، وتعرض للبيع ، وتنقل وهى مضغوطة . وعند الاستعمال تفرد على سطح أرض المشتل ؛ حيث تظهر أماكن زراعة النباتات على شكل مربعات، أو على شكل عش النحل (شكل ٢ - ٩) . هذه الأوعية مفتوحة من الجانبين (من أعلى ومن أسفل) ، وتباع بأحجام مختلفة حسب المحصول المراد زراعته بها . وتضم كل وحدة عدداً من الأوعية يتراوح بين ٢٠ و ٢٥٠ حسب حجم الوعاء .

وبرغم أن هذه الأوعية تكون ملتصقة بعضها ببعض عند استخدامها فى الزراعة ،

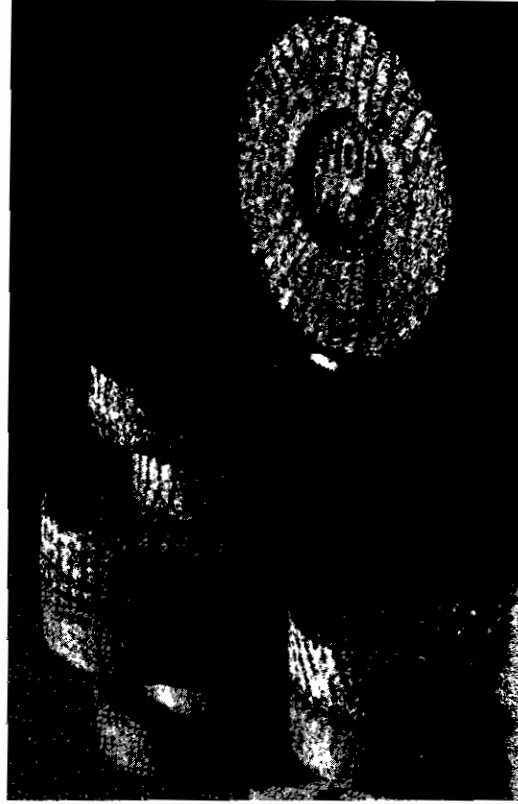


شكل (٢-٩): الأصص الورقية من نوع عش النحل قبل وبعد فردها جزئياً على سطح التربة ؛ استعداداً للزراعتها.

إلا أن عملية انرى تجعل من السهل فصلها بعضها عن بعض عند إعدادها للزراعة في الحقل الدائم، حيث يزرع النبات بوعائه. ويعنى ذلك أن كل وعاء له جذره الخاصة به ؛ بحيث يمكن فصله عن الأوعية المجاورة عند الشتل، وهذا هو النظام المتبع في أوعية عش النحل (شكل ٢ - ٩)، إلا أنه في غالبية المكعبات الورقية لا يكون لكل وعاء جذره الخاصة به؛ الأمر الذى يستلزم إخراج الشتلة بصليّة الجذور من الوعاء عند الزراعة.

أقراص جيفى

تصنع أقراص جيفى Jiffy pellets من البيت موس المضغوط (شكل ٢ - ١٠)، والقابل للتمدد بسهولة في وجود الرطوبة. توضع مادة البيت موس داخل شبكة رقيقة مرنة، ويضاف لها الكلس والعناصر السمادية. عند ترطيب هذه الأقراص بالماء، فإنها تتمدد، وتعود لحجمها الأصلي قبل الضغط. وتتوفر بأحجام مختلفة، مثل: جيفى ٧، وجيفى ٩. وأكثرها استعمالاً جيفى ٧.



شكل (٢ - ١٠): أقراص جيفى Jiffy Pellets .

يحتوى كل ١٠٠ جرام من أقراص جيفى ٧ على كميات العناصر التالية :

العنصر	الكمية
البوتاسيوم	٢٠٠ - ٢٥٠ مجم
الكالسيوم	١ - ١,٢ جم
الفوسفور	٨٠ - ١٠٠ مجم
المغنسيوم	٨٠ - ١٠٠ مجم
النيتروجين	٠,٨ - ١,٠ جم

ويحوى القرص من العناصر الغذائية ما يكفى لمد النبات النامى به بحاجته لمدة ثلاثة أسابيع . وينصح بعد ذلك بإضافة سماد مناسب فى صورة ذائبة فى الماء .

يعطى استعمال أقراص جيفى نمواً مبكراً وسريعاً، كما يُسهل إجراء عملية الشتل .

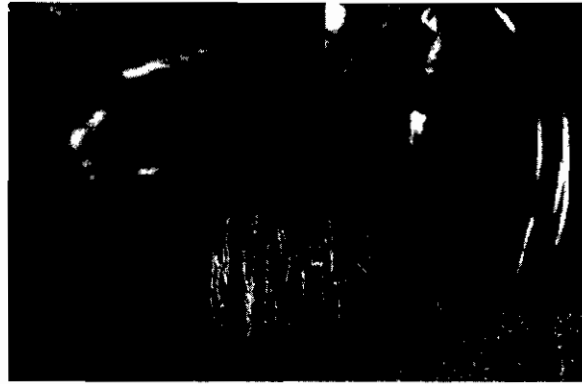
وللحصول على أحسن النتائج يراعى ما يلى :

١ - يجب وضع الأقراص فوق مكان نظيف ، ويُفضّل أن يكون شريحة بلاستيكية .
والعادة هى أن ترص أقراص جيفى بعضها بجانب بعض عند الاستعمال ، ولكن يمكن وضعها متباعدة حسب حجم النباتات المتوقع عند النمو .

٢ - الرى المنتظم ضرورى ، ويجب ألا يسمح بجفاف الأقراص مطلقاً .

٣ - عند الشتل يوضع القرص كاملاً فى التربة ، ولا تُزال الشبكة الخارجية ؛ حيث تخترقها الجذور بسهولة (شكل ٢ - ١١) . وتروى الأقراص جيداً قبل نقلها إلى الحقل . ويجب التأكد من إحاطة التربة جيداً بالقرص من جميع الجوانب ، وتغطيتها له عقب الشتل .

هذا . . وأقراص جيفى ٩ لها نفس قطر أقراص جيفى ٧ ، إلا أنها تكون أطول عندما تتمدد بفعل الرطوبة .



شكل (٢ - ١١): شتلة فلفل نامية فى قرص جفى بعد نمده. تظهر بالصورة جذور البادرة وقد نمت بغزارة من خلال شبكة القرص.

يبلغ قطر قرص جفى ٧ حوالى ٤,٤ مم، وسمكه حوالى ٦,٠ مم، وهو مكون من البيت موس المخصب ببعض الأسمدة، والمضغوط إلى ١/٧ حجمه الأصلي .

وبينما يغلف قرص جفى ٧ بشبكة بلاستيكية رقيقة جداً، فإن قرص جفى ٩ يبقى دون تغليف .

وبعد إضافة الماء إلى هذه الأقراص - بأية طريقة من طرق الري - فإنها تزداد فى الحجم إلى أن يبلغ سمكها (ارتفاعها) حوالى خمسة سنتيمترات، أما قطرها فيظل ثابتاً ، أو يزداد قليلاً ، وتكون حينئذ فى حالة مناسبة للزراعة .

تتوفر أقراص جفى فى عدة أنواعات تتباين فى رقم الـ pH (من ٥.٥ إلى ٦.٣)، وفى محتواها من مختلف العناصر المغذية . ومنها ما يحتوى على انخفاض مناسب لزراعة البذور فيه . ويمكن أن يصل عمق هذا الانخفاض - بعدد تمدد القرص - إلى أكثر من سنتيمترين .

من أهم مزايا أقراص جفى أنها متجانسة وثابتة فى محتواها من العناصر المغذية، وفى رقم الـ pH ، وفى قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة . وهى تناسب إنتاج كل أنواع الشتلات .

ولكن يعيبها سهولة انقلابها من مكانها، كما أن جفى ٩ - غير المحاطة بشبكة بلاستيكية - قد تتعرض لبعض التفكك إذا عوملت بخشونة عند تداولها بعد تشربها للماء (عن Ball ١٩٨٥) .

«السدادات» التكنولوجية

يستعمل فى إنتاج الشتلات ذات النمو الخضرى الصغير - مثل الخس - ما جرى العرف على تسميته باسم «تقنية مزارع السدادات Techniculture Plugs» ، تستخدم فيها «سدادات Plugs» بحجم ٤سم^٣ مصنوعة من البيت ومادة لاصقة، ولا تحتوى على أية عناصر غذائية ؛ ولذا . . فإن الشتلات التى تنتج فيها تكون فى حاجة إلى التسميد كل ٢ - ٥ أيام .

ومن أهم مميزات هذه المزارع ما يلى :

- ١ - إمكان إجراء الشتل فى خلال ١٠ - ٢٠ يوماً من زراعة البذور فيها .
- ٢ - إنتاج الشتلات بكثافة عالية .

٣ - سهولة إجراء عملية الشتل الآلى عند إنتاج الشتلات فيها .

٤ - لا تتعدى نسبة الفشل فى الشتل ١٪ (عن Wurr & Fellows ١٩٨٦) .

بيئات الزراعة وأهميتها

يطلق على البيئات المستخدمة فى الزراعة Growing media - عادة - اسم «بيئات نمو الجذور Root media» ، أو «مخاليط التربة Soil mixes» ؛ لأن التربة كانت تدخل كمكون رئيسى فى عمل هذه البيئات ، إلا أن الاتجاه الغالب حالياً هو عدم استخدام التربة والأسمدة العضوية فى بيئات الزراعة ؛ لأن نقل التربة إلى الأصص وأوعية نمو النباتات يفقدها أهم خصائصها، ألا وهى التهوية الجيدة، وتوفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور ؛ نظراً لأنها سريعاً ما تفقد خاصية التحبيب granulation ، وتصبح مسامها ممتلئة بالماء أغلب الوقت .

أما بقايا الأوراق والسماد الحيوانى وغيرهما من المواد العضوية المستخدمة فى عمل المكشورة ، فإنها لا تستعمل فى عمل مخاليط الزراعة ؛ لأنها لا تظل ثابتة عند معاملتها بالبخر ، أو عند تبخيرها بالمواد المستخدمة فى التعقيم ، كما أنها تنكمش فى الحجم بنحو ٣٣٪ تقريباً مع الاستعمال .

ويفضل استخدام مواد أخرى فى عمل مخاليط الزراعة ؛ مثل : الرمل ، والبيت موس ، والفيرميكيوليت ، وقشور الأرز ، ونشارة الخشب ، وقلف الأشجار وغيرها حسب مدى توفر كل منها .

وترجع أهمية بيئة نمو الجذور إلى أنها :

١ - تعمل كمخزن للعناصر الغذائية .

٢ - تحتفظ بماء الرى لاستعمال النبات .

٣ - توفر الأكسجين بالقدر المناسب لاستخدام الجذور .

٤ - توفر الوسط الملائم لثبيت الجذور والنبات .

الخصائص الطبيعية والكيميائية الهامة لبيئات نمو الجذور

من أهم الخصائص الطبيعية والكيميائية التي يجب الاهتمام بها في بيئات نمو الجذور ما يلي:

١ - ثبات المادة العضوية:

فيجب أن يكون تحلل المادة العضوية في أضيق الحدود ؛ حتى لا يقل حجمها كثيراً ؛ خاصة أن أوعية نمو النباتات تكون - عادة - صغيرة الحجم . ومن أكثر مكونات مخاليط الزراعة تحللاً : القش ، ونشارة الخشب . ولا يُنصح باستعمال أى منها .

٢ - نسبة الكربون إلى النيتروجين :

إذا زادت نسبة الكربون (المواد الكربوهيدراتية) إلى النيتروجين على ٣٠ : ١ ، فإن النيتروجين الموجود بالبيئة - أو المضاف إليها في صورة أسمدة - تستخدمه الكائنات الدقيقة التي تقوم بتحليل المادة العضوية؛ ويؤدي ذلك إلى نقص الأوزت؛ وهو الأمر الذي يجب تعويضه بزيادة مستوى التسميد الأزوتي .

وتجدر الإشارة إلى أن نسبة الكربون إلى النيتروجين في نشارة الخشب تبلغ ١٠٠ : ١ ، وتلزم إضافة ١٢ كيلو جرام من الأوزت لكل طن من نشارة الخشب لتسهيل عملية التحلل .

وبالمقارنة . . فإن هذه النسبة تبلغ ١ : ٣٠٠ في قلف الأشجار، ويلزم ٣,٥ كيلو جرام نيتروجيناً لكل طن من قلف الأشجار حتى يتحلل جيداً . وبينما يتحلل قلف الأشجار على مدى ثلاث سنوات، فإن نشارة الخشب تتحلل في خلال أشهر قليلة ؛ وعليه . . نجد أن قلف الأشجار لا يُحدث نقصاً حاداً في النيتروجين بالبيئة، ورغم ارتفاع نسبة الكربون فيه . ويعتبر قلف الأشجار أحد المكونات المرغوبة في بيئات نمو الجذور .

٣ - الكثافة الظاهرية:

ترجع أهمية الكثافة الظاهرية إلى أنه من الضروري أن تكون بيئة نمو الجذور ثقيلة بالدرجة الكافية لمنع انقلاب أوعية نمو النباتات، خاصة عندما تكبر النباتات في الحجم . فنجد - مثلاً - أن بيئة مكونة من الفيرميكيوليت والبرليت تكون خفيفة جداً

عند جفافها؛ الأمر الذى يجعل انقلاب النباتات الكبيرة فى القصارى أمراً وارداً . ومن ناحية أخرى . . نجد أن بيئات نمو الجذور الثقيلة جداً تجعل تداولها أمراً صعباً وغير اقتصادى .

٤ - المقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة والتهوية :

يجب أن يتوفر فى البيئات المثالية قدر من التوازن بين التهوية والمقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة ؛ فيجب أن يكون ١٠ - ٢٠٪ من حجم البيئة مملوءاً بالهواء، ومن ٣٥ - ٥٠٪ مملوءاً بالماء عقب الرى . ويتحقق ذلك بالاختيار الدقيق لمكونات البيئة بإضافة مواد مثل: البيت موس ، والفيرميكيوليت .

٥ - السعة التبادلية الكاتيونية :

يجب أن تتراوح السعة التبادلية الكاتيونية فى بيئة نمو الجذور بين ١٠ و ٣٠ مللى مكافئ/ ١٠٠ جم من المخلوط، والقيم الأعلى من ذلك ليست شائعة، ولكنها مفضلة، بينما تتطلب القيم الأقل من ذلك تكرار إضافة الأسمدة كثيراً .

هذا . . وتزيد السعة التبادلية الكاتيونية فى الطين ، والبيت موس ، والفيرميكيوليت ، والمواد العضوية المتحللة عموماً ، بينما تنخفض إلى درجة لا يعتد بها فى الرمل ، والبرليت ، والبوليسترين ، والمواد العضوية غير المتحللة ، مثل: قشور الأرز ، وقشور الفول السودانى .

٦ - الرقم الأيدروجينى (pH) :

يتراوح أفضل pH لمعظم المحاصيل بين ٦,٢ و ٦,٨ . وبعض المكونات تكون حامضية، مثل: البيت موس ، وقلق الأشجار ، والكثير من المواد العضوية المتحللة ، بينما نجد أن الرمل ذو pH = ٧ ، ويجب تعديل المخلوط إلى المدى المناسب بعد تحضيره .

٧ - محتوى البيئة من العناصر الغذائية :

كثيراً ما تضاف الأسمدة إلى بيئات نمو النباتات، ويعد ذلك أمراً مرغوباً فيه عند استخدامها فى إنتاج الشتلات ؛ نظراً لأن النباتات تعتمد عليها فى مداها بحاجتها من الغذاء لمدة ٣ - ٤ أسابيع .

ويفضل عدم إضافة الأسمدة إلا إذا أعدت البيئات قبل استخدامها في الزراعة مباشرة ؛ حتى لا يؤدي تركها في جو رطب إلى زيادة تيسر العناصر بدرجة السمية، وتستثنى من ذلك الأسمدة الفوسفاتية التي يكون من الأفضل إضافتها إلى البيئة عند تحضيرها ؛ لأن الفوسفور لا يزيد تركيزه عند تخزين مخاليط الزراعة .

كما تلزم أيضاً إضافة العناصر الدقيقة إلى البيئات التي لا تكون فيها التربة إحدى مكوناتها الرئيسية (Nelson ١٩٨٥) .

ويوضح جدول (٢-٢) المستوى المناسب من العناصر الغذائية الرئيسية في مخاليط الزراعة (عن Mastalerz ١٩٧٧) .

جدول (٢-٢): المستوى المناسب من العناصر الغذائية في مخاليط الزراعة

العنصر	الصورة	المستوى المناسب
النيتروجين	NO ₃	٥٠ - ٢٥٠ جزءاً في المليون
الفوسفور	P	١٢٥ - ٤٥٠ جزءاً في المليون
البوتاسيوم	K	٠,٧٥ - ١,٥ مللي مكافئ / ١٠٠ جرام
		٣ - ٧,٥٪ من السعة التبادلية الكاتيونية
الكالسيوم		٨ - ١٣ مللي مكافئ / ١٠٠ جم
	Ca	٥٢ - ٨٥٪ من السعة التبادلية الكاتيونية
المغنسيوم		١,٢ - ٣,٥ مللي مكافئ / ١٠٠ جم
	Mg	٧,٥ - ٢١٪ من السعة التبادلية الكاتيونية

ويمكن إيجاز الشروط التي يجب توافرها في مخلوط التربة الجيد في أن يكون :

- ١ - تام التجانس ، ويسهل خلط مكوناته .
- ٢ - ثابتاً لا يتغير كيميائياً عند تعقيمه بالبخار أو بالمطهرات الكيميائية .
- ٣ - جيد التهوية .
- ٤ - ذا مقدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة .

- ٥ - قادراً على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية ؛ فلا تفقد منه بالرشح .
- ٦ - متوسط الخصوبة ، وذا pH مناسب .
- ٧ - غير مكلف .
- ٨ - خفيف الوزن .
- ٩ - عديم الانكماش عند الاستعمال (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

المواد المستخدمة في تحضير بيئات الزراعة

يدخل عديد من المكونات في تحضير المخاليط المختلفة من بيئات الزراعة، وأهمها ما يلي:

التربة

أنسب الأراضي لعمل مخاليط الزراعة هي الطميية ذات التكوين الجيد، الغنية بالدبال humus . ويجب إعداد الأراضي التي تستخدم في تحضير مخاليط التربة - إعداداً سابقاً - وذلك بزراعتها لمدة ١ - ٣ سنوات بالبرسيم ، أو البرسيم الحجازي . فمثل هذه المحاصيل تخلف سنوياً نمواً جذرياً هائلاً يتحلل في التربة إلى دبال، ويعمل على تحسين خواص التربة . ويجب حش هذه المحاصيل مرتين سنوياً، وتركها على سطح التربة، ثم تحرث في التربة قبل إعداد الخلطة بنحو ٤ أشهر .

تجمع التربة المخلوطة بالبرسيم في أكوام حتى يتحلل البرسيم، ويزيد من نسبة الدبال بالتربة ، ويحسن من خصائصها ببناء تجمعات التربة Soil aggregates ؛ لأن من أكبر مساوئ استخدام التربة في أوعية نمو النباتات سرعة فقدانها للبناء الجيد ، وتهدم التجمعات ؛ الأمر الذي يؤدي إلى رداءة التهوية بدرجة تضر بالنباتات .

الرمل

يستعمل رمل البناء الخشن في بيئات الزراعة لتحسين الصرف والتهوية، ولزيادة كثافة المخاليط .

السماذ العضوى الحيوانى

يتميز السماذ العضوى بارتفاع سعته التبادلية الكاتيونية ، فيعمل كمخزن للعناصر الغذائية ، كما أنه يعتبر مصدراً جيداً للعناصر . ونادراً ما تظهر أعراض نقص العناصر الصغرى عند استخدام السماذ العضوى فى بيئة نمو الجذور . كما يحتوى السماذ العضوى على كميات قليلة من الأزوت ، والفوسفور ، والبوتاسيوم (جدول ٢ - ٣) ، لكن نظراً لاستعماله بكميات كبيرة، فإنه يوفر كميات جوهريّة من هذه العناصر . وبالإضافة إلى ذلك . فإن السماذ العضوى ذو مقدرة كبيرة على الاحتفاظ بالرطوبة ؛ وهو الأمر الضرورى فى أية خلطة تستخدم لزراعة النباتات . وربما كان البيت موس هو أقرب المواد للسماذ العضوى من حيث خصائصه ومميزاته .

جدول (٢ : ٣): نسبة النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فى الأسمدة الحيوانية .

نسبة العنصر على أساس الوزن الجاف			
نوع السماذ الحيوانى	النيتروجين (N)	الفوسفور (P ₂ O ₅)	البوتاسيوم (K ₂ O)
الماشية	٠,٥	٠,٣	٠,٥
الدواجن	١,٠	٠,٥	٠,٨
الخيّل	٠,٦	٠,٣	٠,٦
الأغنام	٠,٩	٠,٥	٠,٨

وأفضل أنواع الأسمدة الحيوانية للاستعمال فى بيئات زراعة النباتات هو سماذ الماشية المتحلل . أما أنواع الأسمدة الأخرى، فتكون قوية، ولا يجب استعمالها إلا بحرص وبكميات صغيرة . فغالباً ما تكون نسبة الأمونيا مرتفعة بها، خاصة فى مخلفات الدواجن ؛ الأمر الذى يحدث أضراراً للجذور والنموّات الخضرية . ولكن يوصى Flynn وآخرون (١٩٩٥) باستعمال زرق الدواجن المتحلل (وليس الطازج) فى مخاليط الزراعة .

يستخدم سماد الماشية في البيئة بنسبة ١٠ - ١٥٪ . ويلي إضافته تعقيم الخلطة إما بالبخار ، وإما بالكيماويات ، ويعد ذلك أمراً ضرورياً للتخلص من الكائنات المسببة للأمراض ، والحشرات ، والنيماطودا ، وبذور الحشائش التي توجد بكثرة في الأسمدة الحيوانية .

ويجب أن يكون الري دائماً غزيراً عند استعمال السماد الحيواني في خلطة الزراعة ؛ لضمان غسيل الأزوت النشادرى الذى قد يتحرر بكميات كبيرة من السماد . وحتى إذا لم تستخدم الخلطة في الزراعة في الحال ، فإنه يجب غسلها جيداً بالماء كل فترة لنفس الغرض .

المخلفات النباتية غير المتحللة

تضاف أحياناً بعض المخلفات النباتية غير المتحللة إلى بيئات الزراعة ، وذلك بعد تقطيعها إلى أجزاء صغيرة ، حتى تختلط جيداً بباقي المكونات . ويستخدم في هذا المجال: القش ، ومصاصة القصب ، وقشور الأرز ، وقشور الفول السودانى . ويعيىها جميعاً ارتفاع نسبة الكربون إلى النيتروجين بها ؛ الأمر الذى يؤدي إلى نقص في الأزوت ببيئة الزراعة . وقد تغلب Pill وآخرون (١٩٩٥) على هذه المشكلة؛ وذلك بنقع مجروش قلب ساق نبات الكتان (جزئيات بقطر ٢ - ٤ مم) في محلول نترات أمونيوم بتركيز ٥٠٠٠ جزء في المليون من النيتروجين ، واستعمله كبديل للفيرميكيوليت حتى ٣٠٪ بالحجم في مخاليط للزراعة مع البيت موس . وكانت شتلات الطماطم المنتجة في هذه المخاليط أفضل من نظيرتها المنتجة في البيئات العادية .

المخلفات النباتية المتحللة (المكمورة)

يوجد عديد من المخلفات النباتية التى تدخل في عمل المكمورة ؛ منها : نشارة الخشب ، وقلق الأشجار ، وقشور الأرز ، وقشور الفول السودانى ، والحشائش البحرية . وتعد هذه المواد ذات سعة تبادلية كاتيونية منخفضة جداً قبل أن تتحلل ، لكن سعتها التبادلية الكاتيونية تزداد كثيراً ، وكذلك مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة بعد أن تتحلل ، كما يؤدي التحلل إلى التخلص من عديد من المركبات الضارة التى توجد بها .

ولمزيد من التفاصيل عن المكمورة وطريقة عملها يراجع موضوع التسميد .

القمامة المتحللة

لم تظهر لاستخدام القمامة المتحللة في مخاليط الزراعة أية نتائج إيجابية .

قلف الأشجار

تبلغ نسبة الكربون إلى النيتروجين حوالى ١:٣٠٠ فى قلف الأشجار Bark ، كما أن تحلله فى البداية يكون سريعاً ؛ لذلك فإن نقص الأزوت قد يكون مشكلة فى المراحل الأولى من النمو النباتى عند استخدام قلف الأشجار فى تحضير بيئات الزراعة ؛ نظراً لأن الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليله تستهلك كل ما يوجد بالبيئة من نيتروجين .

ويحتوى قلف بعض الأشجار على كميات وأنواع مختلفة من المركبات الفينولية التى تضر بالنباتات ، ولكن هذه المركبات تتحطم أثناء تحليل القلف . وتلزم لإتمام ذلك فترة لا تقل عن شهر .

ومن المزايا الأخرى لتحلل القلف - ونشارة الخشب أيضاً - زيادة السعة التبادلية الكاتيونية كثيراً ، فتزداد من نحو ٨ مللى مكافئ إلى ٦٠ مللى مكافئ لكل ١٠٠ جرام ؛ الأمر الذى يزيد من مقدرة اللحاء على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية .

ويجرى التحلل بخلط القلف بالنيتروجين بمعدل ٥,٥ كجم من النيتروجين لكل متر مكعب من اللحاء وتكوين المخلوط فى الحقل . وتستخدم نترات الأمونيوم كمصدر جيد للأزوت .

ويتم التحلل الأولى السريع المطلوب فى مدة ٤ - ٦ أسابيع ، ويلزم قلب الكومة بعد فترة تتراوح بين أسبوع وأسبوعين من بداية التحلل ؛ وذلك للمساعدة على تجانس التحلل .

وتجدر الإشارة إلى أن الحرارة الناتجة من التحلل تكفى لبسرة القلف ، والتخلص من الكائنات المرضية الضارة (Nelson ١٩٨٥) .

نشارة الخشب

يجب أن تكون نشارة الخشب متحللة جزئياً ؛ نظراً لأن تحليلها الأولى يكون سريعاً جداً ، ويتطلب كميات كبيرة من الأزوت ؛ لأن نسبة الكربون إلى النيتروجين فى

نشارة الخشب تبلغ ١:١٠٠٠ ؛ فيجب أن تتم خطوة التحلل السريع الأولى قبل استخدام النشارة في تحضير بيئة نمو النباتات ، كما أن التحلل الأولي يساعد على التخلص من المركبات السامة التي قد توجد بالنشارة ، مثل التانينات .

ونشارة الخشب المتحللة جزئياً لمدة شهر ، والمضاف إليها الأزوت تكون حامضية ، وتتطلب خلطها بالحجر الجيري لمعادلتها . ومع استمرار تحلل النشارة أثناء الاستعمال - كبيئة لنمو النباتات - يحدث انخفاض تدريجي في pH المخلوط ، الأمر الذي يتطلب إضافات جديدة من الحجر الجيري .

البيت موس وأنواع البيت الأخرى

تعريف البيت ومصادره الطبيعية وطريقة تكوينه .

يعرف البيت موس ، أو الخث أو (التورب) بأنه نسيج نباتي نصف متفحم يتكون بتحلل النباتات تحللاً جزئياً في الماء ؛ فهو عبارة عن بقايا نباتات بدائية خاصة تراكمت على شكل طبقات سميكة في أراضي باردة مغمورة بالمياه وسيئة التهوية . ونظراً لقلة أعداد وأنواع الكائنات الحية التي يمكنها البقاء في هذه الظروف ، فإن تفكك وتحلل المواد العضوية إلى دبال يكون بطيئاً للغاية .

وتختلف درجة تحلل البقايا النباتية - ويختلف معها محتواها الدبالي - تبعاً للعمق الذي توجد فيه . ولذا . فإن نسبة الدبال تتراوح فيها بين ٥ - ٢٠٪ في الطبقات السطحية و ٦٠ - ٨٠٪ في الطبقات العميقة . وتعتبر الطبقات السطحية أكثرها صلاحية للاستخدام الزراعي .

توجد معظم الأراضي التي تحتوي على البيت شمال خط عرض ٤٥° شمالاً . ويتكون البيت تحت ظروف المستنقعات الباردة بنمو نباتات خاصة تنتمي لـ Bryophyta ، وبصفة أساسية . *Sphagnum fuscum* و *S. acutifolium* ، وبصفة ثانوية *Eriophorum vaginatum* .

تنمو هذه النباتات بكثافة عالية ، وتمتص الرطوبة لتشكل ما يسمى بـ "raised bogs" ، وبعد نمو هذه النباتات ، فإنها تموت ، ولكنها لا تتحلل كيميائياً ، ويبقى

تركيبها الكيميائي كما هو . ومعظم التغيرات التي تحدث بها تكون فيزيائية ، نتيجة تجمع النباتات وتفككها .

وأفضل البيت هو البيت موس النقي الذي لا يوجد مختلطاً به نباتات أخرى . فإذا وجدت هذه النباتات . فإنها تعطى البيت لوناً أدكن ، وتقل كفاءته في ادمصاص العناصر الغذائية وكمخزن للرطوبة . والأخير يطلق عليه اسم "sedge moss" ؛ لاحتوائه على بقايا معينة من الـ Sedge والـ Cotton-grass (Nelson ١٩٨٥) .

الاسفاجنم موس

يتكون الاسفاجنم موس التجارى من بقايا نباتات متحللة من الجنس *Sphagnum* ؛ مثل *S. papillosum* ، و *S. capillacium* ، و *S. palustre* ، وهو معقم نسبياً ، خفيف الوزن ، ذو مسامية عالية ، وقدرة كبيرة جداً على الاحتفاظ بالرطوبة ؛ حيث يحتفظ بين أنسجته بنحو ١٠ - ٢٠ مثل وزنه من الماء ، أو بمقدار من الماء يُعادل ٦٠٪ من حجمه .

ويمكن رؤية التركيب الدقيق للموس فى البيت موس . وترجع قدرته الفائقة على الاحتفاظ بالرطوبة إلى أنه يحتفظ بالماء بكميات كبيرة على الأسطح الكثيرة جداً للموس ، بينما ترجع مساميته العالية إلى احتفاظه بالهواء فى المسام الكبيرة بين تجمعات البيت موس . ولهذا السبب لا ينصح بطحن البيت موس طحناً دقيقاً ، وإنما يتم تنعيمه قبل استعماله كوسط للزراعة ؛ بحيث يتراوح قطر جزيئاته بين ملليمتر واحد و خمسة ملليمترات .

يعتبر الاسفاجنم موس من أكثر أنواع البيت حموضة ، حيث يتراوح فيه الـ pH بين ٣ و ٤ ، ويتطلب نحو ١٥ كجم من الحجر الجيري (بودرة البلاط) المطحون جيداً لكل متر مكعب من البيت لرفع الـ pH إلى نحو ٥ و ٦ . ويفيد البيت موس ذاته فى خفض الـ pH التربة القلوية .

والبيت موس فقير جداً فى محتواه من العناصر المغذية ؛ بسبب عدم اختلاط المادة العضوية بالتربة المعدنية أثناء تحليلها . كما أن محتواه الأزوتى يتراوح بين ٦ و ١٠ -

١,٤٪ . وهو بطيء التحلل ؛ ولذا . . فإنه يتعين تغذية النباتات التي تنمو فيه ، حتى لو كان نموها لفترة قصيرة (عن Hartmann & Kester ١٩٨٣) .

أنواع البيت الأخرى

من أنواع البيت الأخرى الأقل استعمالاً في الأغراض الزراعية كل من: الريد سيدج بيت reed-sedge peat ، والبيت هيومس peat humus .

وال Reed-sedge peat ذو لون بني محمرّ ، ويتكون من نباتات المستنقعات ؛ مثل: الريدز reeds ، والسدج sedges ، وال marsh grasses ، وال Cattails ، ويوجد في مراحل مختلفة من التحلل ، ولكنه يكون بصورة عامة أكثر تحللاً من البيت موس . وعليه . . فإن التهوية والمقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة تكون أقل مما هي في البيت موس . وتتراوح حموضته من pH ٤ - ٧,٥ حسب مصدره .

أما ال peat humus فلونه بني داكن يميل إلى السواد ، وعلى درجة عالية من التحلل ، ويُحصل عليه غالباً من hypnum peat ، أو من Reed sedge peat ، ولا يمكن ملاحظة الجزيئات النباتية الأصلية به ؛ لأنها تكون قد تحللت ، ومقدرته على الاحتفاظ بالرطوبة أقل من أنواع البيت الأخرى . وتتراوح حموضته من pH ٥ - ٧,٥ ، وبه مستوى مرتفع نسبياً من النيتروجين ؛ وعليه . . فإنه لا يصلح لإنتاج الشتلات ؛ لأنه يطلق كميات كبيرة من النيتروجين النشادرى أثناء التحلل الميكروبي للبيت عند استعماله . ونادراً ما يستغل هذا النوع من البيت في عمل مخاليط الزراعة .

الخصائص العامة المميزة للبيت

يمكن تلخيص الخصائص العامة للبيت موس فيما يلي:

- ١ - وزن ٦٠ - ٧٠ كجم / متر مكعب .
- ٢ - نسبة الفراغات به نحو ٩٥٪ من حجمه .
- ٣ - يحتوى على ١ - ٢٪ رماداً .
- ٤ - يمكن أن يحتفظ برطوبة تبلغ ١٥ ضعف وزنه .

- ٥ - تفاعله حامضى ؛ حيث يصل الـ pH إلى ٣,٨ .
- ٦ - تقدر سعته التبادلية الكاتيونية بنحو ١٥٠ مللى مكافئ / ١٠٠ جم عند تعديل الـ pH إلى ٧ .
- ٧ - يتميز بقدرة تنظيمية Buffering Capacity فيما يتعلق بملوحة وسط الزراعة .
- ٨ - ليس له أهمية تذكر فى تغذية النبات ؛ لأن محتواه من العناصر الغذائية ضعيف للغاية (عن Nelson ١٩٨٥) .

البيت موس المعدل

تتوفر بالأسواق نوعيات تجارية مختلفة من البيت موس المعدل والمخصب ليناسب نمو الأنواع المختلفة من النباتات للأغراض المختلفة ، وتباين خصائصه ومكوناته كما يلي:

- محتواه من الرطوبة (% على أساس الوزن): ٦٠ - ٧٠ % .
- المسام التى تملأ بالهواء كنسبة مئوية بالحجم: ١٠ - ١٥ % .
- الوزن الجاف لوحدة الحجم: ١٥٠ - ٢٥٠ جم / لتر .
- القدرة على الاحتفاظ بالرطوبة كنسبة مئوية من الحجم: ٧٥ - ٨٠ % .
- النسبة المئوية للمادة العضوية فى المادة الجافة: ٧٠ - ٨٠ % .
- الـ pH : ٥,٥ - ٦,٠ .
- محتواه من العناصر المغذية بالمليجرام فى اللتر: النيتروجين ١٤٠ - ٣٢٠ ، وخامس أكسيد الفوسفور ١٢٠ - ٣٧٠ ، وأكسيد البوتاسيوم ١٣٠ - ٤١٠ ، وأكسيد المغنسيوم ٨٥ - ١٢٠ .
- كربونات الكالسيوم المضافة: ٥٠ جم / لتر .
- كما قد تضاف - كذلك - العناصر الأخرى بالمعدلات التالية بالمليجرام / لتر: الكبريت ٢٥٠ ، والحديد ٣٠ ، والمنجنيز ١٥ ، والنحاس ٤,٠ ، والبورون ١,٥ ، والزنك ٣,٠ ، والموليبدنم ١,٠ .

وكمثال . . . تحتوى إحدى تحضيرات البيت موس التجارية المخصصة (Hasselfors Garden) على كميات من العناصر بالجرام لكل متر مكعب من البيت المعدل ، كما يلي:

٢٢٥ جم نيتروجيناً	٢٥٠ جم فوسفوراً
٣٥٠ جم بوتاسيوم	٢٥٠ جم مغنسيوم
٢٥٠٠ جم كالسيوم	٢٥٠ جم كبريتاً
٣٠ جم حديداً	١٥ جم منجنيزاً
٤ جم نحاساً	١,٥ جم بورون
٣ جم زنكاً	١ جم موليبدنم

اغلفة ثمار جوز الهند

ظهرت بالأسواق فى السنوات الأخيرة تحضيرات تجارية مصنوعة من الأعلفة الوسطى mesocarp - اللبنة - لثمار جوز الهند (وهى طبقة الغلاف الثمرى التى تعرف باسم husk) ، وتستعمل فى عمل بيئات الزراعة وإنتاج الشتلات ؛ مثلها فى ذلك مثل البيت موس ، وهى تأخذ أسماء تجارية مختلفة ؛ مثل : Agropeat ، و Palm peat .

تجهز هذه التحضيرات على شكل قوالب تبلغ أبعادها ١٠ × ٢٠ سم بسك ٥ سم .
يزن القالب الواحد حوالى ٦٨٠ جراماً ، وتبلغ رطوبته حوالى ٧٠٪ .

ويتم إعداد تلك القوالب لاستخدامها فى الزراعة بإضافة الماء إليها بمعدل ٤,٥ لترًا لكل قالب ، ثم تفكك وتترك إلى أن تتمدد مكوناتها لتصبح على شكل حبيبات وألياف يتراوح لونها بين البنى الفاتح والبنى القاتم .

وتتوزع أحجام هذه الحبيبات والألياف كما يلي:

المكوّن	الطول أو القطر (مم)	النسبة المئوية
حبيبات	أقل من ٠,٢	أقل من ٥,٠
	٠,٢ - ٢,٠	٧٥ - ٩٠
	٢,٠ - ٥,٠	١٥

(يتبع)

المكوّن	الطول أو القطر (مم)	النسبة المئوية
ألياف	أكثر من ٥,٠	أقل من ٥
	أكثر من ٢٥,٠	٥
	أكثر من ٢٥,٠	نادرة

ويتميز بيت جوز الهند المبلى بالماء بالمواصفات التالية :

الـ pH : ٥,٤ - ٨, ٦ .

نسبة الرماد (على أساس الوزن الجاف) : ٣ - ٦ % .

التوصيل الكهربائي : ٢٥٠ مللى موز - سم .

السعة التبادلية الكاتيونية : ٦٠ - ١٣٠ مللى مكافئ/ لتر .

نسبة المادة العضوية (على أساس الوزن الجاف) : ٩٤ - ٩٨ % .

نسبة اللجنين (على أساس الوزن الجاف) : ٦٥ - ٧٠ % .

نسبة السيلليوز (على أساس الوزن الجاف) : ٢٠ - ٣٠ % .

نسبة الكربون إلى النيتروجين : ٨٠ إلى ١ .

القدرة على الاحتفاظ بالماء : ٨ - ٩ أمثال الوزن الجاف .

نسبة المسام التي تُملأ بالهواء (حجم إلى حجم) : ١٠ - ١٢ % .

نسبة المسام الكلية (حجم إلى حجم) : ٩٤ - ٩٦ % .

الفيرميكيوليت .

يُحصل على الفيرميكيوليت Vermiculite من مناطق رسوبية طبيعية deposits في أماكن مختلفة من العالم ، ويكثر في الولايات المتحدة وأفريقيا ، وهو كيميائياً عبارة عن hydrated magnesium-aluminum silicate .

تتركب الخامة الأصلية من معدنين هما: الفيروميكيوليت Vermiculite ، والبيوتيت biotite . وفي الأول ترتبط القشور أو الصفائح الرقيقة بعضها ببعض بطبقات ميكروسكوبية من الماء ، وفي الثاني يتم الربط بعنصر البوتاسيوم .

عند تسخين الخامة الأصلية إلى نحو ١٠٩٤ م يتحول الماء إلى بخار ؛ مما يزيد من

حجم المادة الأصلية إلى ١٢ - ١٥ ضعف حجمها . والناتج يكون معقمًا ، وإسفنجيا خفيف الوزن ، وذا مقدرة عالية على امتصاص الماء ، والاحتفاظ به ضد الجاذبية الأرضية ، كما أنه جيد التهوية ، ويحوى كميات من الكالسيوم ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم بصورة ميسرة تكفى حاجة البادرات (Douglas ١٩٨٥) .

ومن خصائص الفيرميكيوليت مايلى :

١ - الفيرميكيوليت الأمريكى متعادل أو حامضى قليلا ، فى حين أن الأفريقى قلوى ، ويصل فيه الـ pH إلى ٩,٠ .

٢ - معقم .

٣ - وزن ٧٥ - ١٥٠ كجم / م^٣ .

٤ - يكون فى شكل رقائق تحتفظ بكميات كبيرة من الماء والعناصر الغذائية للنبات .

٥ - ذو سعة تبادلية كاتيونية عالية تتراوح بين ١٩ و ٢٢,٥ مللى مكافئ / ١٠٠ جم ؛ نظراً لكثرة الشحنات السالبة على أسطح الصفائح .

٦ - يحتوى على كميات كبيرة ميسرة من المغنسيوم والبوتاسيوم تكفى لاحتياج النبات . أما محتواه من الكالسيوم ، فيكفى النبات فى بداية نموه فقط .

ولا يجب تعريض الفيرميكيوليت - المعامل حراريا - للضغط وهو مبتل ؛ لأن ذلك يفقده خاصيته المسامية .

ويُدرّج الفيرميكيوليت المستخدم فى الأغراض البستانية - حسب قطر حبيباته - إلى أربع درجات ، كما يلى :

درجة أولى : ويتراوح قطر حبيباتها بين ٥ و ٨ مم .

درجة ثانية : وهى الدرجة البستانية ، ويتراوح قطر حبيباتها بين ٢ و ٣ مم .

درجة ثالثة : ويتراوح قطر حبيباتها بين ١ و ٢ مم .

درجة رابعة : وهى تناسب إنبات البذور ، ويتراوح قطر حبيباتها بين ٠,٧٥ و ١,٠ مم (عن Resh ١٩٨١) .

البرليت

يعد البرليت Perlite بديلا جيدا للرمل لتوفير التهوية المناسبة . وهو يتميز عن الرمل بخفة وزنه ؛ حيث يزن حوالى ١٠٠ كجم لكل متر مكعب ، مقابل ١٨٥٠ كجم لكل متر مكعب من الرمل ، ولكنه أكثر تكلفة من الرمل .

والبرليت عبارة عن حجر بركانى أساسه السيلكا ، وذو لون أبيض رمادى . يتم طحن المادة الخام ونخلها ، ثم تسخن فى أفران إلى حرارة ٧٦٠°م ؛ حيث تتحول - حينئذ - كميات الماء القليلة التى توجد فيها إلى بخار ؛ مما يؤدى إلى تمدد الحبيبات إلى أن تصبح إسفنجية وخفيفة الوزن جدا ؛ لاحتوائها على جيوب هوائية كثيرة مغلقة .

يتراوح قطر حبيبات البرليت المستخدم للأغراض البستانية بين ١,٦ و ٣ مم .

ويتميز البرليت بالخصائص التالية :

- ١ - خفيف الوزن ؛ حيث يزن حوالى ١٠٠ كجم لكل متر مكعب .
- ٢ - معقم بفعل الحرارة الشديدة التى يتعرض لها أثناء إنتاجه .
- ٣ - يحتفظ بنحو ٣ - ٤ أمثال وزنه من الماء .
- ٤ - متعادل تقريبا ؛ حيث يتراوح رقمه الأيدروجينى (الـ pH) بين ٦ - ٨ ، وليست له خاصية تنظيم للـ pH (buffering capacity) ؛ أى ليست لديه القدرة على تثبيت الـ pH .
- ٥ - ليست لديه أية سعة تبادل كاتيونية .
- ٦ - لا يحتوى على أية عناصر مغذية مُسرّة لامتصاص النبات .
- ٧ - يلتصق الماء بسطح حبيبات البرليت ، ولكنه لا يثربها (عن Resh ١٩٨١) .

الحجر البركانى (البوميس)

يتكون البوميس Pumice - مثل البرليت - من مادة سيليكونية ذات أصل بركانى . ولكنها تمثل المعدن الخام بعد سحقه ونخله دون تسخين .

ويتميز البوميس بجميع خصائص البرليت ، إلا أنه أثقل وزناً ولا يدمص الماء سريعاً مثلما يحدث مع البرليت . ويستخدم البوميس فى البيت والرمل .

رغوة البوليسترين

تعرف رغوة البوليسترين Polystyrene foam بعدد من الأسماء التجارية ؛ منها : ستيروفوم Styrofoam وستيروبور Styropor . وهى مثل البرليت يمكن أن تكون بديلا للرمل ؛ لأنها تحسن التهوية ، وتتميز عن الرمل بخفة الوزن .

والبوليسترين مادة مصنعة بيضاء ، تحتوى على عديد من الخلايا المغلقة المملوءة بالهواء ، وهى خفيفة الوزن ، تزن أقل من ٢٥ كجم لكل متر مكعب . وهى لا تمتص الرطوبة ، وليست بها سعة تبادلية كاتيونية تذكر ، وذات pH متعادل ، ولا تؤثر بالتالى على pH بيئة الزراعة .

ويمكن الحصول على البوليسترين على شكل كرات صغيرة ، أو على شكل صفائح . ويتراوح قطر الكرات بين ٣ و ٩ مم ، وسمك الصفائح بين ٣ و ١٢ مم (Nelson ١٩٨٥) .

رغوة اليوريا فورمالدهيد

تتكون رغوة اليوريا فورمالدهيد Urea-formaldehyde foam من جزيئات اسفنجية ذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة . تحتوى هذه الرغوة على نيتروجين بنسبة ٣٠٪ ، يكون ميسراً لامتصاص النبات ، ولكن يكون تيسره ببطء شديد وعلى مدى عدة سنوات .

ولا يجوز استخدام هذه المادة فى بيئات الزراعة قبل أن تختفى منها رائحة الفورمالدهيد (عن Hartman & Kester ١٩٨٣) .

أمثلة للمخاليط المستعملة فى الزراعة، وطرق تحضيرها

تتنوع المخاليط المستخدمة فى الزراعة بدرجة كبيرة من بلد لآخر ، ومن موقع لموقع ، ويتوقف ذلك على مدى توفر المواد الأولية المستخدمة فى عمل المخاليط ، وتكلفتها ، لكى يكون استعمالها اقتصاديا . وإلى جانب المخاليط ذات الطابع المحلى التى لا تستخدم إلا على نطاق محدود فى أماكن معينة ، توجد مخاليط أخرى اتسع

نطاق استخدامها فى مناطق مختلفة من العالم ، وأثبتت الخبرة والتجربة تفوقها على غيرها من مخاليط الزراعة .

هذا . . وتوجد مخاليط أساسها التربة ، وأخرى لا تدخل التربة ضمن مكوناتها . وفى كلتا الحالتين تضاف إلى المخلوط مواد أساسية أخرى ؛ مثل: الرمل ، والفيرميكيوليت ، والبرليت ، والبيت موس ، والسماذ العضوى ، وغيرها من المكونات التى سبق ذكرها ، إلى جانب الأسمدة والمركبات التى تعمل على تعديل pH المخلوط إلى المستوى المناسب .

ومن الأمور التى تجب مراعاتها عند تحضير مخاليط الزراعة ما يلى :

١ - قد يصعب بلّ البيت موس الجاف ، وخاصة إذا كان مطحوناً بدرجة كبيرة ؛ لأنه يكون طارداً للماء ؛ ولذا . . فإن البيئات التى يكون أساسها البيت موس تضاف إليها إحدى المواد المبللة Wetting Agents بمعدل حوالى ١٠٠ جم لكل متر مكعب من الخلطة .

ومن التحضيرات التجارية للمواد المبللة ما يلى :

Aqua Gro	Ethomid 0/15
Gafac PE 510	Hallco CPH 123
Neutronyx 600	Hydro-wet (L237)
Super Soaker	Tetronic 908
Triton B-1956	Surf Side

٢ - يضاف الفوسفور بما يكفى للنمو النباتى فى صورة سوپر فوسفات الكالسيوم بمعدل ١,٥ كجم لكل متر مكعب من الخلطة .

٣ - تلزم إضافة العناصر الدقيقة ؛ لأنه غالباً ما تظهر أعراض نقص بعضها ، وخاصة البورون والحديد ، فى البيئات التى يكون أساسها البيت موس . وتكون إضافة العناصر الدقيقة إما فى صورة مخلوط كامل منها سابق التجهيز ، وإما فى صورة أملاح مفردة لمختلف العناصر .

مخلوط التربة مع الرمل والسماذ العضوى

يستعمل مخلوط التربة مع الرمل والسماذ العضوى عند عدم توفر أى من المواد الأخرى المستخدمة فى عمل المخاليط الحديثة للزراعة . ويحضر بتكوين أحجام متساوية من تربة طميية ، ورمل خشن ، وسماذ عضوى قديم متحلل فى طبقات ، مع رشها بالماء أثناء التكوين وبعد الانتهاء منه . تترك الكومة المرطبة بالماء لمدة يوم ، ثم تخلط مكوناتها جيداً بعد ذلك يدوياً أو بخلاط البناء العادى . يساعد ترطيب الخلطة على سهولة مزج مكوناتها ، وجعلها تامة التجانس .

مكعبات التربة

تحضر مكعبات التربة Soil Bloks المستخدمة فى إنتاج الشتلات عند الحاجة إليها ، ويتم ذلك بمزج مكونات الخلطة بعد غربلتها جيداً . ويوضح جدول (٢ - ٣) مكونات مخلوطين من المخاليط المستخدمة فى عمل مكعبات التربة .

جدول (٢ - ٣): مكونات المخاليط المستخدمة فى عمل مكعبات التربة .

النسبة المئوية للمكونات فى مخلوط		المواد المستخدمة فى عمل الخلطة
أ	ب	
٦٠	٨٠	نشارة خشب ناعمة أو رقائق الخشب
٢٥	١٥	تربة طميية
١٥	٥	رمل

ثم تضاف الأسمدة التالية لكل متر مكعب من أى من المخلوطين:

٣ كجم سلفات نشادر .

١,٥ كجم سوبر فوسفات .

١,٥ كجم سلفات بوتاسيوم .

بالإضافة إلى العناصر النادرة: الحديد ، والنحاس ، والزنك ، والمنجنيز .

تلى ذلك إضافة الماء إلى الخلطة مع التقليب الجيد حتى تقطر المياه من بين الأصابع عند ضغط كمية من الخلطة المبللة باليد . وبعد ذلك تشكل الخلطة على هيئة مكعبات 6×6 سم ، أو 10×10 سم بواسطة آلة يدوية تتكون من عدة فجوات بالأبعاد المناسبة تعطى المكعب بالحجم والشكل المطلوبين .

وتحضر المكعبات بضغط الآلة بقوة على كومة المخلوط ، ثم ترفع ، ويعاد ضغطها على الكومة ، مع تحريكها يميناً ويساراً لضمان ملء الفجوات بالمخلوط .

هذا . . . وتستخدم المكعبات الكبيرة لنباتات الخيار ، والصغيرة لنباتات الطماطم . تتم الزراعة عقب تحضير المكعبات مباشرة ، ويراعى رصها متجاورة دون فراغات بينها ؛ ، حتى لا تتهدل النباتات عند الري (عبد المنعم والباز ١٩٨٣) .

مخلوط معهد جون إنز

يتكون مخلوط معهد جون إنز John Innes أساساً من التربة الطميية ، والبيت موس ، والرمل ، وتضاف إليه الأسمدة والحجر الجيري لرفع الـ pH ، كما هو مبين في جدول (٢ - ٤) .

جدول (٢ - ٤): مخلوط معهد جون إنز John Innes .

الأجزاء بالحجم		
المكون	لإنتاج الشتلات	لنمو النباتات
تربة طميية	٢	٧
بيت موس	١	٣
رمل	١	٢
كجم / م ^٣		
حجر جيري مطحون	١	١
سوبر فوسفات (٢٠٪ P ₂ O ₅)	٢	-
سماد ٥ - ١٠ - ٥	-	٧,٥

مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا

تعتمد مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا في تكوينها على التربة ، البيت ، والبرليت بنسب متفاوتة ، كما هو مبين في جدول (٢ - ٥) .

ويضاف إلى هذه المكونات ٧,٥ - ١٠,٥ كجم من الحجر الجيري ، و ١٠,٥ - ١٣,٠ كجم من السوبر فوسفات (٢٠ ٪) لكل متر مكعب من المخلوط (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

جدول (٢ - ٥) : مخاليط جامعة ولاية بنسلفانيا .

الأجزاء بالحجم				
المخلوط	نوع التربة المستخدمة	التربة	البيت	البرليت Perlite
أ	طميية طينية Clay Loam	١	٢	٢
ب	طميية طينية رميلة Sandy Clay Loam	١	١	١
ج	طميية رميلة Sandy Loam	٢	٢	صفر

مخاليط جامعة كورنل

- يستعمل بجامعة كورنل مخلوطان للزراعة يطلق عليهما اسم Cornell Peat-Mixes أساسهما البيت موس مع الفيرميكيوليت في المخلوط الأول (أ) ، والبيت موس مع البرليت في المخلوط الثاني (ب) . ويحوى مخلوط (أ) المكونات المبينة في جدول (٢ - ٦) .

ويراعى عند تجهيز الخلطة ما يلي :

- ١ - يضاف السوبر فوسفات لكى يكون مصدراً لكل من الفوسفور والكالسيوم .
- ٢ - يحسن تنوع النيتروجين في السماد المركب في الصورتين التراتية والأمونيومية ؛ حتى لا يحدث تسمم من الأمونيا .
- ٣ - يجب نثر السماد وتوزيعه جيداً على البيت والفيرميكيوليت ، ويذاب الحديد والبوراكس في الماء ، ثم يرش على المخلوط .

٤ - يَحْسُنُ إضافة مادة تساعد على بَلِّ المخلوط ؛ مثل مادة Aqua-gro .

أما مخلوط كورنل (ب) ، فلا يختلف عن مخلوط كورنل (أ) إلا في احتوائه على البرليت Perlite بدلا من الفيرميكيوليت . ونظراً لأن البرليت لا يحتوى على بوتاسيوم ؛ لذا يضاف إلى المخلوط كلوريد البوتاسيوم بمعدل ٣٠٠ جم / م^٣ (Boodley & Sheldrake ١٩٧٣) .

جدول (٢-٦): مكونات مخلوط كورنل (أ) .

المادة	الكمية التى تلزم لعمل ١ م ^٣ من الخلطة
بيت موس	٠,٥ م ^٣
فيرميكيوليت حجم ٢ ، ٣ ، و ٤	٠,٥ م ^٣
مسحوق الحجر الجيرى (بودرة البلاط)	٣,٠ كجم
مسحوق سويفر فوسفات أحادى	١,٢ كجم
سماد مركب ٥ - ١٠ - ٥ أو ١٠ - ١٠ - ١٠	٣,٦ كجم
بوراكس (١١٪ بورون)	١٣,٠ جم
حديد مخليى	٣٣,٠ جم

ويوجد مخلوط ثالث لجامعة كورنل يستعمل فى زراعة النباتات الورقية ، ويدخل فى تركيبه كل من البيت موس بنسبة ٥٠٪ ، والفيرميكيوليت بنسبة ٢٥٪ ، والبرليت بنسبة ٢٥٪ ويضاف إلى هذا المخلوط كميات الأسمدة والمركبات الأخرى لكل متر مكعب من الخلطة كما يلى (عن Boodley & Sheldrake ١٩٧٣) :

المادة	الكمية المضافة / متر مكعب من خلطة الزراعة
حجر جيرى	٤,٨ كجم
سويفر فوسفات كالسيوم	١,٢ كجم
نترات كالسيوم	٠,٦ كجم
عناصر صغرى	٤٣ جم
كبريتات حديد	١٦ جم
سماد ١٠ - ١٠ - ١٠	١,٥ كجم
مادة مبللة	٦٤ جم

مخاليط جامعة كاليفورنيا

تستخدم جامعة كاليفورنيا خمسة مخاليط للزراعة يطلق عليها اسم U.C. Mixes أساسها الرمل والبيت موس ، كما هو مبين في جدول (٢ - ٧) .

وتضاف إلى كل مخلوط كمية معينة من الأسمدة والمواد التي تحسن من خواص المخلوط ، كما هو موضح بالتفصيل في جدول (٢ - ٨) (Matkin & Chandler ١٩٥٧) .

جدول (٢ - ٧) مكونات مخاليط جامعة كاليفورنيا.

المخلوط	النسبة المئوية للرمل الناعم	النسبة المئوية للبيت موس
أ	١٠٠	صفر
ب	٧٥	٢٥
ج	٥٠	٥٠
د	٢٥	٧٥
هـ	صفر	١٠٠

مخلوط كنزلى

يستخدم مخلوط كنزلى Kinsealy peat mix فى أيرلندا، كما استخدم بنجاح فى مصر . وأساسه البيت موس الذى تضاف إليه الأسمدة، والحجر الجيرى الدولوميتى بالكميات الموضحة فى جدول (٢ - ٩) . ويمكن استبدال العناصر الدقيقة المبينة فى الجدول بنحو ٠,٤ كجم فرتز العناصر الدقيقة Fritted trace elements لكل متر مكعب من البيت (Kinsealy Research Centre ١٩٨٠) .

مخاليط معهد أبحاث الصوبات

تحضر مخاليط معهد أبحاث محاصيل الصوبات فى بريطانيا - وأساسها البيت والرمل - كما هو مبين فى جدول (٢ - ١٠) .

جدول (٢ - ٨): كميات الأسمدة والمركبات الداخلة في تركيب مخاليط جامعة كاليفورنيا.

المكونات أ (% بالحجم) رمل: بيت موس	الوزن (بالجسم / سم ^٣) وهو مشبع بالرطوبة	وهو مجفف في الفرن	الحد الأقصى للمحتوى الرطوبى (% بالحجم)	الأسمدة اللازمة مع إمكانية التخزين (الكمية / م ^٣)	المخلوط
١٠٠ صفر	١,٨٧	١,٤٢	٤٣	٢٢٧ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوپر فوسفات ٠,٧ كجم حجر جيرى دولوميتى ١,١ كجم جبس	أ
٧٥ ٢٥	١,٦٨	١,٢٢	٤٦	١٧٠ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوپر فوسفات ٢,٠ كجم حجر جيرى دولوميتى ٠,٦ كجم كربونات الكالسيوم ٠,٦ كجم جبس	ب
٥٠ ٥٠	١,٥٠	١,٠١	٤٨	١١٣ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوپر فوسفات ٣,٤ كجم حجر جيرى دولوميتى ١,١ كجم كربونات كالسيوم	ج
٧٥ ٢٥	١,٠٦	٠,٥٤	٥١	١١٣ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ٠,٩ كجم ٢٠٪ سوپر فوسفات ٢,٣ كجم حجر جيرى دولوميتى ١,٨ كجم نترات كالسيوم	د
١٠٠ صفر	٠,٦٩	٠,١١	٥٩	١٧٠ جم نترات البوتاسيوم ٠,٥ كجم ٢٠٪ سوپر فوسفات ١,١ كجم حجر جيرى دولوميتى ٢,٣ كجم كربونات كالسيوم	هـ

(١) يجب أن يتكون الرمل من حبيبات يتراوح قطرها بين ٠,٥ و ٠,٥٠٥ مم ، وألا تتجاوز نسبة السلت والطين به ١٥٪ ، وألا تزيد نسبة الرمل الخشن به على ١٢ - ١٥٪. أما البيت فيجب أن يكون ناعماً وخالياً من الفطريات ومسببات الأمراض الأخرى .

مع تحيات د. سلام حسين عويد الهلالي

<https://scholar.google.com/citations?>

[user=t1aAacgAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com/citations?user=t1aAacgAAAAJ&hl=en)

salamalhelali@yahoo.com

<https://www.facebook.com/salam.alhelali>

[https://www.facebook.com/groups/
/Biothesis](https://www.facebook.com/groups/Biothesis)

[https://www.researchgate.net/profile/
/Salam_Ewaid](https://www.researchgate.net/profile/Salam_Ewaid)

07807137614



https://t.me/agricultural_eng

أوعية نمو النباتات وبيئات الزراعة

جدول (٢ - ٩) المركبات التي تضاف إلى البيت في مخلوط كنزلى.

المادة	الكمية لكل ٣م ^٣ من البيت موس
	(بالكجم)
كربونات الكالسيوم وكربونات المغنسيوم (الحجر الجيري الدولوميتي)	٩,٠
كبريتات البوتاسيوم	١,٤
السوبر فوسفات	١,٤
نترات الكالسيوم والأمونيوم	٠,٧
يوريا فورمالدهيد Ureaformaldehyde	٠,٧
	(بالجرام)
البوركس	١١,٨
كبريتات النحاس	٢١,٢
كبريتات الحديدوز	٣٥,٤
الحديد المخلبي	٣٥,٤
كبريتات المنجنيز	١٤,٢
كبريتات الزنك	١٤,٢
مولبيدات الصوديوم	٢,٤

جدول (٢ - ١٠): مكونات مخاليط معهد أبحاث محاصيل الصوبات في بريطانيا.

المكونات	مخلوط إنتاج الشتلات	مخلوط نمو النباتات
	الأجزاء بالحجم	
البيت موس	١	٣
الرمل	١	صفر
	الكميات لكل متر مكعب	
مسحوق الحجر الجيري	٣,٢٥ كجم	٢,٥ كجم
الحجر الجيري الدولوميتي	-	٢,٥ كجم
سوبر فوسفات (٢٠٪)	٧٥٠ جم	١,٦ كجم
نترات بوتاسيوم	٣٧٠ جم	٨٠٠ جم
نترات أمونيوم	-	٣٧٠ جم
فتر العناصر الدقيقة	-	٣٧٠ جم
Fritted Trace elements	-	٣٧٠ جم

مخاليط مستعملة محليا

تخلط بالة بيت موس (٣٠٠ لتر) بحجم مماثل لها من الفيرميكيوليت ، ويضاف إلى المخلوط الناتج (أى لكل ٦٠٠ لتر من مخلوط البيت مع الفيرميكيوليت بنسبة (١ : ١) ما يلى :

المادة	الكمية
نترات النشادر الجيرية	٢٥٠ جم
السوبر فوسفات	٤٠٠ جم
سلفات البوتاسيوم	١٥٠ جم
سلفات المغنسيوم	٢٤ جم
سماد ورقى	٧٥ مل (سم ٣)
كربونات الكالسيوم (بودرة البلاط)	٤ كجم

ويضاف إلى كمية الخلطة السابقة أحد المبيدات الفطرية المناسبة ؛ مثل : مونسرين كومبى بمعدل ٢٥ جم ، أو مونسرين بمعدل ١٠٠ جم ، أو بنليت بمعدل ١٠٠ جم .

وقد يمكن استبدال جميع الأسمدة السابق بيانها فى الخلطة بكيلو جرام واحد من سماد مركب يحتوى على جميع العناصر ، وذى تحليل مرتفع ؛ كأن يكون : ١٩ - ١٩ - ٢ مغ + عناصر صغرى .

خلطات تجارية (اساسها قلف الاشجار

تقوم بعض الشركات بتحضير مخاليط للزراعة يكون أساسها قلف الأشجار والبيت موس ، ويضاف إليهما عناصر التيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم بتركيزات مختلفة لاستعمالها فى الأغراض المختلفة .

ومن بين المخاليط التجارية المستعملة المخلوط Tropic Terra-T (إنتاج شركة Agrotropical Industries القبرصية) ، الذى يتكون من القلف والبيت ، ويحتوى على العناصر الكبرى بالتركيزات التالية (بالمليجرام/ لتر من المخلوط) : التيتروجين ٢٩٠ ، والفوسفور ٤٥٠ ، والبوتاسيوم ٣٩٠ ، هذا بالإضافة إلى العناصر الدقيقة .

الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط الزراعة

يوضح جدول (٢ - ١١) الصفات الفيزيائية لبعض المواد الأساسية التي تدخل في عمل مخاليط الزراعة ومواصفات بعض هذه المخاليط ، كما يوضح جدول (٢ - ١٢) الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط التربة التي تتكون من التربة والبرليت ، والبيت بنسب متفاوتة (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

جدول (٢ - ١١) : الصفات الفيزيائية للمخاليط المستخدمة في الزراعة ومكوناتها .

المادة	الكثافة		المقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة (٪ من الحجم)	المسامية الكلية (٪)	مسامية الهواء الحر الحركة (٪)
	الجبابة (بالجم سم-٣)	المتلة (بالجم سم-٣)			
التربة الطمية الطينية	٠,٩٥	١,٥١	٥٤,٩	٥٩,٦	٤,٧
التربة الطمية الرملية	١,٥٨	١,٩٥	٣٥,٧	٣٧,٥	١,٨
البيت موس (سفاجنم)	٠,١١	٠,٧٠	٥٨,٨	٨٤,٢	٢٥,٤
البرليت (١,٥ - ٥مم)	٠,٠٩	٠,٥٢	٤٢,٦	٥٧,٨	٣٣,٢
البرليت (٦ - ٧,٥مم)	٠,١٠	٠,٢٩	١٩,٥	٧٣,٦	٥٣,٩
قشور الأرز	٠,١٠	٠,٢٣	١٢,٣	٨١,٠	٦٨,٧
رمل البناء	١,٦٨	١,٩٥	٢٦,٦	٣٦,٠	٩,٤
رمل ناعم	١,٤٤	١,٨٣	٣٨,٧	٤٤,٦	٥,٩
نشارة خشب	٠,٢١	١,٦٠	٣٨,٢	٨٠,٨	٤٢,٦
فيرميكيوليت	٠,١١	٠,٦٥	٥٣,٠	٨٠,٥	٢٧,٥
مخلوط بنسبة ١:١ من التربة الطمية الطينية مع:					
البيت موس (سفاجنم)	٠,٥٥	١,١٨	٦١,٠	٧١,٠	١٠,٠
رمل البناء	١,٢٨	١,٦٩	٤٠,٨	٤٧,٠	٦,٢
رمل ناعم	١,٣٢	١,٧٤	٤١,٥	٤٧,٤	٦,٩
مخلوط بنسبة ١:١ من التربة الطمية الرملية مع:					
البيت موس (سفاجنم)	٠,٨٧	١,٤١	٥٢,٨	٥٩,١	٦,٣
نشارة الخشب	٠,٨٠	١,٣٣	٥٢,٧	٦٢,٨	١٠,٩
مخلوط بنسبة ١:١ من الرمل الناعم مع:					
البيت موس (سفاجنم)	٠,٧٥	١,٢٣	٤٧,٣	٥٦,٧	٩,٤
البرليت (١,٥ - ٤,٥مم)	٠,٨٦	١,٢٩	٤٢,٦	٥٢,٠	٧,٦
مخلوط بنسبة ١:١ من البيت موس مع:					
البرليت (٤,٥ - ٦,٠مم)	٠,١١	٠,٦٣	٥١,٣	٧٤,٩	٢٣,٦

جدول (٢ - ١٢): الصفات الفيزيائية لبعض مخاليط التربة.

المخلوط (تربة - برليت - بيت)	الكثافة (بالجسم سم ^٣)	المسامية الكلية (%)	المقدرة على الاحتفاظ بالماء (%)	المسامية المشغولة بالهواء (% حجم)	سرعة تصريف الماء (سم ساعة ^{-١})
١٠ - صفر - صفر	١,١٥	٥٧,٠	٤٣,٩	١٣,١	٤,١
١ - ٩ - صفر	١,١٥	٥٦,٩	٤٢,٠	١٤,٩	٥,٣
٩ - صفر - ١	١,٠٥	٦٠,٧	٤٣,٧	١٧,٠	٤,٦
١ - ١ - ٨	١,٠٣	٦١,٣	٤٦,٠	١٥,٣	٦,٦
١ - ٣ - ٧	١,٠٣	٦١,٥	٤١,٨	١٩,٧	٥٠,٨
٧ - صفر - ٣	٠,٩٣	٦٤,٩	٤١,٠	٢٣,٩	٣٩,١
٢ - ١ - ٧	٠,٨٥	٦٧,٩	٤٥,٦	٢٢,٣	٣٥,٨
١ - ٢ - ٧	٠,٩٠	٦٦,٤	٤٤,٩	٢١,٥	٤٩,٠
٣ - ١ - ٦	٠,٧٢	٧٢,٥	٤٤,٢	٢٨,٣	٣٠,٠
٢ - ٢ - ٦	٠,٨٢	٦٩,٢	٤١,٢	٢٨,٠	٣١,٢
١ - ٣ - ٦	٠,٨٦	٦٧,٥	٤٣,٨	٢٣,٧	٣٤,٨
٥ - ٥ - ٥	٠,٨٢	٦٩,٣	٤٢,٤	٢٦,٩	٢٠,٣
٥ - صفر - ٥	٠,٦٩	٧٣,٤	٤٧,٦	٢٥,٨	٩٩,٦
٧ - ٣ - صفر	٠,٦٨	٧٣,٦	٣٩,٦	٣٤,٠	١٣٢,٦
٣ - صفر - ٧	٠,٤٨	٨١,١	٥٧,٣	٢٣,٨	١٤٨,٣
١ - ٦ - ٣	٠,٥٤	٧٨,٧	٣٩,٥	٣٩,٢	١٠٨,٠
٦ - ١ - ٣	٠,٤٥	٨٢,٥	٥٣,٣	٢٧,٢	١٢٣,٢
١ - ٧ - ٢	٠,٤٦	٨٢,١	٣٨,٨	٤٣,٣	١٥٢ <
٧ - ١ - ٢	٠,٣٨	٨٤,٧	٦٣,٩	٢٠,٨	١٥٢ <
٢ - ٦ - ٢	٠,٤٠	٨٤,٣	٤٢,٠	٤٢,٣	١٥٢ <
٦ - ٢ - ٢	٠,٣٦	٨٥,٨	٥٣,٨	٣٢,٠	١٥٤ <
٩ - ٩ - ١	٠,٤٠	٨٤,٢	٤٠,٣	٤٣,٩	١٥٢ <
١ - ٨ - ١	٠,٣١	٨٧,٦	٣٨,١	٤٩,٥	١٥٢ <
٢ - ٧ - ١	٠,٣٠	٨٧,٩	٤٥,٩	٤٢,٠	١٥٢ <
٣ - ٦ - ١	٠,٢٩	٨٨,٣	٤٣,٢	٤٥,١	١٥٢ <
٦ - ٣ - ١	٠,٢٦	٨٩,٣	٥٥,٩	٣٣,٤	١٥٢ <
٧ - ٢ - ١	٠,٢٧	٨٨,٦	٦٤,٠	٢٤,٦	١٥٢ <
٨ - ١ - ١	٠,٢٧	٨٨,٧	٦٤,٨	٢٣,٩	١٥٢ <
١ - صفر - ٩	٠,٢٢	٩١,١	٦٨,٦	٢٢,٥	١٥٢ <
صفر - ١٠ - صفر	٠,١٨	٩٢,٤	٣٦,٨	٥٥,٦	١٥٢ <
صفر - ٩ - ١	٠,١٧	٩٢,٧	٣٨,٧	٥٤,٠	١٥٢ <
صفر - ٧ - ٣	٠,١٤	٩٣,٨	٤٣,٥	٥٠,٣	١٥٢ <
صفر - ٥ - ٥	٠,١٤	٩٣,٤	٥١,٥	٤١,٩	١٥٢ <
صفر - ٣ - ٧	٠,١٢	٩٣,٨	٥٢,٦	٤١,٢	١٥٢ <
صفر - ١ - ٩	٠,١٨	٨٩,٨	٦٤,٦	٢٥,٢	١٥٢ <
صفر - صفر - ١٠	٠,١٠	٩٤,٤	٦٣,٨	٣٠,٦	١٥٢ <

الفصل الثالث

إنتاج شتلات الخضر

يعد استخدام الشتلات فى الزراعة إحدى طرق التكاثر الجنسى ؛ لأن البذور تستخدم فى إنتاج الشتلات فى غالبية المحاصيل ، إلا أن بعض الخضر تنتج شتلاتها بطرق التكاثر الخضرى ؛ مثال ذلك : البطاطا ، والفراولة .

وتنتج الشتلات بزراعة البذور فى مكان خاص يعرف بـ «المشتل» ، وبعد أن يصل نمو البادرات إلى الحجم المناسب ، فإنها تنقل إلى الحقل الدائم .

مزايا وعيوب استخدام الشتلات فى الزراعة

المزايا

لاستخدام الشتلات فى الزراعة - بدلا من الزراعة فى الحقل مباشرة - عديد من المزايا التى يمكن إيجازها فيما يلى :

١ - خفض نفقات الإنتاج ؛ نظراً لأن فترة نمو النباتات فى المشتل (والتي تتراوح عادة بين ٤ و ١٠ أسابيع حسب المحصول ، ودرجة الحرارة السائدة) لا تشغل النباتات أثناءها إلا مساحة محدودة من الأرض ، وفى ذلك توفير فى الأرض ، والمجهود الذى يبذل فى رعاية النباتات .

وتجدر الإشارة إلى أن الفدان الواحد من المشتل ينتج عدداً من الشتلات يتراوح بين نحو ١٠٠ ألف شتلة فى الطماطم ، و ٢٥٠ ألف شتلة فى الفلفل والكرنب ، و ٧٥٠ ألف شتلة فى البصل (Ware & MaCollum ١٩٨٠) . كما أن الشتلات التى تنتج من فدان واحد من المشتل يمكن أن تستخدم فى زراعة نحو ١٠ أفدنة من البصل

والهليون ، و ٢٠ - ٤٠ فداناً من الكرنب والقنبيط والبروكولى ، و ١٠٠ - ٢٠٠ فداناً من الطماطم .

٢ - يمكن انتخاب النباتات السليمة الخالية من الإصابات المرضية لشتلها ، واستبعاد النباتات غير المرغوب فيها .

٣ - إمكانية زراعة الخضروات التى تحتاج إلى موسم نمو طويل ودافئ عندما تكون فترة الدفء قصيرة ، وذلك بالاستفادة من فترة نمو النباتات بالمشتل مع تدفئة المشتل .

٤ - الإنتاج المبكر للخضروات بإنتاج الشتلات فى أماكن مُدفأة ، والاستفادة من الأسعار المرتفعة للمحصول المبكر .

٥ - إمكانية زراعة أكثر من محصول واحد فى نفس الحقل فى الموسم الواحد ؛ بتوفير الحقل أثناء فترة نمو الشتلات بالمشتل .

٦ - سهولة خدمة النباتات فى المشتل - وهو مساحة محدودة - أكثر مما فى الحقل .

٧ - إمكانية حماية النباتات من التقلبات الجوية فى المشتل ، بينما يصعب أو يستحيل ذلك تحت ظروف الحقل .

٨ - إمكانية التوفير فى التقاوى عند الزراعة بالمشتل ، ولذلك أهمية كبيرة بالنسبة للأصناف الهجين التى ترتفع أسعار تقاويها .

٩ - تؤدى عملية تقليع النباتات بغرض شتلها إلى زيادة تفرع الجذور بعد الشتل ؛ وبالتالي زيادة تشعب المجموع الجذرى للنباتات المشتولة . ولا تحدث تلك الزيادة فى نمو الجذور فى النباتات التى تربي فى أوعية لا يعاد استخدامها ؛ مثل : الأصص الورقية ، وأصص جفى ٧ ، أو ما شابه ذلك .

١٠ - قد يؤدى الشتل - أحياناً - إلى زيادة طفيفة فى المحصول المبكر والمحصول الكلى ، خاصة إذا أخذ فى الحسبان أن الشتلات تنتج تحت ظروف متحكم فيها ، وأنها تشتل على المسافة المرغوبة ، وهما أمران لا يسهل تحقيقهما فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل .

ومن جهة أخرى . . فإن عملية الشتل ينتج عنها دائماً توقف مؤقت في النمو Ckecking in growth عقب الشتل مباشرة ، وقد يدوم التوقف لفترة طويلة ، ويصحبه تأخير في النضج ، ونقص في المحصول الكلى إذا شتلّت النباتات وهى كبيرة ، ولكن إذا شتلّت النباتات فى العمر المناسب ، فإن فترة التوقف المؤقت عن النمو تكون قصيرة ، وسرعان ما يزول أثرها بسبب الزيادة التى تحدث فى تفرع الجذور بعد تقليع النباتات من المشتل .

ويمكن القول إنه عند تساوى عدد النباتات فى وحدة المساحة ، وعند استخدام شتلات قوية النمو ومؤلمة جيداً . . فإن الزراعة بالشتلات تغل - عادة - محصولاً أعلى قليلاً من الزراعة بالبذور مباشرة ، كما قد يزيد - كذلك - المحصول المبكر عند استعمالها .

العيوب

هناك عيوب لاستخدام الشتلات فى الزراعة ، وهى :

١ - قد تنتقل بعض مسببات الأمراض من منطقة إلى أخرى مع الشتلات ؛ مثل :
نيماتودا تعقد الجذور ، وفطريات الذبول .

٢ - وكما سبق الذكر . . فإن الخضروات تتعرض لتوقف مؤقت فى النمو عقب شتلها ، وتتوقف شدة هذا التوقف ومدته على العوامل الآتية :

أ - عدد مرات نقل النباتات ، وما يتبع ذلك من زيادة تقطيع الجذور : فأحياناً تُفرد النباتات من الخطوط المتراخمة على مسافات أوسع (حوالى ٣ × ٣ سم) ، وتسمى هذه العملية بـ « التفريد Pricking off » ، وبعد أن تبلغ الحجم المناسب للشتل ، فإنها تنقل إلى المكان المستديم .

ب - حجم النباتات عند الشتل : فكلما ازداد حجمه ، ازداد التوقف فى النمو عند الشتل .

ج - مدة بقاء النبات معرضاً للنقص فى كمية الماء التى يمتصها ؛ نتيجة لتقطيع الجذور .

د - الظروف البيئية التي تؤثر على معدل التحلل قبل أن يكون النبات جذوراً جديدة .

هـ - نسبة أو مقدار الجذور المتبقية بالشتلة بدون تقطيع بعد تقطيعها من المشتل .

و - مقدرة الجذور المتبقية على امتصاص الماء .

ز - سرعة تكوين الجذور الجديدة عقب الشتل .

ح - معدل النمو الطبيعي للنبات ؛ حيث تتعرض النباتات السريعة النمو عند الشتل لأضرار أكبر من تلك التي تتعرض لها النباتات البطيئة النمو (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

٣ - لا يفضل - غالباً - الزراعة بطريقة الشتل عند الرغبة في إجراء الحصاد آلياً .
فمثلاً . وجد Cooksey وآخرون (١٩٩٤) أن نباتات فلفل البابريكا المشتولة كان حصادها آلياً أصعب من حصاد تلك المزروعة بالبذور مباشرة في الحقل الدائم ؛ لأنها كانت أقوى نمواً ، وأكثر تفرعاً ، وأقل تركيزاً في النضج .

تقسيم الخضر حسب قدرتها على تحمل عملية الشتل

يمكن شتل جميع النباتات وهي مازالت في طور البادرة عقب الإنبات مباشرة ، لكن الشتل لا يتم تجارياً بهذه الطريقة ؛ لأنه لا يحقق المزايا المرجوة منه ، بالإضافة إلى صعوبة تداول النباتات وهي في هذه المرحلة من النمو ، كما يمكن شتل جميع النباتات أيضاً إذا كانت نامية في أوعية خاصة ؛ مثل : الأصص الورقية ، وأصص البيت موس ، وأقراص الجففى ؛ لأنها تكون محتفظة بجذورها كاملة داخل أوعية النمو .

لكن عند الحديث عن تقسيم النباتات حسب تحملها لعملية الشتل ، فإننا نعنى بذلك مقدرة الشتلات التي يتراوح عمرها عادة بين ٤ ، و ١٠ أسابيع ، والتي تقلع من المشاتل بدون صلايا - على تحمل عملية الشتل . وتقسّم النباتات تبعاً لذلك إلى ٣ مجاميع كالتالى :

١ - نباتات تتحمل الشتل ، مثل : الطماطم ، والخس ، والصلبيات .

٢ - نباتات تحتاج إلى عناية خاصة عند شتلها ؛ لأنها أقل تحملاً لعملية الشتل ؛ مثل : الباذنجان ، والفلفل ، والبصل ، والكرفس .

٣ - نباتات لا تتحمل الشتل ؛ مثل: البقوليات ، والقرعيات ، والذرة السكرية .
وتجدر الإشارة إلى أنه يوجد من الخضر ما يتحمل الشتل بصورة جيدة ، لكنها لا تشتل أبداً في الزراعة التجارية ؛ مثال ذلك : البنجر ، والجزر .

طبيعة القدرة على تحمل الشتل

يلاحظ أن النباتات التي لا تتحمل الشتل يكون نموها الخضري كبيراً بصورة عامة .
كما توجد علاقة قوية بين مقدرة النباتات على تحمل الشتل ، وبين مقدرتها على تكوين جذور جديدة بعد الشتل ؛ فقد تميزت النباتات التي تتحمل الشتل بسرعة أكبر في تكوين الجذور ، لكن ذلك كان محدداً بعاملين ؛ أولهما: كمية الغذاء المخزن في النبات ، وهو الذي يستخدم في بناء أنسجة الجذور الجديدة ، وثانيهما عمر النبات ؛ حيث يقل معدل تكوين الجذور الجديدة مع تقدم النبات في العمر .

وقد أرجع النقص في معدل تكوين الجذور الجديدة مع تقدم النبات في العمر إلى أنه يحدث ترسيباً لكل من السيوبرين suberin ، والكيوتين cutin في جدر خلايا البشرة الداخلية (الإنوديرمز) والقشرة ؛ لأنه يؤدي إلى تقليل امتصاص الماء ، وتصبح المنطقة التي يحدث فيها هذا الترسيب غير ذات فائدة في امتصاص الماء وتوصيله إلى الأوعية الخشبية .

وقد وجد ارتباط بين سرعة ترسيب السيوبرين في جدر خلايا الجذور وبين مقدرة النباتات على تحمل الشتل ، فبينما حدث الترسيب في أجزاء الجذور التي عمرها ٣ أيام فقط في الفاصوليا ، لم يحدث الترسيب في جذور نباتات الطماطم والكرنب إلا بعد أن وصل عمر الجذور إلى ٥ - ٦ أسابيع ، ولذلك تأثيره الكبير في المقدرة على امتصاص الماء .

ففي حالة الفاصوليا حدث الترسيب في أجزاء الجذور التي عمرها ٣ أيام وهي مازالت نشطة في الامتصاص ، أي في منطقة الشعيرات الجذرية . أما في الطماطم والكرنب ، فإن أجزاء الجذور التي أصبح عمرها ٥ - ٦ أسابيع كانت بطبيعتها غير قادرة على امتصاص الماء ؛ لأن منطقة الشعيرات الجذرية كانت قد انتقلت بعيداً عنها ؛ أي إن الترسيب لم يكن مؤثراً على امتصاص الرطوبة (Loomis ١٩٢٥) .

مراقدة البذور (المشاتل) الحقلية

الشروط التي يجب توافرها في مراقدة البذور الحقلية

يجب أن تتوفر الشروط التالية في مراقدة البذور الحقلية:

- ١ - أن تكون تربتها خصبة لوجود أعداد كبيرة من النباتات التي تستمد غذاءها من طبقة من التربة يبلغ عمقها حوالي ٨ سم .
- ٢ - أن تكون خالية من مسببات الأمراض ، خاصة تلك التي تعيش في التربة ؛ مثل : النيماتودا ، وفطريات وبكتيريا الذبول .
- ٣ - أن تكون خالية من الأملاح الضارة والحشائش .
- ٤ - تفضل الأراضي الطميية الرملية ، أو الخفيفة عموماً ، كما تفضل الأراضي العضوية - إن وجدت - لمشاتل الكرفس والخس . ولا تصلح الأراضي الطينية الثقيلة كمراقدة للبذور ؛ لأنها تصبح صلبة وتتشقق عند جفافها ، وتصبح لزجة عندما تكون رطوبتها مرتفعة .
- وإذا تطلب الأمر استخدام الأراضي الثقيلة كمراقدة للبذور ، وجبت تغطية البذور - التي تزرع في سطور - بخليط من الرمل والسجاد البلدي (الحيواني) القديم المتحلل بنسبة ١:١ .
- ٥ - يجب تسميد أرض المشتل جيداً بالسجاد البلدي القديم المتحلل بمعدل ١٥ - ٢٠م^٢/ فدان ، والأسمدة الكيميائية بمعدل: ١٠ - ٢٥ كجم N ، و ٤٠ - ٦٠ كجم P₂O₅ ، و ٢٠ كجم K₂O / فدان مع خلط الأسمدة بتربة المشتل خلطاً جيداً قبل الزراعة .
- ولتحضير السجاد البلدي اللازم . . تقام كومة من طبقات التربة والمخلفات الحيوانية بنسبة ٣ : ١ ، مع استبدال جزء من التربة بالرمل إذا كانت تربة المشتل ثقيلة . تجهز الكومة قبل الحاجة إليها في المشتل بسنة كاملة ، وترطب من آن لآخر لتشجيع تحلل المادة العضوية ، كما يجب - أيضاً - تقليبيها من آن لآخر لجعلها تامة التجانس ، وتُغربل قبل إضافتها إلى مراقدة البذور في مناخ ذات ثقوب واسعة نسبياً للعمل على تمام تجانسها ، وللتخلص من الأجزاء الكبيرة بالمخلوط .

ومن الضروري أن يكون السماد البلدي قديماً وتام التحلل ، حتى لا يحدث أضراراً بالنباتات من جرّاء تحلله في المشتل ، وحتى لا يُلوث أرض المشتل ببذور الحشائش وبجراثيم الأمراض التي تكثر بالأسمدة البلدية غير المتحللة ، ويؤدي التحلل إلى التخلص منها .

وفي حالة وجود أى شك لاحتمال تلوث السماد البلدي ببذور الحشائش أو جراثيم الأمراض ، فإنه يجب الاكتفاء بالأسمدة الكيميائية عند تسميد المشتل . وينصح - في هذه الحالة - باستخدام البيت موس المعدل في ملء سطور الزراعة .

يخلط البيت موس مع الرمل بنسبة ٣ بيت : ١ رمل ، ويعدل قبل خلطه بإضافة نحو ٢ كجم كربونات كالسيوم ناعمة ، و ٢٠٠ جم سلفات بوتاسيوم ، و ٢٠٠ جم سوبر فوسفات ، و ٤٠٠ جم نترات أمونيوم لكل بالة بيت .

زراعة المشتل الحقلية

تكون زراعة المشتل الحقلية في أحواض مساحتها ٢×٢ ، أو ٣×٢ ، أو ٣×٣ م نثراً أو في سطور . وتفضل الزراعة في سطور (شكل ٣ - ١) عن الزراعة نثراً ؛ وذلك للأسباب التالية :

- ١ - تكون الزراعة في سطور أكثر انتظاماً .
- ٢ - يسهل على البادرات رفع غطاء التربة وهي معاً في السطر ، مما لو كانت متناثرة بالحوض .
- ٣ - يمكن مكافحة الحشائش بسهولة وبكفاءة أكبر .
- ٤ - تجد النباتات المساحة الكافية للنمو .
- ٥ - تصل أشعة الشمس إلى سطح التربة ؛ مما يقلل من حالات الإصابة بالذبول الطرى .
- ٦ - يمكن تقليع الشتلات بسهولة أكبر عند إعدادها للمشتل (استينو وآخرون ١٩٦٣) .



شكل (٣-١): مثل حقل مزروع بالبصل في سطور .

وتجب مراعاة أن تكون كثافة الزراعة بالقدر المناسب . ويتوقف ذلك على درجة حرارة التربة ؛ نظراً لأن نسبة الإنبات تكون منخفضة نسبياً في كل من الحرارة المنخفضة والحرارة الشديدة الارتفاع .

هذا . . . وتؤدي الزراعة الكثيفة إلى إنتاج شتلات طويلة ورهيفة spindly ، فضلاً على زيادة التكاليف بسبب ضرورة إجراء عملية خف للببادرات في هذه الحالة . وتفضل أحياناً زراعة البذور مبعثرة في خطوط عريضة ؛ لإنتاج شتلات جيدة النمو ، وسميكة السيقان stocky .

هذا . . . ويمكن الحصول على شتلات جيدة عندما تكون كثافة النباتات نحو ٣٠ نباتاً / متر طولي ، ولكن جرت العادة على زراعة نحو ٣٠٠ - ٤٠٠ بذرة / متر طولي ، ثم الخف على نحو ٢٠٠ نبات بعد الإنبات .

وعموماً . فإن الكيلو جرام الواحد من البذور يزرع - عادة - فى مساحة:

١١٠ م^٢ (١,٥ قيراطاً) بالنسبة للطماطم والفلفل والباذنجان والكرنب والقنبيط .

٢٢٥ م^٢ (٣,٠ قيراطاً) بالنسبة للخس .

٣٥٠ م^٢ (٤,٥ قيراطاً) بالنسبة للكرفس .

ويتراوح عمق الزراعة المناسب بين ١ و ٢ سم حسب طبيعة التربة ودرجة الحرارة السائدة ؛ فتكون الزراعة أعمق فى الأراضي الخفيفة ، وفى درجات الحرارة المرتفعة (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة ١٩٧٣) .

ويمكن الاستعانة بجدول (٣ - ١) . فى تحديد المساحة التى يتعين زراعتها من المشاتل الحقلية عند اختلاف كثافة الزراعة فى كل من المشتل والحقل الدائم .

جدول (٣-١): تحديد المساحة التى تجب زراعتها من المشاتل الحقلية على ضوء كثافة الزراعة فى كل من المشتل والحقل الدائم (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

كثافة الزراعة فى المشتل (عدد النباتات فى المتر المربع)											
٢٥٠				٤٠٠				٢٥٠			
عدد النباتات فى كل هكتار من المشتل (بالمليون) (أ)											
٥,٥				٤,٠				٢,٥			
نسبة الشتلات الصالحة للاستعمال (%)											
العدد الصالح للاستعمال (بالمليون)											
المساحة التى يمكن زراعتها (بالهكتار)											
من هذا العدد من الشتلات عندما تكون كثافة الزراعة فى الحقل الدائم:											
١٩٤	٢٢٦	٢٥٩	١٤١	١٦٥	١٨٨	٨٨	١٠٣	١١٨	١٧٠٠٠	بالهكتار (٩٠سم × ٩٠سم)	
١٢٢	١٤٣	١٦٣	٨٩	١٠٤	١١٨	٥٥	٦٥	٧٤	٢٧٠٠٠	بالهكتار (٦٠سم × ٦٠سم)	
٧٠	٨٢	٩٤	٥١	٥٩,٥	٦٨	٣٢	٣٧	٤٢,٥	٤٧٠٠٠	بالهكتار (٤٥سم × ٤٥سم)	
٣٠,٥	٣٥,٦	٤١	٢٢	٢٦	٣٠	١٤	١٦	١٨,٥	١٠٨٠٠٠	بالهكتار (٣٠سم × ٣٠سم)	
١٠,٣	١٢	١٣,٧	٧,٥	٨,٨	١٠	٤,٧	٥,٥	٦,٢٥	٣٢٠٠٠٠	بالهكتار (١٠سم × ٣٠سم)	

(أ) الهكتار = ١٠٠٠٠ م^٢ = ٢,٣٨ فدان .

معاملات المشاتل والتقاوى لمكافحة الآفات فى المشاتل الحقلية

نظراً لكثرة الآفات التى تتعرض لها النباتات فى المشاتل الحقلية ، فإنه ينصح باتباع ما يلى :

١ - لمقاومة الحشائش المعمرة والسعد يرش الإيناييد ٧٢٪ بمعدل ٤ - ٥ لترات للفدان على الأرض الناعمة ، ثم يقلب جيداً ، وتروى الأرض . ولا تزرع البذور قبل مضى ١ - ١,٥ شهراً من المعاملة .

٢ - لمقاومة الحشائش الحولية يرش الإيناييد ٥٠٪ بمعدل ٤ كجم للفدان قبل الزراعة .

٣ - لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور يستعمل النيماكور ١٠٪ محبباً ، أو فوريدان ١٠٪ محبباً ، أو التيمك ١٠٪ محبباً ، أو الفايدت ١٠٪ محبب بمعدل ٤٠ كجم للفدان نثراً على الأرض مع التقليب الجيد ، ثم زراعة البذرة ، والرعى مباشرة .

٤ - لمكافحة الآفات الحشرية ، مثل: الحفار ، أو الدودة القارضة ، أو النطاط يستعمل طعم سام مكون من أندرين ٥٠٪ قابل للبلل بمعدل ١ كجم للفدان ، أو أندرين ١٩,٥٪ مستحلب بمعدل ٢,٥ لتر للفدان مع ٢٥ كجم ردة ناعمة تخلط بنحو ٣٠ لتر ماء ، ثم يثر المخلوط بعد رى المشتل مباشرة .

٥ - لمكافحة مرض سقوط البادرات تعامل البذور قبل الزراعة بالفيثافاكس أو الكابتان بمعدل ١,٥ جم لكل كيلو جرام من البذور (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة ١٩٨٣) .

إنتاج شتلات الخضر فى أوعية خاصة بها، وفى بيئات خاصة لنمو الجذور

تستخدم لإنتاج شتلات الخضر كافة الأوعية التى سبق بيانها فى الفصل الثانى . تملأ هذه الأوعية ببيئة الزراعة المناسبة ، وتنمو فيها الشتلات حتى تصبح جاهزة للشتل .

تنقل الشتلات إلى الحقل الدائم بجذورها كاملة وما حولها من مخلوط التربة ؛ وبذلك تكون فرصة نجاح عملية الشتل - وخاصة فى الأراضى الصحراوية - أكبر بكثير .

مما فى حالة تقليع النباتات من تربة المشاتل الحقلية . كما يمكن بهذه الطريقة شتل النباتات التى لا يمكن شتلها بالطرق العادية ؛ مثل القرعيات .

وتجدر الإشارة إلى أن معظم الماء الذى يفقد بالتتح - خلال اليومين الأول والثانى بعد الشتل - يكون من الشتلة ذاتها عندما تكون جذورها عارية ، بينما يكون من احتياطى الماء الموجود فى صلية الجذور عندما تكون جذورها بصلياً .

عند استعمال الصناديق (الطاوولات) فى الزراعة ، فإنها تملأ بالخلطة المجهزة ، ثم يضغط عليها - خاصة عند الأركان وحول الجوانب - لتجنب انهيار الخلطة فى هذه الأماكن مستقبلاً . تلى ذلك إضافة المزيد من الخلطة لملء الصندوق ، ثم يسوى سطح التربة فى الصندوق مع مستوى القمة بإمرار قطعة من الخشب مثلاً . يلى ذلك استخدام لوحة خشبية - أبعادها كأبعاد الصندوق الداخلى - يضغط بها على التربة ؛ بحيث تصبح مستوية ، وعلى مستوى أقل قليلاً من حافة الصندوق . وقد يُستبدل بهذه هذه اللوحة لوحة التسطير ؛ التى تفيد أيضاً فى عمل سطور الزراعة .

هذا . . وقد تبقى الشتلات فى نفس الحوض لحين شتلها فى الحقل ، أو قد يعاد شتلها فى حوض آخر على أبعاد أكبر ؛ حيث تبقى بها لحين الشتل فى الحقل .

وفى الحالة الأولى - أى عند بقاء الشتلة فى نفس الحوض لحين شتلها بالحقل - يجب أن تكون المسافة بين كل سطر والسطر الذى يليه نحو ١٠ سم ، مع زراعة ١٥ - ٣٠ بذرة / ١٠ سم طولية من السطر .

أما فى حالة تفريد البادرات فى أحواض أخرى ، فإن المسافة بين كل سطر والآخر تكون نحو ٥ سم ، مع زراعة ٣٠ - ٤٠ بذرة / ١٠ سم طولية . وعند بدء ظهور الورقة الحقيقية الأولى - حيث يكون طول النبات ٥ - ٧ سم - تجرى عملية التفريد Pricking off ، فتروى الأحواض جيداً قبل اقتلاع البادرات التى تقتلع بعد الرى بأكبر قدر من التربة ، ويعاد شتلها فى أحواض أخرى على مسافات أوسع ٣ × ٣ ، أو ٤ × ٤ ، أو ٥ × ٥ سم .

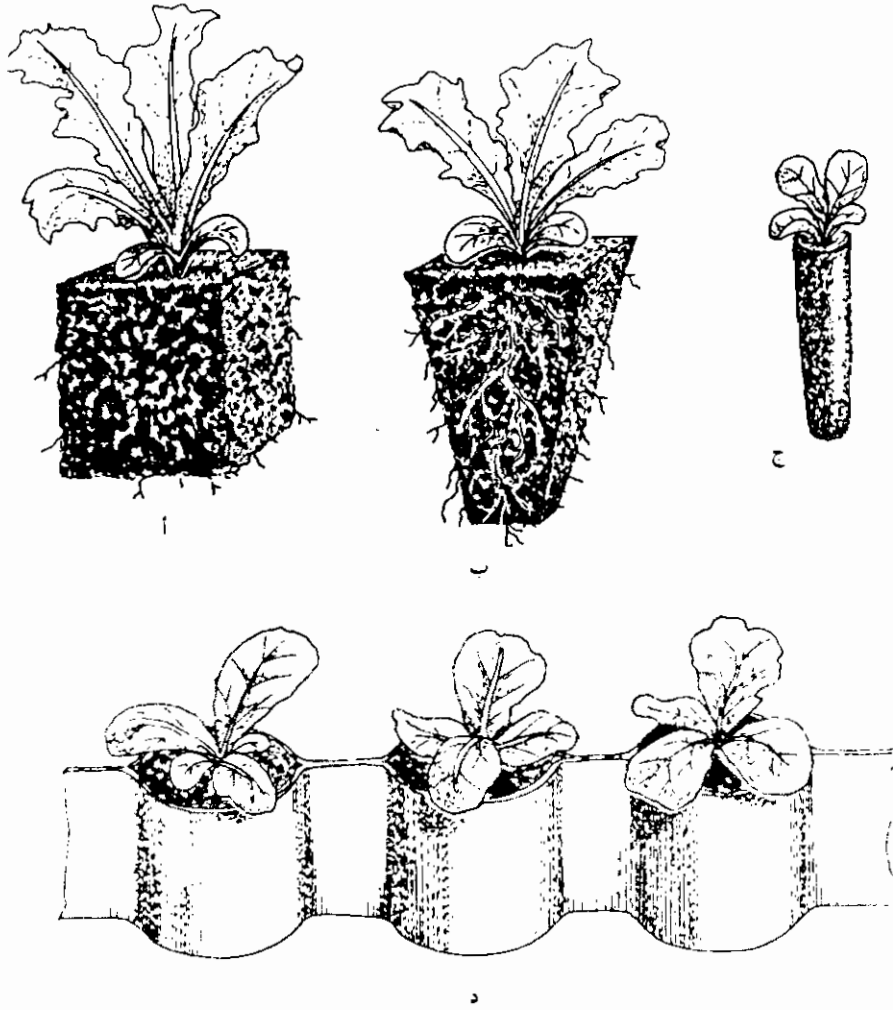
ويستخدم القلم الرصاص أو الأصبع في عمل الحُفَر التي تفرد فيها البادرات ، لكن يفضل استعمال لوحة التفريد spotting board لضمان حسن توزيع مسافات الزراعة .

وتتوقف المسافة بين البادرات في السطر وبين السطور بعضها وبعض على المدة التي تبقى خلالها الشتلات بأحواض الشتلة . يعاد - أحياناً - تفريد البادرات مرة أخرى على مسافات أوسع 8×8 ، أو 10×10 سم ، لكن ذلك غالباً ما يكون في قُصارِ ورقة ، حتى لا تتأثر جذور النباتات عند الشتل .

عند إجراء عملية التفريد يجب التأكد من ضغط التربة جيداً حول الجذور ، ويجب أن يكون الضغط إلى أسفل نحو الجذور ، لا في اتجاه ساق النبات ، لأن الساق تكون رهيقة ، وتتأذى بسهولة من الضغط عليها . وبعد عملية التفريد يجب رى النباتات جيداً ، وتظليلها ، إلى أن تستعيد نموها ونشاطها من جديد .

وليس لعملية التفريد تأثير إيجابي على المحصول ؛ فبرغم أنها تزيد من تفريغ الجذور ، إلا أنه يصاحبها توقف مؤقت في النمو . والهدف الأساسي من إجرائها هو الاستغلال الأمثل للمساحات المخصصة لإنتاج الشتلات بالصوبات وبالمراقد المدفأة والباردة (Banadyga & Wells ١٩٦٢) .

إما إنتاج الشتلات في صَوَانٍ (طاولات) الإنتاج السريع للشتلات Speedling trays ، فيتم بزراعة بذرة واحدة (في حالة بذور الهجن المرتفعة الثمن) ، أو بذرتين (في حالة الأصناف العادية) في كل حفرة بالصينية ، على أن تخف على بادرة واحدة بكل حفرة بعد الإنبات . وعند الشتل تقلع الشتلات بسهولة ؛ وذلك بجذبها إلى أعلى من قاعدة الساق ، فتخرج جذورها كاملة مع صلية من بيئة الزراعة . ويساعد وجود البيت موس في الخلطة على تماسك كل بيئة الزراعة في كتلة واحدة (شكل ٣ - ٢) .



شكل (٣ - ٢) : أمثلة لبعض طرق إنتاج الشتلات: (أ) في مكعب البيت ، (ب) في آنية الإنتاج السريع للشتلات spreadling tray ، (ج) تقنية شتلة السداة Techniculture plug (وهي شبيهة بالك speedling tray) ، (د) في حزام من الأصص الورقية يعرف باسم Bandolier system . (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

ولإنتاج الشتلات في الأصص الورقية لا يتطلب الأمر أكثر من فرد شريط الأصص

فى المكان المخصص لإنتاج الشتلات وملئه ببيئة الزراعة (شكل ٣ - ٣) ، ثم زراعة البذور بنفس الطريقة السابقة .



شكل (٣ - ٣) : إعداد الأصص الورقية للزراعة . يفرد شريط الأصص أولاً فى المكان المخصص لإنتاج الشتلات ، ثم يملأ بخلطة الزراعة ، وتستعمل فرشاة فى جعل الخلطة على مستوى واحد فى كل الأصص .

ولا يختلف إنتاج الشتلات فى أصص جفى Jiffy 7 ٧ عن الطريقتين السابقتين ، فتزرع البذور بعد رص الأقراص وبلّها بالطريقة التى سبق شرحها فى الفصل الثانى ، وتترك النباتات حتى تصل إلى الحجم المناسب للشتل ، وتبرز الجذور من خلال الشبكة المحيطة بكتلة البيت (شكل ٢ - ١١) .

هذا . . ومن الأهمية بمكان أن توضع أوانى الزراعة أيا كانت (أصص جفى ، أم أصص ورقية ، أم مكعبات تربة ، أم أوانى الإنتاج السريع للشتلات) على شريحة من البوليثلين ؛ لأن ذلك يحقق المزايا التالية :

١ - ضمان عدم نمو الجذور فى التربة ؛ وبالتالي عدم تقطيعها عند نقلها إلى الحقل .

٢ - عدم إصابة النباتات بأى من الآفات التى قد توجد فى التربة ؛ مثل فطريات الذبول ، وأعفان الجذور ، والنيماتودا .

٣ - سهولة نقل أعداد كبيرة من الشتلات إلى الحقل ؛ لتواجدها على شريحة بلاستيكية واحدة ؛ فيمكن بذلك حملها إلى الصوانى (الطاولات) التى تخصص لذلك الغرض .

إنتاج شتلات الخضر على نطاق تجارى واسع

يفضل بعض المزارعين شراء احتياجاتهم من شتلات الخضر من جهات أو شركات ذات خبرة فى هذا المجال . وتقوم هذه الشركات بإنتاج الشتلات بأعداد هائلة تصل إلى مئات الملايين سنوياً حسب تعاقدات سابقة مع المزارعين ؛ لتوريد الشتلات فى مواعيد معينة حسب رغبة المزارعين . وعادة ما تكون هذه الشركات فى مناطق تتوفر بها الظروف البيئية المناسبة لإنتاج الشتلات ، أو تتوفر لديها إمكانات الزراعة المحمية لإنتاج الشتلات فى غير موسمها .

ففى الولايات المتحدة - مثلاً - تنتج الولايات الجنوبية مئات الملايين من شتلات الخضر الصيفية للزراعة فى الولايات الشمالية بمجرد تحسن الظروف الجوية فى بداية الربيع .

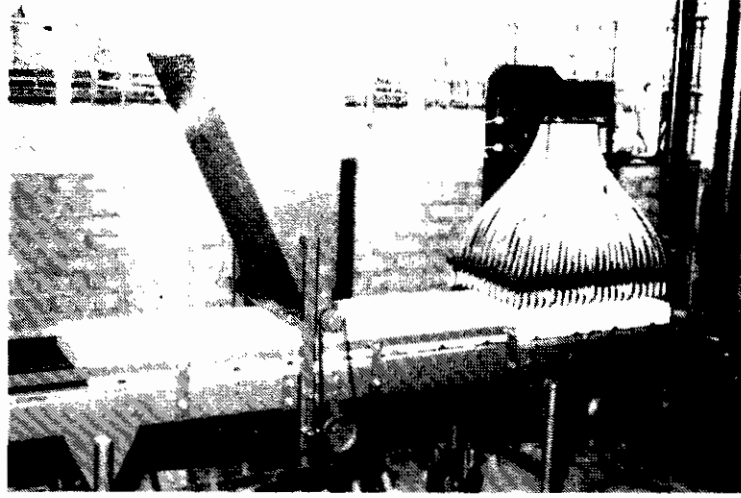
وفى مصر تقوم وزارة الزراعة وبعض الشركات بإنتاج شتلات الخضر لمن يرغب من المزارعين نظير زيادة طفيفة على ثمن التقاوى . ويضمن المزارع بذلك حصوله على شتلات جيدة فى الموعد المناسب له ، وخاصة من الأصناف الهجين التى تكون تقاويها مرتفعة الثمن ، ويخشى عليها من الإصابة بمرض سقوط البادرات (الذبول الطرى) الذى قد يقضى عليها فى المشاتل ، أو من التعرض للذبابة البيضاء التى تنقل إليها فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم .

ونظراً لأن الإنتاج التجارى للشتلات يتطلب - عادة - إنتاج ملايين الشتلات خلال فترة زمنية وجيزة - الأمر الذى قد يصعب تحقيقه بالطرق التقليدية - لذا اتجهت

الشركات الكبيرة نحو ميكنة عملية ملء أوعية نمو النباتات ببيئات الزراعة وزراعتها . ويوضح شكل (٣ - ٤) طريقة زراعة البذور آليا على المسافات المرغوبة . يستخدم لذلك قرص متصل بجهاز تفريغ ، وبه ثقب أصغر قليلاً من حجم البذور ، وعلى الأبعاد المرغوبة للزراعة . يوضع القرص على البذور ، وبتشغيل جهاز التفريغ تتعلق بذرة بكل ثقب . وعند وضع القرص على سطح آنية الزراعة وإيقاف التفريغ ، تسقط البذور على سطح المهاد ؛ حيث تُعطى بعد ذلك بالقليل من بيئة الزراعة . كما يوضح شكل (٣ - ٥) آلة أكثر كفاءة تقوم بتوزيع البذور على أماكنها في طاولات الزراعة مباشرة .



شكل (٣ - ٤) : آلة لزراعة البذور في أوعية إنتاج الشتلات . تتكون الآلة من قرص متصل بجهاز تفريغ ، وبه ثقب أصغر قليلاً من حجم البذور ، وعلى الأبعاد المرغوبة للزراعة . تعلق البذور بالثقب عند تشغيل جهاز التفريغ ؛ حيث يمكن إسقاطها بسهولة على سطح مهاد الزراعة بوضع القرص على سطح المهاد ، ثم إيقاف التفريغ .



شكل (٣ - ٥): آلة تقوم بتعبئة طاولات الزراعة وتوزيع البذور على العيون مباشرة.

درجات الحرارة المناسبة لإنتاج شتلات الخضر

يجب أن تتوفر لشتلات الخضر درجات الحرارة المناسبة لنموها ، كما هو مبين في جدول (٣ - ٢) ؛ لأن درجات الحرارة الشديدة الانخفاض تؤدي إلى بطء شديد في الإنبات والنمو ، وقد تنهياً بعض النباتات ذات الحولين للإزهار المبكر إذا تعرضت لدرجات الحرارة المنخفضة . هذا بالإضافة إلى أن الحرارة المنخفضة تضر كل الخضر الصيفية الحساسة للبرودة . أما الحرارة المرتفعة ، فإنها تؤدي إلى إنتاج شتلات رفيعة وطويلة ورهيفة spindly .

ويمكن القول - إجمالاً - إن خضر الجو البارد تلزمها درجة حرارة قدرها ١٦ - ١٨ م° نهاراً ، و ١٠ - ١٣ م° ليلاً . أما خضر الجو الدافئ ، فتلزمها حرارة أعلى من ذلك بنحو خمس درجات مئوية .

عمليات خدمة ورعاية المشاتل

حتى يمكن الحصول على شتلات قوية النمو ، خالية من الأمراض يجب توفير الرعاية التالية للمشاتل :

جدول (٣ - ٢): درجات الحرارة المناسبة لإنتاج شتلات الخضر .

المحصول	درجة حرارة النهار (م)	درجة حرارة الليل (م)
البروكولى	١٦ - ١٨	١٣ - ١٦
كرنب بروكسل	١٦ - ١٨	١٣ - ١٦
الكرنب	١٦ - ١٣	١٠ - ١٣
الكرفس	١٨ - ٢١	١٦ - ١٨
الباذنجان	٢١ - ٢٧	١٨ - ٢١
الحس	١٦ - ١٣	١٠ - ١٣
القاوون	٢١ - ٢٤	١٦ - ١٨
البصل	١٦ - ١٨	١٣ - ١٦
الفلفل	١٨ - ٢١	١٦ - ١٨
الطماطم	١٨ - ٢١	١٦ - ١٨
البطيخ	٢١ - ٢٧	١٨ - ٢١

١ - تجنب مكافحة الأمراض والحشرات والحشائش جيداً من بداية الإنبات .

٢ - يجب تجنب محاولة دفع النباتات إلى النمو السريع غير الطبيعي عن طريق التسميد الغزير ، أو برفع درجة الحرارة .

٣ - يعتبر الخف عملية ضرورية لمنع تراحم النباتات . وتتراوح المسافة التى تترك - عادة - بين النباتات من ١/٢ سم على أقل تقدير إلى ٣ سم ، وهى المسافة المفضلة .

٤ - يجب توفير درجة الحرارة المناسبة لنمو الشتلات بزراعتها فى المراقد المدفأة ، أو الباردة ، أو فى الصوبات ، أو تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة . . إلخ .

٥ - يجب توفير التهوية الكافية للنباتات عند إنتاجها فى الصوبات ، أو فى المراقد المدفأة أو الباردة ، أو تحت الأنفاق البلاستيكية . وتزداد الحاجة إلى التهوية بازدياد عمر النبات ، وبارتفاع درجة الحرارة .

٦ - الري :

تجب العناية بالرى قبل ظهور البادرات ؛ حتى لا تجرف البذور مع ماء الرى ، أو

تتعجن التربة . ويجب تجنب جفاف مراقد البذور فى أى وقت ، أو زيادة رطوبتها إلى درجة التشبع إلا فى حالات خاصة ، كما فى الكرفس ؛ فالرطوبة يجب أن تظل دائماً فى المجال الملائم .

ويلاحظ أن بقاء سطح التربة رطباً بصفة دائمة يشجع على الإصابة بمرض الذبول الطرى (سقوط البادرات) ؛ وعليه . فإنه يلزم بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة - أن ينظم الري بحيث يكون غزيراً ، ثم تترك المراقد دون رى إلى أن يبدأ ظهور أعراض الحاجة إلى الري على البادرات .

تزداد الحاجة إلى الري بطبيعة الحال فى الأيام الحارة أو الصافية ، عنها فى الأيام الباردة ، أو الأيام الملبدة بالغيوم . ويحسن عدم رى المشتات فى الأيام الملبدة بالغيوم إلا عند الضرورة .

ويفضل رى المشتات فى الصباح ؛ لأن الري وقت الظهيرة يزيد من فرصة الإصابة بلفحة الشمس sunscald . وفى حالة الري فى المساء . ربما لا تجف النباتات قبل حلول الليل ، كما يعمل الري فى هذا الوقت على خفض درجة حرارة أرض مرقد البذور ، بينما من مزايا الري المبكر إعطاء الفرصة لأن ترتفع درجة حرارة أرض المرقد بفعل حرارة وسط النهار ، وقبل أن يحل المساء .

هذا . . ويجب رى المراقد رية غزيرة قبل إجراء عملية الشتل ؛ حتى يمكن تقليعها بسهولة مع كمية كبيرة من التربة عالقة بها .

٧ - التسميد :

يمكن تسميد المراقد أثناء إعدادها للزراعة كما سبق بيانه ، كما يمكن - عند الحاجة - إضافة الأسمدة بعد الإنبات نثراً ، أو مع ماء الري .

٨ - يجرى أحياناً للشتلات المفردة فى الأحواض الخشبية أو المعدنية أو البلاستيكية عملية فصل للتربة فى مكعبات blocking قبل الشتل بعشرة أيام ؛ وذلك بتقطيع جذور النباتات بإمرار نصل سكين مثلاً فى التربة بين النباتات ، بحيث يصبح كل نبات محاطاً بكتلة من التربة مساحتها ٣ × ٣ سم تقريباً . وتؤدى هذه العملية إلى تقطيع الجذور الكبيرة ، وتشجيع تكوين جذور جانبية جديدة .

٩ - إجراء عملية التقسية hardening قبل الشتل بنحو ٧ - ١٠ أيام (حسب فترة بقاء النباتات فى المشتل) ؛ وذلك بتقليل الرى ، وتعريض النباتات لظروف الحقول المكشوفة بتخفيض التدفئة أو التظليل تدريجيا (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

تأثير عمر الشتلة - عند الشتل - على النمو والمحصول

يختلف تأثير النمو النباتى بعمر الشتلة باختلاف المحصول ، ومن أمثلة ذلك ما يلى :

١ - أدى استعمال شتلات خض بعمر سبعة أسابيع إلى زيادة المحصول المبكر مقارنة باستعمال شتلات عمرها ٣ - ٦ أسابيع ، وقل التباين فى وزن الرؤوس عندما كانت الشتلات فى عمر ١٣ أو ١٦ يوماً ، مقارنة بعمر ٢٥ يوماً .

٢ - تساوى محصول الكرنب الصينى عندما كان عمر الشتلات ٣ - ٦ أسابيع .

٣ - لم يختلف محصول القنبيط الصالح للتسويق عند استعمال شتلات عمرها ٥ - ٨ أسابيع .

٤ - أنتجت شتلات الهليون التى كانت فى عمر ٨,٥ أسبوعاً نباتات أقوى نمواً خضرياً من تلك التى كان عمرها ٦ أو ٧ أسابيع ، ولكنها تساوت مع الشتلات التى كان عمرها ١٠ أسابيع .

٥ - أعطت شتلات الفلفل - التى كان عمرها ٦٠ يوماً - محصولاً مبكراً أعلى من الشتلات التى كانت أصغر عمراً .

٦ - لم يختلف محصول الطماطم المبكر أو الكلى عندما استعملت شتلات يتراوح عمرها بين أسبوعين و ستة أسابيع ؛ ولذا . . أوصى باستعمال شتلات صغيرة لتقليل صدمة الشتل ، ولتخفيض تكلفة إنتاج الشتلات (Leskovar وآخرون ١٩٩١ أ) . وبالمقارنة . . حصل Weston & Zandstra (١٩٨٩) على أعلى محصول كلى من الطماطم عندما استعملت شتلات عمرها ٤ - ٥ أسابيع .

ويتضح من دراسات Leskovar & Cantliffe (١٩٩١ ب) فى هذا الشأن أن نمو نباتات الطماطم تساوى - فى الزراعة الربيعية - بولاية فلوريدا الأمريكية - عندما استعملت شتلات فى عمر ٤ - ٦ أسابيع ، ولكن استعمال شتلات فى عمر ٤ - ٥

أسابيع أعطى أعلى محصول مبكر من الثمار الكبيرة ، واستعمال شتلات عمرها ٤ أسابيع أعطى أعلى محصول كلى من الثمار الكبيرة ، هذا بينما تساوى المحصول عندما استعملت شتلات فى عمر ٢ - ٥ أسابيع فى الزراعة الخريفية .

تقديمات فى عمليات رعاية المشاتل

الرى

تم منذ أواخر الثمانينيات تطوير نظام جديد لرى مشاتل الخضر المحمية عرف بنظام الجزر والمد ، أو الانحسار والتدفق Ebb and Flow System ، وفيه يُعاد استخدام مياه الرى ؛ مما يُسهم فى توفير الماء .

وتبعاً لهذا النظام فإن صوانى الشتلة توضع على أسلاك شبكية تثبت على مسافة ٢٠سم فوق مستوى أرضية من الخرسانة . ويتم الرى كل ٢ - ٣ أيام برفع الماء إلى مستوى صوانى الزراعة لمدة ١٥ - ٤٥ دقيقة ، ثم يُعاد مستوى الماء إلى ما كان عليه أو يخزن فى «تارك» لهذا الغرض .

والى جانب التوفير فى الماء . فإن هذا النظام يوفر كذلك فى استعمال الأسمدة التى تُفقد فى ماء الصرف عند إجراء الرى بالطرق المألوفة ، كما يوفر استعمال المبيدات التى لا تغسل من على النباتات ؛ مثلما يحدث عند الرى بالرش أو الرذاذ .

وقد أوصى Leskovar وآخرون (١٩٩٤) باتباع هذا النظام فى رى الطماطم ، شريطة عدم الإفراط فى تقسية النباتات - بتعريضها لشدٍ رطوبى عالٍ - قبل الشتل .

التحكم فى مستوى التسميد وأهميته

إن خفض كميات العناصر السمادية المتاحة لامتصاص النباتات فى المشاتل يعد - حالياً - أكثر الطرق شيوعاً للحد من النمو النباتى ؛ بهدف زيادة قدرة النباتات على تحمل الشتل ، وخاصة بعد حظر استخدام الآلار ٨٥ لهذا الغرض ، بعد اكتشاف تأثيره فى الإصابة بالسرطان . هذا إلا أن الشتلات التى تتعرض لتلك المعاملة يكون استعادتها لنموها بطيئاً بعد الشتل - حتى لو توفر لها النيتروجين بكميات كافية بعد الشتل مباشرة - الأمر الذى يترتب عليه نقص المحصول المبكر .

وقد شاع منذ منتصف الثمانينيات إخضاع الشتلات لما جرى العرف على تسميته بالتكيف الغذائي للبادرات قبل الشتل Pretransplant Nutritional Conditioning ؛ حيث تُسمد النباتات في المشاتل المحمية بنظام محكم يجعلها تستعيد نموها سريعاً بعد الشتل في الحقل ؛ فلا يتأثر المحصول المبكر . وقد جُرب ذلك بنجاح في عديد من محاصيل الخضر ؛ منها الكرفس ، والبروكولي ، والخس ، والطماطم ، والفاوون ؛ حيث تعطى المشاتل مستويات عالية - لكنها متوازنة - من كل من النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

وقد وجد Schultheis & Dufault (١٩٩٤) أن صدمة الشتل تزداد بزيادة التسميد الأزوتي في المشتل ، ولكن هذا التأثير يقل مع تقدم النمو النباتي في الحقل ؛ حيث لم يكن لمستوى التسميد بالأزوت في المشتل أية تأثيرات على المحصول المبكر أو الكلى أو صفات الجودة في الثمار ؛ ولذا . . أوصى الباحثان بتسميد مشاتل البطيخ بمستوى منخفض من النيتروجين (٢٥مجم/ لتر) والفوسفور (٥ مجم/ لتر) ؛ حيث يؤدي ذلك إلى التحكم في النمو النباتي وإنتاج نباتات قوية تتحمل التداول ، دون أن يؤثر ذلك على المحصول أو نوعية الثمار .

كما وجد Hunt وآخرون (١٩٩٤) أن تفضيل حشرة خنفساء كلورادو للتغذية على بادرات الطماطم تناسب طردياً مع مستوى النيتروجين في أوراقها ، ولكن تركيز الفوسفور والبوتاسيوم لم يكن له أية تأثيرات . وأوضح الباحثون أن تقسية النباتات لمدة خمسة أيام قبل شتلها في الحقل قلل من إقبال تغذية خنفساء كلورادو عليها بعد الشتل . وكانت دراسات سابقة قد أوضحت ارتباط شدة الإصابة بالحشرة طردياً مع التسميد الأزوتي أو مستوى الأزوت في النموات الخضرية لكل من الطماطم والبطاطس .

وبالمقارنة . . وجد Weston & Zandstra (١٩٨٩) أن مستويات التسميد الأزوتي المتوسطة والمرتفعة لشتلات الطماطم المنتجة في الصوبات أعطت محصولاً مبكراً عالياً عند زراعتها في الحقل ، ولكن لم يكن للنيتروجين أو الفوسفور المضاف عند إنتاج الشتلة تأثير على المحصول الكلى في الحقل .

عدوى الشتلات بفطريات الميكوريزا

تستفيد الشتلات - كما فى النباتات البالغة - من وجود فطريات الميكوريزا Mycorrhiza حول جذورها (يراجع لذلك الفصل الثامن) ، التى توفر للنباتات قسطاً كبيراً من احتياجاتها من العناصر الغذائية ، وخاصة تلك التى لا تتحرك فى التربة ؛ مثل الفوسفور والزنك .

وقد وجد Waterer & Coltman (١٩٨٨) أن زيادة التسميد الفوسفاتى لشتلات الطماطم والبصل التى تمت عدواها بفطر الميكوريزا *Glomus aggregatum* أدت إلى زيادة الوزن الرطب للنباتات ومستوى الفوسفور فى النموات الخضرية ، ولكنها أضعفت اتصال الفطر بالجذور (إصابته لها) . إلا أن تكرار التسميد بمستوى منخفض من الفوسفور أنتج شتلات أقوى نمواً ومصابة جيداً بفطر الميكوريزا ، الذى ينتقل مع الشتلات إلى الحقل .

أقلمة أو تقسية الشتلات

الأقلمة Acclimation أو التقسية Hardening هى عملية يُراد منها تهيئة الشتلات لتحمل الظروف البيئية غير المناسبة بعد الشتل ؛ كدرجات الحرارة المرتفعة ، أو المنخفضة ، أو الرياح الجافة ، أو نقص الرطوبة الأرضية ، أو الأضرار التى قد تتعرض لها النباتات أثناء عملية الشتل . وهى قد تكون أقلمة للحرارة المنخفضة Cold Acclimation ، أو للحرارة العالية Heat Acclimation . . . إلخ .

وبالنسبة لنباتات الجود البارد التى تتحمل البرودة بطبيعتها ، فإن الأقلمة تجعلها أكثر تحملاً للبرودة ، وبمعدل يتناسب مع مقدار النقص فى نموها نتيجة لعملية الأقلمة . أما بالنسبة لنباتات الموسم الدافئ ، فإنها لا تكتسب سوى قدر ضئيل من التأقلم ضد البرودة . ولكن كلا النوعين من النباتات يخترن فى أنسجته المواد الكربوهيدراتية التى تساعد على تكوين جذور جديدة بعد الشتل .

طرق الأقلمة

تعتمد كل طرق الأقلمة على تعريض النباتات لظروف تؤدى إلى تقليل معدل النمو الخضرى ، وزيادة المخزون النباتى من المواد الكربوهيدراتية . وتختلف طرق الأقلمة

التي يمكن اتباعها حسب نوع المشتل والوسائل المتبعة لحماية الشتلات به . ويمكن إجمال أنواع المشتلات فيما يلي :

١ - المشتلات الحقلية المكشوفة .

٢ - المشتلات الحقلية المظللة .

٣ - المشتلات المحمية في الصوبات البلاستيكية أو الزجاجية .

٤ - المراقد المدفأة ومشتلات الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

ويستخدم مع كل نوع من المشتلات ما يناسبه من طرق الأقلمة التالية :

١ - تقليل مياه الري :

يتم ذلك بطريقة تدريجية ؛ بتقليل الكمية التي تعطى في الري الواحدة مع زيادة الفترة بين الريات ، لكن يجب ألا تترك النباتات دون ري إلى أن تذبل وتحف . وقد وجد Brown وآخرون (١٩٩٢) أن نقص الرطوبة الأرضية جعل شتلات الطماطم أقصر ، أو مساوية في الطول لتلك التي رشت مرتين بالآلار بتركيز ٢٥٠٠ جزء في المليون ، ولكن الوزن الجاف للشتلات في حالة معاملة التعرض للشد الرطوبي كان أقل منه في معاملة الرش بالآلار .

٢ - تعريض النباتات لدرجات حرارة منخفضة :

يتم ذلك - أيضاً - بصورة تدريجية ، فتعرض النباتات لدرجات حرارة أقل من الدرجة المثلى للنمو . وتجدر ملاحظة أن النباتات تفقد في اليوم الدافئ ما تكون قد اكتسبته من أقلمة في يوم بارد .

ويجب عدم تعريض النباتات لدرجات حرارة شديدة الانخفاض ، أو تعريضها للحرارة المنخفضة لمدة طويلة ، وخاصة في حالة النباتات ذات الحولين ؛ لأن هذه المعاملة تهيئها للإزهار ، وتعرضها للإزهار المبكر ، فتفقد قيمتها التجارية .

ويتم خفض الحرارة بتقليل التدفئة مع زيادة التهوية في الصوبات أو في المراقد المدفأة ، أو بنقل النباتات إلى مراقد غير مدفأة .

ومما تجدر ملاحظته أن التعريض للبرودة ليس ضرورياً ، وأن أية معاملة تؤدي إلى إيقاف النمو يمكن أن تفي بالغرض . وهو أمر يمكن تحقيقه بتقليل الري ؛ وعليه . . فإن نقل النباتات من الصوبة أو من المراقد المدفأة ليس أمراً ضرورياً إلا عند الحاجة إلى المساحات التي تشغلها النباتات لأغراض أخرى .

٣ - في المرقد الحقلية المكشوفة يصعب التحكم في الرطوبة الأرضية في المواسم الممطرة . وفي هذه الحالات يمكن تقليل امتصاص النباتات للرطوبة برفعها قليلاً بشوكة أو بتقطيع جذورها من الجانبين بإمرار نصل حاد في التربة على بعد نحو ٣ سم من خط النبات . ويحسن تقطيع الجذور من أحد الجانبين أولاً ، ثم بعد نحو ٣ أيام من الجانب الآخر .

٤ - في حالة المراقد الحقلية المظللة تجرى الأقلمة بتعريض النباتات لضوء الشمس المباشر بصورة تدريجية برفع شباك التظليل ، وزيادة المساحة غير المظللة من المشتل تدريجياً .

ويفيد وقف التسميد - وخاصة بالنيتروجين - قبل عملية الأقلمة مباشرة وأثناءها . كما يفيد التسميد الجيد بالفوسفور خلال فترة الأقلمة . ولكن يجب التسميد بأحد الأسمدة السائلة المركبة قبل الشتل بيومين ، أو استعماله عند الشتل كمحلول سمادي باديء .

يجب أن تجرى جميع طرق الأقلمة بصورة تدريجية ، وإلا انتفى الغرض منها ، وهو عدم تعريض البادرات الرقيقة لتغير مفاجئ يقضى عليها .

كما يجب ألا تزيد فترة الأقلمة على ٧ - ١٠ أيام ، نظراً لأن زيادتها على ذلك تجعل النباتات بطيئة في استعادة نموها الطبيعي بعد الشتل . وفي حالة الطماطم تؤدي المغالة في الأقلمة إلى تقليل المحصول المبكر . وعموماً . . يفضل أن يظل معدل النمو معتدلاً طوال فترة إنتاج الشتلة عن جعله سريعاً في البداية ، ثم إيقاف النمو فجأة بمعاملات أقلمة شديدة .

هذا . . وتتبع طرق الأقلمة أيضاً عند الرغبة في وقف نمو الشتلات لأي سبب كان ؛ كأن تكون قد كبرت في الحجم ، وأصبحت صالحة للشتل قبل أن يُعدَّ الحقل

للزراعة ، أو كأن يكون الجو مازال بارداً خارج البيوت المحمية أو المراقد المدفأة بدرجة لا يمكن معها شتل النباتات .

التغيرات المصاحبة لعملية الأقلمة

تؤدي الأقلمة إلى إحداث التغيرات التالية بالبادرات :

١ - تغيرات مورفولوجية :

أ - نقص معدل نمو النباتات :

يقل النمو النباتي أثناء عملية الأقلمة . وقد تبين أن حدوث شد رطوبي بالأوراق قدره - ٢ بار يبطئ من زيادتها في الحجم ، بينما تؤدي زيادة الشد إلى ما بين - ٨ إلى - ١٢ باراً إلى وقف نمو الأوراق في عدد من الأنواع النباتية ؛ ولذا . تكون النباتات المؤقلمة أصغر حجماً من النباتات غير المؤقلمة عند الشتل .

هذا إلا أن النباتات المؤقلمة تستعيد نموها - بعد الشتل - أسرع من النباتات غير المؤقلمة . وتتوافق سرعة استعادتها لنموها مع زيادة في معدل نمو جذورها وأجزائها الهوائية .

ب - تكتسب الأوراق لوناً أخضر داكناً ، وتكون أصغر من مثيلاتها غير المؤقلمة التي من نفس العمر .

ج - يظهر لون أحمر وردي على النبات ، وخاصة على السيقان وأعناق الأوراق وعروقها .

٢ - تغيرات تشريحية :

تحدث زيادة في سمك طبقة الأديم Cuticle مع زيادة سمك الطبقة الشمعية على أوراق الكرنب وبعض النباتات الأخرى .

٣ - تغيرات فسيولوجية :

أ - زيادة نسبة الغرويات المحبة للماء hydrophyllic colloids في النبات .

ب - نقص نسبة الماء الحر في النبات ، وهو الماء القابل للتجمد .

ج - زيادة نسبة السكريات .

د - زيادة نسبة المادة الجافة :

أدت التقسية لفترة قصيرة (٣ أيام) إلى زيادة مخزون النباتات من المواد الكربوهيدراتية ، وكان هذا التأثير واضحاً - فقط - فى النباتات السهلة الشتل . وبزيادة مدة الأقلمة لعدة دورات (٦ ، ٩ ، أو ١٢ يوماً . . . إلخ) حدث نقص فى مخزون المواد الكربوهيدراتية وفى فاعلية عملية الأقلمة ذاتها .

هـ - نقص معدل النتح من وحدة المساحة من الورقة ؛ ولذلك علاقة بفشل الثغور فى الانفتاح حتى بعد انتهاء حالة الشد الرطوبى .

وقد تبين أن نقص معدل النتح فى النباتات المؤقلمة بتعريضها لشد رطوبى ، وفشل ثغورها فى الانفتاح حتى بعد انتهاء حالة الشد الرطوبى له علاقة بالارتفاع الكبير الذى يحدث فى مستوى حامض الأبسيسيك بالشتلات أثناء تعريضها لمعاملة الأقلمة ، والذى لا يعود إلى حالته الطبيعية إلا ببطء شديد بعد انتهاء عملية الأقلمة .

و - نقص معدل البناء الضوئى :

يقل معدل البناء الضوئى أثناء عملية الأقلمة ، ولكن زيادة مقاومة الثغور - نتيجة للأقلمة - يكون أكثر تأثيراً على النتح منه على البناء الضوئى ؛ ذلك لأن معامل انتشار بخار الماء فى الهواء أقل من معامل انتشار غاز ثانى أكسيد الكربون . كما أن المقاومة الرئيسية لحصول النبات على ثانى أكسيد الكربون لا تكون عند الثغور وإنما فى الغشاء المائى المحيط بالخلايا فى داخل النبات . وكما فى حالة النمو . . فإن النباتات المؤقلمة تبدأ استعادة نشاطها فى البناء الضوئى أبكر - بعد الشتل - من النباتات غير المؤقلمة (عن McKee ١٩٨١) .

ز - زيادة مقدرة نباتات الموسم البارد على تحمل درجات الحرارة المنخفضة التى تقل عن درجة التجمد ؛ فنباتات الكرب المؤقلمة تتجمد على حرارة - ٥,٦ °م ، بالمقارنة بدرجة - ٢,١ °م التى تتجمد عليها النباتات غير المؤقلمة . أما نباتات الموسم الدافئ - كالطماطم - فلا تزداد مقدرتها على تحمل البرودة .

هذا . . ولا يدوم تأثير الأقلمة بعد الشتل أكثر من المدة التى استغرقتها عملية

الأقلمة ، كما تحدث التغيرات أثناء الأقلمة ، وتعود النباتات إلى حالتها الطبيعية بعد الشتل بصورة تدريجية .

ويتضح من أبحاث Rosa (١٩٢١) أن معظم التغيرات التي تحدث نتيجة الأقلمة فى الكرب (وهى الزيادة فى نسبة المادة الجافة ، والنقص فى نسبة الرطوبة ، والنقص فى نسبة الماء القابل للتجمد فى حرارة - ٥م) تحدث بعد يومين من الأقلمة فى المراقد الباردة ، ويتبع ذلك تغير أقل عند زيادة الأقلمة إلى ٤ أيام ، ثم تغيرات قليلة جدا عند زيادتها إلى ٦ أيام أو أكثر . أى إن إجراء الأقلمة لمدة أسبوع يكون كافياً ويفى بالغرض .

وقد تؤدي زيادة الأقلمة على الفترة الكافية إلى نتائج عكسية ؛ حيث قد ينخفض المحصول المبكر ، ولكن هذا التأثير لا يظهر إلا عند زيادة الأقلمة عما ينبغى لها ، ويتناسب النقص فى المحصول المبكر مع شدة الأقلمة .

علاقة التغيرات التى تحدث أثناء الأقلمة بقدرة النباتات على تحمل عملية الشتل

يعد نقص معدل النمو وصغر حجم الأوراق وحجم النبات وزيادة الطبقة الشمعية على الأوراق فى النباتات المؤقلمة من أهم التغيرات التى تؤدي إلى نقص معدل النتج فى النباتات المؤقلمة ، عنه فى النباتات غير المؤقلمة ، ويساعد ذلك على تحمل النباتات لعملية الشتل؛ نظراً لأن مقدرتها على امتصاص الرطوبة الأرضية تكون منخفضة بعد الشتل بقليل ، كما أن تراكم المواد الكربوهيدراتية - خاصة السكريات - فى النبات يجعلها أكثر مقدرة على تحمل عملية الشتل؛ نظراً لأن هذه المواد تستخدم فى تكوين الجذور الجديدة التى يحتاج إليها النبات بعد الشتل .

أما بالنسبة لزيادة مقدرة نباتات الموسم البارد على تحمل الصقيع ، فإنها ترجع إلى نقص نسبة الماء الحر القابل للتجمد ، وزيادة نسبة الغرويات المحبة للماء عند الأقلمة ، كما أن النباتات المؤقلمة تكون أكثر مقاومة لكل من البلازما Plasmolysis ، وسرعة العودة إلى الحالة الطبيعية deplasmolysis ؛ الأمر الذى يجعل بروتوبلازم خلاياها أقل تعرضاً للضرر الذى يحدث - عادة - عند الصقيع .

كما أن زيادة سمك الطبقة الشمعية على أوراق الكرب ذات أهمية فى حمايتها من أضرار الصقيع . فقد وجد أن النباتات التى يتكون بها طبقة شمعية أشد سمكاً على

أسطح أوراقها تكون هي الأكثر مقاومة لتكوين بلورات ثلجية في أنسجتها ، وهي التي تحدث بها ظاهرة تحت التبريد under cooling ، وهي ظاهرة هامة تلعب دوراً كبيراً في تحمل النباتات لأضرار الحرارة المنخفضة (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

ويتضح كذلك من أبحاث Rosa (١٩٢١) على الكرب أن النباتات المؤقلمة - سواء بالتعرض لدرجات الحرارة المنخفضة ، أم بتقليل الرطوبة الأرضية - تظل أكثر مقدرة على تحمل درجات الحرارة المنخفضة ؛ نظراً لأن نسبة الماء القابل للتجمد فيها تكون أقل مما هي في النباتات غير المؤقلمة .

وقد سبقت الإشارة إلى زيادة مستوى حامض الأبسيسيك في النباتات المؤقلمة ؛ الأمر الذي يؤدي إلى إغلاق الثغور ، ونقص معدل التنح منها .

رش الشتلات بالمحاليل السكرية كبديل للأقلمة

يمكن لأوراق وسيقان نباتات الطماطم أن تمتص السكر من خلال أنسجة البشرة السليمة إذا رشت النباتات بمحلول مخفف من السكر . وقد أوضحت دراسات Smith & Zink (١٩٥١) أن نباتات الطماطم المؤقلمة جزئياً أو غير المؤقلمة كانت قادرة على امتصاص وتخزين واستعمال السكر عند رش الأوراق بمحلول مائي من السكر ، كما كانت النباتات المعاملة بهذه الطريقة أكثر قدرة على تحمل صدمة الشتل ، وأكثر مقدرة على تحمل الظروف التي تزيد من استهلاك المواد الكربوهيدراتية (كتخزين الشتلات مدة ٥٠ ساعة في الظلام ، أو تعريضها لدرجات حرارة مرتفعة) . أما النباتات المؤقلمة جيداً ، فلم يكن للرش بالسكر تأثير عليها .

كما أوضحت دراسات Levitt (١٩٥٩) أن رش نباتات الكرب بالسكريات السداسية والخماسية أدى إلى زيادة أقلمة النباتات وتحملها للصقيع ، ولكن بدرجة أقل مما يحدث في حالة أقلمة النباتات بتعرضها لدرجة حرارة منخفضة . هذا . . . برغم أن الزيادة في الضغط الآسموزي كانت في حالة الرش بالسكريات السداسية أكبر منها بالأقلمة العادية ؛ وعليه . . . فإن الزيادة التي تحدث في السكريات في النباتات المؤقلمة

لا تشكل سوى جزء من التغيرات التي تحدث نتيجة الأقلمة . هذا . وقد كانت معاملات الرش بكل من الدكستروز ، أو الفراكتوز ، أو الرايبوز بتركيز ٥,٠ مولار . يتضح مما تقدم أنه ينصح برش الشتلات بمحلول السكر عندما لا تكون النباتات مؤقلمة جيداً ، أو عند الرغبة في شحنها لمسافات بعيدة ، أو عندما يكون الشتل في الجو الحار .

تقدمات فى عملية تقسية الشتلات ووقف استطالتها

تعد عملية استطالة الشتلات نوعاً من الأقلمة التي تجرى بهدف إبطاء النمو الطولى للشتلة ، وإحداث زيادة فى النمو الجذرى ، وسمك الساق ، وحجم الأوراق المتكونة ، وزيادة محتوى النباتات من المادة الجافة بهدف زيادة قدرتها على تحمل الشتل .

ويعتبر وقف نمو الشتلات ضرورياً فى الحالات التى يتأخر فيها إعداد الحقل للزراعة ، أو عندما لا تكون الظروف البيئية مناسبة للشتل ، كما تزداد الحاجة إلى وقف نمو الشتلات فى الجو الحار الرطب ، وفى الزراعات الكثيفة ، وبدونها تصبح الشتلات رقيقة ورفيعة وطويلة ، ولا تتحمل الشحن (عند الإنتاج التجارى للشتلات بغرض البيع للغير) ، أو الشتل .

ومع إمكانية الحد من نمو الشتلات بوقف الرى ، أو بتقطيع الجذور على أحد جانبي النباتات بإمرار آلة حادة فى التربة - كما أسلفنا - إلا أنه غالباً ما يصاحب تلك المعاملات تقزم للنباتات ، وعدم استعادتها لنموها النشط سريعاً بعد الشتل .

وقد لجأ الباحثون فى البداية إلى استعمال منظمات النمو فى الحد من نمو الشتلات طولياً ، ولكن - مع زيادة الوعى بأضرار بعض منظمات النمو على صحة الإنسان - اتجه الباحثون إلى الطرق الفيزيائية للحد من نمو الشتلات .

المعاملة بمنظمات النمو

استخدمت مثبطات النمو النباتية على نطاق تجارى واسع؛ بهدف منع استطالة الشتلات والحد من نموها ، وكان الآلار Alar (الـ B995 ، أو B-nine ، أو الـ daminozide ، أو الـ SADH) أكثرها استعمالاً ؛ لأنه يؤدى إلى تقصير

السلاميات وزيادة سمك السيقان . ويكفى الرش به مرة واحدة أو مرتين بمعدل ٢,٢٥ كجم لكل ٤٠٠ لتر ماء للمشاتل الحقلية . أما المشاتل المحمية . . فيكفيها الرش بمعدل ١,٢٥ كجم لكل ٤٠٠ لتر ماء . ويكفى ١٠٠ - ٢٠٠ لتر ماء من محلول الرش لكل فدان من المشتل ، مع تغطية الشتلات جيداً بالمحلول . تعطى الرشوة الأولى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى إلى الرابعة ، ثم تعطى الرشوة الثانية بعد أسبوعين من الأولى .

وبالرغم من أن هذه المعاملة تفيد فى زيادة قدرة الشتلات على تحمل الشحن والشتل ، وزيادة تركيز الإزهار والإثمار (نشرة Uniroyal Chemical) . إلا أنه لم يعد يوصى بها ، وتوقف استعمال الآلار لهذا الغرض ، بعد أن تبين أنه من المركبات التى تساعد على الإصابة بالسرطان .

كذلك أدت المعاملة فى مشاتل الطماطم بأى من منظمى النمو : الإثيفون Ethephon ، والكلورمكوات Chlormequat إلى تثبيط نمو الشتلات ، وخفض معدل النتج ، وتأخير عقد الثمار بنحو ١٠ أيام دون التأثير على المحصول الكلى . وبالمقارنة . . فقد أدى تقليم الشتلات إلى تأخير عقد الثمار بنحو ٢٠ يوماً (Pisarczy & Splittstoesser ١٩٧٩) . ويذكر أن معاملة شتلات القنبيط بالكلورمكوات أدت إلى زيادة نسبة نجاح الشتل ، وتبكير النضج ، وزيادة تجانسه (عن McKee ١٩٨١) . ويُذكر أن رش نباتات الطماطم والفلفل بالإثيفون أدى إلى سرعة نمو الجذور بعد الشتل ، وسرعة التغلب على صدمة الشتل (عن Wittwer ١٩٨٣) . كذلك وُجد أن رش البادرات بحامض الأبسيسك قبل الشتل مباشرة يؤدي إلى تقليل صدمة الشتل وزيادة المحصول (عن Yamazaki وآخرين ١٩٩٥) .

المعاملات الفيزيائية

إن تعريض النباتات وهى فى المشتل لظروف قاسية ميكانيكية Mechanical Stress يساعد فى التغلب على مشكلة الشتلات الطويلة الرهيفة .

ويمكن تلخيص الوسائل الفيزيائية التى اتبعها الباحثون بهدف التحكم فى نمو الشتلات ، فيما يلى:

- ١ - تعريض البادرات لشدّ رطوبى ، وقد سبقت مناقشة ذلك .
- ٢ - خفض معدلات التسميد كما أسلفنا بيانه .
- ٣ - ملائمة النموات الخضرية - برفق - brushing بأجسام صلبة .
- ٤ - هزّ أواني الشتلات دورانيا أو بطريقة ترددية .
- ٥ - حك البادرات .
- ٦ - تعريض البادرات لتيار من الهواء السريع .
- ٧ - رش النباتات بالماء .
- ٨ - المحافظة على حرارة منخفضة ليلا .
- ٩ - تعريض النباتات لإضاءة ذات نسبة عالية من الأشعة الحمراء إلى الأشعة تحت الحمراء .
- ١٠ - إعاقة نمو البادرات بوضع شريحة من الأكريلك Plexiglas الشفاف فوقها دون أن تحمل عليها (عن Samimy ١٩٩٣) .
- ونُلقَى - فيما يلى - الضوء على اتجاهات الباحثين فى تناولهم لتلك المعاملات .

الاهتزاز والتعرض لتيار من الهواء

لاحظ الباحثون أن النباتات التى تتعرض لدفع الرياح غالباً ما تكون سيقانها وأوراقها أصغر حجماً ، وأقل فى وزنها الجاف والرطب من النباتات التى لا تكون عرضة للرياح . وقد عزى ذلك إلى ما تحدثه الرياح من زيادة فى معدلات التنفس والنتح ، ونقص فى معدل البناء الضوئى والمحتوى المائى للنبات .

وقد دُرِس التأثير الميكانيكى للرياح بعدة وسائل عُرِضَتْ فيها النباتات لتيارات هوائية ، أو لاهتزازات ، أو للرش بالماء ، أو للحلك عليها . ووجد أن الاهتزازات الدورانية gyratory shaking للنباتات تُحدث فى النباتات تأثيرات مماثلة للتأثيرات التى تحدثها الرياح . فمثلاً . . كانت نباتات الطماطم التى عُرِضَتْ لمعاملة الاهتزاز الدورانى بمعدل ٢٨٢ دورة فى الدقيقة لمدة ٣٠ ثانية يومياً . . كانت أقل نمواً من غير المعاملة .

وتبعاً لـ Heuchert & Mitchell (١٩٨٣) فإن تعريض بادرات الطماطم للاهتزاز الدوراني - بمعدل ١٧٥ دورة في الدقيقة لمدة خمس دقائق يومياً خلال فصل الشتاء - أدى إلى نقص المساحة الورقية ، وطول الساق ، والمحتوى المائي للنبات ، والوزن الجاف لكل من السيقان والأوراق ، ولكن هذه المعاملة كانت غير فعالة عندما أجريت صيفاً . وكان تعريض النباتات للاهتزاز الدوراني لمدة ٥ - ٢٠ دقيقة مرتين أو ثلاث مرات يومياً أكثر فاعلية صيفاً وشتاءً .

كما وجد Heuchert وآخرون (١٩٨٣) أن معاملة الاهتزاز الدوراني لشتلات الطماطم النامية في ظروف إضاءة ضعيفة أدت إلى إبطاء النمو القمي والإبطى لسيقان النباتات ، ونقص استطالة أعناق الأوراق ، بينما أدت إلى زيادة متانة أنسجتها ، ومرونتها ، وقللت من قابليتها للتمزق مقارنةً بالنباتات التي لم تُعطَ هذه المعاملة . كما أحدثت المعاملة زيادة في نسبة السيليلوز في ألياف السيقان .

حك البادرات أو ملاستها بأجسام صلبة

تستجيب البادرات لمعاملات حكها أو ملاستها بأجسام صلبة - وكذلك تعريضها للاهتزاز - إلى إحداث ما يعرف باسم thigmotropic response ، الذي يؤدي إلى تقليل استطالة السلاسل من خلال تمثيل الإيثيلين (عن Erwin & Heins ١٩٩٥) .

نذكر في هذا الشأن دراسات Latimer & Thomas (١٩٩١) التي أجريت في مشتل تجارى ، والتي قام فيها الباحثان بتعريض نباتات طماطم صنف Sunny وهي في عمر أسبوعين (أى في مرحلة امتداد الفلقات) لأنبوبة من البولي فينيل كلورايد (PVC) تمر فوقها وملاسة لها برفق (Brushing) لمدة خمسة أسابيع بمعدل ٥٠ مرة يومياً ازدادت تدريجياً لتصل إلى ٧٠ مرة يومياً خلال الأسبوعين الرابع والخامس من عمر الشتلات . أدت هذه المعاملة إلى نقص نمو النباتات وتحسين مظهرها؛ فقد انخفض معدل نمو الساق بنسبة ٣٧٪ ، والأوراق بنسبة ٣١٪ مقارنة بمعاملة الشاهد ، وكانت النباتات ذات لون أخضر أكثر قتامة وأكثر قدرة على تحمل عمليات التداول من النباتات غير المعاملة .

وفى دراسة أخرى قام Latimer وآخرون (١٩٩١) بتعريض بادرات الخيار من عدة

إصناف لعمود معلق (معاملة الـ brushing) لمدة ١,٥ دقيقة مرتين يوميا لمدة ١٢ يوما ؛ حيث أدت هذه المعاملة إلى نقص نمو النباتات وزيادة وزنها الجاف ، كما أدت إلى نقص عدد الأزهار المؤنثة والثمار المتكونة على الفروع الجانبية التي نمت من الأجزاء التي تعرضت للمعاملة من الساق الرئيسية ، إلا أن ذلك لم يؤثر على المحصول الكلي إلا في صنف واحد من أربعة أصناف .

كما وجد Tanaka (١٩٩١) في اليابان أن تعريض بادرات الطماطم الكثيفة الزراعة للاحتكاك بقماش ثقيل عمودي عليها (مثل ستارة ثقيلة متحركة) أدى إلى نقص نسبة طول النباتات إلى وزنها الجاف ، وخاصة عندما كانت كثافة المشتل ١٠٠٠ نبات بالمتر المربع ، (مقارنة بكثافة ١٥٠٠ أو ٤٠٠ نبات بالمتر المربع) . وقد أدت المعاملة إلى إنتاج نباتات لا يزيد طولها على ٢٥ سم ، مع زيادة نسبة الشتلات التي تراوح طولها بين ١٥ و ٢٥ سم ، مقارنة بمعاملة الشاهد التي أنتجت شتلات تراوح طولها بين ٥ و ٤٠ سم .

وفي دراسة أجريت على الخس والقنبيط وجد Pontinen & Voipio (١٩٩٢) أن تعريض البادرات لشد ميكانيكي - بتعريضها للاحتكاك برفق بورق ثقيل لمدة ١,٥ دقيقة يوميا ، أو بـ «الخيش» لمدة خمس دقائق يوميا (معاملات brushing) - كان أفضل من تعريضها لمراوح هوائية من اتجاه واحد ، أو للاهتزاز لمدة خمس دقائق يوميا ؛ حيث أدت معاملات الـ brushing إلى نقص طول النبات وطول وعرض الورقة الأولى في المحصولين ، كذلك أدت هذه المعاملات في القنبيط إلى نقص الوزن الطازج للنباتات وزيادة وزنها الجاف .

وقد قارن Latimer & Beverly (١٩٩٤) تأثير ملاسة بادرات الخيار والكوسة والبطيخ - برفق - بقائم خشبي (شد ميكانيكي) ، أو تعريضها لشد رطوبي على نموها . أجريت معاملة الشد الميكانيكي بترتيب وضع أحواض الشتلة على ألواح خشبية بحيث تتلامس الـ ٥ - ١٠ سم العليا من نمواتها الخضرية مع عمود خشبي يمر فوقها ٤٠ مرة - خلال فترة دقيقة ونصف - مرتين يوميا . أما معاملة الشد الرطوبي فقد أجريت بمنع الري ، إلى أن تظهر أعراض الذبول بوضوح على النباتات لمدة ساعتين يوميا ، واستمرت هذه المعاملات إلى حين الشتل .

أدت معاملة الشد الميكانيكى إلى نقص نمو بادرات الخيار والكوسة ، بينما أدت معاملة الشد الرطوبى إلى نقص نمو جميع الأنواع المعاملة . وقد أدت المعاملتان إلى التحكم فى النمو النباتى دون أن يكون لها تأثيرات سلبية على النباتات الكبيرة بعد ذلك .

وفى دراسة أخرى قام Latimer & Oetting (١٩٩٤) بمعاملة بادرات الطماطم ، والباذنجان ، والبطيخ بالـ brushing ؛ وذلك بتمرير قائم خشبى بحيث يلامس النباتات فى ثلثها العلوى فقط ٤٠ مرة ، مع تكرار المعاملة مرتين يومياً ابتداء من بعد نحو ١٠ - ١٤ يوماً من الزراعة ، أو بتعريضها للعطش بحيث تظهر أعراض ذبول واضحة على النباتات لمدة ساعتين يومياً ، وبعد انتهاء المعاملات بأسبوع قاما بعدوى النباتات إما بالترس *Frankliniella occidentalis* ، وإما بالمن *Myzus persicae* فى محاولة لدراسة تأثير هاتين المعاملتين على الإصابة الحشرية .

وقد وجد الباحثان أن كلتا المعاملتين - الـ brushing والشد الرطوبى - أحدثتا نقصاً فى طول النباتات وفى الوزن الجاف لجميع المحاصيل . كما أدت معاملة الـ brushing إلى نقص أعداد الترس فى جميع المحاصيل وأعداد المن فى الطماطم . هذا بينما لم يؤثر الشد الرطوبى على أعداد المن ، ولم يكن تأثيره منتظماً على أعداد الترس .

هذا . . . إلا أن معاملة ملامسة البادرات - برفق - بأجسام صلبة (معاملة الـ brushing) ليست مجدية مع كل النباتات ؛ ففى الفلفل . . . أحدثت معاملة الـ brushing ٨٠ مرة يومياً زيادة كبيرة جداً فى نسبة الشتلات التى ظهرت عليها أضرار ميكانيكية ؛ حيث تراوحت بين ٤٨٪ و ٩٣٪ . وبرغم أن تخفيض عدد الاحتكاكات إلى ٤٠ مرة يومياً صاحبه نقص فى معدل الأضرار الميكانيكية التى لحقت بالبادرات ، إلا أن النقص فى معدل نموها - حيثئذ - لم يكن ذا قيمة فى تحسين صلاحية الشتلات للشتل (Latimer ١٩٩٤) .

ومن معاملات الشد الميكانيكى الأخرى ما وجده Samimy (١٩٩٣) من أن إعاقه نمو بادرات الطماطم بوضع شريحة شفافة من الأكريلك Plexiglas فى طريق نموها ١٥ ساعة ليلاً لمدة ١٢ يوماً ، (انتهت المعاملة عندما كانت النباتات بعمر شهر ، وكانت الشريحة محملة على قوائم ، وليس على النباتات) . . أدت هذه المعاملة إلى نقص نمو البادرات بنسبة ٢١٪ وزيادة سمك الساق بنسبة ٢٠٪ مقارنة بمعاملة الشاهد .

وبعد انتهاء معاملة إعاقه النمو بنحو شهر ونصف الشهر كانت النباتات المعاملة مازالت أقصر بنسبة ١٨٪ ، وأسمك بنسبة ٩٪ عن النباتات غير المعاملة .

ومن أهم عيوب معاملات حك البادرات أو ملاستها بأجسام صلبة - بهدف تقليل معدل استطالتها - احتياج هذه الطريقة إلى أيدٍ عاملة كثيرة ، بالإضافة إلى ما تحدثه من أضرارٍ للنباتات .

ازدهاد الفرق بين درجتي حرارة الليل والنهار

يفيد تعريض البادرات لحرارة منخفضة نهاراً مع حرارة مرتفعة ليلاً في إنتاج نباتات مندمجة وأكثر قدرة على تحمل الشتل . كما وُجد أن تعريض بادرات الطماطم والخيار لحرارة منخفضة وقت شروق الشمس أدى إلى وقف استطالتها .

وقد وجد Grimstad (١٩٩٥) أن تعريض بادرات الخيار لحرارة منخفضة في نهاية الليل كان أفضل من تعريضها للحرارة المنخفضة في بداية الفترة الضوئية ؛ حيث أنقصت طول النباتات بمقدار ٢٤٪ مقارنة بمعاملة الشاهد . ولكن الطماطم كانت أكثر استجابة لمعاملة التعريض للحرارة المنخفضة في بداية الفترة الضوئية ؛ حيث أدت إلى نقص طول النباتات بمقدار ٢٨٪ مقارنة بالكنترول . ولم يكن لهذه المعاملات أية تأثيرات على المحصول المبكر أو نوعية الثمار في كلٍّ من الخيار والطماطم .

كما تبين أن التطور المورفولوجي في عديد من الأنواع النباتية يرتبط - بدرجة عالية - بالفرق بين درجتي الليل والنهار في حدود المجال الحراري ١٠ - ٢٦°م . ويعرف هذا التأثير للتباين بين حرارتي الليل والنهار على التطور المورفولوجي للنباتات باسم Thermomorphogenesis . (من الأصول اليونانية: therme بمعنى حرارة ، و morphos بمعنى النوعية أو الطراز form ، و gignesthai بمعنى ولادة to be born) .

ويستفاد من هذه المعاملة في إبطاء استطالة النباتات في كل من المشاتل ، ومزارع الأنسجة ، وحجرات النمو (عن Erwin & Heins ١٩٩٥) .

التحكم في طول الفترة الضوئية والموجات الضوئية

أدت المعاملة بالضوء الأحمر ، أو زيادة الفترة الضوئية بلمبات فلورسنتية (نيون) -

فى نهاية النهار - إلى نقص نمو البادرات فى المشاتل ، ولكن اختلفت الأنواع المحصولية فى شدة تأثرها بأطوال الموجات الضوئية ، حيث كان تأثر الفلفل - مثلاً - بدرجة أكبر من تأثر الطماطم .

وقد درس Graham & Decoteau (١٩٩٥) تأثير زيادة شدة الإضاءة فى نهاية النهار باستعمال لمبات فلورستية لمدة ساعة - فى المشتل - على نمو بادرات الفلفل ، والنمو الخضرى والثمارى للنباتات بعد الشتل ، ووجدوا أن النباتات المعاملة كانت أقصر وذات أوراق أصغر من نباتات الشاهد . كما أدت المعاملة إلى نقص النمو الخضرى فى الحقل فى مرحلة بداية الإثمار ، ولكنها لم تؤثر على المحصول الكلى .

تقليم الشتلات

يتم - أحياناً - التحكم فى حجم الشتلات بإزالة أجزاء من الجذر ، أو من الساق ، أو من كليهما ، إما أثناء إنتاج النباتات ، وإما قبل شتلها مباشرة . وتعرف هذه العملية بـ « التقليم pruning » .

وتجرى عملية التقليم بإحدى ثلاث طرق كما يلى :

١ - إزالة قمة النباتات Topping :

يتضمن ذلك إزالة البرعم الطرفى ، وبعض البراعم الإبطية ، والأوراق الطرفية ، ولا تجرى هذه العملية إلا على شتلات الطماطم والفلفل . وتؤدى المعاملة التى تجرى أثناء نمو البادرات فى المشتل إلى إنتاج نباتات قصيرة قوية وأكثر تجانساً وأكثر صلاحية للحصاد الآلى . كما أنها تسمح بتأخير شتل النباتات إن لم تكن الظروف مواتية للشتل .

ويتبين من نتائج الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن أن إزالة قمة نباتات الطماطم قبل شتلها بأسبوعين لم يؤثر على نسبة نجاح الشتل أو محصول الثمار ، ولكنها أدت إلى نقص المحصول المبكر . ولكن إذا تأخر الشتل كثيراً فإن إزالة قمة النباتات تؤدى إلى زيادة المحصول المبكر كذلك . وقد أدت إزالة قمة النباتات قبل الشتل بيومين إلى نقص المحصول بنسبة ٣٣٪ ، ولذا . . يجب أن يمر وقت كافٍ بين إزالة القمة

النباتية والشتل للسماح بالتثام الجروح وبدء تكوين غموات جديدة . وقد حصل على نتائج مماثلة في الفلفل (عن McKee ١٩٨١) .

وقد قام Kraus (١٩٤٢) بتقليم جزء من المجموع الخضرى لشتلات كل من : الخس ، والقنبيط ، والكرفس ، والفلفل ، والبصل ، وتوصل إلى النتائج الآتية :
أ - لم تحدث أية زيادة في نسبة نجاح النباتات في عملية الشتل نتيجة لتقليم الشتلات

ب - أدى التقليم الجائر إلى تأخير تكوين الرؤوس في الخس ، وإلى تقليل المحصول المبكر في القنبيط ، ولم يتأثر المحصول في باقى الخضروات التى دُرست .
ج - كان فقد الماء بالنتج من النبات أكثر - في النباتات غير المقلمة - منه في النباتات المقلمة ، وكان ذلك راجعاً إلى الأسباب الآتية :

- (١) كان النمو الخضرى أكبر في النباتات غير المقلمة .
- (٢) كان لدى النباتات غير المقلمة مخزون أكبر من المواد الكربوهيدراتية بالأوراق ؛ ساعد النبات على تكوين جذور جديدة بسرعة بعد الشتل ؛ مما زاد من مقدرة النبات على امتصاص الماء ؛ ومن ثم أدى إلى زيادة النتج . كما كانت النباتات غير المقلمة أكثر قدرة على تمثيل المواد الغذائية اللازمة لنمو الجذور .
- ويتبين من ذلك أن تقليم الشتلات بإزالة قممها النامية يضر بالنباتات ، ولا يوصى به .

كما وجد أيضاً أن تقليم جذور وأوراق البصل أدى إلى نقص كبير في المحصول . وبالنسبة للطماطم . . فإن عملية التقليم تضر أيضاً بكل من المحصول المبكر والمحصول الكلى . وبرغم أن إزالة القمة النامية وجزءاً من الساق يؤديان إلى تشجيع نمو الأفرع الجانبية مبكراً ، إلا أنه ثبت بالدراسة أن إجراء هذه العملية في وقت مبكر - والنباتات في عمر ٦ أسابيع - لا ينتج عنها أى تأثير جوهري على المحصول الكلى أو المحصول المبكر ، وأن إجراءها في وقت متأخر - والنباتات في عمر ٧ - ٨ أسابيع - يحدث نقصاً جوهرياً في كل من المحصول المبكر والمحصول الكلى .

وقد يساعد تقليص النباتات الكبيرة الطويلة الرفيعة leggy على تسهيل عملية الشتل - خاصة في حالة الشتل الآلي - كما يساعد على تجنب الأضرار التي تحدث للنباتات بفعل هزّ الرياح لها ، لكن هذه العملية لا ينصح باتباعها أيضاً إلا إذا كانت النباتات زائدة الطول ورفيعة بشكل ملحوظ ؛ لأن الجزء المزال من النبات يحتوى على مخزون هام من المواد الكربوهيدراتية يكون النبات فى أمس الحاجة إليه بعد الشتل ؛ لتكوين جذور جديدة بسرعة ، خاصة عندما لا تكون النباتات قد سبق تفريدها ؛ وبالتالي لم تكون مجموعاً جذرياً كثيفاً متفرعاً .

٢ - التشذيب Trimming :

يعنى بذلك إزالة أجزاء من الأوراق العليا للنبات ، مع ترك البراعم دون الإضرار بها . ويستدل - من الدراسات التي أجريت فى هذا الشأن - على أن عملية التشذيب تؤدي إلى نقص المحصول المبكر والكللى ، أو أنها تكون عديمة التأثير ولا فائدة منها ، كما أنها لا تؤثر على نسبة نجاح الشتل . كذلك أدى تشذيب أو تقليص الجذور إلى زيادة صدمة الشتل وتأخير النضج ، ولكن تشذيب الأوراق كان أكثر تأثيراً على المحصول من تشذيب الجذور .

٣ - التوريق الجزئى Partial Defoliation :

يقصد بهذه العملية إزالة أوراق كاملة دون الإضرار بالبرعم الطرفى أو بالبراعم الإبطية . وهى تجرى - أحيانا - وقت الشتل ؛ بهدف زيادة نسبة نجاح الشتل ، وخاصة فى الجو الجاف ؛ حيث تؤدي إلى نقص كمية الماء المفقودة بالتتحق مقارنة بالنباتات غير المورقة . وقد تفيد عملية التوريق فى تسهيل إجراء عملية الشتل ، ولكن إجرائها لتحقيق هذا الهدف وحده لا يكون اقتصادياً ؛ لأنها تؤدي - كذلك - إلى نقص المحصول (عن McKee ١٩٨١) .

مواصفات الشتلة الجيدة

تكون الشتلة جيدة عندما تصل إلى الحجم المناسب ، ويتوقف ذلك على المحصول . وعموماً . يجب أن يكون النمو الجذرى جيداً ومتشعباً ، وأن يتراوح طول النمو الخضري بين ١٠ و ١٥ سم ، وألا تكون ساق البادرة عصيرية أو

متخشبة ، بل وسطاً بين ذلك . ويفضل أن تكون الأوراق جيدة النمو وذات لونٍ أخضر داكن ، بالإضافة إلى ضرورة خلو الشتلة من الآفات .

وقد تؤدي عملية الأقلمة إلى اصفرار الأوراق السفلى بالشتلة . وقد تتلون عروق الورقة أو ساق الشتلة بلون أخضر مشوب بالأحمر أو البنفسجي ، لكن هذه الأعراض سريعاً ما تزول ، وتستعيد النباتات نموها الطبيعي عقب الشتل .

وتتوقف الفترة اللازمة لوصول النبات إلى الحجم المناسب للشتل على المحصول ودرجة الحرارة السائدة ، فتطول فترة بقاء النبات في المشتل في الجود البارد ، وتقل في الجو الحار ، وتتراوح عموماً بين:

٤ و ٦ أسابيع في الصليبيات .

٦ و ٨ أسابيع في الباذنجانيات الثمرية .

٨ و ١٢ أسبوعاً في الكرفس والبصل .

٤٠ و ٤٥ أسبوعاً في الهليون .

مواصفات الشتلات التي لا يجوز استعمالها

عندما تكون الشتلة طويلة ورهيفة وضعيفة ، أو متقزمة ، أو متخشبة ، أو ذات نمو جذري ضعيف ، أو مصابة بالأمراض ؛ فإنه لا يجوز استخدامها في الزراعة ، لأن النتيجة المؤكدة لذلك هي ضعف المحصول ، وفشل الزراعة . وفيما يلي شرح للعوامل التي تؤدي إلى ظهور أي من الحالات السابقة الذكر ؛ حتى يمكن تجنبها أو معالجة الأمر إذا استدعى الحال استخدامها في الزراعة .

الشتلات الطويلة الرهيفة الضعيفة

تؤدي أي من العوامل الآتية - منفردة أو مجتمعة - إلى أن تصبح البادرات رهيفة (leggy) :

١ - تراحم البادرات في المشتل .

٢ - زيادة الرطوبة الأرضية لفترة طويلة .

٣ - عندما يميل الطقس إلى الحرارة المرتفعة مع زيادة الرطوبة الأرضية .

٤ - انخفاض شدة الإضاءة أو التظليل .

وبصفة عامة . فإن النباتات النامية فى الصوبات ، أو فى المراقد الباردة أو المدفأة (خاصة تلك التى تكون مزدحمة ، والتى تنمو فى جو مُلبَّد بالغيوم) تكون رهيقة وعصيرية ، وذات سلاميات طويلة بشكل غير طبيعى ، ويقل بها الكلوروفيل ، ويكون نموها الخضرى ذا لونٍ أخضر شاحب مصفر ، ويسود فيها تكوين الأنسجة البارنشيمية ، ويقل تكوين الجدر الخلوية الملجننة أو المسورة .

كما يكثر فى مثل هذه الظروف مرض الذبول الطرى ؛ حيث تهاجم الفطريات المسببة له أنسجة النباتات الضعيفة - بسهولة - بالقرب من مستوى سطح التربة .

ولا تصلح هذه الشتلات للشتل ، وغالباً ما تموت ؛ نظراً لنقص محتواها من الغذاء المخزن الذى يحتاج إليه النبات عقب الشتل لتكوين الجذور الجديدة . وتفيد عملية الأكلمة فى تحسين وضع مثل هذه النباتات إلى حد ما (Walker ١٩٦٩ ، Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

الشتلات المتقزمة

يجب استبعاد الشتلات المتقزمة النمو عند الشتل . وقد يرجع التقزم إلى أحد العوامل التالية :

١ - انخفاض درجة الحرارة ، وفى هذه الحالة يكون النمو الجذرى طبيعياً ، ويظهر لون أخضر مشوب بالحمرة ، أو بنفسجى بعروق الأوراق ، وعلى قاعدة ساق النبات .

٢ - الإصابة بالأمراض ، سواء بالجذور (أعفان الجذور) ، أم بقاعدة الساق (عفن الرقبة) ، أم بالنمو الخضرى .

٣ - زيادة تركيز الأملاح :

وفى هذه الحالة تتحلل بعض الأنسجة الورقية وتتلون بلونٍ أسود . وقد ترجع زيادة تركيز الأملاح إلى تعقيم التربة فى درجة حرارة أعلى من ٧١°م ، أو إلى زيادة التسميد . وتجب - إن أمكن - إزالة الأملاح الزائدة بالغسيل الجيد لتربة المشتل .

٤ - نقص العناصر ، وأهمها في المشتل عنصر الآزوت والفوسفور . ويؤدي نقص الآزوت إلى تلون الأوراق - خاصة السفلية منها - بلون أصفر ، بينما يؤدي نقص الفوسفور إلى ظهور لون قرمزي بالأوراق ، خاصة على السطح السفلي وبالعروق والساق .

الشتلات المتخشبة

يرجع تخشب الشتلات إلى التمداد في عملية الأكلمة ، ويتوقف نمو هذه الشتلات لفترة أطول بعد الشتل . ويحتاج الأمر إلى تشجيع النباتات على النمو عقب الشتل بتسميدها بالمحاليل الباردة ، وهي محاليل مخففة لبعض الأسمدة تضاف إلى جانب جذور النباتات أثناء شتلها .

ضعف النمو الجذري

قد يرجع ضعف النمو الجذري للشتلات إلى :

- ١ - سوء التهوية ؛ بسبب زيادة الرطوبة الأرضية ، أو رداءة الصرف .
- ٢ - نقص مستوى التسميد .
- ٣ - زيادة ملوحة التربة .
- ٤ - انخفاض درجة الحرارة .
- ٥ - تخلف مواد سامة في تربة المشتل بعد التعقيم ، أو بعد مكافحة الحشائش بالمبيدات (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

الإصابة بالأمراض

يعتبر مرض الذبول الطري أو تساقط البادرات أهم أمراض المشاتل . فهذا المرض يقضى على النباتات وهي مازالت في طور البادرة ، وربما لا تموت بعض البادرات ، لكنها تظل مصابة بالفطر عند قاعدة الساق . وغالباً ما تتطور الإصابة في هذه النباتات بعد شتلها .

والعامل الرئيسي المسبب لانتشار مرض تساقط البادرات هو ارتفاع الرطوبة الأرضية في أرض المشتل بصفة دائمة ، خاصة عندما يصاحب ذلك ارتفاع في درجة الحرارة .

ويمكن أحياناً مشاهدة نمو أخضر طحلبى على سطح التربة فى المشاتل . ويعتبر ذلك دليلاً أكيداً على زيادة الرطوبة ، وضعف التهوية ، ويصاحبه فى الغالب ظهور مرض تساقط البادرات .

أما آفات الجذور - مثل : النيماتودا ، وفطريات الذبول - فهذه يجب تجنبها تماماً ؛ حتى لا تنتشر هذه الآفات من المشتل إلى الحقول بواسطة الشتلات المصابة .

تخزين وشحن الشتلات

إذا استدعى الأمر تأخير زراعة الشتلات لمدة يوم أو يومين بعد تلقيعها ، فمن المستحسن أن تحفظ جذورها فى بيت موس مبلل بالماء ، مع تركها فى مكان مظلل . وإن لم يتوفر البيت موس ، فإنه ينصح بلف الشتلة بالخيش ، وخاصة حول الجذور والسيقان ، وتركها فى مكان مظلل ، مع تنديتها بالماء باستمرار حتى لا تجف الجذور . ولكن قد يؤدي بقاء الشتلات على هذا الوضع - فترة طويلة - إلى استهلاك الغذاء المخزن فيها بالتنفس ، وفقدانها للكوروفيل ؛ وبالتالي ضعفها وصعوبة استعادتها نشاطها سريعاً بعد الشتل .

وإذا توفرت الإمكانيات ، فمن الممكن حفظ الشتلات بصورة جيدة لمدة ٣ - ٤ أيام فى حرارة ١٠ - ١٥°م . ويؤدي التخزين فى حرارة ٤°م إلى ضعف النباتات بعد الشتل . وتوضع جذور الشتلات أثناء التخزين فى بيت موس مبلل ، أو قد تبقى عارية فى أكياس بلاستيكية مثقبة . وفى كلتا الحالتين تُربط الشتلات فى حزم (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

وقد أوضحت دراسات Yamazaki وآخرين (١٩٩٥) إمكانية المحافظة على النوعية الجيدة لشتلات الخيار والفلفل - أثناء تخزينها على حرارة ١٥°م أو ٢٠°م وهى نامية فى الأصص - برشها قبل التخزين بحامض الأبسيسيك بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون . أدت هذه المعاملة إلى خفض معدل النتج ومنع استطالة السلاميات (وهو الأمر الذى حدث عند تخزين الشتلات - فى هذه الظروف - بدون معاملة بحامض الأبسيسيك) ، ومنع ذبول البادرات (وهو ما حدث عند التخزين على حرارة ٢٠°م بدون معاملة) .

وعند الرغبة فى نقل الشتلات لمسافات بعيدة - كما هى الحال عند بيع إنتاج المشاتل التجارية - فلا بد من وضعها فى صناديق خشبية ، أو بلاستيكية ، أو فى أقفاص من الجريد ، مع فرش أرضية العبوة وجوانبها بالقش المبلل ، ولف جذور كل حزمة من الشتلات بالقش المبلل ، أو إحاطتها بالبيت موس المبلل . وترص الحزم فى العبوة فى طبقات تفصل بينها طبقات من القش ، أو البيت موس المبلل ، ثم تغطى آخر طبقة بنفس الطريقة ، وتندى الصناديق بالماء على فترات . ويمكن بذلك حفظ الشتلات لمدة يومين .

زراعة الخضر فى الحقل الدائم

نتطرق فى هذا الفصل إلى دراسة عدد من العمليات الزراعية التى تتعلق بإعداد حقل الخضر للزراعة ، ثم طرق الزراعة المتبعة فى الحقل الدائم .

توفير الصرف المناسب لمزارع الخضر

أهمية الصرف

يعتبر تحسين الصرف خطوة أساسية لنجاح زراعة الخضروات ، وإن كان بعضها - مثل الكرّسون المائى - ينمو جيداً فى الأراضى ذات نسبة الرطوبة الأرضية العالية .

وترجع أهمية الاهتمام بالصرف إلى الأسباب التالية :

١ - يؤدى الصرف السيئ إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضى . وقد يؤدى ذلك إلى زيادة مؤقتة فى النمو ، لكن تلك الزيادة سرعان ما يعقبها نقص كبير فى المحصول ؛ نتيجة زيادة تركيز الأملاح ؛ وعليه . . فإن خفض منسوب الماء الأرضى يصبح ضرورة حتمية .

٢ - يزيد الصرف الجيد من تهوية التربة .

٣ - يسمح الصرف الجيد بالزراعة المبكرة فى الربيع ؛ لأن الحرارة النوعية specific heat للتربة الجافة = ٠,٢ ، أى إن الصرف الجيد يقلل من كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة التربة فى الربيع .

٤ - يساعد الصرف الجيد أيضاً - ولنفس السبب - على التبكير فى النضج ؛ حيث تكون التربة أدفأ من مثيلتها الرديئة الصرف . ويلاحظ ذلك فى الأراضى الرملية .

وتصنف الأراضي حسب حالة الصرف بها إلى أربعة أقسام حسب ما هو مبين في جدول (٤ - ١) .

جدول (٤ - ١) : تصنيف الأراضي حسب حالة الصرف .

التصنيف	بعد مستوى الماء الأرضي
جيد	الماء الأرضي على عمق أكثر من ٢١٠ سم ، ويجوز أن يرتفع حتى عمق ١٨٠ سم مدة ٣٠ يوماً في السنة .
مقبول	الماء الأرضي على عمق ١٨٠ سم ، ويجوز أن يرتفع حتى عمق ١٢٠ سم مدة ٣٠ يوماً في السنة .
ردئ	توجد بعض القلوبات على سطح التربة . الماء الأرضي على عمق ١٢٠ - ١٨٠ سم ، ويرتفع إلى عمق ٩٠ سم مدة ٣٠ يوماً في السنة .
سيئ	الماء الأرضي على عمق أقل من ١٢٠ سم ، ويرتفع . في هذه الحالات تكون المصارف الطبيعية والصناعية بعيدة جداً عن موقع الحقل بدرجة تجعل من الصعب الحصول على صرف جيد .

الأمور التي يجب مراعاتها في الأراضي السيئة الصرف

برغم أنه لا ينصح باستخدام الأراضي الرديئة والسيئة الصرف في زراعة الخضار ، إلا أن زراعتها قد تكون اقتصادية إذا توفرت عدة شروط خاصة بالرى هي كما يلي :

- ١ - يجب أن يكون الري خفيفاً ، وعلى فترات متقاربة .
- ٢ - يفضل الري بالرش حتى يمكن التحكم في كمية الماء وتوزيعها على سطح التربة .
- ٣ - يجب تجنب الري الغزير أثناء موسم نمو ونشاط النباتات ؛ لأن ذلك يعنى ارتفاع منسوب الماء الأرضي إلى منطقة نمو الجذور .
- ٤ - يجب غسل الأملاح من منطقة نمو الجذور بيرة غزيرة أثناء خلو الأرض من النباتات ، أو خلال فترة السكون في النباتات المعمرة التي تمر بتلك الفترة . وبصورة عامة . . فإن ارتفاع منسوب الماء الأرضي يستلزم تقليل مياه الري ، وقد

يكون ذلك مرغوباً إن كان الري مكلفاً ، لكن يجب ألا يغيب عن الذهن أن منطقة نمو الجذور تكون محدودة تحت هذه الظروف ، ويتأثر المحصول تبعاً لذلك (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

انواع المصارف

المصارف إما أن تكون مكشوفة أو مغطاة ، كما يلي :

١ - المصارف المكشوفة :

تكون المصارف المكشوفة بعمق ٨,١ - ٦,٣ م أو أكثر ، ويكون اتجاهها عمودياً على اتجاه تسرب المياه . ويتراوح انحدار جوانبها بين « ١/٢ » أفقى : ١ عمودى « فى الأراضي الطينية المتماسكة و « ٣ أفقى : ١ عمودى « فى الأراضي الرملية . وتتراوح درجة انحدار المصرف طولياً بين ١٥ و ٤٥ سم / ١٠٠ متر .

٢ - المصارف المغطاة :

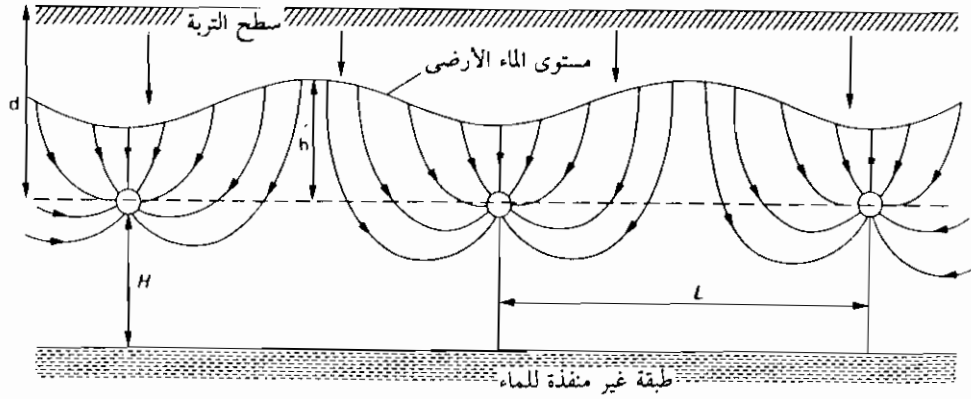
تتكون شبكة المصارف المغطاة - عادة - من مواسير طولها ٣٠ سم أو أكثر ، وبقطر يختلف حسب كمية المياه التى يراد صرفها . توضع هذه المواسير على امتداد بعضها البعض فى قاع خندق ذى درجة انحدار مناسبة . وتجب حماية نهاية خط المواسير جيداً من دخول التربة فيه . وتغضى المواسير بعد ذلك بالتربة .

يتسرب ماء الصرف إلى داخل المواسير عند تقابل القطع المتجاورة ، وعادة ما يكون ذلك من الجوانب ومن القاع ؛ وعليه . فإن الجهة العلوية لأماكن تقابل مواسير الصرف يمكن أن تغطى بالورق أو القماش ، كما يمكن سدها بالأسمت ؛ لمنع دخول السلت والرمل إلى داخل مواسير الصرف .

ويتكون نظام الصرف المغطى من جزأين : الخط الرئيسى main drain ، والخطوط الجانبية laterals . وتتكون الخطوط الجانبية - عادة - من أنابيب قطرها ١٠ - ١٢,٥ سم . ويجب أن يكون التحامها بالخط الرئيسى دائماً أفقياً وبزاوية مقدرها ٤٥ درجة ، لأن ذلك يسمح بزيادة سرعة مرور الماء فى الخط الرئيسى . ويتوقف قطر الخط الرئيسى على كمية ماء الري وماء المطر . ومن الطبيعى أن يزداد القطر اتساعاً كلما اقترب الخط الرئيسى من خط الصرف العمومى .

ويختلف عمق الخطوط الجانبية والمسافة بينها حسب طبيعة التربة . ويتراوح العمق المناسب بين ٧٥سم فى الأراضى القليلة النفاذية و ١٢٠ سم فى الأراضى الرملية والملحية الرديئة الصرف . وغالبًا ما يكون العمق نحو ٩٠ سم . ويجب ألا يقل العمق أبداً عن ٧٥سم ، حتى لا تنكسر المواسير بفعل ثقل الآلات الزراعية . أما المسافة بين الخطوط ، فتتراوح بين ١٠ و ٢٠م حسب طبيعة التربة .

ويبين شكل (٤ - ١) مسارات انسياب الماء الأرضى إلى أنابيب الصرف المغطى ، وما يترتب عليها من تباين فى مستوى سطح الماء الأرضى .



شكل (٤ - ١) : مسارات انسياب الماء الأرضى إلى أنابيب الصرف المغطى : (d) عمق الأنابيب ، و (L) المسافة بين الأنابيب ، و (H) بعد الأنابيب عن طبقة التربة غير المنفذة للماء (عن White ١٩٨٧) .

عمليات تجهيز حقل الخضر للزراعة

يمر إعداد حقل الخضر للزراعة بعدد من العمليات الفلاحية الهامة ؛ بهدف تحضير مهد جيد لزراعة البذور . ويتحقق ذلك حينما يتراوح حجم الحبيبات فى الطبقة السطحية من التربة بين ١ و ٣مم ، وحينما تتوزع السعة المسامية الأرضية مناصفة بين المسام الشعرية والمسام اللاشعرية .

وفيما يلى شرح لعمليات تحضير التربة

إزالة بقايا المحصول السابق

تزال بقايا المحصول السابق فى الحالات التالية :

- ١ - عند الرغبة فى استعمالها ؛ كما هى الحال فى مصر بالنسبة لعيدان الذرة ونباتات القطن .
- ٢ - عندما يعوق وجودها العمليات الزراعية اللازمة لتمهيد الأرض .
- ٣ - عندما تكون مأوى للحشرات ، ومصدراً لانتشار العدوى بالأمراض .

الحرث

يمكن تعريف الحرث Plowing بأنه عملية تفكيك الطبقة السطحية للتربة باستعمال المحاريث .

فوائد الحرث

- ١ - اقتلاع الحشائش وبقايا المحصول السابق ، ودفنها فى التربة .
- ٢ - خلط الأسمدة العضوية المضافة بالتربة .
- ٣ - التخلص من كثير من الحشرات الضارة ؛ نتيجة اقتلاع الحشائش التى تكون مأوى لها ، ونتيجة قلب التربة ، وتعرض الحشرات للشمس والطيور .
- ٤ - تفكيك الطبقة السطحية من التربة ، وجعلها مهبطاً صالحاً لزراعة البذور .

أنواع المحاريث

يوجد نوعان رئيسيان من المحاريث ؛ هما :

- ١ - المحاريث الحفارة : ويقتصر عملها على إثارة الطبقة السطحية من التربة ، دون العمل على قلبها ، ومنها المحراث البلدى . وهذه تعمل على تفكيك الطبقة السطحية من التربة لعمق نحو ١٥ سم .
- ٢ - المحاريث القلابة : وهذه تعمل على تفكيك الطبقة السطحية من التربة حتى عمق نحو ٢٥ سم ، ثم قلبها . ويساعد ذلك على دفن الحشائش ، وبقايا النباتات ، والأسمدة العضوية بالتربة . وقد يصل عمقها أحياناً إلى ٤٠ سم .

وإلى جانب هذين النوعين توجد محاريث تحت التربة التى تعمل على تفكيك الطبقات الصماء ، والمحاريث التى تستخدم فى شق القنوات والمصارف .

طريقة الحكم على صلاحية الأرض للحراث

لا يجوز حراث الأرض الجافة ، أو الأرض التى تحتوى على نسبة مرتفعة من الرطوبة ، بل يجب أن يتم الحراث عندما تكون نسبة الرطوبة بالتربة نحو ٤٠٪ - ٥٠٪ من سعتها الحقلية . وتعرف الأرض فى هذه الحالة بأنها « أرض مستحثة » . ويوجد عدد من الطرق التى يمكن الاستدلال بها على أن الأرض فى حالة صالحة للحراث ، وهى كالتالى :

- ١ - يكون سطح الأرض المستحثة جافاً ، وبه شقوق قليلة العمق .
 - ٢ - إذا أخذت عينة من التربة من عمق ١٠ سم ، وضغط عليها بين الأصابع ، تكونت منها كتل وتجمعات مفككة . وإذا تعجنت ، فإنها تكون زائدة الرطوبة ، أما إذا تفككت بسهولة ولم تكن متماسكة ، فإنها تكون قد جفت أكثر من اللازم .
 - ٣ - يمكن الحكم على صلاحية الأرض للحراث بتجريب الحراث لمسافة قصيرة ، فإذا ظل سلاح المحراث نظيفاً ، بينما التربة غير جافة ، كانت الأرض مستحثة ، أما إذا تجمع الطين على السلاح ، فإن ذلك يعنى أن التربة مازالت زائدة الرطوبة .
- هذا . . . ويؤدى حراث الأرض الزائدة الرطوبة إلى تعجنها ؛ لأن حبيبات التربة تكون محاطة بغشاء سميك نسبياً من الرطوبة . ويعمل الحراث على ضغط هذه الحبيبات ؛ وبالتالي انزلاقها ، وسكون الحبيبات الصغيرة بين الحبيبات الكبيرة ؛ ومن ثم يقل الفراغ بين الحبيبات ، وتصبح التربة عجينية القوام .
- أما حراث الأرض القليلة الرطوبة ، فإنه يؤدى إلى تكوين كتل (قلاقل) كبيرة ؛ لأن حبيباتها تتماسك فيما بينها ، نتيجة نقص الغشاء المائى المحيط بها . وبالإضافة إلى ذلك . . . فإن حراث الأرض الجافة يتطلب مجهوداً كبيراً يصل إلى ٢,٥ ضعف المجهود اللازم لحراث الأرض المستحثة . وفى هذه الحالة ينصح برى الأرض رية خفيفة ، وتركها لتستحاث ثم تحراث .

العمق المناسب للحرث

يتوقف العمق المناسب للحرث على العوامل الآتية :

١ - طبيعة الأرض :

فيكون الحرث سطحيًا فى الأراضي الرملية التى تكون مفككة بطبيعتها ، وعميقًا فى الأراضي الثقيلة المتماسكة لتحسين التهوية بها .

٢ - طبيعة نمو المحصول المراد زراعته :

فبينما يلزم حرث الأرض لعمق ٣٠ - ٣٥ سم عند زراعة الخضروات التى تكون جذورًا وسيقانًا متدنة تحت سطح التربة - كالبطاطس ، والبطاطا ، والقلقاس ، والجزر - فإن الخضروات الأخرى يكفى معها حرث الأرض لعمق نحو ١٥ سم .

٣ - أنواع الحشائش المنتشرة بالحقل :

فالحشائش المعمرة يلزم معها الحرث السطحي مع جمع الأجزاء المقطعة خارج الحقل بعد الحرث . أما الحشائش الحولية التى تتكاثر بالبذور ، فيجب معها إجراء الحرث العميق ، مع قلب الطبقة السطحية من التربة لوقف إنبات البذور .

٤ - العامل الاقتصادى :

فلا يجب زيادة عمق الحرث عما يلزم لإنتاج محصول اقتصادى من أجل توفير نفقات الإنتاج .

النقاط التى تجب مراعاتها عند الحرث

عند إجراء عملية الحرث تجب مراعاة النقاط التالية :

١ - لا يجرى الحرث إلا والأرض مستحثة .

٢ - أن تكون خطوط الحرث مستقيمة ومتلاصقة ؛ حتى لا تترك أجزاء من الأرض بدون حرث . وتسمى مثل هذه المناطق بـ « الآسة » أو « البلاطة » .

٣ - أن تتعامد الحرثات المتتالية بعضها مع بعض ، وأن تتعامد الحرثة الأولى مع خطوط المحصول السابق ، والحرثة الأخيرة مع اتجاه التخطيط .

٤ - تضاف الأسمدة العضوية إلى التربة قبل الحرثة الأخيرة .

٥ - يكون الحرث فى الأراضى الثقيلة أعمق منه فى الأراضى الخفيفة . كما يجب تغيير عمق الحرث من سنة لأخرى ؛ لمنع تكوين طبقة صماء تحت سطح التربة .

المساحة التى يمكن حرثها يوميا

يمكن - عادة - حرث نحو نصف فدان يوميا بالمحراث البلدى ، تزيد إلى ثلثى فدان فى الحرثة الثانية . أما بالجرار ، فيمكن حرث نحو ٤ - ٨ أفدنة يوميا .

الزراعة بدون حرثة

تؤدى الحرثة التقليدية - كما توارثناها جيلا بعد جيل - إلى تفكيك الطبقة السطحية من التربة إلى عمق ٢٠ - ٢٥ سم ، مع قلبها رأساً على عقب عند استعمال المحارث القلابية ؛ مما يعنى دفن بقايا نباتات المحصول السابق والحشائش فى التربة . ومع تكرار مرور المحراث ، والتمشيط ، والتزحيف فإن التربة تصبح ناعمة ومهاداً جيد للزراعة . وبالرغم من أهمية إعداد الحقل للزراعة بتلك الطريقة ، فإن الأمر لا يخلو من عيوب خطيرة ؛ من أهمها تعرض بناء التربة للإتلاف ، وقد يقضى عليه إذا أجريت الحرثة والأرض شديدة الجفاف ، أو وهى زائدة الرطوبة .

وقد تبين منذ الثلاثينيات أن الحقول المحروثة جيداً لا تغل محصولاً أعلى من الحقول التى لم تخدم بشكل جيد عندما تتم مقاومة الحشائش بالوسائل الأخرى . ومع تقدم الدراسات فى هذا الموضوع تم تطوير ما يعرف بالزراعة بدون حرثة zero tillage ، أو no-till ، أو الزراعة المباشرة direct drilling ، أو الحرثة المحدودة reduced or minimum tillage .

انتشر اتباع هذا النظام فى الزراعة كثيراً فى بعض دول العالم ؛ مثل الولايات المتحدة ، وأمريكا الجنوبية ، وأستراليا ، وخاصة مع محاصيل معينة مثل الذرة وفول الصويا ؛ حيث تزرع البذور مباشرة فى بقايا المحاصيل النجيلية التى يتم قتلها - قبل الزراعة - باستعمال مبيدات الحشائش .

ويحقق اتباع هذه الطريقة فى الزراعة المزايا التالية :

- ١ - المحافظة على بناء التربة .
 - ٢ - تعمل بقايا النجيليات (الجذور والأجزاء السفلى من السيقان) كغطاء للتربة يقلل من التبخر السطحي للماء .
 - ٣ - كما تعمل تلك البقايا على حماية البذور النابتة من الارتفاع الشديد - غير المرغوب فيه - فى حرارة التربة .
 - ٤ - يقل كثيراً تعرض التربة للتعرية بفعل جريان مياه الأمطار .
 - ٥ - يتم توفير تكاليف عملية الحراثة ، ولكن يقابل ذلك الحاجة إلى زيادة التسميد الأزوتى بمعدلات بسيطة .
 - ٦ - زيادة المادة العضوية فى الطبقة العليا من التربة بصورة تدريجية .
 - ٧ - زيادة نشاط ديدان التربة ؛ مما يزيد من نفاذيتها .
 - ٨ - يزداد تركيز الفوسفور والبوتاسيوم فى الخمسة سنتيمترات السطحية من التربة ، مع إمكانية استفادة النباتات منها إذا ما بقيت تلك الطبقة رطبة .
- ولكن يعيب هذه الطريقة فى الزراعة ما يلى :

- ١ - بطء دفء التربة فى الربيع .
- ٢ - تُنتج البقايا النباتية عند تحللها أحماضاً دهنية متطايرة قد تضر بإنبات البذور .
- ٣ - زيادة كثافة الحشائش المعمرة التى يكون من الصعب مكافحتها باستعمال مبيدات الحشائش (عن White ١٩٨٧) .

هذا . . ولم تزرع محاصيل الخضر - تجارياً - بنظام الحراثة المحدودة أو عدم الحراثة إلا فى نطاق محدود للغاية ، وخاصة أن نتائج الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن كانت غالباً غير مشجعة على الزراعة بهذا النظام . ونادرة تلك الدراسات التى توصلت إلى تفوق الزراعة بدون حراثة على الزراعة التقليدية فى محاصيل الخضر ؛ فمثلاً . . وجد Shelby وآخرون (١٩٨٨) أن محصول الطماطم كان أعلى بمقدار الضعف - فى واحدة فقط من سنتى الدراسة - عند الزراعة بهذه الطريقة - مقارنة بالزراعة التقليدية .

وأهم ما يعيب هذه الطريقة فى الزراعة - بالنسبة لمحاصيل الخضر - مايلى :

- ١ - عدم توفر آلات شتل تناسب العمل فى الحقول غير المحروثة .
 - ٢ - يُخَفِّض هذا النظام فى الزراعة من عدد مبيدات الحشائش التى يمكن استعمالها ، علمًا بأنه لا يتوفر - أصلا - أعداد كبيرة من مبيدات الحشائش التى يمكن استعمالها مع محاصيل الخضر .
- ولمزيد من التفاصيل حول هذا الموضوع . . . يراجع Hoyt وآخرون (١٩٩٤) .

التمشيط

تجرى عملية التمشيط بإثارة التربة لعمق ٥ سم فقط بواسطة الأمشاط ، وهى تعقب الحرث ، والغرض منها زيادة تنعيم التربة لتكون مهبطًا جيدًا للبذور . وقد تجرى لتغطية البذور عقب نثرها على سطح التربة .

الترحيف

تجرى عملية الترحيف harrowing بغرض زيادة تنعيم التربة ، وتتم بالزحافة البلدية أو الإفرنجية عقب كل حرثة . وتستعمل زحافة ثقيلة فى الأراضى الرملية لمحاولة ضغط التربة لتزيد فقط من تلامس حبيبات التربة مع سطح البذور .

التقصيب

تجرى عملية التقصيب - عادة - كل ٣ سنوات بغرض تسوية الأرض فى حالة عدم استوائها ، وتتم بالليزر ، أو بالقضاية بعد الانتهاء من حرث الأرض . وتفيد فيما يلى :

- ١ - إحكام الرى .
- ٢ - عدم تجمع السماد فى الأماكن المنخفضة .
- ٣ - تقليل تزهير (تجمع) الأملاح فى الأماكن المرتفعة .

التبتين أو التقسيم إلى أحواض

يتم تقسيم الأرض إلى أحواض بإقامة البتون بواسطة البتانة ، وتسمى هذه العملية بـ « التبتين » . وتتوقف مساحة الأحواض على نوع التربة ، ودرجة استوائها ، ونوع الخضر المراد زراعتها ، وعادة ما تتراوح مساحتها من ١,٥ × ٢ م إلى ٣ × ٤ م .

وعندما يكون الحقل قصيراً والأرض مستوية ، فإنه يقسم بعمل قنوات بعرض ١ - ١,٥ م تمتد عمودياً على القناة المستديمة . ويقال إن هذه القنوات تمتد من رأس الحقل (عند مصدر المياه أو القناة الرئيسية) إلى ذيله . تقسم المسافة بين هذه القنوات ببتون طولية موازية لها ، ويتم الري على جانبى القنوات الحقلية . أما لو كانت الأرض شديدة الانحدار ، فلن يمكن إجراء الري بهذه الطريقة ، ويتحتم تقسيم المسافة بين القنوات الحقلية ببتون أخرى عرضية .

أما عندما يكون الحقل طويلاً وممتداً لمسافة أكثر من ٢٠٠ م ، فإنه يقسم إلى قنوات حقلية عمودية على القناة الرئيسية ، على أن تبعد كل قناة عن التى تليها بمسافة ٥٠ م ، ثم تقام قنوات أخرى عمودية عليها بعرض ٧٥ سم ، وتسمى بقنوات التوصيل ؛ لأنها هى التى تقوم بتوصيل مياه الري إلى الأحواض .

التخطيط وإقامة المصاطب

مزايا الزراعة فى خطوط على الزراعة فى أحواض

تتميز الزراعة على خطوط (خبوب) على الزراعة فى أحواض - فى المحاصيل التى يمكن أن تزرع بكلتا الطريقتين - بما يلى :

- ١ - زيادة التحكم فى مسافة الزراعة بين النباتات .
- ٢ - يكون توزيع مياه الري أكثر تنظيمًا وتجانسًا .
- ٣ - يكون توزيع السماد أكثر تجانسًا .
- ٤ - إمكان إجراء العزيق مبكرًا ؛ للتخلص من الحشائش قبل أن تصبح فى وضع منافس للمحصول .
- ٥ - تكون الزراعة فى الثلث العلوى من ميل الخط عادة ؛ وبذا . يمكن لنباتات المحصول أن تغطى بادرات الحشائش التى تظهر فى وضع أسفل منها فى باطن الخط ، فضلاً على سهولة إجراء عملية العزيق مبكرًا قبل أن تصبح الحشائش منافسة للمحصول المزروع .
- ٦ - سهولة تجميع التراب حول النباتات أثناء العزيق ؛ الأمر الذى يؤدى إلى تنشيط

تكوين الجذور عند قاعدة النبات ، ويعمل على تغطية النموات الأرضية مثل الدرنات والكورمات .

٧ - تكون أرض الخطوط مفككة وجيدة التهوية ؛ الأمر الذى يفيد فى نمو الخضر الجذرية والدرنية ؛ فيزيد محصولها ، كما يكون حصادها أسهل مما لو كانت زراعتها فى أرض مستوية .

٨ - يمكن عن طريق التحكم فى اتجاه التخطيط توفير درجة الحرارة المناسبة لنمو النباتات ؛ حيث تكون الريشة الجنوبية أكثر دفئاً عندما يكون التخطيط من الشرق إلى الغرب ، كذلك تكون الريشة الشرقية هى الأكثر دفئاً عندما يكون التخطيط من الشمال إلى الجنوب .

٩ - يمكن بالزراعة فى بطن الخط - أو على الريشة التى لا تواجه الرياح - حماية البادرات فى مبدأ حياتها من أضرار الرياح الباردة .

١٠ - يمكن بزراعة النباتات فى النصف السفلى من ميل الخطوط ، أو فى باطنها - فى الأراضي الملحية - حمايتها من أضرار الأملاح التى تتراكم فى أعلى الخطوط (عن عبد الجواد وآخرين ١٩٨٨) .

١١ - عدم تعرض الثمار لمياه الري والطين ؛ مما يؤدي إلى تلوثها ، أو تعرضها للعفن . ويفيد ذلك فى الفراولة ، والطماطم ، والقرعيات .

١٢ - سهولة المرور فى الحقل بعد ريه لإجراء العمليات الزراعية المناسبة .

إقامة الخطوط (الغروب)

تقام الخطوط فى اتجاه مواز لطول الأرض ، ولكن الاتجاه يتوقف أساساً على موعد الزراعة . ففي الأشهر الباردة يجب أن يكون التخطيط من الشرق للغرب ، وتكون الزراعة على الريشة الجنوبية ؛ لتوفر الحرارة اللازمة لإنبات البذور . أما التخطيط من الشمال للجنوب ، فإنه يتميز بتوزيع الحرارة والإضاءة بالتساوى على ريشتى الزراعة .

تقام القنوات والبتون عمودية على الخطوط - وبعد إقامة الخطوط - وبذلك يتم تقسيم الأرض إلى أجزاء متساوية فى العرض ، يسمى كل جزء منها بـ « الشريحة » أو « الفردة » ، وتكون محصورة بين قناة وبتن .

يلى ذلك تقسيم الأرض إلى « حواويل » . والحواول عبارة عن عدد من الخطوط التى تروى معاً ، والتى تتصل من أحد طرفيها بقناة الرى ، ومن الطرف الآخر بالبتن . ويسمى الخط الأخير بـ « الرباط » . ويتوقف عدد الخطوط بالحواول على طبيعة الأرض ، فيقل العدد فى الأراضي الرملية حتى لا يفقد جزء كبير من ماء الرى ، ويزيد فى الأراضي الطينية الثقيلة ؛ للمساعدة على زيادة كمية مياه الرى التى تنفذ فى التربة . ويتراوح عدد الخطوط بالحواول عادة بين ٦ و ٨ خطوط . ويفضل تقليل العدد ؛ حتى يمكن التحكم فى إجراء عملية الرى ، وتفايدى غرق المحصول .

مسح الخطوط ومعايرتها

بعد إقامة الخطوط وتقسيم الأرض إلى شرائح يتم فتح الخطوط بالفأس ، وتنعيم إحدى ريشتى الخط أو كليهما لتسهيل مرور مياه الرى ، ولتحضير مهد جيد لزراعة البذور والشتلات . وتسمى تلك العملية بـ « المسح » .

يلى ذلك رى الأرض للتعرف على المستوى الذى يصل إليه الماء فى الخطوط . ويفيد ذلك فى الأراضي الثقيلة ؛ حتى يمكن زراعة البذور فوق حد الماء مباشرة ليصلها بالنشع ؛ وبذلك لا تتصلب التربة فوق البذور . وتسمى هذه العملية بـ « المعايرة » .

ريشة الخط ، وعرض الخط

الريشة هى جانب الخط أو المصطبة . ويطلق على الريشة المستخدمة فى الزراعة اسم « الريشة العمالة » ، ويطلق على الريشة غير المستعملة فى الزراعة اسم « الريشة البطالة » . أما عرض الخط أو المصطبة ، فيحدد بالمسافة بين قمتى أو بين قاعى خطين متجاورين . ويعبر عن عرض الخط فى مصر بعدد الخطوط فى القصبتين ؛ أى فى ٧١٠ سم (عن مرسى وآخرين ١٩٥٩) .

المصاطب

لا تختلف المصاطب عن الخطوط إلا فى كونها أعرض لتتسع للنمو الخضرى الكبير للنباتات التى تنمو عليها . فبينما يتراوح عرض الخط من ٥٠ سم أو أقل إلى ٨٠ أو ٩٠ سم ، نجد أن المصاطب يتراوح عرضها من ١٠٠ إلى ٢٤٠ سم حسب المحصول .

ومن أمثلة محاصيل الخضر التي تزرع على مصاطب : الطماطم ، والبطيخ ،
والشمام ، والقرع العسلى ، والقثاء . . . وغيرها .

الشتل

الأمور التي يتعين مراعاتها عند الشتل

عند إجراء عملية الشتل تجب مراعاة الأمور التالية :

١ - يجب رى مراقد البذور - سواء أكانت مراقد حقلية ، أم أحواضاً خشبية ، أم بلاستيكية - رية خفيفة فى اليوم السابق للشتل ؛ وذلك لتسهيل تقليعها بأكبر جزء من المجموع الجذرى ، وبجزء من التربة أو مخلوط الزراعة حول الجذور .

أما فى حالة أقراص جيفى ، فيجب ريها رية غزيرة قبل الشتل مباشرة ، كذلك تروى الشتلات النامية فى الأصص الورقية ، أو أصص البيت ، أو طاولات النمو السريع للشتلات (الشتلات) ، أو مكعبات البيت رية غزيرة قبل الشتل ؛ لأن رى الحقل بعد الشتل مباشرة لا يفيد كثيراً فى بل مكعبات البيت وغيرها من الأوعية المماثلة قبل عدة أيام .

وقد أوضحت دراسات Cox (١٩٨٤) فى هذا المجال نقص محصول الخس والكراث أبو شوشة بشكل جوهري فى حالة عدم رى مكعبات البيت قبل الشتل ، مع تأخير الرى بعد الشتل . كما وُجد أن اعتماد نمو جذور القنيط على الرطوبة - التى تتوفر فى صلابة الجذور عند الشتل - كان أكثر من الاعتماد على الرطوبة فى تربة الحقل المحيطة بالصلابة .

٢ - يجب دائماً شتل النباتات فى نفس يوم تقليعها . وخلال الفترة من التقليع حتى الشتل تجب المحافظة على الجذور رطبة ، والنموات الخضرية جافة نسبياً مع وضعها فى الظل . أما إذا استدعى الأمر ترك النباتات دون شتل حتى اليوم التالى ، فيجب لف جذورها مع بيت موس مبلل ، أو أية مادة شبيهة .

٣ - يجب أن تكون الأرض مُعدة جيداً ؛ إذ إن تثبيت النباتات جيداً فى التربة

والتأكد من ملاسة حبيبات التربة لجذور النباتات يعد أمراً ضرورياً لنجاح الشتل ، ولا يمكن تحقيق ذلك إذا كانت التربة مليئة بالقليل (كتل التربة) وغير معدة جيداً .

٤ - أفضل الشتلات هى - باستثناء الخس والكرفس - ما يبلغ طولها نحو ١٥ سم موزعة بالتساوى بين المجموعتين الجذرى والخضرى ، وما يتراوح عمرها من ٦ إلى ١٠ أسابيع . ويمكن الاستفادة من الشتلات الأكبر حتى ٢٠ سم بنجاح ، ولكن الشتلات الأطول من ذلك يصعب شتلها ، وتزداد نسبة فشلها .

والأهم من الحجم هو خلو الشتلة من الأمراض ، وقوة نموها ، وصدقتها للصنف . وعليه . يجب التخلص من كل الشتلات التى تظهر عليها أعراض غير طبيعية قبل الشتل .

٥ - أفضل جو للشتل هو الذى يصاحبه نقص فى معدل النتح ، ويحدث ذلك عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نسبياً ، وشدة الإضاءة منخفضة ، والهواء ساكناً ، والرطوبة النسبية مرتفعة ؛ أى فى الأيام الملبدة بالغيوم . كما يفضل الشتل بعد الظهر لإعطاء النباتات فرصة لتعود على البيئة الجديدة خلال فترة ارتفاع الرطوبة النسبية أثناء الليل . كما يكون الشتل ناجحاً أيضاً بعد - أو قبل - المطر الخفيف مباشرة (Ware & MaCollum ١٩٨٠) .

معاملة الشتلات بمضادات النتح

يفيد استخدام مضادات النتح Antitranspirants فى زيادة فرصة نجاح عملية الشتل ، وهى مركبات تعمل على زيادة المقاومة لفقد الماء من الأسطح النباتية ، إما بتكوين حاجز فيزيائى (غشاء) ، وإما بتحفيز انغلاق الثغور .

تتم المعاملة بالمركبات المكونة للأغشية - وهى فى صورة مستحلبات مائية - إما برشها على النباتات ، وإما بغمس الشتلات فيها . وبعد تبخر الماء الحامل لمضاد النتح ، فإن المركب يتبقى كغشاء يغطى سطح الورقة ، ويعمل كحاجز ضد فقد بخار الماء منها . ويكون تأثير هذا الغشاء فى منع فقد الرطوبة أكثر وضوحاً أثناء انفتاح الثغور . ومن المركبات المستخدمة لهذا الغرض السيليكون Silicone ، وكلوريد البولى فينيل Polyvinyl Chloride ، وعدة شموع ، وكحولات دهنية .

ومن البديهي أن معاملة الشتلات قبل نقلها من المشتل - وهي مازالت محتفظة برطوبتها - يعد أكثر فاعلية من معاملتها بعد فقدائها لجزء كبير من رطوبتها بعد الشتل .
هذا . . ولم يكن لاستعمال مضادات النتج أية تأثيرات على نجاح شتل النباتات ذات الصلايا (عن McKee ١٩٨١) .

غمس جذور الشتلات في المواد المحبة للرطوبة

تفيد عملية غمس جذور الشتلات في ملاط رقيق القوام من التربة قبل الشتل في منع جفاف الجذور ، وتوفير بعض الرطوبة لها ، وتهيئة الظروف لتأمين اتصال جيد بين التربة والجذور بعد الشتل . ويراعى دائماً عدم السماح بجفاف « روبة » التربة على الجذور قبل الشتلات .

ويمكن أن يحقق غمس الجذور في مواد جيلاينية محبة للرطوبة - مثل معقد البولى يورونيد Polyuronide Complex (مثلاً : الألجينية Alginate) - نتائج مماثلة للنقع في الروبة .

وتوضح نتائج إحدى الدراسات في هذا الشأن (Henderson & Hensley ١٩٨٦) أنه لم يكن لغمس جذور الشتلات في « جل » محب للرطوبة Hydrophilic Gel بتركيز ٧,٤ جم / لتر - قبل الشتل في مخلوط من الرمل والتربة الطميية الرملية الناعمة بنسبة ١ : ١ - لم يكن لذلك تأثير على التوازن المائي داخل النبات بعد الشتل . ولكن إضافة الجل إلى مخلوط التربة ذاته بمعدل ٣ كجم/م^٣ من المخلوط أحدث زيادة جوهرية في التوازن المائي بالأوراق ، علماً بأن الجل المستخدم كان :

Starch-hydrolyzed polyacrylonitrile copolymer + KOH.

المحاليل البادئة

تحتوى المحاليل البادئة starter solutions - عادة - على أسمدة بتركيز ٠,١ - ٠,٢ ٪ ، وتضاف إلى الشتلات بمعدل ربع لتر إلى نصف لتر لكل نبات عند الشتل . وتؤدي زيادة تركيز المحلول البادئ إلى زيادة الضغط الأسموزي حول الجذور ؛ مع ما يترتب على ذلك من احتمالات موت الشتلات .

تفيد المحاليل البادئة فى تقليل صدمة الشتل والفترة التى تتطلبها الشتلات لاستعادة نموها النشط بعد الشتل . ثبت ذلك فى عديد من الخضر ؛ منها : الطماطم ، والكرنب ، والقنبيط . وتفيد إضافة المحاليل البادئة فى توفير العناصر اللازمة لتجديد جذور النباتات ، علما بأن تلك العملية تكون سريعة خلال الأيام الثلاثة الأولى التى تعقب الشتل ؛ ولذا . . فإن الشتلات التى تكون جذورها «عارية» تستفيد من استعمال المحاليل البادئة بدرجة أكبر من الشتلات ذات الصلايا الجذرية .

يعد عنصر الفوسفور أهم العناصر اللازمة لنمو الجذور فى المحاليل البادئة ، ولكن وجود توازن بين العناصر الكبرى يعد أمراً ضرورياً لتحقيق أقصى استفادة ممكنة من كل عنصر منها .

وتمشياً مع ما تقدم ذكره من مزايا لاستعمال المحاليل البادئة ، فإنها تؤدي غالباً إلى زيادة المحصول المبكر . أما تأثيرها على المحصول الكلى فهو ضعيف أو معدوم ، ونادراً ما يكون كبيراً .

وكما أن استعمال المحاليل البادئة لا يكون مؤثراً فى الأراضي الخصبة ، فإن تأثيرها يكون كبيراً فى الأراضي الرملية الفقيرة .

وعموماً . . يوصى بأن يستخدم فى تحضير المحاليل البادئة أسمدة غنية بالفوسفور (مثل ١٠ - ٥٢ - ١٧) فى حالة الطماطم والفلفل ، وأسمدة متوسطة فى محتواها الفوسفاتى (مثل ١٦ - ٣٣ - ١٦) فى حالة الكرنب والقنبيط ، والخيار ، والقاوون (عن McKee ١٩٨١) . وتجدر الإشارة إلى أن استعمال المحاليل البادئة لا يكون مجدياً عند التسميد الفوسفاتى الجيد ، أو عندما تكون التربة غنية بالفوسفور (Grubinger وآخرون ١٩٩٣) .

طريقة الشتل

قد يجرى الشتل فى وجود الماء ، أو تروى الشتلات بعد الشتل مباشرة ، وقد يكون يدوياً أو آلياً .

والشتل فى وجود الماء هو الطريقة المتبعة فى مصر ، ولكن يعيبه عدم ضمان بقاء الشتل فى الوضع الصحيح ، كما قد تُغطى القمة النامية للنباتات بالطين ؛ مما يؤدي

إلى موتها . بالإضافة إلى الصعوبات الناتجة من المرور فى الأرض وهى موحلة ، وهدم الخطوط نتيجة لذلك .

وفى حالة الرى بعد الشتل ، فإنه يلزم رى الحقل قبل الشتل بعدة أيام ؛ حتى لا تكون الأرض شديدة الجفاف . وبعد أن تصل الرطوبة الأرضية إلى الدرجة المناسبة (أى بعد أن تكون الأرض مستحثة) يجرى الشتل الذى يمكن أن يتم فى هذه الحالة يدويا أو آليا .

وإذا كان من المتوقع تأخر الرى لعدة ساعات بعد الشتل فإنه يفضل غمس الجذور فى ملاط رقيق من التربة (روبة) قبل الشتل مباشرة ، وهو ما يعرف باسم Puddling .

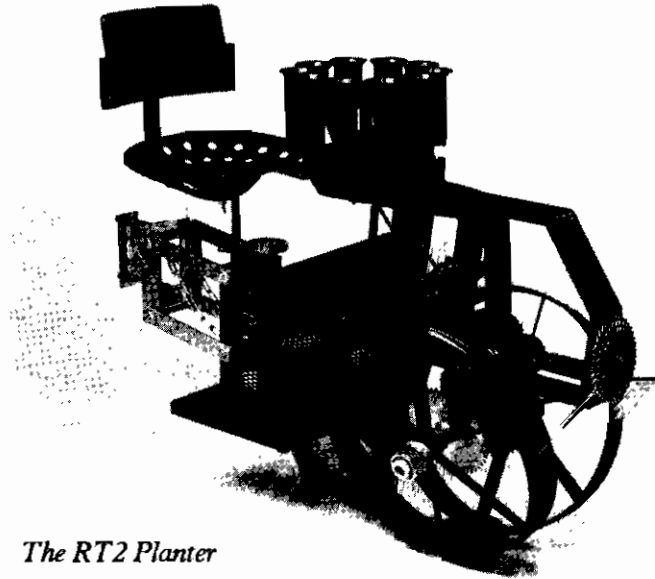
والشتل اليدوى يتم إما فى وجود الماء ، أو فى الأرض المستحثة . وفى حالة الشتل فى وجود الماء تغرس الشتلة من جذرها بالأصبع فى الطين ، ويثبت جذرها بكتلة تربة صغيرة جافة . أما الشتل اليدوى فى الأرض المستحثة ، فإنه يجرى بعمل حفرة لكل نبات عند حد الماء توضع بها الشتلة ، ويثبت حولها بالتراب جيداً . ويلزم رى الحقل بعد الشتل أولاً بأول ، خاصة فى الأيام الحارة .

ولا يجوز تأخير الرى لحين الانتهاء من شتل مساحة كبيرة إلا فى الأيام الملبدة بالغيوم ، وفى الظروف التى لا تشجع على التحس السريع ، وعندما لا تكون التربة جافة قبل الشتل ، أو عندما يضاف بعض ماء الرى إلى كل حفرة عند الشتل ؛ حيث تثبت الجذور فى الحفرة أولاً بقليل من التراب ، ثم يضاف الماء إلى الحفرة ، وبعد اختفائه تملأ بقية الحفرة بتربة جافة . والغرض من ذلك هو منع تصلب التربة المشبعة بالرطوبة حول ساق النبات بعد جفاف التربة . والأفضل الاستعاضة عن الماء المضاف بالمحاليل السمادية البادئة starter solutions . ويكفى لذلك نحو ١٠٠ - ٢٠٠ مل من المحلول السمادى/ نبات . ويعطى ذلك دفعة قوية لنمو النباتات ، وزيادة فى المحصول ، خاصة فى الأراضى الفقيرة أو غير المسمدة جيداً ، ولكن ينصح بإضافة المحاليل البادئة ، حتى لو كانت التربة مسمدة جيداً .

بعد الانتهاء من عملية الشتل اليدوى يتم الرى إما بالطريقة العادية عبر قنوات المصاطب ، وإما بالرش حسب الطريقة المتبعة .

وفى حالة اتباع طريقة الرى بالتنقيط فإن تشغيل شبكة الرى يبدأ قبل الشتل بنحو ١٠ ساعات ، ويستمر بعد الشتل لمدة حوالى ساعتين آخرين .

وفى حالة الشتل الآلى تقوم الآلة بفتح خط واحد (شكل ٤ - ٢) أو خطين ، ويقوم عاملان راكبان على الآلة بإسقاط الشتلات فى الأماكن المخصصة لها من الآلة ، ثم تقوم الآلة بإضافة بعض الماء أو محلول سمادى إلى جانب النبات ، وضم التربة حوله . ويتم تحديد مسافة الشتل آليا كذلك . ويعطى الشتل الآلى نتائج جيدة عندما تكون التربة مخدومة جيداً وليست شديدة الجفاف . ويمكن بهذه الطريقة زراعة ١٠ أفدنة يوميا ، ولا يتطلب الأمر سوى سائق جرار وعاملين معه لإسقاط الشتلات .



The RT2 Planter

شكل (٤ - ٢) : شتالة آلية .

وسواء أكان الشتل آليا أم يدويا ، فإنه يجب أن يكون على عمق يزيد بمقدار ٣ - ٥ سم عن العمق الذى كانت عليه النباتات فى المشتل . ويجب أن تبقى القمة

النامية مكشوفة تماماً ، كما يجب أن يكون الشتل عميقاً إلى درجة تمنع الساق من الانحناء على سطح التربة والتعرض للإصابة بلفحة الشمس ، أو للأضرار الناتجة من الاحتكاك بـ سطح التربة ؛ نتيجة تعرضها للهبز بفعل الرياح . هذا . . بالإضافة إلى أن بعض النباتات - كالطماطم - تُكوّن جذوراً عرضية تخرج من منطقة الساق المدفونة في التربة (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

ويستفاد من دراسات Vavrina وآخرين (١٩٩٤) على الفلفل أن الشتل حتى مستوى الورقتين الفلقتين ، أو الورقة الحقيقية الأولى - مقارنة بالشتل إلى مستوى قمة صلية الجذور - أدى إلى تقليل صدمة الشتل ؛ حيث كانت النباتات أسرع نمواً ، وأكثر محصولاً .

ومن المزايا التي يحققها الشتل العميق - خاصة في الجو الحار - أن الجذور في بداية حياة النبات تكون عميقة في التربة ؛ الأمر الذي يحميها من التقلبات التي تحدث في الطبقة السطحية من التربة في كل من درجة الحرارة والرطوبة الأرضية ، ويبيدها عن الحرارة العالية التي تكتسبها الطبقة السطحية من التربة خلال النهار .

علامة اتجاه نمو التفرعات الجذرية باتجاه نمو الأوراق الفلقية

تتميز بعض الأنواع النباتية بنظام خاص في الاتجاه الذي تنمو فيه الجذور الجانبية . فتتنمو الجذور الجانبية في بنجر السكر دائماً في اتجاه شرقي - غربي ، وتنمو في قمح الشتاء وحشيشتي flaxweed ، و stink weed دائماً في اتجاه شمالي - جنوبي . أما القمح الربيعي ، والشعير الربيعي . . فإن تفرعاتهما الجذرية تنمو في جميع الاتجاهات . وقد قدمت بعض التفسيرات لذلك ؛ منها الاستجابة للمجال المغناطيسي magnetotropism ، وللجاذبية والمغناطيسية معاً geomagnetotropism ، وذلك بالإضافة إلى التأثير الوراثي ، وتأثير الممارسات الزراعية .

وفي دراسة أجراها Dufault وآخرون (١٩٨٧) على عدة أصناف من الفلفل الحلو . . وجدوا ارتباطاً قوياً بين اتجاه نمو الأوراق الفلقية ، واتجاه نمو التفرعات الجذرية . وقد حاولوا الاستفادة من هذه الظاهرة في التحكم في اتجاه نمو التفرعات الجذرية ؛ بحيث تكون في الاتجاه المناسب للتخطيط ، ولإجراء العمليات الزراعية .

كان التخطيط فى هذه الدراسة فى اتجاه شمالى - جنوبى ، وشملت النباتات بحيث كان اتجاه الأوراق الفلقية مع اتجاه التخطيط ، أو عموديا عليه ، أو عشوائيا دون التزام باتجاه معين . وقد عزقت المعاملات بعد ذلك إما عزقاً عميقاً (٩سم) ، وإما سطحياً (٣سم) بعد ٣ ، ٥ ، و ٧ أسابيع من الشتل .

وقد أوضحت الدراسة أن أقل محصول كلى ومحصول مبكر كان فى المعاملة التى شملت فيها البادرات ؛ بحيث كانت الأوراق الفلقية فى اتجاه خط الزراعة ، ثم معاملة الشتل العشوائى ، بينما كان أعلى محصول فى المعاملة التى شملت فيها البادرات بحيث كانت الأوراق الفلقية فى اتجاه شرقى - غربى ؛ أى متعامدة على خط الزراعة . وقد أدى العزق العميق إلى نقص المحصول ، بالمقارنة بالعزق السطحى . وعندما درسوا اتجاه نمو الجذور عند الزراعة بالبذرة مباشرة . وجدوا أن التفرعات الجذرية تنمو فى أى اتجاه (أى إنها monodirectional) .

وقد فسّر الباحثون نتائج هذه الدراسة على أساس أن البادرات التى شملت بحيث كانت أوراقها الفلقية فى اتجاه شرقى - غربى - نمت معظم تفرعاتها الجذرية متعامدة على اتجاه التخطيط ، فاستفادت بذلك - بدرجة أكبر - من الأسمدة التى أضيفت إلى جانب النباتات فى اتجاه التخطيط ، ومن الرى السطحى خلال قنوات الرى . كما كانت جذور هذه النباتات بعيدة عن وسط الخط حيث تتجمع الأملاح ، إلا أن العزق العميق أدى إلى تقطيع جزء كبير من جذور هذه النباتات ؛ نظراً لأن نموها كان فى مكان العزق إلى جانب خط الزراعة .

وقد استخلص الباحثون من ذلك أنه قد يمكن التحكم فى اتجاه النمو الجذرى عند الشتل عن طريق شتل البادرات - بحيث تكون أوراقها الفلقية فى اتجاه النمو الجذرى المرغوب - وعند الزراعة بالبذرة مباشرة فى الحقل الدائم ؛ وذلك بالإبقاء على البادرات التى تكون أوراقها الفلقية فى الاتجاه المرغوب ، مع خف البادرات الأخرى .

زراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم

قد يكون التكاثر بزراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم ، ويتم ذلك يدوياً أو آلياً .

وتجرى الزراعة الآلية بما يسمى البذارات seeders أو seed drills ؛ حيث تقوم الآلة بفتح خنادق لوضع السماد فى المكان المناسب ، ويكون ذلك - عادة - على بعد ٥ سم على جانبي البذور ونحو ٥ سم لأسفل ، ثم تقوم الآلة بإضافة السماد بالكمية المطلوبة ، وفى نفس الوقت تتم تهيئة مرقد البذور وتسويته بالارتفاع المطلوب ، وتزرع فيه البذور بالكميات المطلوبة ، وعلى المسافات والعمق المطلوبين . وفى النهاية تقوم الآلة بضغط التربة جيداً على البذور ، تلافياً لانتقالها من مكانها عقب الري .

طرق الزراعة فى حالة الري بالغمر

الزراعة نثراً فى أحواض

تتبع طريقة الزراعة نثراً فى أحواض فى زراعة بعض الخضر ؛ كالملوخية ، والجرجير ، والبقدونس ، والسبانخ ؛ حيث تُنثر البذور على سطح الأحواض ، ثم تغطى بالتربة بإمرار قطعة خشبية لمنع جرف المياه لها ، ولحمايتها من التقاط الطيور ، ولتوفير الرطوبة المناسبة حولها . ويحسن تقسيم البذور المخصصة للمساحة إلى أجزاء ؛ حتى لا تزيد كثافة الزراعة فى بعض الأحواض ، وتقل عن اللازم فى أحواض أخرى .

الزراعة سراً فى سطور

قد يكون ذلك فى سطور بالأحواض ، أو على جانبي الخطوط ، أو على جانب واحد . يتم عمل مجارٍ رفيعة بسن الفأس ، أو بوتد تُسَرُّ فيها البذور على الأبعاد المطلوبة ، ثم تغطى بالتراب . وتفضل هذه الطريقة عن الزراعة نثراً فى الأحواض ؛ لسهولة خدمة النباتات ، وكذلك تفضل عن الزراعة فى جور على الخطوط ؛ لأن النباتات تكون أكثر انتظاماً فى توزيعها ، ولكن يصعب إجراء العزيق بين النباتات فى هذه الحالة .

الزراعة فى جور (حفر)

قد تكون الجور فى الأحواض ، كما هو متبع عند زراعة الفول فى الأراضى الملحية ، ولكن الأغلب أن تكون الجور على جانب أو جانبي الخطوط أو المصاطب . ويتم عمل الجور بالوتد أو المنقرة على العمق والأبعاد المطلوبة ، على أن تكون عند

حد الماء مباشرة . وفى الأراضى الملحية يجب أن تكون الزراعة فى الثلث السفلى من الخط ؛ لأن الأملاح تزهر فى قمة الخط . ويزرع - عادة - بكل جورة ٣ - ٤ بذور . وتكون الزراعة إما عفيراً أو حراثياً .

وفى حالة الزراعة العفير تزرع البذور الجافة فى تربة جافة ، وتروى الأرض عقب الزراعة مباشرة . وينصح باتباع هذه الطريقة فى الأراضى الرملية والخفيفة ؛ لضمان توفر الرطوبة اللازمة للإنبات .

أما الزراعة الحراثى ، فهى زراعة البذور الجافة أو المنقوعة فى الماء أو المستنبطة فى أرض مستحثة ، أى أرض بها نحو ٤٠ - ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية . وعادة لا تروى الأرض إلا بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة . وتتبع هذه الطريقة فى زراعة :

- ١ - القرعيات فى الجو البارد ، مع ضرورة تلسين البذور أولاً .
- ٢ - البقوليات لأنها لا تتحمل نسبة مرتفعة من الرطوبة فى التربة ، وتزرع البذور الجافة فى الأرض المستحثة .

طرق الزراعة فى حالة الري بالرش أو بالتنقيط

عندما يكون رى الحقل بطريقة الرش أو التنقيط ، فلا تلزم إقامة الأحواض أو الخطوط (الخبوب) furrows ؛ لأنها ضروريان فقط لتنظيم عملية الري السطحي . والمتبع - عادة - فى حالة الري بالرش أو بالتنقيط أن تكون الزراعة سرا ، أو فى جور فى خطوطٍ متوازيةٍ بامتداد الحقل ، دون حاجة إلى إقامة البتون أو خطوط وقنوات الري . ويضاف إلى هاتين الطريقتين إمكانية الزراعة نثراً فى حالة الري بالرش .

وفى مصر . . تشكل الباذنجانيات (الطماطم ، البطاطس ، والفلفل ، والباذنجان) والقرعيات (البطيخ ، والقاوون ، والخيار ، والكوسة) ، والفراولة الغالبية العظمى من مساحات الخضر التى تزرع فى الأراضى الصحراوية وتروى بالتنقيط . وفيها تُفج خطوط الزراعة على المسافات المرغوبة (١٧٥سم غالباً) ، ثم تضاف مختلف الأسمدة الكيميائية والعنصرية السابقة للزراعة ، ثم يُردم عليها ؛

ليصبح مكان الفج مصطبة مرتفعة قليلاً عن مستوى سطح الأرض ، هي التي تُمد عليها خراطيم الري ، وتتم فيها الزراعة أو الشتل في جور على المسافات المرغوبة .

توفير الغطاء المناسب للبذور المزروعة

غطاء التربة

أياً كانت طريقة الزراعة ، فإنه يجب تغطية البذور جيداً لضمان ملاستها للتربة . وفي حالة الزراعة نثراً في أحواض يُثار سطح التربة ؛ ويسمى ذلك «جربة» البذور . وتفيد تغطية البذور بطبقة من الرمل بدلاً من التربة في حالات الزراعة في الأراضي الثقيلة ، وعند زراعة بذور رهيقة ، وعند الخوف من جفاف التربة سريعاً ؛ لأن الرمل يعمل كطبقة عازلة تمنع جفاف التربة .

وفي حالة الزراعة بالطريقة الحراثة تلزم تغطية التربة بالثرى الرطب ، ثم بطبقة من التراب الجاف ؛ لمنع تشقق التربة فوق البذور ، كما لا تضغط التربة كثيراً فوق البذور .

تغطية خطوط الزراعة بشرائط البوليثيلين

أمكن تطوير هذه الطريقة للزراعة في هولندا . توضع شرائط من البوليثيلين الشفاف بعرض ٢٠ سم على خطوط زراعة البذور في الحقل بعد الزراعة مباشرة ، مع دفن جوانب الشريط على امتداد الخط في التربة ، ويجرى ذلك مع زراعة البذور في عملية واحدة بآلات خاصة .

يؤدي وجود هذا الشريط إلى رفع درجة حرارة التربة والمحافظة على الرطوبة حول البذور ، ومنع تكوين قشور التربة soil crusts التي تعوق الإنبات ؛ وبذلك يمكن التذكير في الزراعة ، مع تحسين نسبة الإنبات .

ويرفع البوليثيلين عند اكتمال الإنبات باستخدام آلات خاصة ، ويكون ذلك بعد نحو ١٠ - ٢٠ يوماً من الزراعة (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

عمق الزراعة

يتوقف عمق الزراعة المناسب على العوامل التالية :

١ - حجم البذور :

كلما ازداد حجم البذور ، ازداد عمق الزراعة ، ولكن ذلك لا يعنى أن أكبر البذور حجماً تكون أكثرها عمقاً فى الزراعة ، فالفاصوليا بذورها أكبر من البسلة ، ولكن البسلة تزرع على عمق أكبر ؛ لأن فلقاتها تبقى تحت سطح التربة عند الإنبات ، بينما تبذل بادرة الفاصوليا مجهوداً كبيراً فى رفع فلقاتها فوق سطح التربة . ويكون الغطاء رقيقاً فى البذور الصغيرة جداً كالكرفس .

٢ - سرعة إنبات البذور :

تكون الزراعة فى البذور البطيئة الإنبات - كالفلفل ، والبنجر - على عمق أكبر منه فى البذور السريعة الإنبات ؛ كالكرنب ، واللفت ، والطماطم .

٣ - درجة الحرارة السائدة :

تكون الزراعة صيفاً على عمق أكبر منه شتاءً ؛ وذلك بسبب تعرض الطبقة السطحية للتربة للجفاف صيفاً .

٤ - قوام التربة :

تكون الزراعة فى الأراضى الرملية والخفيفة على عمق أكبر منه فى الأراضى الثقيلة .

وكقاعدة عامة . . فإن عمق الزراعة يكون نحو ٤ أمثال قطر البذور (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

مسافة الزراعة

يقصد بمسافة الزراعة المسافة بين النباتات فى خط ، وكذلك المسافة بين الخطوط . ويلاحظ أن نقص مسافة الزراعة ، سواء بين الخطوط ، أم بين النباتات فى الخط الواحد يتبعه - دائماً - زيادة المحصول من وحدة المساحة ، إلى أن تصبح النباتات متراحمة بدرجة أكثر من اللازم ؛ حيث يتبع ذلك نقص المحصول . وتتأثر مسافة الزراعة المناسبة بالعوامل التالية :

- ١ - مدى توفر مياه الري أو مياه الأمطار : فتزداد مسافة الزراعة عند نقص كمية المياه المتوفرة .
 - ٢ - خصوبة التربة : فتزداد مسافة الزراعة فى الأراضى الفقيرة .
 - ٣ - كميات الأسمدة المستعملة : فتزداد مسافة الزراعة عند نقص كميات الأسمدة .
 - ٤ - تزداد مسافة الزراعة فى حالة وجود طبقة صماء hard pan .
 - ٥ - يمكن إنقاص المسافة بين الخطوط فى حالة الزراعة اليدوية بدرجة أكبر منها عند الزراعة الآلية .
 - ٦ - تجب زيادة كثافة الزراعة فى حالة إجراء الحصاد آلياً دفعة واحدة .
 - ٧ - تتوقف مسافة الزراعة على الصنف المستعمل ومقدار نموه .
 - ٨ - تتوقف مسافة الزراعة على عدد النباتات التى تترك بالجورة الواحدة .
 - ٩ - يمكن عن طريق التحكم فى مسافة الزراعة التحكم فى حجم رؤوس الكرنب ، والخس ، وأقراص القنبيط ، وعدد وحجم النورات الجانبية فى البروكولى ، وحجم أبصال البصل ، ودرنات البطاطس ، وجذور البنجر ، واللفت ، والروتاباجا ، والجزر وغيرها ؛ حيث تعطى المسافات الضيقة أحجاماً أصغر .
- ويوضح جدول (٤ - ٢) المدى المناسب لمسافات الزراعة التى ينصح بها فى محاصيل الخضار تحت الظروف المختلفة . ويمكن تحديد المسافة المناسبة من واقع هذه الظروف وحسب العوامل التى سبق ذكرها .

كثافة الزراعة

يقصد بكثافة الزراعة عدد النباتات فى وحدة المساحة ، سواء أكانت هذه الوحدة متراً مربعاً ، أم فداناً ، أم هكتاراً . وتتأثر كثافة الزراعة بكل من المسافة بين النباتات ، وبين الخطوط - إن وجدت - وعدد النباتات بالجورة الواحدة ، وما إن كانت الزراعة على ريشتى الخط ، أم على ريشة واحدة .

جدول (٤ - ٢) مسافات الزراعة التى ينصح بها فى محاصيل الخضر .

المحصول	المسافة بين النباتات فى الخط (سم)	المسافة بين الخطوط (سم)
الخرشوف	١٨٠ - ١٠٠	٢٤٠ - ١٢٠
الهليون	٤٥ - ٣٠	٢١٠ - ٩٠
الفول الرومى	٢٥ - ٢٠	١٢٠ - ٥٠
فاصوليا : القصيرة	١٠ - ٥	٩٠ - ٤٥
الطويلة	٢٥ - ١٥	١٢٠ - ٩٠
فاصوليا الليم : القصيرة	٢٠ - ١٥	٩٠ - ٤٥
الطويلة	٣٠ - ٢٠	١٢٠ - ٩٠
البنجر	١٠ - ٥	٩٠ - ٤٥
البروكولى	٦٠ - ٣٠	١٠٠ - ٥٠
كرنب بروكسل	٦٠ - ٤٥	١٠٠ - ٦٠
الكرنب : المبكر	٤٥ - ٣٠	٩٠ - ٦٠
المتأخر	٧٥ - ٤٠	١٠٠ - ٦٠
الكاردون	٤٥ - ٣٠	١٢٠ - ٩٠
الجزر	٧ - ٣	٩٠ - ٤٠
الفنيط	٦٠ - ٣٠	١٢٠ - ٦٠
السيليرياك	١٥ - ١٠	٩٠ - ٦٠
الكرفس	٣٠ - ١٥	١٠٠ - ٤٥
السلق السويسرى	٤٠ - ٣٠	٩٠ - ٦٠
الشيكروريا	٢٥ - ١٠	٦٠ - ٤٥
الكرنب الصينى	٤٥ - ٢٥	٩٠ - ٤٥
الشيف	٤٥ - ٣٠	٩٠ - ٦٠
الكولارد	٦٠ - ٣٠	٩٠ - ٦٠
الذرة السكرية	٤٠ - ٢٥	١٢٠ - ٩٠
أذرة السلاطة	١٠ - ٥	٤٥ - ٣٠
النوبيا	٣٠ - ١٥	١٢٠ - ٩٠
حب الرشاد	١٠ - ٥	٤٥ - ٣٠
الخيار	٣٠	١٨٠ - ٩٠
الدانديون	١٥ - ٨	٦٠ - ٣٥
الفلقاس	٧٥ - ٦٠	١٢٠ - ١٠٠
الباذنجان	٩٠ - ٤٥	١٣٥ - ٦٠

(يتبع)

تابع جدول (٤-٢).

المسافة بين النباتات فى الخط (سم)	المسافة بين الخطوط (سم)	المحصول
٣٠ - ٢٠	٦٠ - ٤٥	الهندباء
٣٠ - ١٠	١٢٠ - ٦٠	الفينوكيا
٨ - ٥	٦٠ - ٤٥	الثوم
٤٥ - ٣٠	٩٠ - ٧٥	فجل الحصان
٤٥ - ٣٥	١٢٠ - ١٠٠	الطرطوفة
٦٠ - ٤٥	٩٠ - ٦٠	الكبيل
١٥ - ١٠	٩٠ - ٣٠	كرنب أبو ركة
١٥ - ٥	٩٠ - ٣٠	الكراث أبو شوشة
٣٥ - ٢٥	٦٠ - ٤٥	الخس : الرومين
٣٥ - ٢٥	٦٠ - ٤٥	ذات الرؤوس
٣٠ - ٢٥	٦٠ - ٤٥	الورقى
٤٠ - ٣٠	٢٤٠ - ١٥٠	القراون
٢٥ - ١٥	٩٠ - ٣٠	المسترد
٥٠ - ٢٥	١٥٠ - ٩٠	السبانخ النيوزيلاندى
٦٠ - ٣٠	١٥٠ - ٦٠	البامية
١٠ - ٥	٩٠ - ٤٥	البصل
٣٠ - ١٠	٤٥ - ٣٠	البقدونس
١٥ - ١٠	٩٠ - ٤٥	الجزر الأبيض
٨ - ٣	١٢٠ - ٦٠	البسلة
٦٠ - ٣٠	٩٠ - ٤٥	الفلفل
٣٠ - ٢٥	١٠٠ - ٧٥	البطاطس
١٥٠ - ٩٠	٣٦٠ - ٢٤٠	القرع العسلى
٢,٥ - ١,٥	٤٥ - ٣٠	الفجل : العادى
١٥ - ١٠	٩٠ - ٤٥	الشتوى (ذو الحولين)
١٢٠ - ٦٠	٢٠٠ - ٩٠	الروبارب
١١٥ - ٦٠	١٨٠ - ١٥٠	الروزيل
٢٠ - ١٥	٩٠ - ٤٥	الروتاباجا
١٠ - ٥	٩٠ - ٤٥	السلفيل
٢٥ - ١٥	١٨٠ - ١٠٠	الشالوت
٢,٥ - ١,٥	٤٥ - ٣٠	الحميض

(يتبع)

تابع جدول (٤ - ٢).

المحصول	المسافة بين النباتات في الخط (سم)	المسافة بين الخطوط (سم)
السبانخ	١٥ - ٥	٩٠ - ٣٠
القرع : القائم	٧٥ - ٣٠	١٢٠ - ٩٠
المداد	٣٠٠ - ٩٠	٣٠٠ - ١٨٠
البطاطا	٤٥ - ٢٥	١٢٠ - ٩٠
الطماطم : الأرضية	٧٠ - ٣٠	١٨٠ - ٩٠
التي تربي على أسلاك	٦٠ - ٣٠	١٢٠ - ٩٠
اللفت	١٥ - ٥	٩٠ - ٣٠
الكرسون المائى	نثرًا	
البطيخ	٩٠ - ٦٠	٢٤٠ - ١٨٠

علاقة كثافة الزراعة بكمية المحصول ونوعيته

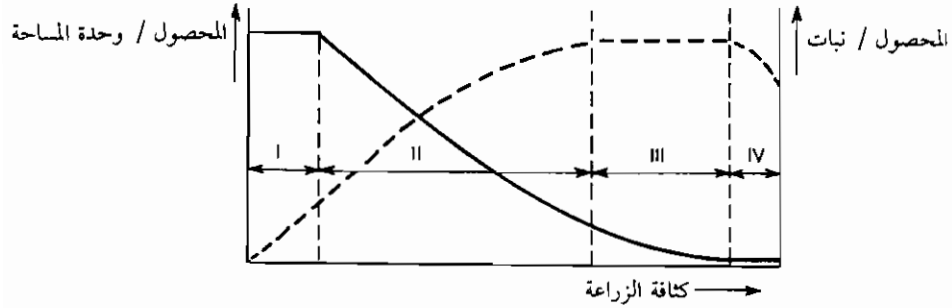
لكثافة الزراعة تأثير مباشر على كل من المحصول ونوعية الثمار أو الدرنات أو الجذور . . . إلخ ؛ حيث يبدأ حجم العضو النباتى (الثمرة أو الدرنه أو الجذر) فى النقصان ، مع وصول كثافة الزراعة إلى حد معين .

فقد وجد فى حالة البنجر - مثلاً - أن المحصول يزداد بزيادة كثافة الزراعة . وعندما يكون المحصول أعلى ما يمكن يكون حجم الجذور نحو نصف حجمها فى حالة مسافات الزراعة الواسعة (أى أقل كثافة للنباتات فى وحدة المساحة) . وعندما يكون حجم الجذر الواحد أكبر ما يمكن يكون المحصول من وحدة المساحة أقل من ٥٠٪ من أعلى محصول ممكن .

ويوضح شكل (٤ - ٣) العلاقة بين كثافة الزراعة وكل من المحصول الكلى (الخط المتقطع) ومحصول النبات (الخط المتصل) . يلاحظ عندما تكون مسافة الزراعة كبيرة - حيث لا توجد أية منافسة بين النباتات - أن زيادة كثافة الزراعة لا تؤثر على محصول النبات الواحد ، ولكنها تؤدى إلى زيادة المحصول الكلى (المرحلة رقم I) .

ومع بدء التنافس بين النباتات (المرحلة رقم II) يبدأ محصول النبات الواحد فى النقصان مع استمرار زيادة المحصول الكلى . ويعقب ذلك مرحلة (رقم III) يزيد

فيها التنافس كثيراً بين النباتات إلى درجة أن المحصول الكلى لا يتأثر فيها بزيادة كثافة الزراعة ؛ حيث يبقى ثابتاً ، بينما يستمر انخفاض محصول النبات الواحد . ولكن مع بلوغ كثافة الزراعة مستويات عالية جداً (مرحلة رقم IV) ينخفض كثيراً محصول النبات الواحد إلى درجة تؤدي إلى انخفاض المحصول الكلى كذلك .



شكل (٤ - ٣) : العلاقة بين كثافة الزراعة وكل من المحصول الكلى (الخط المتقطع) ومحصول النبات الواحد (الخط المتصل) . يُراجع المتن للتفاصيل .

ويمكن تمثيل العلاقة بين الكثافة النباتية (D) ومحصول النبات الواحد (W) بالمعادلة التالية :

$$W^{-1} = a + bD$$

حيث إن a ، و b ثوابت .

ويتحدد المحصول (Y) من وحدة المساحة بالمعادلة التالية :

$$Y = WD$$

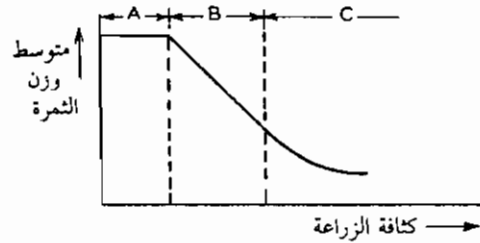
وبذا . . فإن :

$$Y = D / a + bD$$

ويمكن تحديد قيمتي a ، و b تجريبياً أو افتراضهما .

أما متوسط وزن الثمرة (M) فإنه ينخفض بزيادة كثافة الزراعة (شكل ٤ - ٤) ، ويمر أثناء ذلك بثلاث مراحل . يكون وزن الثمرة ثابتاً وكبيراً عندما لا يوجد أى

تنافس بين النباتات (المرحلة A) ، ثم ينخفض وزن الثمرة خطيا بزيادة كثافة الزراعة ؛ بسبب زيادة شدة التنافس بين النباتات (المرحلة B) ، ويلي ذلك مرحلة يقل فيها معدل الانخفاض فى وزن الثمرة مع زيادة كثافة الزراعة ؛ لأن الانخفاض يكون قد بلغ منتهاه .



شكل (٤ - ٤) : العلاقة بين كثافة الزراعة ومتوسط وزن الثمرة . يراجع المتن للتفاصيل .

ويمكن التعبير عن العلاقة بين متوسط وزن الثمرة وكثافة الزراعة بالمعادلة التالية :

$$M = c + dD$$

حيث إن c ، و d ثوابت .

تتوقف قيم الثوابت a ، و b ، و c ، و d على موسم الزراعة ، وشدة الإضاءة ، ومرحلة النمو المحصولي ، والصنف ، وصفات التربة . . . إلخ (عن van de Vooren وآخرين ١٩٨٦) .

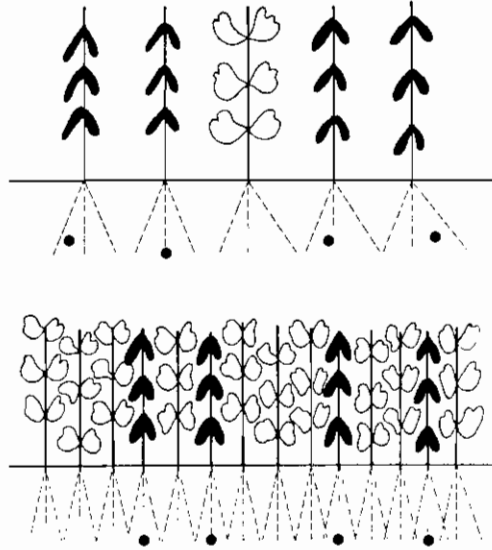
علاقة كثافة الزراعة بالإصابات المرضية

قد تؤدي زيادة كثافة الزراعة إلى زيادة نسبة الإصابة ببعض الأمراض . ففى الأمراض غير الجهازية نجد أن كل جرثومة أو كل جزء من المسبب المرضي قادر على بدء الإصابة يتسبب فى إحداث إصابة موضعية فى النسيج النباتي الذي يلامسه . وكلما ازداد عدد الجذور ، أو الثمار ، أو الأوراق المتوفرة لحدوث الإصابة بها . . . ازدادت فرصة المسبب المرضي فى ملامستها ؛ مما يعنى زيادة شدة الإصابة .

كما أن الفيروسات التي تنتقل ميكانيكيا - مثل فيروس × البطاطس ، وفيروس

موزايك الفاصوليا العادى - تكون أسرع انتشاراً فى الزراعات الكثيفة منها فى الزراعات القليلة الكثافة .

هذا . . إلا أن الفيروسات التى تنتقل عن طريق الحشرات ، والأمراض الفطرية التى تعيش مسبباتها فى التربة فى صورة أجسام فطرية خاصة - مثل الأجسام الحجرية Sclerotia - وتصيب النباتات عن طريق الجذور تقل فيها نسبة الإصابة عند زيادة كثافة الزراعة . ومرد ذلك إلى أن الإصابة الواحدة تجعل النبات كله مريضاً . فإذا كان المسبب المرضى لا يتواجد بكثافة عالية فى بيئة الزراعة ، فإنه لا يصل إلا إلى نسبة منخفضة من النباتات وتبقى الغالبية سليمة وخالية من الإصابة (شكل ٤ - ٥) . أما إذا كان يتواجد المسبب المرضى عالياً ، فإن كثافة الزراعة لا تفيد فى خفض معدل الإصابة ؛ حيث يصل المسبب المرضى إلى كل نبات .



شكل (٤ - ٥) : رسم توضيحي للعلاقة بين كثافة الزراعة ونسبة الإصابات المرضية عندما يكون تواجده المسبب المرضى فى بيئة الزراعة منخفضاً نسبياً . تمثل النقطة السوداء جسمًا فطرياً يعيش فى التربة ، وهو قادر على إحداث الإصابة . تحدث هذه الأجسام نسبة عالية جداً من الإصابة عندما تكون الزراعة غير كثيفة (الرسم العلوى) ، بينما لا تمثل النباتات المصابة سوى نسبة منخفضة من مجموع النباتات فى الحقل فى حالة الزراعة الكثيفة (الرسم السفلى) .

ومن بين الأمراض الفيروسية - التى تنتقل بواسطة الحشرات - والتى لوحظ فيها انخفاض معدلات الإصابة فى الزراعات الكثيفة عما فى الزراعات الأقل كثافة ما يلى (عن Palti ١٩٨١):

الحشرة الناقلة	الفيروس	المحصول
<i>Bemisia tabaci</i> الذبابة البيضاء	التفاف الأوراق	الطماطم
<i>Aphis gossypii</i> المن	الموزايك	الخيار
<i>Aphis citricola</i> المن	الموزايك	فول الصويا
<i>Aphis craccivora</i> المن	التورد	الفول السودانى
عدة أنواع من المن	التقزم الأصفر	الشعير

الخف

يؤدى الخف Thinning إلى منع تزاخم النباتات ؛ ومن ثم يحصل كل نبات على الحيز المناسب للنمو ، ويعطى محصولاً جيداً .

وأنسب وقت لإجراء عملية الخف هو بعد زوال أى خطر محتمل قد تتعرض له النباتات من جراء التقلبات الجوية أو الإصابات الحشرية . كما يجب عدم تأخيرها أكثر من اللازم ؛ تجنباً لتزاخم النباتات . وتجري عملية الخف - عادة - بعد ظهور أول ورقتين حقيقيتين . كما أنها قد تجرى على دفعتين ، ويترك فى المرة الأولى نباتان فى الجورة .

وتجرى عملية الخف بإزالة النباتات الضعيفة النمو والشاذة ، ويبقى على النباتات القوية السليمة الخالية من الإصابات المرضية والحشرية .

ويحسُن أن تُزال النباتات غير المرغوبة بقرطها من فوق سطح التربة ؛ حتى لا تتدخل التربة حول النباتات المتبقية . كما يحسُن رى الحقل عقب الخف .

ونظراً لأن عملية الخف تكون مكلفة ، فإن الاتجاه هو نحو زراعة القدر المناسب من البذور على المسافات المرغوبة ، مع الاستغناء عن عملية الخف كلية .

الترقيع

تجرى عملية الترقيع بغرض إعادة زراعة الجور الغائبة ؛ أى التى فشلت فى الإنبات ، أو التى ماتت الشتلات فيها عقب الشتل .

وتزداد نسبة الغياب عندما تكون الرطوبة الأرضية غير ملائمة للإنبات ، أو عند ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة كثيراً عن المجال الملائم لإنبات بذور المحصول المزروع ، أو فى حالات الإصابات المرضية أو الحشرية ، كذلك قد يعود الغياب إلى نقص نسبة الإنبات فى التقاوى المستخدمة فى الزراعة .

ويجب أن تجرى عملية الترقيع بعد مرور فترة كافية للإنبات الجيد حسب المحصول ودرجة الحرارة وطريقة الزراعة ، كما يجب عدم تأخير الترقيع ؛ حتى تكون النباتات متجانسة النمو فى الحقل كله . وطبيعى أن عملية الترقيع يجب أن تجرى ببذور نفس الصنف الذى سبقت زراعته فى الحقل .

وإذا كانت الجور الغائبة قليلة ، فإنه يمكن إجراء عملية الترقيع ببذور سبق نقعها فى الماء ، مع زراعتها بالطريقة الحراثى إذا كانت الرطوبة الأرضية مناسبة ، أو يجرى الترقيع بالطريقة العفير ، مع رى كل جورة على حدة يدويا . أما إذا كانت نسبة الجور الغائبة مرتفعة ، فإن الترقيع يتم قبل - أو بعد - رية المحايطة حسب المحصول ، وطريقة زراعته ، ونوع التربة .

وسائل التحكم فى كثافة الزراعة

كانت زراعة البذور تتم بطريقة يدوية أو بالبذارات البسيطة ، مع إجراء عملية الخف بعد الإنبات لخفض كثافة النباتات إلى المستوى المرغوب . وظلت هذه الطرق هى السائدة إلى أن أصبحت عملية الخف مكلفة للغاية مع ارتفاع أجور العمالة الزراعية ، نظراً لأنها تتطلب مجهوداً كبيراً وساعات عمل كثيرة .

وقد اتجه الأمر فى البداية نحو تقليل الجهد المبذول فى عملية الخف ؛ بإنقاص كمية التقاوى لوحدة المساحة ، مع استخدام بذور عالية الجودة ذات نسبة إنبات عالية . وقد أفاد ذلك كثيراً فى خفض تكاليف عملية الخف ، لكن مع استمرار النقص فى الأيدي

العاملة المتوفرة للمجال الزراعى وارتفاع أجورها استلزم الأمر إيجاد طرق أخرى للزراعة يمكن الاستغناء بها كلية عن عملية الخف . وفيما يلى عرض لبعض هذه الطرق المتبعة فى زراعة محاصيل الخضر .

استخدام شرائط البذور فى الزراعة

شرائط البذور Seed Tapes عبارة عن لفائف على شكل شرائط تثبت فيها البذور على الأبعاد المرغوبة . وعند الزراعة يفك الشريط على خط الزراعة ؛ بحيث تكون البذور لأسفل والشريط لأعلى . ومع الرى تذوب المادة اللاصقة للبذور ، وتصبح بذلك فى التربة على المسافات المرغوبة . ويُصنع الشريط نفسه من مواد قابلة للذوبان ؛ بحيث لا يعوق إنبات البذور ؛ وقد تضاف إليه بعض الأسمدة أو المبيدات حسب الحاجة .

هذا . . ولم ينتشر استعمال شرائط البذور إلا فى الزراعة بالحدائق المنزلية ؛ نظراً لأن استعمالها يزيد كثيراً من تكاليف التقاوى .

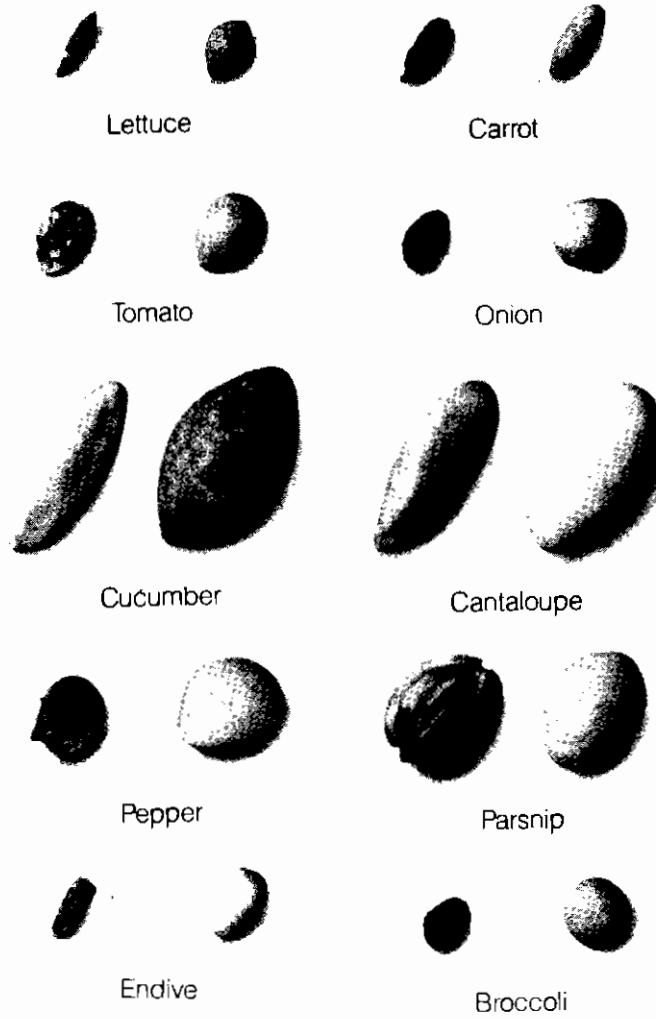
استخدام البذور المغلفة فى الزراعة

يعتبر الغرض الأساسى من عملية التغليف هو تنظيم حجم البذور بغرض التحكم فى مسافات الزراعة ، سواء أكانت الزراعة يدوية ، أم آلية . تغلف البذور بمواد خاملة ، بحيث تكبر قليلاً فى الحجم ، ويسهل تداولها منفردة (شكل ٤ - ٦) .

مزايا وعيوب تغليف البذور

من أهم مزايا تغليف البذور ما يلى:

- ١ - زيادة حجم البذور ؛ بحيث يمكن التحكم فيها وزراعتها على الأبعاد المرغوبة ، كما لو كانت بذوراً كبيرة الحجم .
- ٢ - التوفير فى ثمن التقاوى فى حالة البذرة الهجين المرتفعة الثمن .
- ٣ - الاستغناء عن عملية الخف .
- ٤ - تجانس النمو .
- ٥ - الاستغناء عن عملية التفريد المبكر pricking off المكلفة عند زراعة المشاتل .



شكل (٤ - ٦) : البذور العادية والمغلقة لبعض أنواع الخضار .

٦ - يتأخر إنبات البذور المغلقة فترة تتراوح بين يومٍ ويومين ، ويسمح ذلك بإنبات الحشائش أولاً ؛ فيمكن التخلص منها .

٧ - يمكن إضافة بعض المواد إلى أغلفة البذور ؛ كالمبيدات الحشرية والفطرية ، أو بعض العناصر السماكية ، أو منظّمات النمو . وقد يمكن إضافة بعض المواد الملونة التي تجعل البذور ذات لونٍ يصعب تمييزه على الطيور أو الحيوانات الأخرى .

تستخدم البذور المغلفة فى الولايات المتحدة فى زراعة حوالى ١٠٠ ألف هكتار من الخس . كما أنها تستخدم بنجاح فى كل من: الطماطم، والفلفل ، والكرنب ، والقطن ، والهندباء ، والبصل والجزر ، والكرفس ، والبقدونس ، والبنجر وغيرها من محاصيل الخضر (عن Kaufman ١٩٩١) .

لكن يعيب تغليف البذور مايلى:

- ١ - تحتاج البذور المغلفة إلى قدر أكبر من الرطوبة الأرضية للإنبات بغرض ؛ إذابة الأغلفة . وقد يؤدي نقص الرطوبة الأرضية إلى تأخير أو عدم انتظام الإنبات .
- ٢ - يتأخر الإنبات فترة تتراوح بين يوم ويومين .
- ٣ - تزداد تكاليف التقاوى .
- ٤ - يزداد وزن وحجم البذور ؛ فتزيد بذلك مصاريف تعبئتها ونقلها .
- ٥ - قد تتجمع أكثر من بذرة واحدة فى الحبة المغلفة (Purdy وآخرون ١٩٦١) .

أنواع البذور المغلفة

تعرف ثلاثة أنواع من البذور المغلفة:

١ - البذور المغلفة الكبيرة:

وهى ذات حجم كبير ، وكروية تقريباً ، ويتراوح قطرها من ٣,٧٥ إلى ٤,٧٥ مم . وتحتوى فى حالة الخس على ١٣٠٠٠ - ١٧٠٠٠ بذرة بكل كيلو جرام ؛ ويعنى ذلك أن وزن الحبة الواحدة يبلغ ٤٠ - ٥٠ ضعف وزن بذرة الخس غير المغلفة .

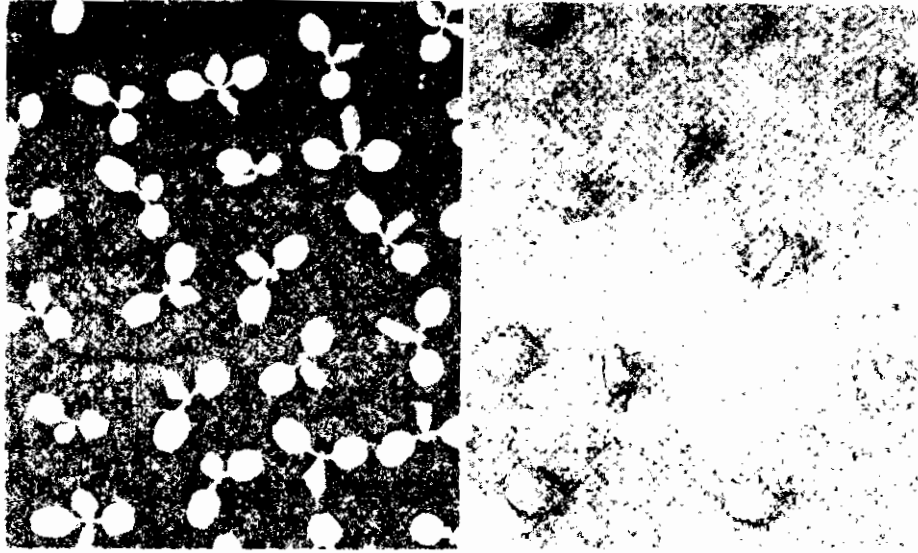
٢ - البذور المغلفة الصغيرة mini pellets :

وهى بيضاوية الشكل تقريباً ، وتتبع الشكل العام للبذرة ؛ حيث تحاط البذرة بقليل من المادة المغلفة . وهى فى الخس تزن ١٠ - ١٥ ضعف وزن البذرة غير المغلفة ، ويحتوى الكيلو جرام منها على ٤٠٠٠٠ - ٦٥٠٠٠ بذرة . وهذه البذور لا يمكن إحكام زراعتها تماماً على المسافات المرغوبة .

٣ - البذور المغلفة المنشقة split pellets :

وهى مستديرة إلى بيضاوية ، وتنشق وتخرج منها البذور بسهولة فى الوسط الرطب

(شكل ٤ - ٧) ، ويتراوح قطرها عادة بين ٢,٧٥ و ٣,٥٠ مم للخس ، وتحتوى ٢٠٠٠٠ - ٣٠٠٠٠ بذرة بكل كيلو جرام (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .



شكل (٤ - ٧) : بذور خس مغلفة بطريقة الحبة المنشقة Split pellets ، والبادرات انثى تنتج من زراعتها منفردة .

طريقة تغليف البذور

تم عملية تغليف البذور بإحاطتها بطبقة من المواد الخاملة ؛ مثل : الـ fly ash ، أو field spar ، أو celite ، أو betonite ، أو vermiculite . ومعظم هذه المواد عبارة عن مواد متعادلة غير عضوية ، يتراوح فيها الـ pH بين ٦,٥ و ٧ ، ويضاف إلى المواد الخاملة بلاستيك قابل للذوبان فى الماء ؛ لجعلها قابلة للالتصاق (Crocker & Barton ١٩٥٣) .

فمثلاً . . أمكن فى الطماطم والخيار إنتاج بذور مغلفة جيدة استعملت بنجاح فى الزراعة . غطيت البذرة أولاً بالفيروميكيوليت المخلوط بسماد تحليله ١٠ - ٣٤ - صفر للاستفادة منه كسماد وكعامل لاصق ، كما أضيف فحم نباتى active charcoal لحماية

البذور الناتبة من أضرار مبيدات الحشائش ، وبهذه الطريقة كان وزن الحبة الواحدة ١,٥ جم (Haugh & Kromer ١٩٧٢) .

ويؤدى التغليف إلى زيادة حجم ووزن البذرة الواحدة (جدول ٤ - ٣) ، لكنها تظل محتفظة بشكلها العادى (إما كروية ، أو بيضاوية أو مستطيلة) ؛ لأن محاولة جعل البذور البيضاوية أو المستطيلة كروية الشكل يعنى زيادة حجمها بدرجة كبيرة .

جدول (٤ - ٣) : وزن وحجم بذور عدد من الخضروات بعد التغليف .

المحصول	قطر البذرة المغلفة	عدد أضعاف الزيادة فى الوزن	وزن ١٠٠٠ بذرة مغلفة (جم)
الهندباء	٣ - ٣,٥	١٥ - ٢٠	٢٥ - ٤٠
الخيار	٦ - ٨	١٠ - ١٤	٣٠٠ - ٥٠٠
القمييط	٣ - ٣,٥	٨ - ١٢	٢٥ - ٤٠
الشيكوريا	٣ - ٣,٥	١٥ - ٢٠	٢٥ - ٤٠
كرنب أو ركية	٣ - ٣,٥	١٠ - ١٢	٢٥ - ٤٠
الفلفل	٤,٥ - ٥,٥	٩ - ١٢	٦٠ - ١٠٠
الكرات	٣ - ٣,٥	٩ - ١١	٢٥ - ٤٠
الفجل	٣ - ٣,٥	٣ - ٤	٢٥ - ٤٠
الحس	٣ - ٣,٥	٢٥ - ٣٠	٢٥ - ٤٠
الطماطم	٣,٥ - ٤	١٠ - ١٢	٥٠ - ٦٠
البصل	٣ - ٣,٥	٨ - ١٦	٢٥ - ٤٠
الجزر	٣ - ٣,٥	٣٠ - ٣٥	٢٥ - ٤٠

زراعة البذور بطريقة الـ Plug - Mix

تتلخص الزراعة بطريقة الـ plug mix فى خلط البذور المراد زراعتها جيداً مع مخلوط مبلل من السماد العضوى الصناعى (الكومبوست) ، والبيت ، والفيرميكيوليت ، والبرليت ، والجير ، والأسمدة ، والمبيدات الفطرية ، ثم تؤخذ منه كميات بحجم ٢٥ - ٥٠ سم^٣ تسمى plugs ، وتوضع فى التربة على الأبعاد المرغوبة . وتحتوى كل كمية من المخلوط (plug) على عدد معين من البذور ؛ وبذلك ينمو عدد من البادرات معاً فى كل جورة .

وتتبع هذه الطريقة بنجاح مع الطماطم . ويفضل فى حالة الزراعة فى الجو البارد استنبات البذور أولا ، حتى يبرز الجذير قبل خلطها مع خلطة الزراعة ؛ لأن الطماطم يمكنها النمو فى درجات حرارة أقل من تلك التى تلزم للإنبات .

زراعة البذور على مسافات محددة

توجد أنواع مختلفة من الآلات لزراعة البذور على مسافات محددة precision seeding ، منها ما يستخدم فيه حزام belt ، أو قرص plate متحرك وبه ثقوب تسمح بمرور البذور على مسافات محددة ، ومنها ما تستخدم فيه عجلة بها انخفاضات تستقر فيها البذور seed wheel ؛ لتوضع فى مكانها المطلوب بخط الزراعة مباشرة ، بالإضافة إلى أنواع أخرى .

وفى جميع الحالات يتطلب نجاح زراعة البذور على مسافات محددة مايلى :

- ١ - أن يُجهز الحقل بصورة جيدة ، فيكون مهاد الزراعة ناعماً ومسطحاً ؛ حتى يمكن التحكم فى مسافة الزراعة وعمقها .
- ٢ - أن تكون البذور ذات نسبة إنبات مرتفعة ، ومتجانسة فى الحجم ، ومنظمة الشكل . ويحسن استخدام البذور المغلفة ؛ لضمان تجانسها فى الشكل .
- ٣ - مكافحة الحشائش جيداً بمبيدات الحشائش .

زراعة البذور وهى محملة فى سوائل خاصة

تقنية الزراعة مع السوائل

عند زراعة البذور وهى محمولة فى سوائل خاصة Fluied drilling يستعمل جِلّ (جيلى) gel من نوع خاص قد تعلق فيه البذور وهى جافة ، ثم ترش فى التربة ، أو تستنبت البذور أولا ، ثم تعلق فى الجيلى وتزرع بعد ذلك . والطريقة الثانية هى الشائعة ؛ لأن البذور تستنبت أولا تحت ظروف مثالية من الحرارة والضوء والتهوية ، ثم تفصل البذور النابتة (أى التى برز فيها الجذير) عن غير النابتة ؛ وذلك بواسطة تيار من الماء فى أنابيب (مواسير) مائلة ؛ حيث يساعد الجذير الموجود فى البذور النابتة على دفعها مع تيار الماء ، بينما تبقى البذور غير النابتة فى مكانها ، أو يكون تحركها قليلا .

ويسمح ذلك بضمان الحصول على إنبات بنسبة ١٠٠٪ فى الحقل ، وقد يمكن فصل البذور النابتة عن غير النابتة على أساس الكثافة والطفو فى المحاليل السكرية .

وإلى جانب استخدام الجيلي ، فإن البذور المستنبطة يمكن أن تعلق فى كمية محدودة من الماء ، كما قد تعلق فى الجيلي ، ثم تزرع وهى فى خلطة خاصة أساسها البيت موس تسمى plug mix ، بحيث تحتوى كل جورة على كمية من الخلطة بها عدد محدود من البذور .

ومن أهم أنواع الجلّ المستخدم فى زراعة البذور بطريقة السوائل ما يلى (عن Gray ١٩٨١) :

المركب	التحضير التجارى
Sodium alginate	Agrigel
hydrolyzed starch-polyacrylonitrile	H-SPAN
sugar gums	K4492 & K59.5
synthetic clay	Laponite 508
modified potato starch	Perfactamyl CMA 2K
a form of polyacrylamide	Magnafloc 511
a polyacrylate	Viscalex

هذا . . ولا تفيد هذه الطريقة فى زراعة البذور على الأبعاد المرغوب فيها ، وإنما بالكثافة التى يتم تحديدها مسبقاً . وتجرى محاولات لإنتاج آلات يمكن بواسطتها زراعة البذور المستنبطة والمحمولة فى السوائل على المسافات المرغوبة .

ومن الأهمية بمكان المحافظة على رطوبة التربة بعد الزراعة ، وحتى إنبات البذور ، نظراً لأن جفاف التربة يؤدى إلى نقص كبير فى الإنبات .

هذا . . وقد تكون الظروف الجوية غير مناسبة للزراعة بعد إعداد مُعلّق البذور المستنبطة مع الجيلي ، وفى هذه الحالة يفضل تخزين المعلق لحين تحسن الظروف الجوية . فقد أمكن مثلاً تخزين البذور المستنبطة من الكرنب ، والجزر ، والخس لمدة ١٥ يوماً فى حرارة ١°م فى جو عادى أو مرطب . أما محاصيل الجو الدافئ - مثل

الفلفل ، والطماطم ، والذرة السكرية - فقد أمكن تخزين معلق بذورها المستنبطة مع الجيلي لمدة ١ - ٢ أسبوع في درجة حرارة ٦ - ١٠°م في جو مرطب . كذلك أمكن حفظ بذور الطماطم المستنبطة في الجيلي التجارى Natrosol 250 HHR على درجة الصفر المئوى لمدة ١٢ يومًا ، دون أن يتأثر إنبات البذور بعد ذلك (Wallace & Fieldhouse ١٩٨٢) .

مزايا الزراعة مع السوائل

تحقق زراعة البذور ، وهى محمولة فى سوائل خاصة المزايا التالية :

١ - تستنبت البذور أولا تحت ظروف مثالية للإنبات ؛ الأمر الذى يضمن إنباتها ، كما يضمن عدم دخول البذور فى طور سكون ثانوى كما يحدث مثلا عند زراعة بذور الخس فى درجات الحرارة المرتفعة .

٢ - سرعة ظهور البادرات على سطح التربة ، لأن استنبات البذور قبل الزراعة يُقصر الفترة اللازمة للإنبات ، وبالتالي تقل فرصة حدوث الأضرار للبادرات من جراء الإصابة بالأمراض والحشرات ، أو التعرض لظروف بيئية غير مناسبة .

٣ - تجانس الإنبات :

يعد تجانس الإنبات خلال فترة قصيرة نسبيا من أهم مزايا زراعة البذور وهى محمولة فى سوائل ، ولا تتحقق تلك الفائدة بصورة جيدة إلا إذا استخدمت لأجل ذلك بذور سبقت معاملتها بالنقع فى محاليل ذات ضغط أسموزى مرتفع ، مثل المحاليل الملحية أو محاليل البوليثلين جليكول ، وهى المعاملة التى تعرف باسم Seed Priming ، والتى تأخذ خلالها المراحل الأولى للإنبات مجراها ، وتصبح بعدها جميع البذور فى وضع استعداد لمباشرة الإنبات وبروز الجذير منها .

تزداد أهمية تلك المعاملة فى محاصيل خاصة ، مثل الجزر ، والكرفس ، والبصل ، والكراث أبو شوشة ، والخس ، حيث تؤدي معاملة الـ Priming إلى زيادة تجانس الإنبات .

٤ - يمكن استعمال الجيلي كحامل للعناصر الغذائية ومنظمات النمو والمبيدات ؛

الأمر الذى يزيد من توفير الحماية للبادرات فى مراحل نموها الأولى . ومن الأمثلة الناجحة فى هذا الشأن ما يلى :

أ - زيادة معدل تكوين العقد الجذرية على جذور البقوليات بإضافة البكتيريا الخاصة بذلك إلى الجيلي مع البذور المستنبطة .

ب - مكافحة مرض العفن الأبيض فى البصل بكفاءة بإضافة المبيد إبرودايون iprodione للجيلي مع البذور المستنبطة .

ج - زيادة معدل نمو الخس بإضافة التحضير التجارى سايتكس Gytex (الذى يحتوى على سيتوكينين) للجيلي قبل الزراعة بمعدل ١٣ مل من السايكس/ لكل لتر من الجيلي ، وهى ربع الكمية التى تستخدم عادة رشاً على النباتات (Gray ١٩٨١) .

د - أمكن إدخال عدد من منظمات النمو فى نباتات الطماطم أثناء مرحلة الإنبات ، وهى باكلوبوترازول paclobutrazol (وهو مثبط للنمو يزيد من نسبة الجذور إلى الأوراق ، وأفاد مع التفاح فى تجنب مشكلة النقص الرطوبى فى النباتات بعد الشتل) ودامينوزايد daminozide (وهو مثبط النمو المعروف باسم الآلار Alar أو SADH) وجليوفوسيت glyphosate والأوكسين 2,4-D الذى استخدم فى نباتات أخرى للمساعدة على التجذير (Pombo وآخرون ١٩٨٥) .

هذا . . ويساعد تلامس الجذير النامى مع هذه المركبات على سرعة امتصاصه لها . كما لم تتأثر خصائص الجيلي بإضافة أى من هذه المركبات إليه .

٥ - زيادة المحصول المبكر والكللى وزيادة تجانس النضج :

من أمثلة المحاصيل التى ازداد فيها المحصول الكلى عند الزراعة بطريقة السوائل مقارنة بزراعة البذور الجافة ما يلى (عن Pill ١٩٩١) :

المحصول	الزيادة فى المحصول (%)
الجزر	٢٢
الكرفس	٣٦
الجزر الأبيض	١٠٧
الطماطم	١٢

ومن أهم المزايا التي تحققت لكل محصول من الخضر ما يلي :

١ - فى الجزر : تجانس الإنبات وزيادة نسبته تحت ظروف بيئية متباينة ، مع التبكير فى الإنبات بنحو ٧ - ١٠ أيام (Finch-Savage ١٩٨٤ أ ، ب) وزيادة المحصول المبكر جوهريا .

٢ - الكرفس والخس : زيادة نسبة الإنبات ، والتبكير فى الإنبات بنحو ١٠ أيام فى الكرفس ، ونحو ٥ - ٧ أيام فى الخس .

٣ - البنجر : زيادة نسبة الإنبات ، والتبكير فى الإنبات بنحو ٥ أيام .

٤ - الطماطم : زيادة نسبة الإنبات حتى مع إجراء الزراعة وحرارة التربة ١٠ م ، والتبكير فى الإنبات مدة يومين فى حرارة ٢٠ م ، وستة أيام فى حرارة ١٢ - ١٥ م ، و ١٥ - ١٧ يوماً فى حرارة ٩ - ١١ م وزيادة النمو والتبكير فى النضج بنحو ٧ أيام .

اختيار الموعد المناسب للزراعة

العوامل المؤثرة فى اختيار الموعد المناسب للزراعة

يتأثر اختيار الموعد المناسب للزراعة فى منطقة ما بعددٍ من العوامل ، نوجزها فيما يلى :

١ - المحصول المراد زراعته :

فلكل محصول ظروفه البيئية الخاصة التى تلائم نموه وتطوره .

٢ - الصنف :

فالأصناف قد تختلف فى مدى تأثرها بالعوامل البيئية . فمثلا . . تختلف أصناف البصل فى احتياجاتها من الفترة الضوئية لتكوين الأبصال ، وتختلف أصناف الكرنب فى احتياجاتها من الحرارة المنخفضة حتى تتهيا للإزهار ، وكذلك تختلف أصناف السبانخ فى سرعة استجابتها للنهار الطويل عند إزهارها .

٣ - الظروف البيئية السائدة فى منطقة الإنتاج :

تعد درجات الحرارة ، وطول الفترة الضوئية أهم العوامل ، إلا أن الرياح الحارة

الجافة ، والعواصف الرملية ، وموسم الأمطار تتدخل أيضاً فى اختيار الموعد المناسب للزراعة . فلا تجب مثلاً زراعة الطماطم فى المواعيد التى يحدث فيها الإزهار فى أوقات تشتد فيها الحرارة أو البرودة ، لأنها لا تعقد ثمارها تحت هذه الظروف ، كما أن ثمار الفلفل لا تعقد فى المواسم التى تشتد فيها الرياح الحارة الجافة . وإذا اعتمدت الزراعة على ماء المطر ، فلا بد من إدخال موسم الأمطار فى الحسبان عند اختيار موعد الزراعة .

٤ - طبيعة التربة فى منطقة الإنتاج :

فالأراضى الرملية والخفيفة تكون أكثر دفئاً فى الشتاء وبداية الربيع ، مما يسمح بالزراعة المبكرة فيها ، بالمقارنة بالأراضى الثقيلة .

٥ - العامل الاقتصادى :

ف نجد أن المحصول يكون مرتفعاً والأسعار منخفضة فى أكثر العروات مناسبة للمحصول المزروع ، بينما يكون المحصول منخفضاً والأسعار عالية فى العروات التى لا تناسب نمو المحصول . وعلى المنتج أن يوازن بين هذين العاملين - الإنتاج والأسعار - عند اختيار موعد الزراعة .

ويمكن بالتجربة والممارسة مع الإحاطة بالعوامل السابقة تحديد مواعيد الزراعة المناسبة لكل محصول فى كل منطقة من مناطق الإنتاج .

ويطلق على هذه المواعيد اسم عروات . فالعروة الصيفية مثلاً هى التى تزرع فى يناير وفبراير ، وتنمو النباتات خلال فصل الربيع ، وتعطى محصولها فى بداية فصل الصيف .

الزراعات المتتابعة من نفس المحصول فى الموسم الواحد

عندما تسمح العوامل السابقة الذكر بزراعة المحصول على مدى فترة زمنية طويلة ، فإنه يكون من الأفضل تقسيم المساحة المراد زراعتها إلى مساحات أصغر تزرع فى مواعيد متتابعة ، بحيث يمكن توزيع أعباء الأعمال الحقلية للمساحة ككل على مدى

فترة زمنية أطول ، خاصة بالنسبة لعملية الحصاد التي تتطلب أيدٍ عاملة كثيرة ، وبحيث يمكن تجنب حصاد المساحة كلها فى وقت واحد ، وما يستتبع ذلك من مشاكل فى الشحن والتسويق ، مع زيادة العرض وانخفاض الأسعار .

وتشتد الحاجة إلى التخطيط لعدد من الزراعات المتتابعة من محصول ما ، خاصة عند الرغبة فى زراعة مساحة كبيرة ، مع وجود تعاقدات مع مصانع حفظ الأغذية على توريد كميات معينة من المنتج فى مواعيد محددة . فمصانع حفظ الأغذية إمكانياتها محدودة ، ولا يمكنها تلقي كل المحصول المراد تصنيعه فى فترة زمنية قصيرة ، وإمكانياتها فى التخزين محدودة ، فضلا على أن تصنيع الأغذية سريعا بعد الحصاد يعد أفضل من تصنيعها بعد فترة من التخزين . كما أن تشغيل هذه المصانع لأطول فترة من السنة يعد أمرا حيويا من الوجهة الاقتصادية . لذلك تتعاقد مصانع حفظ الأغذية عادة على توريد كميات معينة من محاصيل الخضار ، مثل : الطماطم ، والبسلة ، والفاصوليا ، والذرة السكرية فى مواعيد محددة .

وقد استتبع ذلك إجراء عديد من الدراسات التى نتج عنها ما سمي بنظام الوحدات الحرارية heat unit system الذى يستخدم فى التنبؤ بموعد الحصاد ؛ وبالتالي فى تحديد مواعيد الزراعات المتتابعة .

نظام الوحدات الحرارية

يستخدم نظام الوحدات الحرارية فى التنبؤ بموعد الحصاد ؛ وبالتالي فى توقيت مواعيد الزراعات المتتالية ، حتى لا تكون كل المساحة جاهزة للحصاد فى وقت واحد ، وخاصة بالنسبة للخضار التى تتدهور نوعيتها كثيرا إذا ما تركت دون حصاد ، مثل الذرة السكرية ، والفاصوليا ، والخيار ، والبسلة ، والقاوون ، والطماطم .

كان Boswell أول من طبق هذا النظام على محاصيل الخضار ، وكان ذلك على محصول البسلة ، حيث وجد أن البسلة تزهر بعد أن تتلقى قدرا معينا من الحرارة - أعلى من أربع درجات مئوية - أيا كان عدد الأيام التى تمر إلى حين تلقيها لهذا القدر من الحرارة .

طريقة حساب الوحدات الحرارية

يعتمد هذا النظام على أنه يلزم لكل نبات عدد معين من الوحدات التى يجب أن يحصل عليها لإكمال نموه . كما أن لكل مرحلة من مراحل النمو وحداتها الحرارية الخاصة اللازمة لإتمامها . ولا يتم النمو إلا بعد أن يحصل النبات على هذه الوحدات ، بغض النظر عن المدة التى تنقضى بعد الزراعة .

وتحسب الوحدات الحرارية heat units على أساس مجموع الساعات الحرارية الأعلى من درجة الأساس base temperature ، أو نقطة الصفر zero point ، وهى درجة الحرارة الدنيا لنمو المحصول . وتقدر هذه الدرجة تجريبياً ، وهى تختلف من محصول لآخر ، ولكنها تقدر بنحو ٤٠°ف (٤,٤م) لخضر الجو البارد ، وبنحو ٥٠°ف (١٠م) لخضر الجو الدافئ . ويلزم لدقة الحساب أن تحدد تجريبياً لكل محصول على حدة . فمثلاً . . وجد أن درجة حرارة الأساس للطماطم هى : ٤٣°ف (٦,١م) (Warnock & Isaacs ١٩٦٩) ، وعموماً . . فهى الدرجة التى يعطى استعمالها أقل قدر من معامل التباين .

ويحسب عدد الوحدات الحرارية ليوم ما بطرح درجة حرارة الأساس من معدل درجة الحرارة فى ذلك اليوم ، ثم يحسب مجموع الوحدات الحرارية من الزراعة حتى النضج ، ويطلق عليها الأيام الحرارية degree days ، أو الوحدات الحرارية heat units ، أو thermal units . وبضرب الـ degree days فى ٢٤ نحصل على ما يسمى بالساعات الحرارية degree hours .

هذا . . ويقدر عدد الساعات الحرارية لكل صنف على حدة بإجراء دراسات تستمر لعدة سنوات يحسب منها متوسط عدد الساعات الحرارية اللازمة لكل مرحلة من مراحل النمو حتى الحصاد .

فمثلاً . . أجريت بولاية كاليفورنيا الأمريكية دراسة على صنف الطماطم فى اف ١٤٥ بى ٧٨٧٩ VF ١45 - B - 7879 تضمنت ٢٤ تجربة على مدى ٣ سنوات ، واستخدمت فيها ٦م كدرجة حرارة أساس ، وأمكن من خلالها معرفة عدد الساعات الحرارية اللازمة للوصول إلى مراحل النمو والنضج المختلفة (جدول ٤ - ٤) .

جدول (٤ - ٤): عدد الساعات الحرارية اللازمة لوصول نباتات الطماطم من صف - B - VF 145 7879 إلى مراحل النمو والنضج المختلفة .

مرحلة النمو أو النضج	إجمالي عدد الساعات الحرارية اللازمة من وقت زراعة البذور
الإنبات	٩٣
بداية الإزهار	٦١٢
وصول أول الثمار لقطر ٢,٥ سم	٩١٣
وصول أول الثمار إلى مرحلة بداية التلون	١٤٢٦
تمام تلون أول الثمار	١٥٣٣

كما وجد أن الصنف كامبل ٣٤ Campbell 34 تطلب ساعات حرارية مماثلة لتلك التي تطلبها الصنف VF 145 - B - 7879 (Warnock ١٩٧٣) .

هذا . . وبالرجوع إلى سجلات الأرصاد الجوية في منطقة ما ، فإنه يمكن تحديد مواعيد الزراعة مع التنبؤ بمواعيد الحصاد ، لكن ذلك يتطلب سجلات دقيقة لدرجات الحرارة السائدة في المنطقة على مدى سنوات عديدة سابقة .

العوامل المؤثرة على الوحدات الحرارية اللازمة من الزراعة إلى الحصاد

يتأثر عدد الوحدات الحرارية اللازمة من الزراعة إلى الحصاد بالعوامل التالية :

- ١ - نوع المحصول المزروع .
 - ٢ - طول الفترة الضوئية وشدة الإضاءة .
 - ٣ - درجة حرارة التربة :
- ولهذا العامل أهمية كبيرة قبل الإنبات . أما بعد ذلك ، فالأهمية الكبرى تكون لدرجة حرارة الهواء .
- ٤ - مدى انحدار التربة وحالة الصرف ، وهى عوامل تؤثر على درجة حرارة التربة .
 - ٥ - الارتفاع عن سطح البحر وخط العرض في منطقة الإنتاج .
 - ٦ - نوع التربة :
- فالأراضي الثقيلة يكون النضج فيها بطيئاً ، بعكس الأراضي الخفيفة .

٧ - خصوبة التربة ، وكمية أنواع الأسمدة المضافة :

فالفوسفور ييكر النضج ، بينما يؤخر النيتروجين موعد النضج .

٨ - الرياح ، والبرَد ، والعواصف ، والأمراض ، والحشرات .

٩ - الأضرار الناجمة عن الجفاف والصقيع .

١٠ - التغير اليومي فى درجة حرارة الليل والنهار .

وقد اقترح البعض استخدام الوحدات الحرارية مع معدل طول النهار كأساس للحساب ، بدلا من الوحدات الحرارية وحدها . فقد وجد أن الزيادة فى خط العرض على نفس مستوى الارتفاع من سطح البحر يصاحبها نقص فى عدد الوحدات الحرارية اللازمة بسبب الزيادة فى طول النهار صيفاً (Wilsie ١٩٦٢) .

التحولات التى أدخلت على نظام حساب الوحدات الحرارية

إن حساب عدد الساعات الحرارية على أساس طرح متوسط درجة الحرارة اليومية (وهو حاصل جمع درجة الحرارة الدنيا ودرجة الحرارة العظمى مقسوماً على ٢) من درجة حرارة الأساس (ولتكن ١٠°م بالنسبة لمحصول صيفى كالذرة السكرية) ، وضرب الناتج فى ٢٤ (عدد ساعات اليوم) . . إن إجراء الحساب بهذه الكيفية لا يعطى الوحدات الحرارية الفعالة حينما تنخفض الحرارة عن الحد الأدنى اللازم للنمو ، أو حينما ترتفع عن الحد الأقصى الذى يتوقف بعده النمو . فمثلا . . لو أن الحرارة انخفضت ليلا إلى خمس درجات مئوية وارتفعت نهاراً إلى ١٥°م ، فإن إجمالى الساعات الحرارية يكون صفرًا ، بينما يُستدل من الحد الأقصى لدرجة الحرارة فى هذا المثال على أنها كانت مناسبة للنمو لفترة من اليوم .

ولو أن درجة الحرارة الصغرى انخفضت إلى حد إحداث صدمة لعملية تطور النمو النباتى ، لكان لأخذها فى الحسبان - عند حساب عدد الساعات الحرارية - ما يُبرره . ولكن لو أن الانخفاض فى درجة الحرارة الصغرى - عن درجة حرارة الأساس - لم يكن كبيراً إلى حد إحداث صدمة للنمو النباتى . . فحينئذٍ يصبح من المنطقى اعتبار درجة الحرارة الصغرى مساوية لدرجة حرارة الأساس .

كذلك فإن الحرارة الأعلى من درجة الحرارة العظمى تثبط النمو النباتي ؛ الأمر الذى يتطلب إجراء تصحيح لعدد الساعات الحرارية المحسوبة . ويمكن إجراء هذا التصحيح بطرح الفرق بين درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة المثلى من متوسط درجة الحرارة اليومية المحسوب . ويتطلب ذلك الإجراء - بطبيعة الحال - معرفة درجة الحرارة المثلى تجريبياً (عن Gilmore & Rogers ١٩٥٨) ، وقد يكتفى باعتبار درجة الحرارة العظمى المشاهدة مساوية لدرجة الحرارة العظمى التى يتوقف بعدها النمو ، وهى التى يتعين تحديدها تجريبياً كذلك (Arnold ١٩٧٤) .

وتعرف الطريقة السابقة - التى يطرح فيها الفرق بين الحرارة العظمى للمحصول والحرارة العظمى لليوم من معدل درجة الحرارة اليومية - بنظام السقف الحرارى Temperature Ceiling .

وقد قام Perry وآخرون (١٩٨٦) بتطبيق ١٤ طريقة لحساب الوحدات الحرارية من الزراعة إلى الحصاد فى الخيار ، ووجدوا أن أفضل طريقة كانت بجمع الفرق اليومية بين درجة الحرارة العظمى وحرارة أساس مقدارها ١٥,٥°م ، ولكن مع حساب الوحدات الحرارية - عندما ترتفع الحرارة العظمى اليومية عن ٣٢°م - بالطريقة التالية:

$$\text{الوحدات الحرارية اليومية} = [٣٢ - (\text{درجة الحرارة العظمى} - ٣٢)] \times ١٥,٥$$

وقد أعطت هذه الطريقة معامل تباين مقداره ٣٪ ، مقارنة بـ ١٠٪ عند حساب الوحدات الحرارية بالطريقة العادية .

وقد طبق Perry & Wehner (١٩٩٠) هذا النظام على الخيار فى ثلاث سنوات ، وثلاث عروات ، وثلاثة مواقع ، ووجدوا أنه أفضل جوهرياً من النظام العادى لحساب الساعات الحرارية للتنبؤ بموعد الحصاد فى أصناف خيار التخليل ، ولكنه لم يكن فعالاً مع أصناف السلاطة .

كما جرب Dufault وآخرون (١٩٨٩) ثمانى طرق لحساب الوحدات الحرارية من الزراعة إلى الحصاد فى الكولارد ، وقارنوا بينها على أساس معامل الاختلاف . وقد حصل الباحثون على أقل معامل اختلاف (٩,١٪) عند حساب الوحدات الحرارية على أساس الفرق بين درجة الحرارة العظمى اليومية ودرجة حرارة أساس قدرها

١٣,٤ م° ، ولكن مع طرح درجة حرارة الأساس (١٣,٤ م°) من حرارة عظمى معدلة (هى : ٢٣,٩ - الفرق بين الحرارة العظمى المسجلة و ٢٣,٩ م°) عندما ارتفعت درجة الحرارة العظمى عن ٢٣,٩ م° .

وفى المقابل . . كان معامل الاختلاف ١١,٤٪ عندما اتبعت الطريقة العادية بجمع حاصل الطرح اليومى لدرجة حرارة أساس مقدارها ٤,٤ م° من متوسط درجة الحرارة - يوميا - خلال موسم النمو . كما كان معامل الاختلاف ١٣,٤٪ حينما اكْتَفِيَ بجمع عدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد .

ومن التعديلات الأخرى التى أدخلت على معادلة حساب الساعات الحرارية ، مايلى :

١ - عند انخفاض درجة الحرارة بشدة لفترة قصيرة (ولتكن ثلاث ساعات) ليلا اقترح للذرة السكرية المعادلة التالية : عدد الأيام الحرارية = [(الحرارة الصغرى + الحرارة العظمى لفترة ٣ ساعات) / ٢] - ١٠ م° ، مع اعتبار الحرارة المثلى ٣٠ م° .

٢ - أخذت درجة حرارة التربة - وليست درجة حرارة الهواء - فى الحسبان عند حساب عدد الساعات الحرارية من الزراعة حتى إنبات البذور فى الذرة السكرية (عن Lass وآخرين ١٩٩٣) .

٣ - فضل بعض الباحثين ضرب الوحدات الحرارية المتجمعة يوميا فى طول الفترة الضوئية ، وكان هذا النظام مناسباً لكل من الخس والبسلة .

بديل مبسط لنظام الوحدات الحرارية

فى غياب البيانات اللازمة عن الاحتياجات الحرارية للمحصول وسجلات الأرصاد الجوية للمنطقة ، فإنه يمكن عمل تخطيط أولى لمواعيد الزراعات المتتابعة ؛ وذلك بتكرار الزراعة عندما تصل نباتات الزراعة السابقة إلى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى . ويكون ذلك - عادة - فى غضون أسبوع من الإنبات وظهور البادرات فوق سطح التربة . ويوضح جدول (٤ - ٥) عدد الأيام من الزراعة للإنبات فى محاصيل الخضر المختلفة فى الظروف المناسبة للإنبات .

جدول (٤ - ٥) : عدد الأيام من الزراعة إلى الإنبات في محاصيل الخضار المختلفة تحت الظروف المناسبة للإنبات .

المحصول	عدد الأيام حتى الإنبات	المحصول	عدد الأيام حتى الإنبات
الهلون	١٥	القاوون	٧
الفاصوليا العادية	٦	المستردي	٩
فاصوليا الليما	٧	البامية	١٠
البنجر	٩	البصل	١٠
البروكولى	١٠	البقدونس	٢١
كرنب بروكسل	١٠	الجزر الأبيض	١٨
الكرنب	١٠	البسلة	٨
الكرنب الصينى	٩	الفلفل	١٠
الجزر	٨	القرع العسلى	١٠
القنبيط	١٠	الفجل	٦
الشيكرىا	١٢	الروبارب	١٠
الكولارد	١٠	الروتاباجا	٩
السلاريك	٢١	السبانخ	٨
الكرفس	٢١	قرع الكوسة	٧
الخيار	٧	قرع الشتاء	٩
الباذنجان	١٠	الذرة السكرية	٧
الهندباء	١٠	الطماطم	٨
الكيل	١٠	اللفت	٧
كرنب أبو ركة	١٢	البطيخ	٨
الحس	٧		

العزيق وأغطية التربة

يشارك العزيق مع استخدام أغطية التربة فى أن كليهما من عمليات الخدمة الموجهة أساساً نحو مكافحة الحشائش ، وإن كان لكل منهما فوائد أخرى كثيرة سيأتى شرحها .

العزيق (موعد وعدد مرات وطريقة إجراء العزيق)

يجرى العزيق Cultivation أساساً - بهدف مكافحة الحشائش ؛ لذا فإنه يجب دائماً وضع ذلك الهدف فى الحسبان عند اتخاذ أى قرار بشأن العزيق .

ويعتبر أنسب وقت للعزيق هو عند بدء إنبات الحشائش وظهور البادرات فوق سطح التربة ؛ حيث يسهل التخلص منها بالحرشة السطحية ، دون الإضرار بجذور النباتات . وفى هذا الوقت المبكر لا تكون الحشائش قد نافست النباتات النامية - بعدُ - على الماء والغذاء . ويؤدى تركها دون عزيق حتى تكبر إلى صعوبة التخلص منها بالحرشة السطحية ؛ حيث يتطلب الأمر حينئذ أن يكون العزيق عميقاً ؛ مما يؤدى إلى الإضرار بجذور النباتات المزروعة .

ويجب أن يستمر العزيق إلى أن تكبر النباتات وتصبح قادرة على منافسة الحشائش . ومن المفضل أن يتوقف العزيق بعد ذلك ؛ لأن استمراره قد يضر بالنباتات أكثر مما يفيدها . وينصح بإيقاف العزيق فى النصف الثانى من حياة النبات إذا كان الحقل خالياً من الحشائش فى بداية تلك المرحلة ، ويجرى حينئذ تقطيع الحشائش الكبيرة باليد ؛ حيث لا تكون للعزيق فائدة سوى سد الشقوق فى الأرضى الثقيلة .

ويتوقف عدد مرات العزيق على أعداد الحشائش التى تظهر من جديد بعد الرى ، أو بعد الأمطار ، أو بعد فترة من الجو المناسب للنمو ؛ فيجب أن يستمر العزيق ما دامت هناك حشائش تستطيع منافسة النباتات النامية ، ودون الالتزام بجدول سابق .

يجب أن يكون العزيق سطحيًا (خريشة) قدر الإمكان ، وبالقدر الذى يكفى للتخلص من الحشائش ، دون الإضرار بجذور النباتات . كما يجب أن يكون مبكرًا قدر الإمكان .

ويجب أن يجرى العزيق والتربة نسبة مناسبة من الرطوبة . فالعزيق فى الأراضى الزائدة الرطوبة يؤدى فى معظم الأراضى - عدا الرملية والعضوية - إلى تصلب التربة بعد جفافها . ويؤدى إجراء العزيق والتربة شديدة الجفاف إلى تكون كتل كبيرة ، بدلا من تكوين غطاء من التربة الناعمة soil mulch .

ويكون العزيق يدويا بالفأس ، أو بالآلات الصغيرة التى يدفعها الإنسان أو يجرها الحيوان ، أو بالمحاريث التى تجرها الجرارات عندما تكون الزراعة على مسافات واسعة .

هذا . . . ولا يجرى العزيق فى حالة الزراعة الكثيفة لغرض الحصاد الآلى ، ويكتفى فيها بمكافحة الحشائش بالمبيدات .

فوائد العزيق

يمكن بواسطة العزيق تحقيق الفوائد التالية :

- ١ - التخلص من الحشائش .
- ٢ - الترديم على النباتات النامية لتثبيتها ، وتشجيع تكوين جذور عرضية بها ؛ كما فى الطماطم والفاصوليا .
- ٣ - الترديم على نباتات البطاطس والطرطوفة لتغطية الدرنات القريبة من سطح التربة ؛ فلا تتعرض للضوء ، ولا تتلون باللون الأخضر .
- ٤ - سد الشقوق فى الأراضى الثقيلة .
- ٥ - خلط الأسمدة المعدنية والعضوية بالتربة ، ووقايتها من جرف المياه لها ؛ مما يضمن وجودها قريبة من جذور النباتات .
- ٦ - يفيد العزيق أحيانًا فى عمل غطاء من التربة الناعمة يساعد على سد الشقوق ،

ويقلل من فقد ماء المطر ، ويؤدي أحياناً إلى تقليل تبخر الماء من التربة ؛ بتقليل وصوله إلى سطح التربة بالخاصية الشعرية ، كما يعمل أحياناً على تحسين التهوية بالتربة ، لكن لا تُجنى هذه الفوائد من العزيق العميق تحت كل الظروف .

تأثير العزيق على المحصول

أُجريت دراسات عن العزيق بجامعة كورنل - خلال الفترة من ١٩٢٠ إلى ١٩٢٥ - في أرض حصوية طميية ناعمة على الكرفس ، والبصل ، والبنجر ، والكرنب ؛ ودراسات أخرى في عام ١٩٢٧ في أرض بها نسبة عالية من الطين على الطماطم . وقد أظهرت هذه الدراسات عدم وجود فرق معنوي بين العزيق العميق والخربشة السطحية ، إلا في حالتى الكرفس والبصل ؛ حيث كانت الزيادة في المحصول نتيجة للعزيق العميق كبيرة في حالة الكرفس ، ومتوسطة في حالة البصل .

وقد اتضح - من دراسة أُجريت على جذور هذه النباتات - أن الكرنب ، والجزر ، والطماطم قد كونت مجموعاً جذرياً كثيفاً ، بينما كونت نباتات الكرفس والبصل مجموعاً جذرياً قليل الانتشار ؛ مما جعلها تتحمل العزيق العميق ، بالمقارنة بنباتات المجموعة الأولى التى تقطعت جذورها الكثيفة عندما كان العزيق عميقاً . وتظهر نتائج هذه الدراسة في جدول (٥ - ١) .

جدول (٥ - ١) : متوسط المحصول / قطعة تجريبية على مدى ٦ سنوات للقطع المعزوقة عزقاً عميقاً والمخربشة سطحياً بالرطل (الرطل = ٤٥٣,٦ جم) .

المحصول	العزق العميق		الخربشة السطحية		النسبة المئوية للزيادة في المحصول نتيجة للعزق العميق
	عدد مرات المعاملة	وزن المحصول (رطل)	عدد مرات المعاملة	وزن المحصول (رطل)	
الكرفس	١٤٥	١٤٥	١٤٣	١١٦	٢٤
البصل	٢٦٩	٧٨	٢٧٠	٧٢	٨
البنجر	٢٨١	٦١	٢٨٢	٥٨	٤
الجزر	٦١١	٨٧	٦٣٧	٨٤	٣
الكرنب	٥٠	١١٩	٥٠	١١٩	صفر
الطماطم	٦٩٩	١٨٨	٧١٤	١٨٦	١

تأثير العزيق على رطوبة التربة

يعتقد أن العزيق يؤدي إلى تكوين غطاء ناعم من التربة soil mulch ، يجف ويكون بمثابة حاجز على سطح التربة يمنع وصول الماء الأرضى إلى السطح بالخاصة الشعرية ، ومع ذلك . . فإن هذه الطبقة تتكون بسرعة كبيرة فى المناطق الحارة الجافة (التى يزيد فيها فقد الرطوبة الأرضية) ، سواء أجرى العزيق ، أم لم يُجرَ . وعليه . . فليس لغطاء التربة الناعم فائدة تذكر فى هذه المناطق .

أما فى المناطق الرطبة ، فقد يكون لغطاء التربة الناعم فائدة فى منع فقد الماء بالخاصة الشعرية ، إلا أنه يعمل من جانب آخر على زيادة سطح التبخر فى التربة ؛ مما يؤدي إلى سرعة فقد الماء منها ، ويكون ذلك ملحوظاً - خاصة بعد المطر الخفيف - حيث يفقد معظم هذا المطر بسرعة كبيرة فى حالة وجود غطاء التربة الناعم . أما فى حالة المطر الغزير ، فإن غطاء التربة الناعم قد يعمل على تقليل الفقد فى الرطوبة بطريق التبخر من سطح التربة ، وبتقليل الجريان السطحى للماء أيضاً . ومع ذلك . . فإن طبقة غطاء التربة الناعم لا تختلف كثيراً فى تأثيرها عن طبقة مائلة من تربة جافة منضغطة ؛ وهو الأمر الذى تأكد من تجارب عديدة . ومن ناحية أخرى . . فإن الأمطار الغزيرة قد تجرف أمامها الطبقة السطحية المفككة فى حالة العزيق ، بينما لا يحدث ذلك فى حالة وجود طبقة جافة منضغطة ؛ وعليه . . فليس لغطاء التربة الناعم فائدة فى هذه الظروف أيضاً .

وإلى جانب ماتقدم . . فإن جذور النباتات تقوم - على أية حال - بامتصاص الرطوبة الصاعدة بالخاصة الشعرية وتستفيد منها ، خاصة إذا كانت الجذور قوية النمو ومتشعبة فى التربة .

تأثير العزيق على درجة حرارة التربة

لا يؤدي العزيق إلى رفع درجة حرارة التربة كما يعتقد . . فقد أوضحت الدراسات العديدة أن درجة حرارة الطبقة التى تلى سطح التربة كانت - فى حالة عدم العزيق - أعلى منها فى حالة العزيق . وقد كان الاعتقاد السائد هو أن العزيق يعمل على تقليل تبخر الماء من سطح التربة ؛ وبالتالي تقليل فقد الحرارة ، لكن العزيق لا يعمل على

حفظ رطوبة التربة تحت كل الظروف كما سبق ذكره ، كما أن التربة المفككة الناعمة soil mulch تعتبر موصلاً رديئاً للحرارة ، فلا توصل الحرارة جيداً إلى الطبقات السفلى من التربة ، وتحتفظ هي بالحرارة ، ثم تفقد جزءاً منها في الجو بالإشعاع ، في حين أن التربة الصلبة المتماسكة تعمل كموصل جيد للحرارة إلى الطبقات السفلى من التربة ؛ فترتفع درجة حرارتها عما لو كان سطح التربة مفككاً .

وعليه . . فإن غطاء التربة الناعم ليس له فائدة في رفع درجة حرارة التربة ، بل إن العكس هو الصحيح ، بالإضافة إلى أن الارتفاع الذي يحدث في درجة حرارة الطبقة السطحية المفككة لا تستفيد منه جذور النباتات ؛ لأنها لا تنتشر فيها .

ولكن من مزايا العزيق رفع درجة حرارة الهواء أعلى سطح التربة المعزوقة مباشرة . وقد وجد في إحدى التجارب أن درجة حرارة الهواء على ارتفاع ٢,٥ سم من سطح التربة كانت أعلى بمقدار ٤,٩ - ٥,٦ م° في القطع المعزوقة منها في القطع غير المعزوقة .

تأثير العزيق على تهوية التربة

لا يعتقد أن العزيق يُحسن من التهوية إلا في الأراضي الثقيلة التي تتكون بها قشرة صلبة crust بعد المطر أو الري ؛ حيث يقلل العزيق من تكوين القشور ؛ ومن ثم يؤدي إلى تحسين التهوية .

تأثير العزيق على تثبيت أزوت الهواء الجوي

يؤثر العزيق في هذا المجال من خلال تأثيره على كل من : الرطوبة الأرضية ، ودرجة الحرارة ، وتهوية التربة . فإذا حافظ العزيق على رطوبة التربة ، فإنه يزيد - بالتالي - من نشاط البكتيريا التي تثبت أزوت الهواء الجوي ، خاصة إذا عمل العزيق أيضاً على رفع حرارة التربة وتحسين التهوية بها ، ولكن العزيق ليس له تأثير إيجابي على كل هذه العوامل تحت كل الظروف ، بل إن العكس هو الصحيح في حالات كثيرة . ويفسر ذلك النتائج المتضاربة العديدة التي تم التوصل إليها في هذا الشأن .

وعليه . . فلا يعتقد أن غطاء التربة الناعم يعمل على زيادة تثبيت أزوت الهواء

الجوى فى التربة . وتستثنى من ذلك الاراضى الثقيلة التى قد يودى عزقها إلى تحسين التهوية بها (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

الأغطية العضوية للتربة

انتشر فى الماضى استعمال أغطية عضوية للتربة organic mulches ؛ مثل : أوراق الشجر ، أو القش ، أو التبن ، أو البيت موس وخلافه ؛ وذلك بغرض الحد من نمو الحشائش ، والمحافظة على رطوبة التربة وتجانس درجة حرارتها خلال اليوم . ويستعمل البيت موس كغطاء للتربة بسمك ٢,٥ سم ، وباقى المواد العضوية بسمك ٥ - ٧,٥ سم ، خاصة بين خطوط الزراعة وحول النباتات .

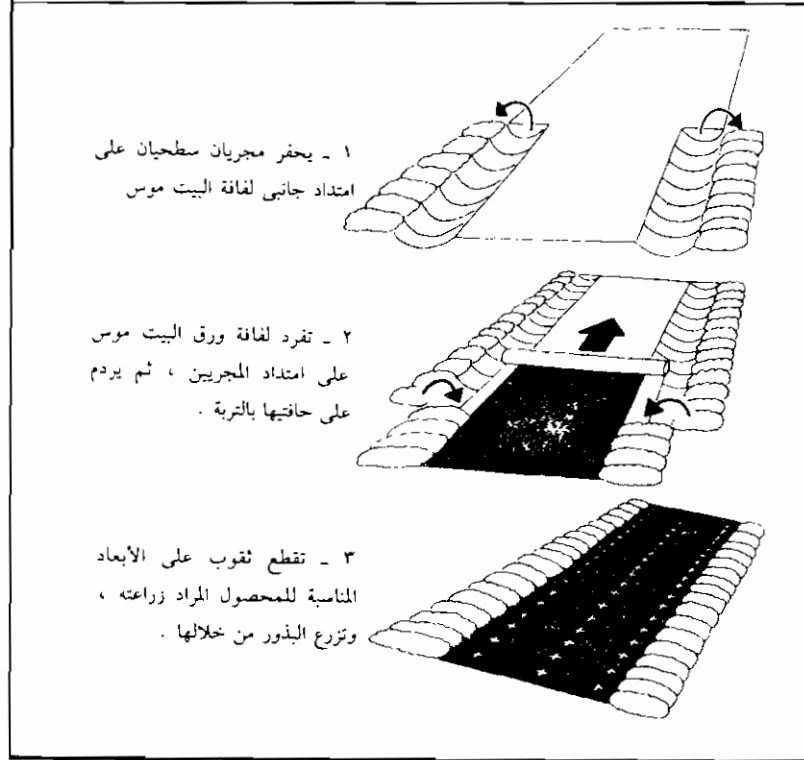
ويقتصر استعمال الأغطية العضوية للتربة - حالياً - على الزراعات الكثيفة ، وفى الحدائق المنزلية ، وفى حالة المحاصيل التى يخشى من تلوث ثمارها بالتربة ، مثل الفراولة .

ونظراً لأن جميع الأغطية العضوية تتحلل تدريجياً فى التربة ، فإنها تؤدى إلى افتقار التربة إلى النيتروجين ، وهو الأمر الذى يستدعى إضافة بعض الأسمدة الأزوتية بكميات تكفى لسد حاجة كل من : المحصول المزروع ، والكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل هذه المواد العضوية .

ويؤدى استعمال الأغطية العضوية للتربة إلى تحقيق الفوائد التالية :

- ١ - تقليل فقد الماء من التربة .
 - ٢ - الحد من ارتفاع درجة حرارة التربة كثيراً أثناء النهار صيفاً ، والحد من فقدها من التربة شتاءً .
 - ٣ - التقليل من انجراف التربة بفعل المطر الغزير .
 - ٤ - منع نمو الحشائش .
 - ٥ - منع ملامسة الثمار السفلى للتربة وتلوثها (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .
- وقد أنتجت بعض الشركات (مثل شركة Hasselfors Garden السويدية ١٩٨٢)

لفائف من الورق المصنوع من البيت موس الذي يتحمل الاستعمال لمدة سنة ونصف ، دون أن يتمزق ، ويباع على لونين بنى مصفر وأسود . ويوضح شكل (٥ - ١) طريقة تثبيت لفافة ورق البيت فى التربة والزراعة من خلاله .



شكل (٥ - ١) : تثبيت غطاء التربة من لفائف ورق البيت موس .

الاعطية الورقية للتربة

يُعطى سطح التربة فى هذه الحالة بورق عادى paper mulch يباع على شكل لفائف ، ثم تتم الزراعة من خلال الغطاء ، كما فى شكل (٥ - ١) . ويعيب الأعطية الورقية أنها مكلفة للغاية ؛ لذا فإنه لا ينصح باستعمالها إلا مع المحاصيل العالية القيمة ، والتي تستجيب لها جيدا .

هذا . . ويفضل استعمال الورق الثقيل لمنع وصول الضوء إلى التربة ، كما يجب

عدم استعمال الورق الذى يحتوى على مواد ذائبة ، أو مواد طيارة تضر بالنبات .
ويعامل الورق عادة بالمبيدات الفطرية لتجنب تحلله مبكراً .

ويؤدى استعمال الغطاء الورقى إلى حفظ رطوبة التربة بتقليل الفاقد بالتبخر ،
والفاقد عن طريق الحشائش ، كما ترتفع درجة حرارة التربة عدة درجات تحت الغطاء
الورقى الأسود ، ولكن درجة الحرارة قد تنخفض تحت الغطاء الفاتح اللون فى بعض
الظروف الجوية .

وعادة ما تستجيب نباتات الموسم الدافئ - مثل الخيار ، والقاوون ، والباذنجان ،
والفلفل - للغطاء الورقى الأبيض بإنتاج محصول مبكر ، ومحصول كلى مرتفع ، كما
تتحسن نوعية هذه المحاصيل ؛ فتكون الثمار أكبر وأنظف . ولكن لا تجنى هذه الفوائد
إلا إذا كانت الظروف أصلاً غير مناسبة للمحصول . أما محاصيل الموسم البارد - مثل :
الحس ، والبنجر ، والكرنب ، والقنبيط ، فإنها لا تستجيب جيداً للأغطية الورقية للتربة .

الأغطية البلاستيكية للتربة

الأغطية البلاستيكية للتربة Plastic Mulches عبارة عن رقائق من البلاستيك
الشفاف أو الأسود يُغطَّى بها سطح التربة (شكل ٥ - ٢) .



شكل (٥ - ٢) : الأغطية البلاستيكية للتربة فى حقول الباذنجان .

مزايا وعيوب استخدام الاغطية البلاستيكية للتربة

يحقق استعمال الاغطية البلاستيكية للتربة المزايا التالية :

- ١ - التخلص من الحشائش تحت البلاستيك الأسود ؛ لأنه يمنع وصول الضوء إليها .
- ٢ - إحداث تغيرات فى درجة حرارة الطبقة السطحية من التربة تتوقف على نوع البلاستيك المستخدم .
- ٣ - التقليل من تبخر الماء من سطح التربة ، ولكن يقابل ذلك زيادة فى التتح ؛ نتيجة لزيادة النمو الخضرى .
- ٤ - التقليل من انضغاط التربة ؛ بسبب قلة مرور الآلات الزراعية عليها .
- ٥ - زيادة تهوية التربة ، وزيادة نشاط الكائنات الدقيقة بها .
- ٦ - تقليل فقد الأسمدة بالرشح ؛ نظراً لعدم الحاجة إلى الري الزائد .
- ٧ - تقليل تعفن الثمار لعدم ملامستها للتربة ، وذلك أمر هام فى بعض المحاصيل كالفراولة .
- ٨ - عدم تقطيع الجذور بالعزيق ؛ لأن العزيق يتوقف نهائياً ، ما عدا بين الشرائح .
- ٩ - توافر غاز ثانى أكسيد الكربون للنبات ؛ حيث يتراكم تحت الغطاء ، ويخرج من الثقب الذى ينمو من خلاله النبات ليمده تدريجياً بتركيز أعلى من الغاز .
- ١٠ - يعمل البلاستيك على انتقال الأملاح خارج منطقة البلاستيك (وهو الاتجاه الذى يتحرك فيه الماء الأرضى ؛ لأن التبخر السطحي يكون بين شرائح البلاستيك) .
- ١١ - يفيد الغطاء البلاستيكي فى زيادة كفاءة عملية تعقيم التربة بالمبيدات (عبد الهادى ١٩٨٣) .
- ١٢ - تفيد الاغطية البلاستيكية الصفرى فى جذب بعض الحشرات إليها ؛ مما يؤدى إلى موت الدقيقة منها - مثل الذبابة البيضاء - بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن .

١٣ - تؤدي الأغشية العاكسة للضوء - مثل الأغشية الفضية اللون - إلى تشتت بعض الحشرات ؛ مثل المن .

١٤ - يترتب على ذلك كله انخفاض الإصابة بالأمراض الفيروسية التي تنقلها الحشرات ، وزيادة المحصول المبكر والكللى .

لكن يعيب استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة ما يلي :

١ - تقليل التهوية فى الأراضى الثقيلة وعند ارتفاع منسوب الماء الأرضى .

٢ - قد يحدث ضرر للشتلات فى درجات الحرارة المرتفعة ؛ نظراً لاحتمال تسرب هواء ساخن جداً من الثقوب التى تنمو منها الشتلات .

٣ - تتراكم أحياناً بعض الأملاح فى الثقوب التى تنمو فيها النباتات . ويمكن التغلب على هذه المشكلة بوضع قليل من نشارة الخشب فى هذه الفتحات لتقليل انتقال الأملاح إليها . هذا . . . ولا تحدث تلك الظاهرة فى حالة الرى بالتنقيط (Sheldrake ١٩٦٧) .

٤ - زيادة احتمالات الإصابة بأعفان الجذور إن لم يراعَ تقليل معدلات الرى إلى الحدود المناسبة للمحصول المزروع .

هذا . . . وللتفاصيل الخاصة بتأثير الأنواع المختلفة من أغشية التربة على درجة حرارة ورطوبة التربة ، ونمو الحشائش ، والإصابات المرضية والحشرية ، والمحصول فى الأنواع النباتية المختلفة . يراجع Davis (١٩٧٥) .

تأثير الغطاء البلاستيكي على درجة حرارة التربة

وجد Harris (١٩٦٥) - فى دراسة على الفاصوليا - أن غطاء البوليثلين الأسود أدى إلى ارتفاع درجة الحرارة الصغرى ، وانخفاض درجة الحرارة العظمى فى الربيع (حينما تكون الحرارة منخفضة نسبياً) ، ولكنه أدى إلى ارتفاع كل من درجة الحرارة الدنيا ، ودرجة الحرارة العظمى خلال الصيف (حينما تكون الحرارة مرتفعة بصفة عامة) .

وفى دراسة على القاوون (Schales & Sheldrake ١٩٦٦) قورن تأثير أنواع مختلفة من أغطية التربة على درجة الحرارة على عمق ٢,٥ سم من سطح التربة ، وكانت النتائج كما فى جدول (٥ - ٢) .

جدول (٥ - ٢) : تأثير أنواع مختلفة من أغطية التربة على درجة الحرارة على عمق ٢,٥ سم من سطح التربة .

الغطاء	التغير فى درجة الحرارة (°م)
بلاستيك شفاف + غطاء بترولى رشا	+ (٥,٥)
بلاستيك أسود	+ (١,٦ - ٢,٧)
بلاستيك شفاف	لا تغير فى درجة الحرارة
قش	- (٤,٤ - ٥,٥)
بيت موس سُمكُه ٥ سم	- (٤,٤ - ٥,٥)

وفى تجربة على الخيار ، كانت درجات الحرارة الدنيا والعظمى للتربة العادية والمغطاة بالبلاستيك الأسود فى العروة الخريفية بالمنطقة الوسطى من العراق كما فى جدول (٥ - ٣) ، أما فى العروة الربيعية ، فقد قورنت التربة العادية بالتربة المغطاة بالبلاستيك الشفاف أو الأسود ، وكانت درجات الحرارة الدنيا والعظمى كما فى جدول (٥ - ٤) (عن على ١٩٧٧) .

جدول (٥ - ٣) : تأثير الغطاء البلاستيكي الأسود للتربة على درجة حرارة التربة فى ظروف الحرارة المرتفعة (العروة الخريفية بالمنطقة الوسطى من العراق) .

التاريخ	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	درجة حرارة التربة العادية (°م)	درجة حرارة التربة المغطاة بالبلاستيك الأسود (°م)
١٧ / ٢٣ - ٧ / ١٧	٢٦,٧	٣٠,٨	٢٧,٥	٣٥,٩		
٢٨ / ٣ - ٩ / ٢٨	٢٥,٢	٢٩,٩	٢٧	٣١,٩		
٢٥ / ٩ - ١٠ / ١٠	٢٢,٠	٢٢,٣	٢٣,٦	٢٧,٨		
٣٠ / ١٠ - ١١ / ٥	١٣,٦	١٥,٢	١٥,٠	١٧,٩		
٢٠ / ١١ - ١١ / ٢١	١١,٣	١٣,٢	١٢,٣	١٥,٧		

جدول (٥ - ٤) : تأثير الغطاء البلاستيكي الشفاف والأسود على درجة حرارة التربة (°م) .

التاريخ	التربة غير المغطاة		درجة الحرارة تحت البوليثلين الأسود		درجة حرارة تحت البوليثلين الشفاف	
	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى
٥ / ٣ - ١١ / ٣	١٢,٨	١٤,٩	١٧,٤	١٩,٦	١٧,٨	٢١,٢
٢٦ / ٣ - ١ / ٤	١٧,٥	٢٠,٧	١٧,٣	٢٣,٥	٢١,٠	٢٦,٠
٣٠ / ٤ - ٥ / ٦	١٩,٦	٢٣,٩	٢٤,٤	٣٠,١	٢٣,٧	٢٩,٩
٢٨ / ٥ - ٣ / ٦	٢٤,٦	٢٩,٠	٢٩,٠	٣٤,٩	٢٤,٧	٢٩,٠
١٨ / ٦ - ٢٤ / ٦	٢٤,٧	٢٧,٢	٢٧,٤	٣٣,٥	٢٥,٤	٢٨,٧

كما أوضحت الدراسات التى أُجريت فى أريزونا صيفاً تحت ظروف الجو الحار أن الفلفل استجاب لاستعمال أغطية التربة ، سواء منها البوليثلين الأسود ، أم البوليثلين المغطى بالألومنيوم Aluminum-coated polyethylene بزيادة النمو الخضرى والنمو الجذرى وأعداد الثمار ، لكن النمو الخضرى كان أفضل - فى حالة استعمال غطاء الألومنيوم - عما هو فى حالة استعمال الغطاء الأسود . هذا . . وقد كان النمو الجذرى سطحياً وليفياً كثيفاً تحت الغطاء ، عما هو فى معاملة المقارنة بدون غطاء .

وقد بدا واضحاً أن غطاء البوليثلين بالألومنيوم كان أفضل من البوليثلين الأسود تحت ظروف الجو الحار . ومن المعتقد أن ذلك كان راجعاً إلى تخفيض غطاء الألومنيوم لدرجة الحرارة الشديدة ، وإعادة تشتيته للضوء حول النمو الخضرى للنباتات (Al-Masoum ١٩٨٢) .

كذلك أوضحت دراسات Schalk & Robbins (١٩٨٧) فى ولاية كارولينا الجنوبية أن الأغطية الألومنيومية تخفض درجة حرارة التربة ، وتقلل الأثر الضار للحرارة العالية على نباتات الطماطم الصغيرة بعد الشتل ؛ مما يزيد من معدل نجاح الشتل . كذلك ازداد محصول الطماطم فى جميع معاملات أغطية التربة أياً كان لون الغطاء المستخدم : أسود ، أم ألومنيومى ، أم ألومنيوم على بلاستيك أسود ، مع إزالة طبقة الألومنيوم بعد نحو شهر ونصف الشهر من الشتل الذى كان فى بداية فصل الخريف فى ٢٢ من سبتمبر .

كما تبين من دراسات Ham وآخرين (١٩٩٣) - عن تأثيرات عدة ألوان من الأغطية البلاستيكية للتربة في درجة الحرارة - ما يلي :

١ - تساوت درجة حرارة الهواء - في منتصف النهار - على ارتفاع ٥ سم من الغطاء البلاستيكي في جميع ألوان الأغطية .

٢ - كانت درجة حرارة التربة في منتصف النهار - على عمق ١٠ سم من سطح التربة - أعلى ما يمكن تحت معاملة البلاستيك الأسود .

٣ - أرجع ارتفاع درجة حرارة التربة تحت البلاستيك - جزئيا - إلى انتقال الحرارة بالتوصيل من البلاستيك إلى التربة .

وبصفة عامة . . فإن درجة الحرارة ترتفع تحت كل من البلاستيك الشفاف والبلاستيك الأسود ، وخاصة تحت البلاستيك الشفاف الذي تتحول الأشعة النافذة خلاله إلى حرارة ، إلا أن درجة الحرارة الصغرى تكون متشابهة تحت كل من البلاستيك الشفاف والأسود .

ويكون تأثير البلاستيك على درجة حرارة التربة واضحا في بداية مراحل النمو ، إلى أن ينمو المجموع الخضرى ويغطي البلاستيك .

ويفضل استعمال البلاستيك الأسود في الجو المعتدل الحرارة . أما عند الزراعة في الجو المائل إلى البرودة ، فيفضل البلاستيك الشفاف .

تأثير الغطاء البلاستيكي على رطوبة التربة

برغم أن البلاستيك يقلل من فقد الماء بالتبخر من سطح التربة ، إلا أنه يزيد - في نفس الوقت - من استهلاك الرطوبة بتشجيع النمو الخضرى الغزير ؛ وبذلك نجد في الأراضي الخفيفة أن النباتات تستفيد من الري - في وجود الغطاء البلاستيكي - أكثر مما لو كانت التربة بدون غطاء .

تأثير الغطاء البلاستيكي على طبيعة التربة

يؤدي استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة إلى بقاء التربة في حالة مفككة وجيدة التهوية ، وحمايتها من تأثير قطرات المطر ؛ فيقلل من فرصة التعرية ، إلا أنه عند ارتفاع منسوب الماء الأرضي ، فإن الغطاء البلاستيكي قد يضر ؛ وذلك بسبب زيادة الرطوبة إلى درجة تؤدي إلى نقص التهوية عن الحد الأدنى الضروري .

تأثير الغطاء البلاستيكي على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في بيئة النبات

لاحظ عديد من الباحثين زيادة ملحوظة في إنتاجية محاصيل الخضر عند استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة ؛ فمثلاً . . تصل الزيادة في محصول الباذنجان إلى ٣٠٠٪ . وقد أرجعت تلك الزيادة إلى عدة عوامل ، كان منها تأثير الغطاء البلاستيكي على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في بيئة النبات .

نجد أن مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون يتباين كثيراً في التربة ؛ حيث يتراوح - في الظروف الطبيعية - من ٠,٣٪ إلى ٢,٥٪ . وتحدث زيادة كبيرة في تركيز الغاز عند استعمال الأغشية البلاستيكية . فمثلاً . . وصل تركيز الغاز عند فتحات الزراعة في الغطاء البلاستيكي - في إحدى الدراسات - إلى أربعة أمثال تركيزه في الهواء الجوي . وفي دراسة أخرى كان تركيز الغاز ١٣,٣٪ على عمق ١٥ سم ، و ١,٢٪ على عمق ٥ سم تحت الغطاء ، مقارنة بتركيز ٢٪ ، و ١٩,٠٪ عند العمقين - على التوالي - بدون الغطاء .

ويرى بعض الباحثين أن الزيادة في المحصول عند استعمال الغطاء البلاستيكي ربما ترجع إلى زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون حول الجذور ، وخاصة أن الجذور يمكنها امتصاص الغاز . وما يؤيد ذلك أن زيادة تركيز الغاز حول الجذور أدت إلى زيادة المادة الجافة في كل من البطاطس والموالح . كما وجد Baron & Gorski (١٩٨٦) أن زيادة تركيز الغاز حول جذور الباذنجان - تحت ظروف النهار الطويل

والحرارة العالية - أدت إلى زيادة قطر ساق النبات ومساحته الورقية ومحتواه من المادة الجافة .

تأثير الغطاء البلاستيكي على الإصابات الفيروسية والحشرية والاكاروسية

تلعب الأغطية البلاستيكية للتربة دوراً فعالاً في خفض معدلات الإصابات الحشرية ؛ وبذا . . فهي تخفض كذلك معدلات الإصابة بالفيروسات التي تنقلها تلك الحشرات إلى النباتات . ويحدث هذا التأثير إما من خلال إرباك الغطاء للحشرة بسبب ما يعكسه من ضوء ، وإما بسبب جذب الغطاء للحشرة - بسبب لونه المميز لها - ثم موتها بفعل ملاستها للغطاء الساخن .

فقد وجد Smith وآخرون (١٩٦٤) أن وجود شرائح ألومونيومية عاكسة للضوء بين خطوط الجلادبولس ، ونبات الـ *Veronia anthelmintica* قلل أعداد حشرة المن التي تم اصطيادها - في أوعية صفراء تحتوى على ماء - بمقدار ٩٦٪ ، و ٩٨٪ في النوعين النباتيين ، على التوالي . وقد صاحب ذلك انخفاض معدل الإصابة بفيرس موزايك الخيار - في الجلادبولس - بنسبة ٦٧٪ ، بينما لم تحدث أية إصابة بالفيرس فى *V. anthelmintica* . كما كان لمعاملة رش مسحوق ألومونيوم نفس فاعلية استعمال شرائح الألومونيوم .

وقد كانت معاملة الألومونيوم فعالة كمنقّرة وطاردة لما لا يقل عن ١٢ نوعاً من المن ؛ منها عدة أنواع تعرف بكثرة نقلها للفيروسات ، مثل من الخوخ ، ومن البطاطس .

ومما يزيد من أهمية الأغطية البلاستيكية العاكسة للضوء - في خفض معدلات الإصابة بالفيروسات التي ينقلها المن - أن مكافحة المن الناقل للفيروسات بالمبيدات نادراً ما يمنع الإصابة بالفيروسات غير المثابرة nonpersistent (التي تكتسبها الحشرة بمجرد التغذية على نبات مصاب بالفيرس ، وتكون قادرة على نقله إلى نبات سليم على التو وبمجرد تغذيتها عليه) ؛ لأنها تنتقل إلى النباتات السليمة قبل موت الحشرة الناقلة لها . هذا . . إلا أن استعمال أغطية التربة العاكسة للضوء أفاد - في حالات كثيرة - في خفض معدلات الإصابة بتلك الفيروسات .

ويستدل من دراسات Wyman وآخرين (١٩٧٩) أن أعداد حشرة المن المجنح المهاجر إلى حقول الكوسة انخفضت بنسبة ٩٦٪ ، و ٦٨٪ عند استعمال أغطية بلاستيكية - للتربة - الألومنيومية وبيضاء اللون على التوالي . وقد شكل من الخوخ الأخضر نحو ٩٢٪ من أعداد المن التي تم اصطيادها ، والتي كانت من ١٦ نوعاً .

وبينما بلغت نسبة الإصابة بفيرس موزايك البطيخ (وهو الفيرس الوحيد الذي وجد بالحقل) نحو ٩٠٪ في معاملة الشاهد ، فإن الإصابة انخفضت بنسبة ٩٤٪ ، و ٧٧٪ في معاملي أغطية التربة على التوالي . وقد صاحب ذلك زيادة في المحصول بلغت حوالي ٤٣٪ ، وكانت الزيادة أكبر في المحصول المبكر ؛ حيث بلغت ٨٥٪ ، و ٦٩٪ في معاملي أغطية التربة على التوالي .

وقد وجد Schalk & Robbins (١٩٨٧) أن استعمال الأغطية البلاستيكية الألومنيومية للتربة في حقول الطماطم كان طارداً لحشرة المن ، ولكنه أدى إلى زيادة الإصابة بحشرتي دودة ثمار الطماطم (*Helicoverpa zea*) وال (*Keiferia lycopersicella*) tomato pinworm .

كما أوضحت دراسات Greenough وآخرين (١٩٩٠) أن استعمال تلك الشرائح البلاستيكية ذات السطح الألومنيومي مع محصولي الطماطم والفلفل أدى إلى تخفيض أعداد حشرة الترس التي أمكن اصطيادها بنسبة ٦٨٪ في الطماطم ، و ٦٠٪ في الفلفل ، وصاحب ذلك نقص في نسبة الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع - الذي ينقله الترس - بنسبة ٦٤٪ في الطماطم ، و ٧٨٪ في الفلفل .

هذا . . . وقد تبين من دراسات Lamont وآخرين (١٩٩٠) أن طلاء شريط الألومنيومي على سطح الأغطية البلاستيكية السوداء أو استعمال أغطية عاكسة للضوء - بيضاء أو ألومنيومية - أدى (في ولاية كارولينا الشمالية) إلى تأخير ظهور أعراض الإصابة بفيرس تبرقش البطيخ رقم ٢ في الكوسة الذي ينقله المن ، ولكنه لم يمنع الإصابة أو انتشارها ، وخاصة في نهاية موسم النمو .

وفي ولاية ألاباما الأمريكية وجد Brown & Brown (١٩٩٢) أن حشرة الترس كانت أكثر تواجداً على نباتات الطماطم التي استعمل في إنتاجها غطاء بلاستيكي أبيض للتربة ، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكي أسود ، أو بلاستيكي بلون الألومنيوم ، أو

بدون غطاء . هذا . . إلا أن الفروق التي لوحظت في بداية موسم النمو تقلصت تدريجياً بمرور الوقت ؛ حيث غطت النباتات مساحات متزايدة من الغطاء البلاستيكي للتربة . وقد كان الترس *Frankliniella occidentalis* أكثر الأنواع تواجداً في هذه الدراسة .

وقد انخفضت شدة الإصابات الفيروسية في حقول الكوسة - في ولاية أوكلاهوما الأمريكية - عند استعمال أى من أغطية التربة البلاستيكية البيضاء ، أو الألومنيومية العاكسة للضوء ، أو السوداء المطلية بالألومنيوم ، وكانت أكثرها فاعلية في زيادة المحصول وخفض الإصابة الفيروسية الأغطية الألومنيومية العاكسة للضوء (Conway وآخرون ١٩٨٩) .

كما درس Brown وآخرون (١٩٩٣) تأثير عدة ألوان من أغطية التربة البلاستيكية في حقول الكوسة على أعداد حشرة المنّ ، ومدى انتشار الإصابة بفيروسات موزيك البطيخ رقمي ١ و ٢ ، وموزيك الزوكيني الأصفر ، وموزيك الكوسة . أوضحت الدراسة أن البلاستيك الفضي اللون أعطى محصولاً قابلاً للتسويق أعلى من الكنترول (بدون غطاء بلاستيكي للتربة) . وكانت الألوان الأخرى المستخدمة (الأبيض ، والأصفر ، والأسود بحافة صفراء) متوسطة في تأثيرها على أعداد المن والإصابات الفيروسية . وقد أدى استعمال الغطاء البلاستيكي الفضي منفرداً - بدون استعمال المبيدات الحشرية - إلى تأخير بداية ظهور مختلف الإصابات الفيروسية بنحو ١٠ - ١٣ يوماً .

كذلك وجد أن الأغطية ذات السطح الألومنيومي تقلل من شدة الإصابة بالترس (*Frankliniella* sp.) ، ولكن هذا التأثير اضمحل تدريجياً مع اختفاء الغطاء البلاستيكي تحت النمو الخضري للطماطم (عن Csizinszky وآخرين ١٩٩٥) .

ويستدل من دراسات Csizinszky وآخرين (١٩٩٥) - التي استعملوا فيها أغطية بلاستيكية زرقاء ، وبرتقالية ، وحمراء ، وألومنيومية ، وصفراء ، وبيضاء - على أن أعداد حشرة المن التي تم اصطيادها من على نباتات الطماطم كانت أقل ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الألومنيومي والأصفر ، وكانت أعلى ما يمكن عندما استعمل

البلاستيك الأزرق . كما وجدت أقل أعداد الترس عندما استعمل البلاستيك الألومنيومي ، وأقل أعداد الذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر . وكان نقص أعداد الذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر مصاحباً بتأخير في ظهور أعراض الإصابة بفيرس تبرقش الطماطم tomato mottle virus - الذي تنقله الذبابة البيضاء - وزيادة المحصول .

وبذا . . يستدل - من عديد من الدراسات - أن أغطية التربة العاكسة للضوء (ذات السطح الألومنيومي Aluminum-Surfaced Film Mulch) تخفض الأعداد المجنحة لحشرة المنّ التي تحط على النباتات التي تنمو فوق تلك الأغطية؛ الأمر الذي يقلل من الإصابة ببعض الأمراض الفيروسية التي ينقلها المنّ ، وكذلك الإصابة بحشرات المن ، والترس ، وصانعات الأنفاق بالأوراق Leaf Miners في مختلف الخضروات .

كما يفيد استخدام البلاستيك الأصفر - في حالة الطماطم - في خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ؛ لأنه يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس؛ مما يؤدي إلى موتها بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن (عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨) .

وقد وجد أن استعمال الأغطية البلاستيكية الصفراء للتربة مع الرش اليومي لنباتات الطماطم بمبيد Smash أدى إلى خفض الإصابة بالفيرس في صنف الطماطم TY20 إلى ٢,٢٪ (في وادي الأردن الذي تكون الإصابة فيه بالفيرس عالية للغاية في العروة الخريفية) ، مقارنة بنحو ٤٥٪ باستعمال بلاستيك شفاف مع الرش أسبوعياً بالمبيد (عن Zamir وآخرين ١٩٩١) .

ومن المتوقع - كذلك - أن يكون للأغطية الصفراء تأثير مماثل على الفيروسات الأخرى التي تنقلها الذبابة البيضاء إلى القرعيات ؛ مثل تجعد أوراق الكوسة ، ومختلف الفيروسات التي تحدث اصفراراً بين العروق في الأوراق المسنة لمختلف القرعيات ، وخاصة الخيار والفاوون (Hassan وآخرين ١٩٩٠ ، ١٩٩١) .

كما وجد أن الأغطية البلاستيكية الصفراء - وبدرجة أقل الأغطية البرتقالية اللون - تجذب إليها حشرة من الخوخ *Myzus persicae* (عن Csizinszky وآخرين ١٩٩٥) .

تأثير لون الغطاء على النمو النباتي والمحصول

فى دراسة قورن فيها تأثير عدة ألوان من الأغطية البلاستيكية للتربة على الطماطم وجد Decoteau وآخرون (١٩٨٨ ، ١٩٨٩) أن استعمال الغطاء الأحمر أعطى أعلى محصول مبكر وأعلى محصول من الثمار الصالحة للتسويق ، وجاء بعده مباشرة استعمال البلاستيك الأسود ، وكان المحصول الناتج من أى من المعاملتين أعلى بكثير مما فى حالة استعمال البلاستيك الأبيض أو البلاستيك الفضى اللون .

كذلك أثر لون الغطاء البلاستيكي على درجة حرارة التربة ؛ حيث ارتفعت تحت البلاستيك ذى الألوان القاتمة ، بينما أدى استعمال الأغطية الفاتحة اللون إلى زيادة شدة الإضاءة حول النباتات نتيجة انعكاس الضوء منها ، لكن مع انخفاض فى نسبة الأشعة تحت الحمراء إلى الأشعة الحمراء ؛ مقارنة بالضوء المنعكس فى حالة البلاستيك الأحمر أو الأسود .

وقد حصل الباحثون (Decoteau وآخرون ١٩٩٠) على نتائج متشابهة مع الفلفل فى دراسة قورن فيها تأثير البلاستيك الأحمر ، والأسود ، والأصفر ، والأبيض على النمو النباتي ، وشدة الضوء المنعكس من الغطاء ونوعيته .

وفى دراسة أجريت فى ولاية ألاباما الأمريكية قارن Brown وآخرون (١٩٩٢) استعمال ستة ألوان من الأغطية البلاستيكية للتربة مع البلاستيك الشفاف وترك التربة بدون غطاء ، وحصلوا على أعلى محصول مبكر صالح للتسويق من الطماطم عند استعمال البلاستيك الألومنيومي ، أو الأحمر ، أو الأسود ، بينما حصلوا على أعلى محصول كلى عند استعمال البلاستيك الأخضر أو الألومنيومي .

ويستدل من الدراسات - التى استعملت فيها أغطية بلاستيكية للتربة بألوان مختلفة - على أن الأغطية التى تعمل على انعكاس نسبة من الأشعة تحت الحمراء إلى الأشعة الحمراء (R : FR) أعلى من النسبة الموجودة فى ضوء الشمس - الذى يصل إلى النباتات - تؤدى إلى زيادة النمو القمي للنباتات ، وزيادة نسبة النمو القمي إلى النمو الجذري ، فى حين أن الأغطية - التى تعمل على انعكاس نسبة من الأشعة تحت الحمراء

إلى الأشعة الحمراء أقل من النسبة الموجودة في ضوء الشمس الذي يصل إلى النباتات - تؤدي إلى زيادة النمو الجذري ونقص النمو القمي إلى النمو الجذري للنباتات (Kasperbauer ١٩٩٢) .

كما وجد أن أعلى امتصاص للأشعة الضوئية من الموجات النشطة في عملية البناء الضوئي (من ٤٠٠ - ٧٠٠ نانومتر nm) كان بواسطة الأغشية البلاستيكية السوداء اللون . وفي المقابل كان أعلى انعكاس لهذه الأشعة - وكذلك الأشعة الزرقاء (من ٤٠٠ - ٥٠٠ نانومتر) - بواسطة الأغشية البلاستيكية البيضاء ، وأقل انعكاس لها بواسطة الأغشية السوداء .

أما أعلى انعكاس للأشعة الحمراء ذات الموجات الطويلة والأشعة تحت الحمراء (٧٣٠ - ٧٤٠ / ٦٤٠ - ٦٥٠ نانومتر) فكان بواسطة كل من الأغشية الفضية والحمراء (من أعلى) مع Alor (من أسفل) .

وكانت أعلى نفاذية للأشعة من الموجات النشطة - في عملية البناء الضوئي والأشعة الزرقاء - من خلال الأغشية البلاستيكية الشفافة .

وكانت أعلى درجة حرارة للتربة تحت كل من الأغشية السوداء ، والأغشية الحمراء (من أعلى) مع Alor (من أسفل) ، بينما كانت أقل حرارة للتربة تحت الأغشية البيضاء ، وهي التي أعطت كذلك أقوى نمو نباتي وأعلى محصول (Hatt وآخرون ١٩٩٤) .

الاساس الفسيولوجي للزيادة في المحصول الناشئة عن استعمال الاغشية البلاستيكية للتربة

تعتبر الزيادة في المحصول الناشئة عن استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة محصلة للعوامل التالية مجتمعة :

- ١ - يتم القضاء على الحشائش؛ فلا تنافس المحصول .
- ٢ - لا يحدث أي ضرر لجذور النباتات أو نمواتها الخضرية من جرّاء العزيق ؛ حيث لا تكون هناك حاجة إلى إجراء عملية العزيق .

٣ - الارتفاع الذى يحدث فى درجة حرارة التربة يناسب بعض المحاصيل عندما تكون درجة حرارة الجو منخفضة نسبياً .

٤ - كثير من المحاصيل التى تستجيب للبلاستيك الأسود ذات جذور سطحية ، وتحتاج إلى مستوى مرتفع من الأكسجين فى التربة لكى تنمو وتعمل بكفاءة ؛ فإذا حدث ضرر للجذور التى توجد فى الـ ٥ - ١٠ سم العلوية من التربة أثناء العزيق ، فإن الجذور التى تنمو على عمق أكبر من ذلك لن تكون بنفس الكفاءة ؛ وذلك بسبب نقص الأكسجين فى الطبقات السفلى من التربة من جهة ، وبسبب انخفاض درجة الحرارة من جهة أخرى . كما أن كثيراً من هذه الجذور - تحت الظروف الطبيعية - توجد فى الطبقة السطحية من التربة ؛ ومن ثم تتأثر النباتات بحالات الجفاف - بشدة - بسبب التبخر السطحي ، بالإضافة إلى أن قطرات ماء المطر أو ماء الري بالرش تؤدي إلى اندماج التربة ؛ مما يقلل من نفاذ الأكسجين إلى الجذور .

من ذلك نرى أن الغطاء البلاستيكي يعمل على تشجيع نمو الجذور فى الطبقات السطحية من التربة ؛ حيث تتوفر الرطوبة ، والأكسجين ، والحرارة المناسبة ، والعناصر الغذائية ؛ وحيث تنشط عملية التأزت (Carolus ١٩٧٠) .

٥ - خفض معدلات الإصابة الحشرية والفيروسية كما أسلفنا .

٦ - تحفيز النمو النباتي الجذري والخضري ، وزيادة امتصاص العناصر :

وقد وجد أن استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة يحدث زيادة كبيرة فى محصول الطماطم وغوها الخضري . وتبين أن البوليثلين الشفاف يحفز النمو الجذري بعد فترة قصيرة من الشتل ، كما يؤدي الغطاء إلى زيادة عدد الأفرع الخضرية ، وتبكير الإزهار ، وتركيز العناصر الغذائية فى النموات الخضرية .

وقد اقترح أن استعمال الغطاء البلاستيكي ربما يحفز النمو الخضري بتدفئة ساق النبات بواسطة الهواء الدافئ الذى يتسرب من الفتحات التى توجد فى البلاستيك والتى تنمو من خلالها النباتات ، إلا أن إغلاق تلك الفتحات لمنع تسرب الغاز منها لم يؤثر على درجة تفرع النموات الخضرية ، بالرغم من أن درجة حرارة الهواء - بالقرب من سيقان النباتات - كانت أعلى عندما تركت الفتحات دون إغلاق .

ويستدل مما تقدم على أن الزيادة التي تحدث في النمو الخضري - عند استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة - ترجع إلى تحفيز النمو الجذري وزيادة امتصاص النبات للعناصر (Wien وآخرون ١٩٩٣) .

كما وُجدَ أن الزيادة في محصول الطماطم عند استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة كانت مُصاحبةً بزيادة في محتوى النموات الخضرية من عنصر الفوسفور ، ولكن الزيادة في المحصول استمرت مع استعمال الغطاء ، حتى حينما كان تركيز الفوسفور ٤,٠٪ بعد ثلاثة أسابيع من الشتل في المعاملات التي لم يستعمل فيها الغطاء ؛ مما يدل على أن للغطاء البلاستيكي تأثيرات أخرى إلى جانب تحسين امتصاص الفوسفور (Grubinger وآخرون ١٩٩٣) .

محاصيل الخضر التي تستجيب لاستعمال الأغشية البلاستيكية للتربة

تعذ الفراولة والقرعيات - وخاصة الشمام والقاوون - أكثر المحاصيل استجابة لاستعمال الأغشية البلاستيكية للتربة ؛ فقد أدى استعمال الأغشية البلاستيكية السوداء أو الشفافة في القاوون إلى زيادة النمو ، والتبكير في عقد الثمار وزيادة المحصول . كذلك أمكن الحصول على نتائج جيدة من استعمال البلاستيك الأسود كغطاء للتربة في حقول الباذنجان ، والطماطم ، والفلفل ، والذرة الحلوة في الأراضي المسامية القليلة الخصوبة . ومن أهم مزايا استعمال الغطاء البلاستيكي مع الطماطم والفراولة هي تجنب ملازمة الثمار للتربة (Carolus ١٩٧٠) .

وتؤكد عديد من الدراسات أن محصول الخضروات يزداد كثيراً عند استعمال الأغشية البلاستيكية للتربة . فمثلاً . بلغت تلك الزيادة ٣٠٠٪ في محصول الباذنجان (عن Baron & Gorski ١٩٨٨) ، وكانت الزيادة في المحصول جوهرياً في ولاية جورجيا الأمريكية (Carter & Johnson ١٩٨٨) .

وفي ولاية إنديانا أدى استعمال البوليثلين الأسود كغطاء للتربة إلى زيادة معنوية في كل من طول ساق نبات البطيخ ومحصوله المبكر والكللي ، وكانت الزيادة أكبر عندما كان الري بطريقة التنقيط مع استمرار استعمال الغطاء البلاستيكي (Bhella ١٩٨٨) .

وفي ولاية ميرلاند أدى استعمال الغطاء البلاستيكي الأسود للتربة إلى زيادة محصول القاوون المبكر والكللي معنوياً ؛ مقارنة بكل من البلاستيك الشفاف والزراعة بدون غطاء (Schales & Ng ١٩٨٨) .

وفى ولاية تكساس تراوحت الزيادة - التى أحدثها استعمال الأغطية البلاستيكية السوداء للتربة فى محصول الطماطم الصالح للتسويق فى العروة الربيعية - بين ١٦٪ و ٣١٪ (Bogle وآخرون ١٩٨٩) .

وتحت الظروف الاستوائية فى المكسيك . . وصل محصول الخيار إلى ٦٣,٤ طنا للهكتار عند استعمال الغطاء البلاستيكي الأسود للتربة مقارنة بـ ٢١,٦ طنا للهكتار فى معاملة الشاهد (بدون غطاء) . وازداد المحصول جوهريا كذلك - مقارنة بالكتنول - عند استعمال أى من الغطاء البلاستيكي الشفاف أو الأبيض . كما أدت جميع الأغطية إلى التبريد فى الإزهار وزيادة المحصول المبكر (Farias-Larios وآخرون ١٩٩٤) .

هذا إلا أن Roberts & Anderson (١٩٩٤) وجدوا أن استعمال الغطاء البلاستيكي الأسود أدى - فى ولاية أوكلاهوما الأمريكية - إلى نقص محصول الفلفل الأخضر فى سنتين من سنوات الدراسة الثلاث ، مقارنة بمعاملة الشاهد .

طريقة استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

نظام الري المناسب للزراعة مع استعمال الأغطية البلاستيكية

بالرغم من استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة - أحيانا - مع نظامى الري بالغمر والري بالرش ، فإن أكثر استعمالات الأغطية البلاستيكية للتربة هى مع نظام الري بالتنقيط ؛ حيث يتم توصيل مياه الري إلى النباتات بسهولة تامة ؛ لوجود خراطيم الري تحت الغطاء البلاستيكي . أما فى حالة الري بالغمر . . فإنه يكون من الصعب تثبيت البلاستيك على ميل الخطوط أو المصاطب ، كما أن حافة البلاستيك المدفونة فى التربة تشكل - حينئذ - حاجزا يفصل بين النبات وماء الري ، ولكن جذور النبات تكون فى تربة مبتلة على أية حال . كذلك نجد فى الأراضى الرملية أن الانتشار الجانبى لماء الري يكون قليلا ؛ الأمر الذى يحد من استخدام الأغطية البلاستيكية للتربة عند اتباع نظام الري بالرش .

عرض الغطاء المناسب

يختلف العرض المناسب للفائف البلاستيك باختلاف نوع الخضر ، فيكون عرضها

نحو ١١٠ - ١٢٠ سم فى القرعيات ، ونحو ٩٠ سم فى الطماطم والباذنجان والفلفل . أما السمك المناسب فيتراوح بين ٢٥ و ٥٠ ميكرونًا لخفض التكاليف . ولكن يجب ألا يقل سمك البلاستيك الأصفر عن ٨٠ ميكرونًا ؛ ليكون ذا دكنة كافية لجذب حشرة الذبابة البيضاء إليه .

الأمر الذى يجب أخذه فى الحسبان قبل تثبيت الغطاء

يجب قبل تثبيت البلاستيك التأكد مما يلى :

- ١ - إضافة الأسمدة التى تخلط بالتربة - عادة - قبل الزراعة .
- ٢ - احتواء التربة على قدر مناسب من الرطوبة ؛ فلا تكون جافة ولا زائدة الرطوبة .
- ٣ - مكافحة الحشائش بمبيدات الأعشاب فى حالة استعمال البلاستيك الشفاف .
- ٤ - تجهيز التربة بطريقة تسمح بشد البلاستيك جيداً ليكون على اتصال بحبيبات التربة ؛ للسماح بتوصيل الحرارة إلى الطبقة السطحية من التربة ، ولتجنب الانخفاضات التى يمكن أن يتراكم فيها المطر ، أو ماء الرى بالرش . ولكى يتحقق ذلك يجب تجميع التربة فى وسط المصطبة أو خط الزراعة ، وبميل قدره ١,٥ - ٣ سم نحو الجانبين .
- ٥ - مدّ خطوط الرى بالتنقيط - فى حالة اتباع هذا النظام فى الرى - والتأكد من عمل جميع المنقطات .

تثبيت الغطاء

عند تثبيت البلاستيك يدويا يحفر مجرى صغير على جانبى الخط بعمق حوالى ١٠ سم ، ثم يثب الغطاء على رأس الخط فى النهايتين بتكويم بعض التراب عليه ، ثم يدفن جانبا شريحة البلاستيك فى المجريين ، ويغطيان بالتراب لتثبيت الشريحة . ويراعى عدم إجراء هذه العملية أثناء ارتفاع درجة الحرارة بالنهار عندما يكون الغطاء متمدداً .

ويمكن تثبيت البلاستيك آلياً بتحميل لفافة بلاستيك (عرضها ٩٠ - ١٢٠ سم ، وطولها ٣٠٠ - ١٥٠٠ م) خلف الجرار فى آلة خاصة ؛ حيث تقوم محارث خاصة

- تُثبت قبل اللفافة - بفتح خندق صغير عمقه ٧ - ١٠ سم ، وتقوم عجلة مطاطية بفرد البلاستيك وضغطه في الخندق ، وتقوم أسطوانة مثبتة خلف لفاقة البلاستيك بالمساعدة في هذه العملية ، وفي ضغط التربة ، ويقوم زوج آخر من المحارث بملء الخندقين بالتربة . وتقوم الآلة أثناء ذلك برفع مصاطب الزراعة من الوسط قليلا (شكل ٥ - ٣) .

زراعة البذور والفعل في وجود الغطاء

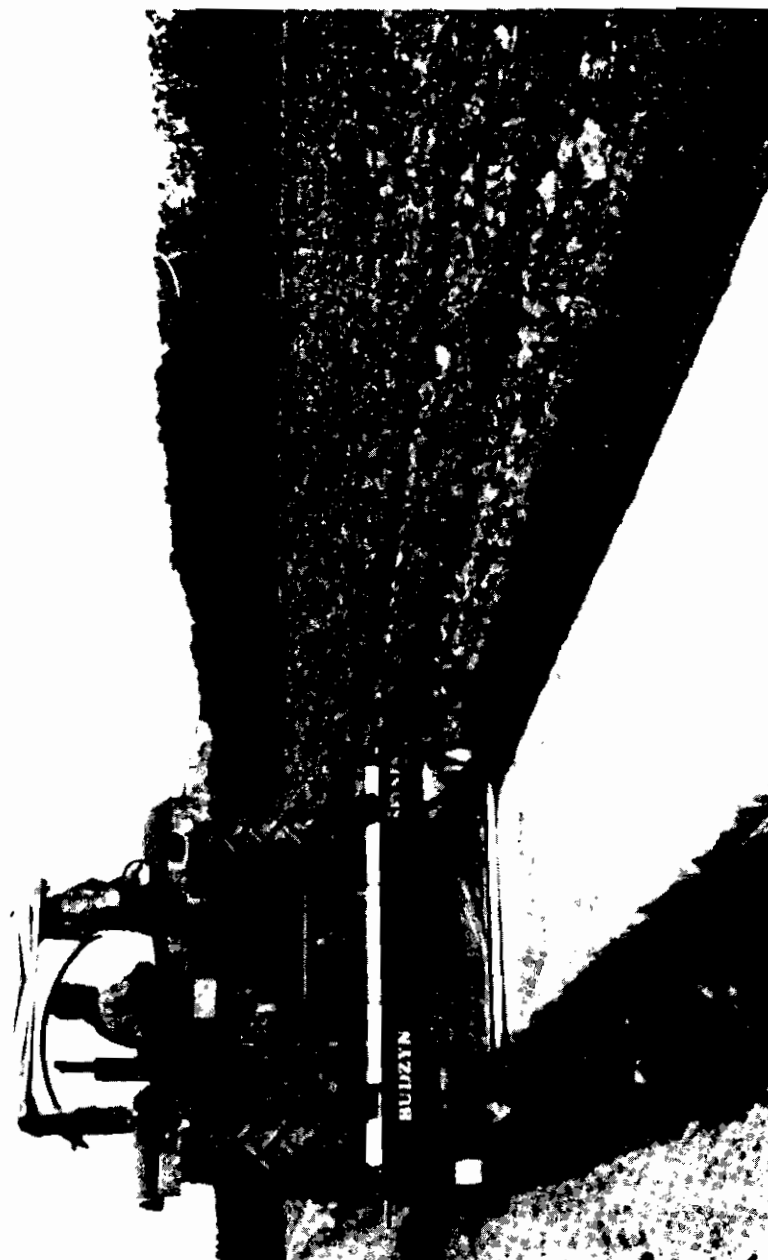
تكون زراعة البذور قبل تثبيت البلاستيك ، أو بعد تثبيته ، ويتوقف ذلك على نوع البلاستيك المستخدم ودرجة الحرارة السائدة . ففي الجو البارد يفضل استعمال البلاستيك الشفاف مع الزراعة تحت الغطاء البلاستيكي (أى قبل تثبيت الغطاء على سطح التربة) ؛ ليساعد الغطاء على رفع درجة حرارة التربة بالقدر الذى يسمح بسرعة إنبات البذور . وبمجرد ملاحظة ظهور البادرات تحت البلاستيك . فإنه يثقب في مواقع الجور ؛ للسماح بنمو النباتات خارج البلاستيك . أما في الجو المعتدل الحرارة ، أو عند استخدام البلاستيك الأسود أو الملون . فإنه يتم تثبيت البلاستيك أولا ، ثم يثقب على المسافات المرغوبة ، لكي تزرع البذور من خلالها .

وتفضل زراعة البذور باستعمال نحو ٦٠ جم من خليط مكون من بيت موس مرطب ، وسماد بطئ الذوبان ، والبذور التي يراد زراعتها (نحو خمس بذور) . يوضع المخلوط في جورة الزراعة ، ثم يغطى بكمية قليلة من الفيرميكيوليت لمنع جفاف المخلوط بسرعة . تعطى الزراعة بهذه الطريقة إنباتاً ونموا متجانسين (Ware & MaCollum ١٩٨٠) .

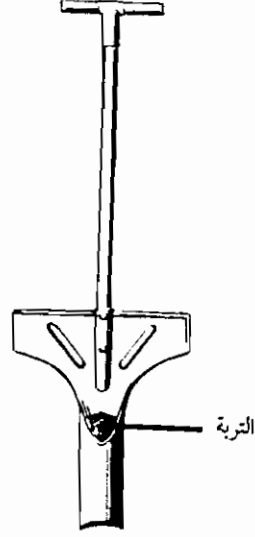
أما الشتل . . فيجرى - غالباً - يدريا باستعمال الـ bulb setter (شكل ٥ - ٤) ، وهى آلة ذات ذراع طويلة تحدث عند الضغط عليها لأسفل ثقباً في البلاستيك ، وحفرة بالتربة للشتل فيها .

عمليات الخدمة في وجود الغطاء

يعد التسميد مع ماء الري بالتنقيط أفضل وسيلة للتسميد - بعد الزراعة - عند استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة ؛ ولذا . . فإنه لم يَشعْ استخدام تلك الأغطية إلا مع نظام الري بالتنقيط . ويتم في هذه الحالة إيصال العناصر السمادية إلى النباتات



شكل (٣-٥) : تثبيت الغطاء البلاستيكي للتربة آليا .



شكل (٥ - ٤) : الـ bulb setter ؛ وهي آلة تستعمل فى إحداث ثقب فى الغطاء البلاستيكي ، وحفرة بالتربة ؛ لوضع الشتلة .

- مع ماء الري - بصورة شبه يومية ، وبكميات محدودة تتوقف على مرحلة النمو النباتي .

أما عند اتباع نظم الري الأخرى . . فإن التسميد يكون بإحدى الطرق التالية :

١ - إضافة كل الأسمدة التي تحتاج إليها النباتات قبل وضع الغطاء البلاستيكي ، لكن ذلك يعرضها للفقد بالرشح .

٢ - عمل ثقب في البلاستيك بجوار جور الزراعة لإضافة السماد من خلالها ، وهي طريقة تتطلب عمالة كثيرة .

٣ - إضافة السماد تحت الغطاء بعد رفعه قليلا - يدويا ، أو آليا - لكن هذه الطريقة قد تضر بالغطاء وبجذور النباتات .

٤ - إضافة الأسمدة في المساحات غير المغطاة بين شرائح البلاستيك . لكن النباتات لا تستفيد من معظم الكميات المضافة ؛ لعدم وصول النموات الجذرية إليها ، ولتعرضها للفقد بالرشح .

٥ - عند اتباع نظام المحصولين المتتابعين Double Cropping System (حيث يستخدم نفس الغطاء في زراعة محصولين متاليين) فإن مشكلة إضافة الأسمدة تكون أكثر حدة . ويلجأ البعض إلى زيادة كمية الأسمدة التي تضاف إلى المحصول الأول بأكثر من حاجته الفعلية ؛ ليتبقى منها جزء لاستعمال المحصول الثانى ، إلا أن ذلك يضر المحصول الأول ، كما يؤدي فقد الأسمدة بالرشح إلى عدم كفاية المتبقى منها للمحصول الثانى .

٦ - تمكن Hochmuth وآخرون (١٩٨٦) من التسميد فى وجود الغطاء البلاستيكي للتربة ؛ بواسطة آلة خاصة تتكون من عجلة تبرز من حوافها أنابيب مدببة ، وتتصل من محورها بمصدر سائل للسماد . وبالتحكم فى عدد الأنابيب التى تبرز من حافة العجلة . يمكنها تثقيب البلاستيك عند مرورها عليه ، وإضافة السماد السائل على العمق المناسب ، وفى المكان المناسب فى آن واحد . هذا . وتتصل العجلة بمضخة صغيرة توفر ضغطاً قدره ٢٠٠ - ٣٠٠ كيلو باسكال kPa لحقن السماد فى التربة .

ومن الأهمية بمكان مكافحة الحشائش تحت البلاستيك الشفاف ؛ نظراً لأن الحشائش تنمو بسرعة أكبر تحته لارتفاع الحرارة وزيادة الرطوبة . ويكفى استعمال مييد لمكافحة الحشائش مدة ٣ - ٤ أسابيع إلى أن ينمو العرش ويغضى التربة .

أما بين شرائح البلاستيك ، فيمكن مكافحة الحشائش بسهولة بالكيماويات ، قبل أن تمتد جذور النباتات إلى هذه المناطق . ويجب أن تتم المعاملة بالمبيدات بعد فرد البلاستيك وقبل تثقيبه ؛ لتجنب تلوث التربة تحت البلاستيك بالمبيد المستخدم .

وقد أعطى السيمازين simazine (بمعدل ٤٥٠ - ١٣٥٠ جم / للفدان من المساحة المعاملة) مكافحة جيدة مع القاوون والطماطم . ويمكن مكافحة الحشائش التى تظهر فى ثقب الزراعة - بسهولة - يدويا مرة واحدة (Carolus ١٩٧٠) .

أما عمليات الخدمة الأخرى . . فإنها تتم بصورة عادية ، مع تنظيم سير الآلات الزراعية بحيث لا تمزق الغطاء البلاستيكي .

ويجب فى نهاية الموسم جمع البلاستيك وحرقه ؛ لأنه لا يتحلل ، ولا يجب حرثه فى التربة .

استخدام البلاستيك (أغشية البوليثلين) فى المجالات الزراعية الأخرى

إلى جانب استخدام البلاستيك كغطاء للتربة ، فإنه يستخدم أيضاً فى المجالات الزراعية التالية :

١ - تغطية البيوت المحمية : يستخدم لذلك بلاستيك سمكه ١٢٥ - ١٥٠ ميكرونًا .

٢ - تغطية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة : يستخدم لذلك بلاستيك سمكه ٣٨ - ٨٠ ميكرونًا .

٣ - فى تبطين قنوات الري والمصارف والخزانات والبرك : يستخدم لذلك بلاستيك سمكه ١٢٥ - ٣٧٥ ميكرونًا .

٤ - كغطاء للطماطم المرباة على أسلاك فى موسم الأمطار لحمايتها من الأمطار والتشقق .

٥ - كغطاء للتربة عند التعقيم بالمواد المتطايرة ، أو بالإشعاع الشمسى ، أو بالبخر .

٦ - فى عمل وحدات الإكثار بالعقل مع الري بالضباب mist propagation units .

٧ - فى تخزين العقل المستخدمة فى التكاثر .

٨ - يستخدم البلاستيك الأسود كبديل للأصص عند إكثار بعض المحاصيل البستانية . ويحتوى البلاستيك الأسود على كربون بنسبة ٢٪ .

هذا . . وبيع البوليثلين بالوزن أو بالطول ، وغالباً ما يباع بالوزن ملفوفاً على بكرات يتراوح وزن البكرة بين ٣٠ و ٧٠ كجم . ويعطى جدول (٥ - ٥) وزن المتر المربع والمساحة التى يغطيها الكيلو جرام الواحد عند اختلاف سمك الغشاء (عبد الهادى ١٩٧٤) .

جدول (٥ - ٥) : وزن المتر المربع ، والمساحة التي يغطيها الكيلو جرام الواحد من البوليثلين عند اختلاف سمك الغشاء .

السمك (ميكرون)	وزن المتر المربع (جم)	المساحة التي يغطيها الكجم (م ^٢)
٢٥	٢٣	٤٣
٣٠	٢٧	٣٧
٣٨	٣٥	٢١
٤٠	٣٧	٢٠
٥٠	٤٦	١٦
٨٠	٧٣,٦	١٣,٥٨
١٠٠	٩٢	١١
١١٥	١١٥	٨,٦٩
١٥٠	١٣٨	٧,٢٤
٢٠٠	١٨٤	٥,٤٣
٢٥٠	٢٣٠	٤,٣٨
٣٧٥	٣٤٦	٢,١٣
٥٠٠	٤٦٠	٢,١٠

أما جدول (٥ - ٦) فيبين وزن المتر الطولى - بالجرام - من أغشية البوليثلين (كثافة ٠,٩٢ جم / سم^٣) ، التي تختلف فى سمكها وعرضها .

جدول (٥ - ٦) : وزن المتر الطولى (جم) من أغشية البوليثلين (كثافة ٠,٩٢ جم / سم^٣) التي تختلف فى سمكها وعرضها .

السمك (ميكرون)							العرض (م)
٢٥٠	٢٠٠	١٨٠	١٥٠	١٢٠	١٠٠	٨٠	
٢٣٠	١٨٤	١٦٦	١٣٨	١١٠	٩٢	٧٤	١
٣٤٥	٢٧٦	٢٤٨	٢٠٧	١٦٦	١٣٨	١١٠	١,٥
٤٦٠	٣٦٨	٣٣١	٢٧٦	٢٢١	١٨٤	١٤٧	٢
٥٧٥	٤٦٠	٤١٤	٣٤٥	٢٧٦	٢٣٠	١٨٤	٢,٥
٦٩٠	٥٥٢	٤٩٧	٤١٤	٣٣١	٢٧٦	٢٢١	٣
١٣٨٠	١١٠٤	٩٩٤	٨٢٨	٦٦٢	٥٥٢	٤٤٢	٦

وتحسب الكمية اللازمة من الغطاء البلاستيكي للتربة باستعمال المعادلة التالية :

$$\text{الكمية بالكيلو جرام} = (\text{الطول بالمتر} \times \text{العرض بالمتر} \times \text{الكثافة النوعية} \times \text{السلك بالمكرون}) / 1000$$

حيث تتراوح الكثافة النوعية - غالباً - بين ٠,٩٢ و ٠,٩٥ .

الغطاء النباتي - النامي - للتربة

ظهر اتجاه في السنوات الأخيرة نحو استعمال غطاء نباتي «حي» للتربة في حقول الخضر ، وذلك بعد أن تضخمت مشكلة التخلص من البلاستيك المستخدم كغطاء للتربة ، وما يسببه من تلوث للبيئة .

يُعرف الغطاء النباتي الحيّ Living Mulch بأنه نظام للإنتاج النباتي ، يزرع فيه المحصول المرغوب فيه مباشرة مع نوع نباتي آخر نام يستعمل كغطاء للتربة .

ومن أهم الأغذية النباتية التي جُربَ استخدامها ما يلي :

الاسم العلمي	النبات
<u>Lolium perenne</u>	Perennial rygrass
<u>Poa pratensis</u>	Kentucky bluegrass
<u>Triticum aestivum</u>	قمح الشتاء Winter wheat
<u>Stenotaphrum secundatum</u>	St. Augustinegrass
<u>Arachis glabrata</u>	Perennial peanut
<u>Arachis spp.</u>	Forage peanut

ويستدل من دراسات Newenhouse & Danna (١٩٨٩) على أن التربة تحت الغطاء النباتي الحيّ تكون أقل اندماجاً وأبرد من التربة المحروثة . وقد منع الغطاء النباتي الحيّ نمو الحشائش الحولية . وأفاد استعمال الـ Perennial rygrass كغطاء لحقول الفراولة بين خطوط الزراعة ؛ حيث وفر لها الحماية من الرياح دون أن يزحف نموه إلى خطوط الزراعة ذاتها .

كذلك استخدم Roe وآخرون (١٩٩٤) عدة أنواع نباتية كأغطية حية للتربة فى حقول الفلفل ، مقارنة بالغطاء البلاستيكي ، ووجدوا أن الإصابة بالفطر *Phytophthora capsici* كانت أقل فى حالة الأغطية النباتية الحية مقارنة بغطاء البوليثلين ، إلا أن الأخيرة (أغطية البوليثلين) أعطت محصولا كليا ومبكراً أعلى ، وثماراً أكبر حجماً .

وقد وجد Hanada (١٩٩١) أن استخدام الغطاء البلاستيكي للتربة أدى - فى المناطق شبه الاستوائية - إلى زيادة حرارة التربة إلى درجة غير مناسبة للنمو النباتى . وبالمقارنة شكّل الـ Napir Grass (*Pennisetum Purpureum*) المقطوع حديثاً غطاءً مناسباً للتربة ؛ حيث كانت حرارة التربة تحته ثابتة ومنخفضة ، وأعطى محصولاً أعلى .

ولقد استخدم نبات البيقة hairy vetch (أو *Vicia villosa*) - وهو نبات بقولى عشبي حولى - كغطاء للتربة - تحت ظروف الرى بالتنقيط - فى حقول طماطم الاستهلاك الطازج بالولايات المتحدة الأمريكية . تزرع البيقة أولاً فى المصاطب - الخاصة بالطماطم - فى الخريف . وعندما تزرع الطماطم فى الربيع التالى تكون البيقة قد أعطت نمواً خضرياً غزيراً يعمل كمُلش عضوى على سطح المصاطب عند جزه عليها ، وتشتل الطماطم بعد جز البيقة مباشرة دون حراثة التربة . تعطى هذه الطريقة لزراعة الطماطم محصولاً أعلى من كل من استعمال البلاستيك الأسود ، أو الزراعة بدون غطاء للتربة ، أو - على الأقل - تعطى محصولاً مساوياً للمحصول عند استعمال البلاستيك الأسود . ويستدل من الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن على أن درجة حرارة التربة لم تكن هى العامل المؤثر ؛ إذ إنها كانت فى المجال المناسب للنمو النباتى فى مختلف المعاملات (Teasdale & Abdul-Baki ١٩٩٥) .

ويستدل من دراسات Kelly وآخرين (١٩٩٥) على أن استعمال البيقة كمُلش عضوى لمصاطب الطماطم كان اقتصادياً إذا قورن باستعمال البلاستيك الأسود ، أو الزراعة بدون مُلش وكان من مزايا استعمال البيقة ما يلى :

- ١ - زيادة المحصول .
- ٢ - تحسين التربة ؛ وعدم تعرضها للتعرية .
- ٣ - تقليل الحاجة إلى التسميد الأزوتي ، وعدم الحاجة إلى التسميد العضوي .
- ٤ - تقليل الحاجة إلى استعمال مبيدات الحشائش ، وتقليل منافسة الحشائش للطماطم .
- ٥ - زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة .
- ٦ - المحافظة على البيئة ، بعدم الحاجة إلى استعمال مبيدات الحشائش ، وعدم وجود مشاكل التخلص من البلاستيك التي تنشأ عند استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي salama1helali@yahoo.com

الرى

العوامل المؤثرة على حاجة النبات إلى الرى ، والفترة بين الريات

العوامل الخاصة بالنبات

١ - عمر النبات ، ومقدار نموه الخضرى :

تستهلك النباتات وتنتج كميات أكبر من الماء مع زيادة نموها ؛ وبالتالي فإنها تحتاج إلى كميات من ماء الرى - فى الأطوار المتقدمة من نموها - أكبر منها فى الأطوار المبكرة ، كما تصبح جذورها أكثر تشعباً وتعمقاً كلما تقدم النبات فى العمر ؛ ومن ثم تكون أكثر مقدرة على الاستفادة من ماء الرى ، وأكثر مقدرة على الحصول على المياه اللازمة لها من الطبقات السفلى من التربة .

٢ - درجة انتشار وتعمق الجذور :

تختلف الخضروات فى درجة تعمق جذورها فى التربة . ومن أكثرها تعمقاً : الخرشوف ، والهليون ، والقرع العسلى ، والبطاطا ، والطماطم ، والبطيخ . ومن أقلها تعمقاً فى التربة : الكرفس ، والذرة السكرية ، والبصل ، والثوم ، والخس ، والبطاطس ، والفجل ، والسبانخ ، بينما تعتبر جذور الفاصوليا ، والجزر ، والخيار ، والباذنجان ، والشمام ، والفلفل ، والبسلة ، والكوسة ، واللفت متوسطة التعمق فى التربة .

وعموماً . . فإن الخضر الصيفية تتعمق جذورها بدرجة أكبر من درجة تعمق جذور الخضر الشتوية . ولا تكون الخضروات ذات النمو الجذرى القليل قادرة على امتصاص كل الرطوبة التى توجد فى منطقة نمو الجذور ، كما فى حالة الذرة السكرية .

ويجب أن يكون الهدف عند الرى هو إعادة نسبة الرطوبة إلى السعة الحقلية فى منطقة نمو الجذور . وقد لا يكفى الرى الخفيف المتكرر لتوصيل الرطوبة الأرضية إلى السعة الحقلية فى كل هذه المنطقة ؛ وبذلك لا يحصل النبات على كل حاجته من

الماء ، خاصة مع زيادة الفقد بالتبخر من سطح التربة ، لكن الري الخفيف المتكرر يفيد مع النباتات الصغيرة في طور البادرة حينما تكون جذورها سطحية .

ويمكن تقدير المدى الذى تصل إليه جذور النباتات حسب المدة اللازمة لاستكمال نموها ، كما فى جدول (٦ - ١) .

وكدليل تقريبي . فإن معدل نمو الجذور يتراوح بين ٣.٠ و ٤.٥ سم لكل شهر من النمو النشط حسب المحصول والعوامل الجوية .

جدول (٦ - ١) : العلاقة بين المدة اللازمة لنضج المحصول ، ومدى تعمق الجذور فى التربة .

المدة من الزراعة لحين نضج النبات (بالشهر)	درجة تعمق الجذور (بالسم)
٢	٦٠ - ٩٠
٣ - ٤	٩٠ - ١٥٠
٦	١٨٠ - ٣٠٠

هذا . . ويمكن لجذور الخضر المختلفة سحب الماء من التربة من أعماق تتراوح بين ٣٠ و ١٨٠ سم حسب المحصول (جدول ٦ - ٢) (عن Pillsbury ١٩٦٨) .

جدول (٦ - ٢) : عمق التربة الذى يمكن لبعض نباتات الخضر الكاملة النمو أن تسحب منه الماء .

المحصول	العمق (بالسم)
الهلين - الطماطم	١٨٠
الفاصوليا	١٥٠
الخرشوف - فاصوليا الليما - البطاطا	١٢٠
الجزر - الباذنجان - البسلة - الفلفل - قرع الكوسة - الذرة السكرية - البنجر	٩٠
الفاصوليا - الكرنب - البطاطس - السبانخ - الفراولة	٦٠
الحس - البصل	٣٠

ويبين جدول (٦ - ٣) كمية مياه الري التى تلزم لرى محاصيل تختلف فى مدى تعمق جذورها ، ومزروعة فى أراضٍ تختلف فى قوامها ، فى حالة إجراء الري عندما تصل الرطوبة الأرضية إلى مستويات مختلفة (عن نشرة علمية لشركة ستنك) .

مستويات مختلفة من الرطوبة بالتربة.

كمية مياه الري التي تضاف إلى التربة (مليتر) للقدان عند اختلاف مستويات الرطوبة التي توجد بالتربة عند الري	مليتر		كمية المياه المتاحة لاستخدام النبات	كمية المياه الموجودة عند نقطة الذبول	كمية المياه الموجودة عند نقطة الذبول	نسبة الحقلية	عمق الجذع	طبيعة التربة
	٣٠	١٠٠						
٤٣,٢	١٠,٨	١٢,٥	٣٢,٨	٨,٢	٢٤	٢٠	٣٠	أرض
١٠٠,٨	٢٥,٢	١٨,٨	٤٩,٦	١٢,٤	٣٧,٦	٩,٤	٤٥	أرض
١٣٤	٣٢,٥	٢٥	١٠٠	١٠٠	٥٠	١٠,٥	٦٠	خفيفة
١٦٧,٢	٤١,٨	١٢٤,٨	٢٤٩,٦	٢٠,١	٦٢,٤	١٥,٦	٧٥	رملية
٢٠٠	٥٠	٣٧,٥	١٠٠	٢٥	٧٤,٨	١٨,٧	٩٠	
٢٣٨	٦٧	٥٠	٤٠٠	٣٣	١٠٠	٢٥,٠	١٢٠	
١١	٢٨	١١	٥٦	٣١	٥٦	٤١	٣٠	أرض
١٧٠	٤٢,٥	١٢٧,٢	٢١,٨	٨٤	٨٤	٢١	٤٥	متوسطة
٢٢٦,٤	٥٦,٦	٦٨,٨	٤٢,٢	١١,٦	٦٦	٣٨	٦٠	(طمية)
٢٣٦,٩	٧٠,٧	٢١١,٢	١٣٦	٣٤	٤١	٣٥	٧٥	
٣٣٩,٢	٩٤,٧	٢٥٣,٢	١٦٧,٦	٤١,٩	٧٨	٤٣	٩٠	
٤٥٢	١١٢	٣٨٨	٢٢٤	٥٦	٢٢٤	٥٦	١٢٠	
٦٠٧,١	٤٠,٢	١٠٠	٩٧,٢	١٩,٧	١١١	٣١	٣٠	أرض
٢٤٠	٦٠	١٧٩,٢	١١٨,٤	٢٩,٦	١٩١	٤٣	٤٥	ثقيلة
٢٢٢,٢	٩٩,٨	٢٧٩,٥	١٥٦	٣٩,٠	٥٦	٦٤	٦٠	(طمية)
٤٧٩,٦	١١٩,٩	٣٥٨	١٩٦,٨	٤٣,٢	٣٢٠	٨٠	٧٥	
٢٤٢	١٦٠,٥	٤٧٩,٢	٣١٦	٥٩,١	١٧١	٩٦	٩٠	
					٥١٢	١٢٨	١٢٠	

ملاحظات: (١) للحصول على أعلى محصول في حالة المعاصيل ذات الجذور السطحية يجب حفظ درجة الرطوبة المتاحة دائماً في حدود ٦٧٪.

(٢) في حالة المحاصيل ذات الجذور الأكثر عمقا فإنه يجب حفظ الرطوبة على درجة ٥٠ ٪ رطوبة متاحة.

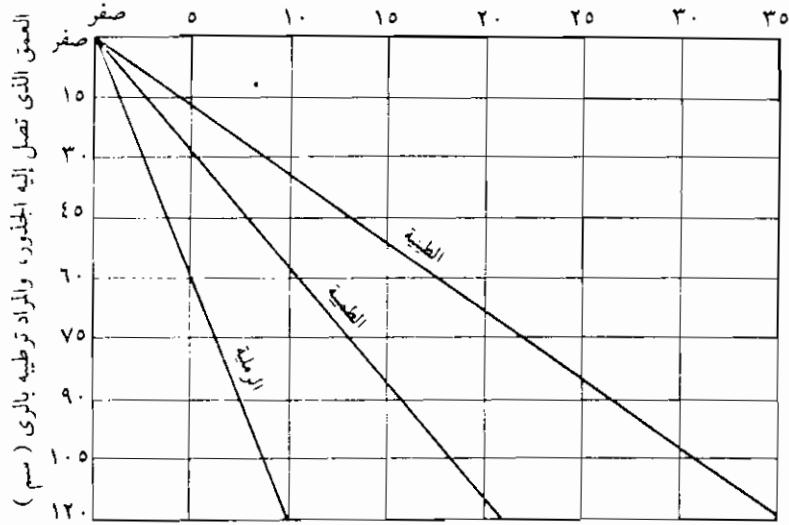
(٣) في حالة المحاصيل ذات الجذور العميقة فإنه يجب حفظ الرطوبة على درجة ٣٣٪ رطوبة متاحة.

(٤) في حالة الري بالتنقيط يؤخذ في الحسبان حجم الجزء الملئ بالماء بواسطة النقاطات بالنسبة لإجمالي المساحة عند حساب الماء المتاح لاستفادة النبات بالتربة.

وعند تنظيم الري يجب الإبقاء على الرطوبة الأرضية دائماً أعلى من نقطة الذبول الدائم في كل المنطقة التي تنمو فيها الجذور ، حتى يمكن الاستفادة منها لأقصى درجة . كما يجب عدم الانتظار لحين ظهور أعراض الذبول على النباتات .

ومن المفضل دائماً إجراء الري عندما يفقد نحو ٥٠٪ من الرطوبة الأرضية التي يمكن للنباتات امتصاصها في منطقة نمو الجذور ، مع جعل كمية ماء الري كافية لتوصيل الرطوبة إلى السعة الحقلية في كل هذه المنطقة . ويمكن الاستعانة بشكل (٦ - ١) في تحديد المدة بين الريات على وجه التقريب ؛ على أساس أن الري يكون بعد استنفاد نصف كمية الماء الصالحة لامتصاص النبات في منطقة نمو الجذور .

عدد الأيام التقريبي بين الريات على أساس إجراء الري كلما استنفذ ٥٠٪ من الماء الميسر لامتصاص النبات في منطقة الجذور



شكل (٦ - ١) : المدة بين الريات في الأراضي المختلفة القوام على أساس إجراء الري بعد استنفاد ٥٠٪ من كمية الماء الميسرة للامتصاص في منطقة نمو الجذور .

مثال: إذا كان أحد محاصيل الخضار نامياً في تربة طميية ، وتعمق جذوره لمسافة ٦٠ سم ، ونرغب في ري التربة لهذا العمق بعد أن يكون نصف الماء القابل للامتصاص قد تم استنفاده ، فما علينا إلا التحرك أفقياً عند الخط المقابل لـ ٦٠ سم إلى

أن نصل إلى خط الأراضى الطمىية ، ثم نسقط خطاً رأسياً لنعرف الفترة بين الريات ، وهى فى هذا المثال ١١ يوماً .

٣ - النوع المحصولى :

تحتاج الخضروات التى تزرع لأجل أوراقها إلى رى منتظم ، مع توفر الرطوبة الأرضية - وبالقدر المناسب - طوال فترة حياتها . أما الخضروات التى تزرع لأجل ثمارها أو بذورها ، فإنها تحتاج إلى توفر مياه الرى بصفة خاصة خلال مرحلة عقد الثمار ونموها ، نظراً لضعف كفاءة المجموع الجذرى لهذه النباتات خلال تلك الفترة (Ware & MaCollum ١٩٨٠) .

وبينما نجد أن نباتاً كالقلقاس يحتاج إلى كميات كبيرة من الماء ، فإن بعض محاصيل العائلة القرعية يمكن إنتاجها بعليا .

هذا . . ويختلف الوقت الحرج للرى من محصول لآخر كالتالى :

١ - تُعد الخضر البذرية والثمارية أحوج ما تكون إلى الرى أثناء الإزهار وعقد الثمار كما سبق الذكر .

٢ - تزداد حاجة البطاطس إلى للرى أثناء مرحلة تكوين الدرنات .

٣ - تزداد حاجة الفراولة إلى الرى بعد الحصاد لتشجيع تكوين الخلفات ، ولارتفاع درجة الحرارة أثناء تلك الفترة .

٤ - كذلك تزداد حاجة الهليون إلى الرى أثناء الصيف بعد الحصاد لتشجيع النمو الخضرى للنبات ، وهو الذى يقوم بتجهيز الغذاء الذى يخزن فى الريزومات ، ويستهلك فى نمو المهاميز فى الربيع التالى (صقر ١٩٦٥) .

العوامل الجوية

تزداد الحاجة إلى الرى ، وتقصّر المدة بين الريات فى الظروف الجوية التى تشجع على زيادة النتج ؛ وهى : الجو الحار الجاف ، وزيادة مرعة الهواء ، وزيادة شدة الإضاءة .

وبيين جدول (٦ - ٤) كمية مياه الري التي يتعين إضافتها في مختلف الظروف البيئية عند اختلاف صافي كمية مياه الري المطلوبة .

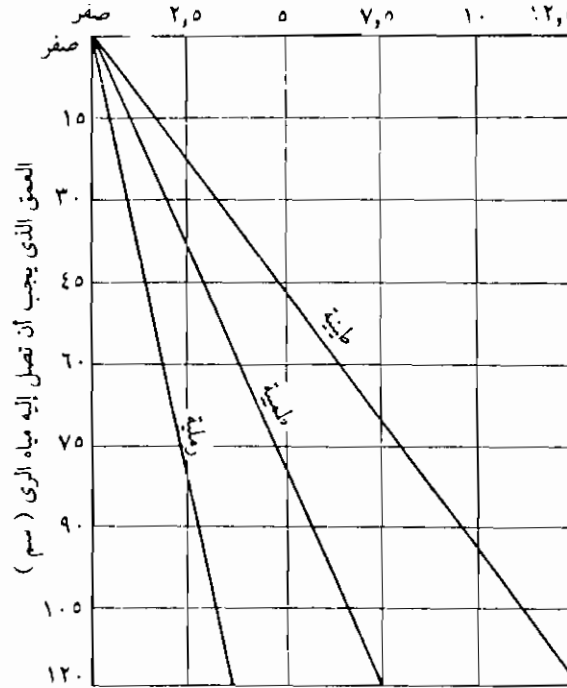
جدول (٦ - ٤) : كمية مياه الري التي يتعين إضافتها في مختلف الظروف البيئية عند اختلاف صافي كمية مياه الري المطلوبة (عن نشرة علمية لشركة سنتك) .

صافي كمية مياه الري المطلوبة	جوبارد (٨٠٪ كفاءة ري)	جوعتدل (٧٥٪ كفاءة ري)	جوحار (٧٠٪ كفاءة ري)	جوصحراوي عال (٦٥٪ كفاءة ري)	جوصحراوي منخفض (٩٠٪ كفاءة ري)
مليمتري ٣م للفدان	مليمتري ٣م للفدان	مليمتري ٣م للفدان	مليمتري ٣م للفدان	مليمتري ٣م للفدان	مليمتري ٣م للفدان
٥,٠٠	٢٠	٦,٢٥	٢٦,٦	٧,١٥	٢٨,٦
٦,٠٠	٢٤	٧,٥٠	٣١,٩٢	٨,٥٨	٣٤,٣٢
٧,٠٠	٢٨	٨,٧٥	٣٧,٢٤	١٠,٠١	٤٠,٠٤
٨,٠٠	٣٢	١٠,٠٠	٤٢,٥٦	١١,٤٤	٤٥,٧٦
٩,٠٠	٣٦	١١,٢٥	٤٧,٨٨	١٢,٨٧	٥١,٤٨
١٠,٠٠	٤٠	١٢,٥٠	٥٣,٢	١٤,٣٠	٥٧,٢
١٥,٠٠	٦٠	١٨,٧٥	٧٩,٨	٢١,٤٥	٨٥,٨
٢٠,٠٠	٨٠	٢٥,٠٠	١٠٦,٤	٢٨,٦٠	١١٤,٤
٢٥,٠٠	١٠٠	٣١,٢٥	١٣٣	٣٥,٧٥	١٤٣
٣٠,٠٠	١٢٠	٣٧,٥٠	١٥٩,٦	٤٢,٩٠	١٧١,٦
٣٥,٠٠	١٤٠	٤٣,٧٥	١٨٦,٢	٥٠,٠٥	٢٠٠,٢
٤٠,٠٠	١٦٠	٥٠,٠٠	٢١٢,٨	٥٧,٢	٢٢٨,٢
٤٥,٠٠	١٨٠	٥٦,٢٥	٢٣٩,٤	٦٤,٣٥	٢٥٧,٤
٥٠,٠٠	٢٠٠	٦٢,٥٠	٢٦٦	٧١,٥٠	٢٨٦
٥٥,٠٠	٢٢٠	٦٨,٧٥	٢٩٢,٦	٧٨,٦٥	٣١٤,٦
٦٠,٠٠	٢٤٠	٧٥,٠٠	٣١٩,٢	٨٥,٨	٣٤٣,٢
٦٥,٠٠	٢٦٠	٨١,٢٥	٣٤٥,٨	٩٢,٩٥	٣٧١,٨
٧٠,٠٠	٢٨٠	٨٧,٥٠	٣٧٢,٤	١٠٠,١٠	٤٠٠,٤
٧٥,٠٠	٣٠٠	٩٣,٧٥	٣٩٩	١٠٧,٢٥	٤٢٩
٨٠,٠٠	٣٢٠	١٠٠,٠٠	٤٢٥,٦	١١٤,٤	٤٥٧,٦
٨٥,٠٠	٣٤٠	١٠٦,٢٥	٤٥٢,٣	١٢١,٥٥	٤٨٦,٢
٩٠,٠٠	٣٦٠	١١٢,٥٠	٤٧٨,٨	١٢٨,٧	٥١٤,٨
٩٥,٠٠	٣٨٠	١١٨,٧٥	٥٠٥,٤	١٣٥,٨٥	٥٤٣,٤
١٠٠,٠٠	٤٠٠	١٢٥,٠٠	٥٣٢	١٤٣	٥٧٢
١٠٥,٠٠	٤٢٠	١٣١,٢٥	٥٥٨,٦	١٥٠,١٥	٦٠٠,٦
١١٠,٠٠	٤٤٠	١٣٧,٥٠	٥٨٥,٢	١٥٧,٢	٦٢٩,٢

العوامل الأرضية

تختلف كمية ماء الري اللازمة لبل التربة إلى عمقٍ ما حسب قوام التربة ، كما هو مبين في شكل (٦ - ٢) (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

كمية مياه الري اللازمة بعد استنفاد ٥٠٪ من الماء الميسر للامتصاص في منطقة نمو الجذور (بالسنتيمتر عمقاً)



شكل (٦ - ٢) : كمية الماء اللازمة لري الأراضي المختلفة القوام لأعماق مختلفة بعد استنفاد ٥٠٪ من الماء الميسر للامتصاص في منطقة نمو الجذور .

مثال: عند الرغبة في بل تربة طميية لعمق ٣٠ سم بعد استنفاد ٥٠٪ من الماء القابل للامتصاص بها ، فإننا نتحرك في الرسم من اليسار على خط ٣٠ سم ، ونتوقف عند الوصول إلى خط المائل الخاص بالأراضي الطميية ، ثم نسقط خطاً رأسياً لنجد أن كمية الماء اللازمة هي حوالي ٢ سم .

ويجب التنبيه إلى أنه عند إضافة كمية ما من ماء الري يصبح الشد الرطوبي عند سطح التربة صفرًا ، أو قريباً من الصفر بعد الري مباشرة ، رغم أن الشد الرطوبي قد يكون عالياً جداً على عمق قليل . ويتسبب ذلك في قوة جذب شديدة إلى أسفل ، بالإضافة إلى أن الجاذبية الأرضية تدفع الماء نحو التربة غير المشبعة . وبعد عدة ساعات من الري يقل الفرق في الشد الرطوبي بين الطبقة السطحية والطبقة الأعمق ، ويكون للجاذبية الأرضية الدور الأكبر في جذب الرطوبة إلى الطبقات السفلى (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

هذا . . إلا أن الماء المضاف إلى سطح التربة لابد أن يصل بالطبقة السطحية إلى التشبع قبل أن يتقدم لأسفل . وعليه . . فإنه (في حالة الأراضي غير المشبعة بالرطوبة) إذا أضيف ماء ري بقدر يكفي لتشبع الـ ١٠ سم العليا من التربة ، فإن الماء لا يتقدم في التربة أبداً لعمق أكثر من ١٥ سم . وتمثل الـ ٥ سم الإضافية من التربة ذلك العمق الذي يصل برطوبته إلى السعة الحقلية بعد انصراف الماء الزائد عن السعة الحقلية في الـ ١٠ سم العليا .

ويعنى ذلك أنه لا يمكن أبداً بل التربة للعمق المرغوب وتوصيلها إلى رطوبة أقل من السعة الحقلية ، فتقليل كمية الماء المضافة لا يعنى سوى أن العمق الذى تصل إليه الرطوبة سيكون أقل ، وأن العمق المبتل لابد أن يصل أولاً إلى درجة التشبع ، ثم ينصرف منه الماء الزائد عن السعة الحقلية لبل طبقة أخرى من التربة يصل عمقها إلى نصف الطبقة الأولى تقريباً ، وتصل رطوبتها إلى السعة الحقلية (Winter ١٩٧٤) .

هذا . . وينصح بأن يكون الري خفيفاً ، وعلى فترات متقاربة في الأراضي التى تقل فيها السعة الحقلية ، كالأراضي الرملية . أما في الأراضي الطينية ذات السعة الحقلية العالية ، فإن مقدرتها على الاحتفاظ بالماء تكون أكبر ، ويكون الري فيها على فترات أكثر تباعداً ، خاصة أن ماء الري يتعمق سريعاً في الأراضي الرملية ، بالمقارنة بالأراضي الطينية والطينية .

كذلك يجب أن يكون الري خفيفاً ، وعلى فترات متقاربة عند وجود طبقة صماء hard pan قريبة من سطح التربة .

أما عند وجود طبقة مسامية حصوية تحت سطح التربة ، فإن الرى يجب أن يكون بالقدر الذى يكفى لتوصيل الرطوبة فى الطبقة التى تعلو الطبقة المسامية إلى السعة الحقلية ، لأن الماء الزائد على ذلك ينصرف فى الحال ، ويفقد معه الأسمدة والعناصر الذائبة .

وتقدر الحاجة إلى الرى عمليا بإحدى الطريقتين التاليتين :

١ - تؤخذ عينة صغيرة من التربة من عمق ١٠ - ٢٠ سم من السطح ، ويُعرّف على محتواها الرطوبى بالضغط عليها بين الأصابع وراحة اليد ؛ حيث تدل سهولة تشكيلها على احتوائها على كمية مناسبة من الرطوبة .

٢ - بواسطة أجهزة خاصة تقيس درجة الشد الرطوبى (tensiometers) يمكن بواسطتها تقدير نسبة الرطوبة فى التربة ؛ الأمر الذى سنتناوله بالتفصيل فى موضع لاحق من هذا الفصل .

أهمية تنظيم عملية الرى

لتنظيم عملية الرى أهمية كبيرة للحصول على أفضل نمو وأعلى محصول .

الرى قبل الإنبات وبزوغ البادرات

يكون إنبات بذور بعض النباتات - مثل الخس وبنجر السكر - منخفضاً فى درجات الحرارة العالية . ويفضل فى حالات كهذه إعطاء الريّة الأولى - بعد زراعة البذور - فى المساء ؛ لتكون بداية تشرب البذرة للماء فى جو تسوده حرارة الليل المعتدلة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى زيادة سرعة الإنبات ونسبته . وبالمقارنة . فإن إعطاء الريّة الأولى - بعد زراعة البذور - خلال النهار يعنى بداية تشرب البذور للماء فى حرارة عالية ؛ الأمر الذى يترتب عليه دخول البذور فى سكون ثانوى .

وعندما يكون الرى بالرش فإن إعطاء الريّة الأولى فى المساء يفيد - مع جميع المحاصيل - فى زيادة تجانس توزيع مياه الرى فى الحقل ؛ ذلك لأن سرعة الرياح تكون - عادة - فى المساء أقل منها خلال النهار . ولا يخفى ما لتجانس الريّة الأولى من أهمية فى تجانس إنبات البذور .

وإلى أن تستكمل البذور إنباتها . فإنه يجب دائماً توفير الرطوبة فى الطبقة السطحية من التربة لتجنب تكوين القشرة السطحية التى تعوق إنبات البذور . وعندما تكون التربة ذات نفاذية عالية للماء ، فإنه يفضل - عند اتباع طريقة الري بالرش - أن يجرى الري يوميا بمعدلات منخفضة من الماء إلى حين استكمال الإنبات ؛ حيث يساعد ذلك على تلطيف حرارة التربة ، واستمرار غسيل الأملاح إلى أسفل ، بالإضافة إلى منع تكون القشور ، وتعجن التربة ، مثلما يحدث فى حالة الري بمعدلات عالية على فترات متباعدة .

ويؤثر تنظيم الري فى إنبات بذور الخضر ؛ فتنبت كل البذور بسرعة أكبر كلما ازدادت نسبة الرطوبة الأرضية من نقطة الذبول الدائم نحو السعة الحقلية ، إلا أنه يمكن تقسيم الخضراوات إلى خمس مجاميع حسب احتياجاتها من الرطوبة الأرضية للحصول على إنبات جيد (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) :

أ - خضروات تحتاج بذورها إلى رطوبة أرضية قريبة من السعة الحقلية بصفة دائمة لكى تنبت ، ويمثلها الكرفس فقط . وربما كان السبب فى ذلك هو صغر حجم بذور الكرفس بدرجة كبيرة ؛ مما يحتم زراعتها سطحية ، وبالتالي احتمال جفاف الطبقة السطحية من التربة إذا لم تظل الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية .

ب - خضروات تحتاج بذورها إلى رطوبة أرضية لا تقل عن ٥٠٪ من السعة الحقلية ، وتشمل البنجر والخس . وربما كان السبب فى حالة الخس ممثلاً للسبب فى حالة الكرفس . أما البنجر ، فرمى يرجع احتياجه إلى رطوبة أرضية مرتفعة نسبياً إلى أن بذوره توجد داخل ثمار تحتوى على بعض المواد التى يكون لها تأثير سئى على إنبات البذور إن لم تغسل وتزال بعيداً عن البذور بكمية كافية من الرطوبة .

ج - خضروات تحتاج إلى رطوبة أرضية تقدر بنحو ٣٣٪ من الرطوبة فى حالة السعة الحقلية ، وتشمل : فاصوليا الليما ، والبسلة ، والسبانخ النيوزيلاندى . وربما يرجع السبب فى ذلك إلى احتمال تعفن البذور فى درجات الرطوبة الأرضية الأعلى من ذلك ، خاصة فى حالة فاصوليا الليما ، والبسلة .

د - خضروات تفضل بذورها رطوبة أرضية تقدر بنحو ٢٠٪ من الرطوبة عند السعة

الحقلية ، وتشمل : الفاصوليا ، والجزر ، والخيار ، والبصل ، والسبانخ ، والطماطم . ويعتبر ذلك الشرط ضروريًا بصفة خاصة فى حالة الفاصوليات التى تتعفن بذورها عند ازدياد الرطوبة الأرضية مع ارتفاع درجة الحرارة .

هـ - خضروات يمكن أن تنبت بذورها جيدًا فى رطوبة أرضية قريبة من نقطة الذبول الدائم ، وتشمل : الكرنب ، والذرة السكرية ، والقاوون ، والفلفل ، والفجل ، وقرع الكوسة ، واللفت ، والبطيخ ، وقرع الشتاء .

ومن الطبيعى أنه لا يمكن - تحت ظروف الزراعة العادية - تثبيت الرطوبة الأرضية عند مستوى معين ، لكن يجب الاقتداء بالتقسيم السابق بتأخير الرى إلى حين وصول نسبة الرطوبة الأرضية إلى الدرجة المثلى ، مع التحكم فى كمية ماء الرى حسب كل محصول . فالكرفس يجب أن يُعطى ربا خفيفًا على فترات متقاربة للمحافظة على نسبة الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية . ومع باقى الخضروات تزداد الفترة بين الريات تدريجيا ؛ بحيث لا تعطى الريّة التالية إلّا عند وصول الرطوبة الأرضية إلى الحد المبين قرين كل مجموعة .

الرى بعد الإنبات ويزوغ البادرات

مسارئ الرى الخفيف المتكرر

يؤدى الرى الخفيف المتكرر إلى :

- ١ - نمو معظم الجذور فى الطبقة السطحية من التربة ؛ مما يعرض النباتات للذبول إذا جفّت هذه الطبقة .
 - ٢ - قَصْر الاستفادة من العناصر الموجودة فى التربة على تلك الموجودة فى الطبقة السطحية فقط .
 - ٣ - جفاف الطبقات السفلى من التربة تدريجيًا ؛ الأمر الذى يمنع الجذور القليلة التى تصل إليها من الاستفادة منها ، كما يستلزم الرى الغزير لإعادة ترطيبها .
- هذا . . إلّا أن الرى الخفيف المتكرر يعتبر ضرورة لا غنى عنها فى الأراضى الرملية المسامية .

مساوى الرى الغزير

يؤدى الرى الغزير إلى :

- ١ - نقص تهوية التربة ، واختناق الجذور ، وضعف النباتات ، واصفرار لونها وذبولها .
- ٢ - تأخير النضج ، ويلاحظ ذلك بصفة خاصة فى البطيخ ؛ فالبطيخ البعلى ينضج مبكراً قبل البطيخ المسقاوى بحوالى شهر .
- ٣ - فقد الأسمدة المضافة مع ماء الصرف .
- ٤ - زيادة معدلات الإصابة بالأمراض :

ترتبط المستويات المرتفعة من الرطوبة الأرضية - عادة - بزيادة شدة الإصابة بالأمراض ، حيث تتوفر فى هذه الظروف أغشية من الرطوبة - حول حبيبات التربة - يمكن أن تتحرك فيها الجراثيم . كما أن التربة الغدقة تؤدى إلى إضعاف المجموع الجذرى ؛ مما يؤدى إلى سهولة إصابته بالأمراض . وبالمقارنة . فإن بعض الأمراض يناسبها جفاف التربة ، كما يلى (عن Palti ١٩٨١ ، و Ristaino وآخرين ١٩٨٩ ، و Café - Filho & Duniway ١٩٩٥ ، و Café - Filho وآخرين ١٩٩٥) :

المسبب المرضى	المرض	المحصول
أمراض يناسبها التربة الجافة		
<u>Fusarium solani f. batatas</u>	عفن الساق	البطاطا
<u>E. solani f.sp. pisi</u>	عفن الجذر والساق	البسلة
<u>Streptomyces ipomeae</u>	الجدري	البطاطا
<u>S. scabies</u>	الجرب العادى	البطاطس
<u>Macrophomina phaseolina</u>	العفن الفحمى	الفاصوليا والقطن
أمراض يناسبها التربة المبتلة		
<u>Rhizoctonia solani</u>	أعفان الجذور	عدة محاصيل
<u>Thielaviopsis basicola</u>	العفن الأسود	الفاصوليا
<u>Sclerotium rolfsii</u>	اللفحة الجنوية	عدة محاصيل
<u>Sclerotinia sclerotiorum</u>	العفن القطنى	عدة محاصيل
(يتبع)		

المحصول	المرض	المسبب المرضى
الفلفل والقرعيات	عفن فيتوفثورا الجذرى	<i>Phytophthora capsici</i>
الطماطم	عفن فيتوفثورا الجذرى	<i>Phytophthora parasitica</i>
عدة محاصيل	أمراض البادرات	<i>Pythium</i> sp.
عدة محاصيل	أمراض البادرات	<i>Fusarium</i> sp.
عدة محاصيل	أمراض البادرات	<i>Phoma</i> sp.
عدة محاصيل	أمراض البادرات	<i>Rhizoctonia</i> sp.
عدة محاصيل	نيماتودا	<i>Pratylenchus</i> sp.

ومن أهم الأعراض التى تصاحب حالات غرق التربة ما يلى :

- ١ - اصفرار الأوراق بدءاً من الأوراق المسنة القاعدية ، فالأوراق الأحدث .
 - ٢ - تدلى أعناق الأوراق .
 - ٣ - اتجاه أنصال الأوراق إلى أسفل Leaf Epinasty .
 - ٤ - تضخم الخلايا فى الحجم ، وتكوين مزيد من الخلايا البرانشيمية ذات المسافات الواسعة بينها aerenchyma .
 - ٥ - تكون جذور عرضية من أجزاء الساق الملامسة للتربة الرطبة .
 - ٦ - ذبول النباتات فى حالات الغرق الشديدة .
- وقد عُرِيت كثير من أعراض الغرق إلى إنتاج الإثيلين ، كما فى حالات تكوين الجذور العرضية ، وتكوين الخلايا البرانشيمية ، وتدلى أعناق الأوراق إلى أسفل (Hale & Orcutt ١٩٨٧) .

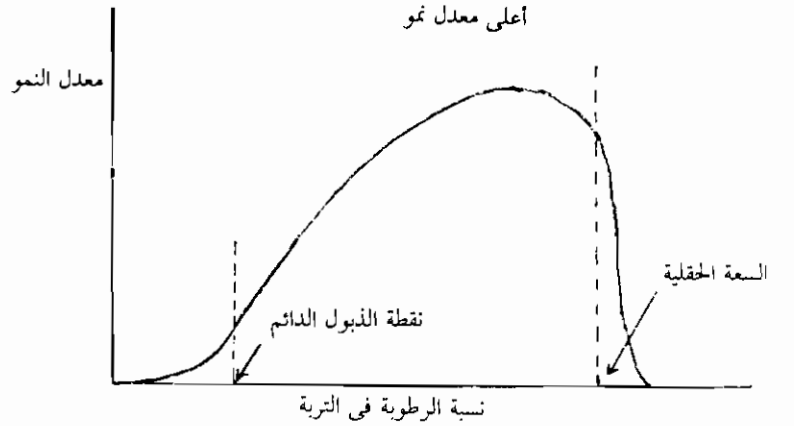
مساوى عدم انتظام الرى

تؤدى كثرة الرى بعد فترة جفاف طويلة إلى انفجار رءوس الكرنب ، والخس اللاتوجا ، وتفلق جذور البنجر ، وتشقق ثمار الطماطم . هذا . وتزداد الأضرار عند الرى وقت اشتداد درجة الحرارة ، لذا يفضل الرى فى الصباح الباكر أو بعد الظهر .

مزايا تنظيم عملية الرى

من مزايا تنظيم الرى حسب الحاجة ما يلى :

- ١ - تؤدي إطالة الفترة بين الزراعة وريّة المحايّة فى الأراضى الطميّة والثقيلة إلى تعمق جذور النباتات ، وزيادة النمو والإثمار ، عما لو بقيت التربة رطبة باستمرار .
- ٢ - يساعد تنظيم الري على استفادة النباتات من الأسمدة المضافة ، ومن العناصر الغذائية التى توجد فى منطقة نمو الجذور .
- ٣ - يحدث أفضل معدل للنمو عندما تكون الرطوبة الأرضية قريبة من السعة الحقلية ، كما يتضح من شكل (٦ - ٣) .

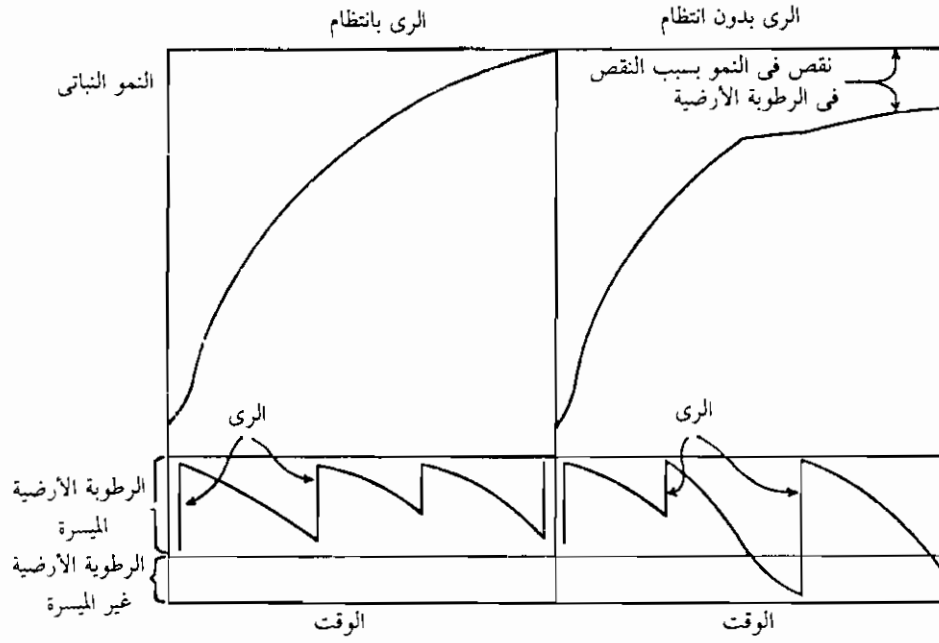


شكل (٦ - ٣) : تأثير الرطوبة الأرضية على معدل النمو النباتى (عن Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

كما يوضح شكل (٦ - ٤) الفرق بين النمو النباتى فى حالة الري المنتظم بإجرائه كلما انخفضت الرطوبة الأرضية إلى ٥٠٪ من الماء الميسر لاستعمال النبات (الرسم الأيسر) ، بالمقارنة بالري غير المنتظم ، حيث يترك الحقل دون ري لحين انخفاض الرطوبة الأرضية إلى مادون المستوى الميسر لاستعمال النبات (الرسم الأيمن) .

مضادات النتح واستعمالاتها

إن مضادات النتح Antitranspirants هى مركبات ترش بها النباتات بهدف خفض معدلات نتح الماء منها ؛ الأمر الذى يُفيد بعد الشتل مباشرة ، وعند نقص الرطوبة الأرضية مع توفر ظروف جوية تُزيد من معدلات النتح .



شكل (٦ - ٤) : مقارنة بين النمو النباتي في حالتى الري المنتظم (الرسم الأيسر) ، والري غير المنتظم (الرسم الأيمن) . في حالة الري المنتظم تروى الأرض كلما انخفضت الرطوبة الأرضية إلى نحو ٥٠٪ من السعة الحقلية ، وفي حالة الري غير المنتظم يترك الحقل أحيانا دون ري لحين انخفاض الرطوبة الأرضية إلى ما دون المستوى الميسر لاستعمال النبات (عن Matkin وآخرين ١٩٥٧) .

لم يلق استعمال مضادات النتج نجاحاً تجارياً ؛ بسبب خفضها لمعدلات حصول النبات على غاز ثانى أكسيد الكربون ؛ ومن ثم تقليلها لمعدل عملية البناء الضوئى ، فى نفس الوقت الذى تقلل فيه مضادات النتج ذاتها من عملية البناء الضوئى .

وبالرغم من أن استعمال مضادات النتج يؤدي إلى زيادة نسبة النتج Transpiration Ratio (وهى نسبة جرامات ثانى أكسيد الكربون التى يثبتها النبات لكل جرام يفقده من الماء) . . إلا أن غالبية البحوث المنشورة تُجمع على أن محصلة التأثير النهائى لاستعمال مضادات النتج هى خفض المحصول .

هذا . . إلا أن استعمال مضادات النتج فى مرحلة معينة من النمو وفى ظروف خاصة قد يكون له تأثير إيجابى على المحصول ، أو نوعيته ، أو موعد الحصاد . ومن

أهم تلك المراحل الفترة التي تعقب عملية شتل الخضر مباشرة فى الحقل ، حيث يؤدي ضعف قدرة النباتات على امتصاص حاجتها من الرطوبة الأرضية - حينئذ - إلى حدوث شد رطوبى عالٍ وفجائى .

وقد وجد Nitzsche وآخرون (١٩٩١) أن رش شتلات الفلفل بكل من Foli-cote (وهو مستحلب بارفين شمعى) بتركيز ٥٪ ، والمادة الناشرة اللاصقة Biofilm بتركيز ٥,٠٪ كان فعالاً - لعدة أيام - فى خفض حدة الشد الرطوبى الذى تتعرض له النباتات بعد الشتل .

ومن أهم مضادات التتح المستخدمة تجارياً ما يلى : (عن Amer. Soc. Hort. Sci. - العدد الثانى ، المجلد ١١٨ لعام ١٩٩٣) .

نوع المركب	التخفيف المستعمل	المركب
Acrylic polymer	١ : ١٠٠٠ ، و ١ : ٤٠٠	AntStress 2000
Acrylic polymer	١ : ١٠	Clearspray
غير معلوم	مخلوط سابق التجهيز	Cloudecover
Hydrocarbon wax emulsion	١ : ٢٠	Folicote
Acrylic co-polymer	١ : ٧	ForEverGreen
Terpenic polymer	١ : ٤٠	Needlehold
Terpenic polymer	١ : ٥	WiltPruf

ومن مضادات التتح المستخدمة على نطاق واسع فى الصين مركب يعرف بالاسم التجارى gao-zhi-mo ، ويعرف اختصاراً باسم GZM ، وهو مستحلب مائى ثابت يحتوى على الـ dodecyl alcohol كمكون رئيسى . يكون هذا المركب عند رشه على النباتات غشاءً مستمراً يسمح بتبادل غازى الأكسجين وثنائى أكسيد الكربون ، ولكنه يمنع مرور الماء . ويبقى هذا الغشاء بحالة جيدة لمدة ١٥ يوماً تحت ظروف الحقل دون أن يتأثر بالأمطار .

وقد تبين أن لك GZM خصائص أخرى وقائية ضد الأمراض ؛ حيث أدى رش

نباتات الطماطم به مرتين على مدى ١٠ أيام بتركيز ٥٠٠٠ جزء فى المليون مع المبيد الفطرى Bavistin إلى خفض معدلات الإصابة بكل من الندوة المبكرة وتبقع الأوراق السبورى .

كذلك أدى الرش بالكـ GZM إلى خفض معدلات الإصابة بكل من البياض الزغبى فى الخيار ، والأنثراكنوز فى البطيخ ، والعفن المرفى التفاح .

ويستخدم الكـ GZM كذلك فى المجالات التالية فى الصين :

- ١ - تقليل الفقد فى الوزن فى تقاوى البطاطس المقطعة .
- ٢ - زيادة قدرة الشتلات على تحمل الشتل بتقليل فقدائها للماء بعد الشتل .
- ٣ - تقليل أضرار الرياح القوية على البادرات .
- ٤ - زيادة قدرة شتلات البرتقال على تحمل أضرار البرودة والصقيع .
- ٥ - زيادة نسبة عقد ثمار البرتقال عند رش النباتات وهى فى مرحلة الإزهار التام .
- ٦ - خفض معدلات الإصابة بكل من التبرس فى الأرز ، والكـ rust mites فى البرتقال (عن Han ١٩٩٠) .

كما أوضحت دراسات Marco وآخرين (١٩٩٤) أن رش نباتات الكوسة أسبوعياً بالكـ Vapor Gard أدى إلى خفض معدل إصابتها بالبياض الدقيقى ؛ الأمر الذى تحقق - كذلك - برش النباتات بماء الكلس (الجير) .

طرق الرى

تتعدد الطرق المستخدمة فى رى محاصيل الخضر ، ويتوقف اختيار الطريقة المثلى للرى على المحصول المزروع ، ومدى توفر ماء الرى ، والظروف الجوية ، ونوع التربة وخصائصها . كما تتدخل عوامل أخرى كثيرة فى اختيار الطريقة المثلى للرى ؛ مثل : مستوى الملوحة فى التربة وفى ماء الرى ، والغرض من الزراعة ، وتركيب طبقة تحت التربة وغيرها من العوامل . وستوضح أهمية ذلك عند مناقشة طرق الرى المختلفة ومزاياها وعيوبها .

الرى السطحى

يتم الرى السطحى Surface Irrigation بواسطة قنوات الرى الرئيسية والفرعية . ويجب أن يكون مستوى القنوات الرئيسية أعلى من مستوى الحقل قليلاً ؛ حتى يصل الماء بسهولة للقنوات الفرعية ، كما يجب أن يكون قاع القنوات الفرعية فى مستوى سطح الأرض ؛ حتى يمكن صرف الماء الزائد بسهولة من الأحواض عقب الرى إذا لزم الأمر . أما حجم القنوات الرئيسية والفرعية ، فيتوقف على التصرف المائى اللازم مروره فيها .

وقد يبدأ الرى السطحى من نهاية قناة الرى ، وينتهى الرى عند منبع القناة ، ويتبع ذلك النظام فى الأراضي المستوية أو المنحدرة قليلاً لتجنب انطلاق الماء إلى الأرض المروية بسبب بطء تيار الماء فى القناة أو بالرشح من قناة الرى . ويسمى هذا النظام بـ « الرى على الطالع » . وقد يبدأ الرى السطحى من بداية قناة الرى ، وينتهى مع نهايتها ، ويتبع هذا النظام فى الأراضي الشديدة الانحدار لتجنب غرق الأرض التى تكون قد رويت بالفعل . ويسمى هذا النظام بـ « الرى على النازل » .

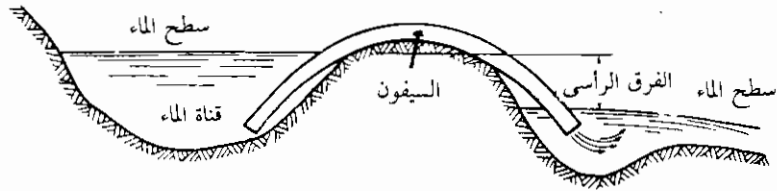
وقد تستخدم السيفونات لنقل الماء من القناة الرئيسية إلى قنوات الخطوط ، دون الحاجة إلى عمل فتحة بينهما (شكل ٦ - ٥) . وتصنع أنابيب السيفونات من المعدن أو البلاستيك أو المطاط .

ويتحدد مقدار تصرف الماء من السيفون بكل من قُطره الداخلى والمسافة الرأسية بين مستوى سطح الماء عند مصدر الماء وعند قناة الخط (الفارق head) . وعندما لا يكون طرف السيفون مغموراً فى مياه قناة الخط يعتبر الفارق head هو المسافة بين وسط فتحة السيفون ومستوى سطح الماء فى المصدر (شكل ٦ - ٦) .

وتزود بعض السيفونات بنهايات يمكن تحريكها adjustable slide gate ، وبذلك يمكن التحكم فى الفارق الرأسى ؛ ومن ثم فى معدل تصرف الماء .



شكل (٦ - ٥) : استخدام السيفونات فى الرى السطحى .



شكل (٦ - ٦) : الفارق الرأسى (head) فى نظام الرى بالسيفونات .

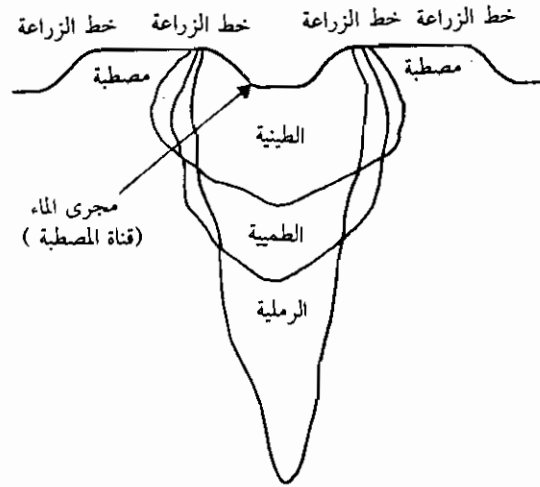
هذا . . ويجرى الرى السطحى عبر الخطوط (الخبوب) والمصاطب ، أو بطريقة غمر الأحواض ، ويتوقف ذلك على طريقة الزراعة .

١ - الرى عبر الخطوط (الخبوب) والمصاطب :

يتم فى هذه الطريقة توصيل مياه الرى عبر قنوات الخطوط أو المصاطب

(Furrow Irrigation) مع بل كل الأرض - أو معظمها - بين القنوات . ويمكن اتباع هذه الطريقة حتى فى رى التلال المنحدرة بجعل قنوات الرى تتبع الكنتور ، شريطة أن تكون الأرض مائلة قليلاً فى اتجاه تيار ماء الرى ؛ للسماح بتدفق الماء ببطء .

هذا . . ولا يكون توزيع الماء فى الحقل متساوياً عند الرى بهذه الطريقة . ويوضح شكل (٦ - ٧) المقطع الذى تصل إليه مياه الرى فى الأراضي المختلفة القوام . يتضح من الشكل أن المقطع يكون فى الأراضي الطينية أعمق وأقل عمقاً منه فى الأراضي الرملية ، وتكون الأراضي الطينية وسطاً بينهما . ويتضح من الشكل أيضاً أن ماء الرى لا يبل وسط المصاطب ، خاصة فى الأراضي الخفيفة ، أو عندما يزيد عرض المصطبة على ٩٠ سم . ويعنى ذلك أن التربة تجف تدريجياً وسط المصاطب ، ولا تستفيد منها جذور النباتات (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .



شكل (٦-٧) : مقطع التربة الذى تصل إليه مياه الرى السطحي فى الأراضي المختلفة القوام .

٢ - الرى بطريقة غمر الأحواض

يتطلب الرى بطريقة غمر الأحواض flooding أن تكون الأرض تامة الانبساط . تجهز المنطقة التى يلزم ريهها بتقسيمها إلى أحواض بواسطة «البتون» . وتتوقف مساحة الحوض على درجة انحدار الأرض ؛ حيث تقل مساحته مع زيادة درجة الانحدار .

هذا . . ويعطى Booher (١٩٧٤) كافة التفاصيل الفنية المتعلقة بالرى السطحى .

ويلزم لنجاح الرى السطحى أن تتحقق الشروط التالية :

- ١ - أن تتوفر كميات كبيرة من ماء الرى .
- ٢ - أن تكون التربة منحدره قليلاً وبانتظام .
- ٣ - أن يكون الماء فى مستوى أعلى قليلاً من مستوى سطح التربة ، ولا يلزم مجهود خاص لرفعه .
- ٤ - أن يكون معدل تسرب الماء فى التربة منخفضاً إلى المتوسط .
- ٥ - أن تكون التربة جيدة الصرف .

مزايا وعيوب الرى السطحى

يعتبر الرى السطحى أسهل وأرخص طريقة للرى عندما تتحقق الشروط السابقة الذكر ، لكن يعيبه مايلى :

- ١ - يحتاج إلى توفر الأيدى العاملة المدربة للقيام بعملية الرى .
- ٢ - تتزهى الأملاح على سطح التربة فى الأراضي الملحية ، خاصة عندما لا تتوفر المصارف الملائمة .
- ٣ - يفقد الكثير من ماء الرى فى الأراضي المسامية الخفيفة .
- ٤ - لا يكون توزيع الماء متجانساً فى الحقل .
- ٥ - لا يمكن إجراء الرى السطحى فى الأراضي غير المستوية .

الرى بالفقاعات

إن الرى بالفقاعات Bubblers (شكل ٦ - ٨) هو فى حقيقته رى سطحى ؛ حيث يخرج الماء من أنابيب الرى على صورة فقاعة كبيرة ؛ لينتشر سريعاً فى المساحة التى يُراد ريها . ويكون معدل تصريف المياه فى هذا النظام أقل بكثير مما فى حالة الرى

السطحي بالغمر ؛ وبذا . . يقل الفاقد في مياه الري . كما أنه يشجع على تعمق الجذور وانتشارها أفقياً بصورة متجانسة .

يصل الماء إلى الفقاعات من خلال شبكة ري بالحراطين . ويمكن تغيير مكان الفقاعة بتحريك الذراع التي تتصل بشبكة الري ، والتي تثبت في التربة من قاعدتها ، بينما تخرج مياه الري من قمته .

يناسب هذا النظام ري أشجار الفاكهة ، كما يمكن استخدامه في ري الخضر المزروعة في أحواض كبديل لكل من طريقتي الري بالغمر والري بالرش .

الري بالرش

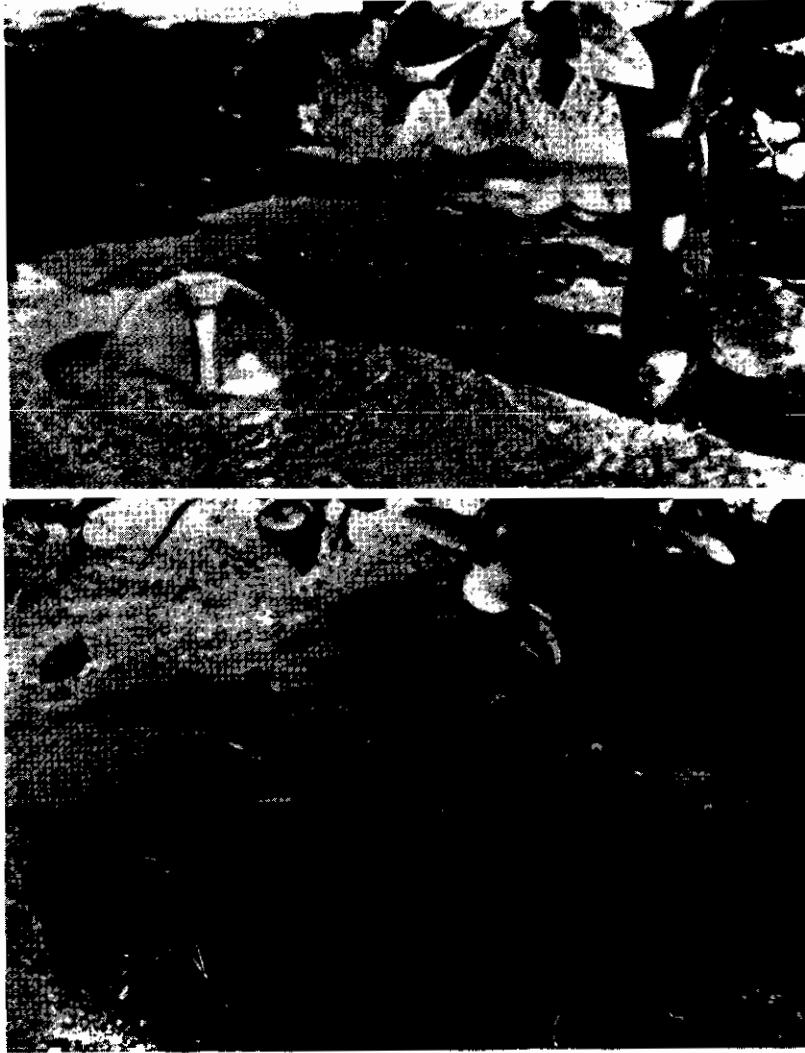
يتم في حالة الري بالرش Sprinkler Irrigation توصيل المياه إلى الحقل من خلال رشاشات أو ثقب دقيقة كثيرة في أنابيب خاصة للري ؛ بحيث يغطي الماء كل المساحة المزروعة . هذا . . إلا أن توزيع الماء لا يكون متساوياً في كل المنطقة التي يغطيها الرشاش ، كما يتضح من شكل (٦ - ٩) ، ويتوقف ذلك على طبيعة التربة .

وبمقارنة الأراضي المختلفة القوام نجد أن التربة تبل تحت كل رشاش إلى عمق يصل إلى ٣٠ سم في الأراضي الرملية ، وحوالي ٦٠ سم في الأراضي الطينية ، ونحو ٩٠ سم في الأراضي الطينية ، ولكن العمق الذي يصل إليه ماء الري يقل بالاتجاه نحو أطراف دائرة الرش ، حتى يصل إلى حوالي ٢,٥ ، ٧,٥ ، ١٥ سم تقريباً عند محيط دائرة الرش في الأنواع الثلاثة من الأراضي على التوالي ؛ وعليه . . فإنه يجب أن تتداخل المساحات التي تغطيها الرشاشات المتجاورة بمقدار ٤٠٪ من المدى الذي يصل إليه ماء الرش بواقع ٢٠٪ من المدى من كل جانب ، كما هو مبين في شكل (٦ - ٩) .

ويتراوح الضغط المستخدم في النظم المختلفة للري بالرش بين ٢,٥ كجم و٤,٢ كجم / سم^٢ (بالمقارنة بنحو ١ كجم / سم^٢ أو أقل في حالة الري بالتنقيط) .

ويتوقف اتخاذ القرار بشأن اتباع طريقة الري بالرش من عدمه على العوامل التالية :

١ - مدى توفر ماء الري ، ومدى الحاجة إلى الري ، واحتمالات التوسع مستقبلاً .

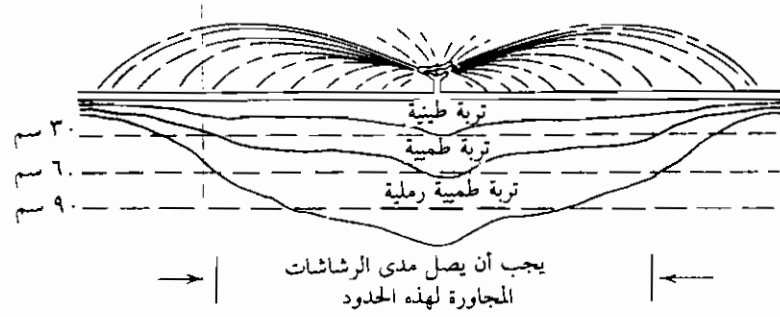


شكل (٦ - ٨) : الرى بالفقاعات الثابتة (الصورة العلوية) ، والمتنقلة (الصورة السفلية) (الصورة العلوية
عن : وزارة الزراعة والثروة السمكية - الإمارات العربية المتحدة ١٩٨١) .

٢ - تكاليف التشغيل التى تعتمد على :

أ - نوع الطاقة المستخدمة .

ب - المسافة من مصدر الماء إلى الحقل .



شكل (٦-٩) : مقطع التربة المبتل بالماء من رشاش واحد في الأنواع المختلفة من الأراضي .

ج - طوبوغرافية الأرض ، ومستوى ارتفاعها عن سطح الماء المستخدم في الري .

٣ - العوامل الجوية ، مثل سرعة الرياح واتجاهها .

٤ - طبيعة الأرض ، ومعدل نفاذيتها للماء ، ومقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة .

وللتفاصيل العملية والفنية الخاصة بالري بالرش يراجع Holderman & Frost (١٩٦٨) و Pillsbury (١٩٦٨) .

ونستعرض - فيما يلي - كافة النظم التي تُعدُّ رياً بالرش .

نظام الأنابيب العديدة البشائير أو الأنابيب المتأرجحة Nozzle line or oscillating pipe line

يوجد بكل أنبوب من أنابيب الري خط واحد من الثقوب الرفيعة nozzles على مسافات ثابتة من ٦٠ - ١٥٠ سم . ويمكن إدارة الأنابيب بزاوية مقدارها ١٨٠° إما يدوياً أو آلياً بواسطة جهاز خاص يسمى Oscillator . وبذلك يمكن ري شريط من الأرض على كل من جانبي خط أنبوب الري . ويتراوح معدل الري غالباً بين ٠,٠٨ و ٠,٢ لتر / ثانية من الثقب الواحد .

وقد يكون هذا النظام ثابتاً أو متحركاً . وفي النظام الثابت تثبت الأنابيب - عادة - على ارتفاع ٤٥ - ١٨٠ سم . والوضع المرتفع مفضل ؛ حتى يمكن مرور الآلات

والأدوات من تحت الأنابيب بسهولة . أما النظام المتحرك portable system ، ففيه تنقل خطوط الأنابيب من مكان لآخر فى الحقل حسب الحاجة .

ويستخدم هذا النظام بكثرة فى المشاتل ، حيث تثبت الأنابيب على مسافة ٩ م بين كل أنبوبة وأخرى ، ويستعمل ضغط مقداره ١,٧ - ٢,٧ كجم/سم^٢ .

ومن أهم مميزات الرى بهذه الطريقة مايلى :

- ١ - انخفاض التكاليف الأولية بالنسبة للطرق الأخرى للرى بالرش .
 - ٢ - لا تعوق الأنابيب تجهيز الأرض والعمليات الزراعية الأخرى .
 - ٣ - تجانس توزيع المياه ؛ لأن كل خط يروى قطعة مستطيلة من الأرض .
- ومن أهم عيوب الرى بهذه الطريقة مايلى :

- ١ - بطء عملية الرى .
 - ٢ - زيادة تكاليف الأيدى العاملة اللازمة لنقل الأنابيب وفكها ووصلها .
 - ٣ - غالباً ما يكون قطر الثقوب حوالى ملليمتر واحد ، ولذا فهى كثيراً ما تسد بفعل الشوائب . ويتطلب الأمر إزالة السدادة فى آخر خط الأنابيب من آن لآخر ؛ للتخلص من الشوائب . وقد يتطلب الأمر أحياناً تسليك كل ثقب على حدة .
- وبصورة عامة . . فإن هذا النظام يعتبر أقل انتشاراً الآن عما كانت عليه الحال فى الماضى .

نظام الأنابيب المثقبة Perforated - Pipe System

يستخدم فى هذا النظام أنابيب من الصلب أو الألومنيوم مثقبة بثقوب دقيقة جداً . ويروى كل خط مساحة مستطيلة من الأرض ، يتراوح عرضها بين ٦ - ١٥ م ، ويتوقف طولها على طول خط أنابيب الرى (شكل ٦ - ١٠) . يندفع الماء تحت ضغط من ١/٢ - ٢ كجم/سم^٢ . ويتراوح معدل الرى بهذه الطريقة من ١٦ - ٥٠ مم/ ساعة . ويؤثر الضغط المستعمل على عرض المساحة المروية .

ويتحدد قطر الأنابيب المستخدمة بطول خط الري ، فيجب زيادة القطر مع زيادة طول خط أنابيب الري . وعموماً . . يتراوح قطر الأنابيب المستخدمة في هذا النظام بين ٥ سم و ٢٥ سم .



شكل (٦ - ١٠) : الري بالرش بنظام الأنابيب المثقبة (عن Greig ١٩٦٧) .

- يعيب على هذا النظام للري ما يلي :
- ١ - زيادة معدل الري عن اللازم أحياناً .
 - ٢ - صعوبة الري في وجود الرياح .
 - ٣ - تأثير الضغط داخل الأنابيب بأى اختلاف في ارتفاع سطح الأرض .
 - ٤ - يصطدم ماء الري بالرش بأية نباتات توجد في طريقه ؛ ويؤدى ذلك إلى سوء توزيع ماء الري .
 - ٥ - يمكن أن تنسد الثقوب الرفيعة بسهولة بالشوائب .



شكل (٦ - ١١) : الرى بالرش بنظام الرشاشات الدوارة .

الرشاشات الدوارة Rotary Sprinkler System

تعتبر الرشاشات الدوارة من أكثر نظم الرى بالرش شيوعاً ، ويمكن أن يستخدم معها نظام الأنابيب المتحركة أو نصف المتحركة . وفى الحالة الأولى تنقل المضخة والأنابيب الرئيسية والفرعية من حقل إلى آخر . وتصنع الأنابيب من الصلب أو الألومنيوم ، وتثبت بها الرشاشات على مسافات محدودة (شكل ٦ - ١١) .

تثبت الرشاشات غالباً على بعد نحو ٦ أمتار من بعضها البعض على امتداد خطوط الأنابيب التى تبعد عن بعضها بحوالى ١٢ م ، مع استخدام ضغط حوالى ٦ كجم/ سم^٢ (٢٠ رطلا / بوصة^٢) . وقد تثبت الرشاشات الأكبر على مسافة ١٢ م من بعضها البعض ، والأنابيب على مسافة ٢٠ - ٢٥ م ، مع استخدام ضغط حوالى ١٤ كجم/ سم^٢ (٤٥ رطلا / بوصة^٢) ، وبذلك يمكن - عند استخدام خط أنابيب طوله ١٣٠ م - رى مساحة ٣ أفدنة بمقدار ٢,٥ سم من الماء (عمقاً) خلال فترة ١٠ ساعات . وقد تستخدم رشاشات أكبر تغطى مساحة قطرها ١٠٠ - ١٣٠ م ، وتتطلب ضغطاً مقداره ٣٢ كجم/ سم^٢ (١٠٠ رطلا / بوصة^٢) .

ويتوقف الضغط المستعملة على حجم الرشاشات والمسافة بين كل منها والأخرى ، وكذلك المسافة بين خطوط أنابيب الري . وكلما كبرت الرشاشات ، ازداد الضغط اللازم لتحريكها ، وازدادت المساحة التي يتم ريها .

هذا . . وتدور الرشاشات بفعل ضغط الماء عليها من خلال تأثير تيار الماء على تحريك ذراع lever arm بسرعة إلى خارج تأثير الماء المندفع . وبمجرد حدوث ذلك ترجع الذراع إلى مكانها بفعل زنبرك ؛ حيث يدفعه تيار الماء مرة أخرى ، وهكذا . ومع حركة الذراع السريعة هذه تدور الرشاشات ببطء . ويوضح شكل (٦ - ١٢) عدداً من الرشاشات المختلفة الأحجام .



شكل (٦ - ١٢) : رشاشات دوارة مختلفة الأنواع والأحجام .

من أهم مزايا هذا النظام للري مايلي :

- ١ - يتطلب وقتاً أقل للري ، عما هو في النظم السابقة .
- ٢ - لا يحتاج إلى دعائم لتثبيت الأنابيب ؛ حيث تستقر الأنابيب فوق سطح الأرض . أما الأنابيب الرأسية التي تحمل الرشاشات ، فإنها تثبت في خط أنابيب الري بقلاووظ .

٣ - يخرج ماء الرى من فتحة أكبر مما هى فى النظم السابقة ؛ وبذلك تقل فرصة انسداد الرشاشات بما قد يوجد فى ماء الرى من شوائب .

لكن هذا النظام يعيبه صعوبة المرور فى الحقل لنقل الأنابيب بعد انتهاء الرى ؛ لذا يفضل استعمال خطين بالتبادل .

تصميم شبكة الرى بالرشاشات الدوارة

يجب تصميم شبكة الرى بالرشاشات الدوارة ؛ بحيث يكون توزيع مياه الرى متجانساً إلى أكبر درجة ممكنة . كما يجب أن تكون معدلات الرى أقل من قدرة التربة على تسريب الماء ونفاذه من خلالها . وتُحقق معدلات الرى المنخفضة المزايا التالية :

١ - تقلل من فرصة تعجن التربة السطحية ؛ الأمر الذى يعد السبب الرئيسى فى تكوين القشرة السطحية التى تعوق إنبات البذور .

٢ - تؤدى إلى غسيل كميات أكبر من الأملاح - لكل كمية من مياه الرى المضافة - مقارنة بمعدلات الرى العالية .

٣ - يمكن مع معدلات الرى المنخفضة استعمال عدد أكبر من التفرعات الجانبية لشبكة الرى فى وقت واحد . وبالرغم من أن الرى بهذا النظام يستغرق وقتاً أطول لإكمال رى الشريط الذى تغطيه الرشاشات ، إلا أن المساحة التى يتم رىها فى وقت واحد تكون أكبر ، كما تقل الحاجة إلى إعادة فك وتركيب شبكة الرى .

وتتوقف مساحة الدائرة التى يروىها كل رشاش على تصرفه وضغط التشغيل المناسب له . ولا يكون انتشار الماء متجانساً فى تلك الدائرة ، ولكن يمكن تحقيق قدر كبير من التجانس فى الرى عند ترتيب الرشاشات بحيث تتداخل الدوائر التى تغطيها .

وبسبب الفقد فى الضغط - الذى يحدث نتيجة لاحتكاك الماء بجدر أنبوب الرى المثبت عليه الرشاشات - فإن تصريف الماء من الرشاشات ينخفض تدريجياً مع الابتعاد عن بداية أنبوب الرى . ولذا . فإن عدد الرشاشات - ومن ثم طول خط أنابيب الرى - يتحدد بالنقص المسموح به فى تصريف الماء بين أول وآخر رشاش ، وهو ما يجب ألا يتجاوز ١٠٪ من تصرف الرشاش الأول .

وتقل كمية الماء التى تصل إلى منطقة نمو الجذور فى التربة عن تصريف الرشاشات ؛ بسبب الفقد بالبخار والرياح قبل وصول الماء إلى سطح التربة ، وبالتبخار من النموات الخضرية المبثلة ومن سطح التربة بعد وصول الماء إليها ، وبالتسرب العميق لمياه الري فى الأراضى ذات النفاذية العالية .

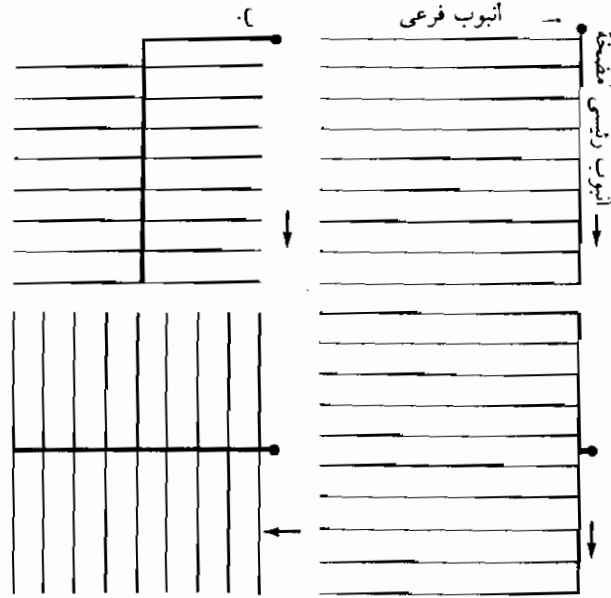
وتعرف نسبة المياه الفعالة (التي تصل إلى منطقة نمو الجذور) إلى المياه التي تتم تصريفها من الرشاشات باسم «كفاءة الري Irrigation Efficiency» ، وهى تتراوح عادة بين ٧٠٪ و ٨٠٪ .

وتختلف الأراضى من حيث مدى قابليتها لتلقى مياه الري - حسب طبيعتها - كما يلى :

نوع التربة	معدل الري المناسب (مم / ساعة)
الطينية	١ - ٥
الطينية الطميية	٦ - ٨
السلتية الطميية	٧ - ١٠
الرملية الطميية	٨ - ١٢
الرملية	١٠ - ٢٥

قد يمتد خط الري الرئيسى main line - بتفرعاته العمودية عليه - عبر إحدى نهايات الحقل ، بينما تصل التفرعات إلى النهاية الأخرى للحقل (شكل ٦ - ١٣ أ) ، أو أنه قد يمر من مركز الحقل ، بينما تمتد تفرعاته فى كلا الاتجاهين إلى حواف الحقل (شكل ٦ - ١٣ ب) . يفيد التصميم الثانى للشبكة فى تقليل الفقد فى الضغط ، وقد يسمح باستعمال أنابيب أصغر وأقل تكلفة (Marsh وآخرون ١٩٧٧) .

ويتم تشغيل الرشاشات الدوارة تحت مدى واسع من الضغط ، ويتوفر لكل ضغط الرشاشات التى تناسبه (من حيث اتساع فتحة الرشاش «البشورى أو البزباز») ؛ لتعطى أفضل انتشار لمياه الري . وتقسم الرشاشات - عموماً - إلى ثلاث مجموعات حسب الضغط الذى يناسب تشغيلها ، كما فى جدول (٦ - ٥) .



شكل (٦ - ١٣) : أمثلة لتصميمات ري مختلفة لشبكة ري بالرش تختلف فيها مواضع الخطوط الجانبية المتصلة بالرشاشات بالنسبة لموقع ظلمبة المياه ، واتجاه خطوط الزراعة ، واتجاه الرياح السائدة (←) : (أ) الخط الرئيسي على حافة الحقل ، بينما التفرعات الجانبية على خطوط الزراعة ، و(ب) الخط الرئيسي يمر خلال الحقل ، بينما التفرعات الجانبية على خطوط الزراعة .

جدول (٦ - ٥) : المواصفات العامة للرشاشات مقسمة إلى ثلاث مجموعات حسب الضغط الذي يناسب تشكيلها .

المواصفات	الضغط المناسب		
	منخفض	متوسط	عالي
ضغط التشغيل المناسب (ضغط جوى)	٢ - ١	٥ - ٢	١٠ - ٥
قطر البشوري «البرياز» (مم)	١,٥ - ٦	٦ - ٢٠	٢٠ - ٤٠
التصريف (لتر / ثانية)	١,٠ - ٠,٠٦	١٠ - ٠,٢٥	٥٠ - ١٠
قطر المساحة التي يتم ريها (متر)	٦ - ٣٥	٢٥ - ٨٠	٨٠ - ١٤٠
المسافة بين الرشاشات (متر)	٩ - ١٨	١٨ - ٥٤	٥٤ - ١٠٠

تعنى زيادة الضغط المستعمل زيادة كبيرة فى تكاليف التشغيل ؛ ولذا . . فإن الرشاشات التى يناسب تشغيلها ضغط منخفض أو متوسط تكون هى الأفضل عندما لا تكون الحقول المطلوب ريها كبيرة .

وتستخدم الرشاشات ذات الضغط المنخفض فى رى البساتين والأشجار تحت مستوى النموات الخضرية ، وكذلك فى الأراضى الشديدة النفاذية للماء ، ولرى المساحات الصغيرة .

وتستخدم الرشاشات ذات الضغط المتوسط لرى المساحات الأكبر ، وخاصة فى المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر .

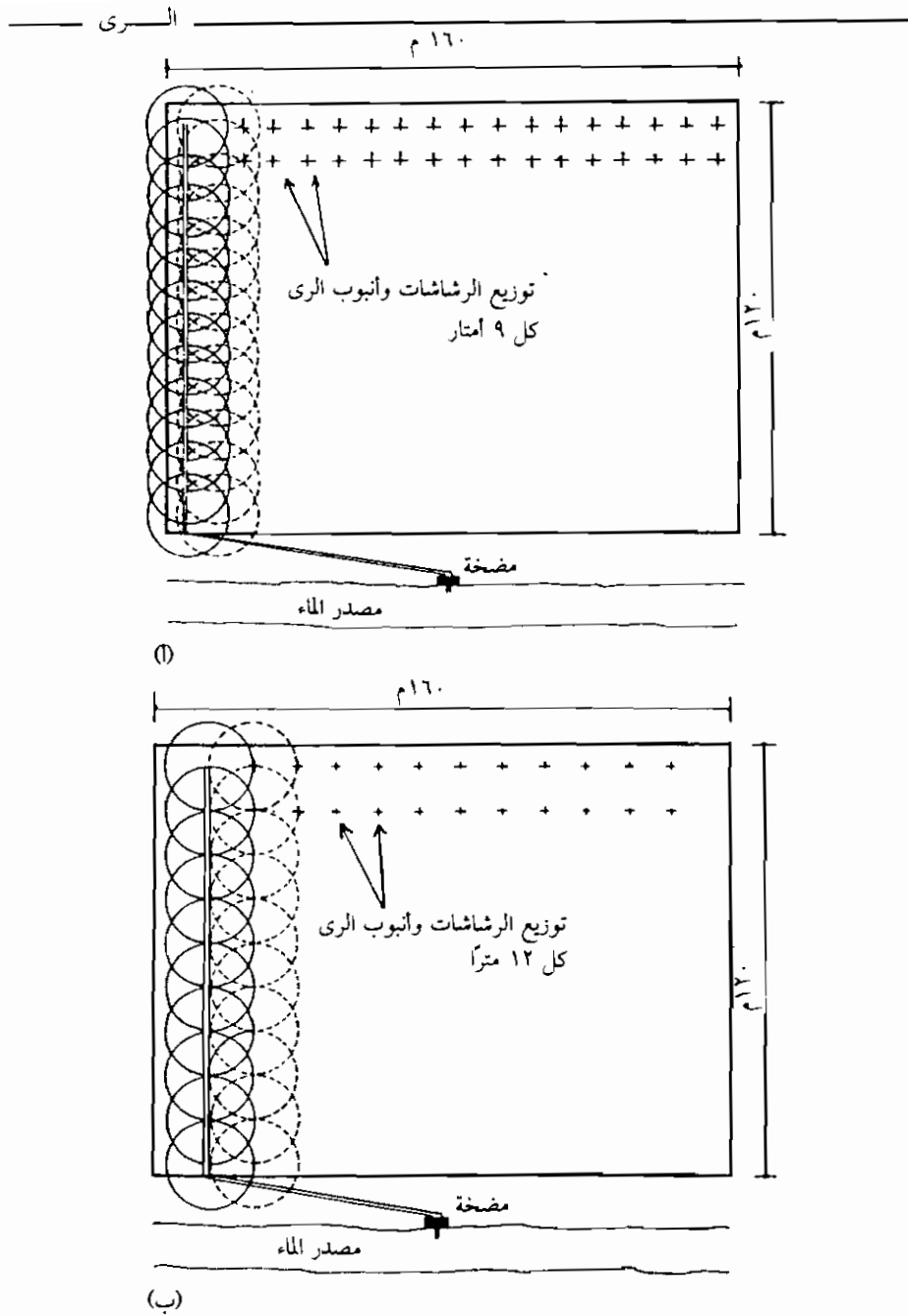
أما الرشاشات ذات الضغط العالى فإنها تستعمل لرى المحاصيل الحقلية التى تزرع فى مساحات شاسعة ؛ مثل بنجر السكر . وتستعمل لذلك رشاشات عملاقة تحت ضغط يصل إلى ١٠ ضغط جوى ؛ لتغطى دائرة يصل قطرها إلى ١٠٠م فى رى حقول بنجر السكر والأشجار فوق مستوى نموها الخضرى .

تثبت الرشاشات - عادة - على أنابيب قائمة سُمكها ٢٥مم ، وارتفاعها يتراوح بين متر واحد ومترين على مسافات منتظمة على امتداد الأنبوبة الرئيسية الموصلة للماء ؛ وبذا يروى خط الأنابيب والرشاشات المثبتة عليه شريحة مستطيلة من الحقل . وعندما تحصل تلك الشريحة على كمية مياه الرى اللازمة لها ، يتم نقل خط الأنابيب وما عليه من رشاشات إلى موقع مجاور لرى شريحة أخرى . . . وهكذا . وبهذه الطريقة يمكن رى الحقل كله بخط واحد أو خطين من أنابيب الرى .

يتكون خط الأنابيب المثبت عليه الرشاشات (يعرف باسم lateral) من عدة أنابيب مزودة فى نهاياتها بالوسائل لوصلها بعضها ببعض وفكها بسهولة تامة .

وإذا أردنا التخطيط لرى حقل تبلغ أبعاده ١٢٠×١٦٠م ، مع استعمال رشاشات يناسبها ضغط متوسط ، ومع الحاجة إلى الرى بمعدل ٦٠مم من الماء كل ١٠ أيام (علماً بأن أقصى قدرة للتربة لتقبل الماء هى ٨,٥ مم/ساعة ، وأن كفاءة الرى هى ٨٠٪) فإن كمية الماء التى يتعين رشها تكون ٧٥ مم ، وأقصى معدل لذلك يكون ١٠,٦ مم/ساعة .

ويمكن تصميم شبكة الرى - فى حالة كهذه - بإحدى طريقتين ، كما يلى (شكل ١٤-٦) .



شكل (٦ - ١٤) : التصميمات الممكنة لشبكة ري لحقل تبلغ أبعاده 160×120 م تحت الظروف الموضحة في المتن.

وبمقارنة التصميمين (جدول ٦ - ٦) فإن التصميم (أ) قد يبدو أنه أكثر تكلفة - حيث يتطلب ١٦ رشاشاً بدلاً من ١٠ ، ولكن تكاليف تشغيله تكون أقل لاحتياجه إلى ضغط أقل .

وبالنسبة لجدول الري . . فإن التصميم (أ) يبدو أكثر مناسبة - لدورة ري كل ١٠ أيام - من التصميم (ب) . ولكن . . ربما يكون من الأفضل قصر فترة الري على ٦,٥ يوماً بدلاً من ٩ أيام ؛ للسماح بإجراء العمليات الزراعية الأخرى (عن Stern ١٩٧٩) .
جدول (٦ - ٦) مواصفات وتفاصيل الحسابات المتعلقة بتصميمين لري حقل تبلغ أبعاده ١٢٠ × ١٦٠ م، كما في شكل (٦ - ١٢) .

التصميم		التفاصيل	
(ب)	(أ)	الوحدات	
مواصفات الرشاشات			
٣	٢	ضغط جوى	ضغط التشغيل
٤,٥	٤	مم	قطر الشبوري
٠,٣٧	٠,٢٥	لتر/ ثانية	التصريف لكل رشاش (q)
١٢ × ١٢	٩ × ٩	متر	المسافة بين الرشاشات (s)
٩,٥	١٠,٤	مم/ساعة	معدل الري (r)
تفاصيل الحقل			
١٠	١٣	العدد	عدد الرشاشات على الخط ($n = \frac{120}{s}$)
١٣	١٨	العدد	عدد مواقع خطوط الري ($p = \frac{160}{s}$)
٧,٩	٧,٢	الساعة	وقت التشغيل لإضافة ٧٥ مم ماء ($t = 75/r$)
٠,٧	٠,٧	الساعة	الوقت الإضافي لتحريك الشبكة
٨,٦	٧,٩	الساعة	الوقت الكلى لموقع ري واحد
١٧,٢	١٥, ٨	الساعة	الوقت اللازم لري موقعين يومياً
٦,٥	٩	الأيام	عدد الأيام اللازمة لري الحقل كله ($\frac{p}{2}$)
٣,٧٠	٣,٢٥	لتر/ ثانية	التصريف اللازم لطلعمة الماء

نظام الأنابيب المتحركة على عجل

يناسب نظام الرى بالأنابيب المتحركة على عجل Sideroll Move Wheel System الحقول المستطيلة الشكل المستوية ، والتي تكون خالية من أية إعاقات لحركة شبكة الرى .

يتوزع ماء الرى فى هذا النظام من خلال رشاشات مثبتة على أنابيب من الألومنيوم أو الصلب المجلفن التي تُوصَلُ مع بعضها ببعض بإحكام . يشكل خط أنابيب الرى محورا للعجلات التي تتحرك عليها الشبكة . يصل طول الأنابيب إلى ٤٠٠ م . ويتم تحريك الشبكة - على العجل - بآلة تُثبتُ عند منتصف خط الأنابيب ، أو بآلة خارجية توجد عند أحد طرفى الخط .

يتكون نظام الرى - غالباً - من أنابيب بطول ١٢,٢ م لكل منها ، يتراوح قطرها بين ١٠٠ مم - ١٢٥ مم ، وسمكها ٨ مم . وتتوزع الرشاشات كل ١٢,٢ م بامتداد خط الأنابيب ، كما تتوزع العجلات كل ١٢,٢ م أيضاً ، وتكون فى منتصف كل أنبوبة ؛ وبذا . . يتكون الخط الذى يبلغ طوله ٤٠٠ م من ٣٢ أنبوبة ، و ٣٢ عجلة لحمل الشبكة ، بالإضافة إلى ٤ عجلات إضافية عند وحدة القيادة (عن Shankar ١٩٨٨) .

أما خط أنابيب الرى الرئيسى ، فإنه إما أن يكون من أنابيب غير ثابتة يمكن تحريكها ، وإما من خط أنابيب ثابت ، مع عمل توصيلات لخط الرى المثبت على عجل على الأبعاد المناسبة .

ويتم تحريك جهاز الرى كله إلى كل موقع جديد بماكينه تعمل بالجازولين فى مركز خط الرى . وقد تثبت أحياناً فى أحد طرفى الخط مع ذراع لنقل الحركة متصل بالمركز ؛ حيث توجد عجلة القيادة .

هذا ويبلغ طول ذراع الرى نحو ٤٠٠ م كما أسلفنا ، وقد يكون أطول من ذلك أحياناً ، ويوجد على ارتفاع ١,٢ م من سطح الأرض (شكل ٦ - ١٥) .

نظام الرى بالمدفع Gun System

يوجد فى هذا النظام للرى رشاش واحد كبير يقوم برى مساحة ١ - ٥,٥ فداناً



شكل (٦ - ١٥) : الري بالرش بنظام الأنابيب المتحركة على عجل .

حسب حجم الرشاش ، ومقدار ضغط الماء المستعمل . يندفع الماء من الرشاش بقوة كبيرة لمسافات طويلة . وأثناء الري يتحرك الرشاش جانبيا ، وبذلك تكون المساحة المروية على شكل نصف دائرة ، كما يتحرك الرشاش نحو الخلف (أى نحو مصدر الماء) . وتتم هذه الحركة يدويا ، أو بالجرار ، أو بحركة ذاتية (شكل ٦ - ١٦) .

وفى حالة النقل اليدوى أو بالجرار ، فإن الرشاش ينقل إلى موضعه الجديد لرى مساحة جديدة . أما فى حالة الحركة الذاتية ، فإن الرشاش ينقل من أحد طرفى الحقل إلى الطرف الآخر أثناء عملية الري . ثم يتم هذه الحركة بقوة دفع الماء أو آليا . ويتم فى هذه الحالة توصيل الماء إلى الرشاش بخرطوم ؛ حيث يفرد الخرطوم ؛ بحيث يصبح الرشاش فى طرف الحقل . وأثناء الري يتم لف الخرطوم تدريجيا إلى أن ينتقل الرشاش إلى الطرف الآخر للحقل عند مصدر الماء ، ثم يعاد نقله إلى موضع آخر ، وهكذا .

نظام الري المحورى Center - Pivot System

يتم فى هذا النظام تثبيت أنبوب الري (المصنوع من الصلب غالباً) والرشاشات على هياكل أو أبراج بشكل حرف A مرتكزة على عجل ، ويدور الخط كله حول نقطة

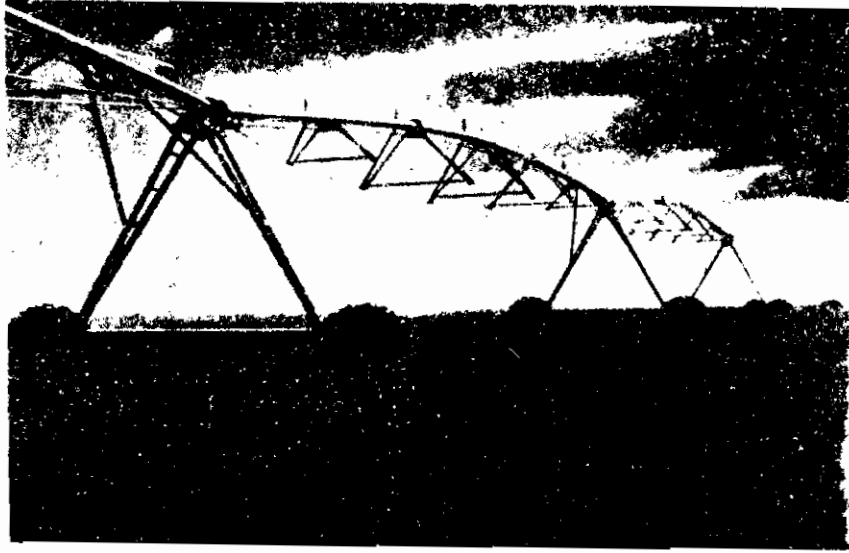


جـ

أ

شكل (٦-١٦) : الرى بالرش بنظام المدفع : (أ) - عملية الرى ، و(ب) - المدفع ، و(ج) - جهاز الرى كاملاً .

مركزية هي طرفه الداخلى ؛ حيث توجد - غالباً - بئر مياه الري ، وتسمح الوصلات بين أجزاء هذا الجهاز بالمرور فوق الأجزاء المرتفعة أو المنخفضة من الحقل دون أية مشاكل (شكل ٦ - ١٧) .



شكل (٦ - ١٧) : الري بالرش بنظام الري المحورى .

يقوم كل جهاز محورى pivot برى دائرة تتراوح مساحتها بين ١٩ و ١٩٠ فداناً أو أكثر ، ويتوقف ذلك على طول خط الأنابيب الذى يتراوح غالباً بين ١٥٠ و ٤٥٠ م طولا .

تنوزع الأبراج كل حوالى ٣٠ متراً ، وتتصل بعضها ببعض بوصلات خاصة . ونظراً لأن كل برج منها يجب أن يتحرك بسرعة مختلفة لإبقاء خط الأنابيب مستقيماً ؛ لذا فإن لكل برج نظام قيادة خاصا به يمكن تعديله .

ومع زيادة المسافة من مركز الدائرة تزداد المساحة التى يجب ريهها لكل جزء من خط الأنابيب ؛ ولهذا فإن معدل تصريف الرشاشات تحجب زيادته ، أو يتم تضيق المسافة بين الرشاشات ؛ حتى يمكن الحصول على رى متجانس فى كل حقل . أما معدلات الرى ، فيتم التحكم فيها من خلال حجم الرشاشات (معدل تصريفها) ، وضغط التشغيل ، وسرعة دوران جهاز الرش كله .

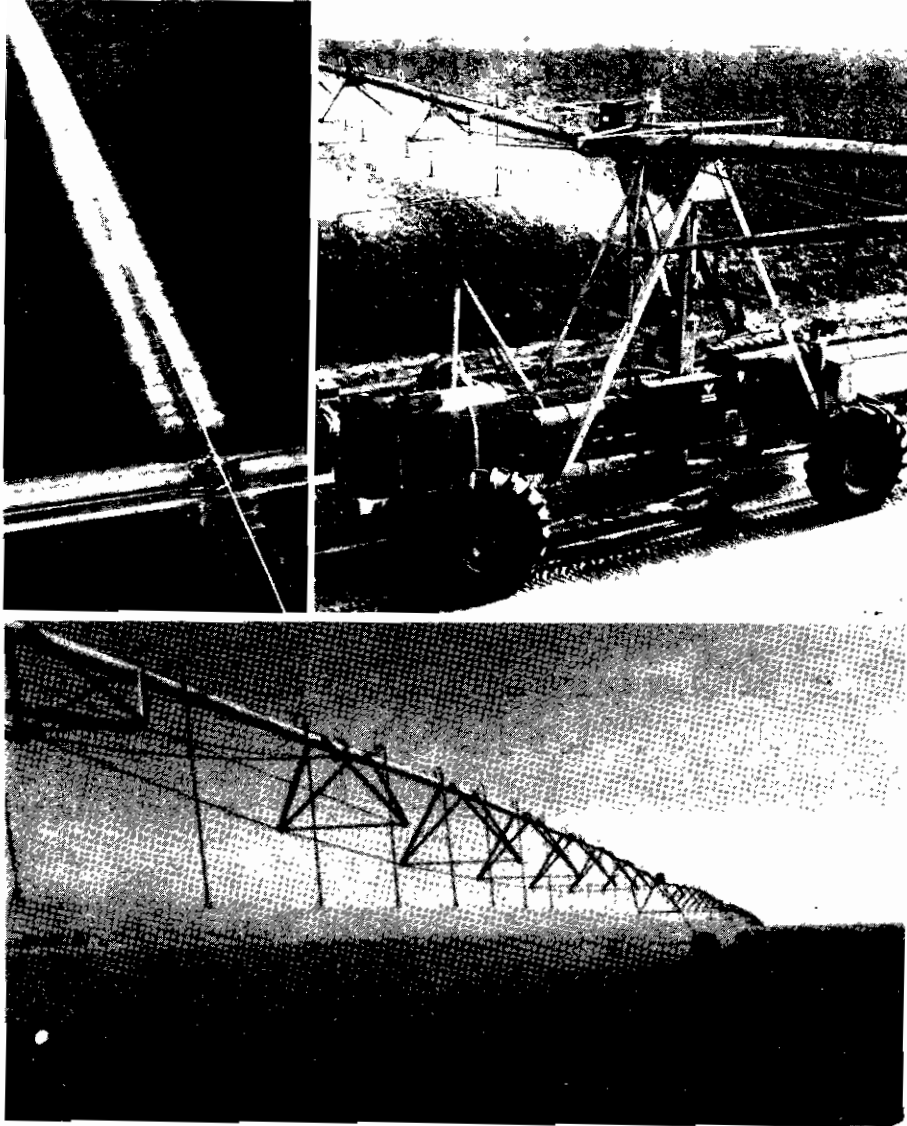
ويمكن - فى بعض أنواع الرى المحورى - تحريك الجهاز كله من حقل إلى آخر بواسطة جرار . ولكى يتم ذلك . يُدار العجل بزاوية ٩٠° (أو قائمة) ليصبح موازياً لخط الرى نفسه . ولكن يندر تحريك أجهزة الرى المحورى من مكانها ، وإذا حدث ذلك فإنه يقتصر على الأجهزة الصغيرة .

ويتميز هذا النظام للرى بأن ارتفاع خط الأنابيب يصل إلى ٢,٥ - ٣ أمتار ، وبذلك يمكن إجراء العمليات الزراعية بسهولة .

وأكبر عيوب هذا النظام هى زيادة التكلفة الإنشائية ، وأن الحقل يكون دائماً دائرياً ؛ نظراً لأنه لا يمكن رى أركان الحقول المربعة . ويمكن علاج هذه المشكلة بتركيب رشاشات كبيرة فى طرفى خط أنابيب الرى ، مع تشغيلها فقط عندما تكون الأطراف فى الأركان (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .

نظام الرى فى خط مستقيم

يستخدم نظام الرى فى خط مستقيم Linear System فى رى الحقول الكبيرة (١٠٠ - ٢٠٠ هكتار) المستطيلة أو المربعة الشكل . تتكون الشبكة من ذراعين طويلتين (حتى ٩٠٠ م طولاً) عاليتين ومحملتين على عجل ، وتتحركان بامتداد الحقل الذى يمكن أن يصل طوله إلى ٢٥٠٠ م . تحصل الذراعان على ماء الرى من قناة توجد فى منتصف الحقل . ويخدم الجهاز طريق واحد يوجد على أحد جانبيه الجهاز ، حيث يتم التحكم فى تشغيل شبكة الرى (شكل ٦ - ١٨) . ويسمح هذا النظام للرى بمعدلات تتراوح بين ٥مم و ١٠٠مم من الماء (عمقاً مثل حساب كمية الأمطار) يومياً .



شكل (٦-١٨) : شبكة الري في خط مستقيم Linear System (عن كتالوج لشركة Valmont) .

الري بالرش أو «التضبيب» Mist Irrigation

يندفع الماء في هذا النظام للري تحت ضغط مرتفع ؛ فيخرج في صورة ضباب كثيف يحيط بالنباتات ، وسرعان ما يتساقط على سطح التربة . يستخدم هذا النظام بصفة

خاصة فى البيوت المحمية ؛ لأنه يتأثر بشدة بالرياح فى الحقول المكشوفة . ويؤدى ارتفاع الرطوبة النسبية داخل البيوت المحمية إلى التقليل كثيراً من فقد الماء بالتبخر .

يوصى بأن يكون الرى بالرداذ بمعدل ١ - ١,٥ مم/ ساعة فى الأوقات الحارة ؛ لأن ذلك يؤدى إلى زيادة النمو والتطور الطبيعيين ، وإلى زيادة المحصول وتحسن نوعيته فى بعض المحاصيل ؛ كالطماطم (عن Bible وآخرين ١٩٦٨) .

وأكثر استخدامات الرى بالرداذ هى فى الإكثار ، خاصة الإكثار بالعقل (Welch ١٩٧٠) .

ومن مزايا الرى بالرداذ ما يلى :

١ - تلطيف درجة الحرارة فى الجو الحار :

فمثلاً . . أدى الرى بالرداذ بمعدل ٦ - ٩ مم / يوم أثناء فترة ارتفاع الحرارة (٣٠ - ٣٣ م°) إلى خفض الحرارة نهائياً لأكثر من ٩ درجات مئوية ، واستمر ذلك التأثير لعدة ساعات .

٢ - زيادة المحصول :

ففى الطماطم ازداد المحصول الصالح للتسويق بمقدار ٣٠٪ - ٥٠٪ فى الأصناف المختلفة ، وفى القباون ازداد المحصول بمقدار ٣٣٪ ، وفى الخيار بمقدار ٧٠٪ . وقد أرجعت الزيادة فى المحصول إلى تقليل الشد الرطوبى داخل النبات ، وبقاء الثغور مفتوحة (Bible وآخرون ١٩٦٨) .

ويعتبر فقد الماء بالتبخر - فى الجو الحار الجاف - هو أكبر عيوب الرى بالرداذ .

مزايا الرى بالرش

من مزايا الرى بالرش ما يلى :

١ - التوفير فى ماء الرى .

٢ - لا تلزم إقامة مساقٍ أو بتون للتحكم فى الرى ، وتتوفر تلك المساحة للزراعة .

٣ - يمكن تنظيم شبكة الرى بالرش ؛ بحيث لا تتعارض مع العمليات الزراعية المختلفة .

- ٤ - يجرى بسهولة عند عدم توفر العمال المدربين اللازمين لإجراء عملية الري السطحي .
- ٥ - يمكن إجراء الري بالرش بسهولة في الأراضي غير المستوية أو غير العميقة ، والتي تؤدي تسويتها إلى ظهور مساحات غير صالحة للزراعة . كما أن هذا النوع من الري يوفر في تكاليف تسوية الأرض التي تلزم في حالة الري السطحي .
- ٦ - يمكن إجراء الري بالرش في الأراضي الشديدة المسامية ، والتي يصعب ريها بالطرق الأخرى .
- ٧ - يمكن بواسطة الري بالرش التحكم في معدل الري ؛ بحيث لا تحدث أية تعرية للأرض .
- ٨ - يمكن التحكم في كمية المياه اللازمة للري وحسابها بدقة أكثر مما في طرق الري الأخرى .
- ٩ - يوزع ماء الري بصورة أكثر تجانساً مما في طرق الري الأخرى .
- ١٠ - يكون الري بالرش اقتصادياً وعملياً في الحالات التي تتطلب الري الخفيف على فترات متقاربة ، كما هي الحال في الظروف الآتية :
 - أ - عند إنبات البذور .
 - ب - عند ري النباتات ذات الجذور السطحية .
 - ج - للتحكم في درجة حرارة التربة لبعض الخضروات ، مثل الخس .
 - د - في الأراضي المسامية أو غير العميقة .
- ١١ - يمكن إضافة الأسمدة مع ماء الري بالرش .
- ١٢ - يمكن حماية النباتات من الصقيع بالرش الخفيف طوال فترة انخفاض درجة الحرارة عن الصفر المئوي .
- ١٣ - لا تتزهى الأملاح على سطح التربة عند اتباع طريقة الري بالرش .

١٤ - يؤدى ماء الرى بالرش إلى إزالة الأتربة من على سطح الأوراق ؛ فتزداد كفاءتها فى البناء الضوئى .

١٥ - يفيد الرى بالرش عند الرغبة فى استزراع الأراضى الجديدة ، دون انتظار لعمليات التسوية الباهظة التكاليف .

١٦ - يتطلب الماء طلبات لرفعه فى حالة الرى السطحى ، ولكن التكاليف الإضافية للطاقة اللازمة لدفعه فى أنابيب الرش تكون قليلة نسبياً .

١٧ - إذا كان مصدر ماء الرى مرتفعاً عن مستوى الحقل ، فإن الرى بالرش يتم بفعل قوة الجاذبية .

١٨ - إذا كان مصدر ماء الرى هو نفس مصدر ماء الشرب ، فإنه يمكن استخدام نفس الأنابيب (عن Pillsbury ١٩٦٨) .

١٩ - يؤدى الرى بالرش إلى خفض معدلات الإصابة بأمراض البياض الدقيقى التى لا يناسب جراثيمها وجود رطوبة حرة على سطح الأوراق .

٢٠ - يعمل الرى بالرش - كذلك - على زيادة الرطوبة النسبية وخفض درجة الحرارة فى جو الحقل (عن Dixon ١٩٨١) .

عيوب الرى بالرش

من عيوب الرى بالرش ما يلى :

١ - زيادة تكاليف الرى نتيجة للعوامل التالية :

أ - زيادة التكاليف الإنشائية المستثمرة فى نظام الرى .

ب - الحاجة إلى طاقة لضخ الماء فى أنابيب الرى .

ج - الحاجة إلى الأيدى العاملة عند استعمال أنابيب متنقلة للرى .

٢ - قد تتعارض الرياح القوية مع الرى عندما يتطلب الأمر إجراء الرى فى الأوقات الحرجة . وإذا أُجرى الرى تحت هذه الظروف ، فإن توزيع الماء لا يكون متجانساً ،

كما يُفقد جزء كبير منه بالتبخر ؛ ولذا . . فإنه لا ينصح بالرى بالرش عندما تزيد سرعة الهواء على ٦ كم/ساعة .

٣ - توجد مشاكل تتعلق بعملية الرى بالرش ؛ منها المشاكل الميكانيكية التى تعود إلى عدم دوران الرشاشات أو انسدادها ، ومشاكل تحريك الأنابيب فى الأرضى وهى مبتلة .

٤ - يحدث فقد فى الماء بالتبخر قبل أن يصل إلى سطح التربة ، ويزداد مقدار الفقد مع زيادة سرعة الهواء ، وارتفاع درجة الحرارة ، ونقص الرطوبة النسبية ، وصغر حجم قطرات الماء ، كما يتبخر جزء آخر من الماء من على الأسطح النباتية .

٥ - يؤدى الرى بالرش - بمياه تحتوى على تركيزات مرتفعة من أيونات الكلور أو الصوديوم - إلى الإضرار بالنموات الخضرية ، خاصة فى الجو الحار ، حيث يتبخر جزء من الماء من على سطح الأوراق قبل أن تكمل الرشاشات دورة أخرى . ولتفادى ذلك ينصح بعدم استعمال مثل هذه المياه فى الرى بالرش ، أو بزيادة سرعة الرشاشات ، أو بالرى ليلا حيث يقل التبخر .

٦ - لا يصلح الرى بالرش فى حقول إنتاج بذور الخضر .

٧ - تؤدى قطرات الماء الكبيرة - عند الرى بالرش - إلى تحطيم تجمعات التربة وتكوين القشور على السطح . ولتلافى ذلك يراعى زيادة الضغط لتصغير حجم القطرات (Israelsen & Hansen ١٩٦٢ ، Pillsbury ١٩٦٨) .

٨ - تنتشر عديد من مسببات المرضية عن طريق الرى بالرش ، إما من خلال انتشار المسبب المرضى من على الأجزاء النباتية المصابة ، وإما من خلال انتقاله مع التربة التى تتناثر بفعل مياه الرى ، ومن هذه الأمراض ما يلى (Palti ١٩٨١) :

أ - الجرب والأثراكنوز والعفن الأسود فى القاوون .

ب - تبقع الأوراق الزاوى (*Pseudomonas lachrymans*) فى الخيار .

ج - اللفحة الهالية (*Pseudomonas phaseolicola*) ، واللفحة البكتيرية (*Xanthomonas phaseoli*) ، والعفن الرمادى (*Botrytis cinerea*) فى الفاصوليا .

د - اللفحة البكتيرية فى الفراولة .

هـ - الأنثراكنوز (*Colletotrichum phomoides*) ، واللفحة البكتيرية (*Xanthomonas vesicatoria*) ، واللفحة البكتيرية bacterial speck ، وتقع الأوراق الرمادى (*Stemphyllium botryosum* f. sp. *lycopersici*) فى الطماطم .

و - الندوة المتأخرة (*Phytophthora infestans*) فى البطاطس .

ز - الندوة المبكرة ، والعفن الأسود (*Xanthomonas campestris*) ، والجذر الصولجاني (*Plasmodiophora brassicae*) فى الصليبيات .

ويتفاعل تواجد الندى والرطوبة النسبية العالية مع الرى بالرش فى التأثير على تطور الإصابة بمختلف الأمراض ، ويظهر هذا التفاعل بالنسبة لمرض الندوة المبكرة والندوة المتأخرة - فى الطماطم - فى جدول (٦ - ٧) .

جدول (٦ - ٧) : تأثير كل من الندى والرى بالرش على الإصابة بكل من الندوة المبكرة (*Alternaria solani*) والندوة المتأخرة (*Phytophthora infestans*) فى الطماطم والبطاطس (عن Palti ١٩٨١) .

تطور الإصابة بـ		
الظروف البيئية	الندوة المبكرة	الندوة المتأخرة
جفاف تام مع غياب الندى	محدود عند الرى بالرش	لا تحدث إصابة
الحد الأدنى للرطوبة النسبية لا يزيد على ٣٥٪ . - كثرة الندى ليلا - انعدام الوباء . ليس للرى بالرش أى تأثير	يكنى الندى لحدوث الإصابة وتطور	يلزم الرى بالرش لحدوث الإصابة وتطور الوباء
الحد الأدنى للرطوبة النسبية أعلى من ٦٠٪ - كثرة الندى ليلا - انعدام المطر . الوباء . ليس للرى بالرش أى تأثير	يكنى الندى لحدوث الإصابة وتطور	قد يكنى الندى لحدوث الإصابة ، ولكن الرى بالرش يُسرّع كثيراً من حدوثها .
الرطوبة النسبية دائماً عالية - الندى غزير	يكنى الندى لحدوث الإصابة وتطور	قد يكنى الندى وحده
- انعدام المطر . الوباء . ليس للرى أى تأثير	يكنى الندى لحدوث الإصابة وتطور	لحدوث الإصابة . ليس للرى بالرش أية أهمية .

الرى بالتنقيط

يعتبر الهدف الرئيسى للرى بالتنقيط Trickle, drip, or dribble irrigation هو توصيل الرطوبة الأرضية إلى السعة الحقلية فى منطقة محدودة حول النبات بغرض توفير ماء الرى ، وذلك بتقليل الفقد بالرشح ، وتقليل التبخر السطحى بدرجة كبيرة . ويتراوح معدل تصرف المياه من النقاط عادة من لتر إلى ١٠ لترات/ ساعة ، (لتر إلى ٤ لترات / ساعة فى الخضار ، و٤ - ١٠ لترات/ ساعة فى الفاكهة) .

شبكة الرى

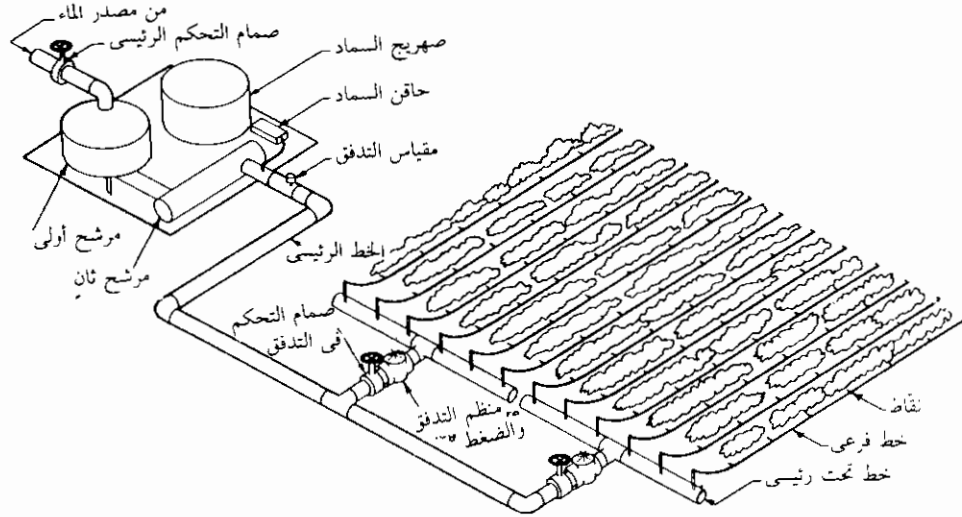
يتكون نظام الرى بالتنقيط من أجزاء رئيسية ؛ هى : ماكينة ضخ الماء ، وصمام التحكم فى الضغط ، ومرشح للماء ، وخط أنابيب بلاستيكي رئيسى header ، وخطوط فرعية laterals ، ومنقطات emitters . وقد تضاف أجهزة أخرى للتسميد الآلى ، ولقياس كمية المياه flow meter ، ولقياس الضغط فى النقاط المختلفة ، وللتوقيت الإلكتروني للرى electronic timers ، ولقياس رطوبة التربة Soil moisture sensors .

بالنسبة لماكينة ضخ الماء (الطلمبة) ، فمضخة واحدة ذات قدرة محدودة تكفى ؛ نظراً لأن الرى يتم بمعدلات صغيرة جداً فى وحدة الزمن ، ويتحقق ذلك بضغط منخفض . أما مرشح الماء فهو جزء ضرورى من نظام الرى بالتنقيط تجنباً لانسداد المنقطات ، وتستخدم لذلك غالباً مرشحات من الرمل يلزم غسلها جيداً كل ١ - ٤ ساعات حسب نوعية الماء المستخدم فى الرى . ويجرى غسل المرشحات بإرجاع الماء فى المرشحات خلال الرمل بصورة عكسية .

وتتكون شبكة الرى بالتنقيط من أنابيب بلاستيكية (PVC) رئيسية كبيرة قطرها ٥ سم تغذى أنابيب فرعية متعامدة عليها قطرها ١,٢٥ سم تثبت عليها المنقطات ، وهى أنابيب بلاستيكية رفيعة قطرها الداخلى يبلغ ٩,٠ مم . وفى حقول الخضار التى تزرع على مسافات ضيقة تستخدم أنابيب مثقبة perforated lines بدلاً من المنقطات ، أو تستخدم خراطيم ذاتية التنقيط .

فى حالة استخدام المنقطات ، فإنها توزع على أنبوب الرى الفرعى على امتداد خط

الزراعة على مسافة ٣٠ - ٦٠ سم حسب مسافة الزراعة ، ومعدلات تدفق الماء ، ودرجة نفاذية التربة (شكل ٦ - ١٩) .



شكل (٦-١٩) : شبكة الرى بالتنقيط .

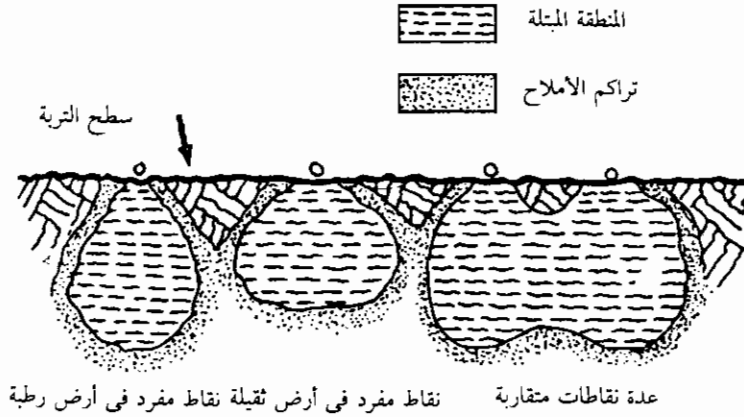
هذا . . ويضخ الماء فى أنابيب الرى تحت ضغط منخفض يبلغ حوالى ١,٥ كجم / سم^٢ . ويلاحظ أن الضغط يقل تدريجياً على امتداد خط أنابيب الرى ؛ نتيجة للاحتكاك بين الماء وجدار الأنابيب . ويعالج ذلك بتسوية الأرض ؛ بحيث تكون منحدره قليلاً نحو الطرف البعيد للأنابيب ؛ إذ يؤدى ذلك إلى معادلة النقص فى ضغط الماء .

وللتفاصيل العملية والفنية المتعلقة بالرى بالتنقيط يراجع Bucks وآخرون (١٩٨٢) .

معدلات الرى وتوزيع الماء فى التربة

وعند الرى بالتنقيط يكون مقطع التربة المبتل بالماء بالونيا ؛ أى إن قطر الجزء المبتل بالماء يكون عند سطح التربة أقل منه فى منطقة نمو الجذور ، ثم يقل القطر مع التعمق فى التربة بعد ذلك ، إلا أن الشكل العام للمقطع المبتل يكون عمودياً ومطاولاً فى

الأراضي الرملية ، بينما تحدث حركة أفقية للماء بدرجة أكبر في الأراضي الطميية والطينية (شكل ٦ - ٢٠) .



شكل (٦ - ٢٠) : مقطع التربة المبتل بالماء ، وأماكن تراكم الأملاح عند الري بالتنقيط (عن Arab World Agribusiness - المجلد الثالث - العدد التاسع) .

وتتوقف الفترة بين الريات على طبيعة التربة ، فتتراوح بين يوم ويومين في الأراضي الرملية ، وكل ٢ - ٣ أيام في الطميية ، وكل ٣ - ٤ أيام في الأراضي الثقيلة . ويتراوح معدل الري عادة من ٢٠ - ٢٥ مم^٣ للفدان يوميا في الجو الحار ، ونحو نصف هذه المعدلات في الجو البارد . ويُعطى الحد الأدنى في حالة الري تحت أغطية بلاستيكية للتربة (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .

يفضل توزيع مياه الري بين ريتي الصباح والمساء - إن وجدت - بنسبة ٢ : ١ على التوالي ، على ألا تزيد رية الصباح على ساعة ونصف الساعة ؛ حتى لا تغسل الأسمدة المضافة بعيداً عن منطقة نمو الجذور .

ويفضل أن يستعمل مع محاصيل الخضار خراطيم الري التي ترشح منها المياه بامتداد طولها ، أو أن تستعمل الخراطيم الذاتية التنقيط التي تقل المسافة بين منقطاتها إلى ٣٠ سم ؛ بحيث تعطى منطقة مبتلة بامتداد الخرطوم . وتتوفر بالأسواق من النوعية

الأخيرة خراطيم مزودة بمرشحات داخلية تمنع مرور الرواسب إلى داخل مسار المياه بالمنقط . ويكون تصريف هذه الخراطيم - عادة - ٤ لترات/ ساعة لكل متر طولى من الخط ، ويتم تشغيلها تحت ٤ - ٦ ضغط جوى .

تأثير الرى بالتنقيط على النمو الجذرى

يتركز معظم النمو الجذرى - عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط - فى المنطقة المبتلة من التربة تحت النقاطات ، وهى المنطقة التى يتركز فيها - كذلك - امتصاص العناصر . وإذا كان ماء الرى ملحياً ، فإن نمو الجذور يكون أكثر كثافة فى جزء التربة الذى يكون أكثر تعرضاً للغسيل مما يكون عليه الحال فى حواف المنطقة المبتلة التى تتراكم فيها الأملاح . أما إذا كان ماء الرى عذبا فإن نمو الجذور يمتد حتى حواف المنطقة المبتلة (Ben-Asher & Silberbush ١٩٩٢) .

تأثير تراكم الأملاح على النمو النباتى

يلاحظ عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط أن تركيز الأملاح يتباين كثيراً فى المنطقة المبتلة التى يكون مركزها عند النقاط (شكل ٦ - ٢٠) ؛ الأمر الذى يعرض جذور النباتات لمستويات مختلفة من الأملاح ، سواء أخذت ذلك بالنسبة للأجزاء المختلفة من المجموع الجذرى للنبات الواحد فى الوقت الواحد ، أم بالنسبة للمجموع الجذرى كله فى أوقات مختلفة من اليوم ، أم فى أيام مختلفة من موسم النمو .

ويستدل من بعض الدراسات - التى أجريت فى هذا الصدد - على أن النباتات تستجيب لمتوسط الملوحة فى منطقة النمو الجذرى ، وأن متوسط الملوحة هو العامل الذى يجب أخذه فى الحسبان ، بينما يستدل من دراسات أخرى على أن أقل المناطق - التى ينتشر فيها النمو الجذرى - ملوحة هى التى تتحكم فى النمو النباتى الكلى والمحصول .

وفى دراسة على الطماطم نُميت فيها النباتات فى مستويات مختلفة من الملوحة ، ووزع فى بعضها النمو الجذرى للنبات الواحد على أربع حجرات تحتوى كل منها على تركيز مختلف من الأملاح . . وجد أن النباتات التى تَلَقَّت أجزاء منفصلة من نمواتها الجذرية مستويات مختلفة من الأملاح كانت أقل تأثراً بمعاملة الملوحة . كما وجد أن

أى نقص فى النمو الجذرى فى الحجرات - التى احتوت على تركيزات عالية من الأملاح - تمَّ تعويضه بزيادة مقابلة فى النمو الجذرى بالحجرات التى كان تركيز الأملاح فيها منخفضاً (عن Papadopoulos & Rendig ١٩٨٣) .

مشكلة انسداد المنقطات ووسائل علاجها

يعد انسداد المنقطات من أهم المشاكل التى تصاحب نظام الري بالتنقيط .
وتوجد ثلاثة أسباب محتملة لانسداد المنقطات ، لكل منها وسائل العلاج الخاصة بها ، كما يلى :

١ - انسداد المنقطات بفعل حبيبات التربة أو المواد العضوية التى تسرب مع الماء إلى شبكات الري . ويتخذ لأجل ذلك الاحتياطات الضرورية بالترشيح مع استخدام مصدر جيد لمياه الري ، لكن يصعب التخلص من هذه الشوائب - بعد دخولها - إلا بفتح نهايات خطوط التنقيط ، مع استمرار ضخ الماء .

٢ - انسداد المنقطات بفعل الترسيب الكيميائى للمواد التى تدخل فى أنابيب الري ، فمثلاً . . تتفاعل الأسمدة الفوسفاتية مع ما قد يوجد من كالسيوم فى مياه الري ، لتكوّن أملاحاً غير ذائبة .

ويؤدى تواجد الكالسيوم مع أى من البيكربونات أو الكبريتات فى مياه الري إلى ترسب الجير (الكلس) والجبس داخل شبكة الري بالتنقيط ؛ الأمر الذى يؤدى إلى انسداد النقاطات جزئياً أو كلياً . وتزداد فرصة تكون الترسبات عند حقن أسمدة تحتوى على كالسيوم مع أخرى تحتوى على أيون الفوسفات .

ويتم التخلص من الترسبات الكيميائية التى تؤدى إلى انسداد النقاطات بحقن شبكة الري بحامض النيتريك التجارى (تركيز ٣٧٪) بتركيز ١,٠٪ فى الصوبات ، و١,٠ - ٥,٠٪ فى الزراعات الحقلية . ويمكن اتباع هذا الإجراء مرة أو مرتين فى كل موسم نمو . ويتم حقن الحامض لمدة ١٥ - ٣٠ دقيقة حسب كمية الرواسب التى توجد فى داخل الشبكة . ويتم - بعد الحقن بالحامض - غسيل الشبكة بالماء مدةً مساوية للمدة التى استغرقها حقن الحامض .

ويمكن - كذلك - التغلب على مشكلة ترسبات كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم فى شبكة الرى بحقن حامض مخفف ؛ مثل حامض الكبريتيك ، أو حامض الفوسفوريك ، أو النيتريك بصفة دائمة أو على فترات ؛ بهدف خفض pH الماء .

كما تمكن Meyer وآخرون (١٩٩١) من التخلص من مشكلة ترسب كربونات الكالسيوم (الجير) بحقن أنهيدريد المالك Maleic Anhydride (وهو homopolymer) فى شبكة الرى بمعدل ٢مجم/ لتر ؛ حيث أدى ذلك إلى استمرار تدفق المياه من النقاطات بنفس المعدل طوال الموسم ، بينما نقص تصرف المياه - بسبب الترسبات - فى الكنترول .

٣ - انسداد المنقطات من جراء النمو البكتيرى والفطرى والطحلبى داخل النظام مع ما تفرزه من مواد غروية أو مخاطية ، ويمكن الوقاية من هذه الحالة بحقن الكلور - بتركيز جزء واحد فى المليون - فى ماء الرى . أما إذا حدث الانسداد بالفعل . . فإنه يلزم حقن الكلور بتركيز ٢٠ - ٤٠ جزءاً فى المليون لمدة ٣٠ دقيقة على الأقل ، مع إدخال الماء المحتوى على الكلور قبل المرشحات . ويستخدم - عادة - هيبوكلوريت الصوديوم ، أو هيبوكلوريت الكالسيوم كمصدر للكلور ، علماً بأن الكلوراكس التجارى يحتوى على هيبوكلوريت صوديوم بنسبة ٥,٢٪ ، كما يستعمل غاز الكلور .

وتستخدم المعادلة التالية لحساب معدل إضافة المصدر التجارى للكلور :

عدد لترات المركب التجارى اللازمة لكل متر مكعب من مياه الرى =

$$0,01 \times \text{عدد الأجزاء فى المليون المرغوبة من الكلور (Cl}_2\text{) فى ماء الرى}$$

النسبة المئوية للكلور (Cl₂) فى المركب التجارى المستخدم

فمثلاً . . إذا رغبت فى زيادة نسبة Cl₂ فى ماء الرى إلى ٣٠ جزءاً فى المليون ، واستخدمت لذلك مادة بها ٥٪ Cl₂ ، فإنه يلزم منها :

$$0,01 \times 30 \text{ جزءاً فى المليون} = 0,06 \text{ لترًا / متر مكعب من ماء الرى .}$$

٥

وتتطلب صيانة شبكة الرى بالتنقيط مراعاة ما يلى :

- ١ - تنظيف المرشحات (الفلاتر) على فترات متقاربة .
- ٢ - التأكد من عدم انسداد المنقطات وتسليكها بالطرق على خراطيم الري برفق عند النقاط المسدود .
- ٣ - إمرار حامض مخفف (مثل حامض النيتريك أو حامض الفوسفوريك) كل فترة لإذابة الأملاح التي قد تترسب داخل خراطيم الري وتقلل من تصريف النقاطات .

مزايا الري بالتنقيط

يعد الري بالتنقيط - بالرغم من ارتفاع تكلفته الإنشائية - أفضل النظم لري الخضر فى الأراضي الرملية . وفى أحيان كثيرة يكون هو الطريقة الوحيدة التى يمكن تطبيقها ، ويتحكم فى ذلك عاملان رئيسيان ؛ هما :

- ١ - الجانب الاقتصادى لارتفاع تكلفة مياه الري ، وارتفاع تكلفة الإنتاج - عموماً - فى الأراضي الصحراوية ، بينما يوفر الري بالتنقيط كثيراً فى مياه الري ، وتصاحبه زيادة مؤكدة فى المحصول .

- ٢ - انتشار الأمراض - فى بعض الخضروات - عند اتباع طريقة الري بالرش .

ومن مزايا الري بالتنقيط ما يلى :

- ١ - التوفير الكبير فى المياه ؛ نظراً لأنه لا يُحدث فقداً يذكر فى ماء الري . وقد يصل التوفير إلى ٥٠٪ .
- ٢ - عدم فقد الأسمدة بالرشح ، مع التحكم فى كميات الأسمدة التى يُرغب فى توصيلها إلى النباتات .
- ٣ - غسل الأملاح بعيداً عن النباتات ؛ حيث تتجمع الأملاح فى أطراف المنطقة المبتلة ، وتكون بذلك بعيدة عن الجذور .
- ٤ - تبقى الرطوبة الأرضية فى منطقة نمو الجذور فى السعة الحقلية ، أو أقل من ذلك بقليل .
- ٥ - التوفير فى الأيدى العاملة لإمكان التحكم الآلى فى الري .

- ٦ - يمكن بهذه الطريقة زراعة المناطق الشحيحة فى مياه الرى ؛ فمثلاً أمكن زراعة الخس فى المناطق الصحراوية ، مع استعمال ٢٥٪ من كمية مياه الرى التى تستعمل - عادة - بطريقة الرى السطحى .
- ٧ - زيادة المحصول بمقدار ٢٥ - ١٠٠٪ ، نتيجة تجانس الرطوبة الأرضية طوال الموسم .
- ٨ - إمكان زراعة محصولين أو ثلاثة بالتتابع فى نفس الحقل ، دون الحاجة إلى تجهيز الأرض من جديد .
- ٩ - توفير فى نفقات مكافحة الحشائش ؛ بسبب عدم إثارة الأرض لعدم إجراء الحرث .
- ١٠ - عدم الحاجة إلى آبار ذات تصريف عالٍ ؛ نظراً لأن كمية الماء اللازمة تكون بمعدلات منخفضة .
- ١١ - عدم الحاجة إلى تسوية الأراضى الشديدة الانحدار لأجل زراعتها ؛ حيث يمكن ربيها بسهولة بطريقة التنقيط .
- ١٢ - إتاحة الفرصة أمام ماء الرى - الذى يتصرف ببطء شديد - كى يتخلل التربة فى الأراضى القليلة النفاذية .
- ١٣ - سهولة إجراء العمليات الزراعية ؛ لأن معظم سطح التربة يبقى جافاً طوال الوقت .

عيوب الرى بالتنقيط

- ١ - ارتفاع التكلفة الإنشائية .
- ٢ - احتياج نظام الرى إلى إدارة جيدة .
- ٣ - احتمال انسداد المنقطات .
- ٤ - تعرض أنابيب الرى للتلف بواسطة القارضات ، أو سير الحيوانات الزراعية عليها .

٥ - إذا تأخرت الفترة بين الريات ، فإن امتصاص الجذور للماء يؤدي إلى تحرك الأملاح من أماكن تجمعها عند أطراف المنقطة المبتلة - عند سطح التربة وتحت السطح - في اتجاه الجذور ؛ لذا . . يجب تنظيم الري ؛ بحيث تتوفر الرطوبة دائماً في منطقة نمو الجذور .

كما أن الأمطار قد تعمل على غسل الأملاح نحو منطقة نمو الجذور ؛ لذا . . يجب استمرار الري بالتنقيط حتى أثناء المطر ؛ ليتسنى تخفيف الأملاح إلى الحد المأمون طوال الوقت (عن Marsh وآخرين ١٩٧٩) .

وعموماً . . فإنه يمكن غسل الأملاح المتراكمة بزيادة ماء الري ٢ - ٣ مرات في نهاية كل موسم ؛ ليتمكن إذابة الأملاح وصرفها مع الماء الزائد . والأفضل غسل الأملاح بالري بالغمر أو بالرش - إن أمكن - في نهاية كل موسم زراعي .

الري تحت السطحي بالتنقيط

يُعرف الري تحت السطحي بالتنقيط Subsurface Drip Irrigation بأنه الإضافة المتجانسة لكميات قليلة من الماء على فترات متقاربة تحت مستوى سطح التربة (على عمق حوالى ٤٥سم) من مواقع منفصلة ومحددة أو بامتداد خطوط الري ، التى تمد تحت سطح التربة فى مستوى نمو الجذور (حوالى ٢٥ - ٣٠سم تحت السطح) .

وفى الماضى وقفت بعض المشاكل عائقاً أمام تطبيق هذا النظام فى الري ؛ مثل : دخول جذور النباتات فى النقاطات ، وترسب الأملاح ، وصعوبة فحص وإصلاح شبكة الري . أما الآن . . ومع التقدم فى تقنيات شبكات الري ، وتصميمها ، وإداراتها ، فقد بات من الضرورى إعادة النظر فى هذا النظام للري .

ومن أهم مزايا الري تحت السطحي بالتنقيط ما يلى :

١ - تثبيت الشبكة تحت سطح التربة مرة واحدة فقط ، والاستغناء عن تكلفة إعادة وضعها سنوياً .

٢ - زيادة فترة تشغيل الشبكة عما فى حالة الري السطحي بالتنقيط ؛ لعدم تعرض الخراطيم لأشعة الشمس والسخونة الزائدة .

٣ - بقاء سطح التربة جافا ولعمق حوالى ١٥ - ٢٠ سم ؛ الأمر الذى يقلل من احتمالات الإصابة بأمراض التاج الفطرية وأعفان الثمار ، ويساعد كثيرا على مكافحة الحشائش .

٤ - يساعد بقاء سطح التربة جافا على تسهيل مرور الآلات الزراعية عليها دون تعرضها للانضغاط . كما يمكن مرور الآلات أثناء تشغيل شبكة الرى .

٥ - استفادة النباتات من مياه الرى والأسمدة المضافة بكفاءة أكبر (Thompson & Doerge ١٩٩٥) ؛ وخاصة الفوسفور الذى لا يتعمق ولا يتحرك كثيرا عن موضع إضافته عند النقاطات .

٦ - زيادة المحصول وتحسن نوعيته ؛ بسبب جفاف سطح التربة وعدم تعرض الثمار للأعفان، وعدم زيادة الرطوبة الجوية (على خلاف ما يحدث فى طرق الرى الأخرى) ؛ الأمر الذى يقلل من الإصابة بالأمراض ؛ مثل مرض البياض الزغبى فى الخس (Scherm & van Bruggen ١٩٩٥) .

٧ - كذلك يساعد بقاء سطح التربة جافا على منع فقد الماء بالتبخر السطحي ، كما يقلل تزهير الأملاح على سطح التربة ، وتقل الحاجة إلى عملية غسيل الأملاح مع كل رية .

٨ - تنعدم مشكلة تكوّن القشور crusts على سطح التربة .

٩ - تزداد كفاءة عملية تبخير التربة بالمبيدات عند إضافتها عن طريق الشبكة تحت السطحية مع الرى السطحي فى آن واحد ؛ ليكون الماء السطحي عازلا أمام انطلاق الأبخرة فى الهواء الجوى (عن Phene وآخرين ١٩٨٧) .

١٠ - يحتاج النظام إلى ضغط أقل - وبالتالي إلى طاقة أقل - لتشغيله مقارنة بنظام الرى السطحي بالتنقيط .

وفى دراسة على الطماطم وجد Bogle وآخرون (١٩٨٩) أن الرى تحت السطحي بالتنقيط أدى إلى زيادة المحصول الصالح للتسويق بنسبة ٢٢٪ مقارنة بالرى السطحي .

ومن أهم مشاكل استعمال هذا النظام فى الرى ما يلى :

١ - ضرورة تسوية التربة قبل إقامة شبكة الرى .

٢ - ضرورة استعمال مرشحات للماء عالية الكفاءة مع صيانتها يوميا .

٣ - صعوبة إنبات بذور الخضار عندما تكون خراطيم الري عميقة ؛ الأمر الذي يعنى إما الزراعة بالشتل ، وإما وضع الخراطيم على عمق ٥ سم فقط ، ثم التريدم عليها بنحو ٢٠ - ٢٥ سم أخرى بعد الإنبات . ويمكن أن يجرى التريدم على مرتين أثناء العزيق .

الري تحت السطحي

فى طريقة الري تحت السطحي Subsurface Irrigation يتم توصيل الماء إلى الطبقات السفلى من التربة بواسطة أنابيب خاصة ، كذلك المستخدمة فى الصرف المغطى . وتكون أنابيب الري الفرعية على عمق ٤٥ سم ، وبسمك ٧,٥ سم ، وعلى بعد ٧ م من بعضها البعض ، وبانحدار ٣ سم كل ٤٠ م .

وعندما يكون مستوى الماء الأرضى قريباً من سطح التربة يكون من الممكن إجراء الري تحت السطحي بإقامة مصارف مكشوفة رئيسية وفرعية يمكن بواسطتها تصريف الماء الزائد ، أو إمداد الحقل بالماء ؛ بحيث يظل مستوى الماء الأرضى على مسافة ٣٠ - ٦٠ سم من جذور النباتات التى تصل إليها الرطوبة بالخاصية الشعرية . كما يمكن أيضاً تصريف الماء الأرضى الزائد ، والري بأنابيب واحدة تثبت فى التربة على المستوى المرغوب ؛ بحيث يظل الماء الأرضى على بعد ٣٠ - ٦٠ سم من جذور النباتات .

ويعطى Edmond وآخرون (١٩٧٥) تفاصيل طرق الري تحت السطحي المتبعة فى مناطق متفرقة من العالم .

الشروط اللازم توافرها لنجاح الري تحت السطحي

يشترط لنجاح الري تحت السطحي ما يلى :

- ١ - أن تكون الأرض منبسطة تماماً ؛ أو يوجد بها انحدار بسيط منتظم .
- ٢ - ألا تكون طبقة تحت التربة شديدة المسامية ، وألا توجد طبقة صماء قريبة من سطح التربة .
- ٣ - أن تتوفر طبقة صماء من الطين أو الصخر على عمق ٩٠ - ١٥٠ سم تحت سطح التربة .

٤ - أن تتوفر طبقة من الرمل الخشن بعمق ٣٠ سم أو أكثر أعلى هذه الطبقة الصماء .

٥ - أن تكون التربة السطحية رملية طميية ، فلا تكون عالية المسامية ، ولا شديدة الاندماج ؛ وبالتالي تسمح بنفاذ الماء اللازم للرى بالخاصية الشعرية .

مزايا وعيوب الرى تحت السطحي

من أهم مزايا الرى تحت السطحي ما يلى :

- ١ - تجانس توزيع الماء فى أنحاء الحقل .
- ٢ - بقاء الطبقة السطحية للتربة جافة ، وتوقف فقد الماء بالتبخر السطحي .
- ٣ - عدم تعجن التربة ، وعدم تكوّن قشور صلبة crusts على سطحها .

لكن يعيب طريقة الرى تحت السطحي ما يلى :

- ١ - تتجمع الأملاح على سطح التربة ؛ الأمر الذى يستدعى التخلص منها من آن لآخر بالرى السطحي .
- ٢ - تحتاج إلى كمية كبيرة من ماء الرى .
- ٣ - لا تنجح هذه الطريقة عندما تكون طبقة تحت التربة عالية المسامية ، أو عند وجود طبقة صماء hard pan قريبة من سطح التربة (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

مقارنة عامة بين مختلف طرق الرى

تتباين مختلف طرق الرى فى مزاياها وعيوبها ، ونقدم فى جدول (٦ - ٨) مقارنة عامة بين طرق الرى بالغمر (غمر أحواض الزراعة) ، والرى السطحي عبر قنوات الخطوط ، والرى بالرش ، والرى بالتنقيط فى عدد من الأمور الهامة .

جدول (٦ - ٨) : مقارنة بين مختلف طرق الري (عن Palti ١٩٨١) .

وجه المقارنة	الري بالغمر	الري عبر قنوات الخطوط	الري بالرش	الري بالتنقيط
سطح التربة المبلل (%)	٨٠ - ٩٠	٣٠ - ٥٠	١٠٠	٢٠ - ٣٠ (١)
تكلفة شبكة الري	منخفضة	منخفضة	عالية نسبياً	عالية جداً
تكلفة العمالة	منخفضة إلى متوسطة	عالية	منخفضة	منخفضة
استهلاك المياه	متوسط إلى عالي	متوسطة إلى عالي	متوسط	منخفض
الصلاحية للأراضي غير المستوية	غير صالح	صعب	يمكن مع بعض الصعوبة	لا توجد مشاكل
تأثير الرياح على تجمعات الري	معدوم	معدوم	شديد	معدوم
إمكانية استخدام المياه الملحية	ممكنة	محدودة	محدودة (احتراقات)	ممكنة
إنبات النمو الخضري عند الري	قليل	قليل أو معدوم	شديد	معدوم
إنبات تاج النبات (الجذع عند سطح التربة)	يحدث	لا يحدث	يحدث	يحدث
الانتشار السطحي لمسببات الأمراض مع الماء	يمتد في كل الحقل	على امتداد الخطوط	محدود	معدوم
الانتشار السطحي لمسببات الأمراض مع الرذاذ	قليل أو معدوم	معدوم	كثير	معدوم
غسيل جراثيم الأمراض من على النمو النباتي	معدوم	معدوم	شائع	معدوم
التأثير على مرور الآلات الزراعية	لا بد من جفاف التربة	قبل مرور أية آلات عليها		معدوم
غسيل مياه الري للمبيدات المرشوشة	معدوم	معدوم	يحدث بدرجات مختلفة	معدوم

(١) تنطبق هذه النسبة عندما تكون الزراعة في خطوط تبعد عن بعضها بمقدار ١٠٠ - ١٥٠ سم .

المقنات المائية

المقنن المائي Consumptive Use لمحصول ما هو كمية الماء الكلية التي يحتاج إليها المحصول من وقت زراعة البذرة إلى الحصاد ، وتشمل الماء المفقود بالتبخر والتبخر ، وكذلك الجزء الذي يستخدم في بناء أنسجة النبات ، الذي لا يتعدى ١٪ من الاحتياجات المائية الكلية .

هذا . . . ويطلق على الماء المفقود بالتبخر اسم « ماء التبخر transpiration » ، وعلى الجزء المفقود بالتبخر من سطح التربة « ماء التبخر evaporation » .

ويتخذ التبخر السطحي Pan Evaporation (أو Ep) أساساً لقياس التبخر والتبخر معا (التبخر والتبخر) ET) Evapotranspiration (لكل محصول على حدة ؛ نظراً لأن قيمة Ep تتأثر بكافة العوامل الجوية المؤثرة على ET ، وهي درجة الحرارة ، وحركة الهواء ، والإشعاع الشمسي ، والرطوبة النسبية .

ويستعمل كل محصول عامل خاص به هو قيمة (ET/Ep) لتحديد الاحتياجات

المائية ، إلا أن هذه القيمة تؤدي - غالباً - إلى إعطاء النبات رياء زائداً في بعض مراحل النمو ، ورياً أقل من حاجته الفعلية في مراحل أخرى للنمو .

وقد طور بعض العلماء منحنى عاماً لوصف التغيرات في قيمة (ET/Ep) خلال تطور النمو المحصولي ، ولكن هذا المنحنى تنقصه الدقة . كما قام آخرون بتطوير معادلات انحدار لحساب قيم (ET/Ep) المستخدمة لحساب ET خلال نمو مختلف محاصيل الخضر (عن Smittle وآخرين ١٩٩٤) .

فمثلاً . . بالنسبة للفاصوليا ، استخدم Smittle وآخرون (١٩٩٠) المعادلة التالية :

$$12.7 (i - 4) \times 0.5ASW = D_{i-1} + [E(0.31 + 0.01i) - P - I]_i$$

حيث إن :

i = عمر المحصول .

$12.7 (i - 4)$ = عمق الجذور الفعال بحد أقصى - للفاصوليا - ٤٠٠ مم .

$0.5 ASW$ = الماء الميسر بالمليلتر لكل سنتيمتر مكعب من التربة .

D_{i-1} = النقص Deficit في اليوم السابق للعمر i .

P = Pan Evaporation .

$E(0.31 + 0.01i)$ = Evapotranspiration (التبخر) = ET

P = الأمطار بالملليمتر .

I = الري بالملليمتر .

هذا . . وتقدر كمية الماء التي تلزم لري محصول ما باستخدام المعادلة التالية :

$$qt = ad$$

حيث إن :

q = معدل تصرف الماء بالقدم^٣/ثانية ، أو بالأيكرو - بوصة/ ساعة .

t = الوقت اللازم لري المساحة بالساعة .

a = المساحة المطلوب ريها بالأيكرو .

d = عمق الماء بالبوصة عندما ينتشر ماء الري بسرعة فوق المساحة المحددة .

فمثلاً عندما يتدفق الماء بمعدل ١,٩ قدم^٣/ثانية لمدة ٣ ساعات ، فإنه يجب أن يغطي

مساحة أيكر واحد لعمق ٥,٧ بوصة (أي لعمق ٥,٧ بوصة أعلى سطح التربة) .

ومن الناحية العملية . . تستعمل المعادلة التالية في حساب كمية ماء الري المضافة :

$$t = \frac{Pw \ As \ D \ a}{100 \ q}$$

حيث إن :

q و t و a هي نفس القيم المستخدمة في المعادلة السابقة .

Pw النسبة المئوية للرطوبة الأرضية (على أساس الوزن الجاف) بعد الري .

As الكثافة النوعية الظاهرية للتربة .

D عمق التربة المراد بلُّه (Isreelsen & Hansen ١٩٦٢) .

طرق تقدير مدى حاجة النباتات إلى الري

من أهم الطرق المستخدمة لتحديد حاجة النباتات إلى الري ما يلي :

١ - الملاحظة الدقيقة لحالة النباتات ، ومدى ظهور أعراض نقص المياه عليها ، وخاصة على أوراقها الحديثة .

٢ - معدل النمو النباتي ؛ حيث تكون النباتات في حاجة إلى زيادة معدلات الري ؛ عندما يلاحظ توقفها عن النمو أو بطء نموها .

٣ - تقدير درجة الرطوبة في التربة ؛ وذلك بأخذ عينة من التربة من منطقة نمو الجذور والضغط عليها بقبضة اليد للتعرف على مدى سهولة تشكيلها ، وهي من أكثر الطرق شيوعاً ، وتعتمد على الخبرة . ويختلف مدى سهولة تشكيل التربة - باختلاف نسبة الرطوبة فيها - حسب طبيعة التربة .

٤ - تقدير رطوبة التربة باستعمال أجهزة خاصة ؛ مثل طريقة قوالب الجبس ، وطريقة جهاز قياس الشد الرطوبي ، وهما الطريقتان اللتان سنتناولهما - فيما يلي - بشيء من التفصيل .

طريقة قوالب الجبس Gypsum Blocks

تستخدم في هذه الطريقة قوالب صغيرة من الجبس ؛ بكل منها قضبان يتصلان بدائرة كهربائية ، وعدد لقراءة درجة التوصيل الكهربائي . توضع القوالب الجبسية أو مجموعة متجاورة منها في التربة على العمق المراد تقدير الرطوبة فيه ، أو يردم حولها جيداً بالتربة .

بعد فترة تصل القوالب إلى حالة من التوازن الرطوبى مع التربة من حولها ، ومع زيادة نسبة الرطوبة فى التربة تزداد نسبة الجبس التى تصبح فى المحلول ، وتقل بذلك المقاومة بين القطبين ؛ أى تزيد درجة التوصيل الكهربائى .

تلزم معايرة هذه الطريقة جيداً بطريقة التجفيف المعملية ؛ لمعرفة نسبة الرطوبة المقابلة لدرجات التوصيل الكهربائى المختلفة .

تفيد قوالب الجبس فى نسبة الرطوبة بين درجتى شد رطوبى من ١ إلى ١٥ ضغط جوى ، ولكن يعيها قابليتها للذوبان ، وتدهورها فى فترة تتراوح بين موسم واحد وثلاثة مواسم .

تقدير الرطوبة باستعمال أجهزة قياس الشد الرطوبى

إن جهاز قياس الشد الرطوبى Soil Misture Tensiometer عبارة عن أنبوبة بلاستيكية يختلف طولها حسب العمق الذى يُرغب فى تقدير الرطوبة عنده . يثبت فى الطرف السفلى لهذه الأنبوبة كأس من السيراميك المسامى يملأ بالماء ، بينما يُركب على طرفها العلوى جهاز (Vacuum Gauge) لقياس قوة الشد الرطوبى أو شدة التفريغ . ويعد تقدير الرطوبة الأرضية بهذه الطريقة أكثر دقة من طريقة استعمال قوالب الجبس .

كيفية عمل أجهزة الشد الرطوبى

عند الاستعمال يتم عمل حفرة فى الأرض على العمق المطلوب ، يوضع فيها بعض التربة المفككة ، ثم يوضع الجهاز ، ثم يردم حوله بمزيد من التربة المفككة ، ويضغط جيداً حول الجهاز .

تتسرب الرطوبة من الكأس إلى التربة المحيطة به ؛ بسبب زيادة الشد الرطوبى فيها ؛ ومن ثم يحدث تفريغ داخل الكأس يظهر على مقياس الجهاز عندما تكون الرطوبة الأرضية منخفضة . وعند رى التربة تكون حركة الماء فى الاتجاه العكسى ؛ فيقل التفريغ ، وتنخفض قراءة المقياس تبعاً لذلك .

تزود معظم أجهزة الشد الرطوبى بتدريج من صفر - ١٠٠ سنتى بار centibars ، علماً بأن كل ١٠٠ سنتى بار تعادل باراً واحداً ، وهو وحدة لقياس الضغط تعادل ضغطاً جويًا قياسياً واحداً . ويمكن استخدام جهاز الشد الرطوبى فى مدى يتراوح بين صفر و ٨٠ سنتى بار .

يَعيب هذا الجهاز أنه لا يعمل بدقة كافية إذا زاد مقدار الشد الرطوبى عن ٠,٨ ضغط جوى ؛ حيث يندفع الهواء - حيثئذ - من خلال مسام الكأس إلى داخله ؛ الأمر الذى يُفقد الجهاز الخاصية التى يعمل على أساسها ، ولذا . . فإن الجهاز يفيد فى حالة النباتات التى تُروى بكثرة .

ويستفاد مما تقدم بيانه أن الحد الأدنى للشد الرطوبى - الذى يجوز معه استعمال القوالب الجبسية - قريب من الحد الأقصى للشد الرطوبى الذى يجوز معه استعمال الـ tensiometers ؛ وبذا . . فإن القوالب الجبسية تستعمل عندما تنخفض نسبة الرطوبة عن المدى الذى لا يجوز معه استعمال الـ tensiometers .

وفى كلتا الحالتين يتعين وضع الجهاز فى منطقة نمو الجذور ، وإلا كانت القراءة عديمة القيمة (عن Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

شروط استعمال أجهزة قياس الشد الرطوبى

يراعى عند تثبيت الجهاز فى التربة أن تكون نهايته فى منطقة نمو الجذور ، أى على العمق الذى توجد فيه معظم الجذور ، وأن يكون على اتصال جيد بالتربة ، وفى موقع تصل إليه مياه الري ، وبعيداً عن الأماكن التى تتراكم فيها مياه الري ، كما هى الحال بالقرب من الرشاشات .

ويتم التعرف على المكان المناسب لوضع الجهاز بالحفر قريباً منه ، ولكن ليس فى نفس المكان الذى يوضع فيها الجهاز .

ويكون المكان المناسب لتثبيت الجهاز فى نظم الري المختلفة كما يلى :

١ - فى حالة الري السطحي عبر قنوات الخطوط أو المصاطب يثبت الجهاز رأسياً عند قمة ريشة الزراعة .

٢ - فى حالة الري بالرش يثبت الجهاز فى أى موقع بحيث لا يَحُولُ حائل بينه وبين رشاشات المياه .

٣ - فى حالة الري بالتنقيط يثبت الجهاز على بعد ٣٠ - ٤٥ سم من النقاط .

ويتم تثبيت الجهاز بطريقة صحيحة بوضع قمته المصنوعة من السيراميك فى حفرة سبق تحضيرها بحيث تكون جدران قمة الجهاز على اتصال وثيق بالتربة والجذور . ويتم إعداد الحفر التى يصل عمقها إلى ١٢٠ سم ؛ وذلك بدق قضيب من الصلب

وذى طرفٍ مدبب ، أو أنبوبة مجوفة ذات حافة جدارية حادة فى التربة حتى العمق المرغوب فيه . ويلى ذلك رفع القضيب أو الأنبوبة بعناية دون إثارة التربة . ويجب أن يكون القضيب أو الأنبوبة بنفس قطر ذراع جهاز قياس الرطوبة .

يدفع الجهاز حتى نهاية الحفرة ، مع الحرص على عدم دفعه من الجهاز نفسه ؛ حتى لا يكسر . ويلى ذلك ضغط التربة - عند السطح - حول الجهاز ، مع تجميعها قليلا حتى لا يتجمع الماء عند السطح وينزل إلى أسفل بامتداد ذراع الجهاز .

ويلزم - عادة - مرور ٢٤ ساعة بعد تثبيت الجهاز فى التربة للحصول على أول قراءة .

ويتم تحريك أجهزة قياس الشد الرطوبى من مكانها إلى أماكن أخرى حسب الحاجة ، وهو ما يحدث بصورة روتينية فى المحاصيل الحولية . ويجب أن يتم رفعها من مكانها قبل الحصاد . كما يتم تغيير مكانها كل ٢ - ٣ سنوات فى حالة المحاصيل المعمرة ؛ لتجنب أى تأثير لها على النمو الجذرى . وتجدر الإشارة إلى أن طرف الجهاز المصنوع من السيراميك يفقد جزءاً من مساميته فى كل مرة يتم فيها تغيير موقع الجهاز ؛ وذلك بسبب ترسيب الأملاح فيه .

يلزم توفر جهاز واحد على الأقل أو جهازين فى كل موقع من الحقل يختلف فى قوام التربة ، أو النوع المحصولى المزروع ، أو الانحدار ، أو فى طريقة الرى .

كما قد يحتاج الأمر إلى وضع أجهزة على أعماق مختلفة فى كل موقع ، ويتوقف ذلك على عمق التربة وعمق الجذور . ولكن يكفى استعمال جهاز واحد مع المحاصيل التى لا يزيد تعمق جذورها على ٣٥ سم .

وتوضع أجهزة الشد الرطوبى عند العمق الذى يصل إليه النمو الجذرى . ويوضح جدول (٦ - ٩) بيان بالعمق المناسب لمحاصيل الخضراوات المزروعة فى أرض طميية عميقة تُروى بطريقة الغمر . أما فى الأراضي الصحراوية فإن العمق المناسب يقل بمقدار ٢٥٪ عند اتباع طريقة الرى بالرش ، وبمقدار ٥٠٪ عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط .

تنظيم الرى من واقع قراءات الشد الرطوبى

عندما تكون القراءة صفراً فإن ذلك يعنى تشبع التربة بالماء وتعرض الجذور لنقص الأكسجين . وتعد التربة رطبة جداً - بالنسبة لمعظم المحاصيل - عندما تتراوح القراءة بين صفر و ٥ سنتى باراً . وتعد قراءة من ١٠ - ٢٥ سنتى باراً مناسبة لمعظم المحاصيل . ومع ارتفاع القراءة عن ٢٥ فإن أعراض الجفاف تبدأ فى الظهور على النباتات الحساسة ،

وتلك التي تكون جذورها سطحية ، ولكن النباتات التي تتعمق جذورها لمسافة ٤٥ سم أو أكثر لا تعاني نقص الرطوبة الأرضية قبل وصول القراءة إلى ٤٠ - ٥٠ سنتي باراً .
جدول (٦ - ٩) : العمق المناسب لتثبيت أجهزة قياس الشد الرطوبي لمحاصيل الخضار النامية في أرض طينية لا توجد بها عوائق أمام نمو الجذور .

العمق المناسب (سم)			العمق المناسب (سم)		
المستوى الأول	المستوى الثاني	المحصول	المستوى الأول	المستوى الثاني	المحصول
٣٠	٥٠	البروكولي	٤٥	٩٠	الخرشوف
٤٥	٩٠	القاوون	٣٠	٥٠	الكرنب
٣٠	٦٠	القنبيط	٣٠	٦٠	الجزر
٣٠	٩٠	الباذنجان	٤٥	٩٠	الخيار
٣٠	٦٠	الخس	٣٠	٦٠	الثوم
٤٥	٩٠	البامية	٤٥	٩٠	الشمام
٤٠	٧٥	الفلفل	٤٥	٩٠	البسلة
٣٠	-	الفجل	٤٥	٩٠	البطاطا
٤٠	٧٥	الكوسة	٣٠	٦٠	السلانخ
٤٥	٩٠	الطماطم	١٥	٤٥	الفراولة
			٩٠	١٢٠	البطيخ

أما النباتات التي تتعمق جذورها لمسافة ٧٥ سم - في تربة طينية - فإنها لا تعاني نقص الرطوبة قبل وصول القراءة إلى ٧٠ سنتي بار . وفي الأراضي الثقيلة يمكن ألا تحتاج النباتات العميقة الجذور إلى الري إلا بعد عدة أيام من وصول القراءة إلى ٧٠ سنتي بار .

ويفضل تسجيل ثلاث قراءات - على الأقل - بين الريات ؛ بحيث لا يزيد الفرق بين كل قراءتين عن ١٠ - ١٥ سنتي باراً . وتؤخذ القراءات - غالباً - ثلاث مرات أسبوعياً ، ولكنها قد تسجل يوميا إذا كانت الفترة بين الريات أقل من أسبوع .
ويكون الهدف في حالة الري بالتنقيط المحافظة على أن تُعطى رطوبة التربة قراءة تتراوح

الرى —————
 بين ١٠ و ٢٥ سنتى باراً . أما عند الرى السطحى أو بالرش ، فإن الرى يكون عند وصول القراءة إلى المستويات التالية :

المحصول	القراءة (بالسنتى بار) التى يلزم معها الرى
الكرنب والقنبيط	٦٠ - ٧٠
الطماطم	٦٠ - ٧٠
القرعيات	٥٠ - ٦٠
الجزر	٥٠ - ٦٠
البصل	٤٥ - ٦٥
الحس	٤٠ - ٥٠
البطاطس	٣٠ - ٥٠
الكرفس	٢٠ - ٣٠
الفراولة	٢٥ - ٣٥

ويمكن استعمال أجهزة قياس الشد الرطوبى فى أتمتة عملية الرى ، مع تغذية الحاسوب المستخدم بأية بيانات تتعلق بموعد بداية الرى وانتهائه ، والظروف التى لا يستجيب فيها لبيانات موعد بداية الرى التى تعتمد على قراءة جهاز قياس الشد الرطوبى .

صيانة أجهزة قياس الشد الرطوبى

عندما يكون شد التربة للرطوبة منخفضاً فإن كمية الماء التى تفقد من الجهاز تكون منخفضة للغاية . أما عند جفاف التربة فإن شدها للماء يؤدى إلى سحبه من الجهاز ؛ مما يؤدى إلى توليد تفرغ ؛ الأمر الذى يصعب معه تجنب تسرب الهواء - من خلال مسام الخزف الموجود بطرفه المدفون فى التربة - إلى داخل الجهاز . وعند رى التربة فإن الماء يُسحب ثانية إلى داخل الجهاز، ولكنه لا يكون كافياً لملئه إذا كان الهواء قد دخل الجهاز .

ولذا . . فإن أجهزة قياس الشد الرطوبى تحتاج إلى إعادة ملئها بالماء على فترات ؛

حيث تلزم مراجعة مستوى الماء عند كل قراءة، مع إعادة ملئها بالماء إذا انخفض مستواه - عن السدادة - بأكثر من ٣ - ٥ سم . ويجب . . اختبار هذه الأجهزة ٣ - ٤ مرات سنوياً باستعمال مضخة خاصة .

وأفضل وقت لإضافة الماء للجهاز بعد الري، عندما يكون الماء قد سُحب جزئياً - بصورة طبيعية - إلى داخل الجهاز، حيث يكون التفريغ قليلاً، ويسهل معه رفع السدادة . وإذا لزم إضافة كثير من الماء يجب استعمال ماكينة تفريغ لسحب فقاعات الهواء .

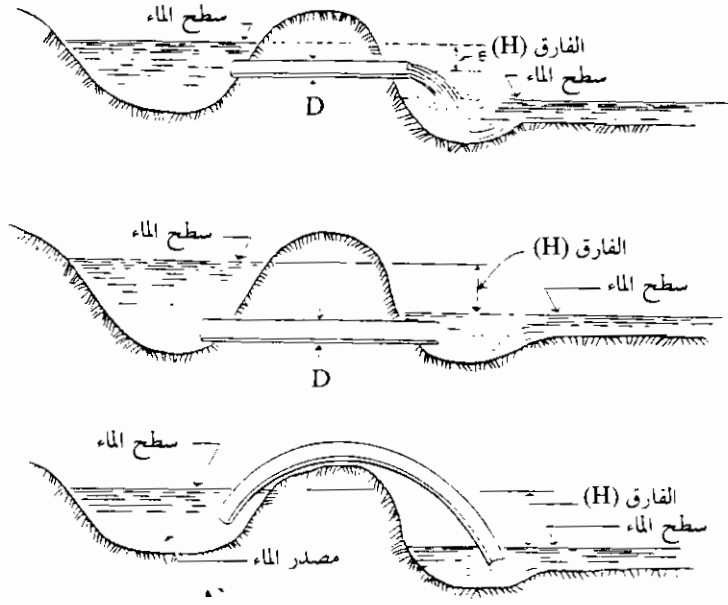
وتجدر الإشارة إلى أن تعرض الجهاز لدرجة حرارة التجمد يمكن أن يؤدي إلى تلف المقياس (عن Marsh ١٩٨١) .

طرق تقدير كمية مياه الري المضافة

يستخدم في نظامى الري بالرش (جميع نظم الرش بما فى ذلك الرذاذى والمحورى) والرى بالتنقيط عدادات خاصة لقياس كمية المياه التى تدخل شبكة الري . وبالمقارنة . . فإن كمية مياه الري المضافة من خلال شبكات الري بالغمر تحسب بمعادلات خاصة مع استعمال ممرات خاصة لتدفق المياه من خلال فتحات خاصة ؛ منها ما تعرف باسم ال weirs ، ومنها ما تعرف باسم السيفونات Siphons ، وهى ما نتناوله بالشرح فى هذا المقام .

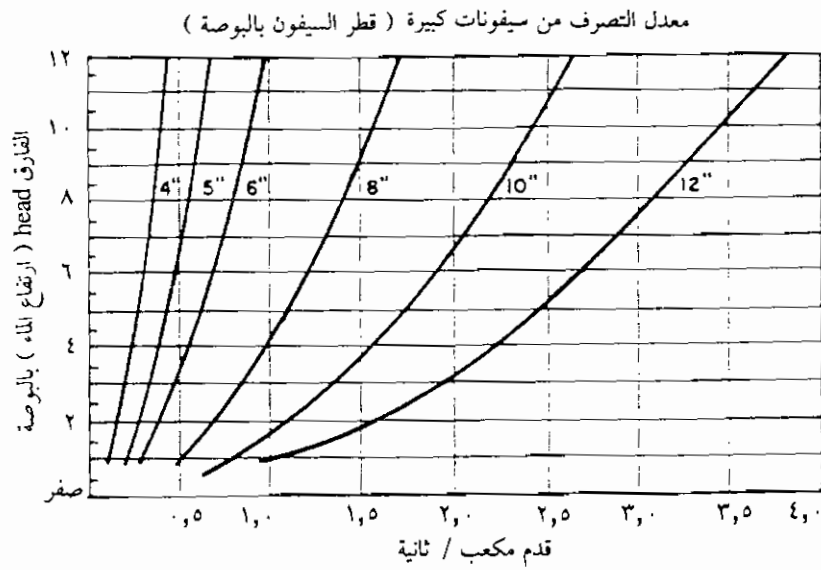
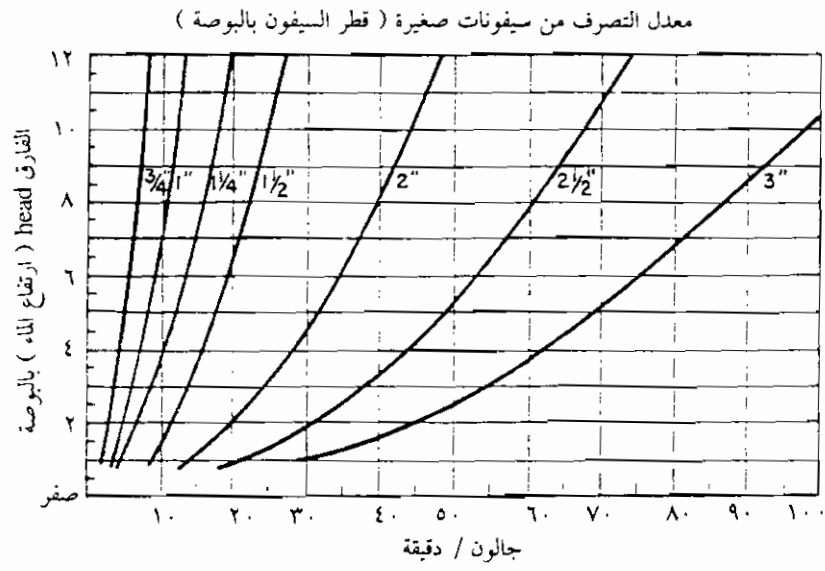
تستخدم السيفونات والأنابيب لنقل الماء من القناة الرئيسية إلى قنوات الخطوط ، ويفيد ذلك فى حساب كمية الماء التى يسمح بمرورها ، فضلاً على توفير فى الجهد المبذول فى عملية الري لعدم الحاجة إلى عمل فتحات بين القناة الرئيسية وقنوات الخطوط (شكل ٦ - ٢١) . وتصنع أنابيب السيفونات والأنابيب المستقيمة من المعدن أو البلاستيك أو المطاط .

يتحدد مقدار تصرف الماء من السيفون أو الأنبوبة بكل من قطرها الداخلى والمسافة الرأسية بين سطح الماء عند مصدر الماء وعند قناة الخط (الفارق head) . وعندما لا يكون طرف السيفون أو الأنبوبة مغموراً فى مياه قناة الخط يعتبر الفارق head هو المسافة بين وسط فتحة السيفون ومستوى سطح الماء فى المصدر . وتزود بعض

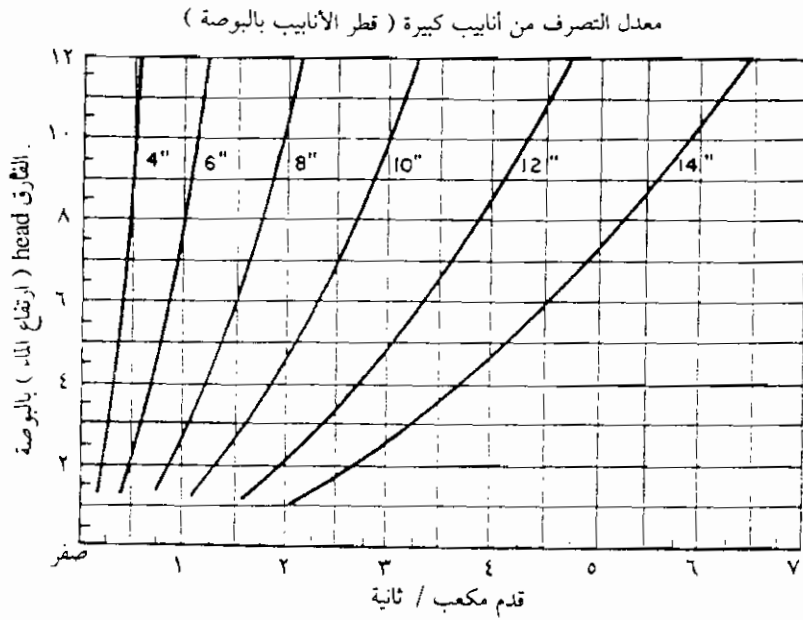
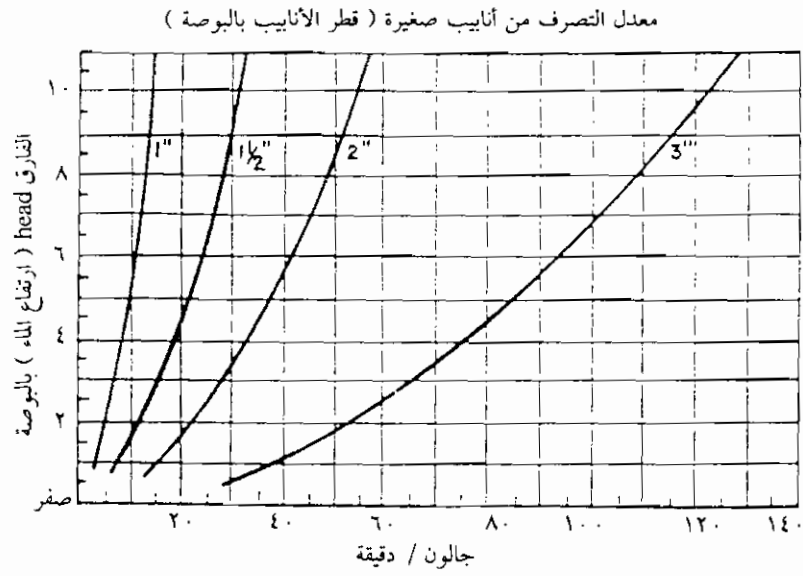


شكل (٦ - ٢١) : السيفونات Siphons والأنابيب Pipes فى أوضاعها المختلفة ، وطريقة حساب الفارق الرأسى head (أو H) فى كل حالة ، علما بأن D هى قطر أنبوبة السيفون أو الأنبوبة الأفقية من الداخل .

السيفونات بنهايات يمكن تحريكها adjustable slide gate ؛ وبذلك يمكن التحكم فى الفارق الرأسى ؛ ومن ثم فى معدل تصرف الماء .
وتبين أشكال (٦ - ٢٢ ، ٦ - ٢٣) معدل تصرف المياه من السيفونات ، والأنابيب الأفقية - على التوالى - عند اختلاف قيمة كل من قطر السيفون أو الأنبوبة والفارق الرأسى (H) (عن Scott & Houston ١٩٨١) .



شكل (٦ - ٢٢) : معدل تصريف الماء من السيفونات الصغيرة (الرسم العلوى) والكبيرة (الرسم السفلى) .



شكل (٦ - ٢٣) : معدل تصريف الماء من الأنابيب الأفقية الرفيعة (الرسم العلوى) والسميكة (الرسم السفلى) .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي salama1helali@yahoo.com

التسميد

مقدمة

برزت الحاجة إلى التسميد Fertilization مع النصف الثاني من هذا القرن ؛ نتيجة
لعديد من العوامل التي كان من أهمها ما يلي :

١ - تركيز زراعات الخضر ؛ مما أدى إلى استنفاد المخزون من بعض العناصر
الغذائية في التربة ، وظهور أعراض نقصها .

٢ - تناقص الاعتماد على الأسمدة العضوية في الزراعة ، وهي التي تحتوى على
كميات من مختلف العناصر التي يحتاج إليها النبات ، بما في ذلك العناصر الدقيقة .

٣ - تحسن وسائل إنتاج الأسمدة الكيميائية وإنتاجها بصورة أكثر نقاوة ؛ وبالتالي
لم تعد تحتوى على كميات يُعتد بها من العناصر الدقيقة ، والتي كانت تختلط بها في
صورة شوائب بكميات تكفى لسد حاجة نباتات الخضر منها .

٤ - التوسع في زراعة الخضر في الأراضى الصحراوية التي تفتقر إلى غالبية
العناصر المغذية التي يحتاج إليها النبات .

ونتناول بالشرح في هذا الفصل احتياجات نباتات الخضر من هذه العناصر ، وكيفية
إمدادها بها . ويمكن الرجوع إلى حسن (١٩٩٦) فيما يتعلق بأهمية تلك العناصر ،
ودورها في النبات ، ومدى تسرها في التربة ، وأعراض نقصها ، وكذلك أعراض
التسمم بها عند تسرها بتركيزات أعلى من تلك التي تناسب النمو النباتى الطبيعى .

وقد يكون من المفيد فى بداية فصل عن التسميد - كهذا - مراجعة بعض

المصطلحات المستخدمة في مجال التسميد . ومن أكثر المصطلحات استخداماً في هذا المجال ما يلي :

العناصر الضرورية essential elements :

هي العناصر التي يلزم توفرها للنبات لنموه وإكمال دورة حياته .

العناصر الأولية primary elements :

هي العناصر التي يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة ، ويحصل عليها من التربة ؛ وهي : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

العناصر المغذية الكبرى major elements ، أو macro nutrients :

هي العناصر التي يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة نسبياً ؛ وهي :

الكربون ، والأيدروجين ، والأكسجين . . ويحصل عليها النبات من الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون من الجو .

النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم . . ويمتصها النبات من التربة بكميات كبيرة .

الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والكبريت . . ويمتصها النبات من التربة بكميات أقل نسبياً .

الحديد . . ويمتصه النبات بكميات قليلة نسبياً .

العناصر المغذية الصغرى minor elements ، أو micro nutrients :

هي العناصر التي يحتاج إليها النبات بكميات صغيرة جداً ، وتسمى العناصر النادرة ؛ وهي : المنجنيز ، والبورون ، والنحاس ، والزنك ، والموليبدينم ، والكلور ، والصوديوم ، والسيليكون .

المخصبات fertilizers :

يقصد بها الأسمدة الكيميائية فقط (عن Devlin ١٩٧٥) .

طرق التعرف على حاجة محاصيل الخضر إلى التسميد

التعرف على الحاجة إلى التسميد من أعراض نقص العناصر

تظهر أعراض نقص العناصر بصفة خاصة وقت التزهير والإثمار ؛ إذ تزداد احتياجات النبات إلى العناصر الغذائية خلال تلك الفترة . وبالمقارنة بفصل الصيف ، فإن أعراض نقص العناصر لا تظهر بوضوح خلال فصل الشتاء بسبب بطء النمو .

وحتى تسهل دراسة أعراض نقص العناصر ، فإنه يلزم تقسيمها إلى مجاميع تشترك فيها عناصر كل مجموعة في أعراض خاصة فيما بينها ، وهذا ما سنتناوله بالشرح في الجزء التالي ؛ ثم تعقب ذلك دراسة للعوامل التي تحدث أعراضاً شبيهة بأعراض نقص العناصر .

تقسيم العناصر المغذية حسب أعراض نقصها

١ - عناصر تشترك في ظهور أعراض نقصها على الأوراق المسنة أولاً ؛ وهى : الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والموليبدنم ، والمغنسيوم ، والكبريت ، والنحاس ، والنيروجين .

الفوسفور : يبقى لون الأوراق أخضر قائماً ، وقد يظهر لون أخضر محمر أو قرمزي على نصل الأوراق والعروق والسيقان ، خاصة من الجانب السفلى للأوراق . ويظهر فى أوراق البطاطس التفاف وبهتان فى اللون وبعض الاحتراق . وعموماً . . فإن النباتات تكون ضعيفة النمو ، وتكون السيقان متخشبة ، ويقف نمو الجذور الليفية ، ويتأخر عقد الأزهار ونضج المار .

البوتاسيوم : تأخذ الأوراق المسنة لوناً أخضر رمادياً ، ثم يتغير إلى اللون البرونزي أو البنى المصفر ، وتلتف حواف الأوراق ، ويكون نمو النبات بطيئاً ، ويضعف نمو الجذور ، ويظهر عدم تجانس فى نضج الثمرة الواحدة .

أ - يظهر لون أصفر بين العروق فى أنسجة الورقة ، بينما تظل العروق بلون أخضر داكن . ويشترك فى هذه الأعراض كل من : الموليبدنم ، والمغنسيوم .

الموليبدنم : يكون لون الأوراق الصغيرة أخضر عادياً ، ثم تتبرقش مع كبرها فى

السن ، وتظهر بقع بنية اللون على طول حافة الورقة . تكون الأوراق غير طبيعية المظهر ، وفي القنبط تكون ضيقة جدا ، ويكون النبات متقزمًا ، كما تكون الأقراص مفككة وغير مندمجة .

المغنسيوم : تلتف حواف الأوراق لأعلى ، ويتغير لون البقع الصفراء إلى اللون البنى ، ثم تموت هذه الأنسجة . وتظهر في بعض النباتات صبغات أرجوانية محمرة ، بدلا من الاصفرار ، وفي الصليبيات يظهر لون برّاق على الأوراق . وعمومًا . . تكون الساق سهلة التقصف .

ب - اصفرار الأوراق :

يشارك في هذه الأعراض كل من : الكبريت ، والنحاس ، والنيروجين .

الكبريت : تكون الأوراق السفلى سميكة ، والسيقان صلبة ورقيقة ، والجذور كبيرة .

النحاس : تكون الأوراق متدلية ، وقد تكون مطاولة ، خاصة في الخس ، ويكون نمو النبات بطيئًا . وفي البصل تكون الأبصال رخوة ، وحراشيفها رفيعة ، وذات لون أصفر باهت .

النيروجين : قد يعم الاصفرار كل النبات ، ويكون النبات ضعيفًا ومتقزمًا ، كما تكون الثمار والجذور أصغر من حجمها الطبيعي .

٢ - عناصر تشترك في ظهور أعراض نقصها على الأوراق الحديثة أولاً ، وهي : الحديد ، والمنجنيز ، والزنك . ولا يحدث جفاف في أى جزء من الورقة .

المنجنيز : تتلون الأنسجة بين العروق باللون الأصفر ، ثم يتحول لون هذه الأنسجة إلى اللون البنى ، أو تصبح شفافة . وفي البنجر تأخذ الأوراق لونًا أحمر داكنًا ، وتظهر خطوط مصفرة في أوراق البصل والذرة .

الزنك : تكون الأوراق الحديثة صغيرة جدا ومبرقشة ومصفرة ، وعادة ما تظهر بها بقع ذات أنسجة ميتة . وفي الفاصوليا تظهر بقع صفراء بنية محمرة على الأوراق الفلقية . وتظهر بقواعد أنصال أوراق الذرة خطوط خضراء وصفراء عريضة . وفي

البنجر يظهر اصفرار بين العروق ، وتحترق حواف الورقة . وهناك أعراض أخرى في الذرة ؛ هي : تأخر ظهور المياسم (الحريرة) ، وعدم امتلاء الكيزان جيداً لعدم تمام التلقيح .

٣ - عناصر تشترك في ظهور أعراض نقصها أساساً على الأنسجة النامية للجذور والسيقان ، وهي : البورون ، والكالسيوم .

البورون : تتلون حواف الأوراق أحياناً باللون الأصفر أو البني ، وتنحنى حواف الأوراق الصغيرة الحديثة ، ويظهر تبرقش بأوراق الخضر الجذرية . وتظهر في جذور البنجر بقع فلينية بنية أو سوداء متناثرة عادة قرب السطح ، أو قرب حلقات النمو . وتظهر في جذور اللفت والروتاباجا مناطق كثيرة مائية بنية اللون قرب مركز الجذور . وفي القنبط تتلون الأقراص باللون البني . وفي البروكولي تتلون البراعم الزهرية باللون البني . وتظهر في سيقان كل من : القنبط ، والبروكولي ، والكرنب مناطق مائية تصبح شقوقاً بنية اللون فيما بعد . وتظهر على السطح الخارجى لأعناق الكرفس بقع طولية متحللة ، كما تظهر على أعناق أوراق السلق خطوط داكنة وتشققات .

الكالسيوم : قد تتلون الأوراق باللون الأصفر . وتنحنى حواف الأوراق الصغيرة لأعلى ، وأحياناً تكون حوافها متموجة وغير منتظمة . وعموماً . . تظهر بقع متحللة في الجزء العلوى للنبات وتكون السيقان ضعيفة وبطيئة النمو . ويظهر مرض تعفن الطرف الزهرى في الطماطم ، ومرض القلب الأسود في الكرفس ، واحتراق حواف الأوراق في الخس (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

هذا ويتطلب إرجاع الأعراض المشاهدة إلى نقص عنصر معين التسلسل في مفتاح خاص بأعراض نقص العناصر مثل الذى وضعه English & Maynard (١٩٧٨) لمحاصيل الخضر .

ومن أكبر عيوب الاعتماد على أعراض نقص العناصر كدليل للحاجة إلى التسميد أن مجرد ظهور أعراض نقص عنصر ما يعد دليلاً قوياً على أن النبات يعانى بالفعل من جراء نقص هذا العنصر ؛ الأمر الذى ينعكس سلباً على المحصول المتوقع من هذا النبات ، حتى بعد أن يتم تصحيح هذا النقص .

ولمزيد من التفاصيل عن الأعراض الخاصة بنقص العناصر في محاصيل الخضر . .
يمكن الرجوع إلى حسن (١٩٩٧) ، كما يعطى كل من Wallace (١٩٦١) ،
و Scaife & Turner (١٩٨٣) وصفًا دقيقًا - مزودًا بالصور الملونة - لأعراض نقص
كل عنصر .

الحالات التي تتشابه أو تختلط بأعراض نقص العناصر

- قد تتشابه أو تختلط أعراض نقص بعض العناصر بحالات أخرى ، كما يلي :
- ١ - قد تؤدي زيادة امتصاص النبات لبعض العناصر - بسبب توفرها في التربة - إلى
ظهور أعراض نقص بعض العناصر الأخرى ، ورغم توفرها في التربة ؛ فمثلا :
أ - تؤدي زيادة عنصر الفوسفور إلى ظهور أعراض نقص عنصرى الزنك والحديد .
ب - تؤدي زيادة أى من عناصر البوتاسيوم ، أو الصوديوم ، أو المغنيسيوم إلى
ظهور أعراض نقص الكالسيوم .
ج - تؤدي زيادة عنصر البوتاسيوم إلى ظهور أعراض نقص المغنيسيوم .
د - تؤدي زيادة أى من عناصر النحاس ، أو المنجنيز ، أو الزنك إلى ظهور أعراض
نقص عنصر الحديد .
 - ٢ - قد تؤدي زيادة امتصاص بعض العناصر إلى حدوث تسمم بالنبات ، وظهور
أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر الأخرى ؛ فمثلا :
أ - تتشابه أعراض التسمم بأى من عنصرى الصوديوم ، أو الكلور مع أعراض
نقص البوتاسيوم ، ويكون ذلك على صورة احتراق بحواف الأوراق .
ب - تتشابه أعراض التسمم بأى من عناصر الزنك ، أو النحاس ، أو المنجنيز
بأعراض نقص الحديد .
ج - تتشابه أعراض التسمم بالألومنيوم (فى الأراضى الحامضية) بأعراض نقص
الفوسفور .
د - تتشابه أعراض التسمم بالمنجنيز مع أعراض نقص نفس العنصر .

٣ - قد تؤدي بعض الظروف البيئية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر ؛ فمثلاً :

أ - تحدث الحرارة المنخفضة أعراضاً شبيهة بأعراض نقص عنصر الفوسفور ؛ ويكون ذلك بظهور صبغات قرمزية محمرة .

ب - يؤدي التعرض للرياح أو للجفاف إلى ظهور احتراق بحواف الأوراق يكون شبيهاً بأعراض نقص البوتاسيوم .

ج - يؤدي سوء الصرف إلى ظهور أعراض تتشابه مع أعراض نقص عدد من العناصر ؛ مثل : اللون القرمزي الذي يتشابه مع أعراض نقص الفوسفور ، واللون الأصفر الذي يتشابه مع نقص النيتروجين ، واحتراق حواف الأوراق الذي يتشابه مع نقص البوتاسيوم ، والاصفرار الجزئي للأوراق الذي يتشابه مع أعراض نقص كل من عنصرى الحديد والمنجنيز .

٤ - قد تؤدي بعض الإصابات المرضية والحشرية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص عنصرى النيتروجين (اصفرار الأوراق السفلى) ، والبوتاسيوم (احتراق حواف الأوراق) .

ب - تؤدي عديد من الإصابات الحشرية - خاصة المن - إلى حدوث تشوهات بالأوراق تشبه أعراض نقص عنصر البورون .

ج - تؤدي الإصابة بالعنكبوت الأحمر إلى ظهور لون برونزي شاحب يُخفى معه أعراض نقص بعض العناصر .

د - تتشابه أعراض الإصابة بفيتوسات الاصفرار - إلى حد كبير - مع أعراض نقص عنصر المغنسيوم (اصفرار بين العروق فى الأوراق السفلى) .

هـ - تؤدي إصابة البطاطس بالرايزوكتونيا إلى التلف حواف الأوراق العلوية فيما يشبه أعراض نقص عنصر الكالسيوم .

٥ - تؤدي المعاملة بالمبيدات والأسمدة - أحياناً - إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر ؛ مثال ذلك :

أ - قد يصاحب الرش ببعض المبيدات ظهور أعراض ، كالتلون باللون الأصفر ، أو تلون بين العروق باللون البنى ، وكذلك تلون حواف الأوراق باللون البنى ، وهى أعراض تتشابه مع أعراض نقص النيتروجين والكالسيوم ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم .

ب - قد تحدث أضرار من الأسمدة ، كتلون بين العروق باللون البنى ، ويتشابه ذلك مع أعراض نقص البوتاسيوم (عن Douglas ١٩٨٥) .

سمية العناصر

١ - المنجنيز :

يعد المنجنيز مثالا للعناصر التي ينخفض فيها المدى بين النقص والسمية . وهو عنصر يتراكم - عند كثرته - فى النموات الخضرية ، ويتناسب مدى الضرر الذى يحدثه مع التركيز الذى يصل إليه . تتضمن أعراض التسمم اصفرار حواف الأوراق وظهور بقع متحللة بها ، وقد لا يكون ذلك مصاحباً بنقص فى النمو الخضرى . وقد يترتب على ذلك اكتساب الجذور لوناً بنياً .

يتراوح الحد الأقصى للمنجنيز فى الأنسجة النباتية - الذى يمكن للنباتات تحمله - بين ٣٨٠ و ١٦٠٠ جزء فى المليون .

وتؤدى زيادة عنصر المنجنيز إلى ظهور أعراض نقص الحديد . وتؤدى إضافة الحديد - فى صورة مخلية ، أو رشا - إلى تقليل امتصاص المنجنيز .

٢ - النحاس :

تظهر أعراض التسمم بالنحاس على صورة اصفرار وتقزم بالنباتات . ويرجع الاصفرار إلى نقص عنصر الحديد الذى يترتب على زيادة تركيز عنصر النحاس فى الأنسجة . تظهر أعراض التسمم - فى البداية - فى القمم النامية للجذور ، ويلى ذلك عدم تكون تفرعات جذرية ، وضعف المجموع الجذرى بصورة عامة .

٣ - الألومنيوم :

تشابه أعراض التسمم بالألومنيوم - كثيراً - مع أعراض نقص الفوسفور ؛ الأمر الذى يفيد احتمال وجود علاقة بين التسمم بالألومنيوم وامتصاص الفوسفور . إن أعراض التسمم بالألومنيوم تتضمن تقزم النمو ، وتكون أوراقاً صغيرة ذات لون أخضر قاتم ، وتأخر النضج ، مع ظهور لون قرمزي على أوراق وسيقان النباتات . وكثيراً ما تصفر أطراف الأوراق وتموت .

كذلك يحدث التسمم بالألومنيوم نقصاً فى الكالسيوم يظهر فى صورة تجعد والتفاف بالأوراق الحديثة ، وانهيار بالقمم النامية أو أعناق الأوراق . كما تصبح القمم النامية

للجذور سميكة وتكتسب لوناً بنياً ، مع ظهور جذور جانبية قصيرة وسميكة ، وغياب تكوين التفرعات الجذرية الدقيقة . وهذه الجذور تكون أكثر عرضة للإصابات المرضية ، فضلاً على كونها أقل كفاءة في امتصاص احتياجات النبات من الماء والعناصر الغذائية (عن Hale & Orcutt ١٩٨٧) .

التعرف على الحاجة إلى التسميد بواسطة النباتات الحساسة لنقص العناصر المختلفة

يمكن التعرف على حاجة محاصيل الخضر إلى التسميد بعناصر معينة بزراعة النباتات الحساسة لهذه العناصر Indicator Plants ، كما يلي (عن Wallace ١٩٦١) :

لاكتشاف نقص عنصر	ينصح بزراعة
النيتروجين	القنبيط - البروكولى - الكرنب
الفوسفور	الكيل
الكالسيوم	القنبيط - البروكولى - الكرنب
المغنسيوم	القنبيط
البوتاسيوم	البطاطس - الفول الرومى - القنبيط
الصوديوم	بنجر السكر
الحديد	القنبيط - البروكولى - الكرنب - البطاطس
المنجنيز	بنجر السكر - البطاطس
البورون	بنجر السكر
النحاس	القمح
الزنك	النجليات - الكتان
الموليبدينم	القنبيط - الخس

كما يعطى المرجع قائمة أخرى كبيرة بالنباتات الحساسة التى يمكن استخدامها فى الظروف المختلفة .

التعرف على الحاجة إلى التسميد من تحليل التربة

يستفاد من تحليل التربة في تقدير محتواها من العناصر الغذائية ؛ وبالتالي في تحديد مدى الحاجة إلى التسميد ، ويقتدى في هذا الشأن بمستويات العناصر التي يجب أن تتوفر في التربة للنمو الجيد . هذا إلا أنه ليس من أهداف هذا الكتاب شرح تفاصيل الطرق المستخدمة في التحليل الكيميائي للتربة ، أو المياه ، أو النبات ؛ فلمثل هذه التحاليل مراجعها المتخصصة . ومن هذه المراجع - على سبيل المثال لا الحصر - Black وآخرون (١٩٦٥أ ، و ١٩٦٥ ب) بالنسبة لكافة تحاليل التربة الكيميائية ، والفيزيائية ، والميكروبيية ، و Chapmann & Pratt (١٩٦١) بالنسبة لتحاليل التربة والمياه ، و Ranganna (١٩٧٧) بالنسبة لتحاليل الأنسجة النباتية .

طرق أخذ عينات التربة للتحليل

تؤخذ عينات التربة للتحليل في المراحل المبكرة لتحضير الحقل للزراعة قبل إجراء أي تسميد عضوى أو كيميائي ، وتكون العينة ممثلة لعمق صفر - ٣٠ سم بالنسبة لمعظم الخضر ، يضاف إليها عينة أخرى من عمق ٣٠ - ٦٠ سم بالنسبة لمحاصيل الخضر ذات الجذور المتعمقة .

يستعمل مثقاب التربة (الأوجر Auger) لأخذ عينات التربة ، والتي يجب أن تكون ممثلة لتربة الحقل . ويتحقق ذلك بتمثيل الحقل بخمسة مواقع لكل فدان ، بحد أدنى ١٥ موقعاً بالنسبة للحقول التي تقل مساحتها عن ثلاثة أفدنة .

تُضمّ العينات الممثلة لكل مساحة محددة معاً ، وتخلط جيداً ، وتؤخذ منها عينة زنة نصف كيلو جرام فقط توضع في كيس بلاستيكي يحكم إغلاقه ، ويرسل للتحليل .

ونظراً لأن تحليل تربة الحقل يحتاج إلى نحو نصف كيلو جرام فقط من التربة ، بينما يوجد في كل فدان نحو بليون كيلو جرام من التربة السطحية . . ولما كانت العينة المستخدمة في التحليل يجب أن تكون ممثلة تماماً لتربة الحقل ؛ لذا . . فإنه من الضروري مراعاة بعض القواعد التي تقلل من فرصة حدوث الأخطاء عند تحضير تلك العينة . ونوجز هذه القواعد فيما يلي :

١ - أخذ سلسلة من العينات (يطلق عليها اسم cores) من الحقل بطريقة منتظمة systematic تعتمد على تقسيم الحقل إلى مربعات ذات مساحات متماثلة ، ثم أخذ عينة من مركز كل مربع أو كل عدد ثابت من المربعات . يراعى أن تكون جميع العينات متساوية فى قطرها وفى العمق الذى وصلت إليه ؛ ومن ثم تكون متساوية فى الحجم .

٢ - تُعدّ أنابيب التربة soil tubes أفضل وسيلة لأخذ العينات ؛ وهى عبارة عن أسطوانات معدنية ذات يد ، ومفتوحة من أسفل ، ولها فتحة جانبية تبدأ من قرب طرفها السفلى بنحو ٢,٥ سم ، وتمتد لمعظم طول الأسطوانة ، لرؤية بروفيل التربة ، ولأخذ العينات من الأعماق المرغوب فيها . ويتراوح العمق الذى تؤخذ منه العينات - عادة - بين ١٥ سم و ٣٠ سم . وتكون العينات التى تؤخذ بهذه الطريقة صغيرة جداً لدرجة أن كل ١٥ - ٢٠ عينة منها يبلغ وزنها نحو نصف كيلو جرام .

٣ - يجب الإبقاء على بعض العينات مستقلة ، أو على عينات مركبة مختلفة - تمثل مكررات مختلفة من الحقل - لتحليلها مستقلة ؛ بهدف التعرف على جوهرية الاختلافات بين أجزاء الحقل .

٤ - يجب أخذ عينات منفصلة من الأماكن التى تظهر بها اختلافات كبيرة فى نوع التربة ، وحالة الصرف ، والمظهر ، والمعاملات السابقة التى أجريت للحقل ، كأن يكون قد سبق قلب السماد العضوى أو الجبس الزراعى فيها . وإذا كانت المساحات التى تمثلها تلك العينات الشاذة صغيرة إلى درجة يصعب معها إعطاؤها معاملات خاصة بها لتصحيح الأوضاع فيها ، فإنه يفضل استبعاد العينات المأخوذة منها كلية ؛ حتى لا تؤثر على دقة تمثيل العينة المستخدمة فى تحليل تربة الحقل .

٥ - يتوقف عدد العينات التى يتعين أخذها من الحقل على مدى تباين التربة ، والدقة المطلوبة ، وأنواع التحاليل المطلوبة . وعادة . . يؤخذ ما لا يقل عن ١٥ - ٢٠ عينة من الحقل الواحد ، يتم خلطها معاً بصورة جيدة ؛ لتكون ما يُعرف بـ « العينة المركبة Composite Sample » . وإذا زاد وزن هذه العينة عن نصف كيلو جرام ، فإنها تُجزأ لأخذ عينات مناسبة منها للتحليل .

هذا .. وتكون الأراضي المزروعة - عادة - أقل تجانساً من الأراضي البكر ، كما تكون الأراضي الملحية والقلوية شديدة التباين (عن Chapman & Pratt ١٩٦١ ، و Tisdale & Nelson ١٩٧٥) .

تقييم نتائج التحاليل الكيميائية للتربة

إن قيمة وأهمية نتائج التحاليل الكيميائية للتربة لا تتضح إلا إذا عُرِفَت مدلولاتها وقيمت تقييماً سليماً ، وهو ما نهدف إليه من تقديم هذا الجزء .

وكبداية .. يوضح جدولاً (٧ - ١) ، و (٧ - ٢) - بصورة عامة - المستويات التي تُعد منخفضة ، أو معتدلة ، أو مرتفعة من مختلف العناصر الضرورية للنبات في الأراضي الزراعية .

جدول (٧ - ١) : المستويات المنخفضة والمعتدلة والمرتفعة من العناصر الغذائية الأولية في التربة (عن Minges وآخرين ١٩٧١) .

العنصر	مستويات العنصر بالكجم / فدان		
	منخفض	معتدل	مرتفع
النترات (NO ₃)	صفر - ١٢	١٢ - ٣٦	٣٦ - ٤٨
الفوسفور الذائب (P)	صفر - ١٥	١٥ - ٤٥	٤٥ <
البوتاسيوم المتبادل (K)	صفر - ٩٠	٩٠ - ١٨٠	١٨٠ <

جدول (٧ - ٢) : مستويات التربة من العناصر الدقيقة التي يجب أن تتوفر للنمو الجيد (عن Buckman & Brady ١٩٦٠) .

العنصر	المدى الطبيعي		المستوى المعتدل (جزء في المليون)
	(%)	(جزء في المليون)	
الحديد	٥,٠ - ٠,٥	٥٠٠٠ - ٥٠٠	٢٥٠٠
المنجنيز	١,٠ - ٠,٠٢	١٠٠٠ - ٢٠٠	٢٥٠٠
الزنك	٠,٠٢٥ - ٠,٠٠١	٢٥٠ - ١٠	١٠٠
البورون	٠,٠١٥ - ٠,٠٠٥	١٥٠ - ٥	٥٠
النحاس	٠,٠١٥ - ٠,٠٠٥	١٥٠ - ٥	٥٠
الموليبدينم	٠,٠٠٠٥ - ٠,٠٠٠٠٢	٥ - ٠,٢	٢
الكلورين	٠,١ - ٠,٠٠١	١٠٠ - ١٠	٥٠

هذا . . وتباين نتائج تحليل العناصر الغذائية فى التربة تبعا لطريقة استخلاص العناصر منها كما يلى :

١ - طريقة الاستخلاص باستعمال حامض الخليك :

لا يعطى حامض الخليك - كمستخلص للعناصر من التربة - نتائج جيدة فى الأراضى ذات رقم الحموضة المرتفع نسبيا ، وتكون الحدود الحرجة للعناصر فى التربة - عند اتباع هذه الطريقة - كما يلى :

العنصر	مجم / كجم تربة
النيتروجين	١٢ - ٤٠
الفوسفور	٤٠ - ١٥٠
البوتاسيوم	١٥٠ - ٥٢٥
الكالسيوم	٤٠ <
المغنيسيوم	١٥٠ <

٢ - طريقة الاستخلاص باستعمال خلات الأمونيوم :

تكون الحدود الحرجة للعناصر فى التربة كما يلى :

العنصر	مجم / كجم تربة
البوتاسيوم	٢٠٠ - ٦٠٠
الكالسيوم	٧٤٥ <
المغنيسيوم	١٠٠ <

٣ - طريقة الاستخلاص باستعمال الماء المقطر :

يتم التقدير - فى هذه الطريقة - للعناصر التى توجد فى مستخلص التربة المشبع ، وتكون الحدود الحرجة للعناصر كما يلى :

العنصر	مجم / كجم تربة
النيتروجين	٩٠ - ٥٠
الفوسفور	٤٠ - ١٢
البوتاسيوم	١٥٠ - ٤٠
الكالسيوم	٦٠٠ - ٢٠٠
المغنيسيوم	٦٠٠ <
	١٠٠ <

٤ - طريقة مستخلص الماء (١ : ٥) :

تعتمد هذه الطريقة على رج عينة التربة مع خمسة أمثال وزنها من الماء المقطر رجاً جيداً لمدة ١٥ دقيقة على جهاز رج ، ثم ترشيح المخلوط وإجراء التحليل على الراشح . وتُقيم نتائج التحاليل في المستخلص المُحصّل عليه بهذه الطريقة كما يلي :

مستوى التحليل (مجم / كجم تربة)					
العنصر	منخفض جداً	منخفض	عادي	مرتفع	مرتفع جداً
النيتروجين الكلي	٠,٢ >	١,٠ - ٠,٢	٥ - ١	١٢ - ٥	١٢ <
خامس أكسيد الفوسفور	٠,٢ >	١,٠ - ٠,٢	٢,٥ - ١	٦,٠ - ٢,٥	٦ <
أكسيد البوتاسيوم	٠,٥ >	٢,٠ - ٠,٥	٩ - ٢	١٥ - ٩	١٥ <
أكسيد الكالسيوم	٥ >	١٠ - ٥	٤٠ - ١٠	٨٠ - ٤٠	٨٠ <
أكسيد المغنيسيوم	٠,٥ >	١,٥ - ٠,٥	٥,٠ - ١,٥	١٠ - ٥	١٠ <
الأملاح الكلية	٢٠ >	٣٠ - ٢٠	٧٠ - ٣٠	١٥٠ - ٧٠	١٥٠ <

٥ - طريقة استخلاص الفوسفور باستعمال بيكربونات الصوديوم (طريقة أولسون) :

تقيم نتائج التحليل للفوسفور الميسر في التربة - عند اتباع هذه الطريقة - كما يلي :

مستوى العنصر	التوكيز (جزء في المليون)
منخفض	٥,٠ >
متوسط	١٠ - ٥
معتدل	١٠ <

٦ - طريقة استخلاص العناصر الصغرى باستعمال محلول الـ DTPA :

تكون الحدود الحرجة لتركيز العناصر الصغرى عند اتباع هذه الطريقة كما يلي :

مستوى التحليل (مجم / كجم تربة)

العنصر	منخفض جدا	منخفض	عادي	مرتفع	مرتفع جدا
الحديد	5,0 >	10 - 5	11 - 16	17 - 25	25 <
المنجنيز	4,0 >	8 - 4	9 - 12	13 - 30	30 <
الزنك	0,5 >	1,0 - 0,5	1 - 2	2 - 6	6 <
النحاس	0,2	0,3 - 0,8	0,9 - 1,2	1,2 - 2,5	2,5 <

٧ - طريقة استخلاص البورون باستعمال الماء الساخن :

تقيم نتائج تحليل البورون - عند اتباع هذه الطريقة - كما يلي :

مستوى العنصر	التركيز (جزء في المليون)
منخفض جدا	0,3 >
منخفض	0,4 - 0,7
متوسط	0,8 - 1,2
مرتفع	1,3 - 2,0
مرتفع جدا	2,0 <

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف طرق التحاليل المبينة أعلاه . . يُراجع مشروع الزراعة المحمية (١٩٨٩) .

وتعطى جداول (٧ - ٣) إلى (٧ - ٧) مزيداً من التفاصيل عن مستويات النقص والكفاية والسمية لمختلف المكونات والعناصر الضرورية للنبات - في التربة - عند إجراء التحليلات بطرق مختلفة .

جدول (٧ - ٣) : مستويات النقص والكفاية والسمية من عناصر الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والمغنيسيوم ، والزنك في التربة^(١) (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

التركيز في التربة بالجزء في المليون			
مستوى العنصر في التربة	الفوسفور (PO ₄ - P)	البوتاسيوم (K)	المغنيسيوم (Mg)
منخفض إلى درجة النقص	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
بالنسبة لمعظم الخضروات	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
منخفض إلى درجة النقص	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
بالنسبة للخضروات الحساسة	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
يمكن أن تستجيب قليل من	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
الخضار الحساسة للتسميد	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
لا تستجيب الخضار للتسميد	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
بالعنصر	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
مرتفع إلى درجة أنه قد	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
يحدث مشاكل للخضار	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠
المزروعة	١٠ - ٢٠	٦٠ - ١٢٠	٢٥ - ٥٠

(١) القيم الموضحة لمستويات العناصر هي تلك التي يحصل عليها من طرق التحاليل التالية :

الفوسفور : طريقة Olson Bicarbonate Extraction .

البوتاسيوم والمغنيسيوم : طريقة Ammonium Acetate Extraction .

الزنك : طريقة DPTA Extraction .

جدول (٧ - ٤) : تقييم نتائج تحليل التربة بطريقة Double-Acid (٠,٠٥ عيارى حامض أيدروكلوريك ، و٠,٠٢٥ عيارى حامض كبريتيك) بالنسبة لعناصر الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والمغنيسيوم .

الكمية (كجم / فدان)			
المستوى النسبي للعنصر في التربة	الفوسفور (P)	البوتاسيوم (K)	المغنيسيوم (Mg)
شديد الانخفاض	٦,٥ - ١٧	١٤,٥ - ٣٥	١٧ - ٢٥
منخفض	١٣,٥ - ٢٢,٥	٣٥ - ٦٧	٢٥ - ٥٩
متوسط	٢٢,٥ - ٤٤,٥	٦٧ - ١٣٣,٥	٥٩ - ١٢٦
مرتفع	٤٤,٥ - ٤٥	١٣٣,٥ - ١٣٤	١٢٦ - ١٢٦,٥
شديد الارتفاع	٤٥	١٣٤	١٢٦,٥

جدول (٥ - ٧) : تقييم نتائج تحليل التربة بطريقة Bray P₁ (٠,٠٢٥ عيارى حامض الأيدروكلوريك ، ٠,٠٣ عيارى فلوريد الأمونيوم) بالنسبة لعنصرى الفوسفور ، والبوتاسيوم .

الكمية (كجم / فدان)		
المستوى النسبى للعنصر فى التربة	الفوسفور (P)	البوتاسيوم (K)
شديد الانخفاض	صفر - ١٢,٥	صفر - ٦٠
منخفض	١٣ - ٢٥	٦٠,٥ - ٩٠
متوسط	٢٥,٥ - ٣٧,٥	٩٠,٥ - ١٥٠
مرتفع	٣٨ - ٧٥	١٥٠,٥ - ٢٥٠
زائد الانتاج	< ٧٥	< ٢٥٠

جدول (٦ - ٧) : المستوى الحرج للعناصر الدقيقة فى التربة عند إجراء التحليل بمختلف الطرق (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

العنصر	الطريقة	مدى المستوى الحرج بالجزء فى المليون ^(١)
البورون (B)	Hot H ₂ O	٠,٧ - ٠,١
النحاس (Cu)	NH ₄ C ₂ H ₃ O ₂ (pH 4.8)	٠,٢
	0.5M EDTA	٠,٧٥
	0.43N HNO ₃	٤ - ٣
	Biological assay	٣ - ٢
الحديد (Fe)	NH ₄ C ₂ H ₃ O ₂ (pH 4.8)	٢
	DTPA + CaCl ₂ (pH 7.8)	٤,٥ - ٢,٥
المنجنيز (Mn)	0.05N HCl + 0.025N H ₂ SO ₄	٩ - ٥
	0.1N H ₃ PO ₄ and 3N NH ₄ H ₂ PO ₄	٢٠ - ١٥
	Hydroquinone + NH ₄ C ₂ H ₃ O ₂	٦٥ - ٢٥
	H ₂ O	٢
الموليبدينم (Mo)	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ (pH 3.3)	٠,٢ - ٠,٠٤
الزنك (Zn)	0.1N HCl	٧,٥ - ١,٠
	Dithizone + NH ₄ C ₂ H ₃ O ₂	٢,٣ - ٠,٣
	EDTA + (NH ₄) ₂ CO ₃	٣,٠ - ١,٤
	DTPA + CaCl ₂ (pH 7.3)	١,٠ - ٠,٥

(١) تظهر أعراض نقص العنصر - غالباً - عند انخفاض مستواه عن المستوى الحرج .

مع تحيات د. سلام حسين عويد الهلالي

<https://scholar.google.com/citations?>

[user=t1aAacgAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com/citations?user=t1aAacgAAAAJ&hl=en)

salamalhelali@yahoo.com

<https://www.facebook.com/salam.alhelali>

[https://www.facebook.com/groups/
/Biothesis](https://www.facebook.com/groups/Biothesis)

[https://www.researchgate.net/profile/
/Salam_Ewaid](https://www.researchgate.net/profile/Salam_Ewaid)

07807137614



https://t.me/agricultural_eng

جدول (٧ - ٧) : تقييم نتائج تحليل مختلف مكونات التربة عند تقديرها بطرق مختلفة (عن Chapman & Pratt (١٩٦١) .

الصفة المُقدَّرة	طريقة التقدير وأساس التعبير عن التركيز	المدى الطبيعي في التربة	المدى المناسب لمعظم النباتات	المدى العالي إلى المفرط في الزيادة
الكربونات	في المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	آثار إلى أكثر من ١,٠	صفر	آثار إلى ١,٠
البكربونات	في المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	١,٠ - ٥,٠	٠,١ - ٢,٥	٥,٠ - ١٩,٩
	في مستخلص ١ : ٥ (جزء في المليون من التربة الجافة)	٥٠ - ٢٥٠	٦,٠ - ١٠٠,٠	١٥٠ - ٢٥٠
الكلوريد	في المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	٠,١ - ٥,٠	٠,٢ - ٥,٠	١٠ - ١٠٠
	في مستخلص ١ : ٥ (جزء في المليون من التربة الجافة)	١٠,٠ - ٣٥٠	١٠ - ٧٥,٠	١٠٠ - ٢٠٠
الكالسيوم	في المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	٠,١ - ١٠,٠	١ - ١٠	?
المغنيسيوم	في المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	٠,٢ - ٥,٠	٠,٢ - ٥,٠	٣,٠ - ٣٠,٠
الصوديوم	في المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	٠,١ - ٥,٠	٠,١ - ٣,٥	١٥,٠

(يتبع)

تابع جدول (٧-٧) .

الصفة المُقدَّرة	طريقة التقدير وأساس التعبير عن التركيز	المدى الطبيعي في التربة	المدى المناسب لمعظم النباتات	المدى العالى إلى المفرط في الزيادة
	في مستخلص ١ : ٥ (جزء في المليون من التربة الجافة)	٢٥٠ - ٢٠	٥٠ - ٥,٠ <	١٥٠ >
	متبادل كنسبة مئوية من السعة التبادلية الكاتيونية	٥,٠ > - ١,٠ <	١٠,٠ - ١,٠	١٥,٠ >
الكبريتات	في المستخلص المشبع (مللى مكافء / لتر)	٢٠,٠ - ١,٠ <	٢٠,٠ - ١,٠ <	١٠٠ > - ٣٠ <
	في مستخلص ١ : ٥ (جزء في المليون من التربة الجافة)	٥٠٠ - ٢٥ <	٣٥٠ - ٢٥ <	٣٥٠ <
البوتاسيوم	في المستخلص المشبع (مللى مكافئ / لتر)	?	٥,٠ - ١,٠	٥,٠ <

وتقسم الخضروات حسب احتياجاتها من البورون إلى ثلاث مجاميع كالتالى :

١ - خضروات ذات احتياجات عالية من البورون ، وهى التى تتحمل تركيزات عالية منه فى التربة وماء الرى ، وتستفيد بالبورون ، ويلزم معها أن يتوفر العنصر فى التربة بتركيز يزيد على ٠,٥ جزءاً فى المليون ، وهى مرتبة - تنازلياً - حسب احتياجاتها من العنصر كالتالى : البنجر - اللفت - الكرنب - البروكولى - القنبط - الهليون - الفجل - كرنب بروكسل - الكرفس - الروتاباجا .

٢ - خضروات ذات احتياجات متوسطة من البورون ، وهى التى تتحمل تركيزات متوسطة منه فى التربة وماء الرى ، ويجب معها أن يكون تركيز العنصر بين ٠,١ - ٠,٥ جزءاً فى المليون فى المحلول الأرضى ، وهى مرتبة تنازلياً حسب احتياجاتها للبورون كالتالى : الطماطم - الخس - البطاطا - الجزر - البصل .

٣ - خضروات ذات احتياجات منخفضة من البورون ، وهى الحساسة لزيادة البورون فى التربة وماء الرى ، ويجب معها ألا يزيد تركيز البورون فى المحلول الأرضى على ٠,١ جزءاً فى المليون ، وهى مرتبة تصاعدياً حسب حساسيتها للبورون كالتالى : الذرة السكرية - البسلة - الفاصوليا - فاصوليا الليما - البطاطس .

ويوضح جدول (٧ - ٨) احتمالات استجابة بعض محاصيل الخضار للتسميد بعناصر : الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والزنك ، عند تبين نتائج تحليل التربة .

كما يبين جدولاً (٧ - ٩) ، و (٧ - ١٠) الاحتياجات السمادية من عنصرى الزنك والمنجنيز - على التوالى - تبعاً لنتيجة تحليل التربة ورقم حموضتها (الـ pH) .

جدول (٧ - ٨) : احتمالات استجابة محاصيل الخضار للتسميد بعناصر : الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والزنك ، عند تبين نتائج تحليل التربة (عن Reiserauer وآخرين ١٩٨٣) .

مستوى العنصر (جزء فى المليون) والاستجابة للتسميد			
المحصول	العنصر	الاستجابة محتملة (المستوى أقل من)	الاستجابة غير محتملة (المستوى أعلى من)
القاوون	الفوسفور	٨	١٢
	البوتاسيوم	٨٠	١٠٠
	الزنك	٠,٤	٠,٦
الذرة	الفوسفور	٦	١٢
	البوتاسيوم	٥٠	٨٠
	الزنك	٠,٣	٠,٦
(يتبع)			

تابع جدول (٧ - ٨) .

مستوى العنصر (جزء في المليون) والاستجابة للتسميد		العنصر	المحصول
الاستجابة محتملة (المستوى أقل من)	الاستجابة غير محتملة (المستوى أعلى من)		
٢٥	١٥	الفوسفور	الخنس
٨٠	٥٠	البوتاسيوم	
١,٠	٠,٥	الزنك	
١٢	٨	الفوسفور	البصل
١٠٠	٨٠	البوتاسيوم	
١,٠	٠,٥	الزنك	
٢٥	١٢	الفوسفور	البطاطس
١٥٠	١٠٠	البوتاسيوم	
٠,٧	٠,٣	الزنك	
١٢	٦	الفوسفور	الطماطم
٨٠	٥٠	البوتاسيوم	
٠,٧	٠,٣	الزنك	
٩	٥	الفوسفور	محاصيل خضر أخرى (المواسم الدافئة)
٧٠	٥٠	البوتاسيوم	
٠,٥	٠,٢	الزنك	
٢٠	١٠	الفوسفور	محاصيل خضر أخرى (المواسم الباردة)
٨٠	٥٠	البوتاسيوم	
١,٠	٠,٥	الزنك	

جدول (٧ = ٩) : الاحتياجات السمادية من عنصر الزنك - تبعاً لنتيجة تحليل التربة - عند إجراء الاستخلاص بحامض أيدروكلوريك ٠,١ عيارى .

الاحتياجات السمادية (كجم زنك / فدان) عندما يكون pH التربة	نتيجة التحليل (جزء فى المليون من الزنك)	
أقل من ٦,٧	٦,٧ - ٧,٤	
أقل من ٢	١,٠	١,٥
٣ - ٥	صفر	١,٥
١٠ - ٥	صفر	١,٠
١٥ - ١١	صفر	صفر
أكثر من ١٥	صفر	صفر

جدول (٧ = ١٠) : الاحتياجات السمادية من عنصر المنجنيز - تبعاً لنتيجة تحليل التربة - عند إجراء الاستخلاص بحامض أيدروكلوريك ٠,١ عيارى (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

الاحتياجات السمادية (كجم منجنيز / فدان) عندما يكون pH التربة	نتيجة التحليل (جزء فى المليون من المنجنيز)	
أعلى من ٦,٥	٦,٥ - ٦	
أقل من ٥	٣	٤
١٠ - ٥	٢	٣
٢٠ - ١١	صفر	٢
٤٠ - ٢١	صفر	صفر
أكثر من ٤٠	صفر	صفر

هذا . . وللتحويل من مللى مكافئ (أو مللى مكافئ / لتر) إلى ملليجرام (أو جزء فى المليون) يضرب فى الوزن المكافئ هكذا :

المللى مكافئ من	يضرب فى وزنه المكافئ
Ca	٢٠,٠٤
Mg	١٢,١٦
Na	٢٣,٠٠
K	٣٩,١٠

الملى مكافئ من	يضرب فى وزنه المكافئ
Cl	٣٥,٤٦
SO ₄	٤٨,٠٣
CO ₃	٣٠,٠٠
HCO ₃	٦١,٠١
PO ₄	٣١,٦٥
Ca SO ₄ 2H ₂ O	٨٦,٠٩
CaCO ₃	٥٠,٠٤
S	١٦,٠٣
H ₂ SO ₄	٤٩,٠٤
Al ₂ (SO ₄) ₃ 18H ₂ O	١١١,٠٧
Fe SO ₄ 7H ₂ O	١٣٩,٠١
NO ₃	٦٢,٠٠

وللتحويل من مللى مكافئ / لتر من مستخلص التربة المشبع إلى جزء فى المليون فى التربة الجافة يضرب الناتج من التحويل السابق فى (النسبة المئوية للماء فى التربة عند نقطة التشبع مقسوماً على ١٠٠) .

التعرف على الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات

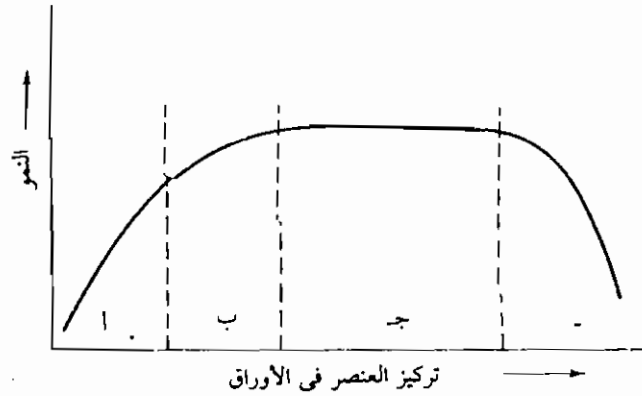
العلاقة بين النمو النباتى ومحتوى النبات من العناصر الغذائية

يتناسب النمو النباتى مع محتوى النبات من العناصر الغذائية الضرورية للنمو . فعندما تكون كافة العوامل الأخرى المؤثرة فى النمو مناسبة . . تظهر علاقة قوية بين نمو النباتات ومحتوى أوراقها من العنصر الغذائى الضرورى المعنى (شكل ٧ - ١) . وفى التركيزات المنخفضة من العنصر يكون النمو النباتى قليلاً ، ولكن مع أية زيادة بسيطة فى تركيز العنصر تحدث زيادة كبيرة فى النمو النباتى (منطقة أ) .

ومع اقتراب معدل النمو من المستوى الطبيعى تتناقص - تدريجياً - الزيادة فى معدل النمو بزيادة تركيز العنصر (منطقة ب) ، إلى أن نصل إلى نقطة لا تحدث بعدها أية زيادة فى معدل النمو مع زيادة تركيز العنصر (منطقة جـ) .

وتجدر الإشارة أن التركيز الحرج للعنصر Critical Concentration - وهو التركيز الذي يصاحبه نقص قدره ١٠٪ عن النمو الطبيعي (Ulrich ١٩٨٣) - يقع في المنطقة (ب). وتبدأ أعراض نقص العنصر في الظهور مع نقص تركيزه في النبات عن هذا الحد الحرج. كما أن الاستهلاك الترفي للعنصر Luxury consumption - وهو الاستهلاك الزائد على حاجة النبات الفعلية - يقع في المنطقة (ج).

ومع استمرار زيادة تركيز العنصر في النبات، فإنه يصبح ساماً، ويقل النمو النباتي تبعاً لذلك إلى أن يموت النبات (منطقة د).



شكل (٧-١): العلاقة بين النمو النباتي وتركيز العنصر السامد بالأنسجة النباتية. يراجع المثل للتفاصيل (Nelson ١٩٨٥).

الأمر التي يجب مراعاتها عند أخذ العينات النباتية للتحليل

يراعى عند أخذ العينات النباتية للتحليل أن تكون في العمر الفسيولوجي المناسب للمحصول، مع تجنب أخذ عينات مصابة بالأمراض أو الحشرات، أو من حقول سبق أن تعرضت لظروف بيئية قاسية؛ مثل الجفاف، أو الغرق، أو الملوحة العالية. وإذا وجدت آثار مبيدات على الأوراق فإنها يجب أن تغسل جيداً وتجفف قبل تحليلها. وبعد جمع العينات فإنها توضع في أكياس ورقية للتحليل، ثم تجفف في حرارة ٦٠°م. ثم تطحن وتخزن في أوعية محكمة الإغلاق لحين تحليلها.

إن أفضل العينات للتحليل هي تلك التي تؤخذ من أحدث الأوراق الكاملة النمو ، وهي تكون في البطاطس - مثلاً - الورقة الثالثة إلى الخامسة من القمة النامية ، وفي الطماطم الورقتين الثالثة والرابعة من القمة النامية ، وفي البصل الأوراق المركزية الكاملة النمو حديثاً ، وفي الفاصوليا الورقتين الثانية والثالثة من قمة النبات ، وفي البسلة الأوراق المركبة الكاملة النمو من العقدة الثالثة تحت القمة النامية ، وفي القرعيات أحدث الأوراق التي اكتمل نموها بالقرب من القمة النامية ، وفي الكرنب والقنبط أحدث الأوراق التي اكتملت نموها بالقرب من مركز النبات ، أو الأوراق المغلفة للرأس . . . وهكذا (عن مشروع العناصر المغذية الصغرى ومشاكل تغذية النبات في مصر ١٩٩١) .

يراعى أخذ ٢٥ عينة نباتية - على الأقل - لتمثل الحقل الواحد ، أو الأجزاء المتباينة مظهرها من الحقول الكبيرة . كما يراعى عدم التحيز عند أخذ العينات ؛ حيث تؤخذ عينة كل عدد ثابت من الأمتار ، مع رسم حرف W متكرر عند السير في الحقل لجمع العينات .

يتم استبعاد أعناق الأوراق ، ولكن تؤخذ أعناق الوريقات المركبة ، كما في الجزر والفاصوليا (عن Scaife & Turner ١٩٨٣) .

ويكون توزيع العينات النباتية - للتحليل على عدة مراحل من النمو - أفضل كثيراً من أخذ عدد كبير منها في مرحلة واحدة ؛ ذلك لأن النباتات السريعة النمو يتغير فيها تركيز العناصر تغيراً كبيراً خلال فترات زمنية قصيرة ؛ ولذا . . . يوصى بأخذ العينات النباتية للتحليل في ثلاث مراحل من النمو . وإذا تعذر تحقيق ذلك فإن أفضل عمر لتحليل النيتروجين والفوسفور هو خلال مراحل النمو المبكرة ، بينما يمكن الحصول على صورة أفضل عن البوتاسيوم من تحليل النباتات القريبة من النضج . هذا . . . مع العلم بأن تركيز العناصر الكبرى (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) ينخفض مع تقدم النباتات في العمر .

ومن أمثلة الأجزاء التي تستخدم في التحليل : أعناق الأوراق في البطاطس ، والطماطم ، والكرفس ، والقاوون ، والعرق الوسطى للورقة في الخس ،

والكربن ، والهندباء ، والذرة السكرية . ويلاحظ أن تركيز العناصر في أعناق الأوراق يزيد - بعدة مرات - عن تركيزه في أنصال الأوراق (عن Lorenz & Tyler ١٩٨٣) .

ويستخدم عنق الورقة أو عرقها الوسطى في تحليل النيتروجين عند تواجد التترات بالأوراق . أما في حالة عدم وجود التترات بأعناق الأوراق أو بالأنسجة الموصلة الأخرى فإنه يفضل تقدير النيتروجين الكلى في نصل الورقة . كذلك يحلل الكلورين في أعناق الأوراق . وبالنسبة للفوسفور فإن تقديره - في صورة PO_4 - ذاتياً في ٢٪ حامض خليك يكون - غالباً - في أعناق الأوراق مع إمكانية استخدام نصل الورقة كذلك . ويفضل استخدام نصل الورقة عند تقدير كل من البوتاسيوم ، والكالسيوم ، والصوديوم ، والمنجنيز ، والزنك ، والنحاس ، والمولبدنم ، واليورون ، والكبريتات (Ulrich ١٩٨٣) .

ومن أكبر المشاكل التي تواجه تحليل النبات - للتعرف على نقص الحديد والعناصر الصغرى - التلوث الخارجى بالعنصر ؛ فالأثرية السطحية - مثلاً - يمكن أن تحتوى على حديد يزيد بمقدار عشرة آلاف مرة على تركيز الحديد في المادة الجافة بالأوراق . كما أن الحديد يمكن أن يصل إلى العينة - بكميات كبيرة - من خلال الأجهزة أو الزجاجيات أو المواد المستخدمة في إعداد العينة وتحليلها .

وتجدر الإشارة إلى أن نقص الحديد قد يؤدي إلى فقد دائم في قدرة البلاستيدات الخضراء على تكوين الكلوروفيل . وحينما يتم توفير الحديد فإنه قد يتراكم في الأوراق المصفرة ولكنها تبقى كذلك .

وتعد أحدث الأوراق المكتملة النمو هي أفضلها لتحليل الحديد والعناصر الصغرى . يجب غسيل جميع الأوراق المستخدمة كعينات للتحليل غسلاً جيداً للتخلص من الملوثات السطحية وخاصة الغبار . ويفضل إجراء الغسيل بعد أخذ العينات مباشرة ؛ نظراً لصعوبة غسيل الأوراق الذابلة (عن Walihan ١٩٨٣) .

تقييم نتائج التحاليل الكيميائية للنباتات

ليس من بين أهداف هذا الكتاب شرح تفاصيل طرق التحاليل الكيميائية للأنسجة

النباتية ؛ فذلك أمر تقوم به الجهات والمعامل المختصة بالتحاليل ، ولها مراجعها المتخصصة التى نذكر منها - على سبيل المثال لا الحصر - كلا من : Ranganna (١٩٧٧) ، و Reisenauer (١٩٧٨) ، و Carpenter (١٩٨٢) . وفى المقابل . . يجب أن يكون منتج الخضر قادراً على تقييم نتائج التحاليل الكيميائية للنباتات ، وهو ما نهدف إليه من هذا الجزء .

من أكبر عيوب الاعتماد على تحليل النبات فى تقدير الحاجة إلى التسميد أن معظم الخضروات سريعة النمو ، وأنه نادراً ما تظهر أعراض نقص العناصر قبل أن تصل النباتات إلى مرحلة منتصف نموها ، وحينئذ يكون النمو سريعاً . ومع إجراء التحليل يكون الوقت قد أصبح متأخراً بالنسبة للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ، وإن كان من الممكن إعطاء دفعات من الأزوت فى هذه المراحل المتأخرة . وبالرغم من ذلك . . فإن نتائج التحليل تفيد فى وضع البرنامج التسميدى لمحاصيل الخضر التى تزرع مستقبلاً فى نفس الحقل (Lorenz & Tyler ١٩٨٣) .

وبداية . . يمكن الاسترشاد بجدول (٧ - ١١) الذى يوضح متوسط النسبة المئوية لمختلف العناصر المغذية الضرورية للنبات فى حالات النمو الطبيعى . كما يمكن تقدير مدى الحاجة إلى التسميد من جدول (٧ - ١٢) الذى يبين المستوى الطبيعى لمعظم العناصر الكبرى فى عدد من محاصيل الخضر .

ويكون من المؤكد ظهور أعراض نقص العناصر إذا انخفض تركيزها فى النبات - على أساس الوزن الجاف - عن ١,٥٪ بالنسبة للنيتروجين ، و ٠,٢٪ بالنسبة للفوسفور ، و ٠,٨٪ بالنسبة للبوتاسيوم (عن Wilcox ١٩٦٩ ، و Maynard ١٩٧٩) .

وكقاعدة عامة . . فإن تركيز العناصر فى الأنسجة النباتية ينخفض مع تقدم النباتات فى العمر ، ولكن بعض العناصر - وخاصة عنصرى الكالسيوم والمغنيسيوم - يزداد تركيزها بتقدم النباتات فى العمر .

ويلاحظ أن تراكم المادة الجافة فى النباتات - مع تقدمها فى العمر - يؤدى إلى تخفيف تركيز العناصر فى الأنسجة النباتية عند تقديرها على أساس الوزن الجاف .

جدول (٧ - ١١) : التركيز الطبيعي للعناصر الضرورية للنبات - فى الأنسجة النباتية - على أساس الوزن الجاف (عن Nelson ١٩٨٥) .

العنصر	التركيز
<u>عناصر غير سمادية (%)</u>	
الأيدروجين والكربون والأكسجين	٨٩
<u>عناصر كبرى (%)</u>	
النيتروجين	٤,٠
الفوسفور	٠,٥
البوتاسيوم	٤,٠
الكالسيوم	١,٠
المغنيسيوم	٠,٥
الكبريت	٠,٥
<u>عناصر صغرى (جزء فى المليون)</u>	
الحديد	٢٠٠
المنجنيز	٢٠٠
الزنك	٣٠
النحاس	١٠
البورون	٦٠
المولبدنم	٢
الصوديوم	٣٠٠
الكلورين	١٠٠٠

وللتفاعل بين العناصر - وما يصاحبه من تنافس على الامتصاص - دوره فى التأثير على تركيز العناصر فى الأنسجة النباتية .

كما أن عقد الثمار ونموها قد يؤدى إلى اتجاه العناصر إليها مباشرة ، إذ إنها منافس قوى للنموات الخضريّة فى جذب العناصر إليها ، وخاصة النيتروجين والبوتاسيوم (عن Hale & Orcutt ١٩٨٧) .

جدول (٧ - ١٢) : المستوى الطبيعي للعناصر الغذائية المختلفة في السيقان أو أعناق الأوراق.

العنصر بالجزء في المليون					
المحصول	النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم	المغنسيوم	الكالسيوم
الفاصوليا	٤٩١	٨٣	٤٠٧٨	١٨٠	٦٩٠
فاصوليا الليما	٨٥٥	١٤١	٥٣٨٩	٢٥٢	١٥٤١
البنجر	١٥٦٠	٦٥	١١٣٢٠	٦٨	٨٤
البروكولي	٢٤٨	٢١٢	٣٧٦٤	١٤٧	٦٤٣
الكرنب	١٢٢٠	١٤٠	٣٤١٠	٢٣٤	٩٦٦
القمييط	٦٠٠	١٠٩	٣٣١٩	٩٥	-
الكرفس	٣٩٣	٤٠٨	٤١٤٨	٢٦٨	٧٥٠
الكولارد	٧١٢	١١٤	٣٥٤٨	٢٠٢	٧٥٦
الذرة السكرية	٤٤٨	٣٤٣	٥٦٨٣	١٥٨	٣٦٣
اللوبيا	٤٤٧	٢١٥	٣٨٤٦	١٧٩	١٦٦٧
الخيار	١٣٣	٢١٥	٢٥٠٢	٤١١	٦٧٦٣
الباذنجان	١٤٣٣	٢٨٧	٤٣٨١	١١٨	١٥٤٤
الكيل	١٢٠٩	١٦٣	٦٨٩٩	٢٢٩	٧٦٣
الحس	٥٣١	٧٢	٣٢٥٢	١٠٧	١٢٧
القارون	١١١٧	٦٦	١٥٨٦	٨٥	١١٥٠
البصل	٤٩	١١٤	٢١٦١	٢٥١	٨١١
البقدونس	١٥٤	٢١٧	١٠٣٨	١٤٧	١١٤٣
الفلفل	١٠٤٤	١٠٧	٥٦٥٢	٣٩٧	١٩٤
البطاطس	٧٧٤	٩٤	٥٦٠٢	٢١٢	١١٠٧
الفجل	٣٠٧	٨٣	٣٠١٥	٢٨٧	١١٨٣
الروبارب	٧٠	٢٣٣	٣٩٨٣	٤٥	-
فول الصويا	٣٥٧	٢٠٩	٣٢٧٠	٢٥٨	١٧٥٦
السبانخ	٧٨٩	٣٨١	٥٧١٦	٣١٤	٢٠٣
البطاطا	١٥٣	٩٤	٣١٤٤	١٦٧	٧١٣
الطماطم	٧٤٠	١٥٠	٤١٦٧	٣٣٩	٣٨٣٧
اللفت	٢٤٩٠	٢٠٠	٣٨٧٨	٣٨٢	١٦٢٨

تقييم نتائج تحليل العناصر الأولية : النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم

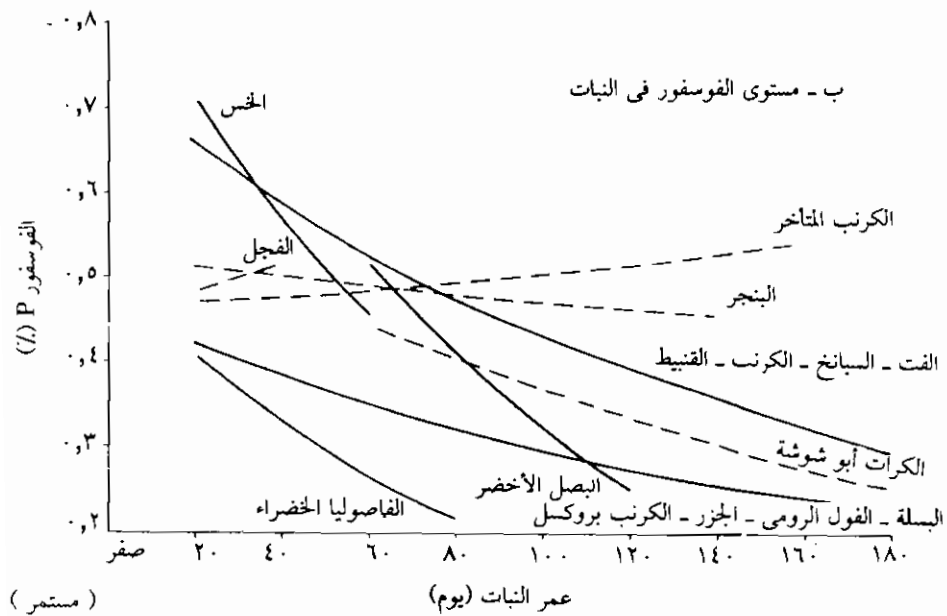
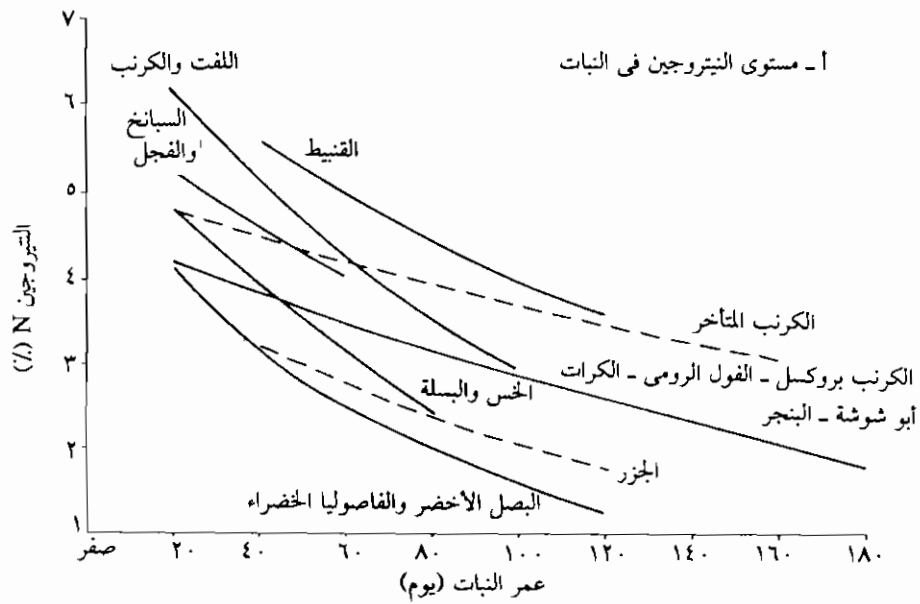
تحتوى أعناق الأوراق أو السيقان العليا لمعظم نباتات الخضر الطبيعية النمو - خلال فترة نموها القوي - على ما لا يقل عن ٨٠٠ جزء في المليون من النيتروجين التراتي (على أساس الوزن الطازج) . ومع نضج المحصول وتضاؤل النمو الخضري . . ينخفض تركيز النيتروجين التراتي - عادة - إلى أقل من ٥٠٠ جزء في المليون . ويدل تركيز أقل من ٥٠٠ جزء في المليون في مرحلة النمو النباتي النشط على نقص النيتروجين .

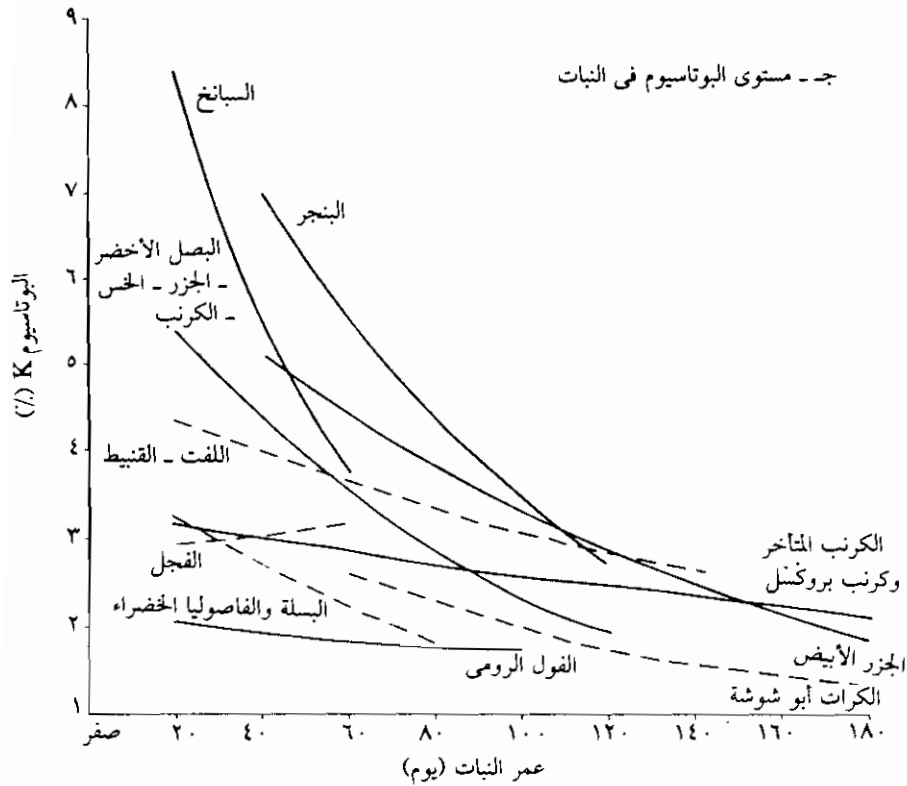
كما تحتوى النباتات - عادة - خلال مراحل نموها المبكرة على ٢٠٠ - ٣٠٠ جزء في المليون من الفوسفور الذائب في أعناق الأوراق والسيقان العليا (على أساس الوزن الطازج) . ومع نضج المحصول تنتقل كميات كبيرة من هذا الفوسفور إلى الثمار والبذور . ويدل تركيز أقل من ١٢٥ جزء في المليون من الفوسفور الذائب في مراحل النمو المبكرة على نقص العنصر .

ويجب أن تحتوى أعناق الأوراق والسيقان العليا للنباتات خلال مراحل النمو السريعة الأولى - وقبل بداية نضج الثمار - على أكثر من ١٠٠٠٠ جزء في المليون من البوتاسيوم (على أساس الوزن الطازج) . ومع النضج . . تنتقل كميات كبيرة من البوتاسيوم إلى الثمار ، بينما ينخفض تركيز العنصر بالنمو الخضري إلى أقل من ٣٠٠٠ جزء في المليون . ويدل تركيز أقل من ٥٠٠٠ جزء في المليون من البوتاسيوم في مراحل النمو المبكرة على نقص العنصر (عن Purvis & Carolus ١٩٦٤) .

وبالرغم من التفاصيل التي تقدم بيانها ، فإن تقييم نتائج التحاليل لا يكون دقيقاً بهذه الصورة العامة ؛ ذلك لأن نتائج التحاليل تختلف من محصول لآخر ، ومن عمر لآخر في نفس المحصول . ولتجنب تأثير هذه المتغيرات نعرض في أشكال : (٧ - ١٢) ، و (٧ - ٢ ب) ، و (٧ - ٢ جـ) التغيرات التي تحدث في تركيز عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم - على التوالي - مع تقدم عمر النبات في عدد من محاصيل الخضر . كما نقدم في جدول (٧ - ١٣) بياناً تفصيلياً بمستويات النقص

والكفاية من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فى مراحل مختلفة من نمو مختلف محاصيل الخضر .





شكل (٧ - ٢) ب

شكل (٧ - ٢) : التغيرات في تركيز عناصر النيتروجين (أ)، والفوسفور (ب)، والبوتاسيوم (ج) مع تقدم عمر النبات في عدد من محاصيل الخضار (عن Scaife & Turner ١٩٨٣).

هذا . . وقد توصل Minotti وآخرون (١٩٩٤) من دراساتهم على البطاطس إلى أن التقدير السريع للكلورفيل (باستعمال Minolta SPAD-502 Chlorophyll meter) يمكن اتخاذه كأساس لتقييم حاجة النباتات إلى التسميد بالنيتروجين ؛ فقد وجد الباحثون انحداراً معنوياً لمعدل التسميد الآزوتي على كل من المحصول الصالح للتسويق وقراءة الـ SPAD .

واقترح الباحثون استخدام قراءة الـ SPAD للتعرف السريع على حالات نقص الأوزت في البطاطس ، ومدى الحاجة إلى التسميد بالعنصر .

جدول (٧- ١٣) : مستويات النقص والكفاية من عناصر النيتروجين التراتي (في صورة NO_3 بالجزء في المليون) ، والفوسفور P (في صورة PO_4 بالجزء في المليون) ، والبوتاسيوم K (نسبة مئوية) - على أساس الوزن الجاف - لعدد من محاصيل الخضر في مراحل مختلفة من النمو^(١).

المحصول	مرحلة النمو	المستخدم في التحليل	العنصر	نقص العنصر	المستوى عند
الهلين	متصف	ال ١٠ سم القمية	NO_3	١٠٠	٥٠٠
	مرحلة النمو	من الأفرع	PO_4	٨٠٠	١٦٠٠
	الخضري	الخضرية الجديدة	K	١	٣
الفاصوليا	متصف النمو	عنى الورقة	NO_3	٢٠٠٠	٣٠٠٠
	الخضري	الرابعة من	PO_4	١٠٠٠	٢٠٠٠
		القمة النامية	K	٣	٥
	فى	عنى الورقة	NO_3	١٠٠٠	١٥٠٠
	بداية	الرابعة من	PO_4	٨٠٠	١٥٠٠
	الإزهار	القمة النامية	K	٢	٤
البروكولى	متصف النمو	العرق الوسطى	NO_3	٧٠٠٠	٩٠٠٠
	الخضري	لورقة حديثة	PO_4	٢٥٠٠	٤٠٠٠
		مكتملة النمو	K	٣	٥
	فى بداية	العرق الوسطى	NO_3	٥٠٠٠	٧٠٠٠
	تكوين البراعم	لورقة حديثة مكتملة	PO_4	٢٥٠٠	٤٠٠٠
	الزهري	النمو	K	٢	٤
كرنب بروكسل	متصف النمو	العرق الوسطى	NO_3	٥٠٠٠	٧٠٠٠
	الخضري	لورقة حديثة	PO_4	٢٠٠٠	٣٥٠٠
		مكتملة النمو	K	٣	٥
	النمو المتأخر	العرق الوسطى	NO_3	٢٠٠٠	٣٠٠٠
		لورقة حديثة	PO_4	١٠٠٠	٣٠٠٠
		مكتملة النمو	K	٢	٤

(يتبع)

المستوى عند		الجزء النباتي		مرحلة النمو	المحصول
نقص العنصر	كفاية العنصر	العنصر	المستخدم في التحليل		
٧٠٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	العرق الوسطى	عند	الكرب
٣٥٠٠	٢٥٠٠	PO ₄	للأوراق	تكوين	
٤	٢	K	المغلقة	الرؤوس	
١٠٠٠٠	٨٠٠٠	NO ₃	العرق الوسطى	عند	الكرب الصينى
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	للأوراق	تكوين	
٧	٤	K	المغلقة	الرؤوس	
١٢٠٠٠	٨٠٠٠	NO ₃	عنى الورقة	مرحلة مبكرة	القاوون
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	السادسة من	من النمو الخضرى	
٦	٤	K	القمة النامية		
٨٠٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	عنى الورقة	مرحلة مبكرة من	
٢٥٠٠	١٥٠٠	PO ₄	السادسة من	الإثمار	
٥	٣	K	القمة النامية		
٣٠٠٠	٢٠٠٠	NO ₃	عنى الورقة	عند نضج	
٢٠٠٠	١٠٠٠	PO ₄	السادسة من	أولى الثمار	
٤	٢	K	القمة النامية		
٣٠٠٠	٢٠٠٠	NO ₃	نصل الورقة	مرحلة مبكرة من النمو	
٢٣٠٠	١٥٠٠	PO ₄	السادسة من	الخضرى	
٢,٥	١	K	القمة النامية		
١٥٠٠	١٠٠٠	NO ₃	نصل الورقة	مرحلة مبكرة	
١٧٠٠	١٣٠٠	PO ₄	السادسة من	من الإثمار	
٢,٠	١	K	القمة النامية		
٨٠٠	٥٠٠	NO ₃	نصل الورقة	عند نضج	
١٥٠٠	١٠٠٠	PO ₄	السادسة من	أولى الثمار	
١,٨	١	K	القمة النامية		

(يتبع)

المستوى عند		الجزء النباتي		مرحلة النمو	المحصول
نقص العنصر	كفاية العنصر	العنصر	المستخدم في التحليل		
٧٥٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	عناق ورقية	منتصف	الجزر
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	حديثة مكتملة	النمو	
٦	٤	K	النمو		
٧٠٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	العرق الوسطى	بداية	القنبيط
٣٥٠٠	٢٥٠٠	PO ₄	لورقة حديثة	تكوين	
٤	٢	K	مكتملة النمو	الأقراص	
٧٠٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	عناق أحدث	منتصف	الكرفس
٣٠٠٠	٢٥٠٠	PO ₄	الأوراق المكتملة	النمو	
٧	٤	K	النمو		
٦٠٠٠	٤٠٠٠	NO ₃	عناق أحدث	قرب	
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	الأوراق المكتملة	النضج	
٥	٣	K	النمو		
٧٥٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	عناق الورقة	بداية مرحلة	خيار التخليل
٢٥٠٠	١٥٠٠	PO ₄	السادسة من	الإثمار	
٥	٣	K	القمة النامية		
٧٥٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	عناق الورقة	بداية مرحلة	خيار السلاطة
٢٥٠٠	١٥٠٠	PO ₄	السادسة من	الحصاد	
٤	٤	K	القمة النامية	*	
٧٥٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	عناق ورقية	بداية	الباذنجان
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	حديثة مكتملة	مرحلة	
٤	٤	K	النمو	الحصاد	
٦٠٠٠	٤٠٠٠	NO ₃	العرق الوسطى	عند بداية	الحس
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	للأوراق	تكوين	
٤	٢	K	المعلقة	الرءوس	

(يتبع)

المستوى عند		الجزء النباتي		مرحلة النمو	المحصول
نقص العنصر	كفاية العنصر	العنصر	المستخدم في التحليل		
٥٠٠٠	٣٠٠٠	NO ₃	العرق الوسطى	عند	تابع الخس
٢٥٠٠	١٥٠٠	PO ₄	للأوراق	بداية	
٢,٥	١,٥	K	المغلقة	الحصاد	
٧٠٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	عناق ورقة	بداية	الفلفل الحريف
٢٥٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	حديث مكتملة	الإزهار	
٥	٣	K	النمو		
١٥٠٠	١٠٠٠	NO ₃	عناق ورقة	بداية عقد	
٢٠٠٠	١٥٠٠	PO ₄	حديث مكتملة	الثمار	
٤	٢	K	النمو		
١٠٠٠	٧٥٠	NO ₃	عناق ورقة	اكتمال نمو	
٢٠٠٠	١٥٠٠	PO ₄	حديث مكتملة	الثمار	
٣	١,٥	K	النمو		
٢٠٠٠	١٥٠٠	NO ₃	نصل ورقة	بداية	
٢٠٠٠	١٥٠٠	PO ₄	حديث مكتملة	الإزهار	
٥	٣	K	النمو		
٨٠٠	٥٠٠	NO ₃	نصل ورقة	بداية عقد	
٢٠٠٠	١٥٠٠	PO ₄	حديث مكتملة	الثمار	
٤	٢	K	النمو		
١٠٠٠٠	٨٠٠٠	NO ₃	عناق ورقة حديثة	بداية	الفلفل الحلو
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	مكتملة النمو	الإزهار	
٦	٤	K			
٥٠٠٠	٣٠٠٠	NO ₃	عناق ورقة	بداية عقد	
٢٥٠٠	١٥٠٠	PO ₄	حديث مكتملة	الثمار (وهي	
٥	٣	K	النمو	بقطر ٢,٥ سم)	

(يتبع)

المستوى عند		الجزء النباتي		مرحلة النمو	المحصول
نقص العنصر	كفاية العنصر	العنصر	المستخدم في التحليل		
٣٠٠٠	٢٠٠٠	NO ₃	عنق ورقة	٣/٤ عندما تبلغ الثمار حجمها الكامل	تابع الفلفل الحلو
٢٠٠٠	١٢٠٠	PO ₄	حدثة مكتملة		
٤	٢	K	النمو		
٣٠٠٠	٢٠٠٠	NO ₃	نصل ورقة	بداية	الإزهار
٢٥٠٠	١٨٠٠	PO ₄	حدثة مكتملة		
٥	٣	K	النمو		
٢٠٠٠	١٥٠٠	NO ₃	نصل ورقة	بداية عقد	الثمار (وهي بقطر ٢,٥ سم)
٢٠٠٠	١٥٠٠	PO ₄	حدثة مكتملة		
٤	٢	K	النمو		
١٢٠٠٠	٨٠٠٠	NO ₃	عنق الورقة	بداية موسم	البطاطس
٢٠٠٠	١٢٠٠	PO ₄	الرابعة من	النمو	
١١	٩	K	القمة النامية		
٩٠٠٠	٦٠٠٠	NO ₃	عنق الورقة	منتصف موسم	النمو
١٦٠٠	٨٠٠	PO ₄	الرابعة من		
٩	٧	K	القمة النامية		
٥٠٠٠	٣٠٠٠	NO ₃	عنق الورقة	نهاية موسم	النمو
١٠٠٠	٥٠٠	PO ₄	الرابعة من		
٦	٤	K	القمة النامية		
٦٠٠٠	٤٠٠٠	NO ₃	عنق ورقة	منتصف	السبانخ
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	حدثة مكتملة	موسم	
٤	٢	K	النمو	النمو	
١٥٠٠٠	١٢٠٠٠	NO ₃	عنق ورقة	بداية	الكوسة
٦٠٠٠	٤٠٠٠	PO ₄	حدثة مكتملة	الإزهار	
١٠	٦٠	K	النمو		

(يتبع)

٣٥٣

المستوى عند		الجزء النباتي		مرحلة النمو	المحصول
نقص العنصر	كفاية العنصر	العنصر	المستخدم في التحليل		
١٠٠٠	٥٠٠	NO ₃	العرق الوسطى	عند	الذرة السكرية
١٠٠٠	٥٠٠	PO ₄	لأول ورقة بعد	ظهور	
٤	٢	K	أول كوز	الشرابية	
٢٥٠٠	١٥٠٠	NO ₃	عنق الورقة	متصف	البطاطا
٢٥٠٠	١٠٠٠	PO ₄	السادسة من	موسم	
٥	٣	K	القمة النامية	النمو	
١٠٠٠٠	٨٠٠٠	NO ₃	عنق الورقة	بداية عقد	الطماطم الكريزية
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	الرابعة من	الثمار	
٧	٤	K	القمة النامية		
٧٠٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	عنق الورقة	عندما يبلغ قطر	
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	الرابعة من	الثمار ١,٢ سم	
٥	٣	K	القمة النامية		
٢٠٠٠	١٠٠٠	NO ₃	عنق الورقة	بداية	
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	الرابعة من	الحصاد	
٤	٢	K	القمة النامية		
١٢٠٠٠	٨٠٠٠	NO ₃	عنق الورقة	بداية	طماطم التصنيع
٣٠٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	الرابعة من	الإزهار	والاستهلاك
٦	٣	K	القمة النامية		الطماطم المحدودة
٦٠٠٠	٤٠٠٠	NO ₃	عنق الورقة	عندما يبلغ قطر	النمو
٢٥٠٠	١٥٠٠	PO ₄	الرابعة من	الثمار ٢,٥ سم	
٤	٢	K	القمة النامية		
٣٠٠٠	٢٠٠٠	NO ₃	عنق الورقة	بداية تلون	
٢٠٠٠	١٠٠٠	PO ₄	الرابعة من	الثمار	
٣	١	K	القمة النامية		

(يتبع)

المستوى عند		الجزء النباتي		مرحلة النمو	المحصول
نقص العنصر	كفاية العنصر	العنصر	المستخدم في التحليل		
١٤٠٠٠	١٠٠٠٠	NO ₃	عناق الورقة	بداية	طماطم الاستهلاك
٣٠٠٠	٢٥٠٠	PO ₄	الرابعة من	الإزهار	الطازج غير
٧	٤	K	القمة النامية		المحدودة النمو
١٢٠٠٠	٨٠٠٠	NO ₃	عناق الورقة	عندما يبلغ قطر	
٣٠٠٠	٢٥٠٠	PO ₄	الرابعة من	الثمار ٢,٥ سم	
٥	٣	K	القمة النامية		
٦٠٠٠	٤٠٠٠	NO ₃	عناق الورقة	اكتمال نضج	
٢٥٠٠	٢٠٠٠	PO ₄	الرابعة من	الثمار	
٤	٢	K	القمة النامية		
٧٥٠٠	٥٠٠٠	NO ₃	عناق الورقة	بداية	البطيخ
٢٥٠٠	١٥٠٠	PO ₄	السادسة من	الإثمار	
٥	٣	K	القمة النامية		

(١) النيتروجين التراتي NO₃ والفوسفور (PO₄) الذائبين في حامض خليك ٢٪ ، والبوتاسيوم (K) الكلى .

تقييم نتائج تحليل العناصر الصغرى

يوضح جدول (٧ - ١٤) مستويات النقص ، والكفاية ، والسمية للعناصر الصغرى في الأوراق المكتملة النمو ، وهي متوسطات لعدة أنواع نباتية سجلت في ظروف متباينة . وتتطلب الدقة التعرف على مستويات نقص وكفاية العناصر في كل محصول على حدة ، كما في جدول (٧ - ١٥) بالنسبة لعنصر البورون ، و جدول (٧ - ١٦) بالنسبة لعنصر الموليبدنم .

جدول (٧-١٤) : مستويات النقص ، والكفاية ، والسمية للعناصر الصغرى فى الأوراق المكتملة النمو بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف (عن Hale & Orcutt ١٩٨٧) .

العنصر	مستوى النقص	مستوى الكفاية	مستوى السمية
البورون	١٥ >	١٠٠ - ٢٠	٢٠٠ <
النحاس	٤	٢٠ - ٥	٢٠ <
الحديد	٥٠	٢٥٠ - ٥٠	غير معروف
المنجنيز	٢٠	٥٠٠ - ٢٠	٥٠٠ <
المولبدنم	٠,١	٠,٥	غير معروف
الزنك	٢٠	١٥٠ - ٢٥	٤٠٠ <

جدول (٧-١٥) : مستوى نقص ، وكفاية ، وسمية عنصر البورون فى محاصيل الخضر (عن Gupta ١٩٧٩) .

المحصول	الجزء النباتى ومرحلة النمو	مستوى النقص	مستوى الكفاية	مستوى السمية
الروتاباجا	الأوراق عند الحصاد	٣٨ - ٢٠	١٤٠ - ٣٨	٢٥٠ <
	الأوراق عند بداية تضخم الجذور	٤٠ - ٣٢	٤٠	-
	الجذور	٨ >	١٣	-
القنبيط	النمو القمى قبل تكوين الأقراص	٣	٢٣ - ١٢	-
	الأوراق	٢٣	٣٦	-
	الأوراق عند تكون ٥٪ من الأقراص	٩ - ٤	٩٧ - ١١	-
البروكولى	الأوراق	-	٧٠	-
	الأوراق عند تكون ٥٪ من الرؤوس	٩ - ٢	٧١ - ١٠	-
كرنب بروكسل	الأوراق عند بداية تكون البراعم	١٠ - ٦	١٠١ - ١٣	-
الجزر	نصل الأوراق المكتملة النمو	١٦ >	١٠٣ - ٣٢	٣٠٧ - ١٧٥
	الأوراق	١٨	-	-
الطماطم	النباتات	٣٢ - ١٤	٩٦ - ٣٤	٤١٥ - ٩١
	الأوراق الحديثة من قمة النبات	١٠ >	٧٥ - ٣٠	٢٠٠ <
الكرفس	أعناق الأوراق	١٦	٧٥ - ٢٨	-
البطاطس	نباتات بعمر ٣٢ يوماً	-	١٢	١٨٠ <
	أحدث الأوراق المكتملة النمو عند عمر ٧٥ يوماً	١٥ >	٥٠ - ٢١	٥٠ <
الفاصوليا	نباتات بعمر ٤٣ يوماً	-	١٢	١٦٠ <
	الأوراق والسيقان	-	٤٤	١٣٢
	النموات الخضرية بعد شهر من الزراعة	-	٩٤ - ٣٦	١٤٤
الخيار	الأوراق المكتملة النمو من منتصف الساق	-	-	-
	بعد أسبوعين من بداية الحصاد	٢٠ >	١٢٠ - ٤٠	٣٠٠ <

جدول (٧ - ١٦) : مستوى نقص وكفاية عنصر الموليبدنم فى محاصيل الخضر (عن Gupta & Lipsett ١٩٧٩) .

تركيز العنصر بالجزء فى المليون فى المادة الجافة			
المحصول	الجزء النباتى ومرحلة النمو	مستوى النقص	مستوى الكفاية
الفاصوليا	النمو الخضرى (بعمر ٨ أسابيع)	-	٠,٤
البنجر	النمو الخضرى (بعمر ٨ أسابيع)	٠,٠٥	٠,٦٢
البروكولى	النمو الخضرى (بعمر ٨ أسابيع)	٠,٠٤	-
كرونب بروكسل	النباتات الكاملة عند بداية تكوين البراعم	٠,٠٨ >	٠,١١ - ٠,٦٩
الكرونب	النباتات عند بداية تكون الرؤوس	٠,٢٦ >	٠,٦٨ - ١,٤٩
الفنيط	النباتات الكاملة قبل بداية تكون الأقراص عندما تُظهر الأوراق الحديثة أعراض طرف	٠,١١ >	٠,٥٦
	الوسط	٠,٠٧	-
الحس	الأوراق	٠,٠٦	٠,٠٨ - ٠,١٤
السبانخ	النمو الخضرى عند التضج الطبيعى	-	٠,١٥ - ١,٠٩
الطماطم	الأوراق (بعمر ٨ أسابيع)	٠,١٣	٠,٦٨

التعرف على مدى حاجة إلى التسميد بتقدير كمية العناصر التى يستنفذها المحصول من التربة

لقد أمكن تقدير كميات العناصر الغذائية التى تمتصها محاصيل الخضر المختلفة من التربة . وهذه التقديرات موضحة فى جدول (٧ - ١٧) .

ويمكن الاستعانة بهذه التقديرات - بالإضافة إلى نتائج تحليل التربة - فى تقدير مدى الحاجة إلى التسميد . ورغم أن جدول (٧ - ١٧) يُبين كميات العناصر التى تصل إلى الجزء المستهلك اقتصادياً من النبات - وهو الذى يُزال نهائياً من الحقل - والكميات التى تصل إلى أجزاء النبات الأخرى ، وهى التى تعود إلى الحقل مرة أخرى ، إلا أنه يجب توفير الكمية الكلية التى يحتاج إليها النبات لكى ينمو نمواً جيداً .

ويلاحظ من الجدول مدى ضآلة كمية الفوسفور التى تمتصها النباتات من التربة ، ولكن يجب أن يتوفر الفوسفور بالتربة بكميات أكبر من ذلك بكثير ؛ حتى يمكن للنباتات امتصاص حاجتها من هذا العنصر . ويلاحظ أيضاً أن الخضر الورقية تزيل كميات أكبر من العناصر الغذائية من التربة ، بالمقارنة بالخضر البذرية .

جدول (٧ - ١٧) : كميات العناصر التي تمتصها محاصيل الخضر من التربة .

المحصول أو الوزن الطازج للجزء النباتي (طن / فدان)						الجزء النباتي	المحصول
MgO	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	N			
٦	١٣	٦٥	١٨	٣٠	١٠	الثمرات	الخرشوف
١٩	٧٢	٢٣٠	١٢	٥٥	٣٠	السيقان والأوراق	السيقان والأوراق
-	-	٢٠	١٠	١٥	١,٥	المهاميز	الهليون
١	٢	٥	٣	٥٠	٢	القرون	الفاصوليا
٢	١٣	٢٠	٢	٢٠	٧	الأوراق والسيقان	الأوراق والسيقان
٢	٠,٥	١٢	٦	٢٥	١	البذور	فاصليا الليما
٤	٤٠	٤٠	٦	٢٠	٤	الأوراق والسيقان	الأوراق والسيقان
٦	٣	٤٠	٤	٣٠	٩	الجذور	البنجر
٤٥	٤٥	٢٥	-	٤٠	٦	الأوراق	الأوراق
-	-	٢٥	١٠	٣٠	٦	البراعم	البروكولى
٢	٧	٢٥	٩	٣٠	٩	الرءوس	الكرنب
٥	١٠	٤٠	١٢	٣٠	١٥	الجذور	الجزر
٥	١٠٠	٦٠	٤	٣٥	٧	الأوراق	الأوراق
٣	٥	٢٥	٩	٣٠	٨	الرءوس	القنبط
٦	٣٠	٨٠	٢٠	٣٥	١٥	النمو الخضري	الكرفس
١	٧	٢٥	٤	٢٠	٥	الأوراق والسيقان	الكولارد
١	٠,٥	٣	٤	٩	٢	الكيزان	الذرة السكرية
٣	٣	٧	٥	١٥	٦	الأوراق والسيقان	الأوراق والسيقان
١	١	١٠	٢	٦	٦	الثمار	الخيار
٣	١٣	١٧	٤	١٥	٣	الأوراق والسيقان	الأوراق والسيقان
-	-	٤٥	١٢	٣٠	٩	الدرنات	الطرطوفة
-	-	٣٥	١٠	٢٠	١٥	الأوراق والسيقان	الأوراق والسيقان
٣	١٥	١٦	٧	٢٠	٥	الأوراق والسيقان	الكيل
٦	١٥	٦٠	١٠	٣٠	١٢	النمو الخضري	الخنس
٣	٢٥	٢٥	٥	١٢	٥	الثمار	القاوون
٣	٤	١٤	٢	١٠	٢	الأوراق والسيقان	الأوراق والسيقان
٢	٥	١٧	٢	٦	٥	القرون	البامية
-	١٧	١٢	٢	٤	٦	الأوراق والسيقان	الأوراق والسيقان

(يتبع)

جدول (٧ - ١٧) .

كميات العناصر الممتصة من التربة (كجم/ فدان)					المحصول أو الوزن الطازج للجزء النباتي	
MgO	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	N	(طن / فدان)	الجزء النباتي
٢	٥	٢٥	١٠	٢٥	١١	البصل
-	-	٢٠	٢	١٠	٣	النمو الخضري
٢	١٢	١٠	٣	١٢	٧	البقدونس
١	١	٤	٣	١٥	١,٥	البسلة
٨	٢٠	٢٥	٨	٢٥	٩	الأوراق والسيقان
٠,٥	٤	٣	٥	٣	٢	الثمار
١٠	٩	٦	٨	٩	٣	الأوراق والسيقان
-	-	٥٥	١٢	٤٠	١٢	البطاطس
٩	٣٠	٥٥	٥	٣٠	٩	الأوراق والسيقان
٣	٥	٢٠	٤	١٨	٩	الثمار
٦	٤٥	١١	٣	١٢	٣	الأوراق والسيقان
٢	٦	١٥	٥	١٨	٩	الجذور
٣	٢٧	٣٠	٩	-	١٢	النمو الخضري
٤	٧	٢٥	٩	٣٠	٦	النمو الخضري
٢	٣	١٥	٣	٩	٨	الثمار
١٠	٨٠	٢٧	٣	٢٧	٨	الأوراق والسيقان
٥	٥	٣٥	٧	٢٢	٨	البطاطا
٤	١٥	٣٥	٥	٢٠	٧	الأوراق والسيقان
٤	٣	٤٠	٩	٣٠	١٢	الثمار
٩	٤٥	٥٥	١١	٢٠	٢	الأوراق والسيقان
٢	٦	٣٥	٨	٢٥	٩	الجذور
٨	٢٥	١٦	٤	٤٠	٩	النمو الخضري

الاسمدة العضوية

أهمية التسميد العضوي

ترجع أهمية الأسمدة العضوية إلى التأثير الذي تحدثه على طبيعة وبيولوجي وخصوبة التربة .

تأثير الأسمدة العضوية على طبيعة التربة

تقوم البكتيريا التي تحلل المادة العضوية بإنتاج الدبال humus ، وهو مجموعة من المواد الكربوهيدراتية المعقدة التي تعمل على لصق حبيبات التربة ببعضها ببعض ، وتكوين تجمعات أكبر حجماً ؛ مما يزيد من مسامية التربة الثقيلة ونفاذيتها ويحسن تهويتها ، كما يزيد من تماسك الأراضي الرملية الخفيفة ومن مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة ؛ ذلك لأن جزيئات الدبال ذات سطح كبير محب للماء ، وقادر على ادمصاص كميات كبيرة منه .

هذا . . . إلا أنه من الصعوبة بمكان زيادة نسبة المادة العضوية في التربة بدرجة كبيرة بصفة دائمة عن طريق التسميد العضوي . ففي إحدى التجارب أضيف سماد الماشية إلى التربة بمعدل : صفر ، ١٠ ، ٢٠ ، ٤٠ طناً / للفدان سنوياً لمدة ٢٥ سنة . ورغم أن معاملات التسميد هذه أحدثت زيادة جوهرياً في نسبة المادة العضوية في التربة ، إلا أن هذه الزيادة كانت طفيفة جداً ، فلم تتعدَّ ٢,٥٪ في أعلى معاملات التسميد ؛ كما يتضح من جدول (٧ - ١٨) . ورغم أن الكثافة الظاهرية للتربة قد ازدادت في كل معاملات التسميد ، كما زادت درجة ثبات تجمعات التربة في المعاملات المرتفعة من التسميد ، إلا أن معاملات التسميد هذه (جدول ٧ - ١٨) لم يكن لها أي تأثير على نقطة الذبول الدائم ، ولا على درجة نفاذية التربة (Klute & Jacob ١٩٤٩) .

جدول (٧ - ١٨) : تأثير التسميد العضوي بمعدلات مختلفة لمدة ٢٥ سنة على نسبة المادة العضوية في التربة .

النسبة المئوية للمادة العضوية على عمق (سم)			
كمية السماد المضافة (طن / فدان)	صفر - ١٥	١٥ - ٣٠	٣٠ - ٤٥
صفر	٢,٣	١,٥	٠,٥
١٠	٢,٧	١,٨	٠,٦
٢٠	٣,٢	٢,٣	٠,٧
٤٠	٤,٣	٢,٧	٠,٩

تأثير الأسمدة العضوية على بيولوجى التربة

تعتبر المادة العضوية مصدراً للغذاء والطاقة بالنسبة للكائنات الدقيقة التى تعيش فى التربة . ويؤدى تنوع مصادر الأسمدة العضوية المضافة إلى تنوع هذه الكائنات ، كما تعمل الكائنات الدقيقة التى تحلل المادة العضوية على إنتاج مضادات حيوية أثناء نموها ، ولذلك تأثيره فى نمو النباتات ، وعلى إحداث التوازن بين الكائنات الدقيقة المفيدة والضارة فى التربة .

تأثير المادة العضوية على خصوبة التربة

تؤثر المادة العضوية على خصوبة التربة بطرق مباشرة وغير مباشرة كالتالى :

- ١ - تزيد المادة العضوية من خصوبة التربة عند تحللها ؛ حيث يتيسر ما بها من عناصر لامتنصاص النبات .
- ٢ - يتكون عند تحلل المادة العضوية بعض الأحماض التى تساعد على تيسر بعض العناصر . فغاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينطلق عند تحلل المادة العضوية يذوب فى الماء ، مكوناً حامض الكربونيك الذى يعمل على ذوبان كثير من المركبات القليلة الذوبان ، ويجعل بعض العناصر - مثل الفوسفور - فى صورة ميسرة لامتنصاص النبات .
- ٣ - يزيد الدبال من السعة التبادلية الكاتيونية للتربة ؛ ولذلك أهمية كبيرة فى الأراضى الرملية .
- ٤ - تيسر العناصر الموجودة فى المادة العضوية - خاصة الأزوت - ببطء ، ولذلك أهميته فى الأراضى الرملية التى تتعرض فيها الأسمدة للفقد بالرشح .
- ٥ - يمنع الدبال تثبيت الفوسفور فى الأراضى الشديدة الحموضة ، التى يتحد فيها مع كل من : الحديد ، والمنجنيز ، والألومنيوم ؛ فينطلق الفوسفور بدلاً من أن يثبت فى صورة أملاح الفوسفات لهذه المعادن التى تتوفر بشدة فى الأراضى الحامضية .

أنواع الأسمدة العضوية

تنوع الأسمدة العضوية حسب مصادرها ومكوناتها كالتالى :

الأسمدة الناتجة من مخلفات الحيوانات الزراعية Animal Manure

وهى جميع الأسمدة التى تتكون - أساساً - من مخلفات حيوانات المزرعة ، والمبينة فى جدول (٧ - ١٩) .

جدول (٧ - ١٩) : محتوى الأسمدة العضوية الناتجة من مخلفات الحيوانات الزراعية من كل من النيتروجين (N)، والفوسفور (P_2O_5) والبوتاسيوم (K_2O) .

نوع السماد الحيوانى (المخلفات)	محتوى السماد (كجم / طن) من كل من			
	K_2O	P_2O_5	N	الرطوبة (%)
الماشية	٤,٥	١,٥	٥	٨٦
البط	٤,٥	١٣	١٠	٦١
الأوز	٤,٥	٥	١٠	٦٧
الدجاج	٤,٥	١٠	١٠	٧٣
الخيول	٦,٠	٢	٦	٨٠
الأغنام	٩,٥	٧	٩	٧٠
الرومى	٤,٥	٦	١٢	٧٤

يتضح من الجدول اختلاف الأسمدة العضوية الحيوانية فى محتواها من كل من النيتروجين والفوسفور . وأغناها فى النيتروجين هى تلك المتحصل عليها من الرومى ، والبط ، والأوز ، والدجاج . وأفقرها هى المتحصل عليها من الماشية ، والخيول . وأغنى الأسمدة الحيوانية بالفوسفور هو سماد البط ، وأفقرها سماد الماشية . هذا . . بينما تعتبر جميع الأسمدة العضوية الحيوانية - باستثناء سماد الأغنام - فقيرة نسبياً فى محتواها من البوتاسيوم .

ويتضح بصورة عامة أن سماد الأغنام أغنى بالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم من سماد الماشية ، وأن سماد البط والدجاج والرومى من أفضل الأسمدة ، وأن أفقرها سماد الماشية والخيول .

وفى مصر يطلق اسم « سماد بلدى » على كل الأسمدة ذات المصدر الحيوانى ، باستثناء زرق الحمام والجوانو (مخلفات الطيور البحرية) .

ويشيع في مصر استخدام زرق الحمام (الرسمال) في تسميد حقول الخضر ، وهو سماد عضوى كامل يحتوى على ٤٪ N ، و ٥٪ P_2O_5 ، و ٣٪ K_2O . ويستخدم زرق الحمام بكثرة في تسميد البطيخ والشمام . وتجب مراعاة أن قيمته التسميدية تنخفض كثيراً إذا كان مخلوطاً بالأتربة ، أو بالقش . وهو يباع بالإردب الذى يزن نحو ١٣٠ كجم (أو ملء زكية تقريباً) .

ويوضح جدول (٧ - ٢٠) محتوى الأسمدة العضوية المحلية من النيتروجين . ويلاحظ أن محتواها يقل كثيراً عما هو مبين في جدول (٧ - ١٩) ، وربما كان ذلك راجعاً إلى عدم الاستفادة الكاملة من بول الحيوانات ، أو إلى زيادة التراب والقش بالفرشة ، وإلى فقد بعض العناصر السمادية عند تجهيز السماد . ويتضح من جدول (٧ - ٢٠) أن المتر المكعب من السماد البلدى يعادل في محتواه من النيتروجين ١ م^٣ من السبلة الجافة المتحللة ، أو ١/٤ م^٣ من البودريت ، أو ١/٥ م^٣ من زبل الحمام (ملحوظة : ١ م^٣ = ٤٠ مقطفاً = ١٠ غبُط حمار = ٥ غبُط جمل) .

جدول (٧ - ٢٠) : محتوى بعض الأسمدة البلدية المصرية من النيتروجين .

السماد	النيتروجين (%)	وزن ٣١ م ^٣ (كجم)	كمية النيتروجين في ٣١ م ^٣ (كجم)
سمادة ماشية	٠,٣	١٠٠٠	٣
سبلة جافة متحللة (سماد خيل)	١,١	٢٨٠	٣
زبل حمام	٤,٠	٤٠٠	١٦
بودريت	١,٥	٨٠٠	١٢

هذا . . وتتوقف نوعية وجودة السماد الحيوانى على العوامل التالية :

- ١ - نوع الحيوان ، ونوع عليقته ، وعمره . فالحيوانات الصغيرة سمادها أقل في محتواه من الأزوت والفوسفور .
- ٢ - كمية ونوع الفرشة التى تستخدم في جمع مخلفات الحيوان .
- ٣ - طرق جمع السماد وحفظه ؛ حيث تقل قيمة السماد كثيراً عند حفظه في العراء ، أو في أماكن رديئة الصرف ، وكذلك تقل قيمة السماد عند عدم العناية بجمع بول الحيوانات .

وتجدر الإشارة إلى أن نسبة البراز إلى البول في الأسمدة الحيوانية الطازجة تكون حوالى ٦٧ : ٣٣ فى مخلفات الأغنام ، و ٨٠ : ٢٠ فى مخلفات الماشية والخيل ، و ١٠٠ : صفر فى مخلفات الطيور .

ونظراً لفقر معظم الأسمدة العضوية فى محتواها من الفوسفور ؛ لذا تفضل إضافة نحو ٢٥ كجم من سماد السوبر فوسفات / طن من السماد الحيوانى .

الأسمدة العضوية الناتجة من المخلفات النباتية

تتنوع المخلفات النباتية ، ومن أهمها ما يلى :

١ - مخلفات حقول الخضر :

تختلف الخضروات كثيراً فى كمية المادة العضوية التى تخلفها فى التربة ، فبينما يحصد - على سبيل المثال - معظم المادة العضوية التى تتكون فى حقل من الكرنب ، فإنه لا يحصد سوى جزء يسير من المادة العضوية التى تتكون فى حقل من الخيار ، ويعود الباقي إلى الحقل . وعليه . . فإن معدل فقد المادة العضوية من التربة يكون فى الحالة الأولى أكبر منه فى الحالة الثانية .

٢ - البيت موس Peat moss :

يستخدم البيت موس فى عديد من الدول كسماد عضوى ، بدلا من السماد الحيوانى . والبيت مادة عضوية بنية اللون ، إسفنجية ، خالية من الكائنات المسببة للأمراض ، وذات مقدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة ، وتفاعلهامضى . والبيت سريع التحلل ، ولا يبقى كثيراً فى التربة . ومن الطبيعى ألا يشيع استخدام البيت كسماد عضوى إلا فى الدول التى تتوفر بها مساحات شاسعة منه .

٣ - الكمورة Compost :

وهى تحوى إلى جانب المخلفات النباتية بعض المخلفات الحيوانية والتربة بعد تركهما معاً إلى أن تتحلل مكونات الكمورة من المادة العضوية . و نتناول بالشرح طريقة تحضير الكمورة فى موضع آخر من هذا الفصل .

الأسمدة الخضراء Green manure

الأسمدة الخضراء هي تلك التي تزرع لغرض قلبها في التربة بعد نموها ، وليس لغرض أخذ محصول منها . ويوجد منها نوعان :

١ - نوع يزرع كغطاء للتربة cover crop ، حيث تزرع نباتاته لغرضين ؛ هما : المحافظة على التربة من التعرية ، ولتحسينها بقلبها فيها . وهي تزرع غالباً في الأوقات التي لا تزرع فيها الخضروات .

٢ - نوع يسمى أسمدة خضراء green manure crops ، وتزرع نباتاته لأجل تحسين التربة فقط ، وتقلب فيها وهي ما زالت خضراء ، وهي تزرع غالباً في الأوقات المناسبة لزراعة الخضر ؛ وعليه . فهي تشغل الأرض في وقت يمكن فيه استغلالها في زراعة الخضر .

هذا . . . ويجب أن تؤخذ العوامل التالية - في الحسبان - عند اختيار نوع محصول التسميد الأخضر :

١ - مدى تأقلم المحصول على الظروف الجوية السائدة خلال موسم النمو المراد زراعته خلاله .

٢ - مدى تأقلم النبات على تربة المزرعة .

٣ - مواصفات النمو الجذري ، ومدى تغلغله في التربة .

٤ - مدى سهولة قلب النمو الخضري في التربة .

٥ - كمية المادة العضوية التي ينتجها المحصول في الوقت المتاح لنموه قبل زراعة الحقل بالخضروات . وتجدر الإشارة إلى أن كمية المادة العضوية التي ينتجها المحصول هي الأساس في المفاضلة بين الأنواع النباتية المختلفة ؛ فالهدف هو تحسين خواص التربة . ويجب تفضيل محصول غير بقولي ينتج كمية كبيرة من المادة العضوية على محصول بقولي ينتج كمية قليلة من المادة العضوية ؛ لأن الأزوت يمكن إضافته إلى التربة في صورة معدنية .

ومن المحاصيل التى تزرع - عادة - لغرض استخدامها كسماد أخضر : البرسيم ، واللوبيا ، والفول الرومى .

ومن أهم مزايا استخدام الأسمدة الخضراء ما يلى :

١ - يؤدى قلب السماد الأخضر فى التربة إلى إعادة العناصر الغذائية - التى امتصتها النباتات - إلى التربة ، ومعها كمية من المادة العضوية .

٢ - تؤدى محاصيل التسميد الأخضر مهمتين بالنسبة للعناصر الغذائية فى التربة : الأولى امتصاص العناصر من أعماق مختلفة ، ثم إضافتها إلى الطبقة السطحية بعد قلب المحصول فى التربة ، والثانية امتصاص العناصر الغذائية والاحتفاظ بها ، بدلا من فقدانها بالرشح لحين قلب المحصول فى التربة .

٣ - تضيف المحاصيل البقولية كميات إضافية من الأزوت إلى التربة .

٤ - تعتبر المادة العضوية المضافة عن طريق السماد الأخضر أكثر فائدة من كمية مماثلة مضافة على سطح التربة فى صورة أسمدة عضوية ؛ لأن جزءاً من المادة العضوية المضافة عن طريق السماد الأخضر يكون فى صورة جذور نباتات تتخلل التربة لأعماق كبيرة ، وتعطى عند تحليلها توزيعاً عميقاً للمادة العضوية فى التربة . كما تترك عند تحليلها أنفاقاً تتخلل التربة لأعماق كبيرة ؛ مما يساعد على تحسين مسامية التربة وتهويتها . وذلك أمر يستدعى الاهتمام بالمجموع الجذرى للأسمدة الخضراء .

٥ - تساعد الأسمدة الخضراء على تثبيت التربة وحفظها من التعرية ، وخاصة فى المناطق الغزيرة الأمطار ، أو المعرضة للرياح القوية (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

٦ - يفيد استعمال بعض الأسمدة الخضراء فى مكافحة بعض الأمراض :

يتباين تأثير الأسمدة الخضراء على شدة الإصابة بمختلف الأمراض فى مختلف المحاصيل ، وكمثال على ذلك ، نجد أن الإصابة بمرض جرب البطاطس - الذى يسببه الفطر *Streptomyces scabies* - تزداد عند استعمال الشعير كسماد أخضر ، وتنخفض عند استعمال فول الصويا ، بينما لا يكون للبسلة - كسماد أخضر - أية تأثيرات على

المرض . ويؤدى قلب الشعير كسماد أخضر فى حقول البطاطس إلى خفض معدلات الإصابة - قليلاً - بالرايزكتونيا .

وبالمقارنة نجد فى محصول كالقطن أن قلب محصول أخضر - مثل الفاصوليا أو المسترد - يؤدى إلى زيادة شدة الإصابة بالفطر المسبب لمرض الذبول (*E. oxysporum*) ، بينما يؤدى قلب البسلة كسماد أخضر إلى خفض شدة الإصابة بالفطر (*f. sp. vasinfectum*) ، بينما يؤدى قلب البسلة كسماد أخضر إلى خفض شدة الإصابة بالفطر *Phymatotrichum omnivorum* المسبب لعفن الجذور (عن Palti ١٩٨١) .

هذا . . ويجب أن يكون الهدف من زراعة نباتات تحسين التربة هو الحصول على أكبر قدر ممكن من النمو فى الوقت المتاح ؛ ولذلك يجب - عند زراعتها - ما يلى :

١ - أن تكون الزراعة أكبر كثافة مما هى فى حالة الزراعة العادية . وتكون الزراعة على مسافات ضيقة ، أو نثرا حسب المحصول . وتبلغ كمية التقاوى للفدان نحو ٤٠ كجم من اللوبيا ، و٢٥ كجم من فول الصويا ، و٤٥ كجم من الفول الرومى ، و٣٥ كجم من البسلة ، و١٢ كجم من حشيشة السودان .

٢ - العناية بتسميدها ، كما لو كانت تزرع لأجل الحصول على محصول منها ؛ لأن فى ذلك استثمارا كبيرا للأسمدة المضافة ... فهذه الأسمدة ستعود إلى التربة مرة أخرى لتستفيد منها الخضر المزروعة ، كما ستعمل على تشجيع نمو خضرى جيد فى نباتات التسميد الأخضر ؛ مما يزيد من كمية المادة العضوية المضافة إلى التربة . وفى حالة عدم توفر الأسمدة يعتبر من الأجدى إضافة جزء من السماد المخصص لمحصول الخضر إلى نباتات التسميد الأخضر المزروعة قبل الخضر .

٣ - عند استخدام البقوليات كأسمدة خضراء يجب تلقيح بذورها ببكتيريا العقد الجذرية الخاصة بها فى حالة زراعتها لأول مرة بالحقل .

ويتوقف موعد قلب النباتات المستعملة كسماد أخضر فى التربة على عاملين ؛ هما :

١ - موعد زراعة محصول الخضر التالى فى الدورة .

٢ - الفترة التى يستغرقها تحلل نباتات السماد الأخضر .

وتتوقف الفترة التى تستغرقها نباتات السماد الأخضر حتى تتحلل على كل من :

درجة الحرارة ، ونسبة الرطوبة في التربة ، وعلى مدى تقدم النباتات المستعملة كسماد أخضر في النمو عند قلبها في التربة ، وكذلك على نسبة الكربون إلى النيتروجين بها .

هذا .. ويؤدي قلب السماد الأخضر في التربة إلى حدوث نقص مؤقت في الأزوت ؛ نتيجة استهلاكه من قبل الكائنات الدقيقة التي تقوم بتحليل المادة العضوية . ورغم أن ذلك الأزوت يعود إلى التربة مرة أخرى ، إلا أن هذا النقص المؤقت يؤثر على نمو نباتات الخضر المزروعة إذا زرعت قبل تحلل السماد الأخضر المضاف .

ولإسراع تحلل المادة العضوية ، وتلافى النقص المؤقت في الأزوت ، تجب مراعاة ما يلي :

١ - تسميد نباتات السماد الأخضر جيداً بالأزوت أثناء نموها ؛ حيث يؤدي ذلك إلى زيادة النمو الخضري ؛ ومن ثم زيادة فائدته كسماد أخضر . ومن ناحية أخرى .. فإن ذلك يؤدي إلى زيادة محتوى النبات من النيتروجين . ويمكن اعتبار ذلك التسميد الأزوتي جزءاً من المقرر الأزوتي الذي يعطى للمحصول التالي ؛ حيث سيعود إلى التربة بعد تحلل السماد الأخضر .

٢ - قلب السماد الأخضر في التربة وهو مازال في حالة غضة ، وقبل أن يبدأ في الإزهار ؛ حيث تبلغ نسبة المادة الجافة به في ذلك الوقت نحو ٢٠٪ . ويؤدي تأخير قلب السماد عن ذلك إلى زيادة نسبة المادة الجافة ، ولكنه لا يتحلل بسرعة .

٣ - إضافة كمية من السماد الأزوتي إلى التربة عند قلب السماد الأخضر بها بمعدل نحو ١٠ كجم أزوت / طن من المادة الجافة المقلوبة من الأسمدة الفقيرة في نسبة النيتروجين . ولكن لا يلزم ذلك الإجراء عند التسميد الأخضر بالمحاصيل البقولية الغنية بالأزوت .

٤ - يجب أن تمر فترة لا تقل عن شهرين بين قلب المحصول في التربة ، وزراعة المحصول الجديد ، حتى يتم التحلل .

٥ - ولإسراع التحلل يراعى إجراء ما يلى :

أ - تقطيع النباتات إلى أجزاء صغيرة ، ثم حرثها فى التربة ؛ بحيث لا تظهر فوق سطح الأرض .

ب - رى الأرض بغزارة بعد قلبها فى التربة .

ج - إضافة سيناميد الجير الذى يسرع من التحلل (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

وفى دراسة أجريت لتقييم تأثير عدد من النباتات البقولية - كأسمدة خضراء - على محصول الكرنب الصينى سمح Esekia (١٩٩٣) بنمو النباتات البقولية لمدة ثمانية أسابيع ، ثم قام بقطعها وحرثها فى التربة ، ثم بعد مرور ثلاثة أسابيع أخرى قام بزراعة شتلات كرنب صينى عمرها أربعة أسابيع ، فكانت النتائج كما يلى :

المحصول النسبى مقارنة بمعاملة الشاهد (%)	السماذ الأخضر
١٠٠	معاملة الشاهد (بدون سماذ أخضر)
١٠٠	الفاصوليا المجنحة <i>Psophocarpus tetragonolobus</i>
١٠٨,٨	ال snake bean
١٣٢,٥	اللويا
١٥٥,٥	ال gutpela cowpea
١٧٠,٤	السبانيا <i>Sesbania</i>
١٧٢,١	ال <i>(Crotalaria juncea) sunhemp</i>
١٩١,٩ (٣٧,٢ طنا / هكتار)	ال <i>(Mucuna pruriens) velvet bean</i>

الأسمدة المجهزة من الأنسجة الحيوانية

تحضر هذه الأسمدة من مختلف الأنسجة الحيوانية التى لا يستفيد منها الإنسان فى غذائه ؛ كالعظام ، والدم ، والأسماك واللحوم التى لا تصلح للاستهلاك الأدمى . وتقوم شركات خاصة بتحضير هذه النوعية من الأسمدة العضوية .

ويمكن حقن شبكات الرى بالتنقيط ببعض هذه الأسمدة العضوية المجهزة

بطرق خاصة ، ولا سيما الأسمدة التي تتكون - أساساً - من بروتينات نباتية أو حيوانية ، وتجهز بطريقة تعرف باسم « التجفيف بالرش Spray-drying » .

يتم أولاً تحليل الأنسجة النباتية أو الحيوانية إنزيميا ، ثم تركز في صورة سائل كثيف - وهي دافئة قليلاً - تحت تفريغ ، ويلى ذلك رشها من رشاش يدور بمعدل ١١٠٠٠ دورة في الدقيقة ، مع تعرض الرذاذ للهواء تبلغ سرعته ٢٢٤ كيلو متراً في الساعة .

يكون ناتج هذه العملية دقيقاً للغاية ومتجانساً في الحجم ، ويتراوح محتواه الأزوتى - عادة - من ١٢٪ إلى ١٤٪ . وقد تم بهذه الطريقة تحضير أسمدة عضوية من بروتينات السمك ، والدم ، والدواجن ، والخميرة .

ويستدل من دراسات Schwankl & McGourty (١٩٩٢) على إمكانية حقن هذه البروتينات في شبكة الري بالتنقيط دون توقع حدوث انسداد بالنقاطات . هذا إلا أن البروتينات لا تكون ذائبة في ماء الري ، وإنما تبقى معلقة وتميل إلى الترسب ، وخاصة بالنسبة لبروتين الدم . أما بروتين السمك فيبقى معلقاً في مياه الري لفترة أطول ؛ وبذا .. يكون توزيعه في شبكة الري أكثر تجانساً .

ومن الأسمدة العضوية التجارية المحضرة من الأنسجة الحيوانية ما يلي :

١ - من الأسمدة المحضرة من الأسماك سماد Alaska Fish Emulsion 5-1-1 ، وهو مستحلب يحتوى على ٥٪ نيتروجيناً عضوياً ، بالإضافة إلى ١٪ من كل من الفوسفور والبوتاسيوم ، ويستعمل مع مياه الري - سواء أكان الري بالرش ، أم بالتنقيط - بمعدل لتر من السماد لكل ٢٥٠ لتراً من مياه الري .

٢ - من الأسمدة المحضرة من العظام سماد Bone Meal 1-11-0 ؛ وهو سماد غنى بالفوسفور العضوى ، ويضاف إلى التربة ثراً أو إلى جانب النباتات .

٣ - من الأسمدة المحضرة من الدم سماد الدم المجفف Dried Blood 10-0-0 ، وهو يحتوى على ١٠٪ نيتروجيناً عضوياً سريع التيسر للنبات .

مخلفات المجارى المعالجة

لا يجوز استعمال مخلفات المجارى Sewage sludge فى التسميد قبل معالجتها للتخلص مما يوجد بها من مسببات الأمراض التى تصيب الإنسان ، والتى تتلوث بها

منتجات الخضر . ولا يقوم الأفراد بإجراء هذه المعالجة بأنفسهم ، ولكنها تجرى فى مصانع خاصة .

وقد استخدم Bevacqua & Mellano (١٩٩٣) مخلفات المجارى المعالجة والمكمورة ، والمضاف إليها قلامات من أشجار الكافور . . استخدمها فى تسميد محاصيل الخضر . وقد أدت الحرارة الناتجة أثناء كمر المخلفات إلى قتل الجراثيم المرضية ، وبذور الحشائش ، مع التخلص من الروائح الكريهة . كما استخدمت مخلفات مجارى مجففة صناعيا ، وكان تحليل نوعى المخلفات كما يلى :

التحليل	مخلفات المجارى المكمورة	مخلفات المجارى المجففة صناعيا
النيتروجين الكلى N (%)	١,٩	٣,١٧
الفوسفور P ₂ O ₅ (%)	٠,١	٠,٠١
البوتاسيوم K ₂ O (%)	٠,٦	٠,٠٦
pH	٦,٤	٧,١
EC (dS/m)	١٧,٨	١١,٠
Ca (me/l)	٤٠,٠	٣٣,٠
Mg (me/l)	٣٤,٠	٣٥,٠
Na (me/l)	٣٧,٨	٧٠,٠
Cl (me/l)	٥٩,٠	٥١,٢
كاديوم (جزء فى المليون)	٥,٥	٣,١
النيكل (جزء فى المليون)	٣٠,٧	١٠,٣
الزنك (جزء فى المليون)	١٢٥,٠	٢٧٥,٠
المادة العضوية (%)	٤١,٨	٤٩,٢

وقد أدى استعمال مخلفات المجارى - بنوعها - بسمك ١٠ سم إلى زيادة محصولى البصل والسبانخ جوهريا .

ويخشى دائماً أن تحتوى مخلفات المجارى على تركيزات عالية سامة من عناصر مثل الزنك ، والألومنيوم ، والكاديوم ، والرصاص ، والحديد ، والنحاس ، والمنجنيز ،

والموليدنم . كما أن بعض هذه العناصر يمكن أن تسبب مشاكل صحية للإنسان إذا تراكمت في الأجزاء المستخدمة في غذائه .

هذا . . إلا أن كثيراً من هذه العناصر تثبت في صورة غير ميسرة لاستعمال النبات في الأراضي الجيرية ذات ال pH المرتفع .

ويوصى Smith (١٩٩٤) - للحماية من تراكم عنصر الكاديوم في غذاء الإنسان - ألا يزيد تركيز الكاديوم في الأراضي المعاملة بمخلفات المجارى المعالجة عن ٢,٠ ، ٢,٥ مجم كاديوم / كجم تربة لمدى pH من ٥,٠ - ٥,٥ ، ومن ٥,٥ - ٦,٠ على التوالي .

وقد وجد Ozores-Hampton وآخرون (١٩٩٤) أن تسميد الطماطم والكوسة - في أرض جيرية - بمخلفات المجارى أدى إلى زيادة المحصول ، بينما لم يكن لذلك أية تأثيرات يعتد بها على تركيز العناصر الثقيلة في الثمار .

ويتوقف امتصاص النباتات لعنصر الكاديوم Cadmium على مصدر النيتروجين المستعمل في التسميد ؛ فقد وجد Florijn وآخرون (١٩٩٢) من دراساتهم على الخس أن تركيز الكاديوم في كل من الجذور والنموات الخضرية كان في النباتات التي سمدت بسماد نشادري أعلى منه في تلك التي حصلت على احتياجاتها من الأزوت من مصدر نتراتي ، علما بأن مصدر الأزوت لم يكن له تأثير على توزيع الكاديوم في النبات بعد امتصاصه .

تحضير الاسمدة العضوية بالمرزعة

الاسمدة الحيوانية

يستخدم السماد الحيوانى طازجاً - حيث يخلط بتربة الحقل قبل تحلله - أو بعد أن يكون قد تحلل جزئياً .

وأهم مزايا استخدام السماد الطازج ما يلى :

- ١ - تقليل الفقد في العناصر الغذائية من السماد .
- ٢ - تؤدي نواتج تحلل المادة العضوية - وهى في التربة - إلى تحول بعض العناصر الغذائية من صور غير ذائبة إلى صورة ذائبة ميسرة لامتصاص النبات .

- ٣ - تضاف الكائنات الحية الدقيقة إلى التربة مع السماد العضوى الطازج .
ولكن يعيب استعمال السماد الطازج ما يلى :
 - ١ - احتمال احتراق النباتات ؛ نتيجة سرعة تحلل البول الموجود بالسماد ، وخاصة فى الأراضى الخفيفة المسامية .
 - ٢ - حدوث نقص مؤقت فى النيتروجين بالتربة ، نتيجة استهلاكه بواسطة الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل المادة العضوية المضافة .
 - ٣ - قد تؤدى المادة العضوية غير المتحللة إلى عدم تحرك الماء بحرية فى التربة ، كما قد تتعارض مع حرث وتجهيز التربة .
 - ٤ - غالباً ما يحتوى السماد الطازج على بذور الحشائش ومسببات الأمراض .
- لكن هذه العيوب يمكن تلافيها بسهولة بخلط السماد بالتربة عندما يكون السماد جاهزاً للاستعمال بعد تحلله جزئياً ، كما أن السماد الحيوانى يتم إنتاجه على مدى فترة زمنية طويلة ؛ ولذلك يجب جمعه وتخزينه والمحافظة عليه قبل توزيعه فى الحقل . وفى هذه الأثناء يجب توفير الظروف المناسبة للمحافظة على العناصر الغذائية بالسماد من الفقد إلى أن يتحلل السماد جزئياً .
- ١ - ومن أهم مزايا استعمال السماد المتحلل تلافى كل عيوب استعمال السماد الطازج .
 - ولكن يعيب استعمال السماد المتحلل جزئياً تعرض العناصر الغذائية للفقد . ويمكن تقليل هذا الفقد إلى أقل حد ممكن بمراعاة ما يلى :
- ١ - العناية بجمع بول الحيوانات .
 - ٢ - تجنب الفقد بالتخمر بإبقاء كومة السماد رطبة مندمجة .
 - ٣ - تجنب الفقد بالرشح . بجعل كومة السماد فى أرض بعيدة فى مستوى الماء الأرضى .
 - ٤ - تجنب احتراق كومة السماد ، بإضافة الماء إليها ، وتقليبها من آن إلى آخر (٢ - ٣ مرات) ؛ علماً بأن ذلك يساعد أيضاً على تجانس التحلل فى كومة السماد .

كذلك يشير Flynn وآخرون (١٩٩٥) إلى أهمية كمر مخلفات الدواجن (سماد الكتكوت) قبل إضافته إلى التربة ؛ حيث يؤدي تحليله البيولوجى إلى زيادة قيمته بالنسبة إلى تحسين خصائص التربة الفيزيائية . كما يصلح هذا السماد المتحلل - أيضا - كأحد مكونات مخاليط الزراعة فى أوعية نمو النباتات أو عند إنتاج الشتلات .

المكمورة

المكمورة Compost عبارة عن كومة تحوى مخلوطاً من المواد العضوية ؛ مثل بقايا نباتات المزرعة والمخلفات الحيوانية ؛ حيث يخلط بالتربة مع ترطيهما إلى أن يتم تحليلهما . وتسمى هذه العملية باسم « الكمر composting » ، والسماد الناتج باسم « السماد العضوى الصناعى artificial manure » .

ويجب عند تحضير المكمورة أن يستفاد من كل مخلفات المزرعة ؛ مثل بقايا النباتات ، والقمامة ، والقش ، والحشائش ، وكذلك المخلفات الحيوانية ، وإن كان ذلك ليس شرطاً لعمل المكمورة وتخصص مساحة ٢٦ م^٢ لكل طن من المادة العضوية المراد خلطها فى المكمورة ، على أن يكون مكان المكمورة قريباً من مصدر الماء العذب لاحتياجها إلى كميات كبيرة من الماء طوال فترة الكمر لتشجيع تحليل المادة العضوية .

ويضاف السماد الكيميائى إلى المخلوط بمعدل ٢٠ كجم سلفات نشادر ، و ٤ كجم سوبر فوسفات ، و ٢٠ كجم كربونات كالسيوم . ويخلط كل ذلك مع نحو ١٠٠ كجم من التربة لكل طن من المادة العضوية أيا كان نوعها . وتزداد مقادير الأزوت والفوسفور المضافة بزيادة نسبة الكربون إلى النيتروجين فى عناصر المكمورة . وترجع أهمية كربونات الكالسيوم المضافة إلى كونها تعمل على معادلة التأثير الحامضى لسلفات النشادر ، وما يتكون من أحماض أثناء التحلل .

وتجب المحافظة على رطوبة الكومة بصورة دائمة ، مع مراعاة عدم زيادتها أكثر من اللازم ، فترش بالماء كلما لزم الأمر ، والرطوبة المثلى هى تلك التى تسبب فى ترطيب

اليد ، دون أن يتساقط الماء عندما يضغط باليد على عينة من السماد من على عمق ٢٠ سم تقريباً .

ويراعى تقليب الكومة جيداً بعد شهر ونصف من تجهيزها ، ثم بعد شهر آخر ، ثم بعد ١٥ يوماً أخرى إذا لزم الأمر . ويستلزم تمام التحلل نحو ٣ - ٣,٥ شهراً في الجو الدافئ . وبعد تمام التحلل يمكن خزن السماد الناتج في حيز أصغر ، وكبسه ، مع استمرار ترطيبه بالماء وحمايته من الحرارة . ويعطى الطن الواحد من الفضلات نحو ٣,٥م من السماد .

ولعمل المكامير الكبيرة - بهدف تحضير سماد الكومبوست على نطاق واسع - يوصى Nelson (١٩٨٥) بمراعاة ما يلي :

توضع المواد العضوية التي يُراد وضعها في المكورة في كومات يبلغ عرضها عند القاعدة نحو ٢١٠ سم ، بينما يزيد طولها على ذلك ، ويصل ارتفاعها إلى ١٥٠ سم . تكون الكومة مستدقة - تدريجياً - نحو القمة ؛ بحيث تقل جوانبها - عند القمة - بنحو ٦٠ سم عما يكون عليه الحال عند القاعدة .

تتكون المواد العضوية التي يجب وضعها في المكورة من مجموعتين ؛ كما يلي :

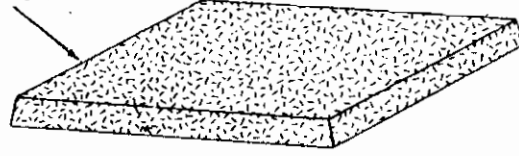
١ - مواد كربونية تكون فقيرة في محتواها من النيتروجين ، وغنية نسبياً في محتواها من الكربون ؛ مثل : القش ، وبرى الخشب ، ونشارة الخشب .

٢ - مواد نيتروجينية تكون غنية بالنيتروجين مقارنة بالكربون ؛ مثل : النباتات الخضراء ، والسماد الحيواني ، والزبالة ، ومخلفات المجارى المهضومة ، والتربة .

يجب خلط هذه المواد معاً بنسبة ٧٥٪ مواد كربونية إلى ٢٥٪ مواد نيتروجينية (شكل ٧ - ٣) .

يوضع أسفل المكورة - عادة - طبقة من الأغصان النباتية (الناتجة من عمليات التقليم) سُمكها ١٥ سم ؛ لتوفير التهوية اللازمة للتحلل الجيد . يلي ذلك إضافة

أغصان أشجار

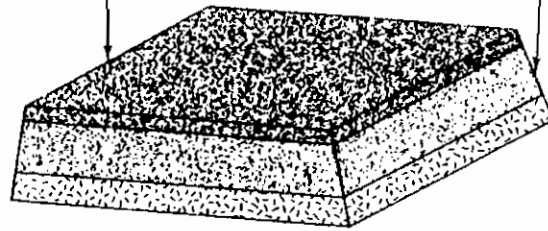


١ - تتكون القاعدة - عادة - من ١٥ سم من أغصان الأشجار

المادة العضوية التي

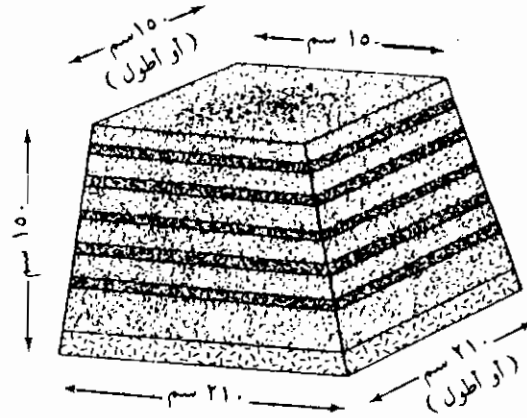
يراد تحليلها

سماد عضوي وتربة



٢ - يوضع على طبقة الأغصان السفلى ٣٠ سم من مخلوط النفايات العضوية ، ثم ٥ سم من السماد

العضوي ، ثم ٢,٥ سم من التربة



شكل (٧-٣): طريقة عمل المكورة (يراجع المتن للتفصيل).

طبقة من مخلوط المواد الكربونية والنيتروجينية (بنسبة ٣ : ١) بسمك ٣٠ سم ، تليها طبقة من مادة نيتروجينية - مثل السماد الحيواني - سُمكها ٥ سم ، ويوضع على قممتها طبقة من التربة سُمكها ٢,٥ سم . يكرر بعد ذلك إضافة هذه الطبقات - ولكن مع عدم تكرار إضافة الأغصان النباتية ، وتقليل سمك طبقة مخلوط المواد الكربونية والنيتروجينية إلى ١٥ سم - حتى تصبح الكومة بارتفاع ١٥٠ سم .

يراعى أن تكون قمة الكومة مقعرة من أعلى ؛ حتى يمكن إضافة الماء إليها . يعتبر الماء ضروريا لعملية الكمر والتحلل ، ويجب أن تتراوح نسبته - بالوزن - من ٥٠٪ إلى ٦٠٪ . وعند إضافة أية مواد جافة إلى الكومة فإنه يتعين ترطيبها .

تحتاج الكائنات الدقيقة التى تقوم بعملية تحليل المواد العضوية إلى كميات كبيرة من الأكسجين . وإذا كانت الكومة زائدة الرطوبة - إلى الحد الذى تصبح معه منضغطة أثناء التحلل - فإن الأكسجين الموجود فيها يستهلك بسرعة أكبر من سرعة نفاذه إلى داخلها . ويترتب على ذلك نشاط مجموعة أخرى من الكائنات الدقيقة ينتج منها رائحة كريهة ، وتكون نواتج التحلل غير مرغوب فيها .

وبينما يكون التحلل زائداً فى الكومات التى يزيد ارتفاعها على ١٨٠ سم ، فإن الكومات غير العميقة (٦٠ سم مثلاً) لا تكون معزولة بقدر كافٍ للمحافظة على الحرارة العالية اللازمة للتحلل .

يجب خلط الكمورة جيداً من آن لآخر ؛ وذلك لإعادة تكوين المسافات البينية التى تسمح بالتهوية ، ولنقل الأجزاء السطحية - التى لم تتحلل - من الكومة إلى مركزها . وتزداد سرعة التحلل بزيادة معدل تقليب الكومة . وبينما يمكن أن تستكمل الكومة تحللها فى ستة شهور إذا قلبت كل ستة أسابيع ، فإن عملية التحلل يمكن استكمالها فى أسبوعين إذا قلبت الكومة بعد أربعة أيام ، ثم فى اليوم السابع ، واليوم العاشر .

تتوفر الكائنات الدقيقة التى تلزم لعملية التحلل فى كل من السماد العضوى والتربة المضافين إلى المخلوط . وتحصل الكائنات الدقيقة على النيتروجين اللازم لها من المواد النيتروجينية الموجودة فى الخلطة . وإذا لم تتوفر المواد النيتروجينية بكميات كافية فى الخلطة كان من الضروري إضافة بعض الأسمدة الآزوتية إليها ، وإلا طالت فترة الكمر اللازمة .

يكون السماد العضوى الناتج من الكمورة فقيراً فى محتواه من العناصر المغذية ؛ حيث يحتوى الكومبوست الجاف - عادة - على ١,٥ - ٣,٥٪ نيتروجينياً ، و ٠,٥ - ١,٠٪ فوسفوراً ، و ١,٠ - ٢,٠٪ بوتاسيوم . ويكون الـ pH - عادة - متعادلاً إلى قليل القلوية .

وتحدث عملية التحلل في عدة مراحل يقوم بكل منها مجموعة مختلفة من الكائنات الدقيقة . ففي البداية تعمل مجموعة الكائنات التي تنشط في الحرارة المعتدلة - Meso- phyllic Organisms ، إلى أن ترتفع درجة حرارة الكومة إلى ٤٠م° ؛ حيث تنشط بعد ذلك الكائنات المحبة للحرارة Thermophillic Organisms - التي ترتفع معها حرارة الكومة إلى ٧٠م° - وتبقى نشطة لفترة ، ثم تنخفض حرارة الكومة بعدها - تدريجياً - إلى أن تتساوى مع حرارة الهواء المحيط بها .

وتحدث تغيرات مماثلة في pH الكومة أثناء تحللها . ففي البداية تكون المادة العضوية - المتحصل عليها من مصادر نباتية طازجة - حامضية قليلاً ؛ حيث يكون رقم حموضتها حوالي ٦,٠ . ومع تحلل المادة العضوية تتكون الأحماض العضوية التي تخفض الـ pH إلى ٤,٥ - ٥,٠ . ومع ارتفاع درجة الحرارة تحدث تغيرات كيميائية أخرى تؤدي إلى رفع الـ pH إلى ٧,٥ - ٨,٥ . وفي النهاية يثبت الـ pH عند حوالي ٧ - ٧,٥ (عن Nelson ١٩٨٥) .

هذا .. وتقوم بعض الشركات بتصنيع أسمدة عضوية تسوقها تحت أسماء تجارية مختلفة ؛ مثال ذلك Karya organic fertilizer الذي يستغرق تجهيزه سنتين ، وهو عبارة عن دبال humus غني بالعناصر ، ويستمر تحلله في التربة عد إضافته إليها . ويحتوي هذا السماد على العناصر الغذائية التالية (بالجزء في المليون) : N = ١٢٠ ، P = ١٥٤ ، K < ٥٠٠ ، Mg = ٣٦٥ ، Ca < ٢٠٠٠ ، Mn = ٧,٢ ، Na = ٣٣٥ ، Cl = ١٠٧ ، Fe = ٦٠ . هذا .. بالإضافة إلى جميع العناصر الدقيقة الأخرى ، وبه الـ pH = ٧,١ ، والـ EC = ٩ (كتالوج الشركة) .

تحلل المادة العضوية

عند قلب المادة العضوية في التربة ، فإن نسبة الكربون إلى النيتروجين تكون - عادة - عالية في البداية ؛ حيث تبلغ نحو ٥٠ : ١ . ومع تحلل المادة العضوية تنطلق كميات كبيرة نسبياً من ثاني أكسيد الكربون ، وكميات قليلة نسبياً من النيتروجين التراتي والأمونيومي ؛ فتضيق النسبة تدريجياً . ويستمر ذلك مع استمرار تحلل المادة العضوية ، حتى تصل نسبة الكربون إلى النيتروجين نحو ١٠ : ١ . وتظل النسبة ثابتة

بعد ذلك ، برغم استمرار تحليل المادة العضوية . ويعنى ذلك أن المادة العضوية التى توجد فى صورة متقدمة من التحلل تكون نسبة الكربون إلى النيتروجين بها ١٠ : ١ مهما كانت النسبة فى بداية التحلل ؛ لذلك نجد أن المادة العضوية التى بها نسبة كبيرة من الكربون إلى النيتروجين تعطى عند تحليلها كمية أكبر من ثانى أكسيد الكربون ، وكمية أقل من الدبال humus ، وهو الناتج النهائى للتحلل .

تقسيم المواد العضوية حسب نسبة الكربون إلى النيتروجين بها

- تقسم المواد العضوية حسب نسبة الكربون إلى النيتروجين بها إلى الأقسام التالية :
- ١ - مواد ذات نسبة متقاربة جداً very narrow ؛ مثل : بول الحيوانات (١٠ : ١) ، والبقوليات فى الأطوار المبكرة من نموها (١٥ : ١ - ٢٠ : ١) .
 - ٢ - مواد ذات نسبة متقاربة ؛ مثل : البقوليات فى الأطوار المتأخرة من نموها والسماذ الحيوانى المتحلل (٢٠ : ١) ، وغير البقوليات فى الأطوار المبكرة من نموها (٢٠ : ١) .
 - ٣ - مواد ذات نسبة كبيرة ؛ مثل القش المتحلل ، والأوراق المتحللة (٦٠ : ١) ، وغير البقوليات فى الأطوار المتأخرة من نموها (٦٠ : ١) .
 - ٤ - مواد ذات نسبة كبيرة جداً ؛ مثل : القش (٨٠ : ١) ، والأوراق (٨٠ : ١) ، ونشارة الخشب (٣٠٠ : ١) (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .
- وعموماً .. تتوقف نسبة الكربون إلى النيتروجين على مرحلة النمو النباتى ؛ فتكون النسبة أوسع كلما تقدمت النباتات فى النمو ، وكذلك فى النباتات غير البقولية أوسع منها فى النباتات البقولية .

العوامل المؤثرة على سرعة تحليل المادة العضوية

يتم تحت الظروف المناسبة تحليل نصف كمية المادة العضوية الطازجة المضافة (سماذ حيوانى ، أو سماذ أخضر) خلال ٢ - ٣ أسابيع ، ونحو ٣/٢ الكمية المضافة خلال ٤ - ٦ أسابيع .

وتتأثر سرعة تحليل المادة العضوية بالعوامل التالية :

- ١ - درجة الحرارة :

حيث تخضع سرعة التحلل لقانون : فان هوف Vant Hoff ؛ فتزداد سرعة التحلل

إلى الضعف مع كل زيادة مقدارها ١٠ درجات مئوية بين درجتى حرارة صفر ، و٣٥م .

٢ - تهوية التربة :

لأن الأكسجين ضرورى لتأكسد المواد العضوية ، ولتنفس الكائنات الدقيقة فى التربة .

٣ - الرطوبة الأرضية :

لضرورتها لنمو الكائنات الدقيقة ، ولإتمام التفاعلات التى تحدث أثناء التحلل .

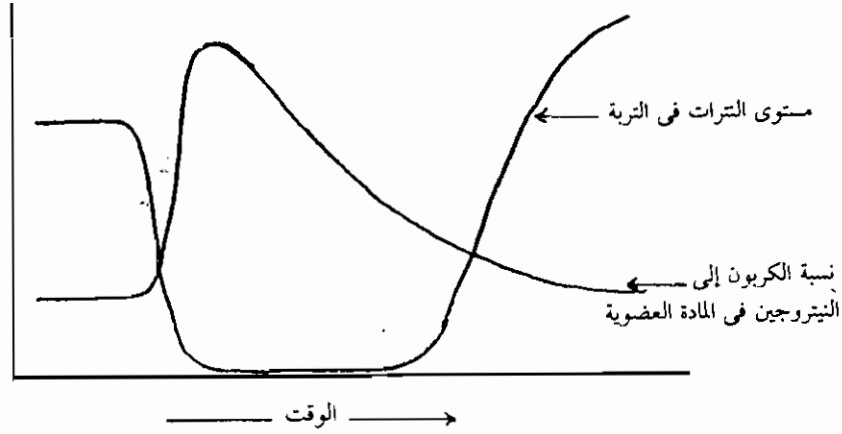
٤ - pH التربة :

حيث تكون كائنات التربة فى أعلى درجات نشاطها بين pH ٦ - ٦,٥ .

نواج تحلل المادة العضوية

عند تحلل المادة العضوية ، فإنها إما أن تتأكسد كلية ، وإما أن تتحلل إلى مواد وسطية تسمى الدبال humus . ومن المواد التى تتأكسد أو تتحلل كلية المركبات العضوية البسيطة ، كالسكريات ، والنشويات ، والهيمسيليلوز ، والبروتينات البسيطة . فالسكريات تتأكسد إلى CO_2 ، وماء وحرارة ، مع صور أخرى للطاقة . والبروتينات البسيطة تتأكسد فى وجود الماء إلى CO_2 ، وماء ، وأمونيا ، وطاقة . والبروتينات المركبة المحتوية على الكبريت تتأكسد فى وجود الماء إلى CO_2 ، وماء ، وأمونيا ، وكبريتيد الأيدروجين . هذا . . وتتحول الأمونيا إلى نيتروجين نتراتى ، ويتحول كبريتيد الأيدروجين إلى كبريتات . والمعادن تتحد مع بعض الأنيونات ، مكونة أملاحاً ، أو تبقى فى المحلول الأرضى كأيونات . وتفيد المركبات التى تتأكسد كلية فى إمداد كائنات التربة الدقيقة بالطاقة ، كما تفيد فى إمداد النبات ببعض العناصر الضرورية . هذا . . ويتغير مستوى النترات فى التربة أثناء تحلل المادة العضوية حسبما يظهر فى شكل (٧ - ٤) .

أما الدبال ، فهو مركب وسطى لتحلل المادة العضوية . وهو ناتج من نشاط الكائنات الدقيقة فى التربة عليها ، ويوجد فى صورة غروية ، وله أهميته القصوى فى زيادة السعة التبادلية للتربة . والدبال عبارة عن مادة عضوية متقدمة كثيراً فى درجة



شكل (٧ - ٤) : التغير في نسبة الكربون إلى النيتروجين في المادة العضوية أثناء تحليلها ، وعلاقة ذلك بمستوى النترات في التربة (عن Buckman & Brady ١٩٦٠) .

تحللها . وهو مادة غير متجانسة ، ليس له تركيب كيميائي محدد ، ولونه بني داكن ، ويتكون من بقايا نباتية وحيوانية متحللة مع بقايا خلايا كائنات التربة نفسها . والدبال غير ثابت التركيب ، ويتغير باستمرار في التربة ببطء .

يشكل اللجنين نحو ٤٠٪ - ٤٥٪ من الدبال ، ويدخل البروتين في تركيبه بنسبة ٣٠٪ - ٣٥٪ ، أما الباقي ، فهو عبارة عن دهون وشموع ومواد أخرى . واللجنين بالدبال ذو أصل نباتي ، أما البروتين ، فإنه يرجع إلى نشاط الكائنات الدقيقة في التربة (Millar وآخرون ١٩٦٥) .

الاسمدة الكيميائية

تشتمل الأسمدة الكيميائية Fertilizers على كل المركبات الكيميائية التي تضاف إلى التربة ، أو تستخدم رشا على النباتات بهدف تغذيتها . ويستبعد من ذلك الأسمدة العضوية ، والمركبات التي تستخدم في تعديل الرقم الأيدروجيني للتربة .

الاسمدة الكيميائية البسيطة

الأسمدة الكيميائية البسيطة هي تلك الأسمدة التي تتكون من مركب كيميائي واحد ، وتحتوي على عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية التي يحتاج إليها النبات .

ويوضح جدول (٧ - ١١) نسبة ما تحتويه بعض الأسمدة البسيطة من العناصر السمادية الرئيسية ، وهى : النتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

جدول (٧ - ١١) : محتوى بعض الأسمدة البسيطة من عناصر النتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

النسبة المئوية لمحتوى السماد من ^(١)				السماد
البوتاسيوم (K ₂ O)	الفوسفور (P ₂ O ₅)	النتروجين (N)	التركيب الكيميائي	
-	-	٣٣	NH ₄ NO ₃	نترات الامونيوم
-	٤٨	١١	NH ₄ H ₂ PO ₄	فوسفات احدى الامونيوم
-	٥٣	٢١	(NH ₄) ₂ HPO ₄	فوسفات ثنائى الامونيوم
-	-	٢٠,٥	(NH ₄) ₂ SO ₄	كبريتات الامونيوم
-	-	٨٢	NH ₃	الامونيا السائلة
-	-	٢٠	NH ₃	الامونيا المائية
-	-	٢١	CaCN ₂	سيناميد الكالسيوم (ب)
-	-	١٥,٥	Ca(NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	نترات الكالسيوم
٤٤	-	١٣	KNO ₃	نترات البوتاسيوم
-	-	١٦	Na NO ₃	نترات الصوديوم
-	-	٤٦	CO (NH ₂) ₂	اليوريا (ب)
-	٢٠ - ١٦	-	Ca H ₄ (PO ₄) ₂	السوبر فوسفات العادى
-	٤٦ - ٤٥	-	Ca H ₄ (PO ₄) ₂	السوبر فوسفات الثلاثى
-	٥٤ - ٥٢	-	H ₃ PO ₄	محلول حامض الفوسفوريك
٥٢ - ٤٨	-	-	K ₂ SO ₄	كبريتات البوتاسيوم
٦٢ - ٦٠	-	-	KCl	كلورور (ميورات) البوتاسيوم

(١) للتحويل من P₂O₅ إلى P يضرب فى ٠,٢٣٦٤ . وللتحويل من P إلى P₂O₅ يضرب فى ٢,٢٩١٥ . وللتحويل من K₂O إلى K يضرب فى ٠,٨٣٠١ . وللتحويل من K إلى K₂O يضرب فى ١,٢٠٤٧ .

(ب) مركبات عضوية لاحتوائها على الكربون ، ولكنها ليست مركبات عضوية طبيعية (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

الأمدة الأزوتية الهامة

من أهم الأمدة الأزوتية ما يلي :

١ - سلفات النشادر :

تعتبر سلفات النشادر مصدرا جيدا للأزوت الميسر ، وهى لا تفقد بسرعة من التربة كنترات الصوديوم ، وتتميز بأن لها تأثيراً حامضياً على التربة . ومن مميزات الأخرى سهولة خلطها بالسوبر فوسفات وسلفات البوتاسيوم ، لكن لا يجوز خلطها مع الجير ، أو مع الأمدة القاعدية . وتحتوى سلفات النشادر - كذلك - على كبريت بنسبة ٢٤٪ .

٢ - نترات الصوديوم :

تعتبر نترات الصوديوم سماداً سريع الذوبان والامتصاص ، ومعرضاً للفقد من التربة ؛ لذا تجب إضافته على دفعات حسب حاجة النبات . وهو يحتوى على صوديوم بنسبة ٢٧٪ .

٣ - نترات الكالسيوم :

لهذا السماد خصائص نترات الصوديوم ، لكنه يتميز عن الأخير باحتوائه على الكالسيوم بنسبة حوالى ١٧٪ ، وهو سريع الذوبان فى الماء ، ويعد مصدراً جيداً للكالسيوم ، بالإضافة إلى محتواه من النيتروجين .

٤ - نترات البوتاسيوم :

يتميز سماد نترات البوتاسيوم باحتوائه على كل من النيتروجين والبوتاسيوم فى صورة صالحة للامتصاص .

٥ - اليوريا :

تتحلل اليوريا - عند إضافتها للتربة - إلى أمونيا ، ثم إلى نترات .

٦ - سيناميد الكالسيوم :

يتحلل سيناميد الكالسيوم - عند إضافته للتربة - إلى كربونات الكالسيوم

واليوربا ، ثم تتحلل اليوربا بواسطة الكائنات الحية الدقيقة فى التربة ، معطية كربونات الأمونيوم ، ونترات الكالسيوم .

ولذلك . . فسيناميد الجير يتيسر فيه النيتروجين ببطء ، ولا يخشى من فقدته مع ماء الرش . ونظراً لتأثيره السام على النباتات ، تجب إضافته قبل الزراعة بوقت كاف . ولا يخلط هذا السماد مع سلفات النشادر ، أو السوبر فوسفات ، لكن يمكن خلطه بسلفات البوتاسيوم (استينو وآخرون ١٩٦٣) .

هذا . . ويعطى التسميد بالنيتروجين التتراتى أفضل نتائج عندما يتراوح pH التربة بين ٤,٥ و ٧ ، بينما يعطى النيتروجين الأمونيومى أفضل تأثيراته عندما تكون التربة متعادلة أو قلوية ؛ ولذا . . فإن استعمال الأسمدة الأزوتية النشادرية فى الأراضى القلوية يكون أفضل منه فى الأسمدة التتراتية .

وبالرغم من أن النبات يستنفذ قدرًا أكبر من الطاقة لتحويل النترات إلى نشادر ، إلا أن النترات تستخدم أحيانًا لإعطاء نمو سريع لعدم وجود ما يحد من حركتها فى التربة . أما اليوربا فإنها تفضل للتغذية الورقية ، كما أنها تستعمل فى التسميد الأرضى عند الرغبة فى إعطاء دفعة قوية للنمو الخضرى ، وخاصة فى الجود البارد .

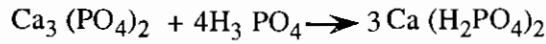
الأسمدة الفوسفاتية الهامة

يرجع كل الفوسفور الموجود فى الأسمدة التجارية إلى صخر الفوسفات -phosphate rock (أو معدن الأباتيت apatite) . والفوسفور الموجود بالصخر غير قابل للذوبان فى الماء ، ولا يكون ميسراً لامتصاص النبات ، لكن عند طحنه إلى مسحوق دقيق ، فإن بعض الفوسفور الموجود به يصبح صالحاً لاستعمال النبات بفعل الأحماض الموجودة فى التربة ، لكن الكمية الميسرة تكون منخفضة جداً .

ويصنع سماد السوبر فوسفات بمعاملة صخر الفوسفات بحامض الكبريتيك ؛ حيث يتحول فوسفات الكالسيوم الثلاثى غير القابل للذوبان إلى فوسفات أحادى الكالسيوم وفوسفات ثنائى الكالسيوم القابلين للذوبان ؛ وعليه . . فإن السوبر فوسفات هو خليط من كل

من فوسفات أحادى الكالسيوم وفوسفات ثنائى الكالسيوم مع الجبس gypsum الذى يشكل نصف السوبر فوسفات العادى ؛ ولذا .. فهو يحتوى - كذلك - على ١٨٪ كالسيوم .

أما السوبر فوسفات المزدوج (أو الثلاثى) double (treble or triple) super phosphate ، فإنه يصنع بمعاملة صخر الفوسفات بحامض الفوسفوريك ؛ حيث يتكون فوسفات أحادى الكالسيوم وفوسفات ثنائى الكالسيوم :



ويلاحظ أن السوبر فوسفات العادى يحتوى على ١٦ - ٢٠٪ P_2O_5 حسب محتواه النسبى من كل من الجبس ، وفوسفات أحادى الكالسيوم ، وفوسفات ثنائى الكالسيوم ، بينما يحتوى السوبر فوسفات المركز على ٤٧٪ P_2O_5 ، ونحو ١٢٪ كالسيوم .

هذا .. ويعد حامض الفوسفوريك التجارى من أكثر الأسمدة الفوسفاتية استخداماً فى الزراعات الصحراوية التى تروى بالتنقيط ؛ نظراً لسهولة إضافته من خلال شبكة الري .

كما يستخدم - كذلك - بكثرة سماد فوسفات ثنائى الأمونيوم (٢١٪ N ، و ٥٣٪ P_2O_5) إلى جانب التقاوى ، أو نثراً فى الأرض قبل الزراعة . ويخلو هذا السماد من الكالسيوم ، ولكن سماد فوسفات أحادى الأمونيوم (١١٪ N ، و ٤٨٪ P_2O_5) يحتوى على ١٤٪ كالسيوم .

الأسمدة البوتاسية الهامة

يعتبر سماد سلفات البوتاسيوم أفضل الأسمدة البوتاسية . وهو سريع الذوبان والامتصاص ، كما أنه يحتوى - إلى جانب البوتاسيوم - على ١٨٪ كبريتاً .

أما سماد كلورور (ميورات) البوتاسيوم ، فهو بطئ الذوبان والمفعول ، ويفضل استعماله فى الأراضى الرملية والخفيفة ، ولا تجوز إضافته قريباً من النباتات ؛ إذ إنه يضر بالجذور .

المصادر السمادية لبقية العناصر المغذية الضرورية للنبات

يتم التسميد بباقي العناصر المغذية الضرورية للنبات بإضافتها إلى التربة ، أو رشا على النموات الخضرية فى إحدى الصور الموضحة فى جدول (٧ - ٢٢) .

جدول (٧ - ٢٢) : الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر الغذائية غير النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

الكمية المناسبة عند التسميد عن طريق		
العنصر والسماد ونسبة العنصر فى السماد	التربة (كجم / فدان)	رشا (كجم / ٤٠٠ لتر ماء)
الكالسيوم		
الجبس الزراعى ٢٢,٥٪ كالسيوم - السوبر فوسفات العادى تختلف الكمية حسب السماد	-	-
(٤,٢٠٪ كالسيوم - تربل سوبر فوسفات (١٤٪ كالسيوم) والغرض من الاستعمال	-	-
كلوريد الكالسيوم CaCl_2 (يحتوى ٣٦,١٪ كالسيوم)	-	٥ - ٢,٥
نترات الكالسيوم $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (يحتوى ٢٠٪ كالسيوم)	-	٥ - ٢,٥
المغنسيوم		
كبريتات المغنسيوم $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (يحتوى ٩,٨٪ مغنسيوم)	١٠٠ - ٧٥	٧ - ٥
الكبريت		
سلفات الامونيوم - سلفات البوتاسيوم - الجبس الزراعى - تختلف الكمية حسب السماد	-	-
السوبر فوسفات . والغرض من الاستعمال	-	-
الحديد		
كبريتات الحديدوز $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (يحتوى ٢٠٪ حديدًا)	١٠ - ٥	١,٥ - ١
حديد مخلبى EDTA (يحتوى ٩ - ١٢٪ حديدًا)	١٨ - ٩	٠,٥ - ٠,٢٥
حديد مخلبى EDTA (يحتوى ٦٪ حديدًا)	-	٠,٥
النحاس		
كبريتات النحاس $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (يحتوى ٢٥,٥٪ نحاسًا)	٢٤ - ١٢	٢,٥ - ١
أكسيد النحاس CuO (يحتوى ٧٩,٦٪ نحاسًا)	٨ - ٤	-
نحاس مخلبى EDTA (يحتوى ١٣٪ نحاسًا)	-	٠,٥ - ٠,٢٥
الزنك		
كبريتات الزنك $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (يحتوى ٢٢,٧٪ زنكًا)	٢٠ - ٥	٢ - ١
زنك مخلبى EDTA (يحتوى ١٠٪ زنكًا)	١٨ - ٧	٠,٥ - ٠,٢٥
(يتبع)		

الكمية المناسبة عند التسميد عن طريق		
العنصر والسماذ ونسبة العنصر فى السماذ	التربة (كجم / فدان)	رشاً (كجم / ٤٠٠ لتر ماء)
المنجنيز		
سلفات المنجنيز $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ (يحتوى ٢٤,٦٪ منجنيزاً)	١٠ - ١٥	١ - ٢
منجنيز مخلبى EDTA (يحتوى ١٢٪ منجنيزاً)	-	٠,٢٥ - ٠,٥
المولبدنم		
مولبيدات الامونيوم $(NH_4)_2MO_7O_4$ (يحتوى ٤٨,٩٪ مولبدنم)	١ - ٢	٠,١٢٥ - ٠,٢٥
مولبيدات الصوديوم $Na_2MO_4 \cdot 2HO$ (يحتوى ٣٩,٧٪ مولبدنم)	٠,٢٥ - ٠,٥	٠,١٢٥ - ٠,٢٥
البورون		
البوراكس $Na_2 B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (يحتوى ١٠,٦٪ بورون)	٥ - ١٢	١ - ٢,٥
حامض بوريك H_3BO_3 (يحتوى ١٧٪ بورون)	-	١ - ١,٥

الاسمدة الكيميائية المركبة

تحتوى الاسمدة المركبة على أكثر من عنصر سمادى ، وتحضر بخلط اثنين أو أكثر من الاسمدة البسيطة معاً بنسب معينة وبصورة متجانسة ؛ بحيث يحتوى السماذ المركب على نسبة معينة من كل من العناصر السمادية المرغوبة .

مصطلحات خاصة بالاسمدة المركبة

فيما يلى بعض المصطلحات المستخدمة فى وصف الاسمدة المركبة :

درجة السماذ أو تحليل السماذ Fertilizer grade or analysis :

تحليل السماذ هو النسبة المئوية لكل من النيتروجين (N) ، والفوسفور فى صورة P_2O_5 ، والبوتاسيوم فى صورة K_2O فى السماذ المركب ، ويعبر عنها بثلاثة أرقام ؛

مثل : ٥ - ١٠ - ٥ ؛ حيث تشير الأرقام الثلاثة إلى النسب المثوية لكل من : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى السماد على التوالى . وقد يوجد أحياناً رقم رابع يشير إلى النسبة المثوية للمغنسيوم فى صورة مع MgO ، ورقم خامس يشير إلى النسبة المثوية للكالسيوم فى صورة CaO .

والسماد المركب قد يكون ذا تحليل منخفض إذا كان مجموع النسب المثوية لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم به ٢٠ أو أقل . وقد يكون ذا تحليل مرتفع إذا زاد مجموع هذه النسب على ٢٠ .

المعادلة السمادية Fertilizer formula :

هى الكميات الفعلية من المركبات الداخلة فى تركيب طن من السماد المركب ، وقد يعبر عن هذه الكميات كنسب مئوية أيضاً . ويطلق على مصادر العناصر السمادية فى السماد المركب اسم المواد الحاملة carriers .

الوحدة السمادية :

هى كمية العنصر السمادى (النيتروجين ، أو الفوسفور فى صورة P_2O_5 ، أو البوتاسيوم فى صورة K_2O) التى توجد فى ١٠ كجم من السماد (١٪ من الطن) .

النسبة السمادية Fertilizer Ratio :

هى نسبة العناصر السمادية الثلاثة (النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم) إلى بعضها البعض فى السماد المركب . فمثلاً . . عندما يكون تحليل السماد ٥ - ١٠ - ٥ تكون نسبته السمادية ١ - ٢ - ١ .

وتتوقف النسبة السمادية التى يوصى بها على العوامل التالية :

١ - الظروف البيئية :

تقل نسبة الأزوت فى الجو الملبد بالغيوم .

٢ - المحصول المزروع :

تزيد نسبة الأزوت للمحاصيل الورقية ، ونسبة الفوسفور للمحاصيل الثمرية ، ونسبة البوتاسيوم للمحاصيل الجذرية والورقية .

٣ - طبيعة التربة :

تزيد نسبة البوتاسيوم فى الأراضى الرملية ، وتزيد نسبة الفوسفور فى الأراضى الثقيلة ، وتقل نسبة الأزوت فى الأراضى العضوية .

٤ - كمية ونوع الأسمدة المستخدمة :

تجب مراعاة زيادة نسبة الفوسفور عندما تكون الأرض حديثة العهد بالتسميد ؛ أى لم يسبق تسميدها كثيراً من قبل ، وكذلك عند استعمال الأسمدة العضوية .

تحضير السماد المركب

يحضر السماد المركب بخلط عدد من الأسمدة البسيطة بكميات محسوبة مقدماً حسب تحليل السماد المراد تحضيره ، ومعادلته ، ونسبته السمادية .

مثال : احسب الكميات اللازمة لتحضير سماد مركب تحليله ٥ - ٩ - ٥ ، مع استخدام سلفات النشادر (٢٠٪ N) ، والسوبر فوسفات (١٥٪ P_2O_5) ، وسلفات البوتاسيوم (٥٠٪ K_2O) فى تحضير السماد .

يحتوى الطن من هذا السماد على : ٥٠ كجم N ، و ٩٠ كجم P_2O_5 ، و ٥٠ كجم K_2O . وهذه الكميات يمكن الحصول عليها بخلط :

٢٥٠ كجم سلفات نشادر .

٦٠٠ كجم سوبر فوسفات .

١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم .

تخلط هذه الكميات من الأسمدة معا ، ويضاف إليها نحو ٥٠ كجم من الرمل ليصل الوزن إلى طن . ويفضل عند تحضير السماد المركب جعل النيتروجين من

مصدرين : أحدهما قابل للذوبان والامتصاص بسرعة ، والآخر بطيء الذوبان . كما يفضل جعل الأسمدة مركزة قدر المستطاع ، مع استخدام أسمدة بسيطة غنية بالعناصر عند تحضير السماد المركب .

وعند خلط الأسمدة يراعى أن بعضها يكون متحجراً ؛ كالسوبر فوسفات ، وبعضها تتجمع حبيباته ، مكونة كتلا أكبر ، كسلفات النشادر . وهذه يجب دقها جيداً ونخلها لتسهيل عملية الخلط . كما تجب مراعاة أن بعض الأسمدة لا يجوز خلطها ؛ لأنها تتفاعل بعضها مع بعض ؛ مما يؤدي إلى تحول بعض العناصر إلى صور غير ذائبة .

وفيد جدول (٧ - ٢٣) فى حساب كميات الأسمدة البسيطة اللازمة لتحضير الأسمدة المركبة .

جدول (٧ - ٢٣) طريقة حساب الكميات اللازمة من الأسمدة البسيطة إذا عرفت الكميات المطلوبة من العناصر أو العكس (عن Mastalcrz ١٩٧٧ ، و Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

نضرب الكمية المطلوبة من	فى	للحصول على الكمية المطلوبة من
الأمونيا NH_3	٠,٨٢٣	نيتروجين N
نترات الأمونيوم $NH_4 NO_3$	٠,٣٥٠	نيتروجين N
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$	٠,٢١٢	نيتروجين N
بوراكس $Na_2 B_4O_7 \cdot 10H_2 O$	٠,١١٤	بورون B
حمض بوريك $H_3 BO_3$	٠,١١٧	بورون B
بورون B	٨,٨١٣	بوراكس $Na_2 B_4O_7 \cdot 10 H_2 O$
بورون B	٥,٧١٦	حمض بوريك $H_3 BO_3$
كالسيوم Ca	٤,٢٩٥	كبريتات الكالسيوم (الجبس) $Ca SO_4 \cdot 2H_2O$
مغنسيوم Mg	٤,٩٥١	كبريتات المغنسيوم $Mg SO_4$
كبريتات المغنسيوم $Mg SO_4$	٠,٢٠٢	مغنسيوم Mg
منجنيز Mn	٢,٧٤٩	كبريتات المغنسيوم $Mn SO_4$
منجنيز Mn	٤,٠٦٠	كبريتات المنجنيز $Mn SO_4 \cdot 2H_2O$
كبريتات المنجنيز $Mn SO_4$	٠,٣٦٤	منجنيز Mn
كبريتات المنجنيز $Mn SO_4 \cdot 4H_2 O$	٠,٢٤٦	منجنيز Mn

(يتبع)

تابع جدول (٧ - ٢٣) .

نضرب الكمية المطلوبة من	فى	للحصول على الكمية المطلوبة من
ميورات البوتاسيوم Cl_2	٠,٦٣٢	بوتاس K_2O
ميورات البوتاسيوم Cl_2	٠,٥٢٤	بوتاسيوم K
نترات NO_3	٠,٢٢٦	نيتروجين N
نترات البوتاسيوم NO_3	٠,٤٦٦	بوتاس K_2O
نترات البوتاسيوم NO_3	٠,٣٨٧	بوتاسيوم K
نترات الصوديوم $Na NO_3$	٠,١٦٥	نيتروجين N
نيتروجين N	١,٢١٦	أمونيا NH_3
نيتروجين N	٢,٨٥٦	نترات أمونيوم $NH_3 NO_3$
نيتروجين N	٤,٧١٦	كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$
نيتروجين N	٤,٤٢٦	نترات NO_3
نيتروجين N	٦,٠٧١	نترات الصوديوم $Na NO_3$
فوسفات $P_2 O_5$	٠,٤٣٧	فوسفور P
الفوسفور P	٢,٢٩١	فوسفات $P_2 O_5$
بوتاس $K_2 O$	١,٥٨٣	ميورات البوتاسيوم KCl
بوتاس $K_2 O$	٢,١٤٦	نترات البوتاسيوم KNO_3
بوتاس $K_2 O$	٠,٨٣٠	بوتاس K
بوتاس $K_2 O$	١,٨٥٠	كبريتات البوتاسيوم $K_2 SO_4$
بوتاسيوم K	١,٩٠٧	ميورات البوتاسيوم KCl
بوتاسيوم K	٢,٥٨٩	نترات البوتاسيوم KNO_3
بوتاسيوم K	١,٢٠٥	بوتاس K_2O
بوتاسيوم K	٢,٢٢٩	كبريتات البوتاسيوم $K_2 SO_4$
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2 SO_4$	٠,٢١٢	نيتروجين N
كبريتات البوتاسيوم $K_2 SO_4$	٠,٥٤٠	بوتاس $K_2 O$
كبريتات البوتاسيوم $K_2 SO_4$	٠,٤٤٩	بوتاسيوم K

الاسمدة البطيئة الذوبان والتيسر

الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر Slow Release Fertilizers إما أنها أسمدة ذات قابلية ضعيفة جدا للذوبان فى الماء ، وإما أنها أسمدة تتيسر فيها العناصر الغذائية فى

صورة صالحة للامتصاص ببطء شديد ، وفي كلتا الحالتين تيسر العناصر الغذائية للنبات بقدر حاجته إليها ، وعلى مدى فترة زمنية طويلة تمتد من ثلاثة أسابيع إلى عدة سنوات ؛ الأمر الذى يقلل كثيراً من فرصة تثبيتها فى التربة ، ومن فقدائها فى ماء الصرف . وفيما يلى شرح لبعض أنواع الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر .

الأسمدة المخلبية

الأسمدة المخلبية Chelated Fertilizers هي أسمدة توجد فيها العناصر الضرورية للنبات فى صورة مركبات مخلبية chelated compounds أو Sequestering agents . والمركبات المخلبية عبارة عن مركبات عضوية حلقية مرتبطة بمعدن أو أكثر بشدة تتفاوت من مركب مخلبى لآخر . وهى قابلة للذوبان فى الماء . والمستعمل منها فى الأغراض الزراعية يتحلل فى الماء ببطء شديد . وتعمل المركبات المخلبية على منع تثبيت العناصر فى التربة . فبرغم قابليتها للذوبان فى الماء ، إلا أنها بطيئة التحلل بدرجة كبيرة ؛ وبذلك يتيسر لعنصر لامتصاص النبات ، دون أن يفقد بالتثبيت . هذا . . . وتدمص المركبات المخلبية على سطح حبيبات الطين . ومن المركبات المخلبية الشائعة الاستعمال فى الزراعة ما يلى :

ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA)

diethylene triamine penta acetic acid (DTPA)

cyclohexane diamine tetra acetic acid (CDTA)

ethylene diamine di (O-hydroxyphenyl acetic acid (EDDHA)

هذا . . . وتوجد المواد المخلبية إما فى صورة أحماض ، وإما فى صورة ملح الصوديوم . والعناصر المخلوبة عادة هى : الحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والزنك ، والكوبالت .

وتضاف المركبات المخلبية عن طريق التربة ؛ حيث تعطى نتائج أفضل ، ولمدة طويلة ، عما فى حالة إضافتها بطريق الرش ، إلا أنه يمكن استعمالها رشاً بتركيزات مخففة مع الرش الدورى لمكافحة الآفات (Tisdale & Nelson ١٩٧٥) .

وتحتوى الأسمدة المخلبية - عادة - على العناصر الدقيقة بالنسب التالية :

السماذ	العنصر (%)
الحديد المخلبي	١٣,٢
المنجنيز المخلبي	١٣
النحاس المخلبي	١٤
الزنك المخلبي	١٥

وفيما يلى أمثلة لبعض العناصر النادرة التى توجد فى صورة مركبات مخلبية :

١ - نيرفانيد حديد :

مركب مخلبي يحوى حديداً فى صورة FeEDTA بنسبة ١٣,٢٪ . يستخدم فى الأراضي الحامضية فقط بمعدل ٢ كجم/ فدان فى أول سنة ، ثم بمعدل ١/٤ - ١/٢ كجم سنوياً بعد ذلك . كما يمكن استخدامه أيضاً بطريق الرش .

٢ - نيرفانيد منجنيز :

مركب مخلبي يحتوى على منجنيز فى صورة MnEDTA بنسبة ١٤٪ . ينصح باستخدامه بمعدل ١,٥ كجم / فدان ، كما يستخدم رشاً بتركيز لا يزيد على ٠,٠٥٪ .

٣ - نيرفانيد زنك :

مركب مخلبي يحوى زنكاً فى صورة ZnEDTA بنسبة ١٤٪ . ينصح باستعماله بمعدل ١/٢ كجم / فدان قبل الزراعة ، كما يستخدم رشاً بتركيز لا يزيد على ٠,٠٥٪ ؛ وبحيث لا تزيد الكمية الكلية المستعملة عن ١٥٠ جم للفدان .

٤ - إزيلكس :

مركب مخلبي يحوى :

٣,٦٪ حديدًا في صورة FeEDDHA .

١,٨٪ منجنيزًا في صورة MnDTPA .

٠,٧٪ زنكًا في صورة ZnEDTA .

٠,٢٪ نحاسًا في صورة CuEDTA .

٠,٣٪ كوبالت في صورة CoEDTA .

٠,٨٪ بوريون في صورة معدنية .

٠,٦٪ موليبدنم في صورة معدنية .

ويستخدم الإزبيلكس في الأراضي القلوية ، والجيرية ، والدبالية ، والحديثة الاستصلاح . ويوصى باستعماله بمعدل ١,٠٪ بالوزن عند خلطه بالأسمدة التجارية ، أو بمعدل ٠,٥٪ عند خلطه بالأسمدة المركزة ، أو رشا على الأرض قبل الزراعة بمعدل ٢,٥ كجم / فدان في الكمية المناسبة من الماء ، وتكرر المعاملة سنويا لمدة أربع سنوات . ويمكن إضافته رشا عند ظهور أعراض النقص بتركيز ١,٠٪ محلولًا مائيا .

٥ - فيروبيلكس :

مركب مخلبي يحوى حديدًا في صورة FeEDDHA بنسبة ٦٪ . ويوصى به في الأراضي القلوية بمعدل ٢ كجم / فدان ، ثم تكرر سنويا بمعدل ١/٤ - ١/٣ كجم / فدان .

وينصح عند استعمال الأسمدة المخيلية بطريق الرش إضافة أية مادة ناشرة غير أيونية إلى محلول الرش . كما يمكن زيادة كفاءة امتصاص المركبات المخيلية من النرفانيدات بإضافة اليوريا (٤٦٪ نيتروجينًا) بمعدل ٢ كجم / لتر في محلول الرش مع المركبات المخيلية . وينصح بالرش في الصباح أو في المساء ، وألا يزيد على الحد الذي يتساقط معه محلول الرش من على الأوراق (نشرة شركة ستك ١٩٧٩) .

ولمزيد من الأمثلة عن أسمدة العناصر المخلبية . . يراجع موضوع الأسمدة الورقية فى موضع لاحق من هذا الفصل .

سماد الأزموكوت

يحتوى سماد الأزموكوت Osmocote - وهو مُنتج تجارى لشركة Sierra Chemical Co., Milpitas, California - البطئ الذوبان والتيسر على عناصر : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم ، كما توجد منه تحضيرات تحتوى أيضاً على عناصر : الحديد ، والموليبدنم ، والبورون ، والمنجنيز ، والزنك ، والنحاس .

وتمتد فترة تحرير المواد الغذائية من حبيبة السماد من ٢ - ١٨ شهراً . ولا يغسل السماد من التربة بالرى الغزير ، كما لا يتأثر السماد بنوع التربة ، أو درجة حموضتها ، أو ظروفها الحيوية . وتتأثر فترة فاعلية الأنواع المختلفة من الأزموكوت بدرجة الحرارة فقط ؛ إذ إن درجة الحرارة المرتفعة تسبب تحرر السماد بسرعة . ودرجة الحرارة المنخفضة تجعل التحرر يتم ببطء ، كما هو مبين فى جدول (٧ - ٢٤) .
جدول (٧ - ٢٤) : تأثير درجة الحرارة على مدة فاعلية الأنواع المختلفة من أسمدة الأزموكوت .

مدة الفاعلية بالشهر فى حرارة تربة (م)			سماد الأزموكوت
٣٢	٢١	١٦	
٢ - ١	٤ - ٣	٥ - ٤	١٤ + ١٤ + ١٤
٦ - ٥	٩ - ٨	١١ - ١٠	١٦ + ١٨ + ٥ + حديد
٨ - ٧	١٤ - ١٢	١٦ - ١٥	١٦ + ١٧ + ٥ + حديد
١٢ - ١٠	١٨ - ١٦	٢١ - ٢٠	١٦ + ١٦ + ٥ + حديد
٨ - ٧	١٤ - ١٢	١٦ - ١٥	٣٢ + ١ + ٢ + حديد
(أموكوت زائد) :			
٢ - ١	٤ - ٣	٥ - ٤	١٥ + ١١ + ١٣ + ٢ مغ أ + عناصر دقيقة

وتحتوى أسمدة الأزموكوت على العناصر السمادية مغلفة بقشرة راتنجية (عضوية) داخل كبسولات قطرها نحو ٣ مم ، أو أقل . وتخلط هذه الأسمدة مع بيئة نمو الجذور .

وعند الري يمر بخار الماء بين حبيبات التربة إلى داخل الكبسولات من خلال ثقب صغيرة بها. وبالدخول يتكثف بخار الماء على السماد ؛ فيقل ضغط بخار الماء ؛ الأمر الذى يتبعه دخول بخار ماء جديد إلى الكبسولة ، وهكذا إلى أن يتكثف داخل الكبسولة قدر من الماء يكفى لإذابة السماد . ومع ازدياد دخول الماء يتولد ضغط داخلى يؤدي إلى تمدد جدار الكبسولة واتساع الثقب ؛ فيخرج السماد منها ببطء للخارج .

ومن التحضيرات التجارية الأخرى لأسمدة الأزموكوت ما يلى :

تحليل السماد	مدة الفاعلية فى حرارة ٢١م (شهر)
١٩ - ٦ - ١٢	٣ - ٤
١٣ - ١٣ - ١٣	٨ - ٩
١٨ - ٦ - ١٢	٨ - ٩
١٧ - ١٧ - ١٢	١٢ - ١٤
٤٠ - صفر - صفر	٣ - ٤

ومن أسمدة الأزموكوت - كذلك - أسمدة تجارية تعرف باسم Sierrablen ؛ وهى - أيضاً - بطيئة التيسر ، وتتوفر فى عدة تراكيب ، كما يلى :

تحليل السماد	مدة فاعليته (شهر)
١٩ - ٧ - ١٠ + حديد	٣ - ٤
١٨ - ٧ - ١٠ + حديد	٨ - ٩
١٧ - ٧ - ١٠ + حديد	١٢ - ١٤
١٧ - ٦ - ١٢ + عناصر دقيقة	٣ - ٤
١٧ - ٦ - ١٠ + عناصر دقيقة	٨ - ٩

وقد أنتجت أسمدة أخرى بطيئة الذوبان والتيسر على غرار أسمدة الأزموكوت ؛ مثل أسمدة الهايفرت Haifert ، التى تتوفر فى عدة تحاليل ؛ منها ما يلى :

١٢ - ٦ - ١٨ + عناصر صفري
١٠ - ٢٠ - ١٠ + عناصر صفري
١٠ - ٥ - ٢٥

١٢ - ١٢ - ١٢ + عناصر صفري
١٦ - ٨ - ١٦ + عناصر صفري
١٨ - ١٠ - ١٠ + عناصر صفري

اليوريا المغطاة بالكبريت

اليوريا المغطاة بالكبريت (SCU) Sulfur-Coated Urea عبارة عن سماد يوريا مغطى بغطاء كبريتي . وغالبًا ما يضاف إلى السماد بعض المواد المانعة لنشاط الكائنات الدقيقة microbiocides ؛ مثل الـ pentachlorophenol لتقليل سرعة التحلل البيولوجي للغطاء الكبريتي . وتحتوي هذه الأسمدة غالبًا على حوالي ٣٦٪ نيتروجينًا ، و ١٧٪ كبريتًا ، و ٣٪ شمعًا ، و ٢٪ microbiocide ، و ١,٨٪ conditioner .

وعند إضافة هذه الأسمدة ، فإن نسبة كبيرة من النيتروجين تيسر خلال الأسبوع الأول ؛ ويرجع ذلك إلى عدم اكتمال الغطاء الكبريتي حول بعض الحبيبات . وتذكر هذه النسبة عادة في اسم التحضير التجاري . فمثلاً SCU-10 يعني أن ١٠٪ من النيتروجين تيسر خلال الأسبوع الأول ، و SCU-26 يعني أن ٢٦٪ من النيتروجين تيسر خلال الأسبوع الأول . . . وهكذا . وتيسر خلال الأسبوعين التاليين نسبة أقل من النيتروجين نتيجة اكتمال تكون الغطاء الكبريتي غير المنفذ للماء . ويطلق على هذه الفترة اسم "lag period" .

يبدأ بعد ذلك ظهور تأثير التحلل البيولوجي للغطاء الكبريتي ؛ حيث تصل الرطوبة إلى اليوريا ، ويخرج محلول اليوريا من الثقوب الدقيقة التي تحدث بالغطاء . وتتوقف سرعة تحلل الغطاء الكبريتي - إلى حد كبير - على رطوبة وحرارة التربة ، فتزداد مع ارتفاع الرطوبة ومع ارتفاع درجة الحرارة (الـ Q_{10} لذلك = خمسة) ، ويبلغ مقدار تيسر النيتروجين خلال تلك الفترة حوالي ١٪ يوميًا .

ومن أوائل الأسمدة التي أنتجت من هذه النوعية السماد Gold-N ، وتركيبه :
N ٣٢٪ ، S ٣٠٪ ، و ٢٪ شمعًا (عن Nelson ١٩٨٥) .

وفيفيد استعمال سماد اليوريا المغطاة بالكبريت - خاصة - عند انخفاض معدلات التسميد (Brown وآخرون ١٩٨٨) .

الأسمدة فى صورة فريتز

الفريتز frits عبارة عن رقائق صغيرة زجاجية المظهر ، تتراوح فى درجة ذوبانها بين القلة والكثرة ، ويستخدم البطئ الذوبان منها ؛ حيث يذاب ببطء إلى أن يصبح فى صورة سائلة ، ثم يخلط معه السماد المطلوب ، ثم تعاد إلى الحالة الصلبة بتعريض المخلوط للتفريغ فى حمام مائى بارد ؛ فتتصلب الرقائق frits وتنكسر فى الحال ؛ حيث تجمع وتطحن إلى أن تصبح دقيقة (٢٠٠ mesh أو أصغر - أى تمر من منخل لا يقل عدد ثقوبه عن ٢٠٠ ثقب فى البوصة الطولية) . وعند إضافتها إلى التربة ، فإنها تذوب ببطء ، ويتيسر السماد الموجود بها ، ويمكن الاعتماد عليها لمدة ١٠ شهور فى مد النبات بالسماد (Nelson ١٩٨٥) .

اليوريا فورمالدهيد Urea formaldehyde

تتوفر اليوريا فورمالدهيد تحت أسماء تجارية مختلفة ؛ منها : اليورميت Urmite ، واليوريا فورم Ureaform ، وبها ٣٨٪ N يتيسر نحو ثلثيه فى السنة الأولى ، والباقي ببطء فى السنوات التالية . ويوجد معظم المركب فى صورة سلاسل كيميائية طويلة لا يمكن للنبات امتصاصها ، ولكن الكائنات الدقيقة التى توجد بالتربة تعمل على تحليل هذه السلاسل ، فتفصل اليوريا التى يمكن للنبات أن يمتصها بسهولة .

ويستخدم هذا السماد بصفة خاصة فى المسطحات الخضراء .

وتخضر اليوريا فورم Ureaform بتفاعل اليوريا مع الفورمالدهيد .

الأيزوبوتيلدين دايريا Isobutylidene Diurea

ينشأ هذا المركب من التفاعل بين اليوريا والأيزوبوتيلداهيد Isobutylaldehyde . وهو بطئ الذوبان للغاية ، وتبعاً للتركيب الكيميائى ، فإنه يحتوى على ٣٢,٢٪ نيتروجيناً ، ولكن التحضير التجارى يحوى ٣٠٪ فقط بسبب وجود الشوائب . ويزداد

ذوبان السماد مع ارتفاع درجة الحرارة ، كما يتوقف أيضاً على حجم وصلابة حبيبات السماد (جدول ٧ - ٢٥) .

جدول (٧ - ٢٥) : تأثير قطر الحبيبات على سرعة تيسر اليوريا في سماد الأيزوبوتيلدين دا يوريا .

اليوريا الميسرة	خلال فترة (أسبوع)	عندما يكون قطر الحبيبات (مم) :
٧٥	١٠	٠,٧ - ٠,٦
٥٨	٢١	١,٢ - ١,٠
٥٠	٣٢	٢,٠ - ١,٧

أسمدة مغطاة بالمطاط Rubber-based Coated Fertilizers

تغطي الأسمدة في هذه التحضيرات بغلاف من المطاط . وتتوقف سرعة تيسر السماد على سمك الغطاء المطاطي .

ولزيد من التفاصيل الخاصة بالأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر يمكن مراجعة Maynard & Lorenz (١٩٧٩) .

المحاليل أو الأسمدة البادئة

المحاليل البادئة Starter Solutions أو الأسمدة البادئة Starter Fertilizers عبارة عن محاليل سمادية تضاف إلى التربة في مكان شتل البادرات أثناء عملية الشتل بمعدل ١/٨ لتر للنبات . . ويحتاج الفدان إلى حوالي ٨٠٠ - ١٢٠٠ لتر منها حسب كثافة الزراعة . ويمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة ، أو من الأسمدة المركبة . وتحضر المحاليل البادئة بإذابة نحو ٢,٥ كجم من سماد تحليله ٥ - ١٠ - ٥ ، أو ٥ - ١٠ - ١٠ في نحو ٢٠٠ لتر ماء . والمحاليل البادئة المثالية هي التي تحضر من مركبات غنية بالفوسفور ؛ وتحتوي نيتروجيناً في صورة فوسفات أحادي الأمونيوم ، أو فوسفات ثنائي الأمونيوم .

ويفضل استعمال الأسمدة المركبة ذات التحليل المرتفع في تحضير المحاليل البادئة ؛ حتى لا تتخلف بعد إذابتها بقايا كثيرة غير ذائبة ، لكن تجب مراعاة أن يكون المحلول نفسه مخففاً ؛ لأن التركيزات العالية قد تضر جذور النباتات .

وفي حالة عدم توفر الأسمدة المركبة ، فإنه يمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة ، وتستخدم لذلك سلفات النشادر بمعدل ١ كجم / ٢٠٠ لتر ماء ، أو نترات النشادر بمعدل ٧٠٠ جم / ٢٠٠ لتر ماء ، أو يوريا بمعدل ٥٠٠ جم / ٢٠٠ لتر ماء . ويضاف إلى أى منها كيلو جرام واحد من كل من سلفات البوتاسيوم ، وحامض الفوسفوريك .

وأفضل المحاليل البادئة هى تلك الغنية بالفوسفور الميسر ، والتي يكون النيتروجين والبوتاسيوم بها فى صورة أملاح فوسفات ؛ مثل : فوسفات أحادى الأمونيوم ، وفوسفات ثنائى الأمونيوم ، وفوسفات البوتاسيوم ثنائى الأيدروجين potassium dihydrogen phosphate .

ومن الأسمدة البادئة ذات التحليل المناسب سماد يعرف باسم " Plant Starter " يبلغ تحليله (١٠ - ٥٢ - ٨) .

الأساس الفسيولوجى للاستجابة للأسمدة البادئة

إن البادرات الصغيرة تتطلب تركيزات من العناصر السمادية - لكل وحدة طولية من الجذر - أعلى مما تتطلبه النباتات الأكبر عمرا ؛ ولذا . . فإنها تكون أكثر استجابة لزيادة تركيز العناصر المغذية فى المحلول الأرضى ، وهو الأمر الذى يحدث عند إضافة الأسمدة البادئة إليها . هذا بالإضافة إلى أن النمو الجذرى المحدود للبادرات الصغيرة يكون غالباً بعيداً عن الأسمدة المضافة نثراً أثناء إعداد الحقل للزراعة .

وتمتص معظم النباتات الحولية - أو تلك التى تزرع كحولية - معظم احتياجاتها المغذية فى طور مبكر جداً من النمو . وينطبق ذلك بصورة خاصة على الفوسفور . فامتصاص الفوسفور يكون بمعدل أعلى من معدل نمو النباتات فى بداية مراحل النمو . وكمتوسط عام . . فإن النبات يكون قد امتص عادة نحو ٥٠٪ من احتياجاته الكلية من الفوسفور عندما يكون قد أكمل نحو ٢٠٪ من نموه الكلى المتوقع . وتصاحب تلك السرعة فى امتصاص الفوسفور سرعة مماثلة فى امتصاص النيتروجين .

وعند توفر النيتروجين - وخاصة فى الصورة الأمونيومية ، وبالمذاذات عندما يكون مخلوطاً مع الفوسفور - فإنه يعمل على زيادة تيسر الفوسفور فى التربة ، كما يزيد من كفاءة الجذور فى امتصاص الفوسفور ، ولا سيما عندما يكون مستوى الفوسفور منخفضاً أصلاً فى التربة .

ونظراً لأن الفوسفور يعمل على زيادة نمو الجذور عن نمو السيقان والأوراق ، فإنه يعمل على سرعة تثبيت الشتلات في التربة . كما يحدث نفس التأثير عند توفر الفوسفور الميسر قريباً من جذور البادرات بعد إنبات البذور . ويؤدي ذلك إلى سرعة النمو والإزهار والإثمار وزيادة المحصول . كما تصاحبه - أيضاً - زيادة في امتصاص كافة العناصر الغذائية .

ويزداد وضوح تأثير المحاليل البادئة في درجات الحرارة المنخفضة التي تقلل من نمو الجذور ، ومن سرعة امتصاص الفوسفور . ويفسر ذلك أهمية المحاليل البادئة الغنية بالفوسفور في فصل الشتاء وبداية الربيع (Wittwer ١٩٦٩) .

ولا تقتصر فائدة استعمال المحاليل البادئة على الشتلات فقط ؛ بل إنه يمكن استعمالها تحت مستوى البذور عند زراعة البذور مباشرة في الحقل الدائم . ففي البصل . . أدى حقن محلول بادئ من فوسفات الأمونيوم تحت مستوى البذور - عند الزراعة - إلى زيادة محتوى البادرات من كل من الفوسفور والنيتروجين ، مع نقص محتواها من البوتاسيوم . كما ازداد وزن النموات الخضرية - نتيجة لاستعمال السماد البادئ - بنسبة ٥٠٪ ، بما يعادل تقدماً في النمو لمدة ٣ - ٣,٥ يوماً . ومن التأثيرات الأخرى التي أحدثها السماد البادئ تكبير النضج بمقدار يتراوح بين يوم واحد ويومين ونصف اليوم ، وخفض نسبة الأبصال ذات الرقاب السمكية ، ولكن محصول الأبصال لم يتأثر باستعمال السماد البادئ (عن Brewster وآخرين ١٩٩١) .

الاسمدة الورقية

يتوفر محليا مئات من التحضيرات التجارية التي تستخدم كأسمدة ورقية رشاً على النباتات (الفولي ١٩٨٩) . وتستخدم معظم هذه الأسمدة بتركيز ١٥,٠٪ للبادرات الصغيرة ، ويزداد التركيز إلى ٢,٠٪ للنباتات المتقدمة في النمو ، وإلى ٣,٠٪ عند ظهور أعراض نقص العناصر . ويوصى - عادة - بالرش قبل الشتل بأسبوع ، أو بعد الزراعة بنحو ٣ - ٤ أسابيع ، ثم كل ٣ أسابيع بعد ذلك .

وتجدر الإشارة إلى أن جميع أنواع الأسمدة - التي تعرف بالورقية - تستعمل -

كذلك - مع مياه الري بالتنقيط ، وكأسمدة بادئة ، كما يستخدم بعضها فى تسميد المشاتل بإضافتها مباشرة سواء أكانت فى صورة جافة ، أم سائلة . وتصنف ضمن الأسمدة الورقية جميع الأسمدة المركبة الذائبة أو السهلة الذوبان فى الماء ، سواء احتوت على عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فقط ، أم اشتملت كذلك على عناصر أخرى كبرى أو صغرى .

أنواع الأسمدة الورقية

تقسم الأسمدة الورقية - حسب محتواها من العناصر المغذية - إلى الفئات التالية :

١ - أسمدة عناصر كبرى :

وهى تحتوى على العناصر الكبرى فقط ، مع كميات ضئيلة من العناصر الصغرى (الحديد ، والزنك ، والمنجنيز ، والنحاس) ، توجد على صورة مخليية ، ولا تزيد فى مجموعها على ٢٪ من السماد .

٢ - أسمدة عناصر صغرى مفردة مخليية .

٣ - أسمدة عناصر صغرى مركبة مخليية :

تحتوى هذه الأسمدة على العناصر الصغرى فقط ، وقد يتوفر معها - كذلك - عنصر الآزوت للمساعدة فى امتصاص العناصر الصغرى .

٤ - أسمدة عناصر كبرى وصغرى :

وهى تحتوى على العناصر الكبرى ، مع كميات من العناصر الصغرى الأساسية (الحديد ، والزنك ، والمنجنيز ، والنحاس) ، توجد على صورة مخليية ، وتريد فى مجموعها عن ٢٪ من السماد .

٥ - أسمدة عناصر صغرى معدنية .

وتتشارك جميع هذه الأسمدة فى كونها إما سائلة ، وإما سريعة الذوبان فى الماء ، وتتشارك كذلك فى احتوائها على العناصر المغذية فى صورة ميسرة لامتصاص النبات ؛

بحيث يسهل استعمالها رشا على النموات الخضرية ، كما يمكن استعمالها أرضاً ، وخاصة بعد إذابتها فى مياه الرى بالتنقيط .

ونعرض - فيما يلى - (عن الفولى ١٩٨٩) قوائم بأسماء وتركيب بعض الأسمدة الورقية المتوفرة والمسجلة فى مصر من كل من المجموعات التالية :

١ - أسمدة العناصر الكبرى التى قد يحتوى بعضها على عناصر صغرى فى صورة مخليية وينسبة لا تزيد فى مجموعها على ٢٪ (جدول ٧ - ٢٦) .

٢ - أسمدة عناصر صغرى مفردة فى صورة مخليية (جدول ٧ - ٢٧) .

٣ - أسمدة عناصر صغرى مركبة فى صورة مخليية (جدول ٧ - ٢٨) .

٤ - أسمدة عناصر كبرى تحتوى كذلك على عناصر صغرى تزيد فى مجموعها على ٢٪ (جدول ٧ - ٢٩) .

هذا .. وقد ذُلت الجداول بمزيد من الأسمدة التى توفرت بيانات عن تركيبها للمؤلف .

وتشير جميع النسب المثوية المبينة فى الأسمدة التى يأتى ذكرها فى هذا الجزء إلى العناصر فى صورتها العنصرية (مثل N ، و Fe ، و Zn ، و Mn ، و B . . . إلخ) ، فيما عدا الفوسفور الذى يكون فى صورة P_2O_5 ، والبوتاسيوم الذى يكون فى صورة K_2O ، والمغنيسيوم الذى يكون فى صورة MgO .

ومن الأسمدة الأخرى التى تحتوى على العناصر الكبرى ، وقد تحتوى على عناصر صغرى بنسبة لا تزيد فى مجموعها على ٢٪ - إضافة إلى الأسمدة المبينة فى جدول (٧ - ٢٦) - ما يلى :

١ - سماد ليكوينور Liquinure :

يحتوى على آزوت (٨٪) ، وفوسفور (٤٪) ، وبوتاسيوم (٤٪) ، وزنك (٦٦ مجم / لتر) ، وحديد (٣٣٠ مجم / لتر) ، وبورون (٣,٣ مجم / لتر) ، ومنجنيز (٣٣ مجم / لتر) ، ومغنيسيوم (٢٠٠ مجم / لتر) ، ونحاس (١٠ مجم / لتر) ، وموليبدنم (٣,٣ مجم / لتر) .

جدول (٧-٢٦) : أسمدة عناصر كبرى قد يحتوي بعضها على عناصر صغرى فى صورة مخلية لا تزيد - فى مجموعها - على ٢٪.

إضافات أخرى	% كالسيوم	% كبريت	% مغنسيوم	% بوتاسيوم	% فوسفور	% آزوت	السماد
	-	-	-	٧,٥	٨,٥	١١	بافولان سوبر
	-	-	-	٦	٨	١١	بافولان
	-	-	-	٢,٥	٦,٥	١١	فولياترين (١)
	-	٢	-	٣	٢	٧,٥	فل نيوتزنت ٢٠٠٠
	-	-	-	٣	٢	٢٠	فوكسال سائل معلق
	-	٠,١٦	٠,٣٤	٧,٣٤	٩,٦٦	٩,٦٦	كوبلسال سائل ٨ + ٦
	-	-	-	٦	٨	١٢	إكسان سوبر
	-	-	-	٢٠	٣٠	٣٠	إترليف ٦٠ (تكنوما)
	-	-	-	٤	٦	١٢,٣	فولفيكس AM-N
٤ / حمض أندول أستيك + ٣,٥ / عناصر أمينية حرة ٤ / حمض أندول أستيك + ٤ / فيتامين ب١	-	-	-	٤	٦	١٢	فولفيكس فردى ١٢ - ٦ - ٤
	-	-	-	٦,٧	٧,٣٨	١٧	ميكروبين سماد ورقى
	-	-	٠,٠٠١	٣,٩	٣	٧	جرانزيت NPK ٥١٤٤
	-	-	-	٢٠	٢٠	٢٠	بلانت بروود ٢٠
	-	-	-	١١	١٦	٢٧	ساندوفلور فورت
	-	-	٠,٠٥	٦	١٠	٨	ساندوفلور صحارى
	-	-	-	٢٠	٢٠	٢٠	نوترليف
	-	آثار	-	٣	٣	٨	فرتي إكس
٤ / مليجرام / لتر فيتامين ب ١ + ٠,٠٠٤ / مليجرام / لتر بيتا أندول أستيك	-	-	-	٧	٩	٩	اكيجل

(تابع)

تابع جدول (۷-۲۶).

السماد	٪ آزوت	٪ فوسفور	٪ بوتاسيوم	٪ مغنسيوم	٪ كبريت	٪ كالسيوم	إضافات أخرى
الجر	۱۰	۴	۷	-	-	-	-
سيمتوفورت	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰۰۰ جزء/مليون	-	-	-
فولپار إكس	۱۰	۷	۸	-	-	-	-
زايلاکس	۱۲	۶	۶	-	-	-	-
ميتالوسايت كالسيوم	-	-	-	-	-	۵ مغلب على احماض امينية	٪۲۲,۵ بروتين كلبي
ميتالوسايت ماغنسيوم	-	-	-	۲,۱ مغلب على احماض امينية	-	-	٪۱۶,۷۵ بروتين كلبي
جلافريل سافل	۱۲	۴	۳	-	۱	آثار	-
نيتروفوسكا فولپار	۱۰	۴	۷	-	-	-	-
بولي فند ۱۹-۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	-	۱۵۰۰ جزء/مليون	-	-
فلورا كرافت	۱۰	۱۲	۴	۵	-	-	-
بوتاسيوم سافل	-	-	۳۶ وزن/حجم	-	-	-	-
ميرا ماغنسيوم وكالسيوم	۶	-	۸۰ مغلب DTPA	-	-	۴ مغلب DTPA	-
لنف دريب ۲۰ + ۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	-	-	-	-
لنف دريب ۱۱ + ۲۰ + ۲۱ + ۳	۱۱	۲۰	۲۱	۲	-	-	-
لنف دريب ۱۶ + ۵ + ۲۵	۲۵	۵	۱۶	-	-	-	-
لنف دريب ۱۲ + ۲۴	۲۴	۱۲	۱۲	-	-	-	-

(تابع)

تابع جدول (٧-٢٦).

إضافات أخرى	% كالسيوم	% كبريت	% مغنسيوم	% بوتاسيوم	% فوسفور	% آزوت	المحصول
	-	-	-	٩	١٦	-	Sorba-Spray ZKP
	-	٣	٣	-	١٠	-	Sorba-Spray Mg
	-	-	جزء في المليون ١٠٠٠	٤	-	-	المبارك
	-	-	٠,١٦١	٧,٩	٣,٢	٩,٢	فوتيجو فول ٣١٣
	-	-	٣	٠,٢٤	٦	١٤	تروفوسكاسلوب ١٤ - ٦ - ٢٤ - ٣
	-	٠,٢	٠,٤	٢	٨	١٦	جولدن هارفست بلاس ١٦ - ٨ - ٢
	-	-	-	-	١٣	٢٢	كامل ٤
	-	-	-	١٥	٩	١٥	سماد مركب ١٥ - ٩ - ١٥
	-	-	-	-	٣٨	١٧	دائ أدمون ٣٨/١٧
	-	-	-	-	-	-	فوسفات ثنائي النشادر
	-	-	-	٥	-	١٥	فوليار إكس (معدل)
	-	-	-	-	-	٥	فوتى إكس إس
	-	-	٠,١	١٥	١٨	٢١	سماد ورقى متكامل نيتافوتنى
١,٠ / أحماضاً أمينية ومواد منشطة وناشرة	-	-	جزء في المليون ٢٥٠	٧,٥	١٠	١٠	ساندوفلور
٥ أجزاء في المليون فيتامين ب١	-	-	٠,١٢	٢٢	١١	٢٧	فوترين
٠,٠٠٥ جزء في المليون بيتا أندول أسيد	-	-	-	٤	٤	٦	كريبجو

٢ - سماد فيرال Viral :

يحتوى على آزوت (١١ ٪) ، وفوسفور (٥ ٪) ، وبوتاسيوم (٢,٧ ٪) ،
وزنك (٠,١ ٪) ، وحديد (٠,١٢ ٪) ، ومنجنيز (٠,١٢ ٪) ، ومغنيسيوم
(٠,٢٥ ٪) ، ونحاس (٠,١٠ ٪) ، وبورون (٠,٠١ ٪) ، وموليبدنم
(٠,٠٠١ ٪) .

٣ - سماد فيرتلين :

يحتوى على آزوت (١٦ ٪) ، وفوسفور (٤ ٪) ، وبوتاسيوم (٨ ٪) .

٤ - سماد نيتروفوسكا :

يحتوى على آزوت (١٠ ٪) ، وفوسفور (٤ ٪) ، وبوتاسيوم (٧ ٪) ،
ومغنيسيوم ، وكبريت ، وحديد ، وزنك ، ومنجنيز ، ونحاس ، وبورون ،
وموليبدنم .

٥ - سماد مالتى فرتيل ٢ :

يحتوى على آزوت (١٢ ٪) ، وفوسفور (٧ ٪) ، وبوتاسيوم (١١ ٪) ،
وحديد (٠,٢ ٪) ، وزنك (٠,٢ ٪) ، ومنجنيز (٠,٢ ٪) .

٦ - أسمدة كومباوند كرسن :

تتوفر أسمدة كومباوند كرسن بتحاليل مختلفة ؛ منها ما يلى :

١٩ - ١٩ - ١٩ + عناصر صغرى مخليية .

١٢ - ١٢ - ٣٦ + عناصر صغرى مخليية .

١٥ - ٥ - ٣٠ .

١٩ - ٦ - ٢٠ .

٢٠ - ١٠ - ١٠ + عناصر صغرى مخليية .

٧ - سماد ماجكس بوتاسيوم سائل :

يحتوى على ٣٦,٥٪ بوتاسيوم .

٨ - أسمدة سولينور :

تتوفر أسمدة سولينور بتحاليل مختلفة ؛ منها ما يلى :

١٣ - ٤ - ٤٢	١٨ - ٣,٦ - ٣٦
١٤ - صفر - ٤٣	١٩ - صفر - ٣٧
٢٠ - ٢٠ - ٢٠	٢٨ - ١٤ - ١٤
٢٦ - صفر - ٢٦	٣٧ - صفر - ١٢

٩ - أسمدة سنجرال :

تتوفر أسمدة سنجرال بتحاليل مختلفة ؛ منها ما يلى :

٢٠ - ٢٠ - ٢٠	١٥ - ٣٠ - ١٥
١٣ - صفر - ٤٥	MgO ٣ + ٢٦ - ٩ - ١٦
١٧ - ٦ - ١٨	١٩ - ٦ - ٦ + عناصر صغرى مخلية
٢٠ - ١٠ - ١٣	١٩ - ١٩ - ١٩
١٢ - ١٥ - ٣٥	١٢ - ٤ - ٢٤
٢٤ - ٢٤ - ١٨	٢٨ - ٢٨ - ٢٨
١٥ - ٤١ - ١٢	

١٠ - أسمدة كريستالون :

تتوفر أسمدة كريستالون بتحاليل مختلفة ؛ منها ما يلى :

MgO ٤ - ٢٠ - ٦ - ١٩	MgO ٣ - ٣٠ - ٥ - ١٥
١٣ - ٤٠ - ١٣	MgO ٢ + ١٩ - ١٩ - ١٩ + عناصر صغرى

١١ - سماد إيرال فردى :

يحتوى على آزوت (٢٠٪)، منه ١٧,٥٪ عضوى ، و ٢,٥٪ غير عضوى) ،
وفوسفور (٨٪)، وبوتاسيوم (١٦٪) ، ومغنيسيوم (١٪) ، ومنجنيز (١٪) ،

وزنك (٠,١٪) ، ونحاس (٠,١٪) ، وحديد مخلي (٠,٣٪) ، وبورون (٠,٥٪) ، وكبريت (٠,٥٪) .

١٢ - سماد نيوتريكم :

يحتوي على آزوت (١٩٪) ، وفوسفور (١٩٪) ، وبوتاسيوم (١٩٪) ، ومغنيسيوم (٢٪) ، وزنك (٠,٢٪) ، وحديد (٠,٤٪) ، ومنجنيز (٠,٢٪) ، وكبريت (١,٤٪) ، ونحاس (٠,١٪) ، وبورون (٠,١٪) ، وموليبدنم (٠,٠١٪) .

١٣ - سماد نيوترامين ف :

يحتوي على آزوت (١٣,٢٪) ، وفوسفور (٢,٤٪) ، وبوتاسيوم (٧,٢٪) ، وحديد (٠,٧٢٪) ، وزنك (٠,٧٢٪) ، ومنجنيز (٠,٧٢٪) ، ومغنيسيوم (٠,١٢٪) ، وكبريت (٠,١٢٪) ، ونحاس (٠,٣٦٪) ، وبورون (٠,١٢٪) وموليبدنم (٠,٠١٢٪) ، ومواد منشطة (٠,٠١٢٪) .

١٤ - سماد نوفترين :

يحتوي على آزوت (٥٪) ، وفوسفور (٥٪) ، وبوتاسيوم (٥٪) ، وحديد مخلي (٠,١٥٪) ، ومنجنيز مخلي (٠,١٪) ، وزنك مخلي (٠,١٥٪) ، وبورون (٠,٥٪) ، وموليبدنم (٠,٢٪) .

١٥ - أسمدة هايماكس :

توفر أسمدة هايماكس بتحليل مختلفة ، منها ما يلي :

١٩ - ١٩ - ١٩ + MgO ٤ نحاس (٠,٢٪) + موليبدنم (٠,٠١٪) .

١٠ - ٤٣ - ٨ - ٢ MgO .

١٢ - ١٢ - ٣٦ - ١ MgO .

١٦ - سماد بوتاسيوم ماك :

يحتوي على ٣٧٪ بوتاسيوم .

١٧ - سماد بوتاسيوم KTS :

يحتوى على ٣٦,٥٪ بوتاسيوم ، و ٢٥٪ كبريتا .

١٨ - سماد أمونيوم بوليفوسفات :

يحتوى على آزوت (١٥٪) ، وفوسفور (٥٢٪) .

١٩ - أسمدة دلتا سبراى Deltaspray :

تتوفر أسمدة دلتا سبراى بالتحاليل التالية :

MgO ٣ - ١٢ - ١٦ - ١٢ MgO ٥ - ٢٦ - ٣ - ١٣

MgO ٥ - ١٥ - ٣ - ١٥ ١٧ - ٦ - ١٧

١٨ - ١٨ - ١٨

وتحتوى جميع هذه الأسمدة - كذلك - على برون (٠,٢٦٪) ، وموليبدنم (٠,٠٠٥٪) ، ونحاس (٠,٠١٪) .

٢٠ - أسمدة نيوتريفول Nutrifol :

تتوفر أسمدة نيوتريفول بالتحاليل التالية :

MgO ٦ - ١٠ - ٣٠ - ١٠ + برون (٠,٠٠٥٪) ، وموليبدنم (٠,٠١١٪) ،

ونحاس (٠,٠١٪) ، وزنك (٠,٠٠٥٪) ، وحديد (٠,٠٣٪) ، ومنجنيز (٠,٠٢٪) .

١٨ - ١٢ - ٢٤ + برون (٠,٠١٪) ، وموليبدنم (٠,٠٢٣٪) ، ونحاس

(٠,٠١٨٪) ، وزنك (٠,٠٠٩٪) ، وحديد (٠,٠٥٤٪) ، ومنجنيز (٠,٠٣٧٪) .

١٨ - ١٨ - ١٨ + برون (٠,٠١٪) ، وموليبدنم (٠,٠٢٣٪) ، ونحاس

(٠,٠١٨٪) ، وزنك (٠,٠٠٩٪) ، وحديد (٠,٠٥٤٪) ، ومنجنيز (٠,٠٣٧٪) .

٢٢ - ١١ - ١١ + بورون (٠,٠١٪) ، وموليدنم (٠,٢٥٪) ، ونحاس (٠,٢٢٪) ، وزنك (٠,١١٪) ، وحديد (٠,٦٦٪) ، ومنجنيز (٠,٤٥٪) .

٢١ - سماد نيوتريفول في Nutrifol-V :

يحتوى على أزوت (١٠٪) ، وفوسفور (٥٪) ، وبوتاسيوم (٥٪) ، وبورون (٠,٣٪) ، وموليدنم (٠,٠٤٪) ، ونحاس مخلي (٠,٠٥٪) ، وزنك مخلي (٠,٠٢٪) ، وحديد مخلي (٠,٠٥٪) ، ومنجنيز مخلي (٠,٠٦٪) .

٢٢ - سماد نيوتريفلورا تي Nutriflora-t :

يحتوى على أزوت (٢٪) ، وفوسفور (١١٪) ، وبوتاسيوم (٤٠٪) ، ومغنيسيوم (٥٪) ، وكبريت (٣٠٪) ، وبورون (٠,٠٤٪) ، وموليدنم (٠,٠٧٪) ، ونحاس (٠,٠٢٪) ، وزنك (٠,٠٣٪) ، ومنجنيز (٠,١٣٪) ، وحديد (٠,٠٧٪) .

٢٣ - سماد فولاكثيف :

يحتوى على أزوت (١٢٪) ، وفوسفور (٨٪) ، وبوتاسيوم (٨٪) ، وحديد (٠,٠٤٪) ، ومنجنيز (٠,٠١٪) ، وزنك (٠,٠١٪) ، ونحاس (٠,٠١٪) ، وبورون (٠,٠١٪) ، ومغنيسيوم (٠,٢٪) .

٢٤ - أسمدة هاى سول Haisol :

تتوفر أسمدة هاى سول بتحاليل مختلفة ؛ منها ما يلى :

١٨ - ٦ - ١٢ ١٤ - ٧ - ١٤

٣٠ - ١٥ - ٥ ٢٢ - ٦ - ١٠

جدول (٧ - ٢٧) : أسمدة عناصر صغرى مفردة فى صورة مخلبية .

السماذ	العنصر %	المادة الخالبة	إضافات أخرى
مركبات الحديد			
فيريلكس	٦	EDDHA	-
زيس حديد	٥	تأين كهبرى	٤ % كبريت
سيكومتريين حديد ٣٣٠	١٠	DTPA	-
سيكومتريين حديد ١٣٨	٦	EDDHA	-
ميتالوسايت حديد مخلبى	٥	أحماض أمينية	-
فيتريلون ١٣	١٣	EDTA	-
إكس حديد	٦	Lignosulphonates	-
فولاذ حديد مخلبى	١١,٦	EDTA	-
حديد مخلبى ٧ %	٧,١	EDDHA	-
حديد مخلبى ١٣,٢ %	١٣,٢	EDTA	-
سيكومتريين ١٣٨ حديد ١٠٠ إس جى	٦	EDDHA - Compl.	-
فولاذ حديد مخلبى ٨ %	٨	HEEDTA	-
فولاذ حديد مخلبى ٦ %	٦	EDDHA	-
هورت سيرف حديد	٨	-	٨ % آزوت
سكونيا (حديد مخلبى)	٦,٦	EDDHA	-
فيرفول حديد مخلبى	١٢	EDTA	-
مركبات المنجنيز			
نرفانيد منجنيز مخلبى	١٢	EDTA	-
زيس منجنيز	٥	تأين كهبرى	٤ % كبريتا
اكس منجنيز	٦	Lignosulphonates	-
فيتالوسايت منجنيز مخلبى	٦	أحماض أمينية	-
سيكومتريين منجنيز مخلبى	١٢	EDTA	-
فولاذ منجنيز سائل	١٥	EDTA	-
منجنيز مخلبى ١٣ %	١٢,٨٩	EDTA	-
مانتريلون ٩ %	٩	EDTA	٦ % آزوت
(يتبع)			

تابع جدول (٧ - ٢٧) .

إضافات أخرى	المادة الخالبة	العنصر %	السماذ
مركبات النحاس			
-	EDTA	٩,٣	فولاذ نحاس سائل
-	أحماض أمينية	٢,٥	ميتالوسايت نحاس
-	EDTA	١٤	ليبرال نحاس
-	EDTA	١٤	ستريليون
مركبات الزنك			
-	EDTA	١٤	نزفانيد زنك مخلي
-	٤ % كبريتا حامض الفينوليك	٧	زيس زنك
-	Lignosulphonates	٦	إكس زنك
-	EDTA	١٤	سيكومترين زنك
-	أحماض أمينية	٦,٣	ميتالوسايت زنك مخلي
-	EDTA	١٥,٢	فولاذ زنك بودة مخلي
-	EDTA	٩	فولاذ زنك سائل
-	EDTA	١٣,٩٤	زنك مخلي ١٤ %
-	٨ % آزوت	٥	هورت سيرف زنك
-	٥,٥ % كبريتا	١٠	زيتريليون ١٠ %

ومن أسمدة العناصر الصغرى المخلبة المفردة الأخرى - بالإضافة إلى تلك المذكورة في جدول (٧ - ٢٧) - ما يلي :

- ١ - ألكسين حديد (١٢,٢ % حديد) .
- ٢ - ألكسين زنك (١٢,٢ % زنك) .
- ٣ - ألكسين منجنيز (١٢,٢ % منجنيز) .
- ٤ - حديد ماك مخلي (١٢ % حديد - مسحوق) .
- ٥ - حديد ماك مخلي (٦,٥ % حديد - سائل) .

- ٦ - زنك ماك مخلبي (١٤٪ زنك - مسحوق) .
 ٧ - زنك ماك مخلبي (٩٪ زنك - سائل) .
 ٨ - منجنيز ماك مخلبي (١٤٪ منجنيز - مسحوق) .
 ٩ - منجنيز ماك مخلبي (٨,٥٪ منجنيز - سائل) .
 ١٠ - بيومين حديد (٥٪ حديد - سائل ، و ٧ - ١٨٪ حديد - مسحوق) .
 ١١ - بيومين منجنيز (٥٪ منجنيز - سائل ، و ١٥ - ١٨٪ منجنيز - مسحوق) .
 ١٢ - بيومين زنك (٧٪ زنك - سائل ، و ١٥ - ٢٠٪ زنك - مسحوق) .
 ١٣ - بيومين نحاس (٤٪ نحاس - سائل ، و ١٥ - ١٧٪ نحاس - مسحوق) .
 ومن أسمدة العناصر الصغرى المركبة المخليبة الأخرى - بالإضافة إلى تلك التي وردت في جدول (٧ - ٢٨) - ما يلي :

- ١ - سماد الكسجين مركب :
 يحتوى على حديد (٥٪) ، وزنك (٣,٥٪) ، ومنجنيز (٣,٧٪) .
 ٢ - أسمدة بيومين بوستر Biomin Boosters :
 هي أسمدة عناصر صغرى - أساساً - مخليبة بالحامض الأميني جليسين glycine ،
 وتتوفر منها عدة تحضيرات كما يلي :

التحضير ومحتواه (٪) من : الكالسيوم للنيوم الحديد المنجنيز الزنك النحاس البورون

بيومين بوستر ١٢٦	-	٠,٨	٠,٥	١	٣	٠,١	٠,٠٢٥
بيومين بوستر ٢١٢	-	٠,٥	٢	١	٢	٠,٥	٠,٠٢٥
بيومين بوستر ١٥٣	-	٠,٨	٠,٥	٢,٥	١,٥	٠,١	٠,٠٢٥
بيومين بوستر ٢٥٣	-	٠,٥	١	١,٥	٢,٥	٠,٥	٠,٠٢٥
بيومين بوستر ٢٢١	-	٠,٥	٢	٢	١	٠,٥	٠,٠٢٥
بيومين بوستر ١١	١	١	٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥	-

ومن الأسمدة الأخرى للعناصر الكبرى التي تحتوى - كذلك - على عناصر صغرى بنسبة تزيد فى مجموعها على ٢٪ - بالإضافة إلى تلك التي وردت فى جدول (٧ - ٢٩) - ما يلي :

- ١ - سماد فوليار إكس :
 يحتوى على آزوت (١٠٪) ، وفوسفور (٧٪) ، وبوتاسيوم (٨٪) ، وحديد

جدول (٢٨-٧) : أسئلة عناصر صفري مركبة في صورة مخلية.

الملاحظات	إضافات أخرى (/)	المادة الخالية	نكل	كوبلت	موليبدينم	بورون	نحاس	منجنيز	زنك	حديد	السماد
المجنيز غير مخلي	-	HEEDTA, EDTA	-	-	-	-	-	٩,٢	٢,٨	٢,٨	فولاذ D
المجنيز غير مخلي	-	EDTA	-	-	-	-	-	٩,٢	٤,٤	٢,٢	فولاذ S
-	مع ٠,٥	EDTA	-	-	-	-	-	١,٨	١,٨	٢	إيجاوكوبلكس
- + Mg	٠,٠٥	EDTA	-	-	-	٠,٠٥	٠,٠٥	٣,٥	٢,٥	٥,٢٥	ميكروبارد بوني ميزال مخلي
-	Ca ٠,١٥										
النحاس والموليبدينم والكوبلت غير مخلي	-	EDTA	-	٠,٣	٠,٦	٠,٨	٠,٢	١,٨	٠,٧	٣,٦	ايزوكس ورق مخلي
-	١٥ آزوت	لجنين لقنوات	-	-	-	-	-	٢	٢	٢	إكس حداثق
البورون والموليبدينم في صورة أملاح	٣,٨ آزوت + مع ٠,٨٢	مخلي	-	-	٠,١	٠,٢٢	٠,٠٨	١,٠٦	١,٥١	-	فوليميكرو MZ
- + Mg	٣,٨٢ آزوت + مع ٠,٨٢٢	مخلي	-	-	٠,١٠٤	٠,٤١٧	٠,٠٨٨٣	٠,٨٣٣	٠,٨٣٣	-	فوليميكرو ريفكس
البورون والموليبدينم في صورة أملاح	-	EDTA	-	-	٠,٢٢	٠,٨	١,٦	١,٦	٠,٥	٣,٢	ليبرال بي . إم . إكس
-	آثار من الكيريت -	Lignos	-	-	-	-	-	-	-	-	إكس حديد ٢٥٠
-Ca 1 + Mg 1	-	أحماض أمينية	-	-	-	-	٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥	ميتالوسايت متعدد المعادن

(يتبع)

جدول (٢٨-٧)

تابع جدول (٢٨-٧) .

الملاحظات	إضافات أخرى (/)	المادة الخالية	نيكل	كوبلت	موليبدينم	بورون	نحاس	منجنيز	زنك	حديد	السماد
-	-	EDTA	-	-	-	-	٠,٤	٢,٢	٢,٢	١,١	فيتريون كومي ٨
-	-	EDTA	-	-	-	-	-	٣,٤	٥	١,٧٥	فيتريون كومي صحاري
-	-	EDTA	-	-	-	-	-	٣,٨	٢,٦	٢,٨	فيتريون كومي جيري
-	-	EDTA	-	-	-	-	٠,٥٠	٤,٥	٦,٥	٢,٣٥	فيتريون كومي ٧
-	-	HEDA	-	-	-	-	٠,٥	٣,٢	٤,٧	١,٥	ملطي ميكرو E
-	Mg ٠,٤٤	EDTA	٠,٠٠٤٤	٠,٠٤٤	٠,٣٢	٠,٤٣	٠,٠٤٦	٠,٤٤	٠,٢٢	٤,٢٤	جرزيت SP
البورون والموليبدينم	١٤ أزوت	EDTA	-	٠,٠٠٦	٠,٠٠٦	٠,٠١٣	٠,٠١٣	٢,٧	٢,٧	٢,٧	فوكال معلق مايكرو
في صورة أملاح											
البورون والموليبدينم	١٣,٧ أزوت	EDTA	-	٠,٠٠٦	٠,٠٠٦	٠,٠١٣	٠,٠١٣	٢,٧	٤	١,٣٧	فوكال معلق مايكرو زنك
في صورة أملاح											
البورون والموليبدينم	١٤ أزوت	EDTA	-	٠,٠٠٦	٠,٠٠٦	٠,٠١٣	٠,٠١٣	٤,٢	٢,٨	١,٤	فوكال معلق مايكرو منجنيز
في صورة أملاح											
-	S ١٢,٥	-	-	٠,٠١٤	٠,٠٠٢٥	٠,٠١	٠,٦	١,٢	٧,٥	١٢,٥	ميكرومين سي
-	-	-	-	-	-	-	-	٧	١٨,٥	-	نثرا - اسبراي Zn - Mn
-	-	-	-	-	-	-	-	٢٥	٢٥	-	نثرا - اسبراي ZM ٢٥ - ٢٥
-	-	-	-	-	-	-	٤	٤	١٧,٥	-	نثرا - اسبراي Zn - Mn - Cu

(تابع)

جدول (٢٨-٧)

تابع جدول (٧-٢٨).

ملاحظات	إضافات أخرى (/)	المادة الخالبة	نيكل	كوبلت	موليلنم	بورون	نحاس	منجنيز	زنك	حديد	السما
المبيدات غير مملية	-	HEEDTA-EDTA	-	-	-	-	٢,٣	٧	٢	٢	فولاد A
-	-	EDDHA-EDTA	-	-	-	-	-	٢,٧	٧,٧	١,٤	ميكروستين إس ١٠٠ إس جى
-	-	EDTA	-	-	-	-	-	٥,٠٥	٣,٥٧	١,٦٣	فيتريلون كومبى وادى
-	مع ٠,٥٠	أحماض أمينية	-	-	-	٠,٠٢٥	٠,٢٥	١,٠٢	٢,٨	٢,٥	ميتالوسايت فورت
النسب حجم / لتر	٤٠٠ مع ٠,٥٤	-	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥	٠,٠٢٧	٠,٥٢	٠,٥٤	٥٠,٥٤	٧٠,٢٧	٥,٤٠	جرينيت إس ١٠٠ إس بى
Seques. Na ₂ Mn											
-	Seques. Na Zn / ٤٨	-	-	٠,٠١٤	٠,٠٠٢	٠,٠٨	٠,٢	٠,٤	٤	٣,٢٥	ميكرومين B
-	كيب ٦,٢	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	كيب ٦,٣	-	-	٠,٠١٤	٠,٠٠٢	آثار	٠,٢	٠,٤	٤	٣,٢٥	ميكرومين A
-	-	EDTA	-	-	-	٠,٥	-	٢,٦٦	٦	-	ميدا زنك ومنجنيز
-	-	جلين سلفونات	-	-	-	-	-	٢	٢	٢	إكس حقائق مملية

جدول (٧-٢٨)

جدول (٢٩-٧) : أسمدة عناصر كبرى محتوى - كذلك - على عناصر صغرى فى صورة مغليية ونسبة تزيد - فى مجموعها - على ٢٪ .

إضافات أخرى (//)	إضافات أخرى (//)	حديد	زنك	منجنيز	نحاس	بورون	موليدنم	المادة الحالبة	إضافات أخرى (//)
فوكسال معلق مسوبر	٢٥	٢٥	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
سماد زرقى برقة ١	-	-	-	-	-	-	-	-	-
إيرال أجرومى	١٥	٣	٤	٤	١	١	١	١	١
فوكسال أمينو صحارى	١٠	٢٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
نيترا فوس ن ١٢-١٦	١٦	١٢	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
نيترا فوس ١٥-٣	-	١٥	-	١٥	-	-	-	-	-
نيترا فوس حديد	٣	٢٧	-	-	-	-	-	-	-
نيترا فوس زنك	-	٤	-	-	-	-	-	-	-
برقة (٢)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ميتالوسايت كروب أب	-	-	-	-	-	-	-	-	-
فيتالك ن	١٢	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦
SORBA-SPRAY ZIP	-	٨	-	-	-	-	-	-	-

(يتبع)

تابع جدول (٢٩-٧).

المادة الخالبة	بورون	نحاس	منجنيز	زنك	حديد	إضافات أخرى (/)	إضافات بوتاسيوم	فوسفور	نيتروجين	السماد
إضافات أخرى (/)	-	-	-	٢	-	-	S ٢	١٢	-	SORBA-SPRAY Mn
حمض ستريك + ١٧,٦ حمض فوسفوريك	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	٢	-	-	-	١٢	١٠	SORBA-SPRAY ZNP
-	-	١	-	١	-	-	٦	-	١	SORBA-SPRAY ZBN
-	-	-	١,٨	٢,٦	-	-	S ١٢,٩	١٠,٨	٢٩,٨	جراتو ليجوزد سى ٢٩,٨ Green growth
EDTA	-	-	-	٢,٥	-	-	Mg ٢	١١	٧	مركب P
EDTA	-	٢,٧	-	-	-	-	-	-	٧	مركب L

مخلبي (٢,٥ ٪) ، وزنك مخلبي (٢,٥ ٪) ، ومنجنيز مخلبي (٣ ٪) ، وآثار من كل من المغنيسيوم ، والكبريت ، والنحاس ، والبورون .

٢ - زنك سائل NZn :

يحتوى على أزوت (١٩,٥ ٪) ، وزنك (٦,٥ ٪) .

٣ - حديد مخلبي سائل NFe :

يحتوى على أزوت (٢٠,٥ ٪) ، وحديد مخلبي (٥,٢ ٪) .

خصائص الاسمدة الكيميائية

يتم التفضيل بين الأسمدة على أساس خصائصها : من حيث محتواها من العناصر الغذائية ، وسرعة تيسرها للنبات ، ودرجة ذوبان الأسمدة فى الماء ، وتأثيرها فى ملوحة وحموضة التربة .

ذوبان الاسمدة فى الماء

تتوقف فاعلية السماد على درجة ذوبانه فى الماء . وتزداد أهمية خاصية الذوبان هذه عند التسميد رشا ، أو عند تحضير المحاليل البادئة ؛ حيث قد يتطلب الأمر تسخين الماء أولا للمساعدة على إذابة الأسمدة البطيئة الذوبان . وتختلف الأسمدة البسيطة كثيراً فى مقدرتها على الذوبان فى الماء ، كما يتضح من جدول (٧ - ٣٠) كالتالى :

١ - لا يذوب أكسيد النحاس فى الماء .

٢ - يتحلل كل من سيناميد الكالسيوم ، وموليبدات الأمونيوم فى الماء .

٣ - أقل الأسمدة قابلية للذوبان فى الماء هى : البوراكس (١ ٪) ، والسوبرفوسفات العادى (٢ ٪) ، والسوبر فوسفات الثلاثى (٤ ٪) .

٤ - أكثر الأسمدة قابلية للذوبان فى الماء هى : نترات الأمونيوم (١١٨ ٪) ، وكبريتات المنجنيز (١٠٥ ٪) ، ونترات الكالسيوم (١٠٢ ٪) .

٥ - تعتبر باقى الأسمدة عالية نسبيا فى قابليتها للذوبان فى الماء ، وتتراوح بين ١٣ ٪ فى نترات البوتاسيوم و ٧٨ ٪ فى اليوريا .

جدول (٧ - ٣٠) : درجة ذوبان الأسمدة البسيطة في الماء .

السماذ	عدد أجزاء السماذ التي يمكن إذابتها في ١٠٠ جزء ماء
نترات الأمونيوم	١١٨
سلفات الأمونيوم	٧١
سيناميد الكالسيوم	يتحلل
نترات الكالسيوم	١٠٢
فوسفات الأمونيوم الأحادية	٢٣
فوسفات الأمونيوم الثنائية	٤٣
نترات الصوديوم	٧٣
نترات البوتاسيوم	١٣
السوبر فوسفات العادي	٢
السوبر فوسفات المركز (الثلاثي)	٤
اليوريا	٧٨
مولبيدات الأمونيوم	يتحلل
البوراكس	١
كلوريد الكالسيوم	٦٠
أكسيد النحاس	صفر (غير قابل للذوبان)
كبريتات النحاس	٢٢
كبريتات الحديد	٢٩
كبريتات المغنيسيوم	٧١
كبريتات المنجنيز	١٠٥
كلوريد الصوديوم	٣٦
مولبيدات الصوديوم	٥٦
كبريتات الزنك	٧٥
كلوريد البوتاسيوم	٣٥
كبريتات البوتاسيوم	٧

تأثير الأسمدة على ملوحة التربة

يؤدي استخدام الأسمدة إلى زيادة تركيز الأملاح في المحلول الأرضي . ويعبر عن هذه الزيادة بدليل الملوحة Salt Index . ويقدر دليل الملوحة بإضافة السماد إلى التربة ، وقياس الزيادة التي تحدث في الضغط الأسموزي للمحلول الأرضي ، بالمقارنة بتلك التي تحدث عند إضافة وزن مماثل من نترات الصوديوم . وعلى ذلك . . فـ دليل الملوحة لسماد ما هو النسبة المئوية للزيادة في الضغط الأسموزي الناتج من استعمال هذا السماد ، بالمقارنة بتلك التي تحدث عند إضافة وزن مماثل من نترات الصوديوم .

وتختلف الأسمدة كثيراً في خاصية دليل الملوحة ؛ بما في ذلك الأسمدة المركبة المتماثلة التحليل . وعموماً . . فكلما ازداد تحليل السماد ، انخفض دليل الملوحة لكل وحدة من السماد ، كذلك فإن أملاح النيتروجين والبوتاسيوم ذات دليل ملوحة أعلى مما لأملاح الفوسفور .

هذا . . ويجب أن يؤخذ دليل الملوحة في الحسبان عند إضافة الأسمدة قريباً من البذور ، وعندما تكون الملوحة مرتفعة أصلاً في التربة أو في ماء الري (Tisdale & Nelson ١٩٧٥) .

وعند مقارنة الأسمدة بعضها ببعض يجب أن يكون أساس المقاضلة بينها هو دليل الملوحة لكل وحدة سمادية . . فبعض الأسمدة - كنترات الأمونيوم ، وكلوريد البوتاسيوم - ذات دليل ملوحة أعلى من نترات الصوديوم ، ولكن كليهما أقل من نترات الصوديوم في دليل الملوحة لكل وحدة من السماد . ويعتبر سماد نترات الصوديوم أعلى الأسمدة في دليل الملوحة الجزئي (أى لكل وحدة من السماد) ؛ ولذلك فإنه يتخذ أساساً للمقارنة . ويوضح جدول (٧ - ٣١) دليل الملوحة لأهم الأسمدة الشائعة الاستعمال .

تأثير الأسمدة على pH التربة

تؤدي إضافة بعض الأسمدة للتربة إلى حدوث تغير طفيف في pH التربة بالزيادة أو بالنقصان . ويحدث ذلك بسبب امتصاص النباتات لأحد أيونات المخلخ السمدى بأكثر مما تمتص الأيون الأخر . ففي حالة الأسمدة ذات التأثير الحامضى يمتص النبات

جدول (٧ - ٣١) : دليل الملوحة Salt Index لأهم الأسمدة الشائعة الاستعمال .

السماد	دليل الملوحة	دليل الملوحة الجزئي لكل وحدة (١٠ كجم) من العنصر السمادى
نترات الأمونيوم	١٠٤,٧	٢,٩٩٠
فوسفات الأمونيوم	٢٦,٩	٢,٤٤٢
كبريتات الأمونيوم	٦٩	٣,٢٥٣
كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري)	٤,٧	٠,٠٨٣
سيناميد الكالسيوم	٣١	١,٤٧٦
نترات الكالسيوم	٥٢,٥	٤,٤٠٩
كبريتات الكالسيوم (الجبس)	٨,١	٠,٢٤٧
كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم		
(الحجر الجيري الدولوميتي)	٠,٨	٠,٠٤٢
نترات الصوديوم	١٠٠	٦,٠٦٠
كلوريد البوتاسيوم	١١٦,٣	١,٩٣٦
نترات البوتاسيوم	٧٣,٦	٥,٣٣٦
كبريتات البوتاسيوم	٤٦,١	٠,٨٥٣
كلوريد الصوديوم	١٥٣,٨	٢,٨٩٩
السوبر فوسفات العادى	٧,٨	٠,٤٨٧
السوبر فوسفات المركز (الثلاثى)	١٠,١	٠,٢١٠
اليوريا	٧٥,٤	١,٦١٨

الكاتيون بدرجة أكبر مما يمتص الأنيون ، ويحدث العكس فى حالة الأسمدة ذات التأثير القلوى ؛ حيث يمتص النبات الأنيون بدرجة أكبر من درجة امتصاصه للكاتيون .
ويؤدى استمرار استعمال أى من نوعى الأسمدة إلى تغير الحامضية أو القلوية .

ويعبر عن مدى التأثير الحامضى أو القلوى للسماد بكمية كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى ، أو لإحداث نفس التأثير القلوى لكمية مماثلة من السماد .

وتقسم الأسمدة من حيث تأثيرها على pH التربة إلى ثلاثة أقسام كالتالى :

١ - أسمدة ليس لها تأثير على pH التربة ؛ أى إنها متعادلة :

ومنها : نترات الأمونيوم - كبريتات الكالسيوم (الجبس) - ميورات البوتاسيوم - كبريتات البوتاسيوم - السوبر فوسفات العادى والثلاثى - كلوريد البوتاسيوم - كبريتات المغنيسيوم .

٢ - أسمدة ذات تأثير قلوى :

يوضح جدول (٧ - ٣٢) أنواع هذه الأسمدة ، وكمية كربونات الكالسيوم التى تحدث تأثيراً مماثلاً لـ ١٠٠ كجم من السماد .

جدول (٧ - ٣٢) : الأسمدة ذات التأثير القلوى .

السماد	نسبة النتروجين بالسماد	كمية كربونات الكالسيوم التى تكفى لإحداث تغير فى الـ pH مماثل لما يحدثه ١٠٠ كجم من السماد
سيناميد الكالسيوم	٢٢	٦٣
نترات الكالسيوم	١٥,٥	٢٠
نترات البوتاسيوم	١٣	٢٣
نترات الصوديوم	١٦	٢٩

٣ - أسمدة ذات تأثير حامضى :

هى الأسمدة المفضلة فى الأراضى القلوية . ويوضح جدول (٧ - ٣٣) أنواع هذه الأسمدة ، وكمية كربونات الكالسيوم اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى الذى يحدثه ١٠٠ كجم من السماد . ومن أهم المركبات الأخرى ذات التأثير الحامضى - والتى تستعمل كأسمدة ، أو لإذابة الأملاح التى تسد النقاطات فى شبكة الري بالتنقيط - كل من : حامض الفوسفوريك ، وحامض النيتريك ، وحامض الكبريتيك .

ويجب ألا تكون المفاضلة بين الأسمدة قائمة على أساس التأثير المطلق للأسمدة على حموضة التربة ، وإنما على أساس التأثير الحامضى أو القلوى لكل وحدة سمادية (١٪ من الطن ، أو ١٠ كجم) (جدولاً : ٧ - ٣٤ ، و ٧ - ٣٥) .

جدول (٧ - ٣٣) : الأسمدة ذات التأثير الحامضي .

السماذ	نسبة النيتروجين بالسماذ	كمية كربونات الكالسيوم (كجم) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضي الذي يحدثه ١٠٠ كجم من السماذ
نترات الامونيوم	٣٣,٥	٦٠
فوسفات أحادي الامونيوم	١١	٥٩
فوسفات ثنائي الامونيوم	٢١	-
كبريتات الامونيوم	٢٠,٥	١١٠
اليوريا	٤٦,٦	٨٤

جدول (٧ - ٣٤) : مقارنة الأسمدة ذات التأثير القلوي على أساس الوحدة السماذية .

السماذ	كمية كربونات الكالسيوم اللازمة لإحداث تأثير قلوي مماثل للتأثير الذي يحدثه ١٠ كجم من النيتروجين
سيناميد الكالسيوم	٥٣,٥
نترات الكالسيوم	١٣,٥
نترات البوتاسيوم	١٨
نترات الصوديوم	١٨

جدول (٧ - ٣٥) : مقارنة الأسمدة ذات التأثير الحامضي على أساس الوحدة السماذية .

السماذ	كمية كربونات الكالسيوم (كجم) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضي الذي يحدثه ١٠ كجم من النيتروجين
نترات الامونيوم	١٨
فوسفات أحادي الامونيوم	٥٣,٥
كبريتات الامونيوم	٥٣,٥
اليوريا	١٨

العوامل المؤثرة على كمية السماد التي تحتاج إليها محاصيل الخضر

عوامل خاصة بالنبات

تختلف الخضروات كثيراً في كمية العناصر الغذائية التي تمتصها النباتات من التربة ، وفي كمية العناصر التي يحصل عليها الجزء المستهلك اقتصادياً من النبات (وهو الذي يُزال نهائياً من التربة) بالمقارنة بالكمية التي تحصل عليها أجزاء النبات الأخرى (وهي التي تعود إلى التربة مرة أخرى) ، وقد أسلفنا بيان ذلك في جدول (٧ - ١٧) .

كما تختلف محاصيل الخضر في مدى استجابتها للتسميد بالعناصر المغذية الصغرى والدقيقة ، ويتضح ذلك من جدول (٧ - ٣٦) .

وكان Purvis & Hanna (١٩٤٠) قد قسما الخضروات إلى أربع مجاميع حسب تحملها للتسميد بالبورون في تربة طمية رملية كالتالي :

١ - خضروات شديدة التحمل للتسميد بالبورون ، ويمكن أن يصل معدل التسميد بالبوراكس معها إلى ٢٢ كجم / فدان ، وهي : البنجر - القنبيط - المسترد - الطماطم - اللفت .

٢ - خضروات تتحمل التسميد بالبورون ، لكن يجب ألا يزيد معدل التسميد بالبوراكس معها على ١٢,٥ كجم / فدان ، وهي : الذرة السكرية - الكيل - الفلفل - البصل - الكرنب - الجزر - الباذنجان - الخس - السبانخ - البطاطا - فاصوليا الليما .

٣ - خضروات حساسة للتسميد بالبورون ، ويجب ألا يزيد معدل التسميد بالبوراكس معها على ٤,٥ كجم / فدان ، وهي : الكرفس - البطيخ - البسلة - البطاطس - الكوسة - القاوون .

٤ - خضروات شديدة الحساسية للتسميد بالبورون ، ويجب ألا يزيد معدل التسميد بالبوراكس معها على ٢,٢٥ كجم / فدان ، وهي : اللويا - الخيار - الفاصوليا - الفراولة .

جدول (٧ - ٣٦) : استجابة محاصيل الخضر للتسميد بالعناصر الغذائية المختلفة .

الاستجابة للتسميد بعنصر						
الخضر	المتجنيز	البورون	النحاس	الزنك	المولبدنم	الحديد
الهليون	أ	أ	أ	أ	أ	ب
الفاصوليا	ح	أ	أ	ح	ب	ح
البنجر	ح	ح	ح	ب	ح	ح
البروكولى	ب	ب	ب	-	ح	ح
الكرنب	ب	ب	ب	-	ب	ب
الجزر	ب	ب	ب	أ	أ	-
القمييط	ب	ح	ب	-	ح	ح
الكرفس	ب	ح	ب	-	أ	-
الخيار	ب	أ	ب	-	-	-
الخس	ح	ب	ح	-	ح	-
البصل	ح	أ	ح	ح	ح	-
البسلة	ح	أ	أ	أ	ب	-
البطاطا	ح	أ	أ	ب	أ	-
الفجل	ح	ب	ب	-	ب	-
السبانخ	ح	ب	ح	-	ح	ح
الذرة السكرية	ب	أ	ب	ح	أ	ب
الطماطم	ب	ب	ب	ب	ب	ح
اللفت	ب	ح	ب	-	ب	-

أ = الاستجابة قليلة . ب = الاستجابة متوسطة . ج = الاستجابة كبيرة .

كذلك قسم Eaton (١٩٤٤) الخضر إلى ثلاث مجموعات حسب تحملها للبورون فى مزرعة رملية كالتالى :

١ - خضر تتحمل البورون ، وهى : اللفت - البنجر - القاوون - البامية - الخرشوف - الهليون .

٢ - خضر متوسطة التحمل ، وهى : البسلة - فاصوليا الليما - البطاطا - البصل -

الجزر - الفلفل - الذرة السكرية - البطاطس - الكرنب - الفجل - الكرفس - المسترد - البقدونس - الخس - الطماطم .

٣ - خضر حساسة ، وهى : الفراولة - الفاصوليا العادية - اللوبيا - الطرطوفة .
هذا . . وقد رتبت الخضر فى كل مجموعة تنازليا حسب درجة تحملها للبورون .

عوامل خاصة بالاسمدة المستعملة ، والعناصر المغذية المضافة

تتوقف كمية السماد التى تلزم إضافتها على العوامل التالية :

أولا : كمية الأسمدة العضوية المستخدمة

فيلزم خفض مقررات الأسمدة الكيميائية عند إضافة أسمدة عضوية . ويتوقف مدى الخفض على كميات الأسمدة العضوية ؛ وذلك حسب المعدلات المبينة فى جدول (٧ - ٣٧) . ويراعى عدم الاعتماد فى التسميد على الأسمدة العضوية فقط ؛ لأنها تعتبر فقيرة فى الفوسفور . وإذا حدث وأضيفت منها كميات كبيرة بدرجة تكفى لمد حاجة النبات من عنصر الفوسفور ، فإن ذلك يكون مصاحبا بزيادة كبيرة فى النتروجين ؛ ولذلك فإنه يفضل دائما إضافة جزء من السماد فى صورة عضوية ، وجزء آخر فى صورة أسمدة كيميائية .

جدول (٧ - ٣٧) : تأثير كمية السماد العضوى المضافة على كمية السماد الكيميائى التى يتعين استخدامها .

كمية السماد العضوى المضافة (طن / فدان)	كمية السماد الكيميائى التى يجب إضافتها كنسبة مئوية من الكمية المقررة أصلا
صفر - ٥	١٠٠
١٠ - ٥	٩٠
٢٠ - ١٠	٧٥
٢٠ فأكثر	٥٠

هذا . . ولا تطبق القاعدة المبينة فى جدول (٧ - ٣٧) إلا على الأسمدة العضوية

المتحصل عليها من الماشية والخليل ، أما تلك المتحصل عليها من مخلفات الدواجن أو الأغنام ، فيجب ألا تزيد الكمية المستخدمة منها على ٤ أطنان / فدان عند إضافتها نثراً أو طن واحد / فدان عند إضافتها إلى جانب النباتات .

وبالنسبة للأسمدة الخضراء ، فإنه يلزم - عند قلبها في التربة - تقليل كمية السماد الكيميائي المضافة إلى ٨٠٪ من الكمية المقررة التي تضاف عادة .

ثانياً : العنصر السمادى المستعمل

تتوقف كمية السماد التي يجب استعمالها على العنصر الغذائى الذى يوجد بالسماد ؛ فالنيتروجين يتعرض للفقء بالرشح بفعل مياه الأمطار أو مياه الري بانتقاله إلى الطبقات السفلى من التربة ، أو بفقده فى ماء الصرف ؛ ويعنى ذلك ضرورة إضافة النيتروجين على دفعات ، وتعويض ما يفقد منه بالرشح .

وبالنسبة للفوسفور ، فإنه يلزم دائماً التسميد بكميات أكبر من تلك التى يمتصها المحصول المزروع ؛ لأن الفوسفور يثبت بدرجة عالية فى معظم الأراضى ، كما أن الكثير من الخضروات يكون مجموعها الجذرى قليل الانتشار فى التربة ، ولا يصل إلى كل السماد المضاف ؛ وبذلك لا يستفاد من جزء من هذا السماد .

أما البوتاسيوم ، فإنه لا يثبت فى التربة إلا بدرجة ضئيلة إذا قورن بالفوسفور . وعليه . . فإن إضافة كميات كبيرة من البوتاسيوم قد تعنى فقد جزء منه بالرشح مع ظهور كميات زائدة منه فى المحلول الأراضى . وتجدد الإشارة إلى أن الأراضى الرملية تعد فقيرة فى محتواها من البوتاسيوم ، وكذلك يقل البوتاسيوم فى الأراضى الجيرية لإحلال كاتيونات الكالسيوم محله ، بينما يوجد البوتاسيوم بكثرة فى الأراضى الرسوبية .

ثالثاً : قانون العامل المحدد (Law of the limiting factor)

تبعاً لقانون العامل المحدد ، فإن النباتات لا يمكنها الاستفادة من العناصر الغذائية المضافة ، أو من تلك الموجودة فى التربة إلا بالقدر الذى يتناسب مع أقل العناصر الغذائية توفراً فى التربة ؛ فإذا أضيف العنصر المحدد للنمو يزداد نمو النباتات إلى أن يصبح عنصراً آخر محدداً للنمو ، وهكذا .

رابعاً : التنافس بين العناصر الغذائية

تؤدي زيادة التسميد بعنصرٍ ما إلى زيادة امتصاص النبات من هذا العنصر ، ويكون ذلك على حساب امتصاص النبات من عنصرٍ أو عناصر أخرى ؛ فتظهر أعراض نقصها . ويوضح جدول (٧ - ٣٨) أهم حالات التنافس بين العناصر الغذائية .

جدول (٧ - ٣٨) : حالات التنافس بين العناصر الغذائية .

عند زيادة عنصر	تظهر أعراض نقص عنصر
النيتروجين	البوتاسيوم
البوتاسيوم	الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم
الصوديوم	البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم
الكالسيوم	المغنيسيوم والبورون
المغنيسيوم	الكالسيوم
الحديد	المنجنيز
المنجنيز	الحديد

خامساً :سمية العناصر

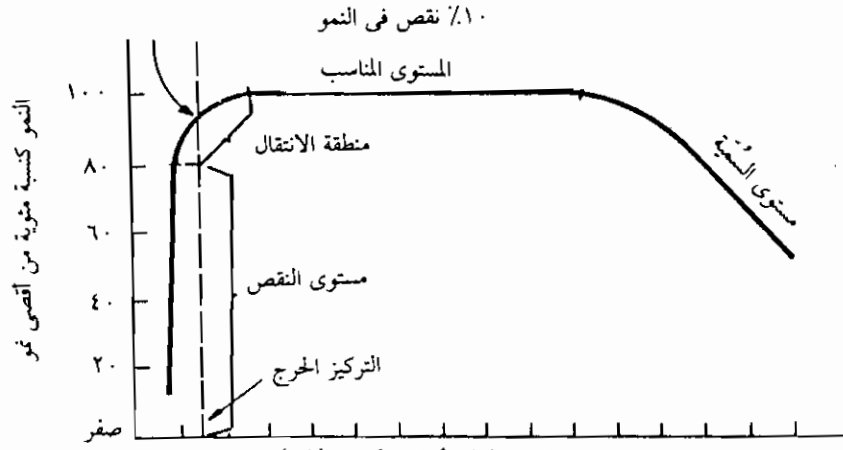
يرتبط العامل السابق (التنافس بين العناصر) بهذا العامل ، وغالباً ما يظهران معاً . فتؤدي زيادة التسميد بعنصرٍ ما إلى زيادة امتصاص النبات من هذا العنصر ، كما يزداد المحصول بصورة تدريجية إلى أن يصل مستوى التسميد إلى الحد الأمثل ، وهو المستوى الذي يعطى عنده النبات أعلى محصول . وبزيادة مستوى التسميد على هذا الحد تبدأ ظهور أعراض التسمم بهذا العنصر ؛ حيث يحدث :

١ - استمرار الزيادة في امتصاص النبات من هذا العنصر .

٢ - نقص تدريجي في المحصول (شكل ٧ - ٥) .

٣ - التنافس بين هذا العنصر والعناصر الأخرى ، ويبدأ ظهور أعراض نقصها .

هذا . . وتعرف الزيادة في امتصاص العنصر بأكثر مما يحتاج النبات باسم الاستهلاك الترفي luxury consumption (شكل ٧ - ٥) ، وهي التي تسبب في ظهور أعراض التسمم . ويجب أن تتوقف الزيادة في التسميد عند بداية مرحلة الاستهلاك الترفي .



تركيز العنصر في النسيج النباتي (على أساس الوزن الجاف)

شكل (٧ - ٥) : تأثير الزيادة في مستوى التسميد بعنصر معين على المحصول (عن Ulrich ١٩٨٣)

ويمكن تقسيم المرحلة السابقة للنقص في المحصول مع زيادة مستوى التسميد إلى ثلاث مراحل : في الأولى تكون الزيادة في النمو والمحصول كبيرة ، مع زيادة كمية السماد المضافة . وفي الثانية تكون الزيادة في النمو والمحصول بطيئة مع زيادة كمية السماد المضافة ، وهي مرحلة الانتقال transition zone . وفي الثالثة لا يحدث نقص أو زيادة في المحصول مع زيادة مستوى التسميد . ويبدأ الاستهلاك الترفي في هذه المرحلة ، لكن لا تبدأ أعراض التسمم في الظهور إلا مع بداية النقص في النمو والمحصول .

ولمزيد من التفاصيل عن تأثير التسميد الزائد بالعناصر الدقيقة . . يراجع Bould وآخرون (١٩٨٣) والعددان الأول والثاني من المجلد الثاني من الدورية العلمية "Journal of Plant Nutrition" ، ففيهما ٤٨ بحثاً ومقالة علمية متخصصة تغطي الموضوع من كافة جوانبه .

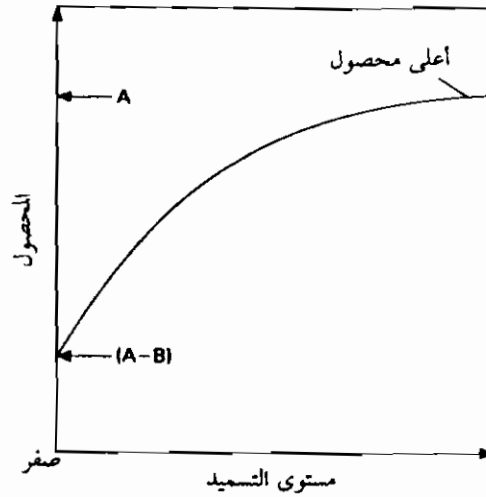
سادساً : قانون الغلة المتناقصة

إن الاستجابة لزيادة معدلات التسميد تتبع - غالباً - قانون الغلة المتناقصة

Law of Diminishing Returns ؛ بما يعنى أن الزيادة فى المحصول التى تنشأ عن إضافات متساوية متتالية من العنصر السمادى تتناقص تدريجيا ؛ فإذا كانت y هى المحصول ، و x هى كمية العنصر السمادى (النيتروجين مثلا) .. فإن :

$$y = A - B \exp(-Cx)$$

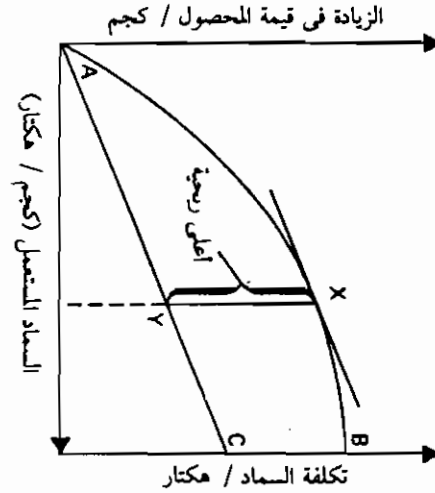
وكما فى شكل (٦ - ٧) فإن A هى أقصى محصول يمكن الحصول عليه ، و $(A-B)$ هى المحصول الذى يمكن الحصول عليه دون أى تسميد ، فى حين أن C هى معدل التغير فى y مع التغير فى x .



شكل (٦ - ٧) : منحنى الاستجابة للتسميد .

يلاحظ - غالبا - نقص فى المحصول عند المستويات العالية من الأسمدة ، وخاصة الأسمدة الأزوتية ؛ الأمر الذى دفع العلماء إلى محاولة إيجاد علاقة أكثر إحكاماً بين المحصول ومعدلات التسميد ؛ بحيث يمكن إيجاد معدلات التسميد التى تعطى أعلى ربحية ، وليست - بالضرورة - التى تعطى أعلى محصول ، كما فى شكل (٧ - ٧) .

فعند مقارنة قيمة المحصول الإضافي الناتج من زيادة معدلات التسميد (المنحنى AB) مع خط تكلفة التسميد (AC) ، فإن الخط العمودي XY يدل على معدل التسميد الذي يعطى أعلى عائد من وحدة المساحة . وإذا تغيرت قيمة المحصول أو أسعار الأسمدة المستخدمة فإن الخط XY يتحرك يميناً أو يساراً إلى موقع جديد (عن White ١٩٨٧) .



شكل (٧-٧) : تحديد أعلى ربحية للتسميد من وحدة المساحة المزروعة .

تأثير معدلات التسميد في شدة الإصابة بالأمراض

يؤدي استعمال مستويات عالية من الأسمدة الأزوتية إلى زيادة شدة الإصابة بالأمراض ، كما أن لمصدر الأزوت أهمية مماثلة لكميته . والاتجاه العام هو أن النيتروجين الأمونيومي يؤدي إلى زيادة شدة الإصابة بالأمراض بصورة أكبر من النيتروجين التراتي ، مع وجود شواذ لهذه القاعدة . ونجد أن الإصابة بفطريات الذبول الفيوزاري - وهي طفيليات تعيش في الخشب ، ويمكنها استعمال الأزوت التراتي - تنخفض عند زيادة معدلات التسميد التراتي . ويحدث تأثير مماثل للأسمدة - كذلك - بالنسبة للأمراض التي تصيب النموات الخضرية ؛ فتزيد شدة الإصابة بالأصداء والبيض الدقيقى بزيادة التسميد التراتي ،

وتنخفض بزيادة التسميد النشادرى (عن Dixon ١٩٨١) ، وتزداد إصابة البروكولى بعفن الرؤوس (الذى تسببه - غالباً - أنواع مختلفة من جنس البكتيريا *Pseudomonas* ، و *Erwinia*) بزيادة التسميد الأزوتى إلى ١٩٦ كجم نيتروجيناً للهكتار (Everaarts ١٩٩٤) .

ويبين جدول (٧ - ٣٩) تأثير الأسمدة الأزوتية - بنوعها النتراتى والنشادرى - على شدة الإصابة ببعض الأمراض فى محاصيل الخضار .

جدول (٧ - ٢٩) : تأثير نوعية السماد الأزوتى (نتراتى أم أمونيومى) على شدة الإصابة بالأمراض فى محاصيل الخضار (عن Palti ١٩٨١) .

شدة الإصابة عند التسميد بأزوت				
المحصول	المرض	المسبب	نتراتى	نشادرى
الفاصوليا	عفن الجذور	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	تنخفض	تزداد
	الذبول	<i>E. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	تنخفض	تزداد
الفول الرومى	التبقع البنى	<i>Botrytis fabae</i>	تنخفض	تزداد
البسلة	عفن الجذور	<i>Aphanomyces euteiches</i>	تنخفض	تزداد
	عفن الجذور	<i>Pythium</i> spp.	تزداد	تنخفض
عدة خضار	العفن الفحمى	<i>Macrophomina phaseolina</i>	تنخفض	تزداد
البطاطس	العفن الرايزكتونى	<i>Rhizoctonia solani</i>	تنخفض	تزداد
	الذبول	<i>Verticillium albo-atrum</i>	تزداد	تنخفض
	الجرب	<i>Streptomyces scabies</i>	تزداد	تنخفض
الطماطم	الذبول	<i>V. albo-atrum</i> & <i>V. dahliae</i>	تزداد	تنخفض
	الذبول	<i>E. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	تنخفض	تزداد
	عفن الثمار والجذور	<i>Colletotrichum phomoides</i>	تزداد	تنخفض
	الذبول البكتيرى	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	تزداد	تنخفض

ومن المعروف أن التسميد البوتاسى يسهم فى خفض معدلات الإصابة بالأمراض .
ومن أهم الأمراض التى تنخفض شدة الإصابة بها مع زيادة معدلات التسميد البوتاسى ما يلى (عن Palti ١٩٨١) .

المحصول	المرض	المسبب المرضى
القاوون	الذبول	<i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>melonis</i>
الطماطم	الندوة المبكرة	<i>Alternaria solani</i>
الكرنب	الاصفرار	<i>E. oxysporum</i> f. <i>conglutinans</i>
القنبيط	البياض الزغبي	<i>Peronospora parasitica</i>
البسلة	عفن الجذور	<i>Aphanomyces euteiches</i>
الكاسافا	الذبول البكتيرى	<i>Xanthomonas manihotis</i>
فاصوليا الليما	اللفحة البكتيرية	<i>Pseudomonas syringae</i>

ويعتقد أن الإصابة بأمراض الذبول تنخفض بزيادة معدلات التسميد البوتاسى ؛ كما
هى الحال بالنسبة لمرض الذبول الفيوزارى فى الطماطم ، إلا أنه لم يكن للتسميد
البوتاسى أية تأثيرات على كل من ذبول فيرتسيليم (المتسبب عن الفطر *Verticillium*
albo-atrum) ، والذبول البكتيرى (المتسبب عن البكتيريا *Pseudomonas*
solanacearum) ، والتسوس البكتيرى (المتسبب عن البكتيريا *Clavibacter*
michiganensis ssp. *michiganensis*) فى الطماطم (عن Dixon ١٩٨١) .

ومن المعروف كذلك أن زيادة التسميد الفوسفاتى تؤدي إلى انخفاض معدلات
الإصابة بأعفان الجذور .

كما أن زيادة الكالسيوم تؤدي إلى تقليل شدة الإصابة بذبول فيرتسيليم فى
الطماطم .

المعدلات العامة للتسميد فى محاصيل الخضر

يصعب وضع معدلات محددة للتسميد فى محاصيل الخضر المختلفة ؛ بسبب تباين
المعدلات

الظروف المؤثرة في هذا الشأن ، لكن قد يكون من الممكن وضع معدلات عامة للتسميد يسترشد بها في الحالات الخاصة . وقد اجتهد الباحثون كثيراً في هذا المجال .. فيعطى Lorenz & Maynard (١٩٨٠) المعدلات العامة للتسميد بالنيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم الخمس من مجاميع الخضر ؛ هي : البطاطس ، والخضر الورقية ، والخضر الثمرية ، والخضر الجذرية ، والبقوليات (جدول ٧ - ٤٠) . ويمكن الاسترشاد بهذا الجدول في تقدير احتياجات محاصيل الخضر الأخرى التي لم يرد ذكرها في الجدول .

جدول (٧ - ٤٠) : المعدلات العامة لتسميد محاصيل الخضر في الأراضي التي لا يعرف محتواها من العناصر الغذائية .

العنصر (بالكجم / فدان)			مجموعة الخضر
البوتاسيوم (K_2O)	الفوسفور (P_2O_5)	النيتروجين (N)	
١٠٠	١٠٠	١٠٠	البطاطس
٧٥	٥٠	٧٥	الخضر الورقية : الخس - الكرنب - السبانخ
٧٥	٥٠	٥٠	الخضر الثمرية : الطماطم - القاوون - الفلفل
١٢٥	٥٠	٧٥	الخضر الجذرية : البطاطا - الجزر - البنجر
٢٥	٤٠	٢٥	البقوليات : الفاصوليا - البسلة

ويعطى Ware & MaCollum (١٩٨٠) معدلات التسميد الأروتى التي ينصح بها لمحاصيل الخضر المختلفة في كل من الأراضي الثقيلة والخفيفة (جدول ٧ - ٤١) ، واحتياجات مختلف محاصيل الخضر من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم عند اختلاف التربة في محتواها من أى من هذين العنصرين (جدول ٧ - ٤٢) .

ويمكن الحصول على مزيد من التفاصيل عن الاحتياجات السمادية من عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم - لمختلف محاصيل الخضر - في الأراضي المعدنية الفقيرة - في جدول (٧ - ٤٣) (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

جدول (٧ - ٤١) : معدلات التسميد الأزوتى التى ينصح بها لمحاصيل الحضر المختلفة فى الأراضى الثقيلة والخفيفة .

الاحتياجات السمادية من النيتروجين (كجم / فدان)		
المحصول	الأراضى الثقيلة	الأراضى الخفيفة
الهلين	٤٠	٥٠
الفاصوليا	١٥	٢٣
البنجر	٢٥	٣٣
الكرنب	٣٠	٣٨
الجزر	٣٠	٣٨
القنيط	٣٣	٤٠
الذرة السكرية	٢٠	٢٨
الخيار	١٠	٢٣
الباذنجان	١٥	٢٣
فجل الحصان	٢٣	٣٠
الخس	٢٣	٣٠
القاوون	١٠	١٨
البصل	٢٣	٣٠
الجزر الأبيض	٣٠	٣٨
البسلة	١٠	١٨
الفلفل	١٥	٢٣
البطاطس	٣٠	٣٨
قرع الكوسة	١٥	٢٣
القرع العلى	٣٠	٣٨
السانخ	٢٥	٣٠
البطاطا	١٥	٢٠
الطماطم	٣٠	٣٨
اللفت	٢٥	٢٥
البطيخ	١٠	١٨

جدول (٧ - ٤٢) : محاصيل الخضار مقسمة إلى مجموعات حسب احتياجاتها من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم فى الأراضى المختلفة فى محتواها من هذين العنصرين .

العنصر	نتيجة اختبار التربة	احتياجات المحصول من العنصر (P أو K) بالكجم / فدان			
		مجموعة (أ)	مجموعة (ب)	مجموعة (ج)	مجموعة (د)
الفوسفور (P)	فقيرة جدا	٦٣	٥٣	٣١	١٣
	فقيرة	٥٣	٣١	١٣	٥
	متوسطة	٣٥	٩	٩	٥
	خصبة	١٨	٥	٩	٥
	خصبة جدا	٩	٥	٩	٥
البوتاسيوم (K)	فقيرة جدا	١٠٠	١٠٠	٧٦	٢٨
	فقيرة	٨٠	٨٠	٥٦	٨
	متوسطة	٥٦	٥٦	٤٨	٨
	خصبة	٣٢	٣٢	٤٠	٨
	خصبة جدا	٣٢	٨	٤٠	٨
المحاصيل فى كل مجموعة					
الطماطم					
البطاطس					
الفلفل					
الباذنجان					
الكرنب					
القنبيط					
البروكولى					
الخيار					
القلوون					
الكوسة					
القرع العسلى					
الفاصوليا					
الجزر					
البصل					
الذرة السكرية					
البنجر					
الفجل					
اللفت					
فجل الحصان					
البطاطا					

جدول (٧ - ٤٣) : معدلات التسميد بالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم لمحاصيل الخضر فى الاراضى المعدنية الفقيرة .

المحصول	الكمية (كجم / فدان)		
	K ₂ O	P ₂ O ₅	N
الهلون	١٠٠ - ٧٥	١٠٠ - ٧٥	٥٠ - ٤٠
الفاصوليا	٥٠ - ٣٥	٥٠ - ٣٥	٢٥ - ٢٠
البنجر	١٠٠ - ٧٥	١٠٠ - ٧٥	٥٠ - ٤٠
البروكولى	١٠٠ - ٧٥	١٠٠ - ٧٥	٥٠ - ٤٠
الكرنب	١٠٠ - ٧٥	١٠٠ - ٧٥	٥٠ - ٤٠
الجزر	٧٥	٧٥	٣٥
القنيط	١٠٠ - ٧٥	١٠٠ - ٧٥	٥٠ - ٤٠
الكرفس	١٢٥ - ١٠٠	١٢٥ - ١٠٠	٦٥ - ٥٠
الخيار	١٠٠ - ٧٥	١٠٠ - ٧٥	٥٠ - ٤٠
الباذنجان	١٠٠ - ٧٥	١٠٠ - ٧٥	٥٠ - ٤٠
الهندباء	٩٠ - ٦٠	٩٠ - ٦٠	٤٥ - ٣٠
الخس	٩٠ - ٦٠	٩٠ - ٦٠	٤٥ - ٣٠
القاوون	١٠٠ - ٧٥	١٠٠ - ٧٥	٥٠ - ٤٠
البصل	١٠٠	١٠٠	٤٥
البسلة	٧٥ - ٤٠	٧٥ - ٤٠	٤٠ - ٢٠
الفلفل	١٠٠	١٠٠	٦٠
البطاطس	١٣٥ - ١٢٠	١٣٥ - ١٢٠	٩٠ - ٨٠
الفجل	٥٠ - ٣٥	٥٠ - ٣٥	٢٥ - ٢٠
السبانخ	٧٥ - ٥٠	٧٥ - ٥٠	٤٠ - ٢٥
الكوسة	٧٥ - ٥٠	٧٥ - ٥٠	٤٠ - ٢٥
الذرة السكرية	١١٠ - ٩٠	١١٠ - ٩٠	١١٠ - ٤٥
البطاطا	١٥٠	١٠٠	٣٥
الطماطم	١٠٠ - ٧٥	١٠٠ - ٧٥	٥٠ - ٤٠
اللفت	٥٠ - ٣٥	٥٠ - ٣٥	٢٥ - ٢٠

وقد بين Hanan وآخرون (١٩٧٨) المعدلات العامة المقترحة للتسميد بالأنواع المختلفة من الأسمدة بالوزن لوحدة المساحة من الأرض ، أو لوحدة الحجم من المحلول السامى (جدول ٧ - ٤٤) . ويفيد هذا الجدول فى تقدير الاحتياجات العامة من أى سماد لأية مساحة مزروعة ، بداية من مستوى المناضد (البنشات) فى الصوبات إلى المزارع الكبيرة ، سواء أكان التسميد بطريق التربة أم مع ماء الرى .

جدول (٧ - ٤٤) : معدلات التسميد العامة المقترحة للأنواع المختلفة من الأسمدة .

السماد	معدل التسميد المقترح ^(١)
بالكجم / ٢م ^{١٠} من سطح الأرض بالجرام/ لتر من المحلول السامى	
كبريتات الأمونيوم	٠,٢ - ٠,٤
نترات الأمونيوم	٠,٢
نترات الصوديوم	٠,٤
نترات الكالسيوم	٠,٤
نترات البوتاسيوم	٠,٢
السوبر فوسفات الأحادى	٢,٣
السوبر فوسفات المزدوج	٠,٦
كلوريد البوتاسيوم	٠,٢
كبريتات البوتاسيوم	٠,٢
سماد مركب تحليله :	
١٠ - ١٠ - ٥	٠,٩
١٠ - ١٠ - ١٠	٠,٦
٢٠ - ٢٠ - ٢٠	٠,٣
سماد أزموكوت ١٤ - ١٤ - ١٤	٤,٥
كبريتات المغنسيوم	٠,٩
بالجرام / ٢م ^{١٠} من سطح الأرض بالمليجرام/ لتر من المحلول السامى	
حمض البوريك	١٧
كبريتات النحاس	٩
الحديد المخلب	٤٩
كبريتات المنجنيز	٨
كبريتات الزنك	٨

(١) هذه معدلات عامة ، لكن قد تختلف المحاصيل المختلفة فى احتياجاتها الخاصة من العناصر الغذائية .

هذا .. ولا يختلف تسميد النباتات النامية فى الأخصص عن تلك النامية فى الحقل ، وتحسب معدلات التسميد / أخصيص على أساس معدلات التسميد / فدان حسب المعادلة الآتية :

$$\text{معدل التسميد فى الأخصيص بالجرام} = \frac{\text{وزن تربة القصيرية بالكجم}}{\text{معدل التسميد للفدان بالكجم}} \times ٦١٠$$

فمثلاً فى الطماطم إذا كانت معدلات التسميد للفدان هى ٤٠٠ كجم سلفات نشادر ، و ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات ، و ١٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم ، واحتوى الأخصيص الواحد على ٥ كجم من التربة ، يكون معدل التسميد لكل أخصيص كالتالى :

$$\begin{aligned} \text{سلفات النشادر} &= \frac{٥}{٦١٠} \times ٤٠٠ = ٢ \text{ جم} \\ \text{السوبر فوسفات} &= \frac{٥}{٦١٠} \times ٣٠٠ = ١,٥ \text{ جم} \\ \text{سلفات البوتاسيوم} &= \frac{٥}{٦١٠} \times ١٥٠ = ٠,٧٥ \text{ جم} \end{aligned}$$

طرق التسميد

طرق إضافة الأسمدة الجافة

تضاف الأسمدة الجافة إلى التربة بعدة طرق كما يلى :

- ١ - نثر الأسمدة على سطح التربة قبل الحرث .
- ٢ - نثر الأسمدة على سطح التربة بعد الحرث ، ثم خلطها بالتربة بالتسوية والترحيف .

٣ - نثر الأسمدة على سطح التربة بعد الإنبات في حالة الزراعة في أحواض .

٤ - إضافة الأسمدة (سرا) في بطن خط الزراعة .

٥ - إضافة الأسمدة « تكيثاً » إلى جانب النباتات في خط الزراعة .

٦ - إضافة الأسمدة سرا في خنادق إلى جانب خط الزراعة بنحو ٥ - ٨ سم ، وأسفل مستوى البذور بنحو ٥ - ٨ سم ، ويجرى ذلك باستخدام الآلات .

ومن الأهمية بمكان عدم إضافة السماد الجاف مختلطاً بالبذور ، أو قريباً جداً منها ؛ لأن ذلك يؤدي إلى ضعف الإنبات ، وضعف نمو البادرات ، ونقص المحصول . والعادة هي إضافة السماد الجاف أسفل مستوى البذور بنحو ٥ - ٧,٥ سم ، أو تحتها مباشرة ، أو إلى أحد الجانبين بنحو ٥ - ٧ سم .

ويفيد استعراض بعض الدراسات الأولى التي أجريت في هذا الشأن في تفهم الموضوع ، وما تجب مراعاته عند وضع السماد إلى جانب البذور عند الزراعة . ومن بين تلك الدراسات ما يلي :

أجرى Parker & Cummings (١٩٣٨) دراسات على فاصوليا الليما في تربة طميية رملية ، واستخدما سماداً تحليله ٤ - ١٠ - ٨ بمعدل ٢٢٧ ، ٤٥٤ كجم / فدان . وقد وجدوا أن إضافة السماد في حزام بعرض ٩ سم ، وبعمق ٢,٥ سم تحت البذور مباشرة أدى إلى الإضرار بالإنبات . وقد قل هذا الضرر مع زيادة عمق السماد تحت البذور حتى ٧,٥ سم . وكانت أفضل معاملة هي إضافة السماد إلى جانب خط زراعة البذور بمقدار ٥ - ٧,٥ سم من كل جانب ، وعلى عمق ٢,٥ - ٥ سم أسفل مستوى البذور ؛ حيث لم يتأثر الإنبات بهذه المعاملة ، وكان المحصولان الكلي والمبكر عاليين .

وقام Parker وآخرون (١٩٣٨) بإضافة الأسمدة إلى الفاصوليا في حزام ضيق تحت البذور مباشرة ، ووجدوا أن ذلك أدى إلى الإضرار - بشدة - بنسبة الإنبات عندما كانت نسبة الرطوبة في التربة منخفضة . وقد قل ذلك الضرر مع زيادة المسافة بين موضع البذور وموضع السماد حتى ٧,٥ سم ، وكانت أفضل معاملة كما في

البحث السابق . وقد أدى النقص فى نسبة الإنبات إلى إحداث نقص كبير فى المحصول . ومما أسهم فى نقص المحصول ضعف نمو البادرات التى لم تقتل بفعل معاملة التسميد تحت البذور مباشرة . وقد كان نثر السماد على سطح التربة أقل فاعلية فى زيادة المحصول .

كما وجد Sayer & Cummings (١٩٣٦) أن إضافة السماد ملائماً لبذور البسلة أدت إلى الإضرار بالإنبات بشدة ، وأن إضافته فوق البذور أحدثت ضرراً أقل ، ولكن ذلك قلل من المحصول أيضاً . وكانت أفضل طريقة للتسميد هى إضافة السماد على بعد ٦,٥ سم إلى جانب البذور ، وعلى عمق ٢,٥ سم أسفل مستوى البذور ، وتلا ذلك المعاملة بإضافة السماد ٤ سم إلى الجانب ، ٢,٥ سم أسفل البذور . وقد كانت المعاملة بإضافة السماد على بعد ٩ سم من البذور بعيدة أكثر من اللازم ؛ حيث لم تُعطِ تأثيراً محفزاً للنمو المبكر .

ووجد Sayer & Clark (١٩٣٥) من دراستهما على الفاصوليا أن التسميد نثراً على سطح التربة لا يحدث أى ضرر للبذور . وعندما كان التسميد فى حزام قريباً من البذور ، كانت الكميات القليلة من السماد أفضل من الكميات الكبيرة . وقد أدت إضافة السماد فى حزام إلى منع نمو الجذور حول الحزام لمدة ١٤ يوماً بعد التسميد فى المنطقة التى تعلو الحزام مباشرة ، وكذلك أسفله حتى عمق ٧,٥ سم ، لكن الجذور نمت بصورة طبيعية فى هذه المنطقة فيما بعد ؛ ولذلك . . فقد نصحا بأن يكون حزام السماد إلى جانب البذور ، وليس أسفلها مباشرة ، أو فوقها مباشرة ؛ وذلك حتى يمر ١٠ - ١٤ يوماً قبل وصول الجذور إلى هذه المنطقة . هذا . . وتتوقف الفترة التى يبقى فيها تركيز السماد مرتفعاً بدرجة ضارة على كل من : معدل التسميد ، ونسبة الرطوبة الأرضية ، وقوام التربة . وقد كانت جميع الأسمدة ضارة عندما خلطت بالبذور مباشرة ، وتساوت فى ذلك الأسمدة الأزوتية ، والفوسفاتية ، والبوتاسية ، وخاصة الأزوتية والبوتاسية لسرعة ذوبانها فى الماء .

التسميد بالرش

يختلف التسميد بالرش فقط عن التسميد مع ماء الرى بالرش . ففى الحالة الأولى

مع تحيات د. سلام حسين عويد الهلالي

<https://scholar.google.com/citations?>

[user=t1aAacgAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com/citations?user=t1aAacgAAAAJ&hl=en)

salamalhelali@yahoo.com

<https://www.facebook.com/salam.alhelali>

[https://www.facebook.com/groups/
/Biothesis](https://www.facebook.com/groups/Biothesis)

[https://www.researchgate.net/profile/
/Salam_Ewaid](https://www.researchgate.net/profile/Salam_Ewaid)

07807137614



https://t.me/agricultural_eng

يكون الهدف هو إضافة السماد إلى الأسطح الورقية ، بينما يكون الهدف فى الحالة الثانية هو إيصال السماد إلى التربة مع ماء الرى بالرش .

ولا يفيد التسميد بالرش إلا فى حالة العناصر الدقيقة فقط ؛ حيث يمكن للأوراق أن تحصل على حاجة النبات من العناصر الدقيقة بهذه الطريقة . هذا . . ولا يمكن للأوراق امتصاص كل حاجة النبات من العناصر الضرورية الأخرى - وخاصة النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم - لاحتياج النبات إلى كميات كبيرة من هذه العناصر ، بالإضافة إلى استحالة تركيز المحلول السمادى فى محلول الرش عن حد معين ، وإلا احترقت أوراق النبات . ويعنى ذلك توزيع الكمية المطلوبة من السماد على عدد كبير من الرشاشات قد يصل إلى ١٥ - ٢٠ رشّة ؛ مما يجعل الطريقة غير اقتصادية . وفى الحالات التى ذكرت فيها استفادة النباتات من الرش باليوريا يرجح أن تكون الاستفادة قد حدثت عن طريق الجذور بعد سقوط محلول اليوريا على التربة (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

وعليه . . فلا ينصح بالتسميد بهذه الطريقة إلا بالنسبة للعناصر الدقيقة والعناصر المغذية الكبرى غير الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم . أما بالنسبة لهذه العناصر الأولية ، فلا تتبع معها طريقة التسميد بالرش إلا لسد نقص طارئ فى أى منها ، إلى أن يمكن إجراء التسميد بالطرق الأخرى . وفى هذه الحالة تعتبر اليوريا أفضل مصادر الأزوت ، وفوسفات ثنائى الأمونيوم أفضل مصادر الفوسفور ، وكبريتات البوتاسيوم أفضل مصادر البوتاسيوم . كما يمكن الرش بالأسمدة السائلة ، أو بالأسمدة المركبة السريعة الذوبان .

ويلاحظ أن الفوسفور يمتص بسرعة عندما يكون متحلاً مع أيون الأمونيوم ، وموجوداً معه . ويساعد وجود اليوريا على زيادة الامتصاص . ويتأثر امتصاص الفوسفور - بشدة - بدرجة الحرارة ؛ حيث نجد أن الـ Q_{10} يزيد على ٣ فى الفوسفور ، بينما لا يزيد على ٢ فى العناصر الأخرى . (Wittwer ١٩٦٩) .

هذا . . ويزيد امتصاص العناصر عن طريق الأوراق مع ارتفاع درجة الحرارة ،

وانخفاض pH محلول الرش عن ٧ ، وفى الأوراق الحديثة ، ومن السطح السفلى للأوراق ، ومن الأوراق غير المغطاة بطبقة شمعية سميكة .

وفى الأراضى التى يثبت فيها الفوسفور بدرجة كبيرة - سواء أكانت هذه الأراضى حامضية (حيث يثبت الفوسفور فى صورة فوسفات الحديد وفوسفات الألومنيوم) أم قلوية (حيث يثبت الفوسفور فى صورة فوسفات ثلاثى الكالسيوم) - فإنه يوصى (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة ١٩٨٣) بإضافة سماد السوبر فوسفات رشا على النباتات . ويحضر محلول الرش بتركيز ٤٪ ؛ حيث يلزم ٤ كجم من سماد السوبر فوسفات لكل ١٠٠ لتر ماء . يترك السماد أولاً لمدة ١٢ ساعة فى كمية من الماء ، ثم يُقلب بعد ذلك جيداً ، ويرشح ، وينقل الراشح إلى موتور الرش ، ويكمل إلى الكمية المناسبة وهى ١٠٠ لتر . وينصح بأن يكون الرش فى الصباح الباكر ، أو فى آخر النهار ، وأن يبدأ بعد شهر من إنبات البذور أو من الشتل ، ويكرر كل ١٠ - ١٥ يوماً بعد ذلك حتى الحصاد .

وبالنسبة للأسمدة الورقية يكون الرش بتركيز ١٥ و ٠,٠٪ فى بداية حياة النبات ، وتزداد إلى ٢,٠ و ٠,٠٪ بعد ذلك . أما بالنسبة للمحاليل المغذية العضوية (التى تحتوى على مواد مخيلية) ، فيكون الرش بتركيز ٠,٠٥ و ٠,٠٪ فى بداية حياة النبات ، وتزداد إلى ١,٠ و ٠,٠٪ بعد ذلك . وفى كلتا الحالتين يكون الرش كل ٢ - ٣ أسابيع .

التسميد مع ماء الري بالغمر

يتم فى هذه الطريقة إيصال السماد إلى النباتات مع ماء الري ، وتستخدم لذلك الأسمدة السائلة أو الأسمدة القابلة للذوبان فى الماء . ويتم - عادة - تحضير محلول مركز من السماد يتم إدخاله بطرق خاصة مع ماء الري . وفى الحالات التى لا تتطلب كميات كبيرة من ماء الري - كما فى رى المشاتل - يمكن إذابة الكمية المطلوبة من السماد فى كمية الماء المزعم استخدامها فى الري .

ومن أكبر عيوب التسميد بهذه الطريقة عدم تجانس توزيع السماد على المساحة التى يُراد ريها ؛ حيث تصل كمية من السماد إلى التربة عند بداية قنوات الري أكبر من الكمية التى تصل عند نهايتها . وتجب معرفة المدة التى تستغرقها عملية الري بدقة ؛

حتى يمكن توزيع السماد بصورة متجانسة خلال عملية الري كلها . ومن مشاكل هذه الطريقة فى التسميد أيضاً اختلاف الأراضي كثيراً فى نفاذيتها لماء الري ، واختلاف نفس الأرض فى درجة نفاذيتها فى الأوقات المختلفة .

ويمكن تنقيط محاليل السماد فى ماء الري مباشرة . وقد تستعمل أجهزة خاصة لإضافة الكميات اللازمة من الأسمدة الصلبة إلى ماء الري ؛ حيث تذوب أثناء جريان الماء .

وتحسب كمية محلول السماد السائل التى تجب إضافتها إلى ماء الري فى زمن محدد كالتالى :

$$\text{كمية محلول السماد باللتر / ساعة} =$$

$$\frac{\text{عدد الأفدنة التى تروى/ ساعة} \times \text{كمية السماد المراد استعمالها بالكجم/ فدان}}{\text{كمية السماد فى محلول السماد بالكجم / لتر}}$$

أو تحسب كمية السماد السائل أو الصلب التى تضاف إلى ماء الري فى زمن محدد كالتالى :

$$\text{كمية السماد بالكجم أو باللتر / ساعة} =$$

$$\frac{\text{عدد الأفدنة التى تروى} \times \text{كمية السماد الصلب بالكجم أو السائل باللتر / فدان}}{\text{المدة التى يستغرقها رى الحقل بالساعة}}$$

ويمكن الاستعانة بجدول (٧ - ٤٥) فى تحديد معدل تدفق السماد السائل فى ماء الري إذا عُلِمَ معدل التسميد اللازم باللتر فى الساعة .

أما جدول (٧ - ٤٦) فَيُبين كميات الأسمدة المختلفة بالجرام اللازم إذابتها فى ١٠٠ لتر ماء لإعطاء محاليل سمادية يحتوى كل منها على ١٠٠ جزء فى المليون نيتروجيناً ، و ١٠٠ جزء فى المليون بوتاسيوم ، ويمكن استخدامها فى رى الشتلات .

ويتم تحضير المحاليل المغذية بالتركيزات المطلوبة - حسب الحاجة - باستخدام المعادلات التالية :

جدول (٧ - ٤٥) : معدل تدفق السماد السائل فى ماء الرى إذا عُلِمَ معدل التسميد اللازم بالتر فى الساعة.

معدل التسميد المطلوب (لتر / ساعة)	معدل تدفق السماد معبراً عنه بعدد الثوانى اللازمة لملء وعاء سعته ٢٥٠ مل
٢	٤٥٠
٤	٢٢٥
٦	١٥٠
٨	١١٢
١٠	٩٠
١٢	٧٥
١٦	٥٦
٢٠	٤٥
٢٥	٣٦
٣٠	٣٠
٤٠	٢٢
٥٠	١٨
٦٠	١٥
٧٥	١٢
١٠٠	٩

تركيز العنصر المغذى بالجزء فى المليون

= (وزن السماد بالجرام × النسبة المئوية للعنصر المغذى فى السماد × ١٠) / نسبة التخفيف .

فمثلاً . . إذا خففت ١٥٠ جم من نترات الأمونيوم فى المحلول السمادى المركز (القياسى) بمقدار ١٥٠ جزءاً من الماء ، فإن تركيز المحلول المغذى بالجزء فى المليون يصبح :

(١٥٠ جم) × ٣٥ (%) × ١٠ / ٢٥٠ (التخفيف) = ٢١٠ أجزاء فى المليون .

جدول (٤٦-٧) : كميات الأسمدة اللازمة لتحضير محاليل مغذية لرى الشتلات (يحتوى كل منها على ١٠٠ جزء فى المليون من كل من النيتروجين والبوتاسيوم) .

السماد	الكمية بالجرام لكل ١٠٠ لتر ماء
١ - نترات الأمونيوم	٢٠
نترات البوتاسيوم	٣٠
٢ - نترات الصوديوم	٣٥
نترات البوتاسيوم	٣٠
٣ - نترات الكالسيوم	٣٥
نترات البوتاسيوم	٣٠
٤ - اليوريا	١٥
نترات البوتاسيوم	٣٠
٥ - سماد مركب ١٢ - ٤ - ٨	٦٠
نترات البوتاسيوم	١٥
٦ - سماد مركب ١٢ - ١٢ - ١٢	٧٥
٧ - سماد مركب ١٥ - ١٥ - ١٥ أو أية نسب أخرى من الفوسفور	٦٠

وبالعكس . . فإن عدد جرامات السماد التى تلزم لكل لتر من المحلول السمدى القياسى

$$= (\text{تركيز العنصر السمدى بالجزء فى المليون} \times \text{التخفيف}) / (\text{نسبة العنصر فى السماد} \times ١٠)$$

فمثلا . . إذا كان تركيز النيتروجين فى المحلول المغذى ٢٥٠ جزءاً فى المليون ، وكان تخفيف السماد القياسى بنسبة ١ : ٢٠٠ . . فإن كمية سلفات الأمونيوم التى تجب إضافتها لكل لتر من الماء لعمل محلول سمدى قياسى تصبح :

(٢٥٠) جزءاً في المليون ($\times ٢٠٠$) (التخفيف) / ($\times ٢١$) ($\times ١٠$)

= ٢٣٨ جم / لتر من المحلول السمادى القياسى (عن Boatfield & Hamilton ١٩٩٠) .

وفى المساحات الصغيرة - كما فى الزراعات المحمية والحدائق المنزلية - يمكن التأكد من وجود السماد فى مياه الري بإضافة صبغات خاصة إلى المحلول السمادى ؛ مثل الصبغة الزرقاء Fertilizer Dye التى يحضر محلولها المركز بتركيز جرام واحد منها فى اللتر ، ثم يستخدم المحلول المركز مع ماء الري بنسبة ١ : ١٠٠ .

التسميد مع ماء الري بالرش

من مزايا التسميد مع ماء الري بالرش ما يلى :

- ١ - إضافة الأسمدة بسرعة وسهولة ، وبفعالية أكبر ، وبتكلفة أقل مما فى طرق التسميد الأخرى .
 - ٢ - يمكن جعل الأسمدة تتخلل التربة إلى العمق المطلوب؛ وذلك بالتحكم فى مدة الري .
 - ٣ - تتوزع الأسمدة بصورة أكثر تجانساً .
 - ٤ - تكون الأسمدة ميسرة لامتصاص النبات بدرجة أكبر مما لو أُضيفت إلى التربة فى صورة جافة .
 - ٥ - يمكن إضافة الأسمدة بسرعة فى الأوقات الحرجة التى تظهر فيها أعراض نقص العناصر .
- هذا . . ويمكن أن تضاف معظم الأسمدة إلى ماء الري بالرش إذا توفرت الشروط التالية :
- ١ - ألا يُفقدَ العنصر السمادى بسهولة بالتبخّر ؛ كما هى الحال فى الأمونيا ومحاليل النيتروجين المحتوية على أمونيا حرة .
 - ٢ - أن تكون سريعة الذوبان فى الماء .

٣ - ألا يتفاعل السماد مع جهاز الري بالرش ؛ كما فى حالة حامض الفوسفوريك ، ونترات الأمونيوم .

ويعنى ذلك إمكانية التسميد بهذه الطريقة بمعظم الأسمدة الأزوتية ؛ مثل اليوريا ، وكبريتات الأمونيوم ، ونترات الصوديوم ، ونترات الكالسيوم . وكذلك يمكن إضافة كبريتات البوتاسيوم بهذه الطريقة ، ولكن يفضل قصر ذلك على الأوقات التى تظهر فيها أعراض نقص البوتاسيوم فجأة . كما يمكن إضافة معظم العناصر الأخرى التى يحتاج إليها النبات بكميات قليلة بهذه الطريقة .

أما الأسمدة الفوسفاتية ، فتفضل إضافتها عن طريق التربة ، بدلا من إضافتها مع ماء الري بالرش ؛ وذلك للأسباب الآتية :

١ - يثبت الفوسفور - عند إضافته مع ماء الري بالرش - بدرجة أكبر منها عند إضافته فى خنادق إلى جانب النباتات .

٢ - معظم الأسمدة الفوسفاتية ضعيفة الذوبان فى الماء ؛ مما يسبب انسداد بشاير الرش .

٣ - تؤدي الأسمدة الفوسفاتية إلى تآكل الأجزاء المصنوعة من البرونز والنحاس فى جهاز الرش .

وعند اتباع هذه الطريقة فى التسميد يجب السماح بتشغيل جهاز الري بالرش أولا بدون سماد لمدة تكفى لبل سطح التربة وبل أوراق النبات ، وإلا فقد السماد بتعمقه كثيراً فى التربة مع ماء الري . يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الري لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل ، ويستغرق ذلك فترة تتراوح بين ٣٠ و ٦٠ دقيقة . ويعقب ذلك استمرار الري بالرش بدون تسميد لمدة ١٥ - ٣٠ دقيقة . والغرض من ذلك هو غسل السماد من على الأوراق ، والتخلص من آثار السماد فى المضخة والأنابيب والرشاشات ، كما أن ذلك يساعد على تحريك السماد فى التربة (Israelsen & Hansen ١٩٦٢) .

التسميد مع ماء الري بالتنقيط

يعتبر التسميد مع ماء الري بالتنقيط من أبسط وأنجح طرق التسميد ؛ لأن كمية الماء المستخدمة فى الري تكون قليلة نسبياً ؛ الأمر الذى يمكن معه إذابة السماد فى كل كمية الماء المستخدمة فى الري . كما أن السماد يكون ميسراً بالقرب من جذور النباتات ، ولا يفقد منه شئ يذكر بالرشح . وتفيد هذه الطريقة فى التسميد بصفة خاصة فى الأراضى التى تناسبها طريقة الري بالتنقيط .

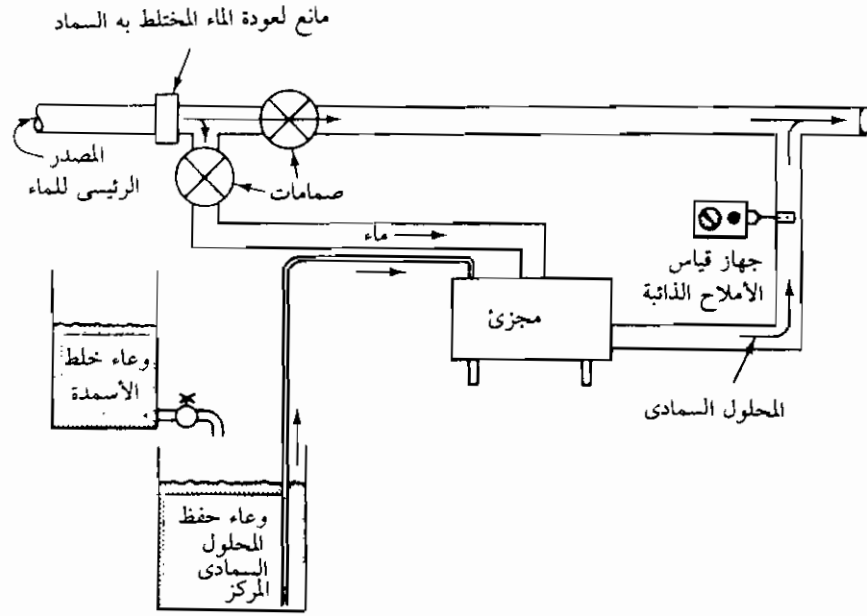
كيفية إدخال (حقن) الأسمدة فى مياه الري

يتم إدخال الأسمدة مع مياه الري ؛ وذلك بحقن محلول سمادى مركز فى ماء الري بنسب معينة ، أو بإذابة السماد اللازم كله فى كمية من الماء تكفى لرى المساحة المطلوبة ، وتستخدم فى الري مباشرة .

فى حالة استعمال المحاليل المركزة من الأسمدة يتم أولاً خلط الأسمدة فى خزانات خاصة ، ثم ينقل منها المحلول السمادى المركز الخالى من الشوائب والرواسب إلى خزان آخر يسمى « خزان المحلول السمادى » . يتصل هذا الخزان بجهاز خاص يسمى « حاقن injector » أو « مجزئ proportioner » يقوم بخلط كميات محدودة من المحلول السمادى المركز والماء معاً (شكل ٧ - ٨) . ويمر ماء الري المخلوط به السماد بعد ذلك على جهاز يقيس مقدار الزيادة فى درجة التوصيل الكهربائى للماء التى أحدثتها الأملاح السمادية . وتتراوح درجة التوصيل الكهربائى لماء الري المخلوط به السماد عادة بين ١,٤ و ٢,٨ مللى موز / سم فى درجة حرارة ٢٥°م .

كذلك يركب صمام بين مصدر الماء المستخدم فى الري وأنبوب ماء الري المخلوط به السماد ؛ ليمنع عودة الماء إلى أنابيب المياه الرئيسية ، وهو الأمر الذى قد يحدث فى حالة تولد ضغط سالب (شكل ٧ - ٩) . ومن الطبيعى أن يكون اختلاط الأسمدة بمياه الشرب أمر غير مرغوب فيه ؛ نظراً لأن بعضها يعتبر ساماً للإنسان ، كأملح التترات مثلاً (Nelson ١٩٨٥) .

يعتمد عمل الحاقن أو المجزئ proportioner على خلط نسبة ثابتة من المحلول السمادى المركز مع ماء الري (شكل ٧ - ١٠) ؛ فإذا خلط لتر من محلول السماد

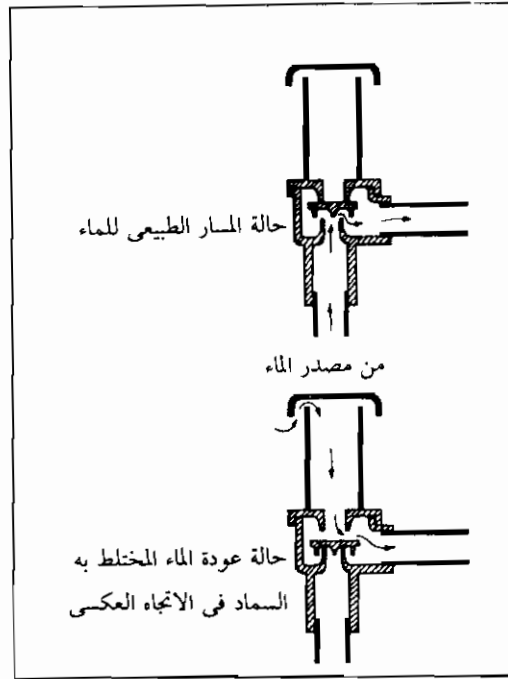


شكل (٧-٨) : طريقة إدخال الأسمدة فى ماء الري بواسطة المجزئ .

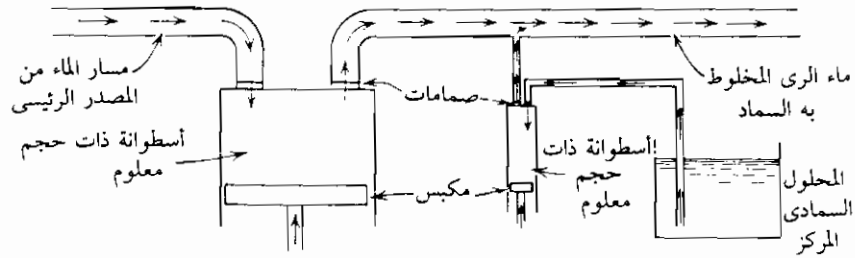
المركز مع ٩٩ لترًا من الماء لإنتاج ١٠٠ لتر من محلول السماد المخفف ، فإن نسبة التخفيف تكون ١ : ١٠٠ . وأكثر نسب التخفيف استخدامًا هى ١ : ١٠٠ أو ١ : ٢٠٠ ، ونادرًا ما تستخدم نسبة تخفيف ١ : ١٠٠٠ ؛ نظرًا لأن المحلول السمادى يجب أن يكون فى هذه الحالة شديد التركيز ؛ الأمر الذى قد لا يكون ممكنًا مع بعض الأسمدة . كما يجب اختيار نسبة التخفيف التى تتناسب مع كمية الماء المستخدمة فى كل رية لمساحة معينة .

ويجب اختبار نسبة التخفيف على فترات للتأكد من سلامة عمل المجزئ ؛ وذلك بقياس درجة التوصيل الكهربائى ، ومقارنة القراءة بقراءة محلول سمادى محضر بنفس التركيز ، أو بجمع كمية من المحلول السمادى المخفف ، وتحديد كمية المحلول السمادى المركز التى استنفذت فى تحضيرها ، ومقارنة النسبة .

وتشتمل معظم الأسمدة القابلة للذوبان المستخدمة مع ماء الري على كميات صغيرة من كل العناصر الصغرى ، وتضاف إليها صبغة تغير لون الماء المخلوط به السماد ،



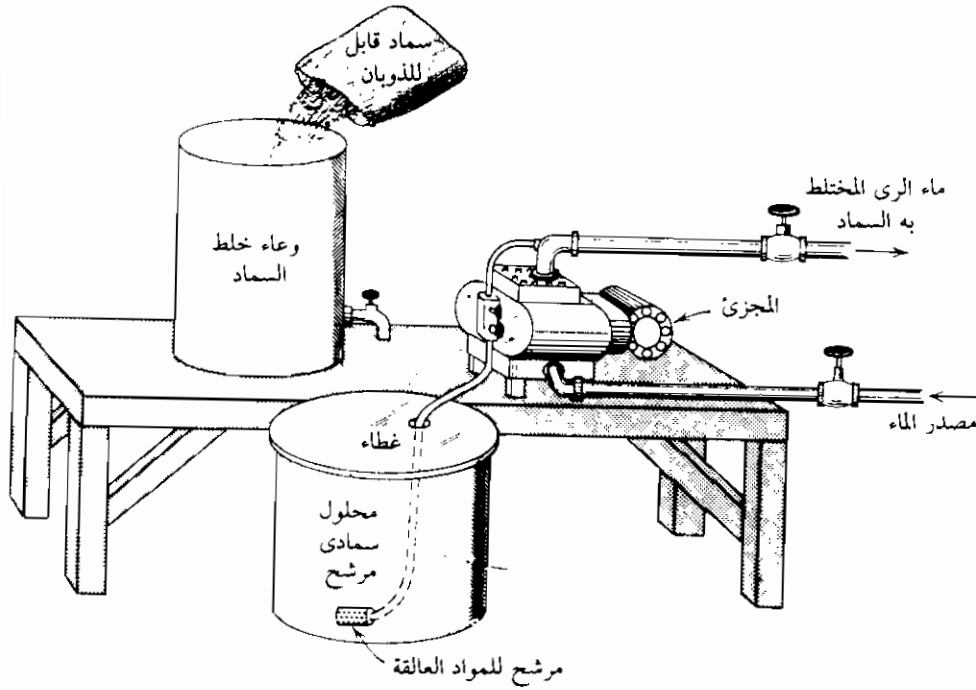
شكل (٧ - ٩) : طريقة عمل الصمام المانع لرجوع الماء المختلط بالسماد إلى مواسير المياه الرئيسية .



شكل (٧ - ١٠) : طريقة عمل الحقن injector أو المجزئ proportioner الذي يخلط المحلول السمادي المركز مع ماء الري بنسبة معينة .

وهو الأمر الذي يفيد في حالة توقف المجزئ عن العمل ، أو عند نفاذ المحلول السمادي المركز .

ويلزم لتحضير المحلول السمادى المركز وعاءان من البلاستيك ؛ نظراً لأن المحاليل السمادية تتفاعل مع المعادن . يذاب السماد فى الوعاء الأول فى ماء دافئ حرارته ٤٠°م ، ثم ينقل إلى الوعاء الثانى ، إما من خلال صنوبر يثبت أعلى القاع بنحو ٥ سم ؛ لتجنب انتقال الرواسب التى قد تؤدى إلى انسداد المنقطات أو بشاير الرش ، وإما بواسطة سيفون siphon يغمر فى المحلول السمادى أعلى قاع الإناء ، وتثبت على طرفه المغمور مصفاة لزيادة الحرص على عدم انتقال الرواسب (شكل ٧ - ١١) .



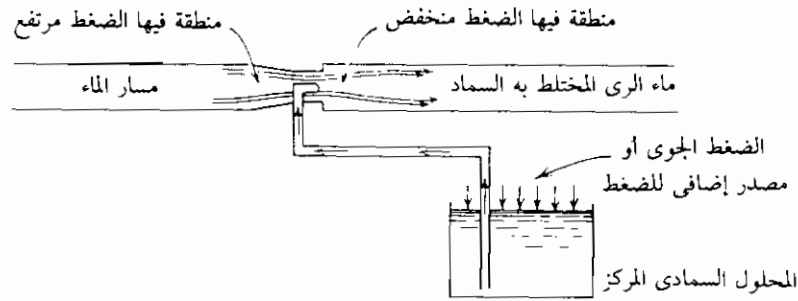
شكل (٧ - ١١) : وعاء خلط الأسمدة ، وعاء المحلول السمادى المركز الذى يتصل بالمجزئ أو حاقن السماد فى ماء الرى .

هذا . . وقد يستعاض عن المجزئ proportioner بنظام خزان المحلول السمادى والمضخة tank and pump system ، وفيه يحضر المحلول السمادى بالتخفيف اللازم مباشرة فى خزان كبير ؛ حيث يضخ بعد ذلك فى نظام الرى . ويجب عند اتباع هذا النظام تأمين طريقة لرجّ المحلول السمادى ومنع الترسبات . وقد يتحقق ذلك بواسطة

ذراع تتحرك آلياً وتغمر فى المحلول ، أو بمجرد السماح لبعض المحلول السمادى بالعودة لخزان السماد ؛ الأمر الذى يُحدث حركة بالمحلول تكفى لمنع الترسبات السمادية .

ويجب أن يتناسب حجم الخزان مع المساحة التى يلزم تسميدها . وبرغم أن تركيز السماد يمكن زيادته بإضافة المزيد من السماد أو إنقاظه بالتخفيف بالماء ، إلا أنه ينصح بتأجيل أى تغيير فى النسبة السمادية لحين استعمال كل المحلول السمادى المحضر . ويعيب طريقة التسميد هذه صعوبة تسميد محاصيل متنوعة تختلف فى احتياجاتها السمادية .

وأحياناً قد يكفى مجرد إيصال فوهة أنبوبة رفيعة متصلة بقاع خزان المحلول السمادى بنقطة فى مسار ماء الرى يتسع عندها المسار (أنبوب ماء الرى) فجأة ؛ وبالتالي يقل الضغط ؛ الأمر الذى يؤدي إلى سحب المحلول السمادى واختلاطه بماء الرى (شكل ٧ - ١٢) (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .



شكل (٧ - ١٢) : طريقة مبسطة لخلط المحلول السمادى المركز مع ماء الرى . وتستخدم هذه الطريقة فى تسميد المساحات الصغيرة ؛ مثل المشاتل والنباتات النامية فى الأصص .

العوامل المؤثرة على طريقة وموعد تسميد محاصيل الخضر

يتأثر اختيار الطريقة والموعد المناسبين لتسميد محاصيل الخضر بالعوامل التالية :

عوامل خاصة بالنبات وطريقة الزراعة

أهم هذه العوامل ما يلى :

١ - عمر النبات :

فلا تستفيد النباتات من الأسمدة المضافة بطريقة النثر أو مع ماء الري بالرش إلا بعد أن ينمو لها مجموع جذرى كثيف متشعب .

ورغم أن بعض الخضروات - كالخس ، والبطاطس ، والفلفل ، والطماطم - يكون أعلى معدل لامتصاصها لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم خلال الشهر الثالث من الزراعة أو الشتل ، إلا أنه تجب إضافة كميات مناسبة من هذه العناصر قريبة نسبياً من النباتات الصغيرة ؛ حتى يتمكن المجموع الجذرى المحدود من امتصاص ما يلزم النبات من عناصر تكفى للنمو الجيد .

وفى حالة زراعة البذور آلياً ، فإن الأسمدة غالباً ما تضاف أيضاً فى نفس وقت الزراعة ، ويستبقى فقط جزء من السماد الأزوتى لإضافته إلى جانب النباتات فيما بعد .

وفى مصر يضاف السماد - عادة - فى الأراضى الثقيلة على ٣ دفعات : الأولى بعد الخف مباشرة ، أو بعد الشتل بأسبوعين ، والثانية قبل الإزهار ، والثالثة أثناء العقد . وفى حالة المحاصيل القصيرة العمر - كالسبانخ ، والملوخية ، والجرجير ، واللفت - يفضل إعطاء جزء من السماد قبل الزراعة ، والجزء الباقى بعد الإنبات بحوالى أسبوع .

٢ - طريقة الزراعة :

يفضل فى حالة المحاصيل التى تزرع نثراً - مثل : اللفت ، والجزر ، والفجل ، والملوخية - أن ينثر سماد السوبر فوسفات بكمية كبيرة نسبياً قبل الحرثة الأخيرة . وبصفة عامة تستخدم طريقة التسميد بالنثر بعد الحرث ، أو قبل الترحيف فى حالة المحاصيل التى تزرع نثراً أو فى سطور ضيقة ؛ كالسبانخ والجزر . ويؤدى الترحيف إلى خلط السماد على مسافة ٨ - ١٠ سم من سطح التربة .

وفى مصر تتبع طريقة التسميد بالنثر بعد الزراعة مع الخضروات الكثيفة ؛ مثل : الجزر ، والسبانخ ، والبنجر ، والملوخية ، والرجلة ، والجرجير . وأحياناً فى حوض

الشتلة إذا دعت الضرورة . ويفضل فى هذه الحالة عدم استعمال الأسمدة المركزة لصعوبة توزيعها ، ولما قد تحدثه من ضرر على الأوراق .

وفى حالة الزراعة فى سطور متباعدة عن بعضها تفضل إضافة السماد سرا فى سطور ، أو بطريقة السر الجانبى side dressing . وفى الحالة الأولى يضاف السماد سرا فى خط المحراث قبل زراعة البذور أو النبات بأسبوع أو عشرة أيام . وتسمح هذه الطريقة بوجود السماد أسفل النبات مباشرة ، ولكن يُحتمل أن تضر أملاح السماد بجذور النباتات ، وخاصة فى الأراضي الرملية والطميية الرملية .

أما طريقة التسميد الجانبى ، ففيها يوضع السماد على طول سطور البذور أو النباتات ، وعلى جانب واحد من السطر أو على الجانبين . ولقد أظهرت البحوث زيادة محصول عديد من الخضروات عند وضع السماد إلى جانب البذور أو أسفلها قليلاً عن وضعه أسفلها مباشرة ؛ ويرجع ذلك إلى توفر السماد على مسافة قصيرة من النبات أو البذرة خلال الأطوار الأولى من النمو . وتفضل طريقة السر الجانبى بوجه خاص عند استعمال كميات قليلة من السماد . وتتبع عندما تبعد سطور النباتات عن بعضها البعض بمقدار ٦٠ سم أو أكثر . ويجب ألا يضاف أكثر من ١٥٠ كجم / فدان من أى سماد ذى تحليل عالٍ بهذه الطريقة ، وإلا احترقت النباتات .

وفى مصر تضاف الأسمدة بطريقة السر للنباتات التى تزرع فى سطور ؛ كالبسلة ، والفاصوليا ، وذلك على أبعاد متفاوتة من مواقع النباتات حسب عمرها . وتغطى الأسمدة بعزق الأرض بعد التسميد .

وقد يضاف السماد فى خنادق تعمل على بعد حوالى ١٥ سم من خط الزراعة ، وبطول المصطبة ، وبعمق ١٠ سم ، ثم يغطى السماد .

أما النباتات المتباعدة ، فيضاف إليها السماد بطريقة التكميش ؛ وذلك بوضع مقادير مناسبة من الأسمدة لكل نبات على حدة . وتتبع هذه الطريقة مع النباتات التى تزرع متباعدة ؛ مثل : البطيخ ، والخرشوف ، والقرع ، وفى الأراضي الرملية عندما تكون كميات الأسمدة المستعملة قليلة . كما تتبع هذه الطريقة فى تسميد النباتات التى ليست

شديدة التباعد ؛ مثل : الخيار ، والطماطم ، والفلفل ، وذلك فى بداية حياة النباتات قبل انتشار مجموعها الجذرى .

عوامل خاصة بالاسمدة المستعملة والعناصر السمدية المضافة

من أهم هذه العوامل ما يلى :

١ - كمية السماد المستعملة :

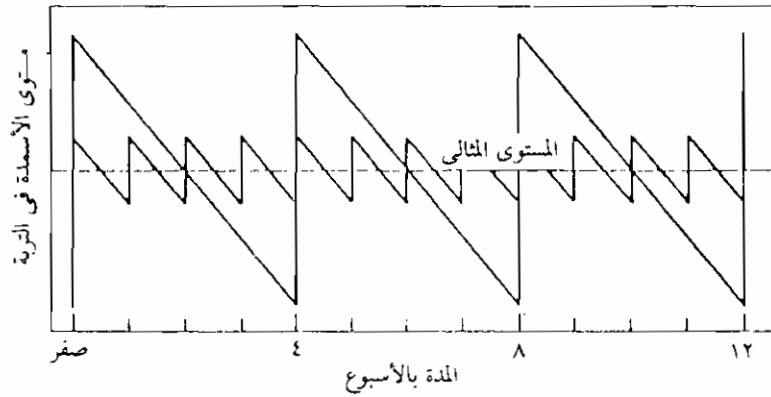
عندما تكون كمية السماد المراد استعمالها كبيرة ، فإنه يحسن إضافة جزء منها قبل الحرث ، والجزء الباقي إلى جانب النباتات . وتؤدى زيادة كمية السماد المضافة إلى جانب البذور إلى موت البذور أو تأخير الإنبات مع الإضرار بالبادرات الصغيرة . ويزداد هذا النوع من الضرر فى الأراضى الرملية والطينية الرملية ، عنه فى الأراضى المتوسطة أو الثقيلة أو العضوية .

أما عندما تكون كمية السماد المستعملة قليلة ، فيحسن إضافتها سرا فى خنادق ، أو على سطح التربة قريباً من خط الزراعة ، بدلا من إضافتها نثراً .

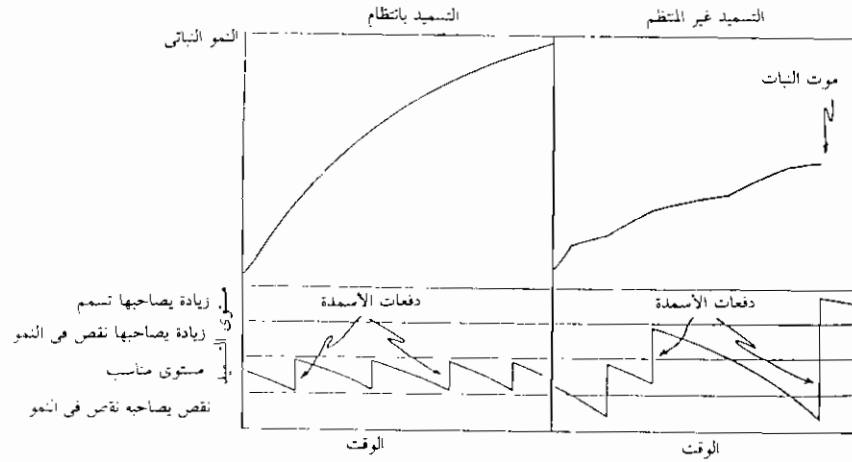
وبصورة عامة . . فإن إضافة الأسمدة بكميات قليلة على فترات متقاربة أفضل من إضافتها بكميات كبيرة على فترات متباعدة ؛ لأنه فى الحالة الأولى يظل تركيز العنصر دائماً فى حدود المجال المناسب للنمو النباتى ، أما فى الحالة الثانية ، فيتغير تركيز العنصر بين النقص الشديد والزيادة التى قد تصل إلى درجة السمية (شكل ٧ - ١٣) . وتصاحب ذلك دائماً زيادة فى النمو النباتى فى الحالة الأولى ، بالمقارنة بالحالة الثانية ، ناهيك عن زيادة الأسمدة إلى درجة السمية التى تؤدى إلى موت النباتات (شكل ٧ - ١٤) .

٢ - نوع السماد المستعمل :

تضاف الأسمدة العضوية الحيوانية نثراً على سطح التربة قبل الحرث ، وخاصة عند استعمال أسمدة غير متحللة ؛ لأنها تتعارض مع عمليات تجهيز الأرض وإقامة الخطوط ؛ ولهذا . . يجب خلط الأسمدة المضافة جيداً بالتربة عند الحرث .



شكل (٧ - ١٣) تأثير التسميد بكميات قليلة من الأسمدة على فترات متقاربة ، بالمقارنة بالتسميد بكميات كبيرة على فترات متباعدة على مستوى العنصر في التربة .



شكل (٧ - ١٤) تأثير التسميد المنتظم (الرسم الأيسر) ، والتسميد غير المنتظم (الرسم الأيمن) على النمو النباتي . في الحالة الأولى أضيفت الأسمدة كلما اقترب مستواها في التربة من المستوى الذي يصاحبه ظهور أعراض نقص العناصر ، وكانت الإضافة بالقدر الذي لا يضر النباتات . وفي الحالة الثانية ازداد - أحياناً - معدل التسميد إلى الحد الذي أضر بالنباتات ، ثم تأخر لفترة طويلة ؛ مما تسبب في نقص مستوى العنصر في التربة ، ثم أضيف في الدفعة الأخيرة بكميات كبيرة أدت إلى موت النباتات (عن Matkin وآخرين ١٩٥٧) .

أما بالنسبة للأسمدة الأزوتية ، فإنه نظراً لسهولة فقدها ، تفضل إضافتها بعد الزراعة والإنبات بطريقة النثر أو التكبش أو السر . ويحسن تقسيم كمية السماد وإضافتها على دفعات حسب الحاجة . وعند استعمال كميات كبيرة من الأسمدة الأزوتية تجب إضافة نصف أو ثلثي الكمية المقررة وقت الزراعة ، ويضاف الباقي إلى جانب النباتات عندما تكون في أوج نموها الخضري .

وأفضل طريقة لإضافة السماد الفوسفاتي هي بعد الخف أو الشتل بطريقة التكبش أو السر على جانب الخط ، وعلى بعد ٥ - ١٠ سم لتقليل تلامس السماد مع حبيبات التربة إلى أقل حد ممكن .

وبالنسبة للبيوتاسيوم ، فتفضل إضافته على دفعات بسبب حدوث ظاهرة الاستهلاك الترفي عند توفر العنصر بكميات كبيرة ، ولسهولة فقده بالرشح .

أما الأسمدة السائلة ، فتجب إضافتها على عمق أكبر ، وعلى مسافة من النبات أكبر مما يتبع مع الأسمدة الصلبة ؛ تجنباً لاحتراق جذور النباتات ، خاصة في الأراضي الثقيلة .

٣ - مدى تحرك العنصر السمادي في التربة :

تتوقف سرعة وطول المسافة التي يتحركها السماد في التربة بعد إضافته على نوع السماد ، وطبيعة التربة ، والظروف الجوية .

فالفوسفور يتحرك ببطء شديد من نقطة إضافته ؛ لأن أيون الفوسفات يعتبر عديم الحركة تقريباً في التربة ، إلا أن الفوسفور الذائب يتحرك لمسافات قصيرة . ونظراً لأن النباتات الصغيرة يكون مجموعها الجذري محدوداً وغير متشعب في التربة ؛ لذلك فهي أكثر من غيرها تعرضاً لنقص الفوسفور . ولهذا السبب . . فإنه من الضروري إضافة بعض السماد الفوسفاتي في طريق الجذور الصغيرة النامية في النباتات الحولية ، ولكن مع نمو النباتات وتشعب الجذور تختفي أعراض نقص الفوسفور (Millar وآخرون ١٩٦٥) .

أما أيون البوتاسيوم ، فإنه يحمل شحنة موجبة ، ولذا فإنه يدمص على غرويات

التربة ، ويكون قليل الحركة . ولذلك . . فإنه يضاف فى خنادق لأنه يبقى فى مكانه فى منطقة نمو الجذور ، ولا ينصح بإضافته إلى سطح التربة .

أما أملاح النيتروجين ، فإنها تتحرك لأعلى ولأسفل حسب اتجاه تحرك الماء فى التربة ، ويكون تحرك النترات أسرع من تحرك الأمونيوم ، لأن النترات لا تدمص على سطح غرويات التربة كالأمونيوم . وعموماً . . فإنه ينصح بإضافة الأسمدة الأزوتية على دفعات .

هذا . . ويتحرك الماء الأراضى غالباً فى اتجاه عمودى . ويتوقف تحركه على الحالة الجوية وعلى قوام التربة . فمع جفاف سطح التربة يزداد تركيز المحلول الأراضى ، ويتحرك الماء لأعلى بالخاصية الشعرية ، وتتحرك معه الأملاح الذائبة . وأحياناً ترسب هذه الأملاح على سطح التربة ، ثم تتحرك مع الأمطار أو الري الغزير إلى أسفل مرة ثانية .

عوامل خاصة بالتربة والظروف البيئية

من أهم هذه العوامل ما يلى :

١ - الأمطار :

فى حالة زيادة الأمطار - وبالتالي زيادة فرصة فقد الأسمدة بالرشح - تفضل إضافة الأسمدة فى خنادق .

٢ - طبيعة التربة :

يكون فقد البوتاسيوم بالرشح بطيئاً فى الأراضى الثقيلة ، بينما قد يكون سريعاً فى الأراضى الخفيفة ؛ وعليه . . فقد تلزم إضافة بعض البوتاسيوم بطريقة السر الجانبى فى الأراضى الخفيفة .

وعندما تكون التربة ذات مقدرة عالية على تثبيت الفوسفور ، تجب إضافة الأسمدة الفوسفاتية سرا فى خنادق خاصة عندما تكون الكمية المضافة قليلة ؛ حيث يكون السماد الفوسفاتى على اتصال أقل بحبيبات التربة التى تثبته ، مما هى الحال عند إضافته نثراً .

وفى حالة الأراضى العضوية ، أو عند استعمال كميات كبيرة من الأسمدة العضوية تجب إضافة كل الأسمدة الأزوتية الكيميائية وقت الزراعة .

تسميد الخضر فى الأراضى الصحراوية عند اتباع نظام الري بالتنقيط

تعد جميع الأراضى الصحراوية فقيرة - بطبيعتها - من حيث محتواها من المادة العضوية ، والعناصر الغذائية التى تحتاج إليها النباتات ، مع انخفاض سعتها التبادلية الكاتيونية بشدة ، وارتفاع نفاذيتها للماء بدرجة كبيرة ؛ لذا ... فإن نجاح زراعة الخضر فى هذه الأراضى يتوقف على التسميد الجيد الذى يجب أن يراعى فيه ما يلى :

١ - الاهتمام بالتسميد العضوى لبناء التربة ، وزيادة سعتها التبادلية الكاتيونية وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة .

٢ - رفع معدلات التسميد الكيميائى لتعويض النقص الحاد فى خصوبة التربة .

٣ - إعطاء الأسمدة فى جرعات صغيرة على فترات متقاربة لتجنب فقدانها بالرشح .

٤ - الاهتمام بالتسميد بالعناصر الدقيقة إما فى صورة مخلبية - لكى لا تثبت فى التربة القلوية والجيرية - وإما رشاً على الأوراق .

ونظراً لأن معظم زراعات الخضر فى الأراضى الصحراوية تروى بطريقة التنقيط ؛ لذا ... فإننا نوجه جُلَّ اهتمامنا إلى كيفية التسميد من خلال شبكة الري بالتنقيط ، مع الإشارة إلى كيفية التسميد - عند اتباع طريقتى الري السطحى والري بالرش - فى نهاية هذا الفصل . ونأخذ - كمثال على ذلك - برنامجاً لتسميد الطماطم ؛ وهى من محاصيل الخضر المجهددة للتربة ، والتى تبقى فى الأرض لمدة خمسة شهور . ويمكن الاسترشاد بهذا البرنامج فى تسميد محاصيل الخضر الأقل إجهاداً للتربة ، أو التى تبقى فى الأرض لفترة أقل .

أولاً: أسمدة تضاف قبل الزراعة

يضاف السماد العضوى فى فج المحراث (موقع المصاطب فيما بعد) بمعدل ٢٠ - ٣٠ م^٣ من السماد البلدى (سماد الماشية) ، والأفضل إضافة ١٥ - ٢٠ م^٣ سماداً بلدياً مع نحو ٥ م^٣ من سماد الكتكوت (مخلفات الدواجن) .

ويضاف إلى السماد العضوى - قبل إقامة المصاطب - مخلوط من الأسمدة الكيميائية ، كما يلى :

العنصر	صورة العنصر	الكمية (كجم)	السماد المفضل
النيتروجين	N	٢٠	سلفات النشادر
الفوسفور	P ₂ O ₅	٣٠	السوبر فوسفات
البوتاسيوم	K ₂ O	٢٠	سلفات البوتاسيوم
المغنسيوم	MgO	٥	سلفات المغنسيوم
الكبريت	S	٥٠	كبريت زراعى

يكون الهدف الأساسى من إضافة الكبريت خفض pH التربة فى منطقة نمو الجذور ، وليس التسميد بالكبريت ؛ نظراً لأن النبات يحصل على حاجته من عنصر الكبريت من مختلف الأسمدة السلفاتية ، ومن السوبر فوسفات ، والجبس الزراعى ، وبعض المبيدات .

ثانياً : أسمدة عناصر أولية تضاف مع مياه الري بعد الزراعة

كميات العناصر السمادية

يستمر تسميد محاصيل الخضر بعد الزراعة أو الشتل بالعناصر الأولية ، وهى النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم . ويسمى الفدان الواحد (من محصول مجهود للتربة يبقى فى الأرض لمدة ٥ شهور مثل الطماطم) بنحو ١٠٠ - ١٢٠ كجم نيتروجيناً (N) ، و ٣٠ كجم فوسفوراً (P₂O₅) ، و ٨٠ - ١٠٠ كجم بوتاسيوم (K₂O) .

وبرغم أن النبات يحصل على كميات إضافية من النيتروجين من حامض النيتريك - الذى يستخدم فى إذابة الأملاح التى تسد النقاطات (كما سبق بيانه تحت موضوع الري) ، ولإذابة سلفات البوتاسيوم (كما سيأتى بيانه) - ومن نترات الجير التى تستخدم كمصدر إضافى للكالسيوم ، إلا أن الكمية الكلية المضافة بهذه الطرق لا تتجاوز حوالى ٢٠ كجم من النيتروجين للفدان .

توقيت بداية التسميد

تتوقف بداية التسميد على كل من التسميد السابق للزراعة ، واستعمال المحاليل السمادية البادئة عند الشتل . ففي حالة إضافة نحو ٢٠٪ من الكميات الكلية الموصى بها من عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم قبل الزراعة ، فإنه يمكن تأخير بداية التسميد إلى ما بعد أسبوعين من الشتل . كذلك تستفيد النباتات المشتولة من الأسمدة البادئة لمدة أسبوع على الأقل . ويفضل - بصورة عامة - بداية التسميد بعد أسبوع واحد من الإنبات ، أو من الشتل ، حسب طريقة الزراعة .

اختيار الأسمدة المناسبة

إن أول الأمور التى يتعين مراعاتها بشأن الأسمدة التى تضاف مع مياه الري هو درجة ذوبانها فى الماء ، لاختيار السهلة الذوبان منها . ويُراجع لذلك جدول (٧) - (٣٠) .

١ - الأسمدة الأزوتية :

تستخدم اليوريا وسلفات الأمونيوم (بنسبة ١ : ١) كمصدر للنيتروجين خلال الشهر الأول بعد الزراعة ، ثم تستخدم نترات الأمونيوم منفردة ، أو بالتبادل مع سلفات الأمونيوم بعد ذلك ، حسب درجة الحرارة السائدة ؛ حيث تنتفى الحاجة إلى النترات فى الجو الدافئ (لتحول الأمونيوم إلى نترات بسرعة فى هذه الظروف) ، بينما تزيد الحاجة إليها (فى حدود ٢٥ - ٥٠٪ من كمية النيتروجين الكلى المضافة) فى الجو البارد (Hochmuth ١٩٩٢ أ) .

كما تحتاج محاصيل الخضر السريعة النمو وذات موسم النمو القصير إلى إضافة الأسمدة النترية بمعدل أكبر من الأسمدة النشادرية .

تعتبر اليوريا من الأسمدة الأزوتية السريعة الذوبان ، وهى لا تتفاعل مع الماء لتكوين أيونات إلا إذا احتوى الماء على أيون اليوريز Urease . ويمكن تواجدها هذا الإنزيم فى مياه الري إذا احتوت على كميات كبيرة من الطحالب ، أو إذا كان بها نشاط بيولوجى عالٍ للإنزيم قبل ترسيحها ؛ ففي حالات كهذه . . يبقى الإنزيم فى

مياه الري المرشحة ، ويمكنه تحليل اليوريا إلى أيون الأمونيوم .

هذا . . إلا أن تركيز الإنزيم يكون - عادة - منخفضاً مقارنة بتركيزه في التربة . كما أن اليوريا لا تبقى في شبكة الري لفترة طويلة قبل وصولها إلى التربة ، ولذا . . فإن احتمالات تحلل اليوريا في شبكة الري تكون محدودة للغاية .

ويمكن خلط اليوريا مع نترات الأمونيوم أثناء التسميد ، كما تتوفر تحضيرات تجارية كثيرة تحتوى على كلا السمادين معاً (عن Rolston وآخرين ١٩٨١) .

هذا . . ولا يوصى بالتسميد باليوريا إذا ارتفعت حرارة الجو عن ٢٥°م .

وبرغم أنه يوصى دائماً باستعمال المصادر الأمونيومية للنيتروجين - لأنها أرخص ثمناً ، ولا تتعرض للفقْد مع ماء الصرف مثلما تتعرض المصادر النترية للنيتروجين - إلا أن تحقيق ذلك يتطلب سعة تبادلية كاتيونية عالية في التربة ، وهو ما لا يتوفر في الأراضي الرملية ، فضلاً على سرعة تحول أيون الأمونيوم إلى نترات في الأراضي الدافئة كما أسلفنا . وقد أوضحت معظم الدراسات التي أجريت على تسميد عدد من محاصيل الخضر في أراضٍ رملية بولاية فلوريدا الأمريكية عدم وجود فروق يعتد بها بين استخدام مصادر النيتروجين النترية والأمونيومية .

وعند استخدام الأسمدة البطيئة التيسر ؛ مثل اليوريا المغطاة بالكبريت Sulfurcoated urea ، و Isobutylidenediurea ؛ بما يعادل نحو ٢٥٪ من الاحتياجات الكلية من النيتروجين - وذلك مع محاصيل الخضر التي تبقى لفترات طويلة في التربة ، مثل الفلفل ، والطماطم ، والفراولة ، وكذلك المحاصيل ذات الاحتياجات العالية من النيتروجين - أدى استخدامها إلى زيادة كفاءة النيتروجين المضاف ، مع خفض تركيز الأملاح في التربة (Hochmuth ١٩٩٢ ب) .

هذا . . ولا يوصى باستخدام الأمونيا اللامائية anhydrous ammonia ، أو الأمونيا المائية aqua ammonia ؛ لأنها تؤدي إلى رفع الـ pH وترسيب أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم في صورة غير ذائبة . وإذا احتوت مياه الري على كميات كبيرة من البيكربونات والكالسيوم والمغنيسيوم فإن ترسباتها قد تسد النقاطات .

وتعد أملاح الأمونيوم سريعة الذوبان ومناسبة للاستعمال مع مياه الري بالتنقيط ، لكن فوسفات الأمونيوم يمكن أن يترسب منها الفوسفات كفسفات كالسيوم أو فوسفات مغنيسيوم إذا وجد أى من العنصرين (الكالسيوم والمغنيسيوم) بكثرة فى مياه الري .

وبالمقارنة . . فإن سلفات الأمونيوم لا تُحدث أية انسدادات بالنقاطات ، ولا تسبب فى أى تغير فى pH مياه الري .

٢ - الأسمدة الفوسفاتية :

يستخدم سوبر فوسفات الكالسيوم العادى أو السوبر فوسفات الثلاثى كمصدر للفوسفور فى حالة التسميد الأرضى ، بينما يستخدم حامض الفوسفوريك فى حالة التسميد مع ماء الري ؛ حيث تقل فرصة تثبيت الفوسفور المضاف إليه ؛ لأن حامض الفوسفوريك يعمل على خفض pH ماء الري ؛ الأمر الذى يمنع ترسيب الفوسفور حتى مع وجود الكالسيوم فى ماء الري .

وبالرغم من أن الفوسفور المضاف مع مياه الري يبقى فى التربة قريباً من النقاطات - مما يعنى عدم تعرض كل المجموع الجذرى للنبات للفوسفور المضاف - إلا أن ذلك يكون كافياً لقيام النباتات بامتصاص حاجتها من العنصر .

٣ - الأسمدة البوتاسية :

تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم . وإذا وجدت صعوبة فى إذابتها فى مياه الري فإنه يحسن خلطها جيداً مع حامض النيتريك التجارى المخفف بالماء بنسبة ٤ من السماد إلى ١ من الحامض التجارى . يترك المخلوط يوماً كاملاً إلى أن تترسب كل الشوائب المختلطة بسماد سلفات البوتاسيوم ، ثم يؤخذ الرائق للتسميد به .

هذا . . إلا أنه يفضل استخدام أحد الأسمدة البوتاسية السائلة كمصدر للبوتاسيوم . ونظراً إلى أن ما يوجد فى هذه الأسمدة من عنصر البوتاسيوم يكون جاهزاً لامتصاص النبات مباشرة ، ولا يفقد منه شئ ؛ فإنه يمكن - عند استخدامها -

خفض كمية البوتاسيوم (K_2O) الموصى بها إلى النصف ؛ فيستعمل منها ما يكفى لإضافة نحو ٤٠ - ٥٠ كجم من K_2O للفدان مع ماء الري ، بالإضافة إلى الـ ٢٠ كجم الأخرى التى تضاف فى باطن الخط قبل الزراعة .

تحرك الأسمدة والعناصر السمادية فى التربة وتفاعلاتها بها وفى مياه الري

١ - الأسمدة الأزوتية :

عندما يكون معدل التسميد منخفضاً ، فإن كاتيون الأمونيوم يدمص على سطح غرويات التربة ، ولا يتحرك إلا لمسافة قصيرة من النقاط ؛ ولذا . . نجد أن تركيز أيون الأمونيوم يكون عالياً تحت النقاط مباشرة . ويتحرك أيون الأمونيوم إلى أعماق أكبر فى التربة كلما أضيفت كميات من الأيون تزيد عن قدرة التربة على ادمصاصها . ويتوقف مدى تعمق الأيون على الكمية المضافة منه وعلى السعة التبادلية الكاتيونية للتربة .

ويتحول معظم الأمونيوم - بيولوجياً - إلى نترات خلال ٢ - ٣ أسابيع عندما تتراوح حرارة التربة بين ٢٥م و ٣٥م . وإذا ظل المحتوى المائى للتربة عالياً - تحت النقاط مباشرة - لفترة طويلة فإن التحول البيولوجى للأمونيوم إلى نترات يقل بشدة ؛ وذلك لحاجة هذه العملية إلى الأكسجين ؛ وبذا . . يكون تكوين النترات بطيئاً .

ويمكن أن تؤدى إضافة الأسمدة الأمونيومية لسطح التربة إلى فقد جزئى للنيتروجين بسبب تطاير الأمونيا ، وخاصة إذا كان pH التربة أعلى من ٧,٠ .

وتعتبر اليوريا من الأسمدة السريعة الذوبان فى الماء نسبياً ، ولا تدمص قويا بواسطة غرويات التربة ؛ ولذا . . فإن تعمقها تحت مستوى النقاطات يكون أكبر من تعمق أملاح الأمونيوم . كما أن هذا التعمق يفيد فى عدم زيادة تركيزها عند سطح التربة ؛ الأمر الذى يقلل من فقد الأمونيا بالتطاير . وبعد تحلل اليوريا إلى أمونيوم فإن أيونات الأمونيوم تتفاعل مع التربة بنفس الطريقة التى سبق شرحها .

وبسبب قلة ادمصاص التربة لليوريا وتحركها مع مياه الري ، فإنه يمكن التحكم فى العمق الذى تستقر فيه اليوريا - فى التربة - وذلك بالتحكم فى توقيت التسميد أثناء الري ، وفى كمية مياه الري المضافة .

أما التترات فإنها تتحرك مع مياه الري حتى الواجهة المبتلة ؛ حيث تتراكم في تلك المنطقة من التربة ؛ أى إن تراكمها يكون - دائماً - فى محيط الحيز المبتل من التربة ؛ وبذا . . فإن جُلَّ المجموع الجذرى يكون بعيداً عن موقع تراكم التترات التى لا يستفيد منها سوى جزء الجذور الذى يصل إلى محيط الحيز المبتل من التربة .

وتجدر الإشارة إلى أن جميع صور الأزوت المستخدمة تتحول فى نهاية الأمر - فى التربة - إلى نترات ، وتكون - حينئذ - عرضة للتحرك مع مياه الري ؛ ولذا . . فإن إضافة النيتروجين على دفعات كثيرة خلال موسم النمو - لمواجهة حاجة النباتات أولاً بأول - يُعد أفضل كثيراً من إضافته مرة واحدة أو فى عدد قليل من الدفعات .

٢ - الأسمدة الفوسفاتية :

لا يتحرك أيون الفوسفات كثيراً فى التربة تحت النقاط .

وإذا كانت مياه الري غنية بكل من الكالسيوم والمغنيسيوم فإنه لا يوصى بإضافة الأسمدة الفوسفاتية مع مياه الري بالتنقيط - أو مع مياه الري بالرش - بسبب احتمال ترسيب الكالسيوم والمغنيسيوم فى صورة أملاح فوسفات غير ذائبة .

ولكن يمكن - باتخاذ بعض الاحتياطات - إضافة الفوسفور مع مياه الري بالتنقيط فى صورة حامض فوسفوريك ، مع تجنب ترسيب فوسفات الكالسيوم والمغنيسيوم فى صورة غير ذائبة . ويتحقق ذلك بضخ حامض الفوسفوريك بتركيز يكفى لحفض pH المحلول السمادى (الحامض مع مياه الري) إلى القدر الذى يحافظ على بقاء تلك الأملاح ذائبة إلى أن تصل إلى التربة . هذا . . إلا أن زيادة تركيز الحامض - إلى درجة كبيرة - قد يؤدى إلى تآكل الأجزاء المعدنية من شبكة الري .

٣ - الأسمدة البوتاسية :

يدمص كاتيون البوتاسيوم على سطح غرويات التربة بمجرد وصوله إليها ، ويبقى كذلك إلى أن تشبع السعة الكاتيونية التبادلية للتربة ؛ وبذا . . فإن تحرك البوتاسيوم تحت مستوى النقاطات يكون متوقعاً عند زيادة الكميات المضافة من العنصر (عن Rolston وآخرين ١٩٨١) .

توزيع كميات الأسمدة على موسم النمو

٤ - توزع كميات عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالي:

أ - يزداد معدل التسميد بالنيتروجين تدريجياً إلى أن يصل إلى أقصى معدل له قبل منتصف النمو ، أو عند الإزهار وبداية مرحلة الإثمار ، بالنسبة للخضر الثمرية ، ويبقى عند هذا المستوى المرتفع لمدة حوالى أربعة أسابيع ، ثم تتناقص الكمية التي يسمد بها تدريجياً إلى أن يتوقف التسميد بالنيتروجين نهائياً قبل الحصاد بنحو أسبوعين .

ب - يزداد معدل التسميد بالفوسفور سريعاً بعد الزراعة إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد انقضاء نحو ربع موسم النمو ، ويبقى عند هذا المستوى المرتفع لمدة حوالى ستة أسابيع ، ثم تتناقص الكمية المضافة تدريجياً إلى أن يتوقف التسميد بالفوسفور نهائياً قبل انتهاء الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع .

ج - يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم ببطء إلى أن يصل إلى أقصى معدل له فى النصف الثانى من حياة النبات ، أو مع بداية مرحلة الإثمار ، ويبقى عند هذا المستوى لمدة حوالى أربعة أسابيع ، ثم تتناقص الكمية المضافة منه تدريجياً ، إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم تماماً قبل انتهاء الحصاد بنحو أسبوع أو أسبوعين .

يتبين مما تقدم أن أعلى معدل للتسميد يكون خلال الربع الثانى من موسم النمو بالنسبة لعنصر الفوسفور ، وحوالى الثلث الثانى من موسم النمو بالنسبة لعنصر النيتروجين ، ومع بداية مرحلة الإثمار أو تضخم الجزء الاقتصادى من المحصول (الجذور ، أو الدرنات ... إلخ) - فى النصف الثانى من موسم النمو - بالنسبة لعنصر البوتاسيوم ، وأن الانتهاء من التسميد يكون قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع ، وأسبوعين ، وأسبوع واحد بالنسبة للعناصر الثلاثة ، على التوالى .

نظام إضافة الأسمدة البسيطة والمركبة

تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو ، حسب مرحلة النمو النباتى . وقد تضاف كميات الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على دفعتين

أو ثلاث دفعات ، ولكن يفضل أن يتم التسميد مع ماء الري بالتنقيط ست مرات أسبوعياً ، بينما يخصص اليوم السابع للري بدون تسميد . وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية :

١ - تخلط جميع الأسمدة المخصصة لليوم الواحد ويسمى بها مجتمعة ، وهذا هو النظام المفضل .

٢ - يُخصَّصُ يومان للتسميد الأزوتي ، ثم يوم للتسميد الفوسفاتي والبوتاسي وهكذا .

٣ - تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الأزوتي ، والفوسفاتي ، والبوتاسي ، ثم تعاد دورة التسميد وهكذا .

ولكن يراعى عند التسميد مع ماء الري عدم الجمع بين أى من أيونى الفوسفات أو الكبريتات وأيون الكالسيوم ؛ لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم .

ويمكن - فى حالة التسميد مع ماء الري بالتنقيط - استخدام الأسمدة التقليدية بدلا من الأسمدة المركبة السائلة ، أو السريعة الذوبان إذا كان استخدامها اقتصاديا ، ويتوقف تركيب السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتي ؛ حيث يمكن استعمال سماد تركيبيه ١٩ - ٦ - ٦ - خلال الربع الأول من حياة النبات ، يستبدل به سماد تركيبيه ٢٠ - ٥ - ١٥ خلال الربع الثانى من موسم النمو ، ثم سماد تركيبيه ١٥ - ٥ - ٣٠ إلى ما قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين .

يكون استخدام هذه الأسمدة بكميات تفى بحاجة النباتات من عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم . وكما سبق أن أوضحنا فإن العناصر الغذائية فى تلك الأسمدة تكون جاهزة لامتصاص النبات مباشرة ، ولا يفقد منها شئ ؛ ولذا . . يمكن - عند استخدامها - خفض كمية عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم الموصى بهما إلى النصف ، فيصبحان ٥٠ - ٦٠ كجم نيتروجيناً ، و ٤٠ - ٥٠ كجم K_2O للفدان بالنسبة للمحاصيل المجهدة للتربة - والتي تبقى فى الأرض مدة تتراوح بين ٥ و ٦ شهور مثل الطماطم . أما الفوسفور ؛ فتبقى الكمية الموصى بها بعد الزراعة - وهى ٣٠ كجم - كما هى ؛ نظراً لأن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حال .

ويكفى - عادة - نحو كيلو جرام واحد (أو لتر واحد) من تلك الأسمدة المركبة للفدان يوميا ، ثم تزداد الكمية تدريجيا إلى أن تصل إلى نحو ٣ - ٤ كجم يوميا في منتصف موسم النمو ، ثم تتناقص مرة أخرى - تدريجيا - إلى أن تصل إلى كيلو جرام واحد للفدان يوميا - مرة أخرى - قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين .

وكما في حالة التسميد بالأسمدة التقليدية . . يلزم تخصيص يوم واحد ، أو يومين أسبوعيا للرى بدون تسميد ؛ بهدف خفض تركيز الأملاح في منطقة نمو الجذور .

ونظراً لأن غسيل الأسمدة من التربة يمكن أن يحدث عند الري بالتنقيط ؛ لذا . . فإن الأسمدة المضافة في أية رية يجب ألا تتعرض لرى زائد ، لا في نفس الري ولا في الريات التالية . وتزيد فرصة احتمال غسيل الأسمدة عند زيادة فترة الري الواحدة - في المحاصيل التي قاربت على النضج - على ساعة ونصف الساعة .

ويبين جدول (٧ - ٤٧) برنامج التسميد الكامل بعنصري النيتروجين والبوتاسيوم الذي ينقذ في ولاية فلوريدا الأمريكية مع عدد من محاصيل الخضر تحت نظام الري بالتنقيط . وفي وجود الأغذية البلاستيكية للتربة ، في أرض رملية يفترض خلوها تماما من البوتاسيوم (عن Hochmuth ١٩٩٢ أ) .

جدول (٧ - ٤٧) : برنامج التسميد بالنيتروجين والفوسفور المتبع في أرض رملية بولاية فلوريدا الأمريكية لعدد من محاصيل الخضر تحت نظام الري بالتنقيط ، وفي وجود الأغذية البلاستيكية للتربة ^(١) .

المحصول (ب) الزراعة (ج)	طريقة	الكمية الكلية من العنصر السامد (كجم/ فدان)		تطور النمو المحصولي (د)		معدل التسميد (كجم/ فدان/ يوم)	
		K ₂ O	N	المرحلة	الأسابيع	N	K ₂ O
القنيط	الشتل	٤٧,٠	٥٦,٤	١	٣	٠,٧٠	٠,٦٠
				٢	٢	٠,٩٥	٠,٨٠
				٣	٢	١,٢٠	١,٠٠
				٤	٢	٠,٩٥	٠,٨٠
الخيار	البذور	٤٧,٠	٥٦,٤	١	١	٠,٥٠	٠,٤٠
				٢	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
				٣	٦	٠,٩٥	٠,٨٠
				٤	١	٠,٧٠	٠,٦٠

(يتبع)

المحصول (ب)	طريقة الزراعة (ج)	الكمية الكلية من العنصر السمادي (كجم/ فدان)		تطور النمو المحصولي (د)		معدل التسميد (كجم/ فدان/ يوم)	
		K ₂ O	N	المرحلة	الأسابيع	N	K ₂ O
الباذنجان	الشتل	٤٧,٠	٥٦,٤	١	٢	٠,٥٠	٠,٤٠
				٢	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
				٣	٦	٠,٩٥	٠,٨٠
				٤	٣	٠,٧٠	٠,٦٠
الحس	الشتل	٤٧,٠	٥٦,٤	١	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
				٢	١	٠,٩٥	٠,٨٠
				٣	٤	١,٢٠	١,٠٠
				٤	١	٠,٩٥	٠,٨٠
الفاصوليا	الشتل	٤٧,٠	٥٦,٤	١	٢	٠,٥٠	٠,٤٠
				٢	٣	٠,٧٠	٠,٦٠
				٣	٣	٠,٩٥	٠,٨٠
				٤	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
البامية	البذور	٤٧,٠	٥٦,٤	١	٣	٠,٥٠	٠,٤٠
				٢	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
				٣	٢	٠,٩٥	٠,٨٠
				٤	٣	٠,٧٠	٠,٦٠
البصل	الشتل	٤٧,٠	٥٦,٤	١	٣	٠,٢٥	٠,٢٠
				٢	٥	٠,٥٠	٠,٤٠
				٣	٣	٠,٧٠	٠,٦٠
				٤	٢	٠,٩٥	٠,٨٠
الفلفل	الشتل	٦٢,٥	٧٥,٠	١	٢	٠,٥٠	٠,٤٠
				٢	٣	٠,٧٠	٠,٦٠
				٣	٧	٠,٩٥	٠,٨٠
				٤	١	٠,٧٠	٠,٦٠

(يتبع)

تابع جدول (٧ - ٣٧) .

طريقة الزراعة (ج)	الكمية الكلية من العنصر السماذي (كجم/ فدان)		تطور النمو المحصولي ^(د)		معدل التسميد (كجم/ فدان/ يوم)	
المحصول (ب)	N	K ₂ O	المرحلة	الأسابيع	N	K ₂ O
القرع العلى	٥٦,٤	٦٢,٥	١	٢	٠,٥٠	٠,٤٠
			٢	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
			٣	٤	٠,٩٥	٠,٨٠
			٤	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
			٥	١	٠,٥٠	٠,٤٠
الطماطم	٧٥,٢	٦٢,٥	١	٢	٠,٥٠	٠,٤٠
			٢	٣	٠,٧٠	٠,٦٠
			٣	٧	٠,٩٥	٠,٨٠
			٤	١	٠,٧٠	٠,٦٠
			٥	١	٠,٥٠	٠,٤٠
الفراولة	٨٥,٠	٧١,٠	١	٢	٠,٢٥	٠,٢٠
			٢	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
			٣	٢٤	٠,٥٠	٠,٤٠
			١	٢	٠,٥٠	٠,٤٠
			٢	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
الكوسة	٥٦,٤	٤٧,٠	١	٢	٠,٥٠	٠,٤٠
			٢	٣	٠,٩٥	٠,٨٠
			٤	٥	٠,٧٠	٠,٦٠
			٥	١	٠,٥٠	٠,٤٠
			١	٢	٠,٥٠	٠,٤٠
البطيخ	٥٦,٤	٤٧,٠	١	٢	٠,٥٠	٠,٤٠
			٢	٢	٠,٧٠	٠,٦٠
			٣	٢	٠,٩٥	٠,٨٠
			٤	٣	٠,٧٠	٠,٦٠
			٥	٢	٠,٥٠	٠,٤٠

(أ) يفترض أن التربة خالية من البوتاسيوم , ولكن يلزم تعديل كميات البوتاسيوم الموصى بها تبعاً لنتيجة تحليل التربة .

(ب) يمكن تسميد محاصيل الخضار غير المبينة فى الجدول ببرامج مماثلة للمحاصيل القرية منها من بين تلك المبينة فى الجدول .

(ج) يلاحظ أن الزراعة بالشتل تُقصر موسم النمو بنحو أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع مقارنة بالزراعة بالبذور مباشرة . يؤخذ ذلك فى الحسبان عند اتباع طرق الزراعة المغايرة للطرق المذكورة فى الجدول .

(د) يراعى فى حالة زيادة موسم النمو عن الحدود المبينة إعادة توزيع عدد الأسابيع على مختلف مراحل النمو - بنفس النسبة - مع إعطاء كل مرحلة نفس معدلات التسميد الأسبوعية الموصى بها - علماً بأن ذلك

يترتب عليه تغيرات فى كميات الأسمدة الكلية الموصى بها للفدان . وإن كانت الزيادة فى موسم النمو قصيرة .. يكتفى باستمرار برنامج التسميد الموصى به لمرحلة النمو الأخيرة كما هو إلا أن زيادة طول موسم النمو - بسبب انخفاض درجة الحرارة - يجب ألا يترتب عليها أية زيادة فى كميات الأسمدة الموصى بها للفدان ؛ حيث توزع الكميات الموصى بها - بمعدلات أقل - على امتداد موسم النمو الطويل .

وتجدر الإشارة إلى أن كميات الأسمدة الموصى بها فى هذا الفصل تقترب كثيراً من كميات الأسمدة الموصى بها فى جدول (٧ - ٤٧) ، وذلك عند استخدام الأسمدة السائلة أو الأسمدة المركبة السريعة الذوبان . أما عند استخدام الأسمدة التجارية البسيطة كمصادر للنيتروجين والبوتاسيوم ، فإن كميات الأسمدة التى يستعملها منتج الخضر فى الأراضى الصحراوية فى مصر بالفعل - وهى المذكورة فى هذا الفصل - تزيد كثيراً عما هو مذكور فى جدول (٧ - ٤٧) .

وكما هى الحال فى مصر .. فإن نفس الأمر يتكرر فى الأراضى الرملية فى ولاية فلوريدا الأمريكية ؛ حيث يذكر Hochmuth (١٩٩٢ ب) أن المنتجين يسمدون الطماطم بنحو ١٢٦ كجم من النيتروجين للفدان ، برغم أن الكمية الموصى بها هى ٧٥,٢ كجم للفدان .

وعموماً .. فإن كميات الأسمدة الفعلية المستخدمة تتأثر بجميع العوامل المؤثرة على طول موسم النمو ؛ مثل الصنف ، ودرجة الحرارة ، ومدى توقف النمو خلال المواسم غير المناسبة للمحصول إلخ . فانخفاض درجة الحرارة يؤدى إلى إطالة موسم النمو ، ولكن يلزم - فى هذه الحالة - خفض معدلات التسميد خلال الفترات التى تنخفض فيها درجة الحرارة . وعند بقاء المحصول فى الأرض لفترة أطول من فترة بقائه العادية فإن ذلك يجعله فى حاجة إلى جرعات «إدامة» من النيتروجين والبوتاسيوم ، تكون - عادة - من ٥٠٠ - ٧٠٠ جم نيتروجيناً يومياً للفدان ، مع كميات أقل من البوتاسيوم . وفى حالة الأصناف المبكرة .. تقل - عادة - كميات الأسمدة المستخدمة قليلاً عن تلك الموصى بها فى جدول (٧ - ٤٧) (عن Hochmuth ١٩٩٢ أ) .

ثالثاً : أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة

إن أهم العناصر الكبرى الأخرى - بخلاف عناصر النيتروجين ، والفوسفور ،

والبوتاسيوم - هي عناصر الكبريت ، والمغنيسيوم ، والكالسيوم . وقد سبقت الإشارة إلى بعض مصادر هذه العناصر ، سواء بالتسميد بالعنصر قبل الزراعة ، أم ضمن المركبات الأخرى - السمادية وغير السمادية - التي تعامل بها النباتات . ويمكن بيان مصادر هذه العناصر الثلاثة كما يلي :

١ - الكبريت :

يحصل النبات على حاجته من عنصر الكبريت - أساساً - من الكبريت المضاف إلى التربة قبل الزراعة ، ومن كبريتات الأمونيوم ، وكبريتات البوتاسيوم ، وسوبر فوسفات الكالسيوم ، والجبس الزراعى (الذى قد يستعمل بغرض خفض pH التربة) ، بالإضافة إلى ما يوجد من كبريت بالأسمدة الورقية ، وبعض المبيدات . ولا توجد حاجة إلى أية إضافات أخرى من هذا العنصر .

٢ - المغنيسيوم :

يحصل النبات على حاجته من المغنيسيوم من سلفات المغنيسيوم التى تضاف قبل الزراعة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة ، سواء تلك التى تستخدم فى مد النبات بحاجته من العناصر الأولية (النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم) ، أم الأسمدة الورقية ؛ لذا . لا يحتاج الأمر إلى مزيد من التسميد بالمغنيسيوم إلا إذا لم يكن قد سمّد المحصول بالعنصر قبل الزراعة ، أو إذا ظهرت أعراض نقص المغنيسيوم ، ويلزم - حينئذ - إضافة كبريتات المغنيسيوم بمعدل ٥ كجم للفدان إما رشا ، وإما مع ماء الرى بالتنقيط ، مع تكرار المعاملة أسبوعياً إلى أن تختفى أعراض نقص العنصر ، أو كل أسبوعين طوال موسم النمو .

٣ - الكالسيوم :

يحصل النبات على معظم حاجته من الكالسيوم من سوبر فوسفات الكالسيوم ، ومن الجبس الزراعى الذى قد تعامل به التربة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة بنوعيتها ، وتزيد الحاجة إلى التسميد بالكالسيوم فى محاصيل الخضر التى تظهر عليها أعراض نقص هذا العنصر فى صورة عيوب فسيولوجية ؛ مثل تعفن

الطرف الزهرى (الطماطم والفلفل) ، واحتراق حواف الأوراق (الكرب)
والخس) ، والقلب الأسود (الكرفس) ، وغيرها .

ويستخدم فى مصر رائق سماد نترات الجير المصرى (عبود) لتزويد بعض محاصيل
الخضر - خاصة الطماطم والفلفل - بعنصر الكالسيوم مع ماء الرى بالتنقيط ، لكن
يفضل استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى عند توفره . ويشترط فى كلتا الحالتين
عدم احتواء مياه الرى على كمية كبيرة من الفوسفات ، أو الكبريتات .

ويكون استعمال نترات الكالسيوم بمعدل ١٠ - ١٥ كجم أسبوعياً ، ابتداء من بداية
مرحلة عقد الثمار ، ولمدة ستة أسابيع .

ويمكن استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى ، أو رائق نترات الجير المصرى رشا
بتركيز ١,٥ - ٣ جم / لتر ؛ لإمداد النبات بعنصر الكالسيوم اللازم لوقف انتشار
ظاهرة تعفن الطرف الزهرى فى محصولى الطماطم والفلفل ، مع الاهتمام بتوجيه
محلل الرش إلى الثمار ، بالإضافة إلى الأوراق .

ومتى كان هناك تسميد بالكالسيوم فإنه يتعين إضافة الأسمدة مع ماء الرى فى
مجموعتين منفصلتين ؛ حيث تضم إحداهما الأسمدة المحتوية على الكالسيوم ، بينما
تشتمل الأخرى على الأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات أو الكبريتات ؛ لكى
لا يتسبب بتفاعلهما مع الكالسيوم . ولنفس هذا السبب ، يجب عدم التسميد - مع ماء
الرى - بالأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات أو الكبريتات عند احتواء مياه الرى
على تركيزات عالية من الكالسيوم .

رابعاً: أسمدة العناصر الصغرى

إن أهم العناصر الصغرى التى يلزم تسميد نباتات الخضر بها فى الأراضى
الصحراوية هى : الحديد ، والزنك ، والمنجنيز ، والنحاس . . . وهى العناصر التى
تثبت فى صورة غير ميسرة لامتصاص النبات فى الأراضى القلوية . يتبقى بعد ذلك
من العناصر الصغرى عنصران : البورون وهو يثبت مع ارتفاع رقم pH التربة حتى
٨,٥ ، ثم يزداد تيسره كثيراً بعد ذلك ، والمولبدنم وهو لا يثبت فى الأراضى

القلوية . ونجد - بصفة عامة - أن الأراضي الصحراوية ينخفض محتواها من العناصر الصغرى كما هي الحال بالنسبة للعناصر الكبرى .

وبناء على ما تقدم . . فإن محاصيل الخضر تستجيب للتسميد بالعناصر الصغرى فى الأراضي القلوية ، ولكن عناصر الحديد ، والزنك والمنجنيز والنحاس تتعرض للتثبيت إذا كانت إضافتها عن طريق التربة ، أو مع ماء الرى ؛ حيث تبقى بالقرب من النقاطات ؛ نظراً لأن جميع الأراضي الصحراوية قلوية ؛ ولذا . . فإنه لا يفضل إضافة هذه العناصر عن طريق التربة إلا فى صورة مخلبية ، كما أن ملح الكبريتات لهذه العناصر يمكن إضافته بطريقة الرش بمعدل ١ - ١,٥ كجم مع ٤٠٠ لتر ماء للفدان . وإذا استخدمت الصور المخلبية لهذه العناصر رشا على الأوراق فإنها تستعمل بمعدل ٠,٢٥ - ٠,٥٠ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان . أما البورون فإنه يضاف دائماً فى صورة معدنية على صورة بوركس ؛ إما عن طريق التربة بمعدل ٥ - ١٠ كجم للفدان ، وإما رشا على الأوراق بمعدل ١ - ٢,٢٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

هذا . . ويمكن استبدال الأسمدة المفردة - التى سبق ذكرها - بالأسمدة المركبة وهى كثيرة جداً . تعطى رشة واحدة من أى من هذه الأسمدة فى المشتل قبل نقل الشتلات بنحو أسبوع . أما فى الحقل الدائم فيبدأ الرش بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع ، أو بعد زراعة البذور أو الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر بنحو شهر إلى شهر ونصف . ويستمر الرش كل ١٥ يوماً لمدة شهر أو شهرين حسب المحصول . فمثلاً . . تعطى البطاطس رشتين ، والبطيخ والبصل والفراولة ٢ - ٣ رشات ، والطماطم والخيار والقاوون ٣ - ٤ رشات . وكما أسلفنا . . تستخدم معظم الأسمدة الورقية بتركيز ١ ، ٠٪ للبادرات الصغيرة ، ويزداد التركيز إلى ١٥ ، ٠٪ للنباتات المتقدمة فى النمو ، وإلى ٢ ، ٠٪ عند ظهور أعراض نقص العناصر . وتفيد إضافة اليوريا إلى محلول العناصر الدقيقة - بتركيز ١ ، ٠٪ - فى زيادة معدل امتصاص النباتات من هذه العناصر .

ومتى توفرت العناصر الدقيقة فى صورة مخلبية فإنه يكون من الأسهل - والأفضل - إضافتها عن طريق مياه الرى . ويحتاج الفدان - عادة - إلى نحو كيلو جرام واحد إلى

ثلاثة كيلو جرامات من أسمدة العناصر الدقيقة المخلبة تُجزأ على دفعات متساوية كل ثلاثة أسابيع ، مع بداية التسميد بها بعد الشتل بنحو أسبوعين ، على ألا تزيد كمية السماد المستعملة في كل مرة على ٣٠٠ جرام .

وتجدر الإشارة إلى أن العناصر الدقيقة (مثل الحديد والزنك والنحاس والمنجنيز) يمكن أن تتفاعل مع الأملاح التي توجد في مياه الري ؛ وبذا .. فإنها يمكن أن ترسب في صورة غير ذائبة لا يستفيد منها النبات ، وقد تؤدي إلى انسداد النقاطات . ولكن إضافة تلك العناصر في صورة مخلبة يمنع ترسيبها .

هذا .. ولا يكون تحرك كاتيونات العناصر الدقيقة كبيراً في التربة بسبب انخفاض التركيزات المستخدمة منها مع قدرة التربة على ادمصاصها (عن Rolston وآخرين ١٩٨١) .

تسميد الخضر في الأراضي الصحراوية عند اتباع طريقة الري بالغمر أو بالرش

يؤخذ في الحسبان عند تسميد الخضر في الأراضي الصحراوية - عند اتباع طريقتي الري بالغمر أو بالرش - كل ما أسلفنا بيانه عن التسميد في حالة الري بالتنقيط ، ولكن مع ملاحظة الأمور التالية :

١ - زيادة التسميد السابق للزراعة من الفوسفور إلى ٤٥ كجم P_2O_5 للفدان ، مع إنقاص الكمية المستخدمة منه - بعد الزراعة - إلى ١٥ كجم P_2O_5 فقط للفدان .

٢ - لا يكون لمعدل ذوبان الأسمدة في الماء أهمية تذكر عند اتباع طريقة الري السطحي ؛ ولذا .. فإن سماد سوبر فوسفات الكالسيوم يستعمل - في هذه الحالة - بدلا من حامض الفوسفوريك بعد الزراعة .

أما عند اتباع طريقة الري بالرش ، فإن معدل ذوبان الأسمدة يبقى أمراً له أهميته عند اختيار الأسمدة المناسبة للاستعمال ؛ ولهذا السبب فإن حامض الفوسفوريك يستعمل كمصدر للفوسفور بعد الزراعة ، ولكن مع خفض الكمية المستخدمة منه إلى ما يكفي لإمداد النباتات بنحو ١٥ كجم P_2O_5 للفدان ، لكي يبقى تركيز الحامض

منخفضاً في مياه الري وفي مستوى لا يؤدي إلى تآكل الأجزاء المصنوعة من البرونز والنحاس في جهاز الرش .

٣ - تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو - حسب مرحلة النمو النباتي - ثم تضاف بالكيفية التالية :

أ - في حالة الري السطحي :

تخلط الأسمدة معاً وتضاف تكبشا ، أو سرا إلى جانب النباتات ، وعلى مسافة حوالى ٧ سم من قاعدتها . وتكون الإضافة بطريقة التكبش للنباتات الصغيرة التى تكون مزروعة على مسافة لا تقل عن ٢٥ سم من بعضها . أما التسميد بطريقة السر فيكون للنباتات التى تزرع كثيفة ، أو للنباتات المزروعة على مسافات واسعة بعد أن تكبر فى الحجم وتشعب جذورها . وتكون إضافة الأسمدة على فترات أسبوعية ، أو كل أسبوعين .

ب - في حالة الري بالرش :

تخلط الأسمدة معاً وتضاف إما نثراً حول النباتات ، وإما مع ماء الري ، ويكون ذلك بمعدل مرة واحدة أسبوعياً . ويكون التسميد مع ماء الري بالرش بنفس الكيفية التى تتبع عند الري بالتنقيط .

ويعيب التسميد مع ماء الري بالرش ما يلى :

١ - عدم استفادة النبات من جزء كبير من الأسمدة التى تضاف خلال النصف الأول من حياة النبات ؛ نظراً لعدم تشعب المجموع الجذرى - آنذاك - فى المسافات التى تقع بين خطوط الزراعة والتى يصل إليها السماد مع ماء الري .

٢ - فقد نسبة أخرى من السماد مع الماء المفقود بالرشح ؛ نظراً لزيادة كمية ماء الري بالرش - عادة - عما يكفى لوصول الماء الأرضى إلى السعة الحقلية فى منطقة نمو الجذور .

ولذا . . يوصى - فى حالة الرغبة فى التسميد مع ماء الري بالرش - أن يكون ذلك فى النصف الثانى من حياة النبات ، وأن يتم إدخال السماد فى نظام الري بالرش ،

بطريقة تسمح بتشغيل جهاز الرش أولاً بدون سماد لمدة تكفي لبل سطح التربة ، وبل أوراق النبات ، وإلا فقد السماد بتعمقه في التربة مع ماء الرش . يلي ذلك إدخال السماد مع ماء الرش لمدة تكفي لتوزيعه بطريقة متجانسة في الحقل ، ويعقب ذلك الرش بالرش دون تسميد لمدة ١٥ دقيقة ؛ والغرض من ذلك هو غسل السماد من على الأوراق ، والتخلص من آثاره في كل جهاز الرش بالرش ، كما يساعد هذا الإجراء على تحريك السماد في التربة .

٤ - يمكن استخدام سماد نترات الجير (عبود) كمصدر رئيسي للتسميد بالكالسيوم والنيتروجين . يضاف السماد عن طريق التربة - تكييفاً - إلى جانب النباتات على دفعات نصف شهرية ، تبدأ عند بداية الإزهار ، بمعدل ٢٥ كجم للفدان في كل مرة . وقد يفيد الرش بنترات الكالسيوم النقية (وهي سريعة الذوبان في الماء) في سد حاجة النبات السريعة إلى عنصر الكالسيوم ، وهي تستخدم بمعدل ٢,٥ كجم في ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

٥ - يمكن - كذلك - استخدام رائق السوبر فوسفات العادي للإضافة رشا على النباتات (وليس مع ماء الرش بالرش) بتركيز ٠,٥ - ٢,٠ جم / لتر حسب حاجة النبات ، مع تكرار الرش كل أسبوعين حسب الحاجة . كما يمكن استخدام السوبر فوسفات الثلاثي بدلا من السوبر فوسفات العادي ، ولكن بنحو ثلث التركيز المستخدم من السوبر فوسفات العادي .

٦ - كما يمكن استخدام رائق سلفات البوتاسيوم بتركيز ١,٥ - ٢,٥ جم / لتر رشا على الأوراق خلال مرحلة نضج الثمار .

الفصل الثامن

المنشطات الحيوية

تعريف المنشطات الحيوية

إن المنشطات الحيوية Biostimulants عبارة عن مستحضرات تحتوى على منظمات نمو معينة أو كائنات دقيقة ، وتؤدى - عند معاملة النباتات بها - إلى تحفيز النمو النباتى ، وزيادة المحصول ، كما يؤدى بعضها إلى زيادة قدرة النباتات على تحمل الظروف البيئية القاسية .

وقد تحتوى المنشطات الحيوية على بعض العناصر المغذية الضرورية للنبات ، وقد لا تحتوى عليها ، ولكن وجود هذه العناصر ضمن بعض تحضيرات المنشطات الحيوية لا يعدو أن يكون عاملاً مساعداً لعمل تلك المنشطات ؛ وبذا . . فإن جميع أنواع الأسمدة لا تعد من المنشطات الحيوية .

وتعمل بعض المنشطات الحيوية - من خلال نشاطها الحيوى - على توفير بعض العناصر الغذائية فى البيئة النباتية ، بينما يفيد بعضها الآخر فى إمداد النبات بتلك العناصر ، كما يعمل الكثير منها على توفير توازن هرمونى معين ؛ إما بصورة مباشرة عن طريق المحفز ذاته ، وإما بصورة غير مباشرة من خلال نشاط الكائنات الدقيقة التى يحتوىها المحفز .

وتحتوى المنشطات الحيوية على واحد أو أكثر من مجموعات محفزات النمو التالية :

١٩٩٠

١ - الكائنات الدقيقة :

من أمثلة هذه الكائنات ما يلي :

- أ - بكتيريا تثبيت أزوت الهواء الجوى فى التربة ، أو فى جذور البقوليات .
- ب - أنواع بكتيرية أخرى تعمل - من خلال نشاطها الحيوى - على توفير عناصر ضرورية أخرى (مثل الفوسفور) فى صورة ميسرة لامتصاص النبات .
- ج - أنواع بكتيرية تعمل - من خلال نشاطها الحيوى - على توفير توازن هرمونى معين محفز للنمو النباتى .
- د - أنواع فطرية (فطريات «الميكوريزا» Mycorrhizae) تعيش تعاونيا مع جذور النباتات .

٢ - هرمونات نباتية ، وخاصة السيتوكينينات .

٣ - مركبات كيميائية أخرى - غير سمادية - محفزة للنمو ؛ مثل : حامض الهيوميك humic acid ، وحامض الفلفيك fulvic acid ، وحامض الفوليك folic acid ، وبوليمرات حامض اللاكتيك ، ومجموعة فيتامينات B ، وحامض الأسكوربيك (فيتامين C) .

وكما أسلفنا . . فإن معظم المنشطات الحيوية تحتوى - كذلك - على عناصر مغذية نباتية ، للمساعدة على تحفيز عمل تلك المنشطات .

هذا . . وليست جميع مستحضرات المنشطات الحيوية معلنة الهوية ، لا من حيث التركيب ، ولا من حيث المصادر الأولية التى تستعمل فى تحضيرها .

الاحماض الامينية والدبالية والفيتامينات

يعتبر الحامض الأمينى L-Tryptophan (وهو β -3-indolylalanine) من المنشطات الحيوية . وهو من الأحماض الأمينية الضرورية لكل من الإنسان ، والحيوان ، وبعض أنواع البكتيريا ، مثل :

Lactobacillus arabinosus

L. casei

Streptococcus faecalis

Leuconostoc mesenteroids

ويمكن للنباتات تمثيل هذا الحامض الأميني من 3-phosphoshikimic acid ، ثم من chorismic acid ، و anthranilic acid .

ويقوم العديد من الكائنات الدقيقة بإفراز مركبات أيضية ثانوية بعد استعمالها لحامض L-Tryptophan ، ومن هذه المركبات الأوكسينات ؛ فمثلا . . تقوم بكتيريا الـ Pseudomonads الفلورية التي تعيش في التربة بتحويل التربتوفان إلى إندول حامض الخليك . ويحدث نفس الشيء بواسطة فطر الميكوريزا الخارجى التطفل Pisolithus tinctorius .

كذلك يدخل التربتوفان الذى تُعامل به النباتات خارجيا في العمليات الأيضية التي تقود إلى تمثيل إندول حامض الخليك .

وفى دراسة على القباون والبطيخ . . وجد Frankenberger & Arshad (١٩٩١) أن معاملة تربة المشاتل بالتربتوفان بتركيز 10^{-10} إلى 10^{-6} مجم / كجم من التربة أدت إلى زيادة محصول القباون بنسبة ٤٢٪ ، والبطيخ بنسبة ٤٢٪ - ٨٠٪ ، وإلى زيادة متوسط وزن الثمرة بنسبة ٣٦٪ ، و ٤٣٪ فى كل من القباون والبطيخ على التوالى .

ويحتوى المحفز الحيوى التجارى إرجوستيم Ergostim (إنتاج شركة Montedison فى نيويورك) على الحامض الأميني L-cysteine وحامض الفوليك folic acid . وقد أدى استعماله عن طريق التربة إلى زيادة محصول الأرز ، والذرة ، والتفاح ، بينما أدى استعماله رشاً على النمو الخضري للفراولة إلى زيادة قوة النمو والمحصول .

ويؤدى استعمال تحضير حامض الهيوميك humate الجاف Agro-Lig ، وحامض الهيوميك السائل Enersol (إنتاج شركة American Colloid Co. فى إلينوى) إلى

تحفيز النمو النباتي من خلال تكوينها لمعقدات عضوية مع عنصر الحديد ، يقوم النبات بامتصاصها .

وقد وجد Sanders وآخرون (١٩٩٠) أن كلا من Agro-Lig ، و Enersol (وهما من الأحماض الدبالية humic acids) ، و Ergostim (وهو حامض فوليك folic acid) أدت - عند إضافتها بتركيز ١,٥ ٪ (وزن / حجم) - إلى جلى اللابونيت ٥٠٨ Laponite 508 (كبريتات المغنيسيوم) عند الزراعة بطريقة السوائل Fluid Drilling - أدت إلى مضاعفة إنبات بذور الجزر أكثر من مرتين مقارنة بمعاملة الشاهد . وعندما أضيفت المحفزات الحيوية إلى البذور المزروعة بالطريقة العادية ازداد حجم الجذور إلى أكثر من الضعف مقارنة بالكمترول .

وتتضمن هذه القائمة من المنشطات الحيوية - كذلك - التحضير التجارى روتس Roots (إنتاج شركة Lisa Products Corp فى New Haven بولاية كونتكت الأمريكية) ، وهو مخلوط من أحماض الهيومك ، ومستخلصات الطحالب البحرية (طحلب Ascophyllum nodosum) ، والثيامين ، وحامض الأسكوربيك . وقد أحدث استعمال هذا المنتج زيادة جوهريه فى محصول الفاصوليا من القرون الخضراء (Russo & Berlyn ١٩٩٢) ، كما أحدث زيادة غير معنوية فى نمو الكرنب (Heckman ١٩٩٤) .

ومن المنشطات الحيوية الأخرى - التى تتوفر محليا - والتى يمكن اعتبارها من هذه المجموعة - كل من : البيوستيم Biostim ، وما نفرت ب Manfert B .

يحتوى البيوستيم هرمونات نباتية (أوكسينات وسيتوكينين) مخلوطة بأحماض أمينية وفيتامينات ومركب البيتين . أما مانفرت ب فهو يحتوى على عناصر كبرى وصغرى مخلوطة بأحماض أمينية ، وفيتامينات ، ومركب البيتين ، ومنشطات بيولوجية لتحفيز أوكسينات النمو الطبيعية . ويفيد مركب البيتين فى الحماية من أضرار الجفاف .

الميثانول

اكتشف أحد المزارعين بولاية أريزونا الأمريكية أن رش النباتات بمحلول مخفف (٢٠ ٪) من الميثانول methanol (كحول الخشب wood alchol) يحفز نموها .

وقد أخضع A. Nonomura هذه الملاحظة للدراسة العلمية ؛ حيث وجد أن نباتات القطن تذبل في منتصف النهار بسبب عجز النبات عن امتصاص كل احتياجاته من الرطوبة الأرضية في تلك الفترة . ويؤدي الذبول إلى إغلاق الثغور ؛ وبذا يقل معدل البناء الضوئي ، ويزيد - في الوقت نفسه - معدل التنفس الظلامي بسبب انخفاض مستوى ثاني أكسيد الكربون داخل الورقة .

وعندما قام Nonomura برش نباتات القطن الذابلة (في وسط النهار) بمحلول مخفف من الميثانول اختفى الذبول ، وانفتحت الثغور ، واستعاد النبات نشاطه في البناء الضوئي بالمعدلات السابقة ، كما انخفض معدل التنفس الظلامي . وترتب على ذلك حدوث زيادة جوهرية في معدل النمو ، وتبكير تكوين اللوز بمقدار أسبوعين .

كذلك أدى الرش بمحاليل مخففة من الميثانول إلى زيادة حجم رؤوس الكرنب ، وزيادة محصول البطيخ بمقدار ٣٦٪ ، وزيادة النمو في كل من القمح والشعير ، وزيادة النمو الخضري للطماطم بمقدار ٥٠٪ خلال ٣٠ يوماً من المعاملة .

وبالمقارنة . . فإن الذرة - وهو محصول C_4 - لا تختل فيه عملية البناء الضوئي في منتصف النهار ، ولا يحدث فيه تنفس ظلامي ؛ ولذا . . فإنه لا ينتظر استجابته لمعاملة الميثانول ، كما لا ينتظر استجابة أى من نباتات الـ C_4 - كذلك - لتلك المعاملة ، وهو ما أمكن إثباته تجريبياً في كل من الذرة وحشيشة برمودا .

ويبدو أن دور الميثانول في النبات يكون من خلال عملية يؤثر فيها الضوء . ولا يعتقد أن النبات يستعمل الميثانول كمصدر للكربون (بالرغم من أن هذا يحدث في الطحالب) ؛ نظراً لأن الكميات التي تستخدم أقل - بكثير - من أن تفسر الزيادات المشاهدة في النمو والمحصول . ويعتقد - على الأرجح - أن الميثانول ينظم إحدى العمليات الأساسية في النبات (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤) .

هذا إلا أن نتائج تلك الدراسات ما زالت غير مؤكدة ؛ نظراً لأن هذه المعاملات أخضعت للدراسة في مناطق أخرى ولم تكن مجدية . ففي كاليفورنيا . . تبين أن المعاملة بالميثانول ٣ - ٦ مرات (بتركيز ١٦٪ - ٣٥٪ بالحجم) لم يكن لها أية تأثيرات

إيجابية على النمو الخضري ، أو المحصول ، أو صفات الثمار (متوسط وزن الثمرة ، ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة) ، أو التبرير في النضج في أي من المحاصيل التي استخدمت في الدراسة ، وهي : الطماطم ، والقاوون ، والبطيخ (Hartz ، وآخرون ١٩٩٤) .

وفي دراسة لاحقة أجريت - كذلك - في كاليفورنيا (McGiffen وآخرون ١٩٩٥) ، وتضمنت ثمانية محاصيل حقلية وبستانية ، زرعت في ظروف بيئية متباينة ، وسمدت أو لم تُسَمَد . . لم تكن للمعاملة بالميثانول أية تأثيرات إيجابية على النمو النباتي أو المحصول في أي منها .

وفي أوريغون . . لم تكن لمعاملة الميثانول بتركيز ٢٠٪ ، أو ٤٠٪ ، أو ٦٠٪ أية تأثيرات على محصول البطاطس ونوعية درناتها ، أو على كفاءة النباتات في الاستفادة من الرطوبة الأرضية (Feibert وآخرون ١٩٩٥) .

المنشطات الحيوية الهرمونية

يعرف عديد من التحضيرات التجارية لمنشطات النمو الهرمونية ؛ مثل بيوزيم وترجر وغيرهما .

يستخلص البيوزيم Biozyme من مصادر نباتية ، وهو يحتوى على منظمات النمو والعناصر التالية (بالجزء في المليون) : إندول حامض الخليك ٣٢,٢ ، وحامض الجبريلليك ٣٢,٢ ، والزياتين Zeatin ٨٣,٢ ، والحديد ٤٩٠٠ ، والمنجنيز ١٢٠٠ ، والبورون ٣٠٠٠ ، والزنك ٣٧٠٠ ، والمغنيسيوم ١٤٠٠ ، والكبريت ٤٤٠٠ . وقد وجد El-Sayed (١٩٩٥) أن رش نباتات الفلفل ثلاث مرات (عند بداية الإزهار ثم كل ثلاثة أسابيع) بالبيوزيم (بتركيز ١,٠٪) أحدث زيادة جوهرية في المحصول المبكر مقارنة بمعاملة الشاهد .

ويحتوى المنشط الحيوى ترجر Triggrr على كيتين وعناصر كبرى وعناصر صغرى . وهو يستعمل رشا ، أو عن طريق التربة . وقد أدى استعماله مع الطماطم

إلى زيادة المحصول المبكر من الثمار المتوسطة الحجم ، ولكنه لم يؤثر معنويًا على المحصول المبكر أو الكلى من الثمار الأكبر حجمًا . كما لم يؤثر استعماله فى المحصول المبكر أو حجم الثمار فى الفلفل ، ولكنه أدى إلى زيادة المحصول الكلى الصالح للتسويق (Csizinsky وآخرون ١٩٩١) .

وقد استخدمت المشطات الحيوية الورقية : Culbac ، و Flori-Green Booster ، و KeyPlex 350 ، والمشطات التى تستعمل عن طريق التربة : Triggrr المبرغل ، و Triggrr السائل لتقييم تأثيرها على نمو محصول الفلفل . أدى استعمال Triggrr المبرغل إلى زيادة المحصول إلى ٦,٠٢ طنا للهكتار مقارنة بـ ٢,٠٤ طنا للهكتار فى معاملة الشاهد . وفيما عدا ذلك . . لم يكن لآى من المشطات الحيوية تأثيرات مرغوب فيها فى كل من محصول ثمار الدرجتين الأولى والثانية ، أو المحصول المبكر ، أو المحصول الصالح للتسويق ، أو على محتوى الثمار من العناصر الكبرى أو الصغرى باستثناء عنصر الحديد (Csizinsky ١٩٩٠) .

مستخلصات الطحالب البحرية

تبعًا لتعريفنا للمشطات الحيوية . . فإنه لا يمكن اعتبار المركبات المستخلصة من الأعشاب البحرية منشطات حيوية ؛ لأنها تعد - فى واقع الأمر - نوعًا من الأسمدة العضوية المركزة التى تستخدم إما رشا على النباتات - كسماد ورقى - وإما بإضافتها إلى التربة لتحسين خواصها وزيادة خصوبتها . وبالرغم من ذلك فإن تلك التحضيرات تسوق - عادة - على أنها منشطات حيوية باعتبار أنها تحتوى على بعض منظمات النمو - وخاصة السيوكينينات - وعديد من الأحماض الأمينية المحفزة للنمو النباتى . ونذكر - فيما يلى - أمثلة لبعض التحضيرات التجارية المستخلصة من الطحالب البحرية :

١ - جويمار ١٤ 14 Goemar :

سماد ورقى سائل كريمى ، يذوب فى الماء ، ويتم تحضيره من الأعشاب البحرية .

ويحتوى السماد على عديد من الأحماض الأمينية ، كما يحتوى على سيتوكينينات جليكوسيلية glycosyl cytokinins بتركيز ٢٠٠ ميكرو جرام / لتر ، وعلى البيتائينات Betaines بتركيزات عالية . وينسب إلى البيتائينات زيادة قدرة النباتات على تحمل الملوحة ، والجفاف ، والصقيع .

كما ينسب إلى هذا التحضير التجارى زيادة قدرة النباتات على امتصاص وتمثيل العناصر ، وتحسين الإزهار والعقد ، والتبكير فى النضج .

٢ - الجينور Alginure :

مستخلص من الأعشاب البحرية فى صورة غروية قوية يحفز نمو البكتيريا والميكوريزا فى التربة ، ويقلل من فقد العناصر الغذائية بالرشح .

ويحتوى الجينور على العناصر المغذية بالتركيزات التالية (جم / لتر) :

البوتاسيوم ١٩,٨	الكالسيوم ١٩,٤
كلوريد الصوديوم ٢٧,٠	النيتروجين ١٤,٧
الكبريت ٤,٦	الفوسفور ٢,٦
الحديد ٠,٢	المغنيسيوم ٢,٢
الزنك ٠,٠٤٢	المنجنيز ٠,٠٣٨
البورون ٠,٠٠١	النحاس ٠,٠٠٤
	الموليبدينم ٠,٠٠١

٣ - ماكسى كروب Maxicrop :

سماد ورقى يتوفر فى صورة مسحوق قابل للذوبان ، أو سائل مركز . ويستعمل السماد بمعدل ٢,٧٥ - ٥,٥ كجم من المسحوق (أو ١١ - ١٢ لتراً من السائل المركز) للهكتار تبعاً للنوع المحصولى ، مع تقسيم هذه الكمية على عدة دفعات .

يحتوى سماد ماكسى كروب على نحو ٦٠ عنصراً ، نذكر منها ما يلى (علماً بأن التركيزات الميئية للعناصر هى فى مسحوق السماد) :

البورون ١٩٤ جزء فى المليون	الكالسيوم ١,٩٪
الكلور ٣,٦٨٪	الكوبلت ١٢ جزء فى المليون
النحاس ٦ أجزاء فى المليون	الفلور ٣٢٦ جزء فى المليون
الحديد ٨٩٥ جزء فى المليون	اليود ٦٢٤ جزء فى المليون
البوتاسيوم ١,٢٨٪	المغنيسيوم ٠,٢١٣٪
المنجنيز ٠,١٢٤٪	المولبدنم ١٦ جزء فى المليون
النيتروجين ١,٥٪	الصدوديوم ٤,١٨٪
النيكل ٣٥ جزء فى المليون	الفوسفور ٠,٢١١٪
الكبريت ١,٦٥٪	السيليونيوم ٠,٤٣ جزء فى المليون
السليكون ٠,١٦٤٪	الزنك ٣٥ جزء فى المليون

٤ - رسبونس ٩ - ٩ - ٧ :

أوضحت دراسات Igdokwe وآخرين (١٩٩٠) أن رش نباتات الطماطم بالتحضير التجارى 9 - 9 - 7 Response المستخلص من الأعشاب البحرية - بتركيزات تراوحت بين ١ : ٥٠٠ : ١٢٥ كل أسبوع إلى كل أربعة أسابيع - لم يؤثر فى النمو الخضرى أو متوسط وزن الثمرة ، ولكن أدى الرش بتركيز ١ : ٥٠٠ إلى زيادة عدد الثمار الصالحة للتسويق .

المنشطات الحيوية البكتيرية

يتوفر عديد من التحضيرات التجارية لمنشطات النمو البكتيرية . وقد تحتوى هذه التحضيرات - كذلك - على منظمات نمو وعناصر مغذية صغرى وكبرى ، وقد لا تحتوى عليها . ومن أهم شروط استخدام هذه التحضيرات التسميد العضوى الجيد قبل الزراعة ؛ لكون السماد العضوى بيئة أساسية لنشاط هذه البكتيريا وتكاثرها .

ويمكن تقسيم المنشطات الحيوية البكتيرية إلى المجموعات التالية :

١ - منشطات تحتوى على أنواع بكتيرية تقوم بثبيت آزوت الهواء الجوى :

من أمثلة هذه التحضيرات التجارية ما يلي :

أ - ريزوباكثيرين :

يحتوى على البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى محملة على بيت موس بتركيز ^{٨١٠} خلية بكتيرية لكل جرام من البيت . تعامل به البذور قبل زراعتها مباشرة ، مع مراعاة عدم معاملة البذور بمطهرات فطرية ، وإلا فإن الرايزوباكثيرين يخلط مع كمية مناسبة من الرمل ، ويضاف إلى جانب النباتات فى خط الزراعة .

ب - ميكرويين :

يحتوى على مجموعة كبيرة من الكائنات الدقيقة التى تقوم بثبيت أزوت الهواء الجوى، وتحول الفوسفور والعناصر الصغرى إلى صورة صالحة لامتصاص النبات .

ج - سيربالين :

يستعمل - بصفة خاصة - مع المحاصيل النجيلية ، والسكرية والزيتية .

د - نترويين :

يحتوى النترويين - كذلك - على بكتيريا تقوم بثبيت أزوت الهواء الجوى .

وجميع التحضيرات التجارية المذكور أعلاه من إنتاج الهيئة العامة لصندوق الموازنة الزراعية تحت إشراف جهات بحثية مختلفة ، ويؤدى استعمالها إلى توفير نحو ٢٥٪ - ٣٥٪ من احتياجات النباتات السمادية من عنصر الآزوت .

٢ - منشطات تحتوى على بكتيريا تقوم بتوفير عنصر الفوسفور فى صورة ميسرة لامتصاص النبات :

تحدث هذه البكتيريا تأثيرها من خلال إفرازاتها من الأحماض العضوية التى تعمل على إذابة العناصر التى تتوفر بكثرة فى التربة فى صور غير ميسرة لاستعمال النبات ؛ مثل عناصر الفوسفور ، والحديد ، والزنك ، والنحاس ، والمنجنيز .

ومن التحضيرات التجارية لهذه المنشطات ما يلي :

أ - ميكروبين . . وقد سبقت الإشارة إليه .

ب - فوسفورين :

يحتوى الفوسفورين على بكتيريا نشطة فى تحويل فوسفات ثلاثى الكالسيوم - غير الميسرة لاستعمال النبات - إلى فوسفات أحادى الكالسيوم الميسرة للنبات ، علما بأن الصورة غير الميسرة تتواجد بتركيزات عالية فى الأراضى المصرية نتيجة للاستخدام المركز للأسمدة الفوسفاتية .

ويخلط الفوسفورين بالتقاوى قبل الزراعة ، كما يمكن إضافته إلى جانب النباتات أثناء غوها .

٣ - منشطات حيوية تحتوى على أنواع بكتيرية تستفيد النباتات من نشاطها البيولوجى :

لا تُعرف - على وجه الدقة - الكيفية التى تتحقق من خلالها استفادة النباتات من تلك الأنواع البكتيرية ، وإن كانت هناك عدة احتمالات لذلك ؛ منها ما يلي :

١ - تفرز البكتيريا أثناء نشاطها البيولوجى عددا كبيرا من المركبات التى يمكن أن تستفيد منها النباتات ؛ مثل : الفيتامينات ، والأحماض الأمينية ، والفينولات ، ومركبات أخرى عديدة تقدر بالآلاف .

٢ - تفرز البكتيريا عديداً من منشطات النمو الهرمونية التى تحقق للنبات توازناً هرمونيا مناسباً للنمو الجيد .

٣ - تفرز البكتيريا أثناء نشاطها مضادات حيوية متنوعة تفيد فى وقف نشاط الكائنات الدقيقة الأخرى المسببة للأمراض ؛ مثل البكتيريا ، والفطريات .

٤ - تحفز البكتيريا - بسبب نشاطها البيولوجى - امتصاص النبات للعناصر المغذية من التربة .

وكلما تنوعت الأنواع البكتيرية الموجودة في المنشط الحيوى ازداد تنوع إفرازاتها ، وازدادت - بالتالى - الفائدة التى تعود منها على النباتات .

وغنى عن البيان أن الأنواع البكتيرية التى يمكن أن تستفيد النباتات من نشاطها لا تمثل سوى نسبة ضئيلة من آلاف الأنواع البكتيرية المعروفة ، وأن التألف - وليس التنافس - بين هذه الأنواع ضرورى لكى تتحقق للنباتات الفائدة المرجوة منها .

وتعرف الأنواع البكتيرية تلك المنشطة للنمو باسم Plant Growth-Promoting Rhizobacteria ، وهى بكتيريا تتكاثر بالقرب من الجذور ، وتنتمى إلى عدة أجناس وأنواع ؛ من أهمها الجنسان : *Pseudomonas* ، و *Bacillus* . وتتم المعاملة بها - غالباً - عن طريق البذور .

وقد تبين أن هذه البكتيريا تكسب النباتات مناعة جهازية Induced Systemic Resistance ضد عديد من الأمراض . ومن أمثلة ذلك الحالات التالية (Liu وآخرون ١٩٩٥ أ ، ١٩٩٥ ب) :

المحصول	الأمراض التى كوفحت جهازيا (ومسبباتها)
الخيار	الأنثراكنوز (الفطر <i>Colletotrichum orbiculare</i>) تبقع الأوراق الزاوى (البكتيريا <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>) الذبول الفيوزارى (الفطر <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>) سقوط البادرات (الفطر <i>Pythium aphanidermatum</i>)
الفاصوليا	اللفحة الهالية (البكتيريا <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>)

وقد استعمل فى هذه الدراسات سلالات معينة من عدة أنواع بكتيرية ؛ منها :

Pseudomonas putida

Serratia marcescens

Pseudomonas fluorescens

وتعتبر البكتيريا *Bacillus cereus* من المنشطات الحيوية التى تستعمل عن طريق التربة ، أو بمعاملة البذور قبل الزراعة ، أو رشاً على النموات الخضرية .

وقد أدى استعمالها عن طريق التربة إلى زيادة محصول الباذنجان بنسبة ١١٤٪ مقارنة بمعاملة الشاهد ، كما كانت معاملة بذور الخيار أكثر فاعلية من معاملة رش النباتات (Li & Mei ١٩٩١) .

وينسب إلى التحضير التجارى أجرسبون - الذى يستعمل بمعدل ٤٠٠ مل للفدان - قدرته على تحسين التمثيل الحوى فى النبات والتربة .

ومن بين التحضيرات التجارية المحلية لمنشطات النمو البكتيرية التحضير بيوماجك Biomagic . يتوفر هذا المنشط فى صورة عجينة سريعة الذوبان فى الماء ، ويمكن حفظه فى حرارة الغرفة - دون تعريضه لأشعة الشمس المباشرة - لمدة تصل إلى سنتين . يحتوى التحضير على سلالات نشطة من عدد من الأجناس البكتيرية ، بالإضافة إلى العناصر الكبرى والصغرى الضرورية للنمو النباتى ، والمركبات المستخدمة فى تحضير بيئات النمو الخاصة بالأنواع البكتيرية المرغوب فيها .

يستخدم البيوماجك رشا على جميع النباتات المزروعة ، ويبدأ الرش - عادة - بعد فترة زمنية تتراوح بين ١٥ و ٣٠ يوماً من الزراعة ، ثم يكرر ثلاث مرات أخرى كل ١٥ يوماً ، ثم شهرياً بعد ذلك حتى قرب النضج . وينسب إليه مزايا عديدة تنصبّ كلها حول زيادة واستمرار النمو الخضري ، وزيادة الإزهار ونسبة العقد والمحصول ، وزيادة حجم الثمار وتحسين نوعيتها ، وإكساب النباتات مقاومة عامة لمختلف العيوب الفسيولوجية والأمراض .

الميكوريزا

تعريف الميكوريزا

يطلق اسم ميكوريزا Mycorrhizae (وليس ميكورهيذا) - مجازاً - على مجموعة من الفطريات التى تعرف باسم "Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae" (اختصاراً : VAM) ، وهى من الفطريات الطحلبية Phycmycetes ، وتنتمى إلى عائلة Endogonaceae ، وتعيش معيشة تعاونية مع جذور النباتات . وتعد هذه الفطريات من المتطفلات الإجبارية Obligate Parasites التى لا يمكن زراعتها على بيئات صناعية ؛ فهى لا تنمو إلا مع عوائلها .

وقد ذكرنا أن كلمة «ميكوريزا» تطلق - مجازاً - على هذه الفطريات ؛ ذلك لأنها مصطلح يصف العلاقة بين هذه الفطريات وجذور النباتات الراقية .

وقد جاء المصطلح من علاقة تبادل المنفعة بين الفطريات (الاسم اليونانى mukes) ، والجذور الحية (الاسم اليونانى rhiza) ؛ ومن ثم المصطلح "Mycorrhizae" .

انتشار الميكوريزا وتطفلها

وصفت أول علاقة ميكوريزية micorrhizal relationship منذ نحو ١١٠ سنوات ، ولكن لم يبدأ علماء البساتين فى تفهم وتقدير أهميتها - وخاصة بالنسبة - للخضر إلا منذ نحو ٣٠ عامًا خلت ؛ فلم يبدأ البحث الجاد على الميكوريزا إلا منذ الستينيات .

توجد جراثيم الميكوريزا فى معظم الأراضى ، ولكنها لا تنبت إلا عند تواجدها بالقرب من جذور عائل مناسب لها . وإذا لم يخترق الميسيليوم الحديث التكوين جذرا لأحد العوائل المناسبة فإنه يموت . ولكن ما إن يتصل الفطر بيولوجيا بجذر عائله إلا ويكوّن نمواً كثيفاً خارج الجذر (عن White ١٩٨٧) .

هذا .. ولا يوجد تخصص يذكر من جانب الفطر للمعيشة تعاونيا مع عوائل معينة ، بعكس الحال بين بكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى - من جنس Rhizobium - والبقوليات .

وبالرغم من توفر الميكوريزا فى جميع أنواع الأراضى ، إلا أنها تتفاوت كثيرا فى كفاءة أجناسها ، وأنواعها ، وسلالاتها ؛ لذا .. يتعين تلقيح التربة أو النباتات بالأنواع والسلالات العالية الكفاءة منها .

ولقد لوحظ أن فطر الميكوريزا Glomus deserticola يبدأ فى تكوين علاقة تبادل المنفعة مع جذور البصل بعد ثلاثة أيام من تلقيح النباتات بالفطر ، ويستكمل الفطر توطيد علاقته مع نحو ٥٠٪ من النمو الجذرى بعد ٢١ يوماً . وبالمقارنة .. فإن بداية تكوين الفطرين G. mosseae ، و G. intraradices لعلاقتهما بجذور البصل تتأخر إلى اليوم الثانى عشر من التلقيح بالفطر ، وتصل إلى ١٥٪ ، و ٣٧٪ فى اليوم الحادى والعشرين - فى الفطرين - على التوالى .

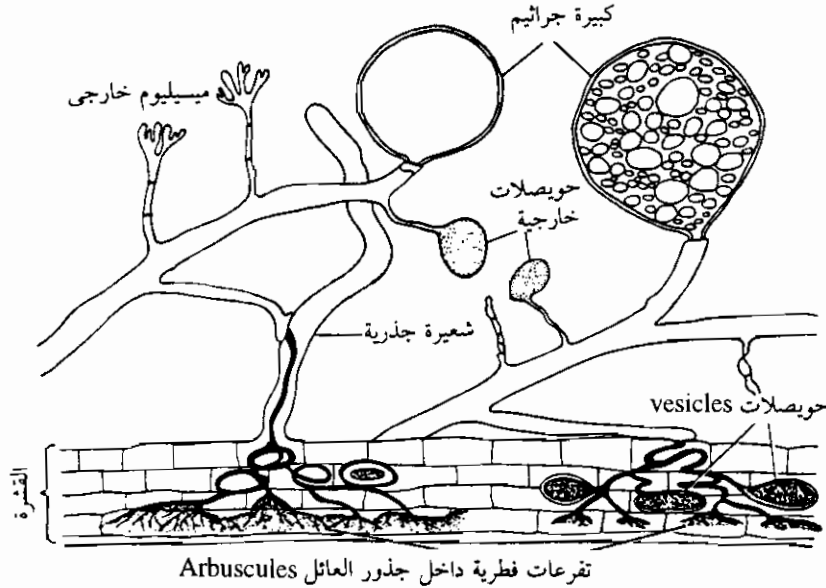
وبينما حسّنت فطريات الميكوريزا نمو البصل فى التربة المعقمة - عندما كان تلقيح التربة بالفطر تحت البذور - فإنها لم تحفز النمو النباتى فى التربة غير المعقمة .

تقسيم الميكوريزا

توجد الميكوريزا فى الطبيعة فى ثلاثة طرز ؛ كما يلى :

١ - ميكوريزا داخلية Endomycorrhizae :

تعد الميكوريزا الداخلية أكثر طرز الميكوريزا شيوعاً فى الطبيعة ، وفيها تمتد الهيفات الفطرية من التربة إلى خلايا القشرة بجذور النباتات منتجة تراكيب داخلية تعرف باسم vesicles - وهى حويصلات تخزين - وتراكيب أخرى تعرف باسم arbuscles - وهى تراكيب شديدة التفرع توجد داخل الجذور النباتية - وهى التى تقوم بمهمة تبادل العناصر الغذائية بين الفطر والنبات ؛ وذلك هو الطراز الذى يعرف باسم Vesicular - Arbuscular Mycorrhizae .



شكل (٨ - ١) : نمو الـ Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae خارج وداخل خلايا العائل (عن White

. (١٩٨٧)

إن الـ *Arbuscules* عبارة عن تراكيب تتكون داخل الخلايا النباتية - تشبه المصبات - وتنشأ بتكرار الانقسام الثنائي الشعبة لهيئات الفطر . وهى تراكيب يمكن مشاهدتها بالميكروسكوب الضوئى ، ولا تُعمر طويلا ؛ حيث تبقى لفترة تتراوح بين أسبوع واحد وثلاثة أسابيع .

أما الـ *Vesicles* فهى تشبه الحويصلات ، وتتكون - عادة - كانتفاخات فى أطراف الهيفات . وهى أعضاء التخزين الخاصة بالفطر ، وتحتوى على بعض الدهون . تتكون الـ *Vesicles* - عادة - بعد الـ *Arbuscules* ، وتزيد أعدادها كثيرا مع النضج .

كذلك تنتج فطريات الـ *VAM* جراثيم كلاميدية تبقى ساكنة بالتربة (عن Miller وآخرين ١٩٨٦) .

٢ - ميكوريزا خارجية *Ectomycorrhizae* :

تكون فطريات الميكوريزا الخارجية نموا كثيفا يغطى جذور النباتات بسمك ٠,٠٥ مم ، وتغزو المسافات بين خلايا القشرة ، مكونة شبكة تعرف باسم *Hartig Net* ، ولكنها لا تخترق خلايا النبات العائل . وعند تواجد هذه الفطريات وارتباطها بالعائل تخفى الشعيرات الجذرية تماما ؛ حيث تقوم بعملها الهيفات الفطرية (عن Nadakavukaren & McCracken ١٩٨٥) .

تعايش هذه الفطريات بكثرة مع جذور الأشجار ؛ مثل الصنوبريات ، والكافور ، والحوار وغيرها ، وتلعب دورا كبيرا فى امتصاص العناصر الغذائية من التربة وتوفيرها للنبات .

٣ - ميكوريزا خارجية داخلية *Ectendomycorrhizae* :

وفيهما يُظهر الفطر جانبا من صفات كلٍ من الميكوريزا الداخلية والخارجية معا . وقد بنى التقسيم السابق للميكوريزا على أساس قدرة الفطر على اختراق خلايا العائل ، وتكوين مختلف التراكيب . وبناء على تقسيم أحدث من التقسيم المتقدم ، فإن الميكوريزا تُقسم إلى سبعة طرز ؛ هى :

Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae

Ectomycorrhizae

Ectendomycorrhizae

Arbutoid Mycorrhizae

Eriicoid Mycorrhizae

Monotropoid Mycorrhizae

Orchid Mycorrhizae

وتعد الـ Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae (اختصاراً : VAM) الطراز الوحيد المعروف فى محاصيل الخضر ؛ وهى تتميز بجميع صفات الميكوريزا الداخلية التى سبق بيانها فى التقسيم السابق .

ويعنى بالـ VAM - كما أسلفنا - «العلاقات الميكوريزية التى تنشأ بين فطريات طحلبية Phycomyces من عائلة Endogonaceae والنباتات» .

وتتنمى فطريات الـ VAM إلى خمس أجناس ، هى : Acaulospora ، و Entro- phospora ، و Gigaspora ، و Glomus ، و Sclerocystis (عن Miller ١٩٨٦) .

أهمية الميكوريزا

لوحظت علاقة تبادل المنفعة بين فطريات الميكوريزا ومعظم النباتات الراقية (وحتى بعض النباتات الدنيئة) ، بما فى ذلك معظم الخضر - ما عدا الصليبيات والرمراميات - إلى درجة أن بعض الخضر لا يمكنها النمو بصورة طبيعية فى غياب الميكوريزا . ومن أكثر الخضر اعتماداً على الميكوريزا فى نموها : البصل (الذى لا تحتوى جذوره على كثير من الشعيرات الجذرية) ، والطماطم ، والبطاطس ، واللوبيا ، والذرة السكرية ، وفول الصويا .

يقوم النبات بتوفير المواد الكربوهيدراتية - وربما الفيتامينات - للفطريات ، بينما يستفيد النبات - بدوره - من هذه الفطريات ؛ إذ إنها تعمل على :

١ - زيادة معدل امتصاص العناصر من التربة - سواء أكانت فى صورة ميسرة ، أم

غير ميسرة لامتناس النبات - ثم نقلها إلى النبات ، وخاصة عناصر : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والكالسيوم ، والكبريت ، والزنك ، والنحاس ، والمولبدنم .

٢ - زيادة مقاومة النباتات للأمراض ؛ فقد وجد - مثلاً - أن فطر الميكوريزا *Glomus fasciculatum* أحدثَ تراكمًا للفيتوأكسينات (Phytoalexins) وهي مركبات توقف أو تثبط نمو مسببات الأمراض في الأنسجة المصابة) ، في جذور البسلة ؛ مما أدى إلى مقاومتها للفطر *Fusarium oxysporum* مسبب مرض الذبول الفيوزاري .

٣ - زيادة تحمل النباتات لظروف الملوحة والجفاف .

٤ - زيادة قدرة البقوليات على تثبيت آزوت الهواء الجوى (عن Miller وآخرين ١٩٨٦ ، و Sundaresan & Gunasekaran ١٩٩٣) .

٥ - إفراز بعض منظّمات النمو التي تحفز النمو النباتي .

٦ - توفير حماية للنباتات من التسمم بالتركيزات العالية من العناصر المغذية الضرورية بما تفرزه من مركبات قد تكون تراكيب معقدة مع تلك العناصر وتجعلها غير ميسرة للنبات .

وتزداد أهمية الميكوريزا للنباتات في الأراضي الفقيرة عنها في الأراضي الخصبة ، وخاصة في المناطق الاستوائية .

أهمية الميكوريزا في توفير العناصر الضرورية للنبات

إن الهيفات الخارجية التي تغطي الجذور توفر زيادة في حيز التربة الذي تمتص منه العناصر . كما أن ميسيلوم الفطر يقوم بتخزين الفوسفور في أنسجته إلى أن يحصل عليه النبات عند نقص العنصر . هذا بالإضافة إلى أن الجذور التي تكون على اتصال بالميكوريزا تعيش لفترة أطول ، وتستمر في امتصاص الفوسفور لفترة أطول إذا قورنت بالجذور التي ليست على اتصال بالميكوريزا .

ويمكن لفطريات الميكوريزا الحصول على الفوسفور من مصادر عضوية غير ميسرة لامتناس النبات ؛ فمثلاً . . استجابت نباتات الطماطم - المتصلة بفطر الميكوريزا -

جيداً للتسميد بكميات ضئيلة من مسحوق العظام غير الذائب نسبياً . ولم تحدث استجابات مماثلة لنباتات الطماطم - غير المتصلة بفطر الميكوريزا - إلا بعد إضافة كميات من مسحوق العظام بلغت ١٦ ضعف الكمية السابقة .

ويبدو أن هيفات الفطر تلعب دوراً نشطاً - يعتمد على بذل الطاقة - في امتصاص الفوسفور من التربة (عن Miller ١٩٨٦) .

ويتفق العلماء المشتغلون بالميكوريزا Mycorrhizasts على أن الزيادة في النمو النباتي التي تلاحظ على النباتات التي تعيش تعاونياً مع فطريات الميكوريزا مردّها إلى توفر الفوسفور للنباتات .

وتفرز الكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة إنزيمات تساعد على تحلل المواد العضوية وتيسر ما يوجد فيها من عناصر ؛ مثل عنصر الفوسفور الذي يتيسر منها بفعل إنزيم Phosphatase . كما أن الميكوريزا تفرز كذلك « جزيئات حاملة - carrier mole-cules » تكوّن معقدات مع مختلف الذرات أو الجزيئات ؛ فيكون من السهل على النباتات امتصاصها (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤) .

وللميكوريزا أهمية خاصة بالنسبة لأشجار الغابات ؛ حيث توفر لها معظم احتياجاتها من العناصر المغذية من صور تلك العناصر غير الميسرة لامتصاص النبات التي توجد في التربة . ولا يمكن لبعض الأنواع النباتية - مثل الصنوبريات - النمو في غياب الميكوريزا . وعند زراعة هذه الأشجار في أرضٍ جديدة - لم تكن مزروعة بالصنوبريات من قبل - يتعين تلقيحها بميكوريزا من أرضٍ تنمو فيها صنوبريات .

وقد أثبتت دراسات Babu وآخرين (١٩٨٨) على الفلفل أن عدوى النباتات في المشتل بأى من فطريات الميكوريزا *Gigaspora calospora* ، أو *Gigaspora margarita* ، أو *Glomus fasciculatum* يمكن أن تؤدي إلى الاستغناء عن ٥٠ - ٧٥٪ من الأسمدة الفوسفاتية الموصى بها .

وتوجد علاقة سالبة بين كمية الفوسفور الميسرة لاستعمال النبات في التربة ومدى قدرة فطريات الميكوريزا على توطيد علاقتها البيولوجية بالنبات (White ١٩٨٧) .

فمثلاً . . وجد Waterer & Colman (١٩٨٨) أن زيادة كمية الفوسفور الميسرة لبادرات الطماطم والبصل - إما بزيادة تركيز الفوسفور المضاف ، وإما بتقليص الفترة بين إضافات الفوسفور - أدت إلى زيادة الوزن الطازج للنباتات ، وتركيز الفوسفور بالنمو الخضرى ، ولكنها أثرت - سلباً - فى إصابة الجذور بفطر الميكوريزا *Glomus aggregatum* . كما أن العدوى بالفطر أنقصت الوزن الطازج للنمو الخضرى للطماطم عندما كان مستوى التسميد بالفوسفور عالياً .

وقد أدى تكرار التسميد بمحاليل منخفضة فى مستواها من الفوسفور إلى إنتاج شتلات أكبر حجماً ذات مستوى عالٍ من الإصابة بفطر الميكوريزا ، مقارنة بالنباتات التى حصلت على كمية كلية مماثلة من الفوسفور ، ولكن أضيفت بتركيزات عالية على فترات متباعدة .

كما وجد McArthur & Knowles (١٩٩٢) أن إصابة جذور البطاطس بفطر الميكوريزا *Glomus fasciculatum* كان شديداً فى المستويات المنخفضة من السماد الفوسفاتى ، وأدى الفطر إلى تحفيز النمو الخضرى للنباتات تحت تلك الظروف .

وربما يُفسّر هذا المسلك لفطريات الميكوريزا تعرض النباتات المسمدة جيداً بالفوسفور - فى الأراضى القلوية - لنقص عنصر الزنك والنحاس ؛ حيث لا تتوفر حيثند - مع التسميد الفوسفاتى الجيد - الميكوريزا التى يمكنها توفير الزنك والنحاس للنباتات (عن White ١٩٨٧) .

وقد أجرى Khasa وآخرون (١٩٩٢) دراسة على ١٩ نوعاً نباتياً من الأنواع المزروعة فى زائير ، تبين منها استجابة جميع الأنواع - ما عدا القטיפئة *amaranth* - للتلقيح بالميكوريزا الداخلية *Endomycorrhizal fungi* تحت ظروف الحقل . واعتمد النمو الطبيعى لثمانية أنواع منها - بشدة - على تواجد الميكوريزا ، وقد تضمنت القائمة - من محاصيل الخضر - فاصوليا البام الأفريقية *Sphenostylis stenocarpa* ، وفاصوليا المنج *Vinga vexillata* ، والبصل ، والبطاطا ، والطماطم ، والكاسافا .

وتؤكد دراسات Azcón-Aguilar وآخرين (١٩٩٣) تساوى محصول نباتات البصل الملقحة بفطر الميكوريزا *Glomus fasciculatum* وغير المسمدة بالفوسفور مع

تلك التي لم تلقح بالفطر ، ولكنها حصلت على مستوى معين من السماد والفوسفاتى . وإلى جانب ذلك . . كان تركيز النيتروجين ومحتواه فى النموات الخضرية للنباتات الملقحة بالميكوريزا أكثر مما فى النباتات غير الملقحة والمسمدة بالفوسفور . وقد استنتج الباحثون أن فطريات الميكوريزا قادرة على الاستفادة من النيتروجين المتوفر فى مصادر أقل تيسرا للنباتات .

كما أكدت دراسات Tobar وآخرين (١٩٩٤) على الخس أن فطرى الميكوريزا *Glomus mosseae* ، و *G. fasciculatum* يعملان على زيادة قدرة النبات على امتصاص النيتروجين والفوسفور فى ظروف الجفاف .

كذلك وجد Mårtensson & Rydberg (١٩٩٤) اختلافاً بين أصناف البسلة فى استجابتها للفطرين *Glomus fasciculatum* ، و *G. caledonium* ؛ حيث وجدت علاقة سالبة بين معدل الإصابة بأى من الفطرين وطول الجذور .

وكان الارتباط واضحاً بين الإصابة وكل من امتصاص النباتات للنيتروجين فى المراحل المبكرة للنمو (وليس فى المراحل المتأخرة) ، وامتصاصها للفوسفور فى المراحل المتأخرة للنمو (وليس فى المراحل المبكرة) .

أهمية الميكوريزا فى مقاومة النباتات للإصابات المرضية

يفيد عديد من الدراسات أن إصابة النباتات بفطريات الميكوريزا الداخلية التطفل تجعلها أكثر مقاومة لأمراض الجذور ، ويتضح ذلك من الأمثلة التالية (عن Palti ١٩٨١ ، و White ١٩٨٦) .

المحصول	المسبب المرضي	تأثير الميكوريزا
الفراولة	<i>Cylindrocarpon destructans</i>	تقليل الإصابة كثيراً
فول الصويا	<i>Pythium ultimum</i>	ليس لها تأثير
	<i>Phytophthora megasperma</i>	يقل عدد النباتات الميتة
	<i>Meloidogyne incognita</i>	تقل أعداد التآليل ويزداد المحصول
		(يتبع)

المحصول	المسبب المرضي	تأثير الميكوريزا
القطن	<i>Thielaviopsis basicola</i>	يقل التقزم النباتي
	<i>Meloidogyne incognita</i>	يقل التقزم
	<i>Pratylenchus brachyurus</i>	تقل أعداد النيماتودا
الطماطم	<i>Fusarium oxysporum</i>	يقل التقزم وتقل الإصابة
	<i>Meloidogyne incognita</i>	تقل أعداد النيماتودا
الخيار	<i>Fusarium oxysporum</i>	يقل التقزم وتقل الإصابة
	<i>Meloidogyne incognita</i>	تقل أعداد النيماتودا ويزداد النمو النباتي
الموالح	<i>Phytophthora parasitica</i>	يقل الضرر
البصل	<i>Pyrenochaeta terrestris</i>	تقل الإصابة
الجزر	<i>Meloidogyne hapla</i>	تقل الإصابة

هذا . . وربما تحدث الحماية لجذور النباتات من الإصابة بالمسببات المرضية ؛ بسبب وجود الغطاء الكثيف لفطريات الميكوريزا التي تحيط بالجذور وتشكل عائقاً فيزيائياً أمام الإصابات المرضية . ولا تتوفر هذه الحماية إلا في أجزاء الجذور التي تكون على صلة بفطر الميكوريزا .

ومن المعروف أن فطريات الميكوريزا تغير من فسيولوجيا النبات ؛ فالجذور التي تتصل بها تكون أكثر (لجنتة) من الجذور غير المتصلة بها ، وربما يكون لذلك صلة مباشرة بتقليل حدوث الإصابات المرضية .

وتحتوى النباتات على إنزيمات شيتينية Chitinolytic Enzymes تقوم بتحليل ال Arbuscules المسنة . ويمكن أن تكون هذه الإنزيمات مؤثرة على الفطريات الممرضة كذلك .

ويكون للتغيرات فى فسيولوجيا الجذور المتصلة بفطريات الميكوريزا تأثيرات أخرى على الكائنات الممرضة ؛ فمثلاً . . يزداد الأرجنين الذى يقلل من تجرثم الفطر *Thielaviopsis basicola* ، كما يزداد تركيز السكريات المختزلة التى قد تثبط نمو الفطر *Pyrenochaeta terrestris* .

كما أن تواجد فطريات الميكوريزا يؤدى إلى زيادة قوة النمو النباتي ؛ الأمر الذى يزيد من مقاومة النباتات للإصابات المرضية (عن Miller ١٩٨٦) .

أهمية الميكوريزا في تحمل النباتات للملوحة

درس Rosendahl & Rosendahl (١٩٩١) تأثير سلالات من الفطر *Glomus spp.* في قدرة نباتات الخيار على تحمل الملوحة (١ , ٠ مللى مول من كلوريد الصوديوم) ، ووجدوا أن سلالتين منها كانتا قادرتين على حماية النباتات من أضرار الملوحة ، ولكن ذلك التأثير لم يكن مرتبطاً بالتأثير المحفز لتلك السلالات على النمو الخضري لنباتات الخيار .

طرق التلقيح بفطريات الميكوريزا

تتوفر حالياً طريقتان للتلقيح بفطريات الميكوريزا ؛ هما : استعمال الجذور المصابة بالفطر ، واستعمال التربة التى توجد بها الجراثيم الكلاميدوسبورية للفطر بمعدل نحو ١٠ جم منها لكل نبات . وتعد الطريقة الأولى أكثر كفاءة فى إحداث الإصابة بالفطر .

ويمكن إضافة الملقح بعدة طرق ؛ فالخضر التى تزرع فى المشتل أولاً يمكن تلقيحها بسهولة قبل نقلها إلى الحقل الدائم . أما الخضر التى تزرع مباشرة فى الحقل الدائم فإنها تلقح عن طريق البذور ، أو بإضافة الملقح إلى التربة عند زراعة البذور ، وقد ينثر الملقح على سطح التربة بعد خلطه بالحبوب الصغيرة ، ولكنها طريقة قليلة الكفاءة وغير عملية .

وقد يمكن إضافة الملقح عند زراعة البذور وهى محمولة فى سوائل ، ولكن هذه الطريقة لم تُطور بعد .

ويتطلب نجاح التلقيح عدم وجود أية منافسة من الكائنات الدقيقة الأخرى على جذور النباتات - فى التربة المحيطة بالجذور rhizosphere soil - بعد التلقيح بالفطر ، مع عدم وجود آثار متبقية للمبيدات التى سبق استخدامها فى التربة .

إن فطريات الـ VAM لا تعيش إلا لفترات قصيرة عند تخزينها أو نقلها من مكان إلى آخر . ويمكن زيادة قدرتها التخزينية بالتجفيد ، ولكن ذلك قد يقلل كثيراً من قدرتها على تكوين علاقة بيولوجية مع النباتات .

كما أنه من الضروري إعادة زراعة فطريات الـ VAM - مع النباتات - فى أصص لتجديد المزارع .

ومقارنة بالنباتات المعمرة . . فإن محاصيل الخضر - وهى محاصيل قصيرة العمر - قد لا يناسبها العدوى بفطريات الـ VAM - لأسباب اقتصادية - باستثناء الحالات التى تسجيب فيها الخضر كثيرا للعدوى بالـ VAM (عن Miller ١٩٦٨) .

العوامل المؤثرة فى قدرة فطريات الميكوريزا على الاتصال بيولوجيا بالنباتات

تتأثر قدرة فطريات الميكوريزا على الاتصال بيولوجيا بالنباتات بالعوامل التالية :

١ - النوع النباتى . . حيث تفشل بعض الخضر - مثل الصليبيات والرمرايات - فى تكوين علاقة بيولوجية مع فطريات الـ VAM . ويبدو أن النباتات ذات الجذور القليلة السميكة غير المتفرعة - كما فى البصل والموالح - تكون أكثر اعتماداً على فطريات الميكوريزا من النباتات ذات الجذور الكثيرة الدقيقة والشعيرات الجذرية الطويلة .

٢ - الصنف . . حيث يدل عديد من الدراسات على وجود تباينات كثيرة بين أصناف النوع الواحد فى قدرتها على تكوين علاقات وثيقة مع فطريات الميكوريزا . ويعتد ذلك نوعاً من التفضيل preference بين العوائل والفطر ، وليس تخصصاً specialization لفطريات معينة على عوائل معينة .

٣ - التباينات بين أنواع وسلالات فطريات الميكوريزا من حيث كفاءتها فى تكوين علاقة تبادل منفعة قوية مع النباتات .

٤ - خصوبة التربة والتسميد :

يؤدى توفير الفوسفور للنباتات - سواء أكان ذلك عن طريق التربة ، أم عن طريق السمات الخضرية - إلى إضعاف العلاقة البيولوجية بينها وبين فطريات الميكوريزا .

كما يؤدى التسميد الأزوتى الجيد - كذلك - إلى إضعاف نمو وتجرثم فطريات الميكوريزا .

وتقل كفاءة فطريات الـ VAM فى تكوين علاقة تبادل منفعة مع النباتات فى الأراضى الخصبة بصورة عامة ، كما فى معظم الأراضى الزراعية .

٥ - درجة الحرارة :

تزداد قدرة فطريات الـ VAM على تكوين علاقة تبادل المنفعة - مع النباتات - مع ارتفاع درجة الحرارة إلى ٣٠ م° .

٦ - شدة الإضاءة :

تزداد صلة تبادل المنفعة (بين فطريات الـ VAM والنباتات) قوةً مع زيادة شدة الإضاءة ؛ حيث يزداد معدل البناء الضوئى اللازم لمواجهة احتياجات الفطر من الغذاء المجهز .

وقد وجد أن تكوين الفاصوليا لعلاقات تبادل المنفعة مع كل من فطريات الميكوريزا وبكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى معاً - مقارنة بالتعايش مع بكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى فقط - أدى إلى زيادة فى كلٍّ من النمو ، وتكوين العقد الجذرية ، ومعدل تثبيت آزوت الهواء الجوى ، ومحتوى العقد والنباتات من كلٍّ من الـ leghemoglobin ، والفوسفور ، والبروتين الكلى . كما حُصِّلَ على نتائج مماثلة لتلك النتائج فى اللوبيا .

هذا .. إلا أنه لم تتحقق تلك الاستفادة من تواجد فطريات الميكوريزا وبكتيريا الرايزوبيوم - معاً - إلا عندما كانت الإضاءة قوية ؛ حيث تمكنت النباتات البقولية من الارتفاع بمعدلات البناء الضوئى لمواجهة احتياجات كلا الكائنين المتعايشين معا تعاونيا (عن Miller وآخرين ١٩٨٦) .

٧ - النشاط البكتيرى فى محيط الجذور :

قام Schreiner & Koide (١٩٩٣) بدراسة العلاقة بين البكتيريا التى تعيش فى محيط الجذور واستجابة النباتات للميكوريزا ؛ وذلك بمعاملة نباتات الخس بالاستربتومايسين . وقد أدت المعاملة إلى تقليل استجابة النباتات للفطر *Glomus etunicatum* - الذى أصابها - والتى ظهرت فى صورة انخفاض فى الوزن الجاف

للنباتات ، ولكن هذا التأثير لمعامله الاستربتومايسين لم يكن له علاقة بقدرة فطر الميكوريزا على إصابة جذور النباتات أو تركيز الفوسفور أو النيتروجين بها .

ويستفاد مما تقدم أن معاملة الاستربتومايسين قللت استفادة النباتات من الإصابة بالميكوريزا دون أن تؤثر في امتصاصها للفوسفور ؛ مما يعنى أن البكتيريا التى تعيش فى محيط الجذور قادرة على التأثير فى استجابة النباتات للميكوريزا .

وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة

مقدمة

تتعرض نباتات الخضر أثناء نموها لعدد من الظروف الجوية التي لا تناسبها ؛ فتؤثر على المحصول كما ونوعاً ، وقد تؤدي إلى موت النباتات . ومن هذه الظروف ما يلي :

- ١ - درجة حرارة التجمد (الصقيع) .
- ٢ - درجة الحرارة المنخفضة (الأعلى من درجة حرارة التجمد) .
- ٣ - درجات الحرارة المرتفعة .
- ٤ - الرياح سواء أكانت باردة ، أم حارة جافة ، أم محملة بالرمال والأتربة .
- ٥ - الأمطار (تؤدي رخاات المطر - على سبيل المثال - إلى زيادة فرصة إصابة ثمار الطماطم بالتشقق) .
- ٦ - أشعة الشمس القوية .
- ٧ - البرد .

هذا . . وتتعدد الوسائل المتبعة في حماية نباتات الخضر من الظروف الجوية غير المناسبة ، وتستخدم كل منها في ظروف معينة للحماية من عوامل جوية معينة . ولا توجد وسيلة واحدة يمكن بها حماية نباتات الخضر من جميع العوامل الجوية غير المناسبة سوى الزراعات المحمية في الصوبات الزجاجية أو البلاستيكية المزودة بوسائل التبريد والتدفئة .

ونقدم - فيما يلى - عرضاً لأهم الطرق المستخدمة فى حماية نباتات الخضر من الظروف الجوية غير المناسبة .

اختيار الموقع المناسب والطريقة المناسبة للزراعة

من المنطقى أن نفكر أولاً فى موقع الزراعة ، وهل يناسب إنتاج الخضر المزمع زراعتها أم لا يناسبها . . فيجب أن نكيف البرنامج الإنتاجى من حيث اختيار موقع الزراعة ومحاصيل الخضر المنتجة بما يتناسب والظروف البيئية السائدة بالموقع كالتالى :

١ - فى المناطق الجبلية تفضل الزراعة فى المنحدرات الجنوبية والجنوبية الشرقية ؛ حيث يصل إليها الدفء مبكراً فى الربيع ، بالمقارنة بالمنحدرات الشمالية ، أو الشمالية الغربية .

٢ - كذلك تفضل زراعة الخضر الصيفية شتاءً فى الميول الجنوبية والجنوبية الشرقية لخطوط الزراعة لنفس السبب ، لكن يلاحظ أن الزراعات المتأخرة شتاءً بهذه الطريقة فى محصول كالخس تؤدي إلى زيادة نسبة الإزهار المبكر فى نباتات الريشة (ميل الخط) الجنوبية ، عنه فى نباتات الريشة الشمالية .

٣ - إقامة الخنادق ، والزراعة على المنحدر الجنوبي كما يتبع فى زراعة البطيخ البعلى فى بعض المناطق .

٤ - زراعة الخضر الحساسة للصقيع قريباً من البحيرات والبحار والمحيطات . وترجع الحماية من الصقيع فى هذه المناطق إلى ارتفاع الحرارة النوعية للماء ، بالمقارنة بالتربة ؛ حيث يكتسب الماء الحرارة ويفقدها ببطء . كما تصل الحرارة فى الماء إلى أعماق أكبر من تلك الأعماق التى تصل إليها الحرارة فى التربة . كما تؤدي حركة الماء إلى زيادة انتقال الحرارة فيه ؛ وعليه . . تصبح كميات الماء الضخمة المجاورة لمزارع الخضر بمثابة مخازن ضخمة للحرارة فى الخريف ، وللبرودة فى الربيع ؛ مما يتسبب فى تلطيف درجة حرارة الجو (عن Janick ١٩٧٩) .

زراعة الأسوجة حول مزارع الخضر

تقام الأسوجة - أساساً - بغرض منع دخول الحيوانات والأفراد غير المرغوبين إلى المزرعة . ويمكن أن يتحقق هذا الغرض بسياج من القوائم الحديدية والأسلاك الشائكة ، ولكن زراعة نباتات شائكة - خاصة حول مزارع الخضر الصغيرة - يمكن أن يوفر هذا النوع من الحماية ، بالإضافة إلى حماية الخضر المزروعة من الرياح .

وتفضل الأسوجة على مصدات الرياح في مزارع الخضر الصغيرة ؛ لأنها تعمل كأسوجة ومصدات رياح في آن واحد . فتموها يكون كثيفاً ، ويكون نمو الخضر قريباً من سطح الأرض ؛ فلا يحتاج الأمر إلى أشجار عالية للوقاية من الرياح . وتزيد المساحة الصغيرة للمزرعة من كفاءة عمل الأسوجة ، بينما لا تصلح مصدات الرياح في مزارع الخضر الصغيرة ؛ لأن وجودها يتطلب ترك حزام بعرض ٨ - ١٠ م حول المزرعة بدون زراعة .

ومن أكثر النباتات استخداماً كأسوجة ما يلي :

- ١ - الهيماتوكسيلون *Haematoxylon Campechianum* ، أو البقم .
 - ٢ - السيزالبينيا *Cesalpinia sepiaria* ، أو السنط الإفرنجي .
 - ٣ - دايكروستاكس نيوتانز *Dickrostachys nutans* .
 - ٤ - إنجادولسيس *Inga dulcis* .
 - ٥ - أبريا كافرا *Aberia kaffra* .
 - ٦ - ورد الشبيط *Rosa bractiata* . . يتكاثر بالعقلة .
 - ٧ - التين الشوكي . . يتكاثر بالألواح .
- تتكاثر الأنواع الخمسة الأولى بالبذور ، التي يفضل زراعتها خلال شهر مارس . تكون الزراعة في أكياس بلاستيكية مثقبة بمعدل ٤ - ٥ بذور لكل كيس بلاستيكي ، على أن تخف على نبات واحد بعد الإنبات . وتغرس الشتلات في المكان المستديم بعد

أن يبلغ طولها حوالى ٥٠ سم ، ويكون غرس النباتات على مسافة ٣٠ - ٥٠ سم من بعضها .

يتم قطع النموات القمية للنباتات بعد أن تصل إلى الارتفاع المطلوب ؛ بهدف تحفيز النمو الجانبي ؛ حتى تتداخل الشجيرات وتشابك أفرعها . ويعمل التقليم السنوى للشجيرات على زيادة تداخلها وتشابكها .

إقامة مصدات الرياح

تقام مصدات الرياح فى الجهتين الشمالية والغربية من مزرعة الخضر بهدف الحماية من الرياح ، سواء أكانت باردة ، أم حارة جافة ، أم محملة بالرمال والأتربة .

وفى المزارع الكبيرة تفضل زراعة الأشجار الخشبية كمصدات للرياح . ومن أهم الأشجار التى تستخدم لهذا الغرض ما يلى :

١ - الكازوارينا *Casuarina* spp. .

٢ - الأثل (العبل) *Tamarix articulata* .

٣ - الكافور بأنواعه *Eucalyptus* spp. .

٤ - السرو *Oupressus* spp. .

٥ - الميلالوكا *Melaluca orififolia* .

ومن أهم الشروط التى يجب توافرها فى أشجار مصدات الرياح ما يلى :

- ١ - أن تكون مستديمة الخضرة ، كثيرة التفريع .
- ٢ - أن تكون سريعة النمو ، تنمو لارتفاعات كبيرة .
- ٣ - أن يكون خشبها متيناً يتحمل الرياح الشديدة .
- ٤ - ألا تكون مصدراً للإصابات المرضية والحشرية .

تزرع بذور مصدات الرياح فى الربيع فى أوعية مناسبة ، ثم تفرد فى أصص صغيرة إلى متوسطة الحجم (نمر ١٠) ، تبقى بها لمدة ٦ - ٨ شهور ، إلى أن تنقل إلى المكان المستديم .

يكون غرس الأشجار فى الجهتين الشمالية والغربية ، فى صف واحد أو صفين حسب شدة الرياح التى تتعرض لها المنطقة . وتكون الزراعة على مسافة ١,٥ - ٢ م بين النباتات فى الصف الواحد ، و ٢ - ٣ م بين الصفين . وتترك - عادة - مسافة ٨ - ١٠ أمتار بين صف الأشجار الداخلى وبداية زراعات الخضر (عن عبد العال ١٩٧٧) .

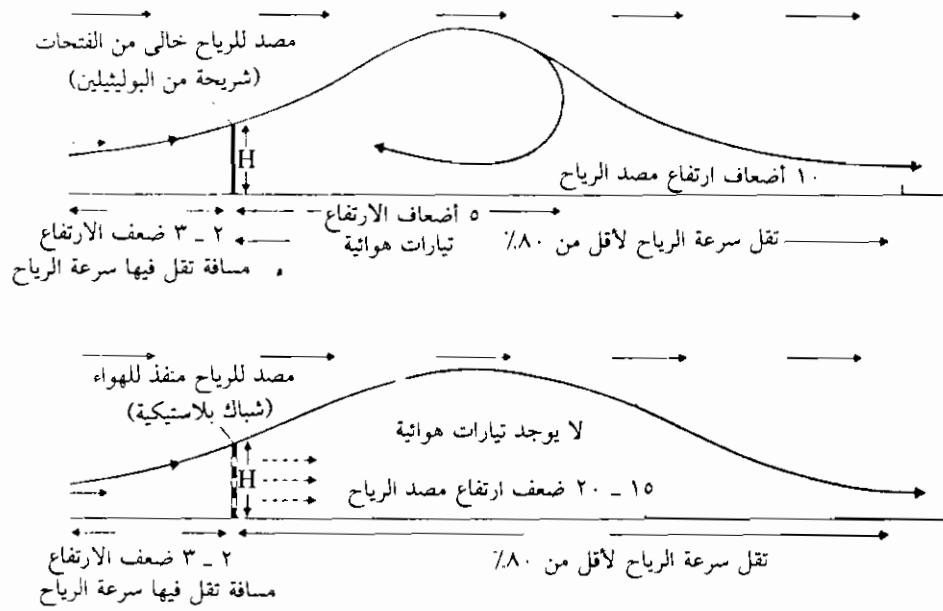
والى جانب مصدات الرياح من الأشجار فى المزارع الكبيرة ، فإن المزارع الصغيرة يمكن أن تزرع فيها مصدات رياح من نباتات أقل ارتفاعاً ، ولكنها تنمو إلى مستوى أعلى من مستوى الخضر . وأكثر النباتات استعمالاً لهذا الغرض عباد الشمس . كما يمكن استخدام الشعير ، والفول الرومى ، والذرة ، والسيبان . وفى جميع الحالات يجب توقيت زراعة المحصول ونباتات مصدات الرياح ؛ بحيث يكون النبات المستخدم كمصد للرياح قد نما إلى ارتفاع مناسب أعلى من مستوى الخضر قبل حلول الجو البارد .

كذلك يمكن « التزريب » بحطب الذرة كل خطين ، أو بحصر البوص كل ٤ - ٥ خطوط . ويحتاج التزريب الجيد للفدان الواحد بحطب الذرة إلى نحو ٤٠ عاملاً ؛ وهى عملية مكلفة ، لكنها تفيد فى حماية النباتات بصورة جيدة فى الجو البارد .

وقد اهتمت بعض الشركات إلى إنتاج شبك بلاستيكية خاصة ؛ وذلك لاستخدامها كمصدات الرياح فى المزارع الصغيرة بغرض خفض سرعة الهواء - وليس وقف الرياح تماماً - لأن الشبكات الخالية تماماً من المسام تحدث تيارات هوائية خلفها ؛ الأمر - كما - فى ماضى لأضرار . ولهذا السبب يفضل استخدام شبك منفذة للهواء بنسبة ٩٠ - ٩٥ ٪ . تثبت الشباك فى خطوط متوازية تبعد عن بعضها

البعض بنحو عشرة أضعاف ارتفاعها . كما تجب مراعاة نسبة ١٢ : ١ على الأقل بين طول خط الشباك وارتفاعها لزيادة كفاءتها .

وتتميز بعض أنواع الشباك بأنها معاملة بمواد تزيد من مقاومتها للأشعة فوق البنفسجية ، وتزيد فترة استخدامها إلى ٥ سنوات على الأقل . ومن الطبيعي أن شباك البوليثيلين تفيد في الحالات التي لا توفر فيها مصدات الرياح النباتية ، كما أنها لا تنافس النبات على الماء أو الغذاء (كتالوج شركة Tildent) .



شكل (٩ - ١) : تأثير مصدات الرياح المنفذة للهواء وغير المنفذة للهواء على تحركات الهواء (عن George ١٩٨٥) .

« التزريب » كوسيلة لحماية المشاتل من البرودة والحرارة

يعتبر « التزريب » من الوسائل التقليدية الشائعة لحماية المشاتل من البرودة والحرارة .

_____ وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة _____

وللحماية من البرودة يثبت «زرب» من الناحيتين الشمالية والغربية بارتفاع ٢م حول المشتل ، ثم تُقام زُرب مائلة أقل ارتفاعاً على بتون الأحواض .

وللحماية من الحرارة المرتفعة فى الأشهر الحارة تثبت «زرب» مائلة من الناحيتين الجنوبية والشرقية على بتون الأحواض ، أو يغطى المشتل بحصر البردى التى تقام على ارتفاع ٧٠ - ١٠٠ سم من الأرض ، على أن تزال الحصر قبل الشتل بنحو ١٠ - ١٢ يوماً (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة ، ١٩٧٣) .

وقد يستعمل جريد النخيل على جانبي الأحواض من الجهتين الشرقية والغربية .

الوقاية من الحرارة المنخفضة باستعمال الاغطية النباتية

أغطية النباتات plant protectors عبارة عن أغطية خاصة تصنع من الورق ، وتوضع فوق النباتات وهى صغيرة لحمايتها من الرياح الباردة وسفى الرمال ، كما تؤدي إلى رفع درجة الحرارة قليلا تحت الغطاء ؛ الأمر الذى يعمل على حمايتها من الصقيع الخفيف . ويساعد استعمالها على زيادة المحصول المبكر فى الخضروات ؛ بسبب زراعتها مبكرة عن موعدها الطبيعى .

وتوجد أنواع مختلفة من أغطية حماية النباتات . ففي ولاية فلوريدا الأمريكية يستعمل مزارعو الخيار آلية على شكل حرف V توضع حول بادرات الخيار لحمايتها من الرياح . ويوجد ما يسمى بـ «الخيمة الحارة hot tent» التى تستخدم بكثرة فى مزارع القاوون ؛ حيث توضع فوق الشتلات عقب الشتل مباشرة فى الجو البارد . وتبدأ التهوية فى الحال بعمل قطع طوله ٣ - ٥ سم قرب سطح الأرض من الجانب الذى لا يواجه الرياح (شكل ٩ - ٢) . وبعد أن يصل طول النبات إلى قمة الخيمة يُمزق الغطاء ؛ بحيث تتعرض النباتات لأشعة الشمس ، وتترك الخيمة حول النباتات إلى أن يشد نموها (شكل ٩ - ٣) . ولعملية التهوية هذه أهمية كبيرة ؛ حيث يجب أن يزداد الشق الذى يتم عمله فى الغطاء بصورة تدريجية مع زيادة النبات فى الحجم ؛ لأن ذلك يمنع تراكم الرطوبة ، ولا يعطى فرصة لأن تصبح النباتات بهيمة . (شكل ٩ - ٤) مثارا عاما للحقل قاوون فيه كل نبات مغطى بحبيبة خفيفة

ومن مساوئ استعمال الأغطية النباتية احتمال تعرض النباتات للضرر عندما تأتى فترة من الجو البارد بعد فترة من الجو الدافئ نسبيا . ففى فترة الدفء النسبى قد تصبح النباتات رهيقة وأكثر حساسية للبرودة ، بينما تصبح النباتات غير المغطاة مؤقلمة جيداً قبل حلول الموجة الباردة (Sheldrake & Oyer ١٩٦٨) .



شكل (٩ - ٢) : الخيمة الحارة hot tent . يلاحظ بها فتحة صغيرة للتهوية تكون فى الجانب غير المواجه للرياح .



شكل (٩ - ٣) : الخيمة الحارة hot tent . وقد زيد اتساع فتحة التهوية بها مع كبر النبات فى الحجم .



شكل (٩ - ٤) : منظر عام لحقل قاوون ، به كل نبات مغطى بخيمة حارة .

ويستدل من الدراسات الأولى - التي أجريت على استعمال الأغشية النباتية - على أن الأغشية المصنوعة من الورق المطلى بالشمع wax paper وفرت حماية أكبر من الصقيع عن أغشية البلاستيك الجامد rigid plastic ، ولم يتأثر محصول القارون أو موعد نضجه عند استعمال أى من الغطاءين .

من الأغشية النباتية الحديثة غطاء يحتوى على مجموعة من الأنابيب الدقيقة المملوءة بالماء . ترتفع حرارة هذا الماء بالطاقة الشمسية التى يكتسبها نهارة ، ثم تنطلق منه ليلا لتدقئ الهواء المحيط بالنبات تحت الغطاء .

كذلك تستخدم أوان بلاستيكية معتمدة على نطاق واسع كأغشية نباتية .

وقد قارن Welbaum (١٩٩٣) ثلاثة أنواع من أغشية النباتات hotcaps ؛ هى : أوان بلاستيكية معتمدة سعة ٣,٨ لترًا ، وأغشية من الورق المطلى بالشمع بارتفاع ٢٤ سنتيمترا ، وأغشية تحتوى على أنابيب دقيقة مملوءة بالماء ؛ قارن الباحث بينها من حيث تأثيرها فى نمو نباتات طماطم فى عمر ٤ أسابيع ، ومدى نفاذيتها للضوء . وقد وجد أنها تنفذ ٥٧,٣ % ، و ٦٧,٦ % ، و ٢٨,٩ % - على التوالى - من الإشعاع الشمسى الكلى وقت الظهيرة ، كما تنفذ ٤٤,٧ % ، و ٤٩,٧ % ، و ٤٣,٨ % - على التوالى - من الأشعة النشطة فى عملية البناء الضوئى وقت الظهيرة .

وقد أدت الأنواع المختلفة من أغشية النباتات إلى رفع درجة حرارة التربة والهواء تحت الغطاء عنها خارجه . وكانت الأغشية المحتوية على أنابيب مملوءة بالماء أكثرها كفاءة فى رفع درجة الحرارة ليلا ؛ حيث ارتفعت حرارة التربة والهواء تحت الغطاء بمقدار ٠,٦ و ٠,٧ مئويتين مقارنة بمقاومة الحرارة خارج الغطاء . وأدى استعمال هذا الغطاء - مقارنة بمقاومة الشاهد - إلى تكبير صبح الثمرة الأولى بمقدار ١٠,٧ يومًا ، مقارنة بالتكبير بمقدار ١٧,٧ يومًا عند استعمال النطاء الورقى ، بينما تأخر نضج الثمرة الأولى بمقدار ٥ أيام عند استعمال الآنية البلاستيكية ، التى لم تصلح كغطاء نباتي . ولم تكن مؤثرة فى رفع درجة الحرارة ليلا .

وكانت النباتات أضعف نمواً ، وأقل محصولاً في العنقود الأول تحت جميع الأغشية التي استخدمت في هذه الدراسة .

الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع

يؤدي رش النباتات برذاذ خفيف من الماء عندما تكون درجة الحرارة قريبة من درجة التجمد إلى توفير بعض التدفئة للنباتات ؛ لأن تجمد الماء يصاحبه انطلاق ٨٠ سُعْراً حرارياً لكل جرام من الماء المتجمد . ويكفي ذلك لحماية النباتات من أضرار الصقيع الخفيف .

ولضمان فاعلية هذه الطريقة يجب أن تتحقق الشروط التالية :

- ١ - أن يبدأ الرش بمجرد وصول درجة الحرارة إلى الصفر المئوي ، أو أعلى من ذلك بقليل .
 - ٢ - أن يستمر الرش لحين ذوبان كل الثلج المتجمد على الأسطح النباتية .
 - ٣ - أن تقوم الرشاشات بعمل دورة كاملة - على الأقل - في الدقيقة .
 - ٤ - أن يكون الرش كافياً لتغطية كل الأسطح النباتية ، ولكن بأقل قدر ممكن من ماء الرش ؛ حتى لا تنكسر الأوراق والأفرع النباتية تحت ثقل الثلج المتكون .
 - ٥ - أن يكون الرش تحت ضغط ٣ - ٤ كجم / سم^٢ ؛ لكي يكون في صورة نقاطٍ صغيرة جداً .
 - ٦ - أن يكون الري بمعدل ٢,٥ مم / ساعة للحماية من الصقيع الناشئ عن الإشعاع . أما الصقيع الذي تحمله الرياح wind-borne ، فيلزم للحماية منه أن يكون معدل الري بالرش ١/٢ - ١ سم / ساعة . وعندما تزيد سرعة الرياح عن ١٧ كم / ساعة ، فإن الري بالرش لا يفيد في تجنب أضرار الصقيع ؛ بسبب زيادة التبريد الناشئ عن تبخر الماء في هذه الظروف (Pillsbury ١٩٦٨ ، Minges وآخرون ١٩٧١) .
- هذا . . . ويفيد أيضاً تزويد النظام بغلاية لتسخين الماء قبل إدخاله في أنابيب الرش .

وقد استخدمت طريقة الرش هذه - بنجاح - فى حماية الفراولة وبعض محاصيل الخضر من الصقيع ، وكذلك فى حماية مشاتل الموالح (شكل ٩ - ٥) وبساتينها الجديدة ذات الأشجار الصغيرة من أضرار الحرارة المنخفضة فى ولاية فلوريدا الأمريكية . وتستخدم لذلك رشاشات صغيرة خاصة تسمى "microsprinklers" تقوم برش الماء على هيئة رذاذ بمعدل ٩ مم / ساعة . ويجب الحرص عند اتباع هذه الطريقة مع الأشجار الكبيرة ؛ لأن كمية الثلج التى يمكن أن تتجمد عليها قد تكون أكبر من مقدرة الأفرع على التحمل . وتتميز الموالح - وهى مستديمة الخضرة - عن النباتات المتساقطة الأوراق بأن نمواتها الخضرية تساعد على احتجاز الحرارة المنطلقة نتيجة لتجمد الثلج ؛ حيث تبقى تحت الشجرة (Parsons وآخرون ١٩٨٦) .

وقد أصبحت الرشاشات الصغيرة microsprinklers تستعمل على نطاق واسع لأجل حماية النباتات البستانية من أضرار الصقيع ، إلى جانب استعمالها فى الري . يتراوح ما تُصَرَّفُهُ هذه الرشاشات - عادة - بين ٢٠ لترًا و ١٠٠ لتر / ساعة ، مع تغطيتها لمساحة دائرية يتراوح قطرها بين مترين و ٧,٥ أمتار . ويفيد تشغيل هذه الرشاشات فى ظروف الصقيع - ومع سكون الهواء - فى رفع درجة حرارة الهواء بمقدار درجة واحد إلى درجتين مئويتين (عن Parsons & Wheaton ١٩٨٧) .

يتم تشغيل الرشاشات عندما تنخفض الحرارة إلى درجة واحدة مئوية - أو أعلى من ذلك - إذا كانت درجة الندى dewpoint أقل من - ٣ م . ومع انخفاض الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى يتكون الثلج ؛ مما يؤدي إلى انطلاق طاقة من الماء المتجمد ، وفى الوقت نفسه تشع النباتات حرارة إلى الهواء المحيط بها ، وتفقد حرارة أخرى نتيجة للنتح وتبخر الماء من على أسطحها . ويجب أن تزيد الطاقة المنطلقة الناتجة عند تكوين الثلج عن مجموع الطاقة المفقودة من النباتات بالإشعاع ونتيجة لتبخر الماء منها ؛ ويعنى ذلك ضرورة زيادة كمية المساء التى يجب رشها كلما ازداد انخفاض درجة الحرارة ، وكلما ازدادت سرعة الرياح ؛ كما فى جدول (٩ - ١) .

هذا . . إلا أن الإفراط فى رش الماء لا يكون أمراً مرغوباً فيه ، وخاصة فى



شكل ٩-٥ . الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع . منظر عام لمشتل موانج في ردة فندرية،
لأمريكية أثناء حمايته من موجة صقيع بالرش بالماء .

وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة —————
 جدول (٩ - ١) : معدلات الري بالرش (سم / ساعة) المناسبة للحماية من الصقيع عند اختلاف درجة الحرارة وسرعة الرياح .

الحرارة (°م)	سرعة الرياح (متر / ثانية)					
	٣,٠	٢,٥	٢,٠	١,٥	١,٠	,٥
٢ -	,٣٢	,٣٠	,٢٧	,٢٣	,١٩	,١٤
٣ -	,٤٨	,٤٤	,٤٠	,٣٥	,٢٩	,٢١
٤ -	,٦٤	,٥٩	,٥٣	,٤٧	,٣٩	,٢٩
٥ -	,٨٠	,٧٤	,٦٧	,٥٨	,٤٩	,٣٦
٦ -	,٩٧	,٨٩	,٨٠	,٧٠	,٥٨	,٤٣
٧ -	١,١٣	١,٠٣	,٩٣	,٨٢	,٦٨	,٥٠
٨ -	١,٢٩	١,١٨	١,٠٧	,٩٣	,٧٨	,٥٧

الأراضي القليلة النفاذية للماء ، ومن مساوئه أنه يزيد من تشققات الثمار ، وفقد الأسمدة بالرشح ، وتعرية التربة ، مع زيادة نسبة الإصابة بأعفان الثمار .

وفي معظم الحالات يكفي رش الماء بمعدل ٠,٣ سم / ساعة للحماية من برودة تصل إلى ٤ درجات مئوية تحت الصفر في الهواء الساكن ، تزيد إلى ستيتمتر واحد من الماء / ساعة ؛ للحماية من برودة تصل إلى ٦ درجات مئوية تحت الصفر في هواء تصل سرعته إلى ٢,٥ - ٣,٠ أمتار في الثانية .

ومع ارتفاع درجة الحرارة يجب استمرار الري إلى أن تزيد درجة الندى عن درجة التجمد . وإذا أوقف رش الماء مبكراً عن ذلك فإن الفقد الحراري الناشئ عن تبخر الماء يؤدي إلى خفض درجة حرارة الأنسجة النباتية ؛ مما يؤدي إلى تجمدها .

لقد أفاد رش الماء بهذه الطريقة في حماية نباتات الطماطم والفلفل الصغيرة من الصقيع ، وكذلك حماية نباتات الكرفس ، والبطاطس ، والخرشوف ، وغيرها . كما أفاد رش الماء في حماية نباتات الطماطم والفلفل المثمرة من أضرار الصقيع ، إلا أن الثمار تعرضت لأضرار البرودة من جراء انخفاض درجة الحرارة . كذلك كان الرش

بالماء على درجة عالية من الكفاءة فى حماية نباتات الفراولة من أضرار الصقيع (Hochmuth وآخرون ١٩٩٣) .

استخدام الرغوة فى حماية الخضر من الصقيع

يمكن حماية نباتات الخضر من الصقيع باستخدام رغوة foam خاصة عبارة عن خليط من مادة بروتينية كالجيلاتين ، ومادة ناشرة وأخرى مثبتة stabilizer . تتم المعاملة فى اليوم السابق لتوقع الصقيع ؛ حيث تغطى النباتات تماماً بغطاء من الرغوة . يختفى الغطاء فى خلال ساعات قليلة من ظهور ضوء الشمس فى اليوم التالى ، ولكن يبقى حتى بعد الظهر فى الجو الملبد بالغيوم . كما تتوقف مدة بقاء الرغوة على نسبة الجيلاتين فى المخلوط ؛ فهي تكون حوالى ٤ - ٦ ساعات عندما تكون نسبته ٠,٥٪ بالحجم ، ونحو ١٠ - ١٦ ساعة عندما تكون نسبته ١,٥٪ بالحجم . ومن المركبات المستخدمة تجارياً - كرغوة - المادة التى تباع تجارياً تحت اسم «أجريفوم AgriFoam» .

وطريقة تكوين الرغوة بسيطة للغاية ؛ حيث يدفع الهواء المضغوط من خلال مادة مسامية كالإسفنج ؛ مما يؤدي إلى تكوين فقاعات صغيرة بالحجم المناسب . تحاط هذه الفقاعات فى الحال بغشاء رقيق من المركب المكون للرغوة ، والذي يكون ملائماً للإسفنج . ومع تزايد تكوين الفقاعات ، فإن بعضها يدفع بعضاً لأعلى ، إلى أن تخرج من فوهة الآلة المستخدمة foamer ، ثم إلى السطح النباتى (Bartholic وآخرون ١٩٧٠) .

وباستخدام الرغوة لحماية نباتات القاولون خلال شهر يناير فى ولاية تكساس ، أمكن رفع درجة حرارة الخنلدى التى تنمو فيها النباتات بمقدار ١٢°م ، عنه فى الخنادق غير المعاملة بالرغوة .

وقد كانت الزراعة فى الخنادق أفضل ؛ وذلك لسببين ؛ هما :

- ١ - زيادة فاعلية ومدة بقاء الرغوة .
- ٢ - استعمال كمية أقل من الرغوة لتوفير غطاء كامل حول النباتات .

_____ وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة _____

هذا . . وتعمل الرغوة على عزل النباتات عن الجو الخارجى ، كما توفر لها الطاقة الحرارية التى تصل إليها من التربة (Heilman وآخرون ١٩٧٠) .

استخدام وسائل التدفئة الصناعية للحماية من الصقيع فى الحقول المكشوفة

يشترط لنجاح التدفئة فى الحقول المكشوفة أن تكون التنبؤات الجوية دقيقة . ومن الطرق المتبعة (وتستخدم أساساً فى بساتين الفاكهة) ما يلى :

١ - استعمال المدفئات الغازية .

٢ - إشعال شموع خاصة تصنع من الشمع البترولى ، ويبلغ قطرها نحو ٢٠ سم . تحترق الشمعة الواحدة فى خلال ثمانى ساعات ، وتكفى شمعتان أسفل شجرة موالح لرفع درجة الحرارة حول الشجرة بنحو ٤ درجات مئوية .

وسائل خدمة خاصة للحماية من الصقيع فى الحقول المكشوفة

من وسائل الخدمة الخاصة التى تستخدم للوقاية من الصقيع ما يلى :

١ - يفيد رى الحقل قبل الصقيع مباشرة فى حماية النباتات من الصقيع الخفيف .

٢ - يفيد إطلاق الدخان حول النباتات بواسطة مدخانات خاصة فى تقليل فقد الحرارة من الأرض بالإشعاع ، وبقائها حول النباتات ، بدلا من تسربها إلى الجو الخارجى (Yamaguchi ١٩٨٣) .

٣ - فى حالة نزوح هواء بارد إلى الحقل وبقائه حول النباتات ، يمكن خلطه بهواء دافئ من أعلى ؛ بواسطة مراوح كبيرة تثبت على أعمدة مرتفعة فى أماكن متفرقة فى الحقول التى تتعرض لمثل هذه الأنواع من التحركات الهوائية ، والتى تكون - عادة - قريبة من المنحدرات الجبلية (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .

إنتاج الشتلات فى المراقد المدفأة والمراقد الباردة لحمايتها من الصقيع

المراقد المدفأة Hotbeds عبارة عن منشآت خاصة تزود بوسائل التدفئة ، وتستخدم فى إنتاج الشتلات المبكرة فى الجو الشديد البرودة الذى قد تنخفض فيه درجة الحرارة إلى أقل من درجة التجمد . وعندما لا تكون هذه المراقد مزودة بوسائل التدفئة ، فإنها تسمى «المراقد الباردة Cold frames» .

وعند اختيار موقع المراقد يجب مراعاة الجوانب التالية :

- ١ - أن تكون قريبة من مباني المزرعة ؛ حتى تسهل العناية بها .
- ٢ - أن تكون قريبة من مصدر مياه الرى .
- ٣ - أن تقام بجوار مبنى ، أو خلف أحد خطوط مصدات الرياح ؛ حتى لا تتعرض للتيارات الباردة ، على أن تكون معرضة للشمس أغلب الوقت .
- ٤ - أن تقام فى أرض جيدة الصرف ؛ حتى تسهل تدفئتها .

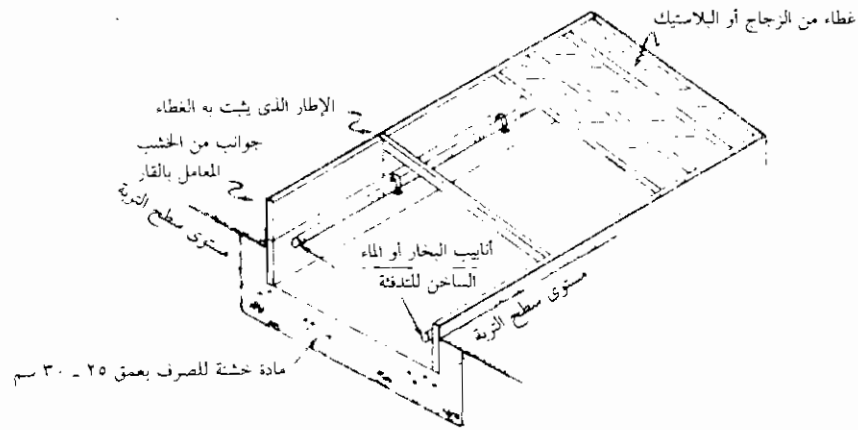
طريقة إنشاء المراقد

يصنع هيكل المراقد من الخشب أو الخرسانة أو الطوب ، ويقام بارتفاع ٤٥ - ٦٠ سم فى الجانب الشمالى ، وبارتفاع ٢٢,٥ - ٤٥ سم فى الجانب الجنوبى ، ويثبت ساند خشبى بعرض المراقد كل ٩٠ سم ليوضع عليه الغطاء . يركب غطاء زجاجى أو بلاستيكى فى إطارات خشبية عادة بعرض ٩٠ سم (وهو عرض المراقد) وبطول ١٨٠ سم . وقد يستعمل غطاء من القماش بدون إطارات ، وهو - عادة - من الموسلين أو قماش قلاع المراكب أو الخيش (شكل ٩ - ٦) .

تدفئة المراقد

تدفأ المراقد بعدد من الطرق ؛ هى كما يلى :

- ١ - التدفئة بالأسمدة الحيوانية الطازجة :



شكل (٩-٦) : المراقد المدفئة Horbeds (عن Boodley ١٩٨١) .

يجب أن تكون الأسمدة المستعملة طازجة تماماً ؛ حيث تخلط بالقش بنسبة ١ : ٢ . يجهز مخلوط السماد والقش قبل الحاجة إليه في المراقد بمدة ١٠ - ١٤ يوماً ؛ حيث يوضع في كومة بارتفاع ١٢٠ سم ، ويعرض ١٢٠ - ١٥٠ سم ، وبأى طول ، مع رشه بقليل من الماء إذا كان جافاً وقت تكويمه . وبعد ٢ - ٣ أيام تقلب الكومة جيداً لضمان تجانس التخمر والتوزيع الحراري في الكومة . وعند التقليب يراعى أن يصبح مركز الكومة قبل التقليب في قمة وجوانب الكومة الجديدة بعد التقليب . ينقل السماد بعد ٢ - ٣ أيام أخرى إلى المراقد .

يوضع السماد أسفل مستوى المراقد في حفرة يختلف عمقها حسب المدة اللازمة لاستمرار التدفئة ؛ فهي تصل إلى عمق يتراوح بين ٦٠ و ٩٠ سم عند الحاجة إلى استمرار التدفئة لمدة ٣ أشهر ، بينما يكفي ٣٠ - ٤٥ سم عند الرغبة في التدفئة لمدة ٣ - ٤ أسابيع فقط . ويجب أن تكون الحفرة المستعملة جيدة الصرف ؛ لأن تراكم الرطوبة بها يوقف التخمر ؛ ومن ثم لا تنطلق الحرارة من السماد .

وعند ملء الحفرة بالسماد ، فإنه يوضع في طبقات بسمك ١٢,٥ - ١٥ سم ،

ويضغط على كل طبقة جيداً ، خاصة عند الحواف . توضع أحياناً طبقة من التربة بسمك ١٠ - ١٥ سم على السماد العضوى لضمان حسن توزيع الحرارة على كل المرقد ، ولتجنب ظهور بقع ساخنة hot spots . ويقل سمك طبقة التراب إلى ٥ سم فى حالة الزراعة فى صناديق خشبية .

ومن الجدير بالذكر أن سرعة التحلل تكون فى السماد العضوى الدافئ الرطب أعلى منها فى السماد البارد الرطب أو الدافئ الجاف .

٢ - التدفئة بالهواء الساخن :

تحمل الحرارة الناتجة من احتراق الخشب أو الفحم أو الغاز أو المازوت من موقد فى أحد طرفى المرقد إلى المدخنة فى الطرف الآخر فى أنابيب . ولطول الأنابيب وحجمها أهمية كبيرة .

٣ - التدفئة بالماء الساخن :

توضع أنابيب حمل الماء أسفل المرقد وعلى جوانبه . ولحجم الأنابيب ومكان الغلاية وانحدار الأرض أهمية خاصة فى هذا النوع من المراقد ، وتنظم درجة الحرارة بالمنظم .

٤ - التدفئة بالكهرباء :

يوضع ملف مقاومة يغطى بالرصاص على سطح التربة ، وأسفلها ، أو على طول الجدر الداخلية للهيكل .

المراقد الباردة واستعمالها

المراقد الباردة هى عبارة عن مراقد عادية ، ولكنها لا تجهز بوسائل التدفئة . ويتم فيها حماية النباتات من الحرارة المنخفضة ؛ وذلك بتغطيتها بالغطاء المناسب . والحرارة التى تصل إليها تستمد - أساساً - من الإشعاع الشمسى ؛ لذلك يجب رفع الغطاء عند دفء الجو فى الصباح حتى حوالى الساعة الثالثة بعد الظهر ؛ حيث يعاد الغطاء قبل برودة الجو لحفظ حرارة الأحواض أطول فترة ممكنة .

تستعمل المراقد الباردة فى الأغراض التالية :

١ - إنتاج الشتلات المبكرة فى الربيع ، خاصة فى المناطق التى لا يكون شتاؤها قارس البرودة .

٢ - أقلمة الشتلات التى تكون قد أنتجت فى الصوبات ، أو فى المراقد المدفأة .

خدمة المراقد المدفأة والباردة

من أهم عمليات الخدمة فى المراقد ما يلى :

١ - الرى : يكون الرى فى الصباح ؛ حتى يمكن أن يجف الرذاذ قبل المساء ، ويفضل الرى برشاشة تركب فى نهاية خرطوم . وتجب زيادة معدلات الرى فى الجانب المرتفع للمرقد ؛ الذى يكون - عادة - أدفاً من الجانب المنخفض .

٢ - التهوية : وهى عملية ضرورية ، خاصة بعد الرى وأثناء الجو البارد ؛ لمنع تراكم الرطوبة تحت الغطاء ، كم أنها ضرورية - أيضاً - عند ارتفاع درجة الحرارة داخل المرقد .

هذا . . وتجهز المراقد المدفأة والباردة الحديثة بوسائل أوتوماتيكية للتهوية تُدار كهربائياً ، وللى بالرداذ (Banadyga & Wells ١٩٦٢ ، و Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

إنتاج الشتلات تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة حمايتها من البرودة

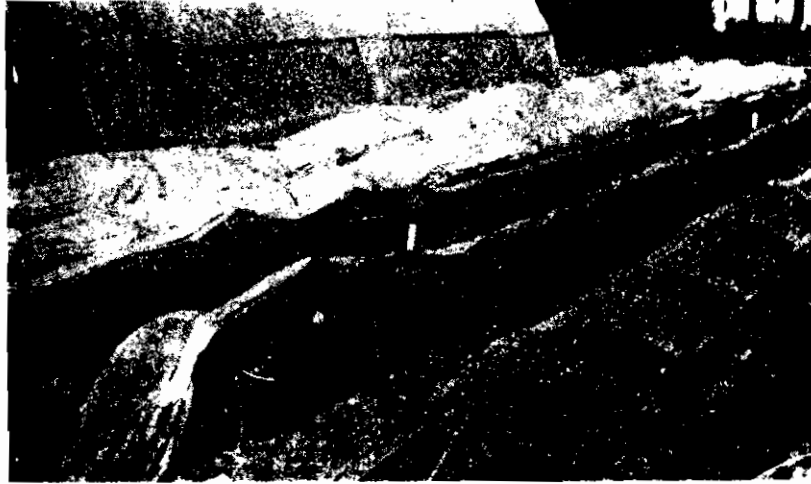
يمكن استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة low plastic tunnels فى إنتاج شتلات العروة الصيفية المبكرة أثناء الجو البارد خلال شهرى ديسمبر ويناير .

تقام أحواض الشتلة بعرض ٩٠ سم ، وطول ٣ - ٤ م ؛ بحيث يكون الطول مع اتجاه الرياح . تزرع الأحواض بالطريقة العادية ، وتروى رى غزيراً ، ثم تقام الأنفاق البلاستيكية فى نفس اليوم . يُشدُّ البلاستيك على أقواس سلكية مجلفنة قطرها ٤ مم ، تثبت فى التربة كل ١,٥ م . تثبت جوانب النفق ونهاياته جيداً بدفن

البلاستيك فى التربة . (تراجع طريقة إنشاء الأنفاق بالتفصيل فى موضع لاحق من هذا الفصل) .

تبدأ تهوية الأنفاق بعد إنبات البذور ، ويكون ذلك - عمادة - بعد نحو ٣ أسابيع فى الجو البارد . تجرى التهوية فى الأيام الدافئة بفتح نهايات الأنفاق وقت الظهيرة . ومع تقدم الشتلة فى العمر تزداد فترات التهوية مع رفع الغطاء من الجوانب - تدريجيا - فى الأيام الدافئة (شكل ٩ - ٧) ، ويراعى رفع الغطاء كليةً قبل الشتل بنحو ١٠ - ١٢ يوماً .

وفى الأراضى الثقيلة لا يحتاج المشتل سوى إلى رية الزراعة . وقد تلزم رية واحدة أخرى على الأكثر .



شكل (٩ - ٧) : تهوية مشاتل الطماطم المزروعة تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

استعمال الأنفاق المنخفضة فى حماية نباتات الخضر من البرودة

الأنفاق البلاستيكية

يفيد استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة low plastic tunnels فى إنتاج محصول مبكر من الخضر ، إما بإنتاج شتلات العروة الصيفية المبكرة أثناء الجو البارد خلال شهرى ديسمبر ويناير كما أسلفنا ، وإما بإنتاج المحصول ذاته بتغطية النباتات بالبلاستيك ابتداء من شهر نوفمبر إلى أن يتحسن الجو فى بداية الربيع . وهى تناسب الإنتاج المبكر لمحاصيل الطماطم ، والفلفل ، والباذنجان ، والخيار ، والقاوون ، والبامية ، والملوخية ، كما تستخدم فى إنتاج الشليك .

وتنتشر الزراعة تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى محافظات : شماء سيناء ، والإسماعيلية ، وبالأراضى الصحراوية المستصلحة بين القاهرة والإسكندرية ، وبدرجة أقل فى بعض المحافظات الأخرى .

وتبدأ الزراعة تحت الأنفاق البلاستيكية اعتبارا من منتصف أكتوبر على النحو التالى :

- ١ - الطماطم : من منتصف أكتوبر إلى آخر ديسمبر ، وتزرع بالشتلات .
- ٢ - القاوون : من أول ديسمبر إلى منتصف يناير ، ويزرع بالبذور أو بالشتلات .
- ٣ - الفلفل : من أول ديسمبر إلى آخر يناير ، ويزرع بالشتلات .
- ٤ - الخيار : من منتصف يناير إلى آخره ، ويزرع بالبذور أو الشتلات .
- ٥ - الفاصوليا : من منتصف يناير إلى آخره ، وتزرع بالبذور (عن حبيب وآخرين ١٩٩٣) .

يتكون هيكل النفق الذى تنمو تحته النباتات من أقواس تثبت فوق مصاطب الزراعة ، ويستند عليها البلاستيك .

أنواع الأقواس التي يستند عليها البلاستيك

تثبت الأنفاق حول أقواس خاصة . وتختلف المواد المستعملة في عمل الأقواس حسب الغرض الذي ستستعمل من أجله الأنفاق ، فقد تصنع من الأسلاك المجلفنة قطر ٤ - ٥ مم ، أو من أنابيب المياه ، أو حديد البناء ، أو من سعف النخيل . ويختلف أيضاً حجم القوس حسب الغرض من الزراعة وحجم النباتات .

١ - الأقواس المصنوعة من الأنابيب المجلفنة :

يتراوح قطر قوس الأنابيب المجلفنة بين ١٨٠ و ٢٠٠ سم ، بينما يبلغ قطر الأنبوب من الداخل ١/٢ بوصة . ويمكن عمل الأقواس بسهولة بثنى أنابيب بطول ٣ م حول قالب خاص قطره ١٨٠ أو ٢٠٠ سم حسب الحاجة . يجهز القالب بدق أنابيب أو قضبان حديدية بطول ٧٥ - ٩٠ سم في أرض صلبة على أبعاد ٣٠ سم من بعضها البعض ؛ على شكل نصف دائرة بالقطر المرغوب . وبعد تحضير الأقواس تعمل فيها فتحات بقطر ٣ مم على بعد ١٥ سم من طرفي كل أنبوب ، وكذلك في وسط القوس . تثبت هذه الأقواس على بعد ٤ أمتار من بعضها البعض فوق خطوط الزراعة (شكل ٩ - ٨) .

٢ - الأقواس المصنوعة من قضبان حديد البناء :

يستخدم في عمل الأقواس المصنوعة من قضبان حديد البناء حديد تسليح قطره ٨ مم ، أو ١٠ مم ، وطوله ٣,٦٥ م . يقوس الحديد على قالب قطره ٢ م . يزود كل قوس بحلقات أو خطافات قصيرة قطر الحلقة منها ٨ سم من نفس مادة القضبان ، وتلحم فيها على بعد ٢٥ - ٣٠ سم من طرفي القوس . وفائدتها هي منع القوس من النزول في التربة أكثر من اللازم ، وربط الخيوط فوق البلاستيك لمنعه من التحرك من مكانه في حالة هبوب رياح قوية . هذا . . ويلزم طلي الحديد قبل الاستعمال لمنع الصدأ .



شكل (٩ - ٨) : أقواس للأنفاق المنخفضة من أنابيب المياه المجلفنة ، مع استعمال أغطية بلاستيكية سوداء للتربة في زراعات الفراولة بالإمارات .

٣ - الأقواس المصنوعة من الأسلاك المجلفنة :

يستخدم في عمل الأقواس سلك مجلفن قطره ٤ - ٥ مم يُشكل على هيئة نصف دائرة بالقطر المرغوب .

مواصفات الغطاء البلاستيكي والأنفاق

يتراوح السمك المفضل لأغطية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة بين ٥٠ و ٨٠ ميكرونًا للاقتصاد في التكاليف ، وخاصة أنه يستعمل لموسم زراعي واحد . ولا تؤدي زيادة

سمك الغشاء المستعمل إلى توفير حماية أفضل للنبات . وبيع البوليثيلين المستعمل في تغطية الأنفاق البلاستيكية بالوزن غالباً على بكرات يتراوح وزنها بين ٣٠ و ٧٥ كيلو جراماً .

ومن المفضل ألا يزيد طول النفق على ٣٠ متراً ؛ حتى لا تزداد صعوبة عملية التهوية . أما العرض ، فيتوقف على المحصول المزروع ، وإن كان من الممكن استعمال أنفاق صغيرة ، حتى مع المحاصيل التي تزرع على خطوط متباعدة ؛ كالقرعيات ؛ وذلك بفتح النفق من الجهة التي لا تأتي منها الرياح بعد زيادة حجم النمو النباتي عن عرض النفق .

ويوضح جدول (٩ - ٢) مواصفات الأغشية البلاستيكية المستخدمة في الأنفاق المختلفة التي تتراوح في عرض قاعدتها بين ٤٠ و ٢٢٠ سم ، ويتراوح ارتفاعها بين ٤٥ و ٨٠ سم . وتخصص الأنفاق الصغيرة فقط لإنتاج المسائل ، أو لحماية النباتات وهي صغيرة ، أما الأنفاق البلاستيكية المنخفضة الكبيرة ، فإن الغرض من استعمالها يكون توفير الحماية للنباتات وهي مكتملة النمو .

جدول (٩ - ٢) : مواصفات الأغشية البلاستيكية المستخدمة في الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

مواصفات الغطاء البلاستيكي المستعمل		مواصفات النفق	
السمك (ميكرون)	العرض (سم)	الارتفاع (سم)	القاعدة (سم)
٣٨ - ٥٠	١٣٠ - ١٥٠	٤٥	٤٠ - ٥٠
٣٨ - ٥٠	١٨٠ - ٢٠٠	٥٥	٨٠ - ٩٠
٥٠ - ٨٠	٢٠٠	٥٥	١٢٠ - ١٣٠
٨٠	٢٥٠	٥٥	١٤٠ - ١٦٠
٨٠	٣٣٠	٨٠	١٨٠ - ٢٢٠

طريقة إقامة الأنفاق

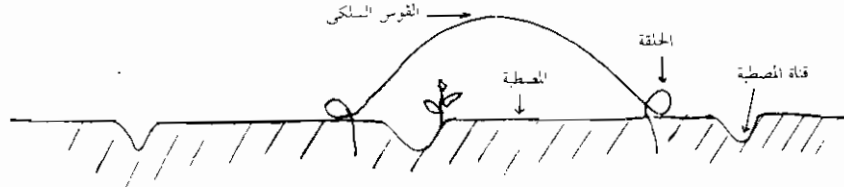
يجب تحضير الأرض للزراعة قبل إقامة الأنفاق وتجهيز الخطوط أو الأحواض اللازمة للزراعة ، كما توضع أنابيب الري بالتنقيط قبل الزراعة في حالة إجراء الري بهذه الطريقة .

كما يجب أن يؤخذ في الحسبان أن يكون النفق في اتجاه الرياح السائدة ، خاصة الرياح القوية ، ويفضل أن تكون في وضع يسمح بتعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس .

وعند بناء الهيكل توضع الأقواس فوق خطوط الزراعة ، ويكون ذلك على بعد ٤ أمتار من بعضها البعض في حالة استعمال أنابيب المياه المجلفنة . تربط الأنابيب بعضها ببعض بثلاثة خطوط من سلك مقاس «كيج» ١٦ . تمر هذه الأسلاك من خلال الفتحات التي صنعت في الأنابيب . وتربط الأسلاك الثلاثة في نهايتي النفق على أوتاد حديدية أو خشبية .

أما الأقواس المصنوعة من قضبان حديد التسليح ، فإنها توضع على بعد ٣ أمتار من بعضها البعض ، وتربط مع بعضها من وسط كل قوس بسلك مقاس «كيج» ١٦ ، ثم يربط هذا السلك في طرفي النفق بأوتاد .

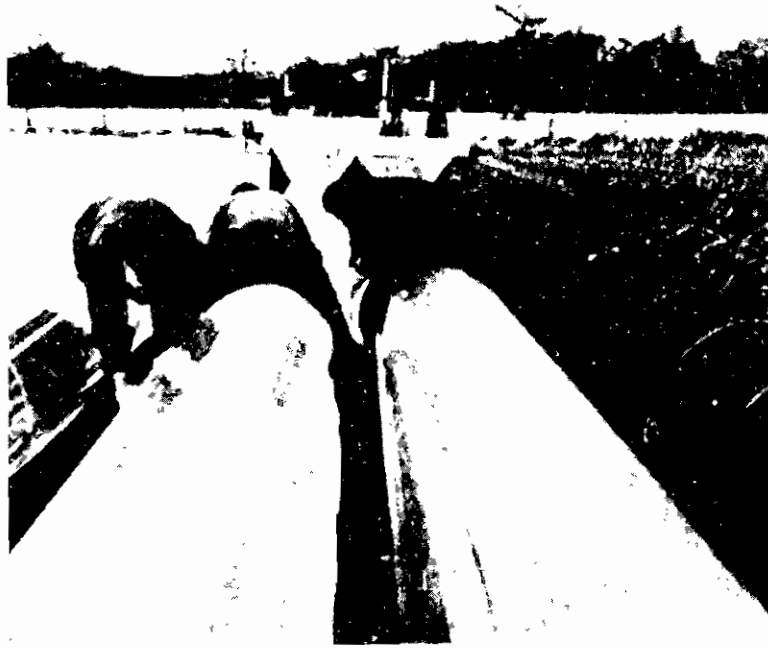
وبالنسبة للأقواس المصنوعة من السلك المجلفن قطر ٤ - ٥ مم ، فإنها تثبت على أبعاد مترين من بعضها البعض ، وقد ترتبط معاً بخيط رفيع (دوبارة) قبل وضع الغطاء البلاستيكي عليها . ويراعى تثبيت سلكين يتعامد كل منهما على الآخر في بداية ونهاية كل نفق . ويلاحظ أن النفق يبلغ عرضه عند القاعدة حوالي ١٠٠ سم ، بينما يبلغ ارتفاعه نحو ٨٠ سم . ويوضح شكل (٩ - ٩) طريقة تثبيت الأقواس على خطوط الزراعة .



شكل (٩ - ٩) : طريقة تثبيت الأقواس السلكية في التربة ، وموقع الأنفاق المنخفضة بالنسبة لمصاطب الزراعة في حالة الري بالغمر . أما عند اتباع طريقة الري بالتنقيط فإن الأقواس تثبت فوق مصاطب الزراعة تماماً .

يفرد الغطاء بعد ذلك يدويا أو آليا (شكل ٩ - ١٠) فوق الأقواس . فى حالة فرد البلاستيك - يدويا - يربط طرف الغطاء البلاستيكى حول وتد عند أحد طرفى النفق ، ثم يفرد البلاستيك - تدريجيا - فوق الأقواس ، ويربط بوترد آخر من الناحية الأخرى للنفق . وقد يكتفى بدفن البلاستيك فى طرفى النفق فى التربة .

يشد البلاستيك على الأقواس بواسطة خيوط تمر متقاطعة بين الأقواس على شكل حلزوني ، وقد تكون متقابلة (شكل ٩ - ١١) ، وتربط فى العيون أو الخطافات أو بأوتاد جانبية ؛ لمنع تحرك أو طيران البلاستيك بفعل الرياح القوية ، ولتسهيل عملية التهوية فى الأيام المشمسـة برفع البلاستيك إلى أعلى ، ويحرك بين الأقواس والخيوط . وقد يوضع قوس سلكى خارجى كل ٨ - ١٠ أمتار لتثبيت البلاستيك بدلا من الخيوط .



شكل (٩ - ١٠) : تغطية الأنفاق المنخفضة بالبلاستيك آليا .



شكل (٩ - ١١) : منظر عام للأنفاق البلاستيكية المنخفضة بعد ربط البلاستيك من أعلى بالخيوط .

المواد اللازمة لإقامة الأنفاق

يبين جدول (٩ - ٣) و (٩ - ٤) كميات المواد التي تلزم لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة على مساحة ١٠٠٠ متر مربع بهياكل من الأنابيب المجلفنة ، أو من حديد التسليح على التوالي .

كما يلزم - عادة - لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة باستخدام أقواس سلكية الكميات التقريبية التالية من المواد التي تستعمل في إنشاء الأنفاق لكل فدان :

- ٣٠٠ كجم من السلك المجلفن سمك ٥ مم ، لعمل الأقواس .
- ١٥٠ كجم من البلاستيك الأسود سمك ٤٠ ميكرونًا ، يستخدم كغطاء للتربة .
- ٣٠٠ كجم من البلاستيك الشفاف سمك ٥٠ - ٦٠ ميكرونًا ، وعرض ٢٢٠ سم ، يستعمل في تغطية الأنفاق .
- ١٠ كجم «دوبارة» لتربيط الأقواس والبلاستيك .
- ١٦٠ وتدا خشبياً لربط نهايات الأنفاق .

جدول (٩ - ٣) : المواد اللازمة لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة بهياكل من الأنابيب المجلفنة على مساحة ١٠٠٠ متر مربع .

المواد اللازمة	العدد	الكمية
أقواس أنابيب بطول ٣ م ، وقطر داخلي ١/٢ بوصة	٣٤٠	١٧٠ أنبوباً طوله ٦ م
غطاء بوليثلين سمك ٨٠ ميكرونًا بطول ١١٢ م ، وعرض ٣,٣ م	٥ لفات	١٣٥ كجم
أسلاك لربط الأقواس ببعضها قياس ١٦	٦ ربطات طول الربطة ٢٦٠ م	١٤٤٥ م
أوتاد من قضبان حديد البناء المستعمل لرؤوس الأنفاق	٤٠	٢٨ كجم
أوتاد من قضبان حديد البناء تستعمل فى جانب الأنفاق	٣٤٠	١٧٠ كجم
تشبيث الخيوط	١٥٠٠ متر	٣,٣ كجم
خيوط بولى بروبيلين .		

جدول (٩ - ٤) : المواد اللازمة لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة بهياكل من حديد التسليح على مساحة ١٠٠٠ متر مربع .

المواد اللازمة	العدد	حديد ٨ مم الكمية (كجم)	حديد ١٠ مم الكمية (كجم)
أقواس بطول ٣٦٥ سم حديد تسليح	٤٨٦	٧٢٩	١٠٥٠
غطاء بوليثلين سمك ٨٠ ميكرونًا			
بطول ١١٢ م ، وعرض ٣,٣ م	٥ لفات	١٣٥	١٣٥
خيوط بولى بروبيلين	١,٥ ربطة	٣,٣	٣,٣
طلاء لمقاومة الصدأ	-	٦,٠	٦,٠

هذا . . مع العلم أن هذه الأنفاق تقام عادة - فى الأراضى الصحراوية - على مسافة ١٧٥ سم من بعضها البعض ، سواء أكانت لزراعة الطماطم ، أم القاوون ، أم البطيخ .

التهوية

تعد تهوية الأنفاق البلاستيكية من أهم عمليات الخدمة الزراعية ؛ فهى تحد من الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة - داخل النفق - نهاراً ، وتحد كثيرا

من ارتفاع الرطوبة النسبية ؛ فتقل - بالتالى - احتمالات الإصابة بالأمراض ، كما تقل ظاهرة تكشف بخار الماء على السطح الداخلى .

كذلك تساعد التهوية - كثيرا - فى عملية تلقيح النباتات داخل الأنفاق . فزهرة الطماطم - مثلاً - بحاجة إلى التعرض لقليل من الاهتزاز - بواسطة الرياح ، أو بطريقة ميكانيكية - حتى يحدث التلقيح بشكل جيد . كما أن الحشرات يمكنها الدخول عند فتح الأنفاق للقيام بعملية التلقيح فى حالة نباتات العائلة القرعية ، وغيرها من المحاصيل الحشرية التلقيح (عبد الهادى ١٩٧٨) .

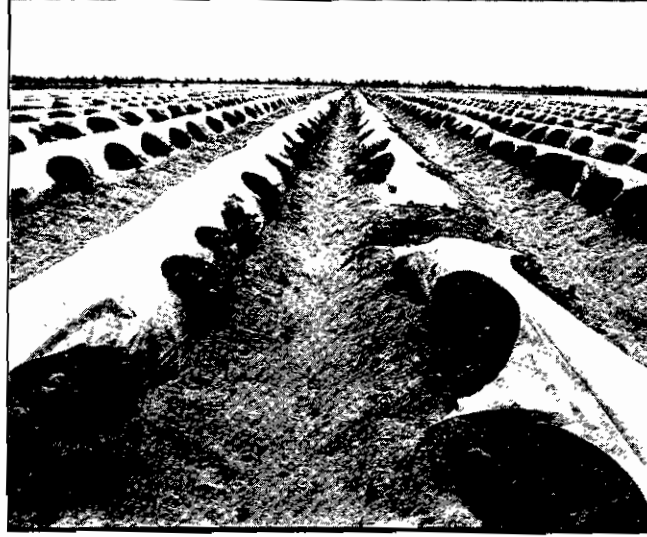
وتفضل تهوية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة بعمل فتحات دائرية الشكل فى البلاستيك على جانب النفق ؛ بحيث تكون متبادلة على الجانبين ، وتبعد بعضها عن بعض بنحو ١,٥ - ٢ م . وتكون هذه الفتحات صغيرة فى البداية ؛ حيث لا يزيد قطرها على ١٠ سم ، ثم يُزاد قطرها - تدريجيا - مع زيادة النمو النباتى ، ومع الارتفاع التدريجى فى درجة الحرارة ، إلى أن يصل قطرها إلى نحو ٥٠ - ٦٠ سم ، وتكون على شكل دوائر غير مكتملة ذات قواعد عند سطح التربة (شكل ٩ - ١٢) .

تحقق هذه الطريقة فى التهوية المزايا التالية :

- ١ - تُسهّل مكافحة الآفات من خلالها ؛
 - ٢ - توفر الجهد اليومى الذى يبذل فى عملية التهوية .
 - ٣ - تقلل كثيرا من احتمالات انهيار الأنفاق لدى تعرضها لرياح قوية .
- هذا .. وتزال الأنفاق تماماً ، وتكشف النباتات عند ارتفاع درجة الحرارة وزوال خطر تعرضها للصقيع .

التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون تحت الأنفاق البلاستيكية

أصبحت التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون أمراً روتينياً فى زراعات الخضر المحمية فى المناطق الباردة التى تظل فيها الصوبات محكمة الإغلاق وبدون تهوية - لفترات طويلة - بهدف توفير فى الطاقة اللازمة للتدفئة . فتتحت هذه الظروف سرعان ما يستنفذ غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الصوبة ؛ الأمر الذى يتطلب تعويض القدر المستهلك



شكل (٩ - ١٢) : تهوية أنفاق القاوون بعمل فتحات في البلاستيك .

منه ؛ ل يبقى معدل البناء الضوئي طبيعيا . وقد أوضحت العديد من الدراسات أن معدل البناء الضوئي يزداد عن المعدل الطبيعي ، وأن النباتات تستفيد من استمرار زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في هواء البيت عن النسبة الطبيعية - وهي حوالي ٠,٣٥ ٪ (٣٥٠ جزء في المليون) - حتى حوالي ١,٠ - ١٢,٠ ٪ (١٠٠٠ - ١٢٠٠ جزء في المليون) ، بشرط توفر الإضاءة ودرجة الحرارة المناسبين لعملية البناء الضوئي .

وفي محاولة لتطبيق تقنية التغذية بغاز ثاني أكسيد الكربون على زراعات الأنفاق البلاستيكية تمكن Hartz وآخرون (١٩٩١) من زيادة محصول الخيار والطماطم والكوسة جوهريا بنسب تراوحت بين ٢٠ ٪ و ٣٢ ٪ بضغط غاز ثاني أكسيد الكربون - تحت الأنفاق - من خلال شبكة الري بالتنقيط ، مع المحافظة على استمرار تراوح تركيزه - داخل النفق - بين ٧٠٠ و ١٠٠٠ جزء في المليون خلال ساعات النهار . هذا ولم تتعدّ الزيادة في تكاليف ضخ الغاز ١٠ ٪ من التكلفة الإجمالية السابقة للحصاد .

كيفية الحماية من البرودة والصقيع

تحدث الحماية من البرودة والصقيع لأن التربة تكتسب حرارتها أثناء النهار ، ثم تعيد إشعاع جزء منها في جو النفق أثناء الليل . كما أن درجات الحرارة تكون داخل النفق

أكثر ارتفاعاً منها خارجه ؛ مما يسمح بنمو النباتات بصورة أفضل عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نهاراً .

ويكون فقد الحرارة ليلاً - فى الأنفاق القديمة المغطاة جزئياً بالتربة - أقل منه فى الأنفاق الجديدة الشفافة التى تسمح بنفاذ الإشعاعات الحرارية المنبثة من التربة ليلاً .

هذا . . وتسمح الأغشية البلاستيكية المختلفة بنفاذ نحو ٧٠٪ من الإشعاع الحرارى من التربة والنباتات ليلاً ؛ وعليه . . فإن هذه الأغشية ليست على درجة عالية من الكفاءة فى المحافظة على درجة الحرارة المرتفعة ليلاً .

ونادراً ما تزيد درجة الحرارة ليلاً داخل النفق عنها خارجه بأكثر من ١ - ٢ م° . وترجع معظم الحماية من الصقيع - التى توفرها الأنفاق البلاستيكية - إلى تكثف الرطوبة على السطح الداخلى للغطاء عند انخفاض درجة الحرارة ليلاً ؛ لأن الغشاء المائى المكثف يعمل على خفض الإشعاع الحرارى من داخل النفق ؛ لأنه لا يسمح بنفاذه كالبلستيك (Wells & Loy ١٩٨٥) .

وإلى جانب الحماية من البرودة والصقيع ، فإن الأنفاق البلاستيكية المنخفضة تفيد - أيضاً - فى حماية الخضروات المزروعة تحتها من الرياح والأمطار الغزيرة .

أنفاق الفيبرجلاس

قد تستبدل بالأقواس السلوكية والشرائح البلاستيكية ألواح من البلاستيك المرن الذى يمكن ثنيه بين أوتاد خشبية على شكل نفق يغطى النباتات (شكل ٩ - ١٣) . وتستخدم لذلك شرائح من الفيبرجلاس ذات أسطح متموجة . Corrugated plastic .

ومن أهم مميزات هذا النوع من الأنفاق ما يلى :

- ١ - سهولة تثبيت الغطاء .
 - ٢ - سهولة تنظيف الغطاء وإعادة استخدامه عدة مرات .
 - ٣ - سهولة رفع الغطاء لإجراء عمليات الخدمة (USDA ١٩٧٧) .
- ويعتبر هذا النوع من الأنفاق مناسباً لحداثق الخضار بسولية .



شكل (٩ - ١٣) : أنفاق الشرائح البلاستيكية ذات الأسطح المتموجة Corrugated plastic .

الاتفاق البلاستيكية المنخفضة المدعومة بالهواء

تمكن Jensen & Sheldrake (١٩٦٦) من إنتاج الطماطم - تجريبيا - تحت أنفاق بلاستيكية مدعومة بالهواء المدفأ بواسطة مدافئ خاصة .

ولإقامة مثل هذا النوع من الأنفاق تلزم تغطية التربة أولا بالبلاستيك الأسود سُمكه نحو ٤٠ ميكرونًا ، أو بالبلاستيك الشفاف مع استعمال مبيد حشائش . كما يجب رى الحقل قبل تغطية التربة بالبلاستيك ، وتكفى هذه الريّة لمد النباتات بحاجتها من الرطوبة ؛ لحين إزالة النفق في الأراضي الثقيلة كما في هذه الدراسة .

يشتل المحصول المرغوب في زراعته (الطماطم أو الخيار عادة) ، ثم تغطي النباتات بالبلاستيك ، وتدفن أطرافه في التربة ، ثم يقام النفق بدفع الهواء داخله من أحد الأطراف بمراوح قوية .

ويمكن رفع درجة الحرارة داخل النفق بتشغيل مدفأة أمام المروحة في بداية النفق . كما يستعمل باب منزلق في نهاية النفق للتحكم في سرعة خروج الهواء وفي تنظيم درجة الحرارة . كما يمكن التحكم في درجة الحرارة - أيضاً - بالتحكم في حجم المروحة وفي قوة المدفأة . ويمكن بهذه الطريقة حماية النباتات من حرارة منخفضة تصل إلى - ٤م .

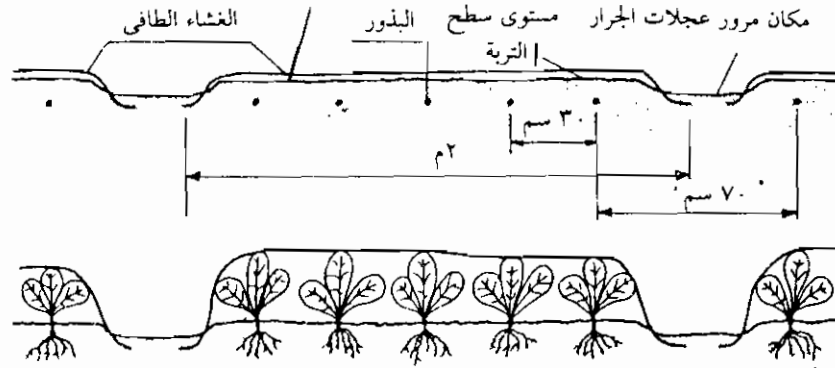
هذا . . ويساعد الهواء المتحرك داخل النفق على تلقيح أزهار الطماطم . ويمكن

جوهريا (Reiners & Nizshe ١٩٩٣) ، وكذلك محصول القاوون المبكر والكلى
(Hemphill & Mansour ١٩٨٦) .

استعمال الاغطية الطافية فى حماية النباتات من الظروف البيئية القاسية

تعريف الاغطية الطافية وأنواعها

الأكوية الطافية Floating row covers عبارة عن شرائح خاصة من البوليستر غير المنسوج Spunbonded polyester والبولى برويلين غير المنسوج spunbonded poly-propylene ، وهى مواد خفيفة وزن نحو ١٤ جم للمتر المربع ، وتستخدم كأغطية توضع على النباتات مباشرة ، دون الحاجة إلى سدادات من الأقواس السلكية . وتثبت هذه الأكوية دون شدّها من جانبي الخط ؛ حتى لا تعوق النمو النباتى (أشكال : ٩ - ١٤ ، ٩ - ١٥ ، ٩ - ١٦) . وتسمح هذه الأكوية بنفاذ الضوء بنسبة ٨٠٪ .



شكل (٩ - ١٤) : طريقة استعمال الأكوية الطافية (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

م تركيب هذه الأكوية يدوياً ، كما يمكن تركيبها آلياً باستعمال آلة تثبيت الأكوية ليد - بك - للتربة plastic mulch ؛ حتى تسمح بترك الغطاء غير مشدود على الخط .

ومن أمثلة هذه الأكوية أجريل بى ١٧ Agryl P17 (إنتاج شركة Sodoca) ، وبيز يوفى ١٧ Base UV17 (إنتاج شركة Neubeyer spa) ، وكلاهما من أكوية البولى



شكل (٩ - ١٥) : استعمال الأغذية الطافية في حقول الكوسة .



شكل (٩ - ١٦) : استعمال الأغذية الطافية في حقول القاوون .

بروبلين المعاملة لتحمل الأشعة فوق البنفسجية . كما يتوفر - كذلك - غطاء الهانوفليز (شركة ايتكو بى . إم . آر .) ، وهو - كذلك - من أغطية البولي بروبيلين المعاملة لتحمل الأشعة فوق البنفسجية .

مزايا الاغطية الطافية

يُنسب إلى الأغطية الطافية عدة مزايا تتركز حول كونها توفر للنباتات بيئة مناسبة للنمو وحماية من بعض الإصابات الحشرية والفيروسية .

فالأغطية الطافية توفر للنباتات حماية من الصقيع تتراوح بين درجة واحدة ودرجتين مئويتين بالنسبة لأغطية البوليستر ، وتتراوح بين درجتين مئويتين وثلاث درجات مئوية بالنسبة لأغطية البولي بروبيلين . ويلاحظ أن جزءاً من النمو الخضرى يكون ملائماً للغطاء ؛ الأمر الذى يعرضه لأضرار الصقيع ، ويزيد من فرصة تكوين نويات البللورات الثلجية فى الأنسجة النباتية التى تتلامس مع الغطاء (عن Wells & Loy ١٩٨٥) .

ونظراً لأن هذه الأغطية تعد منفذة للماء والهواء ؛ لذا . . فإنها تسمح بالرى بالرش ورش النباتات من خلالها . كما تعمل التهوية الجيدة للنباتات على منع خفقان الغطاء بفعل الرياح ، ويمنع تكثف الرطوبة بداخله .

تساهم الأغطية على الإنبات السريع والمتجانس للبذور ، وزيادة المحصول المبكر والكثافة وإطالة موسم النمو ، وحماية النباتات من الحرارة المنخفضة ، كما تحمى النباتات من الطيور وبعض الحشرات . وتوفر هذه الأغطية حماية للنباتات من الرياح القوية ، مال التى تحملها ، وتهيئ جواً مناسباً للنمو النباتى .

وتتوفر الفوائد التى تجنى من استعمال هذه الأغطية - لمحاصيل الخضر - فى المناطق الاستوائية ووقت الاستوائية بما توفره من تظليل جزئى للنباتات ، وحماية من الحشرات (عن Hamada ١٩٩١) .

ومن أهم مزايا استعمال هذه الأغطية - كذلك - حماية النباتات من الإصابات الفيروسية التى تنتقل إليها بواسطة الحشرات ، وخاصة حشرتى المن والذبابة البيضاء كما هى الحال بالنسبة لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى الطماطم ، وفيرس البقعة الاصفرار والتبرقش فى القرعيات .

ومن بين الفيروسات التى أمكن مكافحتها بهذه الوسيلة فيرس موزايك الزوكيتى

الأصفر ، وفيرس موزايك الخيار فى الكوسة ، علما بأن كليهما ينتقل بواسطة حشرة المن (Tomassoli وآخرون ١٩٩٣) .

ولمزيد من التفاصيل عن أهمية هذه الأغشية فى مكافحة الفيروسات التى تنتقل عن طريق الحشرات . . يراجع حسن (١٩٩٧) .

ويستدل من دراسات Hamamoto (١٩٩٢) على أن أغشية البولى بروبيلين غير المنسوج أثرت على النمو النباتى (نباتات السبانخ فى هذه الدراسة) وعلى البيئة النباتية تحت الغطاء - مقارنة بالزراعة المكشوفة - على النحو التالى :

- ١ - قلت حركة الهواء تحت الغطاء .
 - ٢ - ازدادت حرارة الهواء والنبات تحت الغطاء ، وخاصة فى الجو الصحو ، وفى غياب الرياح .
 - ٣ - كانت الحرارة - ليلا - تحت الغطاء أعلى من الحرارة فى الجو الخارجى عند النموات القمية والأوراق القاعدية فقط .
 - ٤ - كان المحتوى الرطوبى للتربة أعلى تحت الغطاء .
 - ٥ - لم يختلف تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون أو الفرق فى ضغط بخار الماء Water Presure Deficit تحت الغطاء عما فى خارجه .
 - ٦ - ازداد انفتاح ثغور نباتات السبانخ تحت الغطاء ، ولكن صافى البناء الضوئى لوحدة المساحة من سطح الورقة كان أقل تحت الغطاء .
 - ٧ - كانت نباتات السبانخ أسرع نموا تحت الغطاء . . ويبدو أن ذلك كان مرتبطاً بالزيادة فى درجة الحرارة - وخاصة أثناء النهار - كما كان مرتبطاً بزيادة رطوبة التربة .
- ومن الدراسات التى أجريت على هذه النوعية من الأغشية يتبين ما يلى :
- ١ - أدى استعمال أغشية البوليستر غير المنسوجة spunbonded polyster إلى زيادة محصول القاوون الصالح للتسويق ومحصوله الكلى إذا قورن بالمحصول الناتج فى حالة استعمال أغشية البوليثلين المثقبة perforated polythylene (Motsenbocker & Bonanno ١٩٨٩) .
 - ٢ - أود استعمال غطاء الأجريل بى ١٧ فى زيادة محصول الكرنب الصينى بنسبة ٤٩٪ (Guttormsen ١٩٩٠) .

٣ - وفر استعمال أغطية البوليستر غير المنسوجة حماية للفلفل من الصقيع لعدة درجات ، وأدى إلى إسرار النضج وزيادة المحصول الكلى مقارنة بالنباتات المكشوفة (Waterer ١٩٩٢) .

٤ - ازداد محصول الطماطم المبكر تحت غطاء من البولى بروبيلين غير المنسوج - مقارنة بمحصول الزراعة المكشوفة - ولكنه لم يختلف عن محصول معاملة الأنفاق المغطاة بشرائح البوليثلين الشفاف ذات الفتحات slitted clear polyethylene (Reiners & Nitzsche ١٩٩٣) .

٥ - ازداد محصول الفلفل الصالح للتسويق ، وانخفضت نسبة إصابة الثمار بلفحة الشمس عند استعمال غطاء للنباتات من البولى بروبيلين ، مقارنة بالمحصول الناتج فى معاملة الشاهد (بدون غطاء) ، أو عند استعمال أنواع مختلفة من أغطية التربة (Roberts & Anderson ١٩٩٤) .

٦ - أعطت نباتات البطيخ أعلى محصول مبكر وأعلى محصول كلى عند زراعتها تحت أغطية البروبيلين (Spunbonded Polypropylene Polyamide Net) ، إذا قورن بالمحصول الناتج عند استخدام أغطية البوليسترين (Soltani وآخرون ١٩٩٥) .

الحماية من البرودة والصقيع بالزراعة فى خنادق مغطاة بالبلاستيك

قام Dainello & Heineman (١٩٨٧) بزراعة الفلفل بالبذور مباشرة فى أواخر فصل الشتاء (فى ولاية تكساس الأمريكية) فى خنادق بعمق ١٢,٥ سم ، وعرض ٧,٥ سم عند القاعدة و ٢٥ سم عند القمة ، بواقع خندقين فى كل مصطبة بعرض ١٩٠ سم ، مع تثبيت خط رى بالتنقيط فى مركز المصطبة تحت سطح التربة على عمق ١٥ سم . وكانت المسافة بين مركزى الخندقين ٥٨ سم . أقيمت الخنادق والمصاطب آليا ، وزرعت البذور معها آليا - كذلك - فى آن واحد ، ثم غطيت - مباشرة - بأغطية البوليثلين .

قارن الباحثان بين استعمالات أغطية متنوعة ؛ كما يلى :

١ - شرائح بلاستيك شفافة بعرض ١٨٠ سم ، وتم تأمين التهوية تحت الشرائح بعمل قطع بطول ٧ سم على شكل حرف X كل ٦٠ سم فوق الخنادق وبامتداد طولها ، عندما ارتفعت درجة الحرارة داخل النفق إلى ٣٧°م لأول مرة . وقد رغبت هذه

وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة ———
الأغطية عندما تلامست مع القمم النامية للنباتات ، وأجرى الخف على نبات واحد
بالجورة .

٢ - شرائح بلاستيك شفافة ذات فتحات slitted بعرض ١٨٠ سم ، مع
ضبط موقعها بحيث يقع صف من الفتحات الطولية فوق كل خندق . رُفِعَ هذا
الغطاء كذلك عندما تلامس مع القمم النامية للنباتات ، وأجرى الخف على نباتٍ
واحدٍ بالجورة .

٣ - شرائح بلاستيكية سوداء بعرض ١٢٠ سم ، مع حرق ثقب فيها بقطر خمسة
سنتيمترات كل ٣٠ سم ، والاستدلال على مواقع الجور من البوادر الأولى للإنبات ،
مع اختيار إحدى البادرات لتنمو خلال كل ثقب .

كانت أفضل المعاملات هي استعمال شرائح البلاستيك ذات الفتحات ، والتي
أعطت ٤٥٪ من المحصول الكلى الصالح للتسويق فى الجمعة الأولى ، كما أدت إلى
زيادة المحصول بمقدار طينين للهكتار ، مقارنة بطريقة الزراعة العادية على مصاطب
وبدون غطاء ، التى أعطت ٢٩٪ فقط من محصولها الصالح للتسويق فى الجمعة
الأولى .

حماية الخضر من أشعة الشمس القوية بالتظليل

يمكن توفير الحماية لنباتات الخضر من أشعة الشمس القوية بعدد من الطرق
كما يلى :

١ - أبسط هذه الطرق هي تغطية الثمار فقط بقش الأرض لحمايتها من لفحة
الشمس ، كما فى البطيخ ، والشمام ، أو تغطية معظم العرش بالقش ، مع التركيز
على الثمار ، كما فى حالة الطماطم . يعيب هذه الطريقة أن تغطية الأوراق
بالقش يحجب عنها الضوء ، ويقلل كثيرا من فاعليتها فى تمثيل الغذاء ، وقد يؤدي إلى
موتها ؛ ولذلك يفضل عدم إجرائها إلا فى المراحل المتقدمة من النمو النباتى ، أو أن
تجرى التغطية قبل غروب الشمس مع نقل القش إلى جانب النباتات كل صباح .

٢ - إنتاج الخضر تحت النخيل الذى يفيد - كذلك - فى حماية النباتات من البرودة
والرياح .

٣ - إنتاج الخضر تحت أنفاق مغطاة بشباك التظليل .

تقام الأنفاق بالاستعانة بهياكل سلكية بنفس الطريقة التي سبق شرحها ، وتغطي بشباك بلاستيكية خاصة ، بدلا من الشرائح البلاستيكية الشفافة . تصنع الشباك من البلاستيك الأسود أو الأخضر ، وتختلف في درجة نفاذيتها للضوء ، والعادة هي استخدام شبك منفذة للضوء بنسبة ٥٠ - ٦٠٪ للحصول على شدة إضاءة تتراوح بين ٤٠٠٠ و ٥٠٠٠ لكس .

وتفيد هذه الطريقة في إنتاج بعض الخضر الحساسة لأشعة الشمس القوية التي تصل - صيفاً - إلى ١٠٠٠٠ - ١٢٠٠٠ لكس في بعض المناطق . هذا .. وتعامل هذه الشباك أثناء تصنيعها بحيث تتحمل الأشعة فوق البنفسجية ، ويمكن أن تبقى بحالة جيدة لمدة ٣ - ٤ سنوات .

٤ - إنتاج الخضر في بيوت (صوبات) المظلات shade houses :

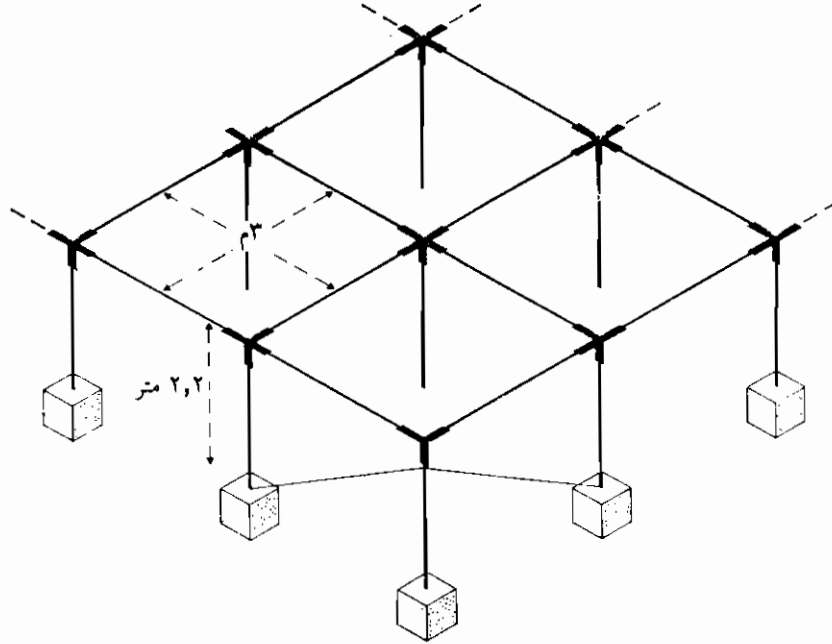
تقام بيوت المظلات على هياكل معدنية ثابتة ؛ مثل أنابيب المياه المجلفنة (شكل ٩ - ١٧) ، ثم يغطي الهيكل بشباك تظليل مائلة لتلك المستعملة في تغطية الأنفاق . توضع الشباك فوق سقف الهيكل وعلى جوانبه ؛ بحيث يكون ارتفاعها من سطح التربة ٣ م .

وقد تكون بيوت المظلات على شكل صوبات خشبية lath houses . يتكون هيكل الصوبة من جوانب رأسية وقمة مسطحة ، وتغطي كل من الجدران والأسقف بسدادات من خشب البغدادلي (شرائح خشبية رفيعة) بعرض نحو ٥ سم . تثبت هذه الشرائح على الأبعاد المناسبة ؛ بحيث تغطي من ثلث إلى ثلثي المسطح الخارجي للبيت حسب الحاجة .

كما يمكن إقامة المظلات بوسائل أقل تكلفة يستخدم فيه الحصى والمواد المتوفرة محليا (شكل ٩ - ١٨) .

٥ - إنتاج الخضر في الأنفاق العالية المغطاة بشباك التظليل :

يتشابه إنتاج الخضر فى الأنفاق العالية المغطاة بشباك التظليل مع إنتاجها فى الصوبات البلاستيكية . وتستخدم فى تغطية الأنفاق شباك بلاستيكية من نفس النوع المستخدم فى تغطية الأنفاق المنخفضة والمظلات .

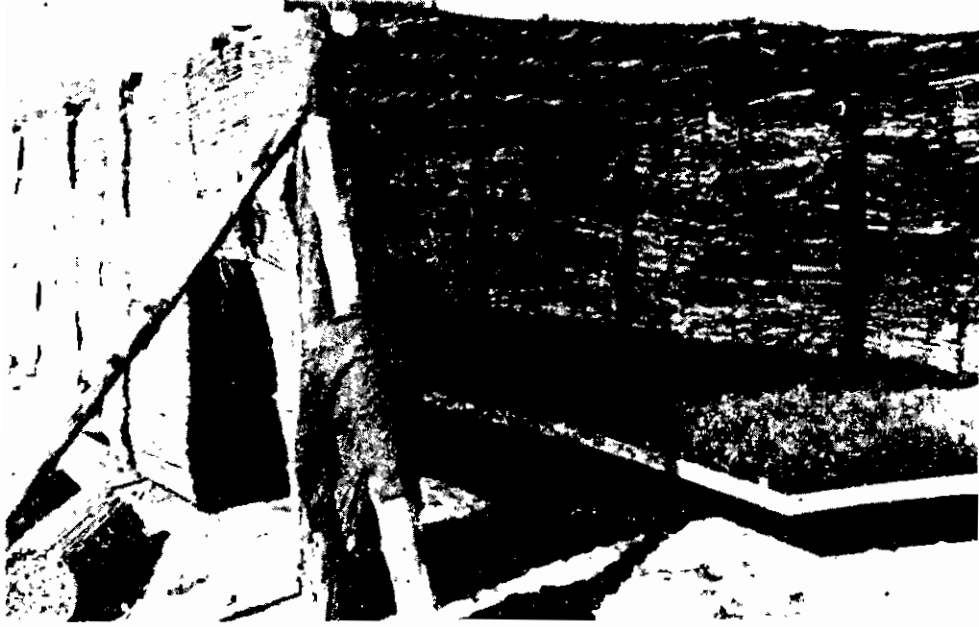


شكل (٩ - ١٧) : طريقة إنشاء مظلة باستخدام هيكل من أنابيب المياه المجلفنة (شركة Fordingbridge Eng. إنجلترا) .

وينسب إلى الشباك البلاستيكية - التى تستخدم فى تغطية الأنفاق المنخفضة والصوبات - أنها تعمل على خفض درجة الحرارة خلال النهار ، وتقلل من فقد الماء بالتتح أو بالتبخر السطحي بنسبة تصل إلى ٦٠٪ .

هذا .. إلا أن التظليل لا يكون - بطبيعة الحال - مجدياً فى كل الظروف ، ولا مع جميع الخضروات . فالمواسم والمناطق التى يسودها جو معتدل لا يفيد فيها التظليل ، كما قد يكون له نتائج سلبية على المحصول .

ففى ولاية فلوريدا الأمريكية لم يُجَدِ التظليل - خلال فصلى الخريف والشتاء - فى زيادة محصول الخس ، فضلاً على أنه أدى - خلال مرحلة تكوين الرؤوس - إلى



شكل (٩ - ١٨) : إنتاج مشاتل الخضر تحت المظلات المغطاة بالخضر والمواد المتوفرة محليا .

ضعف النمو ونقص المحصول ؛ حيث استفادت النباتات في هذه المرحلة من إضاءة بلغت قوتها $800 \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$ (Sanchez وآخرون ١٩٨٩) .

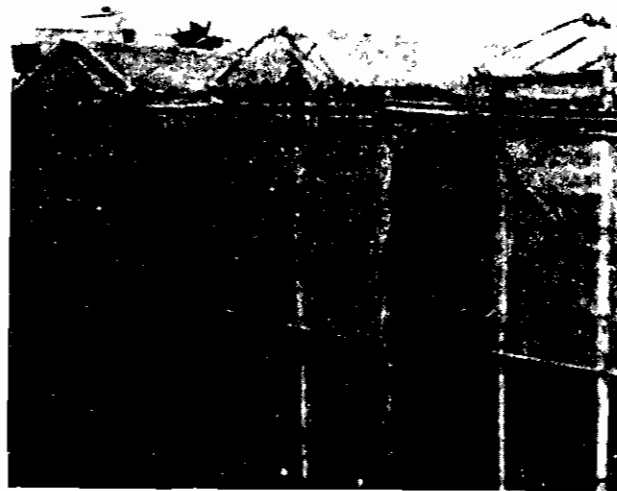
وفي ولاية أوكلاهوما لم يكن لتظليل نباتات الطماطم - بنسبة ٦٣٪ - في ثلاثة مواعيد للشتل بالحقل (من ١٥ مايو إلى ١٥ يولية) - أية تأثيرات ثابتة على محصول الثمار (Russo ١٩٩٣) .

وفي الظروف الاستوائية بولاية هاواي الأمريكية لم يكن للتظليل بدرجات مختلفة (تراوحت بين ٣٠٪ و ٧٣٪) أية تأثيرات إيجابية على محصول خس الرومين ، والمسترد ، والبصل الأخضر ، فضلا على أنه أدى إلى نقص المحصول في بعض الحالات ، بينما كان للتظليل تأثيرات إيجابية على المحصول في حالات أخرى ؛ حيث ازداد محصول بعض أصناف الخس عندما كان التظليل بنسبته ٣٠٪ إلى ٤٧٪ ، وازداد محصول الكرنب والكرنب الصيني في ظروف تظليل بنسبة ٢١٪ إلى ٢٣٪ (Wolff & Coltman ١٩٩٠) .

وأوضحت دراسات El-Abd وآخرين (١٩٩٤) - على الطماطم والخيار في العروة الصيفية بمصر - أن التظليل باستعمال الشباك البلاستيكية التي تعطى تظليلاً بنسبة ٣٥٪ ، أو ٥١٪ ، أو ٦٣٪ أحدث نقصاً في متوسط درجات حرارة الهواء والتربة ، وشدة الإضاءة ، مع زيادة الرطوبة النسبية ، والنمو الخضري (معبراً عنه بأطوال النباتات ومساحة أوراقها) والمحصول ، كما كان ذلك مصاحباً بنقص في عدد الأوراق / نبات وفي معدل النتج .

الحماية من الأمطار بالسواتر البلاستيكية

تستخدم السواتر البلاستيكية plastic shelters في حماية ثمار الطماطم من التشقق عند زراعة الأصناف ذات الثمار الكبيرة في المناطق الغزيرة الأمطار (شكل ٩ - ١٩) (AVRDC ١٩٨٦) . ويتبع هذا النظام - عادة - مع النباتات المرباة رأسياً في الحقول المكشوفة ؛ حيث تغطي خطوط الزراعة من أعلى بسواتر بلاستيكية بعرض حوالي ٨٠ سم ، وقد تتدلى - أو لا تتدلى - رقائق البلاستيك على أحد جانبي خطوط الزراعة ، ويتوقف ذلك على الاتجاه الغالب للرياح في المنطقة .



شكل (٩ - ١٩) : حماية نباتات الخضر المرباة رأسياً في الحقول المكشوفة من الأمطار الغزيرة في المناطق الممطرة باستعمال السواتر البلاستيكية plastic shelters .

وقد كانت السواتر البلاستيكية أفضل وسيلة لمكافحة مرض التبقع البكتيري في الطماطم (الذي تسببه البكتيريا Xanthomonas campestris pv. vesicatoria) ؛ وذلك تحت ظروف الأمطار الغزيرة (Isshiki ١٩٩٤) .

الحصاد

المدة من الزراعة إلى الحصاد

يختلف طور النضج المناسب لحصاد الخضر من محصول لآخر ، كما يختلف في المحصول الواحد حسب بعد الأسواق عن مكان الإنتاج ، ودرجة الحرارة السائدة ، وظروف التخزين ، وذوق المستهلك . وتتأثر تبعاً لذلك الفترة من الزراعة للحصاد ؛ حيث تتراوح بين نحو ثلاثة أسابيع في الفجل وحوالي خمسة أشهر ، كما في البطاطا ، والكراث أبوشوشة . ويوضح جدول (١٠ - ١) عدد الأيام التي تمر - عادة - من الزراعة إلى الحصاد في الأصناف المبكرة والمتأخرة والمتوسطة في موعد النضج من محاصيل الخضر المختلفة .

وتباين الخضر الثمرية بشدة في المدة التي تمر عادة بين عقد الثمار والحصاد ؛ فهي حوالي ٣ - ٧ أيام في الأصناف المختلفة من الكوسة ، و ٧ - ١٠ أيام في الفاصوليا ، بينما تصل إلى ٦٠ - ٨٠ يوماً في أصناف قرع الشتاء ، و ٦٠ - ١١٠ يوماً في أصناف القرع العسلي . ويوضح جدول (١٠ - ٢) عدد الأيام من التلقيح إلى حين وصول الثمار إلى مرحلة النضج الاستهلاكي في الخضر المختلفة (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

مراحل نضج الثمار

تمر الثمار بمرحلتين أساسيتين للنضج ؛ هما : النضج البستاني ، النضج الفسيولوجي .

جدول (١٠ - ١) : عدد الايام من الزراعة إلى الحصاد فى الأصناف المبكرة والمتأخرة والمتوسطة فى موعد النضج فى محاصيل الخضـر .

عدد الايام من الزراعة إلى الحصاد فى الأصناف			
محصول الخضـر	المبكرة	المتأخرة	المتوسطة
الفول الرومى	-	-	١٢٠
فاصوليا العادية القصيرة	٤٨	٦٠	-
فاصوليا العادية الطويلة	٦٢	٦٨	-
فاصوليا الليما القصيرة	٦٥	٧٨	-
فاصوليا الليما الطويلة	٧٨	٨٨	-
البنجر	٥٦	٧٠	-
البروكولى (١)	٥٥	٧٨	-
كرنب بروكسل (١)	٩٠	١٠٠	-
الكرنب	٦٢	١٢٠	-
الكاردون	-	-	١٢٠
الجزر	٥٠	٩٥	-
القنبيط (١)	٥٠	١٢٥	-
السليريك	-	-	١١٠
الكرفس	٩٠	١٢٥	-
السلق السويسرى	٥٠	٦٠	-
الشيكروريا	٦٥	١٥٠	-
الكرنب الصيفى	٧٠	٨٠	-
الكولارد	٧٠	٨٥	-
الذرة السكرية	٦٤	٩٥	-
حب الرشاد	-	-	٤٥
خيار التخليل	٤٨	٥٨	-
خيار السلطة	٦٢	٧٢	-
الداندليون	-	-	٨٥
الباذنجان	٥٠	٨٠	-
الهندباء	٨٥	١٠٠	-
الفيونكيا	-	-	١٠٠
الكيل	-	-	٥٥
(يتبع)			

عدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد في الأصناف			
محبصول الخضر	المبكرة	المتأخرة	المتوسطة
كرنب أبو ركة	٥٠	٦٠	-
اللفت	-	-	١٥٠
الحس ذو الأوراق الدهنية الملمس	٥٥	٧٠	-
الحس الرومين	٧٠	٧٥	-
الحس ذو الرؤوس والأوراق المتقصفة	٧٠	٨٥	-
الحس الورقي	٤٠	٥٠	-
القاوون الكاسابا	-	-	١١٠
القاوون شهد العسل	-	-	١١٠
القاوون الفارسي	-	-	١١٠
القاوون الشبكي	٨٥	٩٥	-
المسترد	٣٥	٥٥	-
السيانخ النيوزيلاندي	-	-	٧٠
البامية	٥٠	٦٠	-
البصل الجاف	٩٠	١٥٠	-
البصل الأخضر	٤٥	٦٠	-
البقدونس	٧٠	٨٠	-
الجزر الأبيض	-	-	١٢٠
البسلة	٦٥	٧٥	-
البسلة التي تؤكل قرونها كاملة	٦٠	٧٠	-
الفلفل الحريف ^(١)	٦٥	٨٠	-
الفلفل الحلو ^(١)	٦٥	٨٠	-
البطاطس	٩٠	١٢٠	-
القرع العسلي	١٠٠	١٢٠	-
الفجل	٢٢	٣٠	-
فجل الشتاء (ذو الحولين)	٥٠	٦٠	-
الروتاباجا	-	-	٩٠
السلفيل	-	-	١٥٠
الموينا	٦٥	٨٥	-
السيانخ	٣٧	٤٥	-

(يتبع)

عدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد في الأصناف

محصول الخضار	المبكرة	المتأخرة	المتوسطة
الكوسة الصيفي	٤٠	٥٠	-
قرع الشتاء	٨٥	١١٠	-
البطاطا	١٢٠	١٥٠	-
الطماطم (١)	٦٠	٩٠	-
اللفت	٤٠	٧٥	-
البطيخ	٧٥	٩٥	-

(١) يلزم وقت إضافي لإنتاج الشتلة .

جدول (١٠ - ٢) : عدد الأيام من التلقيح إلى النضج الاستهلاكي تحت الظروف الجوية الملائمة .

المحصول	المدة باليوم
الفاصوليا	١٠ - ٧
الذرة : للتسويق الطازج	٢٣ - ١٨
للحفظ والتصنيع	٢٧ - ٢١
الخيار : للتخليل	٥ - ٤
للسلاطة	١٨ - ١٥
الباذنجان	٤٠ - ٢٥
القارون	٤٦ - ٤٢
البامية	٦ - ٤
الغفل : النضج الأخضر	٥٥ - ٤٥
النضج الأحمر	٧٠ - ٦٠
القرع العسلي (أصناف مختلفة)	١١٠ - ٦٠
قرع الكوسة : الزوكيني	٤ - ٣ (١)
السكالوب Scallop	٥ - ٤ (١)
ذات الرقبة المتوتة crockneck	٧ - ٦ (١)
قرع الشتاء (أصناف مختلفة)	٩٠ - ٥٥
الطماطم : النضج الأخضر	٤٥ - ٣٥
النضج الأحمر	٦٠ - ٤٥
البطيخ	٤٥ - ٤٢

(١) للثمار التي تزن ١٢٥ - ٢٥٠ جم .

١ - النضج البستاني Horticultural Maturity :

النضج البستاني هو المرحلة التي يكتمل فيها نمو الثمار وتصبح صالحة للجمع ، ويمكنها أن تستمر في القيام بوظائفها بعد الحصاد حتى تكتسب صفاتها الممتازة التي تجعلها صالحة للأكل ، دون الحاجة إلى أن تظل متصلة بالنبات . وتحدث بعد وصول الثمار إلى مرحلة النضج البستاني تغيرات كيميائية يكتمل بها التكوين الكيميائي الداخلي للثمار ، وينشأ عنها اكتساب الثمار لصفاتها التي تجعلها صالحة للأكل . وإذا قطفت الثمار قبل هذه المرحلة ، فلا يمكن أن تتغير داخليا حتى تصبح صالحة للاستهلاك .

ومن أمثلة مرحلة النضج البستاني في محاصيل الخضر طور الثمار الخضراء المكتملة النمو في الطماطم ؛ حيث لا تحمر الثمار إذا قطفت قبل وصولها إلى هذه المرحلة ، والطور المناسب للحصاد في أصناف القارون الشبكي والأملس والكانتالوب ؛ حيث تصبح الثمار صالحة للاستهلاك بعد أيام قليلة من وصولها إلى تلك المرحلة .

٢ - النضج الفسيولوجي Physiological Maturity :

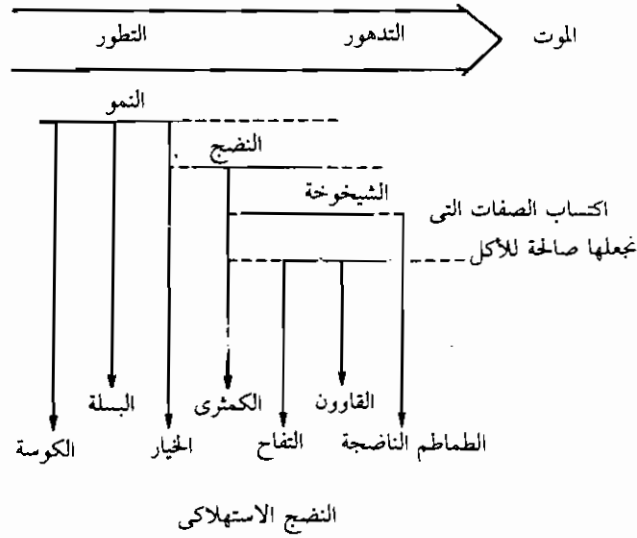
النضج الفسيولوجي هو المرحلة التي يكتمل فيها نضج الثمرة فسيولوجيا ، وترتفع خلالها سرعة التنفس فجأة بحدوث ظاهرة الكلايمكتريك Climacteric ، وتكتمل أثناءها كافة التغيرات الحيوية التي تكتسب الثمار الصفات التي تجعلها صالحة للأكل .

وقد يحدث النضج الفسيولوجي بعد قطف الثمار كما في الحالات التي يكون فيها النضج البستاني قبل وصول الثمار إلى مرحلة النضج الفسيولوجي . وقد يتوافق موعد النضج البستاني مع النضج الفسيولوجي ، كما في ثمار البطيخ وقرع الشتاء والقرع العسلي .

وقد تتفق مرحلة النضج البستاني مع مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك مباشرة ، ويكون ذلك قبل وصول الثمار إلى مرحلة النضج الفسيولوجي بوقت طويل ، كما في الخيار ، والكوسة ، والبامية ، والبقوليات الخضراء ، والفلفل الأخضر ، والباذنجان ، وكذلك محاصيل الخضر التي تزرع لأجل أجزائها النباتية الأخرى غير الثمار .

ويوضح شكل (١٠ - ١) العلاقة بين مراحل النمو والتطور المختلفة في الثمار .

وتحدث - بين مرحلتى النضج البستاني والنضج الفسيولوجي - تغيرات فيزيائية وفسيولوجية ؛ منها :



شكل (١٠ - ١) : العلاقة بين مراحل النمو والتطور المختلفة في الثمار (عن Wills وآخرين ١٩٨١).

- ١ - تتحول المواد البكتينية من صورة غير ذائبة إلى صورة ذائبة .
 - ٢ - يتحلل الكلوروفيل ، وتتكون الصبغات التي تعطي الثمار ألوانها الجذابة .
 - ٣ - تزداد الحلاوة بتحول النشا إلى سكر .
 - ٤ - تكتسب الثمار طعمها المميز لنقص الحموضة وتوازنها مع السكر .
- لكن التغيرات تستمر أيضاً - بعد بلوغ الثمار طور النضج الفسيولوجي ؛ فتزداد ليونة أنسجة الثمرة ، ويفسد طعمها ؛ وبذلك تصبح زائدة النضج overripe .
- وتجدر الإشارة إلى أن كلمتي : « mature ، و ripe » تفيدان - في العربية - معنى النضج ، إلا أن علماء فسيولوجيا ما بعد الحصاد يستعملون المصطلحين لوصف مراحل مختلفة من تطور الثمار . فكلمة "mature" يعني بها : « مرحلة اكتمال النمو ، والتي يمكن عندها حصاد المنتج ؛ بحيث لا تقل نوعيته بعد عمليات التداول (بما فيها عملية الإنضاج إن كانت لازمة) - عن الحد الأدنى المقبول لدى المستهلك ؛ وهي مرحلة النضج البستاني التي سبقت الإشارة إليها » . أما كلمة "ripe" ، فيعني بها : « مرحلة النضج التي يصبح عندها المنتج في أفضل حالاته للاستهلاك » ، وهي مرحلة النضج الفسيولوجي التي أسلفنا بيانها كذلك .

ونجد في كثير من الفاكهة (الموز - مثلاً - حيث تحصد ثماره وهي خضراء) أن مرحلة النضج maturity المناسبة للحصاد تكون قبل فترة طويلة من مرحلة النضج ripening المناسبة للاستهلاك . ولكن نجد في معظم الخضروات أن المنتج يصل إلى مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك في نفس مرحلة صلاحيته للحصاد .

ولمزيد من التفاصيل - حول المصطلحات التي تصف مختلف مراحل نمو ، واكتمال نمو ، ونضج ، وشيخوخة مختلف أنواع المحاصيل البستانية - يراجع Watada وآخرون (١٩٨٤) .

العلامات المميزة لمرحلة النضج المناسبة للحصاد

تؤكل ثمار عديد من الخضروات قبل اكتمال نموها ، كما في الكوسة ، والخيار ، والبامية . وتتوقف صلاحية هذه الثمار للجمع على رغبات المستهلك . فالبعض يفضل الثمار الصغيرة ، والبعض الآخر يفضل الثمار الأكبر .

أما بالنسبة للثمار التي يقترب فيها موعد النضج البستاني من موعد النضج الفسيولوجي ، فهناك عدة عوامل تؤخذ في الحسبان لتحديد مرحلة النضج المناسبة للحصاد كالتالي :

- ١ - عمر الثمار : حيث تكمل الثمار نموها ونضجها بعد عمر معين (جدول ١٠ - ٢) .
- ٢ - لون الثمار : يختفى اللون الأخضر للثمار عند استكمال نموها ، ويبدأ ظهور لون الثمار المميز .
- ٣ - حجم الثمار : يوجد ارتباط بين حجم الثمار وصلاحيتها للحصاد . ويختلف الحجم المناسب باختلاف الأصناف ، لكن يمكن تقديره بالمران والخبرة .
- ٤ - شكل الثمار : تأخذ الثمار أشكالاً خاصة تميزها عند استكمال نموها .
- ٥ - انفصال الثمار : تنفصل ثمرة القاوون عن العنق انفصالاً جزئياً عند بلوغها مرحلة النضج البستاني ، وتكون منطقة الانفصال محيطة تماماً بالعنق عند تمام نضج الثمار .

- ٦ - درجة الصلابة : تلين الثمار مع تقدمها في العمر . ويمكن تحديد صلاحية الثمار للحصاد من درجة ليونتها .
- ٧ - الأصوات التي تحدثها الثمار عند الطرق عليها ، كما في البطيخ .
- ٨ - ظهور الرائحة المميزة ، كما في بعض أصناف الشمام .
- ٩ - صعوبة فصل القشرة ، كما في البطاطا ، والبطاطس .
- ١٠ - الكثافة النوعية ، كما في البطيخ ، والبطاطس .
- ١١ - تكوّن طبقة شمعية على سطح الثمرة (الأديم cuticle) ، كما في الطماطم .
- ١٢ - اكتمال تكوين الشبك على سطح الثمرة ، كما في القاوون الشبكي .
- ١٣ - اندماج الأقراص والرؤوس في القنبيط ، والبروكولي .
- ١٤ - صلابة الرؤوس ، كما في الخس ، والكرنب ، وكرنب بروكسل .
- ١٥ - تكوّن المادة شبه الجيلاتينية بالثمار ، كما في الطماطم (Kader) وآخرون . (١٩٨٥) .

الأمور التي يجب مراعاتها عند الحصاد

يوجد عديد من الأمور التي يجب أخذها - في الحسبان - عند اختيار الموعد المناسب للحصاد وعند إجراء عملية الحصاد للمحافظة على النوعية الجيدة للمنتجات كالتالي :

ما يجب مراعاته عند اختيار موعد الحصاد

أهم ما يجب مراعاته عند اختيار موعد الحصاد ما يلي :

- ١ - مكان التسويق ، والفترة المتوقع مرورها بين الحصاد والتسويق :
- فتجمع - مثلاً - ثمار الطماطم في طور اكتمال النمو وهي ما زالت خضراء إذا أُريد تسويقها في أماكن بعيدة عن أماكن الإنتاج ، بينما تجمع الثمار وهي حمراء إذا أُريد تسويقها في نفس اليوم ، لكن يجب عدم التبكير أكثر من اللازم في حصاد بعض الخضروات - مثل : الطماطم ، والقاوون عند شحنها للأسواق البعيدة - لأن الثمار يجب أن تصل إلى المستهلك وهي في حالة ناضجة .

٢ - درجة الحرارة السائدة :

فتساعد الحرارة المرتفعة على سرعة النضج . ويلزم لذلك الجمع على فترات متقاربة . ومن أكثر الخضروات تأثراً بالحرارة المرتفعة عند الحصاد : الهليون ، والفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، والذرة السكرية .

٣ - وقت الحصاد من اليوم :

فيلزم إجراء الحصاد للخضروات التي تفقد جودتها بسرعة في الصباح الباكر مع حفظها باردة قدر الإمكان ، كما يجب عدم ترك الثمار معرضة للشمس بعد جمعها .

٤ - مرحلة النضج المناسبة للحصاد :

فبعض الخضروات تندهور نوعيتها - كثيراً - لو تأخر حصادها عن الموعد المناسب ولو ليوم واحد ، كما في الفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، والذرة السكرية . وتكون هذه المشكلة واضحة بصفة خاصة في الجو الحار . كما تنحط جودة بعض الخضروات الأخرى ، كالقنبيط ، وتعرض رءوس الخس للإزهار ، وتتفتح رءوس الكرنب في حالة تأخير حصادها .

أما الخضر الجذرية ، فإنها تزداد كثيراً في الحجم إذا تركت دون حصاد بعد وصولها إلى المرحلة المناسبة ، ويؤدي ذلك إلى زيادة المحصول زيادة كبيرة ، لكن مع انخفاض النوعية . وعموماً . . فإن موعد الحصاد قد يمتد إلى عدة أسابيع حسب حاجة السوق ، كما في الجزر والبنجر .

وبعض الخضروات - مثل خيار التخليل ، والفاصوليا الخضراء - تكون نوعيتها أفضل عند حصادها وهي صغيرة ، ولكن المحصول يكون منخفضاً . وفي هذه الحالات يتحدد موعد الحصاد بالنوعية المطلوبة والسعر المعروض لها .

ما يجب مراعاته عند إجراء عملية الحصاد

أهم ما يجب مراعاته عند إجراء عملية الحصاد ما يلي :

١ - منع الأضرار الميكانيكية :

فيلزم منع حدوث الأضرار الميكانيكية كالخدوش والجروح بمنتجات الخضر عند

الحصاد ؛ لأن ذلك يقلل من نوعية المنتجات ، ويجعلها أكثر عرضة للإصابة بالأمراض ، كما يزيد فقد الرطوبة من الأسطح المقطوعة ، ويتحقق ذلك باتباع ما يلي :

أ - استخدام عمال متمرنين ، واستعمال قفازات أثناء الجمع لمنع جرح الثمار بالأظافر .

ب - تجنب جذب الثمار أو نزعها من النبات بقوة أو إسقاطها بعنف من العبوات .
ج - استخدام عبوات جيدة خالية من الزوائد والأسطح الخشنة التي يمكن أن تخدش الثمار .

د - نقل الثمار برفق من عبوات الجمع إلى عبوات الحقل .

هـ - تعبئة الثمار السريعة التلف في عبوات التسويق بعد قطفها مباشرة .

٢ - استبعاد الخضر التالفة :

فتستبعد الثمار المصابة بالأمراض أو الحشرات ، وكذلك المصابة بالعيوب الفسيولوجية .

٣ - ترك جزء من العنق أو الكأس بالثمرة :

يفضل في بعض الخضروات ترك جزء من العنق بالثمرة ؛ لأن ذلك يقيها التلف والجفاف ، فضلا على إعطاء الثمرة شكلا مقبولا ، لكن العنق قد يُحْدِث تلفا في الثمار المجاورة ، كما في الطماطم .

تقسيم الخضر حسب طرق الحصاد المناسبة لها

تقسم الخضر حسب طرق الحصاد المناسبة لها كما يلي :

أولا : الخضر الثمرية :

١ - يكون جمع الخضر الثمرية - التي تحصد عند اكتمال نضجها لأجل التسويق الطازج - يدويا ، ولكن قد تستعمل آلات للمساعدة في عملية الحصاد ؛ مثل آلات التقاط ثمار القاوون ، والسيور المتحركة . . . إلخ .

٢ - يكون جمع الخضر الثمرية - التي تحصد قبل اكتمال نضجها لأجل التسويق

الطازج - يدويا كذلك ، ولكن تحصد الذرة السكرية ، والفاصوليا الخضراء ، والبسلة الخضراء آليا في حالتى الاستهلاك الطازج والتصنيع .

٣ - يحصد خيار التخليل ، وطماطم التصنيع آليا :

ثانياً : الخضر الورقية والساقية والزهرية :

تشتمل هذه المجموعة على عدد كبير من الخضروات ؛ فهى تضم من الخضر الورقية : الخس ، والكرب ، والكربب الصينى ، وكربب بروكسل ، والكرفس ، والسبانخ ، والسلق ، والكيل ، والهندباء ، وغيرها ، ومن الخضر الساقية : الهليون وكربب أبو ركة ، ومن الخضر الزهرية : الخرشوف ، والقنبيط ، والبروكولى .

تُحصد هذه الخضروات - بصفة أساسية - يدويا ، مع استعمال بعض الآلات للمساعدة فى عملية الحصاد ، كما طورت آلات لحصاد الخس ، والكربب ، وكربب بروكسل ، وغيرها ، ولكنها لم تستعمل على نطاق تجارى واسع .

ثالثاً : الخضر الجذرية والدرنية والبصلية :

تضم هذه المجموعة - كذلك - عدداً كبيراً من الخضروات ؛ منها التى تؤكل جذورها (مثل : البنجر ، والجزر ، والفجل ، واللفت ، والبطاطا ، والكاسافا) ، والتى تؤكل درناتها (مثل : البطاطس ، والطرطوفة ، واليام) ، والتى تؤكل أبصالها (مثل البصل والثوم) ، والتى تؤكل كورماتها (مثل القلقاس) .

وتحصد معظم الخضر الجذرية والدرنية - باستثناء البطاطا - آليا على نطاق واسع ، كذلك تحصد الخضر البصلية آليا ، ولكن ينتشر معها الحصاد اليدوى مع استعمال الآلات المساعدة فى عملية الحصاد . ويكون حصاد البطاطا والقلقاس يدويا بعد تفكيك التربة آليا .

حصاد الخضر يدويا

قد يجرى الحصاد يدويا ، وهو الأمر الشائع ، وقد يكون آليا ، وهى الطريقة الآخذة فى الشيوع ، خاصة بالنسبة للخضروات التى تزرع لأغراض التصنيع .

تتوقف الطريقة المتبعة في الحصاد اليدوي على المحصول نفسه ، وعلى الجزء النباتي الذي يزرع من أجله المحصول ؛ فلكل محصول الطريقة المثلى الخاصة به ، ولا يمكن التعميم .

ويتطلب الحصاد اليدوي عمالة كثيرة تشكل - عادة - نسبة كبيرة من تكلفة الإنتاج ، خاصة في الخضر التي تحصد على دفعات ؛ ولهذا . . يعتمد منتجو الخضر - في المناطق التي تقل فيها الأيدي العاملة وتزداد تكاليف الحصاد فيها بدرجة كبيرة - على المستهلك في حصاد ما يلزمه بنفسه (طريقة pick your own) في عبوات يحضرها معه ، أو يزوده بها المزارع . تصلح هذه الطريقة للحصاد بصفة خاصة في بعض الخضروات ؛ مثل : الذرة السكرية ، والطماطم المرباة على دعائم ، والفاصوليا المدادة ، والفراولة . ويجب - عند اتباع هذه الطريقة - توقيت زراعة أجزاء من الحقل ؛ بحيث ينضج المحصول على مدى فترة زمنية طويلة نسبيا ، كما يجب أن يكون الحقل قريبا من مركز تجمع سكانى (Ware & MaCollum ١٩٧٥) .

حصاد الخضر آليا

الأنس التي يقوم عليها عمل آلات الحصاد

تختلف الأنس التي يقوم عليها عمل آلات الحصاد حسب المحصول المزروع ، ومن أنواعها ما يلي :

١ - آلات مصممة على أساس حصاد الحقل مرة واحدة Once-over harvest :

تستخدم هذه الآلات في حصاد الخضروات التي تزرع لأجل التعليب أو التخليل ؛ فتستعمل في حصاد البسلة ، والفاصوليا الخضراء ، والطماطم لأجل التعليب ، والخيار لأجل التخليل . ويتوقف نوع ماكينة الحصاد على المحصول .

ففي البسلة تقطع العروش من قاعدتها ، ثم تفصل القرون عن الأوراق والسيقان . وتسمى الآلة باسم "Viner" .

وفي الفاصوليا تمر أصابع ممتدة من الآلة بداخل العروش ؛ فتتزع القرون منها لتسقط على سير متحرك .

وفي الطماطم والخيار تقطع سيقان النباتات عند سطح التربة ، ثم تنقل النباتات بما

تحملة من ثمار إلى جزء آخر من الآلة ؛ حيث تفصل الثمار عن العروش بالهز ، ثم يُتخلص من الثمار غير الناضجة والزائدة في النضج يدويا .

وعند استخدام هذه الآلات في الحصاد تزداد كثافة الزراعة من ١٠ - ٢٠ ألف نبات في الفدان إلى ٨٠ - ١٠٠ ألف نبات ، مع الاهتمام الزائد بمكافحة الحشائش بالمبيدات ، والاهتمام الزائد بالتسميد والري ، كما تستعمل أصناف ذات نمو خضري مندمج عادة .

٢ - آلات مصممة على أساس الحصاد على عدة مرات Multiple-over harvest :

تستخدم آلات من هذا النوع في حصاد الخس . وتركب الآلة من جزء للتحسس Sensor ذى وحدة تحكم Control unit ، ووحدة تقطيع Cutting assembly ، وعدد من السيور المتحركة recovery belts . يقوم الـ Sensor باختيار الرؤوس الصالحة للتسويق حسب حجم الرأس ومقدار ضغط الهواء الذى يمكن أن تتحملة . فإذا كان حجم الرأس ومقدرته على تحمل ضغط الهواء ضمن المدى المناسب ، فإن جهاز التحسس يقوم بإرسال إشارة إلى جهاز التحكم الذى ينشط جهاز التقطيع والسيور الناقلة ؛ فيقوم جهاز التقطيع بقطع الرأس من قاعدتها ، ثم تنقلها السيور . وقد صمم جهاز للتحسس يستخدم أشعة جاما ، ويرسل بالإشارة عندما تقل شدة الأشعة عن حد معين .

٣ - آلات مصممة لتقليع المحصول من التربة Digger-grader system :

صممت هذه الآلات لحصاد المحاصيل التى تزرع لأجل أعضاء التخزين ، كالدرنات ، والأبصال ، والجذور اللحمية ؛ مثل : الجزر ، والبنجر ، والبطاطا . ولإجراء الحصاد يتم التخلص من النموات الخضرية أولا ، إما بالكيمائيات كما فى البطاطس ، وإما بالقطع كما فى باقى الخضروات . وتشتمل هذه الآلات على سلاح للحفر على شكل حرف V يقوم بتقطيع الجذور من التربة ، ثم تنقل على سيور متحركة ؛ حيث تفرز يدويا (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

التقدم فى الحصاد الآلى للخضروات

شهد النصف الثانى من هذا القرن تقدماً كبيراً فى الحصاد الآلى للخضروات ؛ نتيجة للتعاون الوثيق بين العلماء المتخصصين فى مجالات إنتاج وتربية الخضر والهندسة

الزراعية ؛ لإنتاج أصناف ذات مواصفات خاصة تصلح للحصاد الآلى وتصميم الآلات المناسبة لحصادها ، مع المحافظة على صفات الجودة بها . وقد اتسع نطاق الحصاد الآلى للخضار على المستوى العالمى منذ حوالى عام ١٩٧٥ .

ففى الولايات المتحدة تحصد كل مساحات الطماطم المعدة للتصنيع آليا ، وتقوم الآلة بحصاد نحو ٣ - ٥ أفدنة ، أو نحو ٦٠ - ١٠٠ طن من الثمار يوميا .

وقد استعملت فى البداية أصناف مثل : VF 145-B-7879 ، ثم استخدمت الأصناف الصلبة ذات الثمار المربعة والدائرية الصغيرة ؛ مثل UC82 وما يماثلها . وتطلب الحصاد الآلى أن تكون الزراعة آلية مع زيادة كثافة النباتات من ٢٠ ألف نبات إلى ٥٠ ألف نبات بالفدان بالزراعة المتقاربة ، مع التسميد بالفوسفور تحت البذور مباشرة ، والتحكم فى الري بعناية ، وعدم الري قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع .

أما الحصاد الآلى لطماطم الاستهلاك الطازج ، فإنه آخذ فى الازدياد كذلك بعد أن أنتجت الأصناف المحدودة النمو التى تصلح لذلك . ويتم الحصاد ومعظم الثمار فى طور اكتمال النمو الأخضر .

كذلك تحصد آليا جميع المساحات المزروعة لأغراض التصنيع من كل من الذرة السكرية ، والبسلة ، والفاصوليا الخضراء . وتقوم الآلة بحصاد نحو ٩٠٪ من قرون الفاصوليا بسرعة نحو فدان فى الساعة . أما الفاصوليا الخضراء التى تزرع لأجل الاستهلاك الطازج ، فما زال معظمها يحصد يدويا .

كما أن البطاطس والخضار الجذرية - كالجزر ، والبنجر ، والبطاطا - تحصد آليا بصورة روتينية منذ عهد طويل . وفى حالة الجزر تقوم الآلة بتقليع النباتات من التربة ، وقطع أوراقها بمعدل ٢ - ٣ أفدنة يوميا ، ويعمل عليها رجالان .

وتُحصد بعض حقول الخس آليا بسرعة نحو فدان فى الساعة . وفى الزراعة لأجل الحصاد الآلى تزداد كثافة الزراعة من نحو ١٥ ألف إلى ١٠٠ ألف نبات للفدان ، مع إجراء كل العمليات الزراعية بكفاءة حتى ينضج المحصول فى وقت متقارب . ويحصد القليل من حقول الكرفس آليا .

كما استخدمت الآلات فى حصاد مهاميز الهليون بقطعها من تحت سطح التربة فى أراضي البيت . وفى هذه الحالة يسزرع الهليون بالبذور مباشرة فى

الحقل مع زيادة كثافة الزراعة من نحر ٨ آلاف إلى ٥٠ ألف نبات للفدان (Lorenz ١٩٦٩) .

ولمزيد من التفاصيل عن الحصاد الآلى للخضروات يمكن الرجوع إلى كل من :
Amer. Soc. Hort. Sci. (١٩٦٩) ، و Woodrof (١٩٧٥) ، و Zahara & Johnson (١٩٧٩) .

تأثير الحصاد الآلى على نوعية الخضروات المنتجة لأغراض التصنيع

لا تخلو عمليات الحصاد الآلى من تأثيرات سلبية على نوعية الخضر المنتجة ؛ ولذا لا يشيع كثيرا حصاد حقول الخضر المخصصة للاستهلاك الطازج آليا ؛ لأن المستهلك يتخير أفضلها عند الشراء . أما الخضروات التى تزرع لأجل التصنيع فإنها تُحصد آليا على نطاق واسع ؛ لأن ما تحدثه فيها عملية الحصاد الآلى من أضرار ميكانيكية تختفى عند مرورها بعمليات التصنيع . ولكن قد يبقى - بالرغم من ذلك - تأثيرات سلبية لتلك الأضرار على نوعية المنتجات المصنعة ، وهو ما نتناوله بالشرح فى هذا الجزء بالنسبة لمحاصيل الخضر التالية :

١ - الطماطم :

تتباين الأضرار التى تحدثها عملية الحصاد الآلى لثمار الطماطم ما بين خدوش سطحية بجلد الثمرة ، إلى قطع بالجلد لا ينفذ إلى داخل الثمرة ، إلى تفلقات تمتد إلى مساكين البذور . وتؤدى تلك التفلقات إلى فقد كمية كبيرة من العصير قد تصل إلى ٦٠٪ من وزن الثمار . كما أن هذه الثمار لا تصلح لإنتاج الطماطم المعلبة المقشرة peeled tomatoes ؛ وهى التى يجب ألا تزيد فيها الأضرار الميكانيكية على مجرد الخدوش السطحية . ويزداد معدل حدوث تلك الأضرار مع زيادة سعة المقطورة التى تُجمع وتنقل فيها الثمار (تستعمل مقطورات تصل حولتها إلى ١٢ طنا) ، ومع التأخير فى الحصاد عن مرحلة اكتمال نضج غالبية الثمار ، وعند الحصاد بعد الظهر مقارنة بالحصاد ليلا أو فى الصباح الباكر .

٢ - الخيار :

تؤدى عملية الحصاد الآلى إلى قطع نسبة كبيرة نسبيا (قد تصل إلى ١٢٪) من الثمار ، أو إلى إحداث خدوش بها . ويعكس الطماطم . . فإن نسبة الخدوش تزداد

فى ثمار الخيار عند حصاده - آليا - فى الصباح ، مقارنة بحصاده بعد الظهيرة . كذلك تزداد الخدوش فى الثمار الصغيرة الحجم .

٣ - الذرة السكرية :

إن مجرد حصاد الذرة السكرية آليا يحافظ على نوعية المنتج ؛ وذلك بسبب قصر الفترة التى تستغرقها عملية الحصاد الآلى مقارنة بالحصاد اليدوى ، وعدم الحاجة إلى بقاء المنتج فى الحقل لفترة طويلة بعد الحصاد .

تزداد الأضرار التى تحدث للحبوب التى توجد بقاعدة الكيزان عند ترك ٣ - ٤ سم فقط من أعناقها ، بالرغم من أن ذلك يعنى التخلص من عدد كبير من الأوراق المغلفة للكوز فى الحقل . وتؤدى زيادة طول العنق إلى ٦,٥ سم فأكثر إلى تجنب حدوث أية أضرار بالحبوب القاعدية .

يُفضل الحصاد ليلاً للمحافظة على نوعية المنتج التى تتدهور إن لم يُبرّد المحصول إلى الصفر المئوى سريعاً بعد الحصاد .

٤ - الفاصوليا الخضراء :

يؤدى انتزاع القرون من النموات الخضرية - عند حصادها آليا - إلى قطع بعضها وإحداث خدوش سطحية فى نسبة كبيرة منها . وتزداد نسبة هذه الأضرار كلما ازدادت سرعة آلة الحصاد ، كما تتوقف النسبة على الصنف ومقدار القوة التى تلزم لفصل قرونها عن النبات ، وكذلك على كثافة الشعيرات التى تنتشر على سطح القرون ؛ وهى التى تُضارّ بشدة عند إجراء الحصاد الآلى ؛ الأمر الذى يترتب عليه زيادة معدلات فقد الرطوبة من القرون وسرعة ذبولها وانكماشها .

٥ - البسلة الخضراء :

قُدرت نسبة الأضرار التى تُحدثها عملية الحصاد الآلى فى بذور البسلة الخضراء بنحو ٢٥٪ من المحصول ، ويتوقف ذلك على سرعة آلة الحصاد . وتزداد المشاكل التى تترتب على الأضرار الميكانيكية كلما تأخر وصول المنتج إلى مصانع الحفظ (عن Studer ١٩٨٣) .

٦ - الهليون :

يؤدى الحصاد الآلى إلى حصاد مهاميز أقصر مما ينبغى ، وإحداث أضرار بالمهاميز المتبقية تحت سطح التربة ، وإلى اختلاط التربة بالمنتج .

٧ - الكرنب وكرنب بروكسل :

يُحدث الحصاد الآلى أضراراً بالأوراق ، ولكنها لا تؤثر على نوعية المنتج المعد للتصنيع .

٨ - القنيط :

يضر الحصاد الآلى بالنباتات المتبقية فى الحقل (يكون الحصاد على دفعات) ؛ لأنه يؤدى إلى كسر بعض الأوراق ؛ الأمر الذى يؤدى إلى بقاء نمو النباتات المتبقية ، وصغر حجمها ، واكتسابها لوناً أصفر بسبب تعرضها لأشعة الشمس .

٩ - الكرفس :

يُحصد الكرفس آلياً ؛ إما لأجل تسويق «قلوب» النباتات معبأة ، وإما لأجل سد حاجة مصانع الشوربات ، وفى كلتا الحالتين لا يتسبب تقطيع الأوراق الخارجية - عند إجراء عملية الحصاد - فى أية مشاكل تصنيعية أو تسويقية . وكلما ارتفع موضع قطع النباتات فوق سطح التربة أمكن التخلص من أكبر قدر ممكن من الأوراق غير المرغوب فيها فى الحقل ذاته ، ولكن ذلك يكون مصاحباً - أيضاً - بزيادة فى نسبة الفقد فى الأوراق المرغوب فيها .

١٠ - السبانخ ، والهندباء ، والكيل ، والكولارد :

من الأهمية بمكان التحكم فى موضع قطع النباتات فوق سطح التربة ؛ بحيث يكون مرتفعاً إلى الحد الذى يؤدى إلى التخلص من الأوراق السفلية الصفراء والملوثة بالتربة فى الحقل ، ولكن لا يكون مرتفعاً إلى الدرجة التى تؤدى إلى فقد نسبة كبيرة من المحصول . ويفضل الحصاد فى الصباح عنه بعد الظهيرة .

١١ - خس الرؤوس ذات الأوراق المتغضنة Crisphead :

يعد نضج الرؤوس (صلابتها) أهم مقياس للتحكم على صلاحيتها للحصاد ، ويتم

ذلك باستعمال آلات تعتمد على مجسات تقدر كثافة الرؤوس بأشعة جاما أو بأشعة إكس .

١٢ - الجزر ، وبنجر المائدة ، واللفت ، والفجل :

يتم حصادها آليا بعد قطع نمواتها الخضرية . وبالرغم من حدوث بعض الأضرار كالخدوش والقطوع ، إلا أن ذلك يعد أمرا مقبولا .

١٣ - البطاطا :

يُحدث الحصاد الآلي نسبة عالية من التسلخات والخدوش بالجذور ، ولكن المعالجة الجيدة بعد الحصاد يمكن أن تقلل من تلك الأضرار .

١٤ - البصل والثوم :

يتم تفكيك التربة تحت الأبصال آليا ، ثم يستكمل الحصاد بعد ذلك آليا أو يدويا . وتكون بعض الأصناف أكثر من غيرها حساسية للإصابة بالأضرار الميكانيكية ، التي تزداد كذلك عند زيادة سمك رقبة البصلة . ولا يكون من السهل تقليل النموات الجذرية والقمية بصورة مقبولة عند إجراء الحصاد آليا كما في حالة الحصاد اليدوي .

١٥ - البطاطس :

يؤدي التخلص من النموات الخضرية بصورة مناسبة قبل الحصاد إلى تقليل الخدوش والتسلخات التي تتعرض لها الدرناات . وتحدث أقل الأضرار عندما يكون قتل النموات الخضرية سريعا ، وعند زيادة الفترة بين قتل النموات الخضرية والحصاد . ولكن قتل النموات الخضرية مبكرا يؤدي إلى نقص المحصول ، ونقص الكثافة النوعية للدرناات ، وازدياد ظاهرة تلون أنسجة الخشب ، ويزداد النقص في الكثافة النوعية في حالات القتل السريع للنموات الخضرية .

ومن الطبيعي أن تحدث أضرار ميكانيكية (قطوع ، وتشققات ، وجروح ، وتسليخات) في نحو ١٠٪ من محصول البطاطس عند الحصاد . ويؤدي الحرص في عملية الحصاد إلى خفض نسبة تلك الأضرار إلى نحو ٥٪ أو أقل (عن Kasmire ١٩٨٣) .

عمليات التداول والإعداد للتسويق

مقدمة

تمر محاصيل الخضر من بعد حصادها ولحين تسويقها أو تخزينها بعدد من العمليات التى تسمى بعمليات التداول أو الإعداد . والغرض منها هو المحافظة على نوعية الخضر ؛ حتى تصل إلى المستهلك وهى بحالة جيدة ، مع تقليل نسبة الفاقد قدر المستطاع .

وتقدر نسبة الفاقد من الخضر فى مصر بنحو ٢٨,٨٪ من جملة المحصول الناتج ؛ ويرجع ذلك إلى التخلف فى تطوير طرق حصاد وتداول وتعبئة محاصيل الخضر . ولا تمثل هذه النسبة إلا الثمار الشديدة التلف التى لا تصلح للتسويق . أما الثمار القليلة أو المتوسطة التلف ، فإنها تسوق مختلطة بالثمار السليمة فى أغلب الأحيان .

ومن أنواع التلف الشائعة ما يلى :

١ - التلف الميكانيكى بحدوث جروح وكدمات أو ثقوب ، وهو يمثل أعلى نسبة فاقد فى الثمار .

٢ - التدهور فى النوعية نتيجة لزيادة النضج .

٣ - الأضرار الحشرية والمرضية .

٤ - التلف الفسيولوجى ، ويتمثل فى العيوب الفسيولوجية المختلفة (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - ج . م . ع ١٩٨٣) .

هذا . . وتشمل عمليات الإعداد للتسويق كثيرا من الخطوات التى يصلح بعضها لجميع الخضروات ، ولا يصلح البعض الآخر إلا لخضروات معينة ، كما لا تطبق كل هذه الخطوات فى كل مكان ، لكن تطبيق أكثرها يرتبط دائماً بزيادة الوعى والتقدم الزراعى فى الدولة .

ونتناول بالشرح - فى هذا الفصل والفصول التالية من هذا الكتاب - مختلف عمليات التداول التى تمر بها محاصيل الخضر بعد الحصاد ، بادئين - فى هذا الفصل - بعمليات التداول الأولية التى تسبق عملية التسويق .

تقسيم محاصيل الخضر حسب عمليات التداول المناسبة لها

تقسم محاصيل الخضر إلى ثلاث مجموعات حسب عمليات التداول المناسبة لها ؛ كما يلى :

أولا : الخضر الثمرية

تخضع الخضر الثمرية - بعد الحصاد - لعمليات التداول التالية :

- ١ - النقل إلى بيوت التعبئة أو مصانع الحفظ .
- ٢ - التنظيف .
- ٣ - الفرز .
- ٤ - التشميع (بالنسبة لكل من الطماطم ، والفلفل ، والخيار) .
- ٥ - التدرج .
- ٦ - التعبئة فى عبوات الشحن .
- ٧ - الرص على منصات النقلات palletization ونقلها بالرافعة المشعبة forklift .
- ٨ - التبريد الأولي (بالماء البارد ، أو فى الغرف الباردة ، أو بالهواء البارد المدفوع) .
- ٩ - التخزين المؤقت .
- ١٠ - التحميل فى وسائل النقل الثقيلة .
- ١١ - التداول فى أماكن الوصول (مراكز التوزيع ، وأسواق الجملة . . . إلخ) .
- ١٢ - التوصيل إلى أسواق التجزئة .
- ١٣ - التداول فى أسواق التجزئة .
- ١٤ - معاملات خاصة ؛ مثل الإنضاج بالإيثيلين (إما قبل الشحن ، وإما فى مكان الوصول النهائى) ، والتخزين فى الجو المعدل .

ثانياً : الخضر الورقية ، والساقية ، والزهرية

تخضع تلك المجموعة من الخضروات لعمليات التداول التالية :

- ١ - بالنسبة للخس والخضر الورقية المماثلة له . . تتباين عمليات التداول كما يلي :
 - أ - عند التعبئة في الحقل تجرى عمليات : الانتخاب ، والقطع (عند الحصاد) ، والتقليم والتشذيب ، والتعبئة في صناديق من الكارتون ، والنقل إلى جهاز التبريد بالتفريغ ، والتبريد ، والتحميل ، ثم النقل إلى أماكن الوصول النهائية .
 - ب - بالنسبة للخس أو الكرفس الذي يُلف في النايلون الشفاف . . يقوم العاملون على الوحدات المتحركة في الحقل بإجراء عمليات : التقليم ، والتغليف بالنايلون ، والتعبئة في صناديق الكارتون ، والنقل إلى جهاز التبريد بالتفريغ . . . إلخ .
 - ج - عند إجراء عمليات التداول في بيوت التعبئة يتم : انتخاب الرؤوس وحصادها ، ونقلها متجمعة إلى بيت التعبئة ؛ حيث تجرى عمليات التقليم ، والتعبئة في صناديق من الكارتون .
- ٢ - بالنسبة لمحاصيل الخضر الأخرى في هذه المجموعة فإنها تمر بعمليات التداول التالية :

- أ - التنظيف والتقليم ، مع استعمال الكلور في ماء التنظيف بتركيز ٢٠٠ جزء في المليون .
- ب - التدريب أحياناً .
- ج - التبريد الأولي .
- د - تغليف الوحدات المفردة ، كما في القنبيط .
- هـ - التعبئة ، علماً بأن العبوات غالباً ما تشمع لكي تتحمل عمليات التبريد بالماء ، ووضع الثلج داخل العبوات .

ثالثاً : الخضر الجذرية ، والدرنية ، والبصلية

تمر محاصيل الخضر في هذه المجموعة بعمليات التداول التالية :

- ١ - العلاج أو المعالجة .

- ٢ - التنظيف الجاف ، أو الغسيل ، وإزالة الرطوبة الزائدة .
- ٣ - المعاملة بالمبيدات الفطرية ؛ مثل SOPP ، وبوتران Botran للبطاطا .
- ٤ - الفرز .
- ٥ - التدريج .
- ٦ - التعبئة .
- ٧ - التحميل على وسائل النقل الثقيل ؛ إما وهى فى العبوات ، وإما وهى متجمعة للنقل إلى مصانع الحفظ .
- ٨ - التخزين (مع ضرورة التهوية والتبريد) .
- ٩ - التداول فى مكان الوصول النهائى ؛ مثل التعبئة فى عبوات المستهلك .
- ١٠ - التداول فى أسواق التجزئة .
- ١١ - معاملات خاصة ؛ مثل :
 - أ - المعاملة بممانعات التبرعم .
 - ب - التبخير بالمبيدات الحشرية .
 - ج - مكافحة القوارض .

تجميع المحصول ونقله إلى محطات التعبئة أو مصانع الحفظ

يلى الحصاد مباشرة تجميع المحصول فى كل مكان مظلل ذى تهوية جيدة لحين نقله إلى محطات التعبئة . ويعتبر التظليل ضروريا لتجنب إصابة المحصول بلفحة الشمس ، كما أن التهوية ضرورية لتجنب ارتفاع درجة الحرارة نتيجة لتراكم الطاقة الحرارية الناتجة من التنفس ؛ ويتحقق ذلك بترك الثمار تحت مظلات فى الحقل . ويلى ذلك نقل المحصول إلى محطات التعبئة أو إلى مصانع الحفظ .

التفريغ

بعد وصول المحصول إلى محطات التعبئة أو مصانع الحفظ فإنه يفرغ من صناديق الحقل أو عبوات الجمع ، إما على سيور متحركة فى حالة التنظيف الجاف ، وإما فى أحواض بها ماء متجدد فى حالة التنظيف بالغسيل .

التنظيف الجاف

تنظف ثمار بعض الخضر ؛ مثل القاوون ، والخيار ، والبطاطا - وغيرها من الخضر الثمرية والدرنية - بالفرش brushing ، بدلا من الغسيل . كما تُجرى عملية الفرز لاستبعاد الثمار التالفة ، والمصابة بالأمراض والحشرات ، والتي توجد بها عيوب فسيولوجية ظاهرة . وتحتاج الخضر الجذرية - كذلك - إلى عملية تجفيف لإزالة الرطوبة الزائدة .

الغسيل والتطهير والتخلص من الحشرات

تُجرى عملية الغسيل على كثير من الخضروات قبل تعبئتها ، كما فى الخضروات الجذرية ، والهليون ، والكرفس ، والخس ، والسبانخ . . . وغيرها . ويؤدى الغسيل إلى التخلص من الأتربة والطين ، وتكتسب الخضروات مظهرًا جذابًا ، ويحميها من الذبول ، وقد يزيل بعض المبيدات .

وتغسل الخضروات يدويًا ، أو بواسطة خراطيم على المناضد ، أو فى أحواض ، أو أتوماتيكيا بواسطة رشاشات تمر الخضر من تحتها على سيور أو شبكة سلكية متحركة . ومن عيوب عملية الغسيل أنها تعمل على تشجيع النمو الفطرية والبكتيرية ، وخاصة عند تعبئة المنتجات بعد ذلك فى أوعية مغلقة ، وشحنها لمسافات بعيدة بدون تبريد .

وإذا أُعيد استخدام الماء المستعمل فى الغسيل - كما هى الحال فى الماء الثلج الذى يستعمل فى التخلص من حرارة الحقل - فإنه يصبح شديد التلوث بالميكروبات التى تسبب العفن ؛ ولذا . . تضاف إلى ماء الغسيل بعض المواد المطهرة غير الضارة بالإنسان ؛ مثل : الكلور بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون فى صورة محاليل هيبوكلوريت hypochlorite ، أو chloramines (Cook ١٩٦٢) .

وتحتوى رءوس الخس أحيانا على أفراد حية من حشرة المن *Myzus persicae* ، فى الوقت الذى تتطلب فيه الدول المستوردة للخس أن تكون الرسالة خالية تماما من حشرات المن الحية .

وبالرغم من أن التبخير ببروميد الميثايل أو بسيانيد الأيدروجين يقتل الحشرة ، إلا أن ذلك يحدث أضرارا كثيرة فى أوراق الخس . كما وجد أن المركب القابل للتطاير

ethyl formate يقتل المن دون الإضرار بالخس ، إلا أن المعاملة به لا تؤدي إلى التخلص من المن بنسبة ١٠٠٪ ، فضلا على أنه لم يرخص باستعمالها لهذا الغرض .

وقد وجد Aharoni وآخرون (١٩٨٦) أن خفض الضغط الجوي حول رءوس الخس إلى ٢,٦٦ كيلو باسكال kPa لمدة ٧٢ ساعة أدى إلى التخلص الكامل من حشرة المن ، دون إحداث أية تغيرات سلبية في نوعية الخس . هذا . . ونتعرض بالشرح - في فصل لاحق - لموضوع خفض الضغط بالتفريغ ؛ كوسيلة من وسائل التبريد الأولى لمحاصيل الخضر .

إزالة الأجزاء الزائدة

تتم إزالة الأجزاء الزائدة Trimming أثناء مرور الخضروات على سيور متحركة ؛ حيث تُزال الأوراق التي يلتصق بها الطين والأوراق المتحللة والمصابة بالأمراض ، والتي تغير لونها في الكرفس ، والخس ، والسبانخ وغيرها من الخضر الورقية . ويؤدي ذلك إلى تحسين مظهر المحصول . كما تؤدي إزالة الأوراق المصابة بالأمراض إلى تقليل انتشار هذه الأمراض أثناء الشحن والتسويق .

وعند تسويق الكرفس يقطع المجموع الخضري إلى طول ٤٠ سم ، ويؤدي ذلك إلى توفير في العبوات وفي تكاليف الشحن . وتُزال بعض الأوراق المسنة الخارجية في المحاصيل الجذرية ، وأحيانا تقطع كل الأوراق ، لكن يراعى ترك بعض الأوراق المغلفة Wrapper Leaves للحماية في بعض الخضروات ؛ مثل : الخس ، والكرفس ، والكرفس ، مع إزالة ما يذبل منها بعد ذلك قبل عرضها في الأسواق . هذا . . وتقلع الجذور في المحاصيل الورقية ؛ كالخس ، والسبانخ ، والكرفس (Ware & MaCollum ١٩٧٥) .

الفرز

تجرى عملية الفرز Sorting بإمرار الخضر أمام العمال على ارتفاع مناسب ؛ حيث تعزل النباتات أو الثمار المصابة بالأمراض أو الحشرات ، وكذلك الثمار الذابلة ، والزائدة النضج ، وغير المنتظمة الشكل ، والمخالفة في اللون ، والصغيرة جدا في الحجم . وتتوفر آلات إلكترونية لفرز الطماطم على أساس اللون .

المعاملة بالمطهرات الفطرية

تحتاج بعض الخضروات إلى المعاملة بالمطهرات الفطرية ؛ مثل البطاطا التي تعامل بالبوتران Botran .

التغليف

تغلف - أحياناً - الوحدات المفردة كُلى على حدة ؛ كما فى الخس ، والقنبيط ، والبروكولى .

الربط فى حزم

تُرَبط بعض الخضروات فى حزم Bunching ، كما فى الكرفس ، والهليون ، والبصل الأخضر ، والبروكولى ، والبنجر ، والجزر ، والفجل ؛ وذلك بغرض تسهيل تداولها عند البيع . ويشترط تساوى نباتات كل حزمة فى الحجم ، وتشابهها من حيث الشكل واللون .

التدريج والتقسيم إلى رتب

لا يقتصر التدريج Grading على تقسيم الخضروات إلى درجات على أساس الحجم - وإن كان ذلك مهما - بل يتعداه إلى التقسيم إلى درجات متجانسة فى الشكل ، واللون ، ودرجة النضج ، وكل الصفات المؤثرة على مظهر ونوعية المنتج .

ومن أهم مزايا التدريج ما يلى :

١ - تسهيل عملية البيع والتسويق .

٢ - يساعد على تقليل نسبة الفقد فى المحصول ؛ نظرا لتجنب تعبئة الثمار فى درجات مختلفة من النضج معاً .

٣ - يعتبر أمناً للمستهلك ضد الغش والتزييف .

٤ - تسهل المقاضاة القانونية فى حالة وجود خلاف بين المتعاملين فى إنتاج وتسويق الخضار ؛ فتعتبر مقاييس التدريج لغة واحدة يتفق عليها منتج الخضار وبائعها .

هذا . . . وليس لمقاييس التدريج أية علاقة برغبات المستهلك أو بالقيمة الغذائية ، وإنما هى تعتمد على المظهر العام ، والحجم ، والصفات المميزة للصنف ، والخلو من العيوب .

وعند وضع مقاييس التدرّيج ، فإنه يجب تقليل عدد الدرجات grades إلى أقل عدد ممكن ، مع جعل المواصفات واضحة دون استعمال مصطلحات كثيرة معقدة .

ومع زيادة مسافة الشحن وبُعد مكان التسويق عن مكان الإنتاج يلزم إعطاء عناية أكبر لعملية التدرّيج ؛ بحيث لا تكون الفرصة مواتية إلا لتصريف أحسن الدرجات بسبب زيادة تكاليف التسويق ، وارتفاع الأسعار .

ويدخل ضمن شروط التدرّيج الجيد وضع مواصفات للحزم بالنسبة للخضروات التي تُربطُ في حزم ، وطريقة ترتيب المنتجات في العبوات ، ودرجة التجانس في الحجم ، ودرجة ملء العبوة ، والحدود المسموح بها في مخالفة شروط التدرّيج والتعبئة .

وقد وضعت منظمة التعاون الاقتصادي والتطور Organization for Economic Co-operation and Development في باريس مقاييس دولية لتدرّيج الخضر والفاكهة نشرتها خلال الفترة من ١٩٧٠ إلى ١٩٧٧ . وتقع في ٨٧٢ صفحة مزودة بالصور الملونة لكل الصفات التي شملتها هذه المقاييس .

ولا توجد بمصر رتب خاصة لتصنيف وتدرّيج منتجات الخضر إلا لأغراض التصدير . وقد اقترحت الإدارة العامة للتدرّيج بوزارة الزراعة الرتب التالية :

- ١ - رتبة ممتازة : ويفضل عدم تسعيرها ، مع تركها حسب رغبات المستهلكين .
- ٢ - رتبة أولى : ويشترط فيها التجانس التام ، مع الخلو من العيوب والأضرار المرئية والحشوية .
- ٣ - رتبة درجة ثانية : لا تزيد فيها نسبة العيوب التجارية على ٥٪ .
- ٤ - رتبة درجة ثالثة : تتراوح فيها نسبة العيوب التجارية بين أكثر من ٥٪ و ١٥٪ .
- ٥ - رتبة درجة رابعة : تتراوح فيها نسبة العيوب التجارية بين أكثر من ١٥٪ و ٢٥٪ .

التسميط أو العلاج أو المعالجة

تجرى عملية التسميط أو العلاج Curing لبعض الخضر ؛ كالبصل ، والثوم ، والبطاطس ، والبطاطا . وتعرف هذه العملية في البصل والثوم باسم «التسميط» ، وتجرى بغرض تقليل نسبة الرطوبة في الأبخصال ؛ فيقل بذلك التلف أثناء التخزين .

أما في حالة البطاطس والبطاطا ، فإنها تتم بوضع المحصول بعد الحصاد في درجتى حرارة ورطوبة نسبية مرتفعتين نسبيا لمدة ٥ - ١٠ أيام ؛ بغرض تكوين طبقة بيريدرم periderm على كل من الأنسجة السليمة والمجروحة ؛ لوقاية الأنسجة من الإصابات المرضية ، وتقليل فقد الماء بالنتح .

المعالجة فى البصل

الغرض من معالجة البصل هو التخلص من الرطوبة الزائدة ، وتخفيف رقبة وجذور البصلة وحراشيفها الخارجية . وهى عملية ضرورية فى حالة تخزين المحصول ، أو شحنه لمسافات بعيدة ، أو حتى فى حالة إعداده للتسويق الطازج ؛ لأنها تقلل من فرصة الإصابة بالأمراض ، خاصة مرض عفن الرقبة .

تتم المعالجة فى مصر بنقل النباتات بعد حصادها إلى مكان جيد التهوية مظلل ؛ حيث تُرَصُّ بعضها فوق بعض لارتفاع نحو ١/٢ م فى مراود ، مع تغطية الأبصال بأوراق النباتات حتى لا تتعرض للفتحة الشمس . وتترك الأبصال بهذا الوضع مدة ٢ - ٣ أسابيع . يلى ذلك تقطيع العروش بسكين على ارتفاع ١ - ١,٥ سم من قمة البصلة ، وكذلك تقطيع الجذور . وأثناء عملية قطع العروش والجذور تفرز الأبصال ، ويستبعد غير المرغوب منها ، وهى المصابة بالأمراض ، والمجروحة ، والخبوط (أبصال النباتات التى اتجهت نحو التزهير) ، والمزرعة ، والمخالفة فى اللون .

ويقوم بعض المزارعين بقطع المجموع الخضرى والجذرى بعد الحصاد مباشرة ، ثم تترك الأبصال على هيئة مسطح لبضعة أيام وهى معرضة للشمس ، لكن لا ينصح بزيادة فترة التعريض للشمس لأكثر من يومين ؛ حتى لا تصاب الأبصال بلفحة الشمس .

ويقوم بعض مزارعى الوجه القبلى بمعالجة البصل بطريقة التسميط ، وهى طريقة تتضمن المعالجة مع التخزين المؤقت إلى أن تتحسن الأسعار . فيتم وضع النباتات رأسية ومتجاورة فى مراود مستطيلة ضيقة فى جزء من الحقل . وتغطى جوانب المراود بالتراب ، مع الحرص على تغطية كل الأبصال الظاهرة ، ويترك المجموع الخضرى

معرضاً للشمس والهواء . تترك النباتات على هذا الوضع إلى أن يجف المجموع الخضرى ، أو إلى أن تتحسن الأسعار ؛ حيث يزال التراب ، وتقطع الأوراق والجذور . وتتوقف المدة التى تستغرقها عملية العلاج على الظروف الجوية . ونظراً لأن الجو يكون جافاً والحرارة مرتفعة وقت الحصاد فى مصر ؛ لذلك فإنها لا تستغرق أكثر من ٢ - ٣ أسابيع ، ولكن تزداد الفترة إلى ٤ أسابيع أو أكثر فى المناطق الأكثر برودة أو رطوبة ، كما قد يتطلب الأمر استخدام تيار من الهواء الدافئ الجاف فى المعالجة فى المناطق الباردة الرطبة . وللإسراع فى المعالجة يمكن وضع الأبصال فى أجولة واسعة المسام فى مخازن يمر بها تيار من الهواء الدافئ حرارته ٤٨°م لمدة ١٦ ساعة (مرسى وآخرون ١٩٧٣) .

ويفضل دائماً عدم قطع المجموع الخضرى إلا بعد تمام إجراء عملية العلاج التجفيفى ؛ تلافياً لتعرض الأبصال للإصابة بأمراض العفن (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

وفى كاليفورنيا يبدأ العلاج فى الحقل بمنع الري قبل الحصاد ، وبتقطيع الجذور تحت الأبصال . فهذه عوامل تسرع من عملية العلاج . والواقع أن ترك البصل فى الحقل بعد تقطيعه يعد معالجة ، كذلك يعتبر من المعالجة ترك البصل فى أجولة أو فى كومات فى الحقل . ويعتبر ذلك كافياً إذا كانت الظروف الجوية مناسبة .

أما إذا أُجرى الحصاد قبل عملية العلاج ، أو إذا نقلت الأبصال قبل علاجها - بسبب ارتفاع الرطوبة الجوية أو انخفاض درجة الحرارة وقت الحصاد - فإنه يمكن فى هذه الحالة إجراء المعالجة بدفع تيار من الهواء الدافئ بين الأبصال . ويمكن للأبصال أن تتحمل حرارة ٤٦ - ٤٧°م لمدة ١٢ - ١٤ ساعة ، دون أن يحدث لها أى ضرر . وتتم المعالجة بدفع تيار من الهواء حرارته ٣٢ - ٣٥°م بمعدل ١ - ٢ م^٣ فى الدقيقة لكل م^٣ من حيز المخزن ، ويستمر ذلك لمدة ١ - ١٤ يوماً حسب درجة نضج الأبصال عند بدء العلاج . وإذا لم تكن درجة حرارة الهواء مرتفعة لهذا القدر ، فإنه يمكن إسراع عملية المعالجة بزيادة سرعة دفع الهواء خلال الأبصال . ويحسن أن تكون الرطوبة النسبية للهواء من ٦٠٪ - ٧٠٪ . ورغم أن الرطوبة النسبية الأقل من ذلك تسرع التجفيف ، إلا أنها تجعل الحراشيف رديئة اللون ، وتؤدى إلى فقد نسبة كبيرة منها ،

فى حين أن الرطوبة النسبية الأعلى من ذلك تقلل من سرعة التجفيف ، وتزيد من فرصة الإصابة بالأمراض . ويمكن أن تتم هذه العملية أثناء تكوين البصل فى المخازن (Voss ١٩٧٩) .

وتعتبر عملية المعالجة تامة عندما تصبح رقبة البصلة تامة الالتئام والحراشيف الخارجية جافة تماماً لدرجة أنها تعطى صوتاً مميزاً (rustle) عند احتكاك بعضها ببعض . وتصل الأبصال إلى هذه الحالة بعد أن تفقد نحو ٣ - ٥٪ من وزنها .

علاج درنات البطاطس

جرى العرف فى مصر - منذ زمن بعيد - على أن تبدأ عملية علاج درنات البطاطس فى الحقل ؛ بتسوية جزء منه ، ثم ينثر أحد المبيدات التى تستخدم فى طرد الفئران ومكافحة فراشة درنات البطاطس - مثل السيفين ١٠٪ - على الأرض ، ثم توضع قرشة من قش الأرز النظيف ، ويلى ذلك تحديد موضع كومة الدرنات بواسطة بالات أرز . توضع البالات فى شكل مستطيل تفرغ بداخله الدرنات من عبوات الحقل إلى ارتفاع ٣٠ سم ، ثم تغطى بقش الأرز الجاف النظيف لارتفاع ٧٠ - ١٠٠ سم ، وتعقر طبقات القش بالمبيد ، مع مراعاة عدم تعفير الدرنات نفسها ؛ لأن ذلك يمنع التئام الجروح ، فضلاً على تلويثها بالمبيد ، كما يعقر القش من الخارج .

وتستغرق عملية العلاج التجفيفى تحت هذه الظروف مدة ١٠ - ١٥ يوماً . ويعرف انتهاء العلاج بصعوبة إزالة قشرة الدرنه بالإبهام . ويراعى عدم تغطية الدرنات بعروش النباتات ؛ حتى لا تكون مصدراً لانتشار عديد من الأمراض . ويعقب العلاج عملية فرز الدرنات لاستبعاد التالف والمصاب منها (الإدارة العامة للإرشاد الزراعى ١٩٧٧) .

كانت تلك هى الطريقة المتبعة - والموصى بها - لعلاج درنات البطاطس ، وهى طريقة فعالة ومأمونة ؛ إذ لا يفترض - عند الالتزام بخطواتها - عدم وصول المبيد إلى الدرنات ذاتها . ولكن - بكل أسف - اتجه منتجو البطاطس إلى تعفير البطاطس ذاتها بالمبيدات - سعياً وراء مزيد من الأمان ضد الإصابات الحشرية - وهو أمر له خطورته وآثاره السلبية الكبيرة على الصحة العامة .

ولهذا السبب - ومع انتشار الثلاجات - أصبح من المفضل إجراء عملية العلاج التجفيفي لدرنات البطاطس في الثلاجات قبل بداية التخزين بالطريقة التالية :

يتم أولاً تجفيف الدرنات من أية رطوبة حرة قد توجد عليها بإمرار تيار من الهواء الدافئ نسبياً حولها ، ويستمر ذلك عدة ساعات لحين اكتمال عملية التجفيف السطحي . هذه الخطوة ضرورية ؛ لأن الدرنات التي يوجد عليها ماء لا تستجيب لعملية المعالجة ، وتكون أكثر عرضاً للإصابة بالعفن .

تبدأ بعد ذلك عملية العلاج التجفيفي التي تستمر لمدة أسبوع ، تبقى خلالها الدرنات في حرارة ١٠ - ١٥ م ، ورطوبة نسبية من ٨٥ - ٩٥ % .

وتعتبر هذه الظروف اختياراً وسطاً ما بين الظروف التي تناسب درنات البطاطس ، وتلك التي تناسب سرعة اكتمال عملية المعالجة بتكوين بيريدرم الجروح . وترسيب السيوبرين ، فكلاهما يكون أسرع في حرارة ٢١ م ، إلا أنه لا ينصح بذلك ؛ حتى لا تتعفن الدرنات في هذه الحرارة المرتفعة قبل إتمام عملية العلاج ، كما أن درنات البطاطس تناسبها رطوبة نسبية أقل من ٨٥ % ، إلا أنه لا ينصح بذلك قبل انتهاء عملية المعالجة لتقليل فقد الماء من الدرنات إلى أدنى مستوى ممكن خلال تلك الفترة التي تفقد فيها الدرنات رطوبتها بسهولة ، إلى أن يتكون بيريدرم الجروح ، و يترسب السيوبرين . وبرغم أن الرطوبة النسبية الأعلى من ٩٥ % تقلل من فقد الماء بدرجة أكبر ، إلى أنه لا ينصح بها حتى لا يتكثف الماء على الدرنات (Lutz & Hardenurg ١٩٦٨) .

علاج جذور البطاطا

يعد علاج جذور البطاطا أمراً ضرورياً حتى يمكن تخزين الجذور بحالة جيدة لفترة طويلة . ويجب أن يبدأ العلاج في نفس يوم الحصاد ؛ ويكون ذلك بوضع الجذور في حرارة ٢٩ م ورطوبة نسبية ٨٥ % لمدة حوالي ٥ - ٨ أيام مع التهوية الجيدة ؛ لمنع تكثف الرطوبة على الجذور (Covington وآخرون ١٩٥٩) .

ويلاحظ أن فترة العلاج تطول بدرجة كبيرة مع انخفاض درجة الحرارة . فبينما لا ستغرق أكثر من ٥ - ٨ أيام في حرارة ٢٩ م ، فإنها قد تستغرق ٤ أسابيع إذا أُجريت في حرارة ٢٤ م ، ويزداد معها الفقد في الوزن ، وقد تظهر نموات جديدة sprouts بالجذور . ولا تحدث أية معالجة في حرارة ١٦ م أو أقل . وتعمل درجات الحرارة

المرتفعة على سرعة تكوين فلين الجروح ، كما تعمل الرطوبة النسبية المرتفعة على سرعة التئام الجروح بتشجيع تكوين فلين الجروح Wound Cork ، وتقليل انكماش الجذور بتقليل فقد الرطوبة منها .

وتفقد الجذور أثناء علاجها نحو ٥ - ١٠٪ من وزنها . ويرجع معظم الفقد في الوزن إلى فقد الرطوبة ، بينما ترجع نسبة قليلة من الفقد إلى تنفس الجذور . وللتأكد من أن عملية العلاج قد تمت بالفعل يُجرى اختبار حك جذرين كل منهما بالآخر ؛ فإذا انسلك الجلد بسهولة ، كان ذلك دليلاً على أن العلاج لم يستكمل بعد (Greig ١٩٦٧) .

هذا . . . ويلخص جدول (١١ - ١) الظروف المناسبة لإجراء عملية العلاج في محاصيل الخضر .

جدول (١١ - ١) : الظروف المثلى لإجراء عملية العلاج في محاصيل الخضر (عن Kader وآخرين ١٩٨٥) .

المحصول	الحرارة (م°)	الرطوبة النسبية (٪)	الفترة (يوم)
البطاطس	١٥ - ٢٠	٨٥ - ٩٠	٥ - ١٠
البطاطا	٣٠ - ٣٢	٨٥ - ٩٠	٤ - ٧
اليام	٣٢ - ٤٠	٩٠ - ١٠٠	١ - ٤
الكاسافا	٣٠ - ٤٠	٩٠ - ٩٥	٢ - ٥
البصل والثوم	٣٥ - ٤٥	٦٠ - ٧٥	٥,٥ - ١٠ (١)

(١) المعالجة بالهواء الدافئ المدفوع خلال الأبصال .

التشميع

يجرى التشميع Waxing بتغطية مسطح الخضر الثمرية والجذرية بطبقة رقيقة من شموع خاصة بغرض تحسين مظهرها ، وتقليل سرعة فقد الماء ؛ وبالتالي تأخير ذبولها . ومن الخضروات التي نجح تشميعها : الطماطم ، والفلفل ، الخيار ، والفاوون ، والجزر ، والروتاباجا ، والبطاطا ، والبطاطس . وعند المعاملة يجب أن

تكون الثمار أو الجذور نظيفة خالية من الجروح وطازجة . وقد يجرى التشميع قبل التدريج أو بعده .

وتوجد الشموع فى صور مختلفة ؛ منها : المستحلبات المائية ، والمحاليل الهيدركربونية ، وتستعمل رشا ، أو بغمر المحصول فيها .

ومن الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن . . وجد أن تشميع ثمار شهد العسل بالشمع التجارى ستروسيل Citrusseal بتركيز ٥٠٪ أو ٨٠٪ (بالحجم من الشمع فى الماء) أدى إلى خفض الفقد فى الوزن بعد التخزين لمدة ستة أسابيع على حرارة ٣ أو ٦ م ، وإلى خفض أضرار البرودة على ٣ م ، ولكنه لم يكن مؤثرا فى منع الإصابة بأعفان الثمار .

التعبئة والتغليف

يقصد بالتعبئة وضع الثمار فى عبوات ذات مواصفات خاصة . أما التغليف ، فهو لف كل ثمرة على حدة فى أغلفة من البلاستيك الشفاف المنفذ أو نصف المنفذ للغازات قبل وضعها فى العبوات .

أهداف التعبئة

تهدف عملية التعبئة إلى تحقيق المزايا التالية :

- ١ - تسهيل نقل المحصول من مكان الإنتاج إلى مكان التسويق .
- ٢ - حماية المحصول أثناء النقل والتداول .
- ٣ - المحافظة على نظافته وتحسين مظهره .
- ٤ - تحديد وحدة التسويق وهى العبوة .
- ٥ - يعطى عدد العبوات فكرة عن كمية المحصول .
- ٦ - تعتبر العبوات وسيلة لكتابة العلامة المميزة ، وتعليمات الشحن ، والإجراءات القانونية ، والدعاية .

الشروط التي يجب توافرها في العبوات

تختلف العبوات المستخدمة في تعبئة محاصيل الخضراوات اختلافاً كبيراً ، لكن توجد شروط عامة يجب أن تتوفر فيها ، وهي :

- ١ - المتانة ؛ حتى تتحمل عمليات التداول .
- ٢ - القدرة على التوصيل الحراري ؛ حتى يمكن تبريد محتوياتها بسرعة .
- ٣ - النفاذية للغازات ؛ حتى تسمح بتنفس الخضراوات بداخلها .
- ٤ - عدم التأثير بالرطوبة الجوية أو بالبلل .
- ٥ - التقليل من فقد الثمار لرطوبتها .
- ٦ - حجب الضوء في حالة تعبئة محصول مثل البطاطس ؛ حتى لا يحدث اخضرار للدرنات .
- ٧ - سهولة تداولها وترتيبها ؛ حتى تأخذ أصغر حيز أثناء الشحن .
- ٨ - حسن المظهر الخارجي ومظهر ترتيب المحصول بداخلها .
- ٩ - التوافق مع متطلبات السوق من حيث الوزن والشكل والحجم .
- ١٠ - سهولة فتحها وإغلاقها .
- ١١ - رخص ثمنها ؛ حتى لا ترفع من سعر المحصول .
- ١٢ - ألا تحتوي مادة العبوة على مواد ضارة بالإنسان .
- ١٣ - ألا تكون عميقة ؛ حتى لا تتسبب في حدوث أضرار ميكانيكية بالثمار .

أنواع العبوات

توجد أربعة أنواع رئيسية من العبوات حسب الغرض من استعمالها ؛ وهي :
عبوات الجمع ، وعبوات الحقل ، وعبوات النقل أو الشحن ، وعبوات المستهلك .

١ - عبوات الجمع :

هي العبوات التي يجمع فيها المحصول . وتستخدم لذلك في مصر الأقفاص الجريد ، والسلال ، والمقاطف ، والقفف المصنوعة من ليف النخيل أو المطاط .

ويفضل استخدام الجرادل البلاستيكية أو المعدنية . هذا . . ولا تستخدم عبوات الجمع والحقل مع المحاصيل الرهيفة التي لا تتحمل كثرة التداول ؛ مثل : الفراولة ؛ حيث تعبأ في عبوات النقل مباشرة .

٢ - عبوات الحقل :

هى العبوات التى يُقَرَّغُ فيها المحصول من عبوات الجمع لنقلها إلى بيوت التعبئة أو إلى الأسواق . وتستخدم لذلك أقفاص الجريد الكبيرة التى تسمى بـ « العدائيات » ، وتبلغ سعة كل منها ٢٠ - ٣٠ كيلو جرام . ويفضل استخدام الصناديق البلاستيكية .

٣ - عبوات النقل أو الشحن :

هى العبوات التى تشحن فيها الثمار إلى مناطق الاستهلاك . وتستخدم لذلك « الزكايب » الجوت سعة ٤٠ - ٦٠ كيلو جراماً فى نقل الفاصوليا الخضراء ، والبسلة الخضراء ، والفاصوليا الخضراء ، والفلفل ، والبامية ، وأقفاص الجريد (العدائيات) سعة ٢٠ - ٣٠ كيلو جراماً فى نقل الطماطم . وتستخدم أجولة القطن سعة ٧٥ كيلو جراماً فى نقل الباذنجان ، لكن جميع هذه العبوات تحدث أضراراً كبيرة بالمحصول ، وتلفيات تصل إلى ٢٠٪ - ٣٠٪ ؛ لهذا يفضل أن تحمل العبوات البلاستيكية محل هذه العبوات كلها .

٤ - عبوات المستهلك :

عبوات المستهلك هى التى تباع بها الخضروات للمستهلك مباشرة ؛ ومنها : الأكياس البلاستيكية ، والشبكية ، والورقية ، والمصنوعة من القماش ، وكذلك أوعية الكارتون أو الورق المقوى المغطى ببلاستيك شفاف .

ومن أهم مميزات استعمال عبوات المستهلك ما يلى :

١ - تقليل الحاجة إلى العمالة فى محلات البيع ؛ لقيام المشتري بخدمة نفسه بنفسه .

٢ - تقليل الفاقد ؛ وذلك بحفظ الخضروات لمدة أطول ، وبتقليل الأضرار التى تحدث لها - عادة - مع كثرة التداول أثناء النقل والبيع .

٣ - تقليل وقت إعداد الخضـر للطهى أو الاستعمال .

٤ - زيادة المبيعات .

مزايا وعيوب النوعيات المختلفة من العبوات

أكثر أنواع العبوات انتشاراً في مصر هي أقفاص الجريد ؛ ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية :

- ١ - سهولة تصنيعها .
 - ٢ - رخص ثمنها .
 - ٣ - توفر الخامات التي تصنع منها الأقفاص وهي جريدة النخل .
- لكن - كما سبق الذكر - من الضروري التوقف عن استعمال الأقفاص الجريد في تعبئة الخضروات ؛ ويرجع ذلك إلى الأسباب الآتية :
- ١ - يؤدي استعمالها إلى زيادة نسبة الأضرار الميكانيكية (الجروح والخدوش) بالثمار أثناء عمليات التعبئة والنقل والتسويق ؛ بسبب حواف الجريد الحادة الخشنة .
 - ٢ - لا تعطى حماية كافية للثمار لعدم متانتها ؛ فتزيد بذلك نسبة التلف .
 - ٣ - لا تكون حواف الأقفاص مستوية ؛ وبالتالي يقع بعض الضغط على الثمار نفسها عند رص الأقفاص فوق بعضها ، خاصة عندما تملأ الأقفاص إلى ما فوق حافتها ، ويزيد ذلك من نسبة التلف .
 - ٤ - لا تتداخل الأقفاص ببعضها عند الرص ؛ وبذلك فإنها لا تكون ثابتة ، ولا يمكن رص أكثر من ٤ - ٥ طبقات منها ؛ وذلك أمر غير اقتصادي ، سواء في النقل أم التخزين .
 - ٥ - تتفكك الأقفاص وتحلل بسهولة بسبب الرطوبة وعمليات التداول ؛ الأمر الذي يعرض محتوياتها للتلف ، كما يزيد من تكلفة التعبئة ؛ نظراً لأنه لا يمكن إعادة استخدامها أكثر من ٥ - ٦ مرات .
 - ٦ - يصعب تنظيف القفص لإعادة استعماله ، ولذلك محاذيره الصحية .

أما العبوات البلاستيكية ، فلا يوجد بها أي من العيوب السابقة الذكر لأقفاص الجريد ، ويزيد على ذلك سهولة حملها وتداولها ، ومظهرها الحضاري . كما أن عيوبها الرئيسية - وهو ارتفاع ثمنها ، بالمقارنة بثمان القفص الجريد - يصبح على المدى الطويل

ميزة أخرى ؛ نظراً لإمكانية استعمالها مئات المرات ، بالمقارنة بنحو ٥ - ٦ مرات فقط كحد أقصى فى حالة أقفاص الجريد .

لكن نظراً لأن أقفاص الجريد ينتشر استعمالها فى مصر بدرجة كبيرة يصعب معها التخلص منها فى فترة وجيزة ؛ لذلك اتجهت الدراسات نحو تحسينها باستعمال بطانة من ورق الكرتون المضلع المثقب لقاع وجوانب القفص ؛ وبذلك يتحول القفص الجريد إلى علبه كرتون مدعمة بعوارض من الجريد . ومن مزايا القفص المعدل ما يلى :

١ - يعتبر رخيص الثمن نسبياً ؛ نظراً لأن البطانة الكرتون يمكن استخدامها أكثر من مرة ، كما أن عدد الجريد المستخدم فى جوانب القفص يقل إلى النصف .

٢ - خفض نسبة الثمار التالفة بدرجة كبيرة ؛ حيث انخفضت إلى ٣٪ فقط فى الطماطم (عن الإدارة العامة للتدريب ١٩٨٣) .

هذا . . . وتستخدم فى التصدير - حالياً - صناديق الكرتون ؛ التى تصنع محلياً ، وتختلف فى الشكل والحجم حسب الخضر التى تعبأ فيها . وتستخدم كذلك الأكياس والأجولة الشبكية فى تصدير البصل والثوم ، والأجولة الجوت فى تصدير البطاطس . وجميع هذه العبوات جيدة ، وتناسب الخضر التى تعبأ فيها .

هذا . . . وتتم التعبئة فى عبوات المستهلك ؛ إما فى مكان الإنتاج ، وإما قبل العرض للبيع مباشرة . ومن مميزات التعبئة فى مكان الإنتاج : التخلص من كل الأجزاء النباتية التى لا تستعمل فى الغذاء ، وتقليل تداول المحصول بتجنب تعبته مرتين ؛ وبالتالي تقليل التكاليف والأضرار الميكانيكية ، لكن يعيب ذلك احتمال تطرق العفن إلى المنتج عند شحنه لمسافات بعيدة .

وعند استعمال عبوات مستهلك مصنوعة من مواد شفافة أو صناديق كرتون مغطاة بغشاء شفاف ، فإنه يجب تثقيب الكيس أو الغطاء لتوفير الأكسجين اللازم للتنفس وخروج غاز ثانى أكسيد الكربون ؛ منعاً لحدوث تنفس لا هوائى ، وتكون طعم غير مقبول ، خاصة فى الخضروات السريعة التنفس ؛ مثل : السبانخ ، والبروكولى ، والقنبيط . كما أن الطماطم لا تتلون جيداً إذا لم تتوفر لها هذه التهوية (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

ويؤدي التثقيب إلى المحافظة على نسبة الأكسجين داخل العبوات في حدود ٣ - ٥٪ ، وعلى نسبة ثاني أكسيد الكربون في حدود ١٠ - ٢٠٪ ، مع بقاء الرطوبة النسبية في حدود ٩٠ - ٩٥٪ ، ويناسب ذلك معظم الخضروات .

وقد شاع تغليف ثمار الفلفل والباذنجان المفردة في أغشية البولي فينيل كلورايد المرنة PVC stretch film ، إلا أن هذه الأغلفة غير مفضلة لضرورة إزالتها قبل عرض المنتج للبيع ؛ حتى يمكن للمستهلك رؤية الثمار بوضوح . كما استعملت أغشية Cryovac لنفس الغرض ؛ وهي أكثر شفافية من أغلفة الـ PVC ، وأفضل مظهرًا ، إلا أنها تترك انسلاخات صغيرة غير مرغوب فيها بجلد الثمرة عند إزالتها .

ويمكن التغلب على تلك العيوب باستعمال هذه الأغلفة في تبطين صناديق من الكارتون ، ولكن ذلك يؤدي - غالبًا - إلى زيادة نسبة الأعفان بالثمار ؛ بسبب تكثف قطرات الماء على الغشاء المبطن للصندوق . وقد تمكن Fallik وآخرون (١٩٩٤) من التغلب على هذه المشكلة بوضع ١٠ طبقات من المناشف الورقية tissue paper بين الغشاء والثمار ؛ لتمتص الرطوبة الحرة التي قد تتكثف داخل العبوة .

الشروط التي يجب مراعاتها عند التعبئة

إن الهدف الأساسي الذي يجب أخذه - في الحسبان - عند التعبئة هو تداول الخضر بأقل تكلفة ممكنة ، مع المحافظة عليها من التلف لأكبر درجة ممكنة . ولتحقيق ذلك يجب عند التعبئة مراعاة الشروط التالية :

١ - اختيار العبوة المناسبة للمحصول ، ولمدة الشحن ، وللأسواق ، وللتبريد المبدئي precooling في حالة إجرائه . فعبوات الحقل والشحن تكون - بطبيعة الحال - أكبر حجمًا من عبوات المستهلك . وعبوات الخضر التي تتحمل التداول - كالبصل ، والبطاطس - تكون أكبر حجمًا من عبوات الخضر الرهيفة ، كالفراولة ، ويزيد حجم عبوات الخضروات ذات الثمار الكبيرة عن حجم عبوات الخضر ذات الثمار الصغيرة . فبينما يبلغ وزن عبوة الفراولة ٣ كجم ، فإن عبوة البسلة تكون ٣ - ٦ كجم ، والطماطم نحو ١٠ كجم ، والبصل نحو ٥٠ كجم . كذلك يزيد حجم عبوات السوق المحلي عن حجم عبوات التصدير ، ولكن الاتجاه العالمي هو تصغير العبوات تمشيًا مع توصية منظمة العمل الدولية الخاصة ؛ بتحديد الحد الأقصى للوزن الذي يمكن أن

يتداوله الفرد . وإذا احتاج الأمر إلى إجراء عملية التبريد المبدئي بعد التعبئة ، فيجب أن تكون العبوات مناسبة لذلك ؛ من حيث توصيلها الحرارى والتهوية .

٢ - الحرص عند التعبئة على وضع كل ثمرة أو منتج فى مكانه الصحيح ؛ حتى يبقى فى مكانه دون تحرك لحين وصوله إلى الأسواق ؛ لأن كثرة الاهتزازات واحتكاك الثمار - بعضها ببعض ، وبجدار العبوة - يحدث خدوشاً بسيطة تتحول فيها الأنسجة إلى اللون البنى ؛ الأمر الذى يخفض من قيمتها التسويقية ، ويزيد من سرعة التنفس ، ومعدل التدهور ، وفرصة الإصابة بالأمراض . ويمكن تحقيق ذلك بلف الثمار كل على حدة ، أو عزلها بعضها عن بعض بقصاصات الورق ، أو باستخدام الصوانى ذات الفجوات المناسبة أو الخلايا فى التعبئة .

٣ - أن تكون العبوات ممتلئة جيداً ، بشرط ألا يؤدى إغلاق الغطاء إلى الضغط على الثمار ؛ حتى لا تتخلخل أثناء النقل والتسويق .

٤ - عدم زيادة طبقات الثمار عما يمكن أن تتحملة الطبقة السفلى .

٥ - الأمانة فى التعبئة ؛ بحيث لا توضع منتجات مخالفة للدرجة وسط العبوة ؛ لأن ذلك شئ يسئ إلى المسئول عن الإنتاج والتعبئة ؛ ويعود عليه بالضرر .

٦ - تتوقف طريقة ترتيب الثمار فى العبوات على أساس شكلها ، وما إن كانت بأعناق أم بدون أعناق كالتالى :

أ - توضع رءوس القنبيط متبادلة من حيث اتجاه الأقراص لأعلى أو لأسفل ، مع وضع قصاصات ورق بينها .

ب - تعبأ ثمار الشمام متبادلة أفقياً مع استخدام وسادة تحمى الثمار .

ج - تتبادل كذلك رءوس الخرشوف مع الأعناق عند التعبئة .

د - توجه عروش الجزر إلى داخل العبوة .

هـ - ترتب ثمار الباذنجان فى صفوف طولية مع توجيه أعناق الثمار لأعلى .

و - تعبأ ثمار الطماطم إما بطريقة منتظمة تسمح بملء فراغ العبوة جيداً وثبات الثمار لضمان عدم تحركها بالاهتزاز ، وإما فى صَوَان ذات انخفاضات فى طبقات لا يزيد عددها عن مقدرة الثمار السفلى على تحمل الضغط الواقع عليها . ويتوقف ذلك على صلابة الثمار وطور النضج .

ز - تعباً ثمار الكوسة فى ثلاث طبقات ، مع وضع قصاصات ورق بينها ؛ وذلك لضمان ثباتها فى مكانها .

ح - ويوجد من الخضر ما يعبأ بتفريغ المحصول داخل العبوة حتى تمتلئ ، ثم تهز العبوة حتى تأخذ الثمار أماكن ثابتة داخلها . ويستمر ذلك حتى وصول العبوة إلى وزن معين ، كما هى الحال فى تعبئة البصل ، والثوم ، والبطاطس فى أجولة .

٧ - يحسن دائماً تبطين العبوات لتقليل احتكاك الثمار بجسم العبوة ؛ وبالتالي تقليل الأضرار الميكانيكية . ومن أهم المواد المستخدمة فى التبطين : ورق الكرافت ، والبارشمنت ، والزبدة ، والكرتون المضلع الرفيع ، والبلايوفيلم ، والبوليثلين ، والورق المحشو بالقطن .

٨ - يراعى عند إغلاق العبوة أن يملأ الجزء المتبقى منها بقصاصات الورق .

٩ - من الضرورى وضع بعض البيانات الخاصة ؛ وذلك بطبعها على العبوة مباشرة ، أو على بطاقة خاصة تلتصق على العبوة ، على أن تشمل هذه البيانات على اسم المحصول ، والرتبة ، والعلامة التجارية ، واسم المصدر وعنوانه ، أو أحدهما ، والوزن الصافى ، ومكان الإنتاج ، ورقم الرسالة المسلسل .

وفى مصر يشترط - فى العبوات المعدة للتصدير - كتابة جميع البيانات السابقة الذكر باللغة العربية فى حالة التصدير إلى الدول العربية ، وبإحدى اللغتين : الإنجليزية أو الفرنسية فى حالة التصدير إلى الدول الأخرى . ويشترط الكتابة بألوان خاصة للدرجات المختلفة ، مع إعطاء الرموز (I و II) للدرجتين الأولى والثانية (عن الإدارة العامة للتدريب ١٩٧٣) .

أماكن التعبئة

تجرى التعبئة فى الحقل أو فى منشآت خاصة تسمى « بيوت التعبئة » . وتستخدم فى الحقل وحدات ضخمة متنقلة للتدريج والتعبئة تعرف بين العامة باسم "mule machine" ، ويشيع استخدامها مع بعض المحاصيل ؛ مثل : الخس ، والكرفس ، والذرة السكرية . وتسير الآلة إلى جانب ماكينة الحصاد أثناء مرورها بالحقل ؛ حيث يصل إليها المحصول ويخرج منها وقد تم غسله وإزالة الأجزاء غير المرغوبة منه ، وعُيئ استعداداً لشحنه (Ware & McCollum ١٩٧٥) .

أما بيوت التعبئة ، فهي منشآت خاصة تقام عادة في وسط منطقة الزراعة ، ويشترط عند إقامتها ملاحظة ما يلي :

- ١ - أن تتعادل كفاءتها ومقدرتها مع المساحة المزروعة .
 - ٢ - أن يكون الدور الأول بمستوى سطح التربة لتسهيل عمليات التفريغ والشحن بالسيارات .
 - ٣ - أن تكون قريبة من مصدر مياه نقية تحت ضغط مرتفع .
 - ٤ - أن تتوفر بجانبها مساحة كبيرة لوضع الخضر المعبأة المعدة للشحن (استينو وآخرون ١٩٦٣) .
- وتجرى معظم عمليات إعداد وتداول محاصيل الخضر في بيوت التعبئة .
وتجمع العبوات بعد التعبئة في وحدات أكبر على « بالينات » أو « طَبَالٍ خشبية » ؛
ليسهل حمل كل مجموعة منها آليا بواسطة الأوناش .
ولزيد من التفاصيل عن عبوات الخضر وتعبئتها . . يراجع Kader وآخرون (١٩٨٥) .

الإنضاج الصناعي

استعمال الإيثيلين

يستخدم الإيثيلين على نطاق واسع في الإنضاج الصناعي للخضر والفاكهة . وأهم الخضروات التي يستخدم معها الإيثيلين هي : الطماطم ، والقاوون الأملس ، والكرفس .

١ - الطماطم :

تستغرق ثمار الطماطم الخضراء المكتملة النمو حوالي ١٢ - ١٤ يوما كي تتحول إلى لونها الطبيعي . ويمكن تقصير تلك الفترة إلى ستة أيام بالمعاملة بالإيثيلين .
ويستخدم الإيثيلين بتركيز ١ : ٤٠٠٠ في حجرات المخازن المحكمة الإغلاق ، وبتكرز ١ : ١٠٠٠ في حجرات المخازن غير المحكمة الإغلاق . وأنسب ظروف تخزين عند المعاملة هي حرارة ١٨ - ٢٤ م ، ورطوبة نسبية ٨٥ - ٩٥ ٪ .

٢ - القاوون :

لا يُعامل من أصناف القاوون بالإيثيلين إلا شهد العسل ، والكاسابا . وتحدد الثمار عندما تصل إلى درجة النضج المناسبة ، إلا أن التلون لا يكون مكتملاً حينئذ . وتصل الثمار إلى اللون المرغوب فيه خلال ٣ - ٤ أيام من المعاملة بالإيثيلين بتركيز ١ : ١٠٠٠ على حرارة ١٨م .

٣ - الكرفس :

تتطلب بعض الأسواق تبيض أوراق الكرفس وأعناقها ؛ بتجميع التربة حول النباتات ، أو تظليلها بألواح الخشب أو بالورق ، إلا أن هذه الطريقة مجهدّة ومكلفة وتُعطي النباتات مظهراً غير مقبول . ويمكن تبيض الكرفس بسهولة بعد الحصاد مع المحافظة على الطعم والقوام وصفات الجودة الأخرى بالمعاملة بالإيثيلين . وتستغرق المعاملة ستة أيام مع الأصناف ذات اللون الأخضر المصفر self blanching ، ومدة ١٠ - ١٢ يوماً مع الأصناف ذات اللون الأخضر الداكن . ويستخدم الإيثيلين بتركيز ١ : ١٠٠٠٠ في الحجرات المحكمة الإغلاق ، و بتركيز ١ : ١٠٠٠ في الحجرات غير المحكمة الإغلاق . وتتم المعاملة على حرارة ١٨م . وتؤدي المعاملة بالإيثيلين إلى التخلص من مادة الكلوروفيل الخضراء ، دون التأثير على نسبة السكر .

يعمل الإيثيلين على إسرّاع التلون الطبيعي للثمار ، وإسراع التحولات الطبيعية للنشا إلى سكر . وفيما عدا ذلك . . فليس للإيثيلين أية تأثيرات أخرى على محتوى المحصول المعامل من الفيتامينات ، كما أنه ليس له أى تأثير ضار على الصحة . ولا يترك أى لون أو روائح غير مرغوبة بالثمار .

ويحدد التركيز المناسب من الإيثيلين على أساس الحجم الكلى للمخزن ، دون اعتبار للحيز الذى يشغله المحصول المخزن . ويجب عدم زيادة التركيز أبداً عن ١ : ١٠٠٠ فى أى من الخضر والفاكهة ، كما تجب تهوية المخازن المعاملة من آن لآخر ؛ وذلك لتوفير الأكسجين اللازم لتنفس المحصول المخزن . وتجرى التهوية - قبل المعاملة بالإيثيلين - بفتح الباب والشبابيك لمدة نصف ساعة . ويوصى بمعاملة المخازن بالتركيز المطلوب من الإيثيلين كل ٦ ساعات طوال الفترة المطلوبة للمعاملة .

وتجدر الإشارة إلى أن غاز الإيثيلين سهل الاشتعال والانفجار إذا اختلط بالأكسجين بنسبة معينة ، لكن أقصى تركيز ينصح به وهو ١ : ١٠٠٠ يبلغ ١/٢٧ من الحد الأدنى للتركيز الذى يمكن للغاز أن يشتعل فيه . ومع ذلك . . فيجب دائماً توفير أجهزة قياس تركيز الغاز فى حجرات الإنضاج التى يستعمل فيها الإيثيلين .

ولمزيد من التفاصيل عن بيولوجيا وتكنولوجيا استعمال الإيثيلين بعد الحصاد . . يراجع Kader وآخرون (١٩٨٥) .

بدائل غاز الإيثيلين

يوجد عدد من البدائل لغاز الإيثيلين ؛ منها :

١ - الإثيريل Etherel :

يستخدم مع الخضر والفاكهة فى صورة محلول مائى بالنقع أو بالرش . وينتج الإثيريل غاز الإيثيلين إذا تعرض لـ pH أعلى من ٥ .

٢ - كاربيد الكالسيوم Calcium Carbide :

يتكون كاربيد الكالسيوم باتحاد أكسيد الكالسيوم مع الكربون . ويؤدى اتحاده بالماء إلى تحلله وإنتاج غاز الأسيتيلين .

٣ - استخدام الثمار ذات المقدرة الكبيرة على إنتاج الإيثيلين عند نضجها :

تتباين منتجات الخضر والفاكهة - كثيراً - فى معدل إنتاجها لغاز الإيثيلين (يراجع لذلك جدول ١٢ - ٥ فى الفصل التالى) . ويمكن استعمال المنتجات ذات المقدرة العالية على إنتاج الإيثيلين فى إنضاج الثمار ذات المقدرة المنخفضة .

التبريد المبدئى

تجرى عملية التبريد المبدئى pre-cooling للتخلص من حرارة الحقل وخفض حرارة الخضروات بعد الحصاد مباشرة بغرض إبطاء التنفس ومعدل التدهور . وللتفاصيل الخاصة بهذه العملية يراجع الفصل الثانى عشر .

التغيرات الفسيولوجية التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد

تدخل ضمن دراسة فسيولوجيا ما بعد الحصاد Post-Harvest Physiology كافة التغيرات الفسيولوجية التى تطرأ على الخضروات بعد حصادها ، والمعاملات التى تجرى لها بغرض إبطاء هذه التغيرات ، والمحافظة على جودة الخضروات لحين وصولها إلى المستهلك ، بما فى ذلك طرق التخزين المختلفة التى تعمل على إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها ، والمعاملات التى تجرى بغرض إسراع نضجها . ونتناول بالدراسة فى هذا الفصل التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد . إن جميع التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد يمكن ملاحظتها والإحساس بها ؛ فهى تغيرات مورفولوجية ، ولكن هذه التغيرات المشاهدة لها أساسها الفسيولوجى ؛ فلا تحدث إلا نتيجة لنشاط فسيولوجى داخل الثمار . ويمكن - بصورة عامة - تقسيم هذه التغيرات إلى تغيرات مرغوبة وأخرى غير مرغوبة .

التغيرات المرغوبة التالية للحصاد

من أهم التغيرات المرغوبة التى تحدث فى محاصيل الخضر بعد الحصاد ما يلى :

١ - كل التغيرات التى تؤدى إلى تحسين الصفات التى تجعل الثمار صالحة للأكل ، سواء من حيث اللون ، أم النكهة ، أم القوام . وهى تغيرات تصاحب استكمال النضج فى الثمار التى تحصد قبل تمام نضجها ؛ كما فى الطماطم ، والقاوون الشبكى ، والقاوون الأملس .

فالطماطم تحصد - عادة - بين طور النضج الأخضر وطور النضج الوردى حسب

درجة الحرارة السائدة ، والمدة التى تمر من الحصاد إلى التسويق ، وتستكمل الثمار تلونها قبل وصولها إلى المستهلك .

والقاوون الشبكي يكتسب أفضل طعم ونكهة بعد ٢ - ٣ أيام من التخزين .

أما القاوون الأملس ، فتلزمه المعاملة بالإيثيلين لاستكمال النضج بعد الحصاد كما أوضحنا فى الفصل السابق .

٢ - يعتبر تبيض الكرفس من التغيرات المرغوبة التى تحتاج هى الأخرى إلى المعاملة بالإيثيلين .

٣ - ومن التغيرات المطلوبة أيضاً تحول النشا إلى سكر أثناء فترة العلاج فى جذور البطاطا ، وفى ثمار القرع العسلى ، ومع إطالة فترة التخزين ، وفى الجزر فى الأيام الأولى من التخزين .

التغيرات غير المرغوبة التالية للحصاد

تشمل التغيرات غير المرغوبة كل ما يؤدي إلى تدهور المحصول وتلفه . وهى فى غالب الأمر امتداد للتغيرات المرغوبة التى سبق بيانها ؛ حيث تتخطى الثمار مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك وتصبح زائدة النضج ، كما أن من التغيرات غير المرغوبة مالا علاقة له بمسألة النضج كما سيأتى بيانه . ومن هذه التغيرات ما يلى :

التغيرات فى اللون

قد تحدث تغيرات غير مرغوبة فى اللون . ومن أمثلتها ما يلى :

١ - فقدان الكلوروفيل - أى فقدان اللون الأخضر - فى الخضر التى تؤكل خضراء ؛ كالخضر الورقية ، والخيار ، والفاصوليا ، والبسلة الخضراء وغيرها .

٢ - تَكُونُ لون بنى غير مرغوب فيه نتيجة لأكسدة المواد الفينولية ، كما فى البطاطس .

٣ - اخضرار درنات البطاطس عند تعرضها للضوء .

التغيرات فى الكربوهيدرات

من أمثلة التغيرات غير المرغوبة فى المواد الكربوهيدراتية ما يلى :

١ - تحول النشا إلى سكر في البطاطس المخزنة على حرارة أقل من ٥°م ؛ حيث تتراكم السكريات تحت هذه الظروف . ويؤدي ذلك إلى اكتساب البطاطس لونًا بنيًا داكنًا ، بدلا من اللون الأصفر الذهبي المرغوب فيه عند القلى في الزيت بسبب احتراق السكريات . ويرجع ذلك التغير في اللون إلى السكريات المختزلة فقط ، وتختلف الأصناف في مدى قابليتها لتراكم السكريات المختزلة عند التخزين في درجات الحرارة المنخفضة .

٢ - تحول السكر إلى نشا في بعض الخضروات - كالبسلة ، والذرة السكرية - عند تخزينها في درجة حرارة مرتفعة ؛ فتفقد الذرة السكرية ٦٠٪ من محتواها من السكر خلال يوم واحد من التخزين في حرارة ٣٠°م ، بالمقارنة بـ ٦٪ فقط عند التخزين في الصفر المئوي . ويصاحب فقدان السكر انخفاض كبير في صفات الجودة .

فقدان الصلابة

تفقد الثمار صلابتها نتيجة لتحلل البكتينات والمواد الأخرى العديدة التسكر ، وتصبح طرية وأكثر حساسية للأضرار الميكانيكية . وقد تزداد الصلابة نتيجة لنمو الألياف ، كما في الكرفس .

التغيرات في الطعم

تحدث التغيرات غير المرغوبة في الخضر المخزنة ؛ نتيجة لما يحدث بها من تغيرات في الأحماض العضوية ، والبروتينات ، والأحماض الأمينية ، والدهون .

فقدان الفيتامينات

تفقد الخضروات المخزنة جزءاً من محتواها من الفيتامينات ، ويكون ذلك واضحاً بوجه خاص في فيتامين جـ . ويمكن تقليل هذا الفقد بسرعة تبريد المحصول بعد الحصاد ، وتخزينه في درجات حرارة منخفضة ، كما يفيد التخزين في الجو المعدل الذي تقل فيه نسبة الأكسجين في تقليل أكسدة الفيتامينات .

النموات النباتية

يحدث أثناء التخزين أن تتكون نموات نباتية بالثمار ؛ كما في الحالات التالية :

- ١ - ترريع البطاطس ، والبصل ، والثوم ، والخضر الجذرية ، كالجزر واللفت ؛ ويقلل ذلك من صلاحيتها للتسويق .
- ٢ - غمر الجذور فى الجزر ؛ ويقلل ذلك أيضاً من قيمتها التسويقية .
- ٣ - إنبات البذور داخل الثمار ؛ وهو الأمر الذى قد يحدث أحياناً فى ثمار بعض سلالات الطماطم والفلفل .
- ٤ - استطالة مهاميز الهليون والتواؤها لأعلى إذا كانت بوضع أفقى أثناء التخزين . وتصاحب ذلك زيادة فى صلابتها .
- ٥ - ظهور غموات زغبية بأقراص القنبيط (عن Kader وآخرين ١٩٨٥) .

الفقد فى الوزن

تفقد الخضروات المخزنة جزءاً من رطوبتها عن طريق النتح . ويؤدى ذلك إلى ذوبلها وتغير مواصفاتها ، كما تقل الكمية الفعلية المسوقة من المحصول . وتزداد سرعة النتح مع ارتفاع درجة حرارة التخزين ونقص الرطوبة النسبية . ويكون النتح بمعدلات مرتفعة فى بداية فترة التخزين ، ثم ينخفض تدريجياً بعد ذلك .

ومن البديهي أن يكون النتح فى كثير من الخضر الورقية بمعدلات أعلى منها فى الخضروات الأخرى ، كما يكون معدله أقل ما يمكن فى الخضروات الدرنية . كذلك يقل النتح مع زيادة الطبقة الشمعية على المنتج ، وعند خزن الخضر الجذرية بدون أوراقها .

ويؤدى نقص الرطوبة بنسبة ٣ - ٦٪ فى الخضر المخزنة إلى تدهور كبير فى نوعيتها . ويمكن لبعض الخضروات - كالكرنب - أن تتحمل فقداً رطوبياً تصل نسبته إلى ١٠٪ من وزن الرءوس ، لكنها تحتاج - حينئذ - إلى بعض التقليل والتهذيب قبل عرضها فى الأسواق . ويوضح جدول (١٢ - ١) معدل الفقد اليومي فى وزن الخضر المختلفة عندما تكون ظروف التخزين غير مناسبة (درجة حرارة ٢٧°م ، ورطوبة نسبية ٦٠٪) .

ومن الممكن خفض الفقد الرطوبى بتعبئة الخضروات فى عبوات بلاستيكية ، إلا أنها تحدد من تبادل الغازات ، كما تبطئ التوصيل الحرارى . وقد تفقد الخضروات

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد —————

جدول (١٢ - ١) : معدل الفقد اليومي في وزن الخضر المختلفة عندما تكون ظروف التخزين غير مناسبة (درجة حرارة ٢٧م ، ورطوبة نسبية ٦٠٪) (عن Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

الخضر	معدل الفقد اليومي (%)
الهلين	٨,٤
الفاصوليا الخضراء	٤,٠
الجزر (بدون أوراق)	٣,٦
البنجر (بدون أوراق)	٣,١
الخيار	٢,٥
قرع الكوسة	٢,٢
الطماطم	٠,٩
القرع العسلي	٠,٣

المعبأة جزءا كبيرا من رطوبتها إلى العبوات الخشبية ؛ ولهذا ينصح أحيانا ببل الصناديق الخشبية قبل تعبئتها .

وتعتبر الرطوبة النسبية في المخازن أهم العوامل المتحكممة في الفقد الرطوبي ؛ لأن الرطوبة النسبية في المسافات البينية لأنسجة معظم الخضروات تبلغ ٩٩٪ على الأقل ؛ ويعنى ذلك استمرار فقدتها للرطوبة ، ما دامت الرطوبة النسبية في الجو المحيط بها تقل عن ذلك . ويطلق على الفرق في ضغط بخار الماء بين الجو الداخلى لأنسجة المنتجات المخزنة والجو الخارجى اسم "Vapor-pressure" .

ويحدث معظم الفقد في الرطوبة أثناء مراحل التبريد المبدي ؛ حيث يكون الفرق في ضغط بخار الماء كبيرا ، ويقل - تدريجيا - مع انخفاض درجة الحرارة . ويعطى جدول (١٢ - ٢) أمثلة تبين أهمية كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية في التأثير على الفرق في ضغط بخار الماء ؛ وبالتالي على الفقد الرطوبي من الخضر المخزنة .

ويوضح جدول (١٢ - ٣) الحد الأقصى المسموح به للفقد الرطوبي في الخضر المخزنة ؛ حيث لا تكون بعدها صالحة للتسويق . هذا . . . ورغم أن جزءا من الفقد في الوزن يرجع إلى التنفس ، إلا أن ذلك الجزء لا يُعتد به ، بالمقارنة بالفقد الرطوبي .

جدول (١٢ - ٢) : أهمية درجة الحرارة والرطوبة النسبية في التأثير على الفرق في ضغط بخار الماء ؛ وبالتالي على الفقد الرطوبي في الخضار المخزنة (عن Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

المثال	الرطوبة النسبية (%)	ضغط بخار الماء (مم زئبق)
١ - درجة حرارة الخضار ٢١°م	١٠٠	١٨,٧٦
درجة حرارة الهواء صفر°م	١٠٠	٤,٥٨
الفرق في ضغط بخار الماء		١٤,١٨
٢ - درجة حرارة الخضار صفر°م	١٠٠	٤,٥٨
درجة حرارة الهواء صفر°م	٥٠	٢,٢٩
الفرق في ضغط بخار الماء		٢,٢٩
٣ - درجة حرارة الخضار ٢,٢°م	١٠٠	٥,٣٧
درجة حرارة الهواء ٢,٢°م	٩٠	٤,٨٣
الفرق في ضغط بخار الماء		٠,٥٤
٤ - درجة حرارة الخضار صفر°م	١٠٠	٤,٥٨
درجة حرارة الهواء صفر°م	٩٠	٤,١٢
الفرق في ضغط بخار الماء		٠,٤٦

أضرار تنشأ عن عيوب في المخازن

تصاب محاصيل الخضار بأضرار معينة نتيجة لوجود عيوب خاصة في المخازن ، ومن هذه الأضرار ما يلي :

أضرار الأمونيا

تحدث أضرار الأمونيا Ammonia Injury عندما يتسرب الغاز من أجهزة التبريد ؛ حيث تتلون الأنسجة الخارجية للخضار المخزنة بلون بني أو أخضر مُسَوَّد . وقد تؤدي

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد —————

جدول (١٢ - ٣) : الحد الأقصى المسموح به لفقد الرطوبة في الخضروات المخزنة ؛ حيث تصبح الخضروات بعدها غير صالحة للبيع (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

الخضرة	الحد الأقصى المسموح به لفقد الرطوبة (%)
الهلين	٨
الفول الرومي	٦
البنجر (جذور)	٧
البروكولي	٤
الكرنب بروكسل	٨
الكرنب (أصناف مختلفة)	٧ - ١٠
الجزر (جذور)	٨
الجزر (بأوراقه)	٤
القمييط	٧
الكرفس	١٠
الكراث أبو شوشة	٧
البصل	١٠
الجزر الأبيض	٧
البطاطس	٧
البسلة (بالقرون)	٥
السبانخ	٣
الذرة السكرية	٧
الطماطم	٧
اللفت	٥
الخس	٣ - ٥

الأضرار الشديدة إلى ليونة الأنسجة الداخلية ، وفقد الخضرة صلاحيتها للتسويق . ويحدث الضرر - عادة - عندما يصل تركيز الأمونيا في جو المخزن إلى ١,٠ ٪ ، ولكنه لا يظهر إلا بعد عدة ساعات من التعرض لهذا التركيز ؛ ولهذا يوصى بوضع أجهزة للتنبيه بتسرب الغاز .

ويمكن التخلص من أبخرة الأمونيا بالتهوية ، أو بغسيل جو المخزن بالماء إذا كان ذلك ممكناً ، أو بمعادلة الأمونيا بغاز ثاني أكسيد الكبريت Sulfurdioxide إن كانت

الخضار المخزنة غير حساسة لذلك الغاز ، مع عدم زيادة تركيزه على ١٪ (Lurtz & Hardenburg ١٩٦٨) .

أضرار نقص الأكسجين

يحدث النقص في الأكسجين من جراء تنفس الخضروات المخزنة مع عدم توفرت هوية جيدة في المخازن ، ويكون ذلك مصحوباً بزيادة في نسبة ثاني أكسيد الكربون . وتختلف الخضروات في مدى حساسيتها لذلك .

ومن الأضرار التي يحدثها نقص الأكسجين ما يلي :

١ - ظهور حالة القلب الأسود في درنات البطاطس .

٢ - تبقع قرون الفاصوليا الخضراء ببقع بنية اللون .

أضرار التجمد

تحدث أضرار التجمد Freezing Injury من جراء تكون البلورات الثلجية في الخلايا بأنسجة الخضروات ؛ حيث يبدو النسيج المتجمد بعد إخراجها من المخزن وتعرضه لدرجة الحرارة العادية كما لو كان منقوعاً في الماء Water-soaked . وتعرض الخضروات لتلك الأضرار في المخازن ؛ إما نتيجة للإهمال في اختيار درجة الحرارة المناسبة للتخزين ، وإما لعدم كفاءة منظم الحرارة في أجهزة التبريد .

وتختلف الخضروات كثيراً من حيث درجة الحرارة التي تتجمد عليها ، وكذلك مدى تعرضها للضرر من جراء التجمد . وتقسم الخضروات في هذا الشأن إلى ثلاث مجاميع كالتالي :

١ - خضروات شديدة الحساسية ؛ حيث تحدث بها أضرار شديدة عند تعرضها للتجمد ولو لفترة قصيرة . وتشمل هذه المجموعة : الهليون ، والفاصوليا الخضراء ، والخيار ، والباذنجان ، والخس ، والبامية ، والفلفل ، والبطاطس ، وقرع الكوسة ، والبطاطا ، والطماطم .

٢ - خضروات متوسطة في درجة تحملها للتجمد ؛ فيمكنها تحمل التجمد الخفيف مرة أو مرتين . وتشمل هذه المجموعة : البروكولي ، والكرنب ، والجزر بدون

عروش ، والقنبيط ، والكرفس ، والبصل ، والبقدونس ، والبسلة ، والفجل بدون عروش ، والسبانخ ، والقرع العسلى .

٣ - خضروات أكثر تحملاً للتجمد ؛ حيث يمكنها تحمل التجمد عدة مرات مع انخفاض درجة الحرارة إلى ٦°م تحت الصفر . وتشمل هذه المجموعة : البنجر ، وكرنب بروكسل ، والكيل ، وكرنب أبو ركة ، والجزر الأبيض ، والروتاباجا ، والسلسفيل ، واللفت .

هذا . . ولا توجد علاقة بين درجة الحرارة التي تتجمد عندها الخضروات وبين درجة تحملها لأضرار التجمد . فمثلاً . . تتجمد البطاطس عند درجة حرارة - ٢,٧°م ، بينما يتجمد الكرنب عند درجة حرارة - ٠,٥°م . وبالرغم من ذلك . . يتحمل الكرنب التجمد عدة مرات دون ضرر يذكر ، بينما لا تتحمل البطاطس التجمد ولو لفترة قصيرة . ومن الطبيعى أن تنخفض المقدرة على التخزين عند تعرض الخضروات المخزنة للتجمد .

هذا . . ويمكن لمعظم الخضروات - إذا تركت بدون تحريك أو اهتزاز - أن تتحمل درجة حرارة تقل بمقدار عدة درجات عن درجة حرارة التجمد دون أن تتجمد . ويطلق على هذه الظاهرة اسم « تحت التبريد under cooling » ، وأحياناً « التبريد الفائق super cooling » . وقد تستمر الخضروات على هذه الحالة لعدة ساعات دون أن تتجمد ، لكنها تتجمد فى الحال إذا ما حُرّكت العبوات أو اهتزت . ولهذا السبب يحسن عدم تحريك الخضروات المخزنة إلا بعد رفع درجة حرارة المخازن ؛ تجنباً لاحتمال كونها فى حالة تبريد فائق . وتعد البطاطس من أبرز الأمثلة على ذلك ؛ فهى من أكثر الخضروات حساسية للتجمد ، ولكنها تبقى دون تجمد وهى معرضة لدرجة حرارة - ٢°م لعدة ساعات ، طالما أنها ساكنة .

كذلك فإن أنسجة الخضروات تكون شديدة الحساسية للتجريح والأضرار الميكانيكية وهى متجمدة ، وهذا سبب أكثر باعراً إلى عدم تداول الخضروات عند إخراجها من المخازن إلا بعد أن تدفأ نسبياً .

ومن أهم أعراض أضرار التجمد فى محاصيل الخضر ما يلى (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) :

المحصول	الأعراض
الخرشوف	انفصال البشرة وتلون الأجزاء التي تنفصل عنها البشرة - والتي تأخذ شكل تقرحات - بلونٍ يميل إلى الأبيض أو الرصاصي الفاتح ، ثم لا يلبث أن يصبح اللون بنيًا بعد تكسّر القروح .
الهلينون	تصبح قمة المهاميز داكنة اللون ، وبقية أنسجتها مائية المظهر . وعند تفكك التجمد فإن المهاميز تصبح مهترقة .
البنجر	تصبح الجذور مائية المظهر خارجيا وداخليا ، وتكتسب الأوعية الناقلة أحيانا لونًا أسود .
البروكولي	تكون أصغر البراعم الزهرية في مركز القرص أكثرها حساسية للتجمد . وتكتسب البراعم المتجمدة لونًا بنيًا ، وتعطى رائحة قوية غير مقبولة عند تفككها .
الكرنب	تصبح الأوراق مائية المظهر ونصف شفافة ، وتنفصل عنها البشرة بعد تفككها .
الجزر	تظهر بالجذور تقرحات ، وشقوق متعرجة ، كما تبدو الجذور من الداخل مائية المظهر بعد تفككها .
القمييط	تكتسب الأقراص لونًا بنيًا ، وتعطى رائحة قوية غير مرغوبة عند طهيها .
الكرفس	تبدو الأوراق وأعناق الأوراق ذابلة ومائية المظهر بعد تفككها . ويكون تجمد الأعناق أسرع من تجمد أنصال الأوراق .
الثوم	تبدو الفصوص مائية المظهر بعد تفككها ، وتأخذ لونًا أصفر ضاربًا إلى الرمادي .
الحس	تظهر تقرحات ، وتموت خلايا البشرة بعد انفصالها ، وتصبح بنية اللون ، وتزداد حساسية الرؤوس للأضرار الميكانيكية والتحلل .
البصل	تكون الأبصال المفككة طرية ، وتأخذ لونًا أصفر ضاربًا إلى الرمادي ، وتبدو مائية المظهر في المقطع العرضي . ويكون التجمد - عادة - محصورا في أعناق الأوراق (الخراشيف المتشحمة المكونة للصلة) كل منها منفردة .
الفلفل الحلو	يموت كل نسيج البشرة أو جزء منه ، ويبدو مائي المظهر ، وتتعرض الثمرة للتتقرير والانكماش ، كما تتحلل بعد تفككها .
البطاطس	لا تبدو أضرار التجمد واضحة على الدرنة من الخارج ، ولكنها قد تظهر على صورة مناطق رمادية أو رمادية ضاربة إلى الزرقة تحت جلد الورقة . وتكون الدرنة المفككة طرية ومائية المظهر .
الفجل	تبدو الأنسجة المفككة نصف شفافة ، وتكون الجذور طرية ومنكمشة .
البطاطا	تتلون الأنسجة الوعائية بلون بني ضارب إلى الصفرة ، وتبدو بقية الأنسجة مائية المظهر ،

(يتبع)

المحصول	الأعراض
	وتأخذ لونًا أخضر ضاربًا إلى الصفرة . وتكون الجذور طرية وشديدة القابلية للإصابة بالتحلل .
الطماطم	تصبح الثمار مائية المظهر ، وتكون طرية بعد تفكيكها . وعندما يكون تجمد الثمار جزئياً ، يشاهد حد فاصل واضح بين النسيجين المتجمد وغير المتجمد ، وخاصة في الثمار الخضراء .
اللفت	تظهر بقع صغيرة مائية المظهر على سطح الجذور . وتبدو الأنسجة المتأثرة بالتجمد رصاصية اللون أو رمادية ، وتعطى رائحة غير مرغوبة .

أضرار البرودة

تقسيم المحاصيل البستانية حسب حساسيتها لأضرار البرودة

تحدث أضرار البرودة Chilling Injury في معظم الخضروات الاستوائية وشبه الاستوائية عندما تخزن في حرارة أعلى من درجة تجمدها ، وأقل من ٥ - ١٥ م . ويتوقف الحد الأعلى للمجال الحراري الذي تحدث فيه أضرار البرودة على نوع المحصول .

وتقسم المحاصيل البستانية - حسب حساسيتها لأضرار البرودة - إلى ثلاث مجموعات ؛ كما يلي :

١ - محاصيل تتحمل البرودة :

تناسب فترة صلاحية خضروات هذه المجموعة للتخزين عكسياً مع درجة الحرارة ما دامت درجة الحرارة أعلى من درجة التجمد .

٢ - محاصيل حساسة للبرودة :

تزداد فترة صلاحية خضروات هذه المجموعة للتخزين كلما انخفضت درجة الحرارة حتى درجة معينة تختلف باختلاف المحصول ، ثم تنخفض فترة الصلاحية للتخزين مع أي انخفاض أكثر من ذلك في درجة الحرارة . وتعرف هذه الدرجة باسم درجة الحرارة

الحرارة لحدوث أضرار البرودة ، وهى تتراوح - عادة - بين حوالى ١٠ - ١٣ م . وتنتمى إلى هذه المجموعة معظم الخضر والفواكه الاستوائية وتحت الاستوائية .

٣ - محاصيل حساسة قليلا للبرودة :

تقل درجة الحرارة الحرجة - التى تحدث عندها أضرار البرودة - قليلا فى خضروات هذه المجموعة مقارنة بخضروات المجموعة السابقة ، وهى تتراوح - عادة - بين حوالى ٣ و ٤ م (عن Wang ١٩٩٤ أ) .

ولدرجة الحرارة المنخفضة تأثير متجمع Cumulative ؛ حيث يبدأ فى الحقل قبل الحصاد ، ويستمر مع التخزين فى درجات الحرارة المنخفضة . وكثيرا ما تبدو الخضر طبيعية المظهر عند إخراجها من المخازن الباردة ، إلا أنها سرعان ما تظهر عليها أعراض البرودة بعد بقاءها فى الجو العادى لمدة يوم أو يومين ؛ أى أثناء فترة التسويق .

ولكن أعراض أضرار البرودة تظهر كذلك فى المخازن إذا طالت فترة التخزين فى حرارة أقل من الدرجة الحرجة الخاصة بالمحصول .

أعراض أضرار البرودة

من مظاهر أضرار البرودة ما يلى :

- ١ - حدوث تغيرات داخلية وخارجية فى اللون discoloration .
- ٢ - ظهور نقر pits على سطح الثمار .
- ٣ - ظهور مناطق مائية المظهر Water-soaked .
- ٤ - عدم تجانس النضج أو عدم اكتماله .
- ٥ - ظهور طعم غير مستساغ .
- ٦ - حدوث انهيار داخلى بالأنسجة النباتية .
- ٧ - تكون الخضروات أكثر عرضة للإصابة بالنموات الفطرية السطحية والتحلل (عن Kader وآخرين ١٩٨١) .

وتكون هذه الأعراض مصاحبة - عادةً - بزيادة فى معدل التنفس ، وإنتاج الإيثيلين ، والقابلية للإصابة بالأمراض ، وفى التغيرات المؤدية إلى الشيخوخة ،

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضار بعد الحصاد ———
 وخاصة بعد إخراج المنتجات من المخازن الباردة إلى درجة الحرارة العادية لأجل
 تسويقها .

ويوضح جدول (١٢ - ٤) أعراض أضرار البرودة في الخضار المختلفة ، وأقل
 درجة حرارة مأمونة يمكن أن تخزن عليها تلك الخضروات ، دون أن تتعرض لهذه
 الأضرار .

جدول (١٢ - ٤) : أضرار البرودة في الخضار المختلفة ، وأقل درجة حرارة مأمونة يمكن أن تخزن عليها
 تلك الخضروات ، دون أن تتعرض لهذه الأضرار .

الخضار	الحد الأدنى المأمون لدرجة الحرارة (°م)	أعراض أضرار البرودة
الفاصوليا الخضراء	٧	نقر pitting وصدأ russeting
الخيار	٧	نقر وبقع مائية water-soaking وتحلل decay
الباذنجان القاوون	٧	انسحاق أو احتراق scald سطحي وعفن الترناري
الشبكي	٧ - ١٠	نقر وتحلل سطحي
شهد العسل - الكاسابا - الفارسي	٧ - ١٠	نقر وتحلل سطحي وعدم النضج
البطيخ	٤	نقر وطعم غير مستساغ
البامية	٧	امسوداد وظهور مناطق مائية وتحلل
الفلفل الحلو	٧	نقر وعفن الترناري
البطاطس	٣	تكون لون بني ضارب للحمرة mahogany browning
القرع العسلي وقرع الشتاء	١٠	تحلل وعفن الترناري
البطاطا الطماطم :	١٣	تحلل ونقر وظهور لون داخلي أسود
الحمراء	٤ - ١٠	ظهور مناطق مائية مع طراوة الثمار وتحللها
الخضراء المكتملة النمو	١٣	عدم اكتمال اللون وعفن الترناري

وتكون الأعراض الخارجية لأضرار البرودة انعكاساً لأضرار داخلية ، لعل من
 أهمها وأبرزها تلك التي تحدث بالأغشية الخلوية . وعندما تفقد الأغشية الخلوية

خاصية نفاذيتها الاختيارية للأيونات من جرّاء تعرضها للحرارة المنخفضة فإن الأيونات تتسرب من الخلايا دونما رابط . ولطالما استخدمت خاصية التوصيل الكهربائي لراشحات الأنسجة tissue leachates المتأثرة بالبرودة كدليل على مقدار الضرر الذى حدث بالأغشية الخلوية ؛ حيث تؤدى زيادة الأضرار بالأغشية إلى زيادة الراشحات ؛ ومن ثم زيادة قدرتها على التوصيل الكهربائي .

وقد وجد Côté وآخرون (١٩٩٣) ارتباطاً بين درجة التوصيل الكهربائي لراشحات أجزاء من نسيج بشرة ثمار الطماطم التى تعرضت لحرارة ٣م لفترات مختلفة وبين شدة أضرار البرودة التى ظهرت على الثمار (فى صورة نقر وعدم تجانس فى النضج) عندما نقلت بعد ذلك إلى حرارة ٢٠م . ولكن هذا الارتباط ظهر فقط عند إجراء اختبار التوصيل الكهربائي فى الحرارة المنخفضة (٣م) ، وليس بعد نقل الثمار إلى حرارة الغرفة (٢٠م) .

وسائل الحد من أضرار البرودة

حاول الباحثون جعل المنتجات البستانية الاستوائية وتحت الاستوائية أكثر تحملاً لأضرار البرودة ؛ حتى يمكن تخزينها فى درجات حرارة أكثر انخفاضاً ؛ وبذا . . . تزداد فترة تخزينها . ومن أهم الوسائل التى اتبعت لتحقيق هذا الهدف ما يلى :

التعرض لحرارة منخفضة

يؤدى تعرض المنتجات البستانية الحساسة لأضرار البرودة لحرارة منخفضة تزيد قليلاً على الحرارة الحرجة - قبل تخزينها مباشرة - إلى خفض حساسيتها لتلك الأضرار . وقد أثبتت هذه الطريقة جدواها فى كل من الخيار ، والباذنجان ، والفلفل ، والطماطم ، والكوسة ، والجريب فروت .

ويتم التعريض - السابق للتخزين - للحرارة المنخفضة إما مرة واحدة ، وإما بصورة تدريجية وهى الطريقة الأفضل . فمثلاً . . أظهرت ثمار الباذنجان التى عوملت بحرارة ١٥م لمدة يومين ، ثم بحرارة ١٠م لمدة يوم واحد نُقراً أقل بعد تخزينها على ٦,٥م عن تلك التى لم تعامل - قبل تخزينها - إلا بحرارة ١٥م لمدة يومين .

وقد تبين أن المعاملة بالحرارة المنخفضة قبل التخزين البارد صاحبته زيادة فى مستويات الليبيدات الفوسفاتية فى الأغشية الخلوية ، وفى درجة عدم

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد ———
التشبع للأحماض الدهنية التي توجد بالأغشية ، وتثبيط للزيادة التي يسببها التخزين
البارد في نسبة الاستيرول إلى الليبيدات الفوسفاتية ، وزيادة في البولي أمين
والألدهيدات ذات السلاسل الطويلة . وربما تؤدي جميع هذه التغيرات إلى خفض
أضرار البرودة .

التعرض لحرارة مرتفعة

عرف تأثير المعاملة بالحرارة المرتفعة قبل التخزين البارد في خفض أضرار البرودة منذ
عام ١٩٣٦ ؛ حينما وُجد أن تعرض ثمار الجريب فروت لحرارة ٣٨°م لمدة ١٧ - ٢٢
ساعة قلل جوهريا من ظهور النقر بها ؛ عندما خزنت بعد تلك المعاملة على حرارة
٤,٥°م . ومنذ ذلك الحين ثبتت أهمية هذه المعاملة في تقليل أضرار البرودة في عديد
من الخضر الاستوائية وتحت الاستوائية ؛ مثل : الخيار ، البطاطا ، والطماطم ،
والبطيخ (عن Wang ١٩٩٤ أ) .

هذا إلا أن الحدود المأمونة لمعاملة التعريض للحرارة العالية تختلف من محصول
لآخر ؛ فبينما تستجيب الزبدية لحرارة ٣٦°م ، وتظهر بها أضرار الحرارة العالية عند
تعرضها لحرارة ٣٨°م ، فإن الطماطم تستجيب لحرارة تتراوح بين ٣٦ و ٤٠°م (عن
Kleing & Lurie ١٩٩٢) .

كما أدى تعرض ثمار الطماطم لحرارة ٣٨°م - لمدة ثلاثة أيام قبل تخزينها - إلى
المكافحة الكاملة للفطر *Botrytis cinerea* الذي يصيب الثمار بالعفن والتحلل أثناء
تخزينها (Fallik وآخرون ١٩٩٣) .

وفي الكوسة أدت معاملة الثمار بالماء الدافئ على حرارة ٤٢°م لمدة ٣٠ دقيقة إلى
تقليل أضرار البرودة عندما خزنت الثمار بعد ذلك على حرارة ٥°م ، ثم نقلت إلى
٢٠°م ، وقد ازدادت الفائدة من معاملة الحرارة العالية عندما تركت الثمار لمدة يومين
على حرارة ١٥°م بعد معاملة الحرارة العالية وقبل تخزينها على حرارة ٥°م (Wang
١٩٩٤ ب) .

وبالمقارنة . . وجد Whitaker (١٩٩٤) أن إنضاج ثمار الطماطم جزئيا على
حرارة ٢٠°م لمدة ثلاثة أيام - قبل تخزينها على حرارة ٥°م لمدة ٢٠ يوما - كان أكثر كفاءة

فى خفض أضرار البرودة من تعريضها - قبل التخزين - لحرارة عالية مقدارها ٣٨م لنفس فترة الثلاثة أيام .

ولا تقتصر فائدة معاملة الحرارة العالية على المحاصيل الحساسة للبرودة فقط، بل تتعداها كذلك إلى بعض محاصيل المناطق الباردة . ففي البروكولى . . وجد أن غمس البراعم فى الماء على حرارة ٤٥م لمدة ١٤ دقيقة أدى إلى تأخير اصفرارها - على حرارة ٢٠م - لمدة ٢ - ٣ أيام . كما أدت المعاملة - كذلك - إلى إبطاء فقد البروتينات الذائبة ، وحامض الأسكوربيك ، وخفض معدل التنفس ، ومعدل إنتاج غاز الإيثيلين . وفى دراسة أخرى وجد Forney (١٩٩٥) أن غمس البروكولى فى الماء على حرارة ٥٠م لمدة دقيقتين كان أفضل معاملة لتأخير الاصفرار والتحلل، مع تجنب ظهور الروائح غير المرغوبة ، والفقد فى الوزن .

وقد أرجعت الحماية التى توفرها معاملة التعريض للحرارة المرتفعة قبل التخزين البارد إلى أسباب مختلفة ؛ منها : تكوين بروتينات معينة (heat shock proteins) فى الطماطم ، وزيادة فاعلية عملية المعالجة فى البطاطا ، وتكوين مركبات مضادة للفطريات - مثل الاسكوبارون scoparone - فى الليمون الأضاليا .

التدفئة المتقطعة

التدفئة المتقطعة intermittent warming هى تعريض المنتجات المخزنة فى حرارة منخفضة - لفترة واحدة أو أكثر من فترة - فى حرارة مرتفعة . ويجب أن تتم هذه المعاملة قبل أن تتقدم أضرار البرودة إلى مرحلة لا رجوع فيها ؛ لأن ذلك إن حدث فهو يعنى أن معاملة التدفئة تؤدى إلى إسراع ظهور أعراض البرودة ؛ ولذا . . فإن توقيت معاملة التدفئة يعد أمرا حيويا ، ومن الأهمية بمكان التعرف على بدايات حدوث أضرار البرودة .

وقد اتبعت طريقة التدفئة المتقطعة فى تجنب أضرار البرودة فى كل من الليمون الأضاليا ، والبامية والخيار ، والفلفل الحلو ، والكوسة ، والخوخ ، والنكتارين . ولكل محصول منها الفترات الخارجة - الخاصة به - المناسبة لمعاملة التدفئة .

فمثلا . . وجد Cabrera & Saltveit (١٩٩٠) أن تدفئة ثمار الخيار بنقلها من ٢,٥م إلى ١٢,٥م لمدة ١٨ ساعة كل ثلاثة أيام قلل من أضرار البرودة التى ظهرت

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد ———

عليها . وبالمقارنة . . فقد ظهرت أضرار شديدة للبرودة - تمثلت فى تنقير شديدة وتحلل - عندما خزنت الثمار على حرارة ثابتة مقدارها ٢,٥م لمدة ١٣ يوماً ، وذلك بعد ستة أيام من نقلها إلى ٢٠م ، بينما لم تظهر أية أعراض لأضرار البرودة عندما خزنت الثمار على حرارة ثابتة مقدارها ١٢,٥م ، ثم نقلت بعد ذلك إلى حرارة ٢٠م .

ومن بين النظريات الافتراضية التي اقترحت لتفسير تأثير التدفئة المتقطعة أن رفع درجة الحرارة فى وسط معاملة البرودة يحفز النشاط الأيضى ؛ الأمر الذى يسمح للأنسجة النباتية بتصريف المركبات الوسطية أو المركبات السامة التى تتراكم خلال فترة التعريض للبرودة ؛ بتحويلها إلى مركبات غير ضارة . كذلك قد تسمح تدفئة الأنسجة لفترات قصيرة بمعالجة الأضرار التى تحدث للأغشية الخلوية ، وعضيات الخلية ، والمسارات الأيضية خلال فترة التعريض للبرودة . كما قد تفيد التدفئة فى إعادة توفير المركبات التى تستنفذ أو التى لا يمكن تمثيلها خلال معاملة البرودة . وقد تلعب تلك التغيرات الحرارية الفجائية (من البرودة إلى الدفء ثم إلى البرودة) دوراً فى زيادة تمثيل الأحماض الدهنية غير المشبعة ؛ الأمر الذى يجعل الأغشية الخلوية أكثر مرونة ، ويزيد من تحملها للحرارة المنخفضة (عن Wang ١٩٩٤ أ) .

التخزين فى الجو المعدل

لا يكون للتخزين فى الجو المعدل تأثير متساو على أضرار البرودة فى كل الثمار الاستوائية وتحت الاستوائية ؛ فهو يقلل من أضرارها فى البامية ، والزبدية ، والأناناس ، والجريب فروت ، ويزيد من أضرارها فى الخيار ، والفلفل ، والليمون ، البنزهير ، ولا تأثير له على أضرار البرودة فى الليمون الأضاليا ، والباباظ ، والطماطم .

المعاملات الكيميائية

من بين المعاملات الكيميائية التى أثبتت جدواها فى خفض أضرار البرودة ما يلى :

الكالسيوم	الزيوت المعدنية
زيت القرطم	الزيوت النباتية
الاسكوالين squalene	إيثوكسى كوين ethoxyquin
بنزوات الصوديوم	

إيمازليل imazalil ، وهو : 1-(2-(2,4-dichlorophenyl)-2-propenyloxyethyl)-1-H-imidazole

ثيابندازول thiabendazole ، وهو : 2-(4-thiazolyl) benzimidazole

يبدو أن الكالسيوم يعمل على تقوية الجدر الخلوية والأغشية الخلوية ، ويجعل الأنسجة أكثر قدرة على تحمل الشد الناتج من التعرض للبرودة . وقد قللت المعاملة بالكالسيوم أضرار البرودة في الزبدية والبامية .

وتعمل بنزوات الصوديوم والإيثوكسى كوين على منع حدوث الأكسدة-peroxida-tion في الأحماض الدهنية غير المشبعة في ليبيدات الأغشية الخلوية ؛ الأمر الذى يحافظ على سلامة الأغشية الخلوية حال تعرضها للبرودة . وقد أثبتت تلك المركبات فاعليتها مع كلٍ من الخيار والفلفل .

أما المبيدات الفطرية thiabendazole ، و imazalil فإنها تمنع الإصابات الكامنة ، وتقلل تكوين النقر ، وتؤخر شيخوخة القشرة في البرتقال والجريب فروت .

وتمنع الزيوت المعدنية وزيت القرطم التغيرات في اللون التى تحدث تحت القشرة في الموز عند تعرضه للبرودة ، وقد يكون لهما وللزيوت النباتية دور في تقليل الفقد الرطوبى وخفض أضرار الأكسدة .

أما الاسكوالين squalene فهو شمع طبيعى يوجد في قشرة الجريب فروت . وقد وجد أن إضافة المزيد منه إلى القشرة يحمى ثمار الجريب فروت من أضرار البرودة .

معاملات منظمات النمر

من أهم معاملات منظمات النمو التى كان لها تأثير إيجابى فى خفض أضرار البرودة ما يلى :

١ - حامض الأبسيسيك فى كل من الجريب فروت والكوسة .

٢ - الإيثيلين فى شهد العسل .

٣ - تعمل التريازولات triazoles (مثل : البكلوبترازول paclobutrazol ، ويونى كونازول uniconazole ، والترايادميفون triadimefon) على حماية المركبات التى

_____ التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد _____

توجد فى الأغشية الخلوية من أضرار الأكسدة ؛ وبذا . . فإنها تزيد من مقاومة النباتات - وخاصة العشبية منها - لأضرار الصقيع .

٤ - كذلك تعمل البولي أمينات polyamines على حماية ثمار الكوسة من أضرار البرودة ، وربما يحدث ذلك من خلال نشاطها المضاد للأكسدة (عن Wang ١٩٩٤) .

وقد أوضحت دراسات Lurie وآخرين (١٩٩٥) أن معاملة نباتات الفلفل الحلو قبل الحصاد بأى من منظمات النمو : بـكلوبترازول ، ويونى كونا زول ، ومفليودايد mefluidide أدت إلى حماية الثمار - الخضراء والحمراء - من التعرض لأضرار الصقيع عندما خزنّت على حرارة ٢م لمدة ٢٨ يوماً .

أضرار الإيثيلين

تنتج الخضروات والفاكهة غاز الإيثيلين عند نضجها وأثناء تخزينها ، وهو يعد من الهرمونات الطبيعية التى تكون نشطة فسيولوجيا فى تركيزات تصل - فى حدها الأدنى - إلى ١,٠ حتى ٥,٠ جزءا فى المليون فى مختلف الثمار . وعلى خلاف ما كان شائعاً . . فإن الإيثيلين هو الذى يحفز ويقدهح التغيرات التى تؤدى إلى النضج ، وليس أحد نواتج عملية النضج (Oeller وآخرون ١٩٩١) .

معدل إنتاج الخضر والفاكهة للإيثيلين

تباين منتجات الخضر والفاكهة - كثيرا - فى معدل إنتاجها لغاز الإيثيلين عند نضجها وأثناء تخزينها كما هو مبين فى جدول (١٢ - ٥) .

ومن أهم العوامل التى تؤدى إلى زيادة معدلات إنتاج المنتجات البستانية لغاز الإيثيلين ما يلى :

- ١ - وصول الثمار إلى مرحلة النضج .
- ٢ - الأضرار الميكانيكية .
- ٣ - الإصابات المرضية .
- ٤ - ارتفاع درجة الحرارة حتى ٣٠م .

جدول (١٢ - ٥) معدل إنتاج بعض منتجات الخضر والفاكهة لغاز الإيثيلين بالجزء في المليون في حرارة ٢٠ م°.

المنتج	معدل إنتاج غاز الإيثيلين (ميكروليتر / كجم / ساعة)
الكريز - الموالح - العنب - الفراولة - الخضر الورقية - الخضر الجذرية - البطاطس	٠,١ - ٠,١
البلوبرى - الخيار - البامية - الأناناس - الفلفل	١,٠ - ٠,١
الموز - التين - شهد العسل - المانجو - الطماطم	١٠ - ١
التفاح - الأفوكادو - الكانتالوب - النكتارين - الباباظ - المشمش - الكيوى - الخوخ - الكمثرى - البرقوق	١٠٠ - ١٠
السابوتة - ال Passion fruit	١٠٠ <

الاضرار التى يحدثها غاز الإيثيلين

إن أهم الأضرار التى يحدثها غاز الإيثيلين هو إسراع تدهور المنتجات البستانية . وتجدر الإشارة إلى أنه لا توجد علاقة بين إنتاج المنتجات البستانية للإيثيلين وبين سرعة تدهورها بعد الحصاد ، ولكن تعريضها لتركيزات عالية من الغاز يسرع كثيرا من وصولها إلى حالة الشيخوخة .

ويؤدى وجود الثمار ذات المعدلات المرتفعة فى إنتاج الغاز مثل : التفاح ، والكمثرى ، والبرقوق ، والأفوكادو ، والقاوون الشبكي ، والباباظ ، والخرشوف ، بجانب الخضر الحساسة للغاز إلى حدوث أضرار كثيرة .

ويمكن إيجاز أهم الأضرار التى يحدثها غاز الإيثيلين فيما يلى :

١ - فقدان اللون الأخضر :

فالإيثيلين يسرع من تحلل الكلوروفيل ، ويؤدى إلى اصفرار الأنسجة الخضراء ؛ فتتخفف بذلك صفات الجودة فى الخضر الورقية ، وفى الثمار الخضراء الأخرى ، كالبروكولى ، والخرشوف . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

أ - أدى تعرض الكرنب لـ ١٠ - ١٠٠ جزء في المليون من الإيثيلين أثناء التخزين في حرارة ١٠م لمدة خمسة أسابيع إلى فقدان اللون الأخضر وسقوط الأوراق . وتعتبر بعض أصناف الكرنب أكثر حساسية في هذا الشأن ؛ حيث تفقد اللون الأخضر في تركيزات أقل من الإيثيلين تقدر بحوالى ١ - ٥ أجزاء في المليون .

ب - أدى تركيز ٤ أجزاء في المليون من الغاز إلى زيادة الاصفرار ومعدل التدهور في كرنب بروكسل ، والبروكولى ، والقنبيط في درجة حرارة ١٠م .

ج - لوحظ أن ثمار الكوسة المعرضة لتركيز ٥ أجزاء في المليون من الغاز في درجة حرارة ١٥ - ٢٠م قد فقدت لونها الأخضر .

د - أدت معاملة ثمار الخيار بتركيز ٠,١ - ١٠ أجزاء في المليون من الإيثيلين إلى فقدانها للون الأخضر ، كما نقصت صلابة الثمار في التركيزات المرتفعة .

٢ - انفصال الأوراق والأعضاء النباتية الأخرى Abscission :

يؤدى التعرض للإيثيلين إلى انفصال الأوراق وسقوطها في الكرنب ، وكرنب بروكسل ، والقنبيط ، والخضر الورقية ، وانفصال البراعم في البروكولى ، وانفصال أوراق الكأس في الباذنجان . فمثلا . . أدى تعرض ثمار الباذنجان لغاز الإيثيلين بتركيز ١ - ١٠ أجزاء في المليون لمدة يومين إلى انفصال الكأس ، وتلون لب الثمار والبذور باللون البنى ، وسرعة تعفن الثمار .

٣ - تأثيرات غير مرغوبة على القوام Texture :

يؤدى تعرض الثمار للإيثيلين إلى فقدانها لصلابتها ، وخفض فترة تخزينها ومقدرتها على الشحن ؛ ومن أمثلة ذلك ما يلى :

أ - أدى تعرض ثمار البطيخ للإيثيلين بتركيز ٥ - ٦٠ جزءاً في المليون إلى فقدان الثمار لصلابتها ، ونقص سمك قشرة الثمرة ، وتهتك أنسجتها . وقد صاحب ذلك زيادة في نشاط الإنزيمات التالية على الترتيب : peroxidase ، و polyphenol oxidase ، و esterase ، و cellulase ، و pectinase .

ب - برغم أن تعرض جذور البطاطا للإيثيلين قد قلل من صلابتها بعد الطهى - وهى صفة مرغوبة - إلا أن المعاملة كان لها تأثير سئ على اللون والطعم .

ج - أدى تعرض مهاميز الهليون لتركيز ١٠٠ جزء في المليون من الإيثيلين لمدة ساعة إلى زيادة صلابتها ، وكان ذلك مصحوباً بزيادة فى نشاط إنزيم البيروكسيداز peroxidase مع زيادة تمثيل اللجنين .

٤ - تغيرات فى الطعم :

برغم أن الإيثيلين يحدث تغيرات هامة مرغوبة فى طعم ونكهة الخضروات تشمل تحول النشا إلى سكر ، وفقدان الحموضة ، وتكوين المركبات المتطايرة ، إلا أنه يؤدي أيضاً إلى إحداث تغيرات غير مرغوبة ، كما فى الحالات التالية :

أ - تكون مادة مرة (عبارة عن isocumarin) فى الجزر .

ب - تكون طعم مر فى الكرنب عند التعرض للغاز بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون .

٥ - تبرعم البطاطس :

تنمو البراعم من عيون البطاطس عند تعرضها لغاز الإيثيلين بتركيز جزأين فى المليون لمدة ٧٢ ساعة ؛ وبذلك تؤدي هذه المعاملة إلى إنهاء حالة السكون ، إلا أنها تمنع استطالة النموات المتكونة . ويعد هذا التأثير مفيداً فى حالة تقاوى البطاطس ، ولكنه غير مرغوب فى البطاطس المعدة للاستهلاك . وتصاحب المعاملة بالإيثيلين زيادة كبيرة فى معدل تنفس الدرنات .

٦ - تكوين تبقعات صدئة Russet spotting فى الخس :

يعتبر الإيثيلين هو العامل الأساسى فى ظهور حالة التبقعات الصدئة فى الخس . ويكفى تعرض الخس لتركيز ٠,١ جزء فى المليون لظهور هذا العيب الفسيولوجى بصورة كبيرة أثناء الشحن العادى فى حرارة ٥م لمدة ٥ - ٨ أيام . وتبدأ الأعراض فى الظهور على شكل بقع صغيرة فى البشرة أو النسيج الوسطى (الميزوفيل) تمتد حتى النسيج الوعائى؛ حيث يتدهور نسيج الميزوفيل ، وتنشأ عن ذلك انخفاضات صدئة تشبه النقر (عن Kader ١٩٨٥) .

وسائل تجنب اضرار غاز الإيثيلين

ولتجنب الأضرار التى يمكن أن يحدثها الإيثيلين فى المخازن ، يلزم التخلص منه بإحدى الطرق التالية :

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد —————

١ - إزالة الغاز من المخازن أولاً بالتهوية الجيدة .

٢ - تجنب مصادر الغاز التي من أهمها :

أ - الجرار والآلات التي تعمل بالوقود : فيجب عدم تركها دائمة في المخازن دون استعمال . ويفضل استخدام الرافعات fork lifts التي تعمل بالكهرباء .

ب - إزالة الثمار الزائدة النضج أولاً بأول .

ج - إزالة الثمار المجروحة .

د - عدم ترك الثمار المنتجة للإيثيلين مع الثمار الأخرى الأقل إنتاجاً للغاز . ويستفاد في هذا الشأن من جدول (١٢ - ٦) الذي تقسم فيه ثمار الخضر والفاكهة الطازجة حسب إمكانات خلطها أثناء النقل والتخزين ؛ بناء على احتياجاتها من درجات الحرارة والرطوبة ، ومعدل إنتاجها من غاز الإيثيلين ، ومدى حساسيتها لهذا الغاز .

٣ - استخدام مادة ماصة ذات مسطح كبير يمكنها ادمصاص برمنجنات البوتاسيوم ؛ مثل الفيروميكوليت ، والسيليكا جل ، والبرليت ؛ حيث تتحول البرمنجنات بواسطة الغاز من صورة MnO_4^- ذات اللون القرمزي إلى الصورة MnO_2 ذات اللون البني (Sherman ١٩٨٥) .

العلاقة بين أضرار البرودة وإنتاج الإيثيلين

في محاولة لدراسة العلاقة بين أضرار البرودة وإنتاج الإيثيلين في الثمار الحساسة للحرارة المنخفضة . . وُجد أن تعريض ثمار الخيار لحرارة ٢٥°م أسرع من تمثيل مركب 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ، وهو الذي يتحول إنزيمياً إلى إيثيلين ، وذلك مقارنة بالثمار التي خزنت على حرارة ١٣°م . وحدث أعلى تمثيل للإيثيلين بعد أربعة أيام من التعريض للحرارة المنخفضة ، ثم توقف في اليوم السادس . أما الـ ACC فقد وصل إلى أعلى مستوى له في اليوم السابع بعد معاملة البرودة ، ثم تدنى إلى مستوى منخفض بعد اليوم التاسع .

ويبدو أن التعرض للحرارة المنخفضة فترة طويلة يضر بالنظام الذي يحول الـ ACC إلى إيثيلين . كما أن درجات الحرارة المفرطة في الانحراف (سواء أكان ذلك

جدول (١٢ - ٦) : تقسيم محاصيل الخضار والفاكهة الطازجة حسب إمكانات خلطها أثناء النقل والتخزين بناء على احتياجاتها من حيث درجات الحرارة والرطوبة ومعدل إنتاجها من غاز الإيثيلين ومدى حساسيتها لهذا الغاز (عن عبد القادر ١٩٨٦) .

المجموعة	درجة الحرارة (م)	الرطوبة النسبية (%)	أنواع الخضار والفاكهة التابعة للمجموعة
١	صفر - ١	٩٠ - ٩٥	الكمثرى - التفاح - المشمش - الخوخ - النكتارين - البرقوق - الفراولة - التين - البلح - العنب (غير المعامل بغاز ثنائي أكسيد الكبريت) .
٢	صفر - ١	٩٠ - ٩٥	الحرشوف - الجزر - البنجر - الفجل - اللفت - البصل الأخضر - الخس - السبانخ - البقدونس - الكرفس - الكرات - الكرنب - القرنبيط - البسلة - الفول الأخضر .
٣	صفر - ١	٦٥ - ٧٠	البصل الجاف - الثوم الجاف .
٤	٥ - ٨	٨٥ - ٩٠	البرتقال - اليوسفي - الرمان - الزيتون - القاوون .
٥	٧ - ٨	٩٠ - ٩٥	الفاصوليا - اللوبيا - الخيار - القثاء - قرع الكوسة - البطاطس .
٦	١٠ - ١٢	٩٠ - ٩٥	الأفوكادو (الزبدية) - الجوافة - الطماطم المكتملة النضج - الفلفل - الباذنجان - البامية - البطيخ - الشمام - كيزان العسل .
٧	١٢ - ١٤	٨٥ - ٩٠	الموز - المانجو - البابا - القشطة - الجريب فروت - الليمون الأضاليا - الليمون البلدي المالح - الطماطم (مكتملة التكوين خضراء) .
٨	١٢ - ١٤	٨٥ - ٩٠	البطاطا - القلقاس .

بالارتفاع ، أم بالانخفاض) تثبط من تمثيل الإيثيلين من خلال تثبيطها لنشاط الإنزيمات المسؤولة عن تكوينه .

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد

وحيث إن الإيثيلين غالباً ما يزيد إنتاجه عند تعرض الأنسجة النباتية لحرارة منخفضة أو عالية لفترات محدودة . . فإنه يبدو أن الأضرار الفيزيائية التي تحدث بالأغشية البلازمية للخلايا النباتية وعضياتها - من جراء التعرض للحرارة المتطرفة - هي التي قد تعمل على إعادة تسكين decompartmentalization الإنزيمات المسئولة عن تمثيل الإيثيلين ؛ بما يؤدي إلى زيادة إنتاجه (عن Hale & Orcutt ١٩٨٧) .

تنفس منتجات الخضر بعد الحصاد

يمكن إرجاع غالبية التغيرات التي تطرأ على الخضروات بعد الحصاد إلى تنفس أنسجتها ، وما يصاحب ذلك من نشاط إنزيمي وانطلاق للطاقة . فتوجد علاقة طردية مباشرة بين سرعة تدهور الخضروات المخزنة ومعدل تنفس أنسجتها .

تقسيم الخضروات حسب معدل التنفس بعد الحصاد

تقسم الخضروات إلى خمس مجاميع حسب معدل تنفس أنسجتها بعد الحصاد كما يلي (عن Kader وآخرين ١٩٨٥) :

المجموعة	معدل التنفس عند ٥°م (مجم CO ₂ /كجم / ساعة)	الخضر
التنفس منخفض جداً	> ٥	الخضر المجففة (ومن الفاكهة النضرة والنقل)
التنفس منخفض	٥ - ١٠	البصل والبطاطس
التنفس متوسط	١٠ - ٢٠	الكرنب ، والجزر ، والخس ، والفلفل ، والطماطم ،
التنفس مرتفع	٢٠ - ٤٠	والفراولة ، والقنبيط ، وفاصوليا الليما
التنفس مرتفع جداً	٤٠ - ٦٠	الخرشوف ، والفاصوليا ، وكرنب بروكسل
التنفس شديد الارتفاع	< ٦٠	الهليون ، والبروكولي ، وعيش الغراب ، والبسلة ، والسبانخ ، والذرة السكرية

ويلاحظ من التقسيم السابق لمعدل التنفس في محاصيل الخضر أنه ينخفض كلما ازدادت درجة نضج الأنسجة في الأعضاء النباتية التي يتم حصادها ، سواء أكانت جذورا ، أم سيقاناً ، أم أوراقاً ، أم أزهاراً ، أم بذوراً (عن Snowdon ١٩٩٠) .

تأثير درجة الحرارة على معدل تنفس وتدهور الخضار أثناء التخزين

يكون تنفس الخضروات أقل ما يمكن في درجة الحرارة الأعلى من درجة التجمد مباشرة، ثم يزيد معدل التنفس بمقدار ٢ - ٣ أضعاف فيما بين الصفر المئوي و ١٠ م° ، وبمقدار الضعف مع كل زيادة في درجة الحرارة بعد ذلك مقدارها ١٠ درجات مئوية فيما بين ١٠ و ٣٥ م° ؛ أي تخضع الزيادة في معدل التنفس مع ارتفاع درجة الحرارة في هذا المدى لقانون فانت هوف Van't Hoff .

ويعرف مقدار التضاعف في معدل التنفس (أو أي من العمليات الحيوية الأخرى) مع كل ارتفاع في درجة الحرارة قدره ١٠ درجات مئوية باسم Temperature Quotient ، ويعطى الرمز Q_{10} . ويبين جدول (١٢ - ٧) الـ Q_{10} بالنسبة لمعدل التدهور في عدد من الخضروات .

جدول (٧ - ١٢) : تأثير التغير في درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية على معدل تدهور بعض الخضروات (Q_{10}) .

الـ (Q_{10}) عند التغير في درجة الحرارة (من - إلى م°)			المحصول والتقدير ^(١)
٣٠ - ٢٠	٢٠ - ١٠	صفر - ١٠	
١,٨	٢,٤	٢,٧	الهلون : ١
١,٤	٢,٧	٥,٨	٢
٢,٠	٢,٠	١٠,٠	٣
١,٩	٢,٧	٣,٨	كرنب بروكسل : ١
١,٩	٢,٣	٤,١	الكرفس : ١
١,٩	٢,٢	٢,٥	خس الرؤوس : ١
٢,٠	٢,٨	٣,٣	البسلة : ١
١,٥	٢,٦	٢٧,٥	٢
١,٦	٢,٣	٢,٩	الفجل : ١
١,٨	٢,٥	٣,٣	السبانخ : ١
١,٥	٣,٦	٣,٩	الذرة السكرية : ٢

(أ) : التقدير على أساس الوقت اللازم مروره : ١ - لوصول المنتج إلى حالة غير صالحة للبيع ، و ٢ - لفقد المنتج لـ ٣٠٪ من السكر الموجود به ابتداء ، و ٣ - لحدوث زيادة مقدارها ٥٠٪ في نسبة الألياف .

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد ———

وتتباين قيمة Q_{10} بتغير درجة الحرارة في عديد من العمليات البيولوجية ، بما في ذلك التنفس (جدول ١٢ - ٦) ، وهي تتراوح بالنسبة للتنفس - عادة - بين ١,٠ و ٥,٠ ، وتكون أعلى ما يمكن بين صفر ، و ١٠ م .

ويجب أن تعتمد قيمة Q_{10} المقدرة على معدل تنفس المنتج في البداية ؛ ذلك لأنه بعد تخزينه في درجات حرارة مختلفة يصبح المنتج في أعمار فسيولوجية متباينة ، وتصبح معدلات التنفس المقدرة له مضللة .

هذا .. ولا يعنى ارتفاع معدل التنفس الابتدائي لمحصول ما أنه بالضرورة ذو Q_{10} مرتفعة ، والعكس - كذلك - صحيح .

ويبين في جدول (١٢ - ٨) مثالا افتراضيا يوضح العلاقة ما بين الـ Q_{10} للتنفس ومعدل تدهور المنتج أثناء التخزين ، معبرا عنه بفترة الصلاحية للتخزين والنسبة المئوية للفقد اليومي .

جدول (١٢ - ٨) : العلاقة بين Q_{10} للتنفس ومعدل تدهور المنتج أثناء التخزين .

التغير في الحرارة (°م)	Q_{10} المفترضة ^(١)	سرعة التدهور النسبية	فترة التخزين النسبية	الفقد اليومي (%)
حرارة الأساس : صفر	-	١,٠	١٠٠	١
صفر - ١٠	٣,٠	٣,٠	٣٣	٣
١٠ - ٢٠	٢,٥	٧,٥	١٣	٨
٢٠ - ٣٠	٢,٠	١٥,٠	٧	١٤
٣٠ - ٤٠	١,٥	٢٢,٠	٤	٢٥

(١) : $Q_{10} = \frac{\text{معدل التدهور عند حرارة } T + ١٠ \text{ م}}{\text{معدل التدهور عند حرارة } T}$.

وتقسم الخضروات حسب معدل تنفسها في مختلف درجات الحرارة كما يلي :

١ - خضروات بطيئة في معدل تنفسها (أقل من ١٠ مجم ثاني أكسيد كربون / كجم / ساعة عند ١٠ م ، أو أقل من ٤٠ مجم CO_2 / كجم / ساعة عند ٢٠ م) ، وتشمل : البطاطس ، والبصل ، والخيار .

٢ - خضروات ذات معدل تنفس متوسط (١٠ - ٢٠ مجم CO_2 / كجم / ساعة عند ١٠م ، أو ٤٠ - ٨٠ مجم CO_2 / كجم / ساعة عند ٢٠م) وتشمل : الفلفل ، والجزر ، والطماطم ، والباذنجان .

٣ - خضروات ذات معدل تنفس عال (٢٠ - ٤٠ مجم CO_2 / كجم / ساعة عند ١٠م ، أو ٨٠ - ١٢٠ مجم CO_2 / كجم / ساعة عند ٢٠م) ، وتشمل : الفجل .

٤ - خضروات ذات معدل تنفس عال جداً (أكثر من ٤٠ مجم CO_2 / كجم / ساعة عند ١٠م أو ١٢٠ مجم CO_2 / كجم / ساعة عند ٢٠م) ، وتشمل : البصل الأخضر ، والقنبيط ، والبسلة ، والشبت ، والبقدونس ، والقاقون ، والبامية ، وعيش الغراب (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤ أ) .

تأثير الأكسجين على معدل التنفس

يؤدي خفض نسبة الأكسجين وزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في جو المخزن إلى خفض معدل التنفس في الخضار المخزنة ، ويسمى ذلك الإجراء بـ « التخزين في الجو المعدل Modified Atmosphere » . ويحتوى الجو المعدل عادة على ٣ - ٥٪ أكسجيناً ، ونحو ٥٪ ثاني أكسيد الكربون .

ويلزم دائماً توفر كمية كافية من الأكسجين ؛ حتى يستمر التنفس هوائياً وينطلق الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون ؛ لأن غياب الأكسجين يجعل التنفس لا هوائياً ، ويتكون الكحول ، وحامض الخليك ، وثاني أكسيد الكربون . والكحول ضار بالأنسجة النباتية ، ويؤدي إلى موت الخلايا . كما أن المركبات الوسطية الأخرى التي تتكون أثناء عملية التنفس اللاهوائى هذه ضارة أيضاً . فدرنات البطاطس يتكون بها التيروزين tyrosine المسئول عن اللون الأسود في الدرناات المصابة بحالة القلب الأسود ، وتتكون بالكربن والكرفس مواد تحدث نقرًا وبقعًا صغيرة متناثرة في أعناق الأوراق والعروق .

وتتضح من ذلك أهمية التهوية في حجرات التخزين . كما أنه من الضروري تحريك الهواء خلال المحصول المخزن لنقل الحرارة الناتجة من التنفس .

ظاهرة الكلايمكتريك أثناء تنفس الثمار

اكتشف Kidd & West ظاهرة الكلايمكتريك Climacteric أثناء دراستهما للتغيرات في معدل تنفس ثمار التفاح عند نضجها ؛ فقد لاحظا أن ثمار التفاح تمر بثلاث مراحل كالتالي :

١ - في المرحلة الأولى يحدث انخفاض طفيف في معدل التنفس ، يستمر - تدريجيا - مع كبر حجم الثمار ، حتى تصل إلى أكبر حجم لها . ويطلق على هذه المرحلة اسم « ما قبل الكلايمكتريك Preclimacteric Stage » .

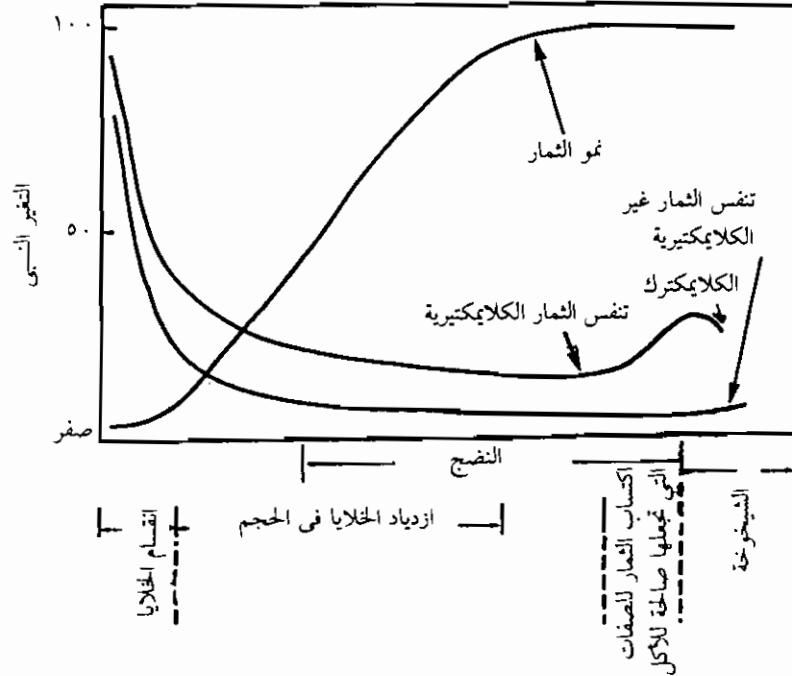
٢ - تبدأ المرحلة الثانية بعد وصل الثمار إلى أكبر حجم لها ، وتستمر أثناء نضجها . ويحدث أثناءها ارتفاع حاد في معدل التنفس يصل إلى أقصاه عند اكتمال نضج الثمار . ويطلق على هذه المرحلة اسم « الكلايمكتريك » ، أو « ذروة التنفس Climacteric Stage » (شكل ١٢ - ٢) .

وتقسم الثمار حسب التغيرات التي تلاحظ في معدل التنفس بها بعد القطف إلى قسمين :

١ - ثمار تحدث فيها ظاهرة الكلايمكتريك ، وتسمى الثمار الكلايمكتيرية Climacteric Fruits ، ومن أمثلتها : التفاح ، والتين ، والكمثرى ، والمشمش ، والخوخ ، والبرقوق ، والزبدية ، والمango ، والموز ، والباباظ ، والسابوتا ، والبشملة ، والطماطم ، والقاوون - خاصة الكانتلوب ، وكيزان العسل - والبطيخ .

٢ - ثمار غير كلايمكتيرية Non-Climacteric fruits : لا يلاحظ بها تغيرات كبيرة في معدل التنفس بعد القطف . ومن أمثلتها : الكريز ، والزيتون ، والعنب ، والموالح ، والأناس ، والفراولة ، والخيار ، والفلفل ، والبادنجان (شكل ١٢ - ١) .

وبرغم صحة هذا التقسيم من حيث التغيرات الملاحظة في معدل التنفس بعد القطف ، إلا أنه يمكن القول بأن ظاهرة الكلايمكتريك تحدث في جميع الثمار اللحمية إذا قطف بعد اكتمال نموها مباشرة ، لكن ما يحدث هو أن بعض الثمار - كالخيار ، والكوسة ، والبادنجان - تقطف قبل وصولها إلى أقصى حجم لها ؛ فلا تحدث بها الظاهرة ؛ لأنها لا تنضج نباتيا بعد القطف . والبعض الآخر يقطف بعد اكتمال نموه ، ولكنه يستهلك قبل نضجه نباتيا ، كالفلفل ، فلا تلاحظ به الظاهرة ،

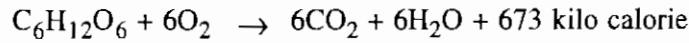


شكل (١٢ - ١) : طرز نمو وتنفس الثمار أثناء تطورها (عن Wills وآخرين ١٩٨١) .

كما أن بعض الثمار تقطف بعد اكتمال نضجها ؛ فتكون ظاهرة الكلايكتريك قد حدثت بها قبل القطف ، كما في العنب ، والتين ، والفراولة (النبوى وآخرون ١٩٧٠) .

انطلاق الطاقة أثناء عملية التنفس

يصاحب التنفس انطلاق طاقة كبيرة حسب المعادلة التالية :



وكلما ازداد معدل التنفس ، ازدادت كمية الطاقة المنطلقة ؛ فمثلا . . يؤدي ارتفاع درجة الحرارة من صفر إلى ١٥م إلى زيادة كمية الطاقة المنطلقة إلى ستة أضعاف تقريباً في الذرة السكرية والبسلة . وتصل الزيادة إلى عشرة أضعاف عند وصول درجة الحرارة إلى ٢٧م . وفي السبانخ تصل الزيادة في الطاقة المنطلقة إلى تسعة أضعاف تقريباً مع ارتفاع درجة الحرارة من صفر إلى ١٥م .

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد ———
هذا . . . وتقدر الطاقة المنطلقة بالوحدات الحرارية البريطانية British thermal
units ، والوحدة (Btu) هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من
الماء درجة واحدة فهرنهايت .

طريقة حساب الطاقة المنطلقة

تتوقف احتياجات التبريد في المخازن على كمية الطاقة المنطلقة من الخضر المخزنة
أثناء تنفسها . وتحسب كمية الطاقة المنطلقة يوميا بضرب معدل التنفس (في
صورة ملليجرامات CO_2 / كجم / ساعة) في ٢٢٠ . وقد حصل على هذا
العامل بضرب ٢,٥٥ جم كالورى (من الحرارة التي تنطلق مع كل
ملليجرام من CO_2 المنتج عند تأكسد سكر سداسي) في ٨٦,٣ . وهذا
العامل (٨٦,٣) هو ناتج تحويل سرعات حرارية / كجم / ساعة إلى Btu /
طن / يوم .

وبرغم البساطة التي تتم بها هذه التحويلات ، وبرغم أن عملية التنفس
ليست بتلك البساطة ، إلا أن هذه الطريقة في حساب كمية الطاقة المنطلقة
أثناء التنفس يوميا تتفق جيداً مع النتائج المشاهدة (عن Lutz & Hardenburg
١٩٦٨) .

تأثير درجة حرارة التخزين على كمية الطاقة المنطلقة من مختلف الخضر

يبين جدول (٩ - ١٢) كمية الطاقة التي تنطلق من مختلف الخضروات عند
تخزينها في درجات حرارة مختلفة . وكما أسلفنا . . فإن كمية الطاقة المنطلقة تتحدد
بكل من معدل التنفس الابتدائي للمنتج ، والـ Q_{10} المحسوبة لتنفسه في مختلف
درجات الحرارة . ويستفاد من تلك البيانات في حساب احتياجات التبريد للخضر
المخزنة .

ويوضح شكل (١٢ - ٢) تأثير درجة حرارة التخزين على كمية الطاقة المنطلقة -
نتيجة للتنفس - في بعض الخضر والفاكهة .

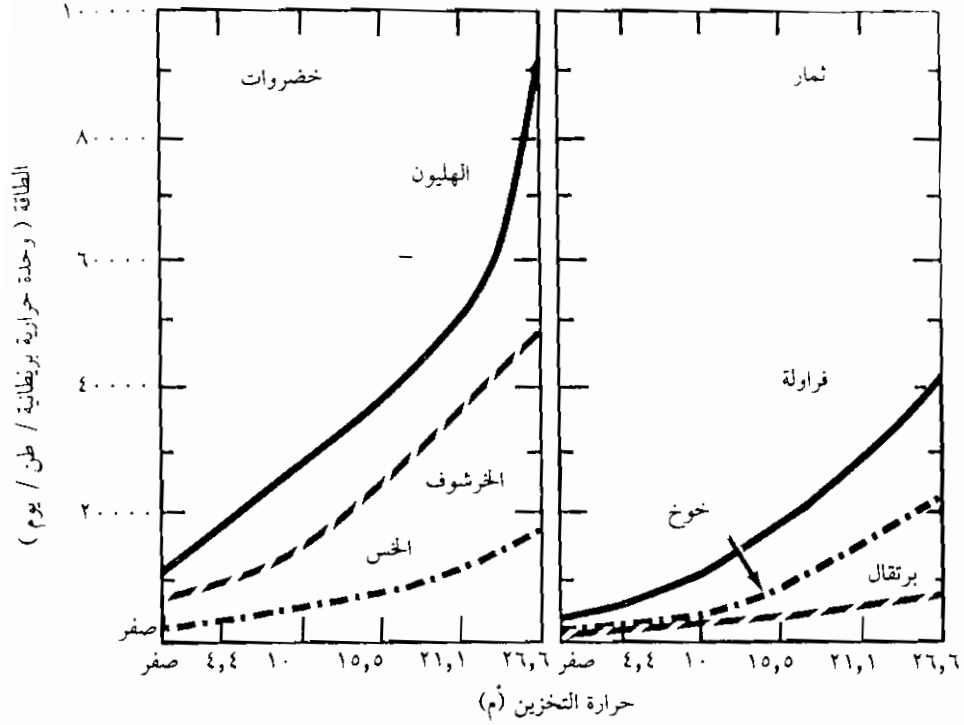
جدول (٩ - ١٢) : كمية الطاقة المنطلقة من مختلف الخضار الطازجة عند تخزينها في درجات حرارة مختلفة (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

الطاقة المنطلقة (١٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية / طن / يوم) في حرارة (م)					
الخضار	صفر	٤,٤	١٥,٥	٢١,١ - ٢٠	٢٦,٦ - ٢٥
الخرشوف	٩,٩ - ٥,٥	١٣,٢ - ٧,٧	٣١,٩ - ٢٠,٩	٥١,٣ - ٣٠,١	٦٦,٢ - ٣٣,٩
الهلين	١٣,٢ - ٦,٢	٢٣,١ - ١٣,٠	٥١,٥ - ٢٥,٥	٥٩,٢ - ٣٨,٣	١٠٤,٧ - ٨١,٨
فاصوليا اللبما (القرون)	٦,٦ - ٢,٣	٧,٩ - ٤,٣	٢٧,٤ - ٢٢,٠	٣٩,٤ - ٢٩,٢	-
فاصوليا اللبما (البذور)	٧,٧ - ٣,٩	١٣,٤ - ٦,٤	-	٥٨,٤ - ٤٦,٥	-
الخضراء					
الفاصوليا الخضراء	٩,٠ - ٥,٥	١١,٤ - ٩,٢	٤٤,١ - ٣٢,١	٥٣,٠ - ٤٥,٤	-
البنجر (بدون عروش)	٢,٧	٤,١	٧,٢	-	-
البروكولي	٤,٧ - ٤,١	٣٥,٢ - ٧,٦	٧٤,٨ - ٣٨,٢	٧١,٢ - ٦١,٢	١٩٣,٦ - ١٢٣,٢
كرنب بروكسل	٦,٦ - ٢,٢	١٠,٦ - ٤,٨	٢٩,٩ - ١٤,١	٣٧,٨ - ١٨,٩	-
الكرنب	١,٤ - ١,٠	٢,٧ - ١,٧	٥,٧ - ٤,١	١٠,٨ - ٦,١	١٤,٠ - ١٠,٧
الجزر	٤,٥ - ٢,١	٥,٨ - ٢,٣	١١,٨ - ٥,٧	٢٠,٩ - ١٠,١	-
القنبيط	٤,٢ - ٣,٦	٤,٨ - ٤,٢	١٠,٨ - ٩,٤	١٨,٩ - ١٦,٥	٣٠,٨ - ١٨,٥
الكرفس	١,٦	٢,٤	٨,٢	١٤,٢	-
الذرة السكرية	١١,٣ - ٦,٦	١٨,٣ - ٩,٤	٣٨,٤ - ٣٣,٣	٦٨,٤ - ٥٩,٠	٩٥,٨ - ٦٢,٠
الخيار	-	-	٧,٣ - ٣,٣	١٠,٦ - ٣,١	١٢,١ - ٤,٢
الثوم	٣,١ - ٠,٩	٧,٣ - ٢,٠	٦,٤ - ٣,١	٥,٥ - ٢,٩	-
فجل الحصان	١,٨	٣,١	٧,٢	٩,٨	-
كرنب أبو ركة	٢,٢	٣,٦	١٠,٨	-	-
الكراث أبو شوشة	٧,٣ - ٢,١	٦,٤ - ٤,٣	٢٥,٧ - ١٨,٢	-	٢٦,١ - ٢٣,٦
خس الرموس	٣,٧ - ١,٣	٤,٤ - ٢,٩	٩,٩ - ٧,٠	١٣,٢ - ١١,٢	٢٠,١ - ١٦,١
الخس الورقي	٦,٠ - ٤,٢	٧,٦ - ٥,٣	١٦,٣ - ١١,٣	٢٦,١ - ١٨,١	٣٨,٠ - ٢٦,٤
الخس الرومين	-	٥,١ - ٤,٠	١٠,٩ - ٨,٦	١٦,٩ - ١٣,٣	٢٦,٧ - ٢١,٠
القاوون الشبكي	١,٣ - ١,١	٢,٢ - ١,٩	٨,٥ - ٧,٤	١٤,٢ - ٩,٨	١٥,٧ - ١٣,٧

(يتبع)

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضار بعد الحصاد
تابع جدول (١٢ - ٩) .

الطاقة المنطلقة (١٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية / طن / يوم) فى حرارة (م)					
الخضار	صفر	٤,٤	١٥,٥	٢٠ - ٢١,١	٢٥ - ٢٦,٦
شهد العمل	-	١,١ - ٠,٧	٣,٥ - ٢,٦	٥,٩ - ٤,٤	٧,٦ - ٥,٨
البطيخ	-	٠,٩ - ٠,٧	-	٥,٥ - ٣,٨	-
عيش الغراب	٩,٦ - ٦,٢	١٥,٦	-	٦٩,٦ - ٥٨,٠	-
البامية	-	١٢,٩ - ١١,٦	٣٣,٧ - ٣٠,٤	٦٠,٣ - ٥٤,٥	٧٩,٧ - ٧٢,١
البصل (الريوس)	٠,٧ - ٠,٦	٠,٨ - ٠,٧	٢,٥ - ٢,٣	٤,٢ - ٣,١	٦,٤ - ٦,٠
البصل الأخضر	٤,٩ - ٢,٣	٣,٨ - ١,٥	١٤,٥ - ١٢,٤	١٧,٣ - ١٤,٣	٢١,٥ - ١٦,١
الجزر الأبيض	٣,٤ - ٢,٦	٣,٩ - ١,٩	٩,٤ - ٧,١	-	-
البسلة (القرون)	١٠,٣ - ٦,٧	١٦,٨ - ١٢,١	٣٩,٣ - ٤٤,٥	٥٤,٠ - ٧٩,٥	٧٥,٥ - ٨٢,٩
البسلة (البذور الخضراء)	١٦,٦ - ١٠,٤	١٧,٤ - ٢١,٤	-	٧٦,٧ - ١٢٢,٤	-
الفلفل الحلو	-	٤,٧ - ١,١	٤,٤ - ١٢,٦	٥,٠ - ١٤,٣	٧,٩ - ١٦,٣
البطاطس غير المكتملة النمو	-	٢,٦	٢,٩ - ٦,٨	٤,٠ - ٩,٩	-
البطاطس المكتملة النمو	-	١,٩ - ٠,٦	١,٣ - ٢,٦	١,٨ - ٣,٥	-
الفجل (بمروش)	٣,٨ - ٣,٢	٤,٢ - ٤,٦	١٥,٤ - ١٧,١	٢٧,٣ - ٣٠,٠	٣٤,٨ - ٤٢,٤
الفجل (بدون عروش)	٢,١ - ٠,٧	١,٣ - ٢,٩	٤,٩ - ٩,٣	٩,٨ - ١٢,٧	١٣,٣ - ١٩,٥
الرويارب	٢,٩ - ١,٨	٢,٤ - ٤,٠	٦,٨ - ١٠,٦	٨,٨ - ١٢,٥	-
السيانخ	٤,٩ - ٤,٢	٧,٦ - ١٢,٧	٢٩,٥ - ٤٩,٢	٣٧,٩ - ٦٣,٢	-
الكوسة (بترنط)	-	-	-	-	١٤,٥ - ٢٦,٨
الكوسة	٢,٨ - ٢,٦	٣,١ - ٤,١	١٦,٥ - ٢٠,٠	١٨,٧ - ٢١,٤	-
البطاطا غير المعالجة	-	-	٦,٣	-	١١,٩ - ١٦,١
البطاطا المعالجة	-	-	٤,٣ - ٥,٣	-	-
الطماطم الخضراء المكتملة النمو	-	١,٨ - ١,١	٣,٦ - ٦,٢	٦,٢ - ٩,١	٧,٦ - ١١,٢
الطماطم الحمراء	-	١,٣	٥,٣ - ٦,٤	٥,٣ - ٩,٧	٦,٦ - ١١,٥
اللفت	١,٩	٢,١ - ٢,٢	٤,٧ - ٥,٣	٥,٣ - ٥,٥	-
الكرسون المائى	٥,٨ - ٤,٣	٩,٦ - ١٠,٧	٣٦,٤ - ٤٥,٠	-	-



شكل (١٢ - ٢) : تأثير درجة حرارة التخزين على معدل تنفس بعض الخضروات والفاكهة للمقارنة ؛ وبالتالي على كمية الطاقة المنطلقة منها .

تأثير مدة التخزين على معدل انطلاق الطاقة من مختلف الخضار

يتحدد معدل تنفس الخضار بعمرها الفسيولوجي ؛ الأمر الذي يتحدد - بدوره - بكل من درجة حرارة التخزين وفترة التخزين - كما أسلفنا - حيث يزداد العمر الفسيولوجي للخضار بارتفاع درجة حرارة التخزين ، أو بزيادة فترة التخزين ، أو بكليهما . ومع تقدم العمر الفسيولوجي . . يتناقص معدل التنفس - عند كل درجة حرارة - بزيادة فترة التخزين ، وتتناقص معه كمية الطاقة المنطلقة من الخضار ، كما هو مبين في جدول (١٢ - ١٠) بالنسبة لكل من الهليون ، وخس الرءوس ، والبطاطس (عن Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد
جدول (١٢ - ١٠) : تأثير مدة التخزين على الطاقة المنطلقة من مختلف الخضر فى درجات الحرارة المختلفة .

الخضر ومدة التخزين باليوم	كمية الطاقة المنطلقة (١٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية / طن / يوم) فى حرارة (م°)	صفر	٢,٢	٥	١٠	١٥	٢٠
الهلين							
١	١٣,٢	١٥,٨	٢٣,١	٤٧,١	٥١,٥	٥٩,٢	
٢	١٠,١	١٢,٨	١٦,٩	٣١,٠	٣٩,٦	٤٦,٤	
٣	٥,٦	١١,٠	١٤,٣	٢٦,٠	٣٤,٨	٤٠,٩	
٤	٧,٩	٩,٧	١٢,٥	٢١,٨	٣١,٢	٣٨,٣	
٦	-	-	١١,٧	١٧,٢	٢٥,٥	-	
٨	٧,٠	٧,٥	١٣,٠	١٥,٤	-	-	
خس الرؤوس							
١	٣,٧	-	٤,٤	٨,٨	٩,٠	١٣,٢	
٥	٢,٠	-	٢,٩	٥,٥	٨,٦	١٢,٣	
البطاطس							
٢	-	-	١,٣	٢,٢	٢,٦	٣,٥	
٦	-	-	١,٨	١,٨	١,٨	٢,٤	
١٠	-	-	١,٥	١,٥	١,٥	١,٨	

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي salama1helali@yahoo.com

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين

مقدمة

نتناول بالشرح فى هذا الفصل كافة العوامل التى يجب أخذها فى الحسبان ،
والوسائل التى يمكن اتباعها بغرض إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين .

وبداية .. تجب مراعاة ما يلى :

١ - قَصُر التخزين على الخضروات التى تكون قد وصلت إلى طور النضج
المناسب :

يجب أن تكون الخضروات المخزنة فى طور النضج المناسب لعملية التخزين ؛
فتكون قد وصلت إلى مرحلة النضج البستانى ، ولم تصبح زائدة النضج بعد .

٢ - عدم تخزين الخضروات المخدوشة والمصابة بالآفات :

يصاحب التخزين دائماً نقص مستمر فى نوعية الخضروات ، بالرغم من توفير
أفضل الظروف للتخزين ؛ وعليه .. فلا يجب أن تخزن إلا أفضل المنتجات ؛ حتى لا
يصبح هذا النقص فى النوعية شديداً بعد فترة قصيرة من التخزين :

أ - فتلزم معاملة المنتجات برفق ؛ لتجنب إحداث أية خدوش أو أضرار ميكانيكية
بها ، أو تقليل ذلك إلى أدنى حدٍّ ممكن .

ب - كما تستبعد كل الثمار والنباتات المصابة بالعفن ؛ لأنها غالباً ما تضر غيرها من
الثمار أو النباتات السليمة .

ج - ويلزم إجراء عملية العلاج لدرنات البطاطس ، وجذور البطاطا ، وأبصال
البصل والثوم .

د - ولا تجب محاولة تخزين درنات البطاطا التي حدثت بها أضرار من جراء تعرضها لأشعة الشمس القوية المباشرة عند الحصاد .

٣ - العناية بنظافة المخازن والحماية من القوارض :

ليس من الحكمة تخزين منتجات عالية الجودة في أماكن غير نظيفة . فيجب إبقاء المكان نظيفاً قدر المستطاع ، مع تعقيمه من آن لآخر كلما أفرغ المخزن من محتوياته . ويرغم أن تنظيف المكان وتعقيمه لا يمنع حدوث العفن كلية ، إلا أنه يقلله إلى أدنى مستوى ممكن .

هذا . . ويمكن استعمال هيبوكلوريت الصوديوم sodium hypochlorite أو فوسفات الصوديوم الثلاثي trisodium phosphete في تنظيف الأرضيات والحوائط . أما العبوات فيمكن غسلها بمحلول هيبوكلوريت الكالسيوم بتركيز ٢٥٪ ، أو بالتعريض للبخار لمدة دقيقتين .

كما تجب تنقية الهواء من الغازات التي قد تكسب الخضروات مذاقاً غير مرغوب . ويستخدم لذلك نوع خاص من الفحم (6-14 mesh activated coconut shell carbon) .

كما يجب أن تكون المخازن محكمة تماماً ضد القوارض ؛ مثل الفئران وغيرها ، فهذه الحيوانات تزيد من الفاقد في المحصول بطريقة مباشرة ، وبطريقة غير مباشرة من خلال زيادة العفن بسبب مهاجمة الكائنات المسببة للعفن للأجزاء المقروضة (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

٤ - الاهتمام بإجراء عمليات التداول - التي سبق بيانها في الفصل الثاني عشر - بأفضل صورة ممكنة .

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه . . فإنه تجرى للخضروات عديد من المعاملات الأخرى التي تعمل على إطالة فترة احتفاظها بجودتها أثناء التخزين ، والتي نناقشها - فيما يلي - بشئ من التفصيل .

المعاملة بالمطهرات والمركبات الكيميائية للحماية من الإصابة بالاعفان

يستخدم للوقاية من الكائنات الدقيقة المسببة للعفن عدد من المركبات التي لا تترك أثراً ضاراً على الخضر المخزنة ، أو على الإنسان . وتستخدم هذه المواد في صورة

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضـر بجودتها أثناء التخزين ———

محاليل مائية ترش بها الخضـر ، أو تغمس فيها ، أو تشبع بها الأوراق التي تلف فيها الثمار ، أو تبطن بها صناديق التعبئة .

ومن أهم المركبات التي تستخدم لهذا الغرض ما يلي :

- ١ - البوراكس ، أو حامض البوريك ، أو مخلوط منهما .
 - ٢ - هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite - وهو يستخدم بكثرة - وهيبوكلوريت الكالسيوم .
 - ٣ - التدخين بمادة ثلاثي كلوريد النيتروجين nitrogen trichloride .
 - ٤ - المبيدات الفطرية ، مثل : البنليت Benlate ، و الكابتان Captan ، والثيرام Thiram ، والبوترام ، و OPP ، و SOPP .
 - ٥ - غاز ثاني أكسيد الكبريت sulfur dioxide .
- كما يستعمل - في تطهير الأجهزة المستخدمة في التداول ، والعبوات ، والمخازن -
- عدد من المركبات التي سبق بيانها ، ومركبات أخرى ؛ مثل : الفورمالدهيد ، و zinc petroleum sulfonate .
- ونقدم - فيما يلي - قائمة ببعض المعاملات التي تفيد في حماية الخضـر من الإصابة بالأعفان في المخازن (عن Ogawa & Manji ١٩٨٤) :

المركب ومحتـول الخضـر	الكائن الذي تجرى المعاملة لأجل مكافحته	طريقة المعاملة	التركيز المناسب (جزء فى المليون)	التركيز المتبقى المسموح به (جزء فى المليون)
هيبوكلوريت الكالسيوم Calcium Hypochlorite :				
مختلف الخضروات	البكتيريا	الغسل دقيقتين ثم الشطف	٢٥ كلورين	حتى ٢٠ كلورين
الكابتان Captan :				
الفاوون والخيار والبطاطس	مسيبات العفن	الغمس أو الرش	١٥٠٠	٢٥
البصل	أعفان المخازن	الغمس أو الرش	١٥٠٠	٥٠ (بصل أخضر) ٢٥ (بصل رءوس)
(يتبع)				

تكنولوجيا إنتاج الخضر

التركيز المتبقى	التركيز المناسب	طريقة المعاملة	الكائن الذي تجرى المعاملة لأجل مكافحته	المركب ومحصول الخضر
المسموح به (جزء في المليون)	(جزء في المليون)			
٢٥	١٥٠٠	الغمس	أعفان المخازن الكائنات المسببة للعفن: <u>Rhizopus</u> <u>Botrytis</u> <u>Colletotrichum</u>	البطاطس صناديق التعبئة

دى هيدروخلات الصوديوم (DHAS) Sodium dehydroacetate :

٦٥	٤٠٠٠	الغمس لمدة ٣٠ ثانية	الكائنات المسببة للعفن: <u>Asperigillus</u> <u>Botrytis</u> <u>Penicillium</u> <u>Rhizopus</u>	الفراولة
٦٥	٢٠٠٠	الغمس	أعفان المخازن	الكوسة

البوتران (DCNA) Botran :

١٠	٩٠٠	الغمس لمدة ١٠ ثوان	<u>Sclerotinia</u>	الجزر
١٠	٩٠٠	الرش أو الغمس	<u>Rhizopus</u>	البطاطا

الفورمالدهيد :

٦٠ لتر محلول	سائلة	البكتيريا والفطريات	أجهزة تداول البطاطس
٥٠٠ + لتر	تبخير	البكتيريا والفطريات	المخازن
برمنجنات			
البوتاسيوم / ٢٧ م			
لمدة ٥ ساعات ثم			
التهوية			

أورثوفينيل فينول (OPP) Orthophenylphenol :

٢٠	٥٠٠٠	تجارية	الفطريات	الجزر
١٠	٢٥٠٠٠ - ١٠٠٠٠	تجارية	الفطريات	الخيار والفلفل
١٠	٢٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠	تجارية	الفطريات	الطماطم

(يتبع)

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضـر بجودتها أثناء التخزين

المركـب ومـحصول الخضـر	الكائن الذى نجـرى المعامـلة لأجل مكافحته	طريقة المعاملة	التركيز المناسب (جزء فى المليون)	التركيز المتبقى المسموح به (جزء فى المليون)
---------------------------	--	----------------	-------------------------------------	---

صوديوم ثنائى ميثيل الداى ثيوكارباميت Sodium dimethldithyocarbamate :

القارون مسيبات العفن ٢٥

هيوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite :

الخضروات الطازجة البكتيريا والفطريات الفمـس ثم الشطف ٥٠ - ٧٠ كلورين
والخمائر

مركـب Sodium O-phenylphenate (SOPP) :

القارون	البكتيريا والفطريات	الفمـس أو الرش ثم الشطف	٠,٥ - ٢,١٥ %	١٢٥ (١٠ فى الجزء المأكول)
الجزر	الفطريات	الفمـس أو الرش بدون شطف	٠,٥ - ٠,١ %	
الخيار والقلفل	البكتيريا والفطريات	الفمـس أو الرش ثم الشطف	٠,٥ - ١,٠ %	١٠
البطاطا	العفن الأسود	الفمـس أو الرش	٠,٤ - ١,١ %	١٥
الطماطم	عفن بوتريتس الطرى البكتيريا والفطريات	الفمـس أو الرش ثم الشطف	٠,٤٥ % لمدة دقيقتين	١٠
معدات التعبئة	البكتيريا والفطريات	الفمـس أو الرش أو التفريش	٠,١ - ٠,٣ %	١٠

مركـب Zinc petroleum sulfonate :

العبوات الأعفان الفمـس أو التفريش -

وإلى جانب المطهرات والمبيدات الفطرية والبكتيرية التى سبق بيانها . . فإن معاملة الخضروات ببعض المركبات الأخرى أو منظّمات النمو - وخاصة قبل الحصاد - تزيد من مقاومتها الطبيعية للكائنات المسببة للعفن خلال التخزين . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

١ - الكالسيوم : تزداد مقاومة البطاطس لبكتيريا العفن الطرى ، والتفاح للفطر *Penicillium expansum* زيادة محتوى أنسجتهما من عنصر الكالسيوم (عن Con-

٢ - حامض الجبريلليك :

أدت معاملة الكرفس بحامض الجبريلليك قبل التخزين على ٢م إلى خفض نسبة الإصابة بالعفن - بعد شهر من التخزين - إلى ٧٪ فقط مقارنةً بنسبة ٣٤٪ في معاملة الشاهد. ويبدو أن هذا التأثير كان مرده إلى إبطاء الجبرالين لتحويل مركب mamesin (+) الشديد الفاعلية ضد الفطريات إلى مركب psoralens الأقل فاعلية والمسئول في نفس الوقت عن الحالة الطبية phytophotodermatitis التي تصيب العاملين في حقول الكرفس والمشتغلين بتداول المحصول بعد الحصاد (Afek وآخرون ١٩٩٥) .

٣ - حامض الخليك :

أدى تبخير ثمار الطماطم - المحقونة بالفطر *Botrytis cinerea* - في المخازن - بأبخرة حامض الخليك بتركيز ٢,٠ - ٢,٧ ملليجرام من الحامض / لتر من هواء المخزن إلى مكافحة الفطر ووقف تعفن الثمار . وكان لهذه المعاملة تأثيرات مماثلة - كذلك - على هذا الفطر وعلى الفطر *Penicillium expansum* في ثمار التفاح ، والكيوى ، والبرتقال (Sholberg & Gaunce ١٩٩٥) .

معاملات منع التزريع في المخازن وآثارها الجانبية الأخرى

يمكن منع تزرع بعض الخضر - كالبطاطس ، والبصل ، والثوم - في المخازن بالمعاملة ببعض المركبات الكيميائية ، أو بتعريضها للإشعاع .

المعاملة بالمركبات الكيميائية

تفيد المعاملة ببعض المركبات الكيميائية في منع تزرع الخضروات التي لا يمكن تخزينها في درجات حرارة منخفضة ؛ لعدم توفر المخازن المبردة ، أو لأن الحرارة المنخفضة تحدث أضراراً بالخضروات المخزنة . وقد تجرى هذه المعاملات قبل الحصاد أو بعده .

وجميع المعاملات السابقة للحصاد تكون برش النباتات بالماليك هيدرازيد . فترش نباتات البطاطس عندما يكون قطر الدرنات حوالي ٥ سم . ويجب أن تظل الأوراق خضراء لعدة أسابيع بعد المعاملة . وترش نباتات البصل عند ميل نحو ٥٠٪ من

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين —————
الأوراق لأسفل . ويجب أن تكون الأبصال ناضجة عند الرش وأعناقها طرية ، مع وجود ٥ - ٧ أوراق خضراء على الأقل .

أما المعاملات التالية للحصاد ، فتكون بمركبات كيميائية مختلفة . فدرنات البطاطس ترش أو تعفر بالـ Methyl ester of naphthalene acetic acid أثناء وضعها في المخازن ، أو قد يمكن خلط الدرنات بورق مشبع بهذه المادة . وتؤدي المعاملة إلى بقاء الدرنات ساكنة لمدة ٤ - ٥ أشهر في درجات حرارة ١٠ - ١٣ م . كما يستخدم الـ Nonanol alcohol تجارياً لتبخير بمعدل معين بأجهزة خاصة وإمراره في جو المخزن من خلال أجهزة التهوية . تبدأ المعاملة عند بدء نمو البراعم ، وتكرر عند الضرورة . وكذلك يستخدم chloro-IPC في المخازن بعد الحصاد بنحو ٢ - ٣ أسابيع (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

المعاملة بالإشعاع

استعملت الإشعاعات في منع تزييع درنات البطاطس وأبصال البصل ومحاصيل أخرى أثناء التخزين .

ففي البطاطس أمكن تقليل انكماش الدرنات وتزريعها - إلى حد كبير - بمعاملتها بـ ٥٠٠٠ رونتجن ، كما أمكن وقف الانكماش والتزييع كلية بالمعاملة بـ ٢٠٠٠٠ رونتجن من أشعة جاما باستعمال كوبالت ٦٠ .

وقد أدت الجرعات الأعلى إلى إحداث فقد كبير في الوزن مع انكماش الدرنات . كذلك دلت اختبارات التذوق على وجود طعم حلو في الدرنات بعد الإشعاع ، كما أثبتت التجارب التي تلت ذلك وجود اختلافات بين الأصناف في استجابتها للإشعاع ، ولكن لا يوجد أي شك في فائدة وجدوى هذه الطريقة في منع انكماش وتزييع درنات البطاطس . وقد أمكن تخزين البطاطس بهذه الطريقة لعدة سنوات .

كذلك أدت معاملة أبصال البصل إلى منع تزييعها ، سواء أكانت الأبصال كبيرة ، أم صغيرة ، برغم أن النسيج الميرستيمي المسئول عن التزييع يوجد في وسط البصلة ، بعكس عيون البطاطس التي يوجد فيها النسيج الميرستيمي قريباً من سطح الدرنه . كما وجد أن التعريض للإشعاع يمنع التزييع في الجزر ، والبنجر ، واللفت ،

والطرطوفة ، لكن حدثت أيضاً نسبة عالية من العفن . وبرغم أنه أمكن التغلب على العفن فى حالة الجزر بالغسيل والتنظيف والتخزين فى أكياس بلاستيكية ، إلا أن الضرر المحتمل حدوثه للخلايا الخارجية السطحية يجعل الجذور أقل مقاومة للعفن . كما أن الإشعاع يقلل من تكوين طبقة البيريدرم ؛ وبالتالي من فرصة التآم الجروح كما هو حادث فى البطاطس . وعموماً . . فإن سرعة التعفن تتوقف على درجة حرارة المخزن .

وتستعمل الإشعاعات كذلك فى تقليل أمراض المخازن بتقليل الميكروبات السطحية . وقد أدت هذه المعاملة بالفعل إلى زيادة مدة التخزين ، وكان التغير طفيفاً فى الطعم والرائحة . ومن المحاصيل التى استجابت بدرجة جيدة للإشعاعات . . الكرنب ، والسبانخ ، والهليون ، والبروكولى ، وكذلك الفاصوليا ، والبسلة ، والذرة السكرية (عن Grosch ١٩٦٥) .

وبصفة عامة . . فإن أشعة جاما تعتبر مكلفة فى استخدامها ، ونتائجها ليست دائماً إيجابية . فمن بين ٢٢ نوعاً من الخضر والفاكهة التى عوملت بالإشعاع كانت هناك آثار سلبية للمعاملة فى عشرين نوعاً منها ، كظهور لون غير طبيعى ، أو طراوة ، أو نضج غير طبيعى ، أو فقد فى الطعم ، بينما لم تظهر آثار سلبية فى أى من عيش الغراب أو التين . وبرغم أن الإشعاع بجرعة صغيرة (٨ - ١٠ كيلوراد) يفيد فى منع تبرعم البطاطس والبصل ، إلا أن هذه المعاملة لا تمنع حدوث العفن . وإلى جانب ذلك . . فإن معاملات الإشعاع تحدث زيادة فى التبقع الأسود الداخلى فى البطاطس ، وتلون النموات القمية الداخلية فى البصل .

وفى البطاطا . . أدى تعريض الجذور لأشعة جاما (بجرعات وصلت إلى ١٠٠٠ Gy) إلى التخلص من سوسة البطاطا *Cylas formicarius* ، كما أحدثت المعاملة زيادة فى نسبة السكر فى الجذور المشوية (McGuire & Sharp ١٩٩٥) .

المعاملة بالكالسيوم والكاتيونات الأخرى لإبطاء اكتمال النضج

تعامل بعض المنتجات البستانية بالكالسيوم - بصورة مباشرة بعد الحصاد - لإبطاء التغيرات الحيوية المؤدية إلى اكتمال نضجها ؛ وبذا . . تزداد فترة صلاحيتها للتخزين . وتجرى المعاملة بغمس الثمار غير المكتملة النضج (مثل : الكمثرى ، والزبدية ، والمأنجو ، والطماطم) فى محلول كلوريد الكالسيوم تحت تفريغ جزئى (١٢٥ - ٣٧٥

مم زئبق) . تؤدي هذه المعاملة إلى تأخير وصول الثمار إلى مرحلة اكتمال النضج دون التأثير على جودتها .

ويكون الكالسيوم فعالاً في الطماطم عندما يزيد تركيزه على ٤٠ مجم / ١٠٠ جم من الوزن الطازج ؛ حيث يؤدي إلى إبطاء كل من عمليات : التلوين ، وإنتاج الإيثيلين ، والتنفس . وكان تأثير المعاملة كبيراً ؛ حيث لم يظهر بالثمار أية علامات للنضج حتى بعد أن استمر تخزينها لمدة ٦ أسابيع على حرارة ٢٠ م ، ولم تُجد معها المعاملة بالإيثيلين بتركيز ١٠٠٠ جزء في المليون لمدة ثلاثة أسابيع . كذلك أوقفت المعاملة بالكالسيوم أية تحولات حيوية خاصة بالنضج كانت قد بدأت من قبل بالفعل ؛ حيث أدت المعاملة بالكالسيوم في أية مرحلة من التلوين إلى وقف التغيرات في اللون وخفض معدل التنفس وإنتاج الإيثيلين .

وفي دراسات أخرى وجد أن الخصائص السابقة لإبطاء النضج ليست مقصورة على أيون الكالسيوم ؛ حيث أظهرت كاتيونات أخرى ثنائية الشحنة - مثل المنجنيز ، والكوبالت ، والمغنيسيوم - تأثيرات مماثلة للكالسيوم . هذا . . بينما كانت الكاتيونات الأحادية الشحنة - مثل الصوديوم والبوتاسيوم - أقل تأثيراً من الكالسيوم (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤ ب) .

معاملات منظمات النمو لإبطاء مظاهر التدهور غير التزريع

يعتبر السيتوكينتين بنزيل أدنين من أهم منظمات النمو المؤثرة في حفظ الخضر من التدهور بعد الحصاد ؛ حيث يحافظ على اللون الأخضر والمظهر الطازج لكل من الهندباء ، والسبانخ ، والفجل ، والبقدونس ، والبصل الأخضر ، وكذلك النموات الخضرية للمحاصيل الجذرية التي تسوق بعروشها ؛ مثل : الجزر ، والفجل .

كذلك يستعمل البنزيل أدنين بتركيز ٥ - ١٠ أجزاء في المليون في المحافظة على المظهر الطازج ومنع التدهور في كل من : الكرنب ، والخس ، والهليون ، والبروكولي ، والكرفس ، وكرنب بروكسل (عن Weaver ١٩٧٢) .

ويستدل من دراسات Rushing (١٩٨٨) على أن معاملة رءوس البروكولي - بعد الحصاد - بالسيتوكينين ABG 3062 (إنتاج Abbott Laboratories) بتركيز ٥٠ جزءاً في المليون أعطت نتائج جيدة جداً - مقارنة بالكنترول - عند تعبئتها في أكياس من

البوليثلين المثقب وتخزينها على حرارة ١٦°م . فقد أدت المعاملة إلى خفض معدل التنفس بنحو ٥٠٪ خلال الأربعة أيام الأولى من التخزين ، مع الإبقاء على الكلورفيل في الأنسجة المعاملة ، وزيادة القدرة التخزينية للبرءوس بمقدار ٩٠٪ مقارنة بالكمترول .

التبريد المبدئي أو الأولي

تعريف التبريد المبدئي

يجرى التبريد المبدئي pre-cooling بغرض التخلص من حرارة الحقل field heat (خاصة عندما يكون الحصاد فى الجو الحار) لتقليل سرعة نضج وتدهور المحصول ، بإبطاء التنفس ، وتقليل نشاط الكائنات الحية ، وتقليل الفقد الرطوبى من المحصول أثناء النقل .

وتجرى عملية التبريد المبدئي قبل التحميل على الشاحنات ، أو بعد التحميل مباشرة . وتراوح مدة العملية بين ٣٠ دقيقة و ٢٤ ساعة حسب الطريقة المتبعة .

وتختلف عملية التبريد المبدئي عن التخزين المبرد فى أمرين :

- ١ - يتم خفض درجة حرارة المنتج فى مدة وجيزة فى حالة التبريد المبدئي ، بينما قد يستلزم ذلك ٣ - ٥ أيام فى حالة مجرد وضع المحصول فى المخازن المبردة .
- ٢ - تستعمل لأجل ذلك وسائل متنوعة ودرجات حرارة أكثر انخفاضاً من تلك المستخدمة فى التخزين العادى حتى تتم العملية بسرعة .

العوامل المؤثرة فى سرعة التبريد المبدئي

تتوقف سرعة التبريد المبدئي على العوامل الآتية :

- ١ - الفرق فى درجة الحرارة بين المنتج ووسط التبريد .
- ٢ - نوع وسط التبريد المستخدم .
- ٣ - سرعة نفاذية البرودة خلال المنتج .

وتحدد سرعة التبريد بما يسمى بمدة نصف التبريد Haf-cooling time ، وهى المدة اللازمة لخفض الفرق فى درجة الحرارة بين المحصول ووسط التبريد إلى النصف . وتبقى هذه القيمة ثابتة خلال عملية التبريد المبدئي ، وهى مستقلة عن درجة

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضـر بجودتها أثناء التخزين —————
حرارة المحصول الأولية ، وتختلف باختلاف المحصول وطريقة التبريد المبدئي المستخدمة .

ويجب أن يتبع التبريد المبدئي دائماً بقاء المنتج بارداً أثناء الشحن والتخزين والتسويق ، وكذلك بعد الشراء حتى الاستهلاك .

طرق التبريد المبدئي

فيما يلي عرض لأهم الطرق المستخدمة في التبريد المبدئي :

التبريد المبدئي في غرف التبريد أو في العربات المبردة

تقام غرف التبريد على أرضفة الشحن ، أو ملحقة ببيوت التعبئة ؛ حيث يوضع بها المحصول لتبريده مبدئياً قبل شحنه ، أو قد يبرد مبدئياً في عربات الشحن المبردة مباشرة . وتعد هذه الطريقة بطيئة ، نكن يمكن إسراعها بخفض درجة حرارة الهواء المستخدم في التبريد إلى صفر - ٣م ، وزيادة سرعته حتى يتخلل المحصول جيداً . وتصلح هذه الطريقة لتبريد جميع محاصيل الخضـر . وتعتبر هذه هي الطريقة الوحيدة المتبعة لتبريد البطاطس ، والثوم ، والبصل ، ويعيبها بطء عملية التبريد ؛ حيث تتوقف سرعتها على الحمولة ، وعدد الرصات ، ونوع العبوات المستخدمة ، كما قد تتكشف الرطوبة على سطح المنتجات .

التبريد المبدئي بوضع ثلج بالعبوات مخلوطة بالمنتج أو على سطحه

تعتبر إضافة الثلج إلى العبوات من أقدم طرق التبريد المبدئي . وبرغم بساطتها إلا أن عيوبها كثيرة ؛ حيث تؤدي إلى زيادة تكاليف عملية التعبئة ، وإتلاف العبوات عند ذوبان الثلج ، ولا تعطى نتائج جيدة . وعموماً . . فهي لا تصلح إلا للمحاصيل التي تتحمل ملاسة الثلج لها ، ومع العبوات التي لا تتلف من جراء تعرضها للماء . وتصلح هذه الطريقة للخضـر الجذرية والورقية ، وكذلك مع البسلة ، والهليون ، والذرة السكرية .

التبريد المائي

يتم التبريد المائي Hydrocooling بالغمس في الماء المثلج ، أو بإمرار المنتج تحت رذاذ من الماء المثلج . وهي من أكفأ وأسرع طرق التبريد المبدئي ، لكن يشترط لنجاحها

أن تكون درجة حرارة الماء قريبة من الصفر المئوي ، وأن يظل المحصول معرضاً للماء لفترة كافية حتى يتم تبريده . ومما يقلل من كفاءة هذه الطريقة ألا يكون الماء المستخدم بارداً بالقدر الكافي ، أو ألا يتعرض المحصول له لمدة كافية .

ومن مزايا هذه الطريقة : سرعة التبريد ، وزيادة نضارة الخضروات الذابلة ، ولكن يعيها المساعدة على انتشار الكائنات المسببة للعفن في حالة إعادة استخدام الماء المثلج . وتصلح هذه الطريقة لتبريد كل من : الجزر ، والفجل ، والكرفس ، والذرة السكرية ، والهلينون (Stewart & Couey ١٩٦٣ ، Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

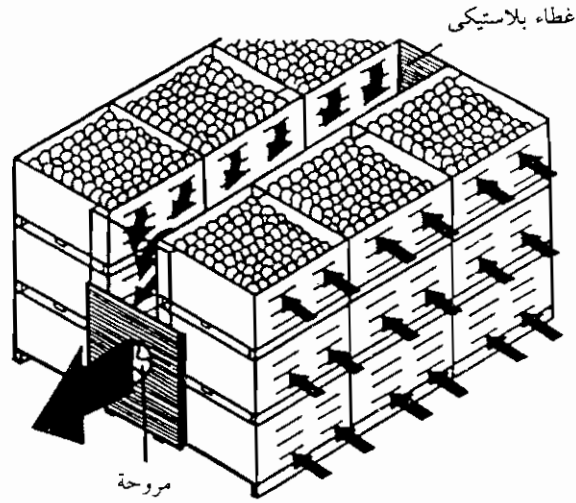
التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء

يتشابه التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء Forced Air Cooling مع الطريقة الأولى من حيث إجرائها على الخضر المعبأة والموضوعة في غرف ثابتة ، وتختلف عنها في أن الهواء يتم توجيهه في مسارات محددة يتخلل خلالها العبوات التي يتم رصها بطريقة معينة (شكل ١٣ - ١) . وهي تعطى تبريداً سريعاً جداً ، بالمقارنة بالطريقة الأولى . ويلزم لنجاحها أن يكون الثقيب في صناديق الكرتون في حدود ٥٪ من السطح الخارجى للعبوة . وهي تصلح للبطاطس والخضر الثمرية .

التبريد بالتفريغ

يعتمد التبريد بالتفريغ Vacuum Cooling على أساس أن تعرض الخضر للتفريغ وهي في حيز مغلق يؤدي إلى تبخر الرطوبة منها ، ويؤدي ذلك تلقائياً إلى انخفاض درجة حرارتها ؛ لأن عملية تبخر الماء تلزمها طاقة تُحصل عليها من الخضر ذاتها . وتصلح هذه الطريقة للخضروات ذات الأسطح التبخرية الكبيرة ؛ مثل الخضر الورقية عموماً . ويلزم إجرائها على الخضروات وهي مبتلة ؛ حتى لا تفقد نسبة كبيرة من رطوبتها .

وعند إجراء التبريد بهذه الطريقة توضع الخضروات معبأة في حجرات من الصلب محكمة الإغلاق ، ومجهزة بوسائل لتخفيض الضغط الجوى فيها بسرعة حتى يصل إلى ٤,٦ مم زئبق ؛ حيث يغلى الماء حينئذ في درجة حرارة الصفر المئوي (شكل ١٣ - ٢) .



شكل (١٣ - ١) : مسار الهواء في التبريد الآلي بطريقة السريان الجبرى للهواء (عن Wills وآخرين

(١٩٨١) .



شكل (١٣ - ٢) : جهاز التبريد الأولى بالتفريغ (عن الزراعة في العالم العربى - المجلد الثانى - العدد

الخامس ١٩٨٦) .

وتفقد الخضر الورقية من ١,٥ - ٤,٧ ٪ من وزنها ؛ بسبب فقد الرطوبة أثناء تبريد ، ويكون الفقد بمعدل ١ ٪ لكل انخفاض قدره ٦م في حرارة المنتج .

وتتوقف سرعة التبريد على سرعة فقد الرطوبة ، ولهذا يفضل رش بعض الماء على الخضروات قبل تعريضها للتفريغ . ويساعد ذلك على سرعة تبريد بعض خضر ؛

كالذرة السكرية ، كما يقلل من الفقد فى الوزن ؛ حيث يكون التبخر من الماء المستخدم فى بلّ المحصول .

وتختلف الخضروات فى سرعة انخفاض درجة حرارتها عند تبريدها مبدئياً بهذه الطريقة . فبمقارنة عدة أنواع من الخضر عند تعريضها للتفريغ لمدة ٢٥ - ٣٠ دقيقة مع وصول أقصى تفريغ إلى ٤ - ٤,٦ مم زئبق ، وجد أن درجة الحرارة النهائية قد تراوحت بين ١,٠ و ١,٨ م . وتوقف ذلك على سرعة فقد الرطوبة من الأنسجة النباتية . وكان أعلى معدل لفقد الرطوبة فى محصولى الخس والبصل الأخضر ؛ حيث اقتربت درجة حرارة المحصول من ٠ م ، بينما كان الفقد الرطوبى قليلاً فى البطاطس والكوسة ، ونتج عن ذلك ببطء عملية التبريد .

ويحدث معظم التبخر المائى والتبريد فى فترة قصيرة ، لكن من الضرورى المحافظة على الضغط المنخفض لفترة إضافية للتخلص من الحرارة بالأنسجة اللحمية . ويعتبر ضغط ٤ مم زئبق لمدة ٢٥ - ٣٠ دقيقة كافياً لمعظم الخضروات (Barger ١٩٦٣) . وينصح فى حالة تبريد الخس المعبأ فى كرتونات خفض الضغط إلى ٣,٨ مم زئبق ؛ حيث تصل درجة حرارة المنتج إلى ٠ م خلال ١٥ دقيقة فقط ، دون وجود أى خطر من التعرض للتجمد ، بينما يلزم مرور ٢٣ دقيقة فى حالة خفض الضغط إلى ٤,٦ مم زئبق . ويعد التوفير فى الوقت ذا أهمية كبيرة ، خاصة فى ذروة موسم الحصاد ؛ حيث تشتد الحاجة إلى التبريد بالتفريغ (Barger ١٩٦٢) .

تقسيم الخضروات حسب طرق التبريد المبدئى التى تناسبها

تُقسم الخضروات - حسب طرق التبريد الأولى المناسبة لها - كما يلى :

أولاً : الخضر الورقية والسالية الغضة والزهرية

تضم هذه المجموعة ما يلى :

١ - الخضر الورقية : الخس ، والكرنب ، والكرنب الصينى ، وكرنب بروكسل ، والكرفس ، والروبارب ، والسبانخ ، والسلق ، والكيل ، والهندباء ، والبقدونس ، والبصل الأخضر .

٢ - الخضر الساقية الغضة : الهيلون ، وكرنب أبو ركة ، والفينوكيا .

٣ - الخضر الزهرية : الخرشوف ، والبروكولى ، والقنبيط .

وتتبع مع هذه الخضروات طرق التبريد الأولى التالية :

١ - التبريد بالتفريغ : يناسب خس الرؤوس ذا الأوراق الغضة السهلة التقصف Crisphead ، والخس الورقى ، والسبانخ ، والقنبيط ، والكرنب الصينى ، والكرنب وغيرها من الخضر الورقية .

٢ - التبريد بالتفريغ مع البل بالماء : يناسب الكرفس وغيره من الخضر الورقية .

٣ - التبريد المائى : يناسب الخس الورقى ، والكرفس ، والسبانخ ، والبصل الأخضر ، والكرات أبو شوشة ، وغيرها من الخضر الورقية .

٤ - التبريد بالثلج داخل العبوات : يناسب البروكولى ، والسبانخ ، والبقدونس ، والبصل الأخضر وكرنب بروكسل .

٥ - التبريد فى غرف التبريد : يناسب الخرشوف والكرنب .

٦ - التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء : يناسب القنبيط بصفة أساسية ، كما يستعمل إلى درجة محدودة مع الخضر الساقية وبعض الخضر الورقية .

ثانياً : الخضر الدرنية والبصلية

تضم هذه المجموعة ما يلى :

١ - الخضر الجذرية : البنجر ، والجزر ، والفجل ، وفجل الحصان ، والجزر الأبيض ، واللفت ، والبطاطا ، والكاسافا .

٢ - الدرنيات : البطاطس ، والطرطوفة ، واليام .

٣ - الكورمات : القلقاس .

٤ - الأبصال : البصل ، والثوم .

وتتبع مع هذه الخضروات طرق التبريد الأولى التالية :

١ - التبريد المائى : يناسب البنجر ، والجزر ، والفجل ، وفجل الحصان ، والجزر الأبيض ، واللفت ، ويستعمل - كذلك - مع البطاطس فى الجو الشديد الحرارة .

٢ - التبريد فى غرف التبريد : يناسب البطاطس ، والبصل ، والثوم ، والبطاطا ، والكاسافا ، والطرطوقة ، واليام والقلقاس .

٣ - التبريد فى عربات الشحن المبردة : يناسب البطاطس التى تشحن فى الجو الحار .

٤ - التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء : يناسب البطاطس والبصل .

ثالثاً : الخضرُ الصيفية

تضم هذه المجموعة ما يلى :

١ - الخضر ذات الثمار غير المكتملة التكوين : البقوليات (فاصوليا الليما ، والفاصوليا العادية الخضراء ، والبسلة الخضراء ، واللوبيا الخضراء) ، والخيار ، والكوسة ، والباذنجان ، والفلفل ، والبامية ، والذرة السكرية .

٢ - الخضر ذات الثمار المكتملة التكوين : القاوون ، والبطيخ ، والقرع العسلى ، وقرع الشتاء ، والطماطم ، والفراولة .

وتتبع مع هذه الخضروات طرق التبريد الأولى التالية :

١ - التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء : يناسب القاوون ، والبسلة ، والفلفل ، والكوسة ، والطماطم .

٢ - التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء مع بل المنتج Forced-air Evaporative Cooling : يستعمل بدرجة محدودة مع الكوسة ، والفلفل ، والباذنجان ، والطماطم الكريزية .

٣ - التبريد المائى :

يستعمل قبل التدرج والتعبئة فى تبريد القاوون ، والذرة السكرية . ويجرى الفرز قبل فترة التبريد الأولى وبعدها ، والتى نادراً ما تكفى لتبريد المنتج إلى درجة الحرارة المطلوبة .

٤ - التبريد بالثلج : يستعمل بدرجة محدودة مع القاوون ، وكتبريد إضافى للذرة السكرية المعبأة (عن Kader وآخرين ١٩٨٥) .

التخزين فى حرارة منخفضة

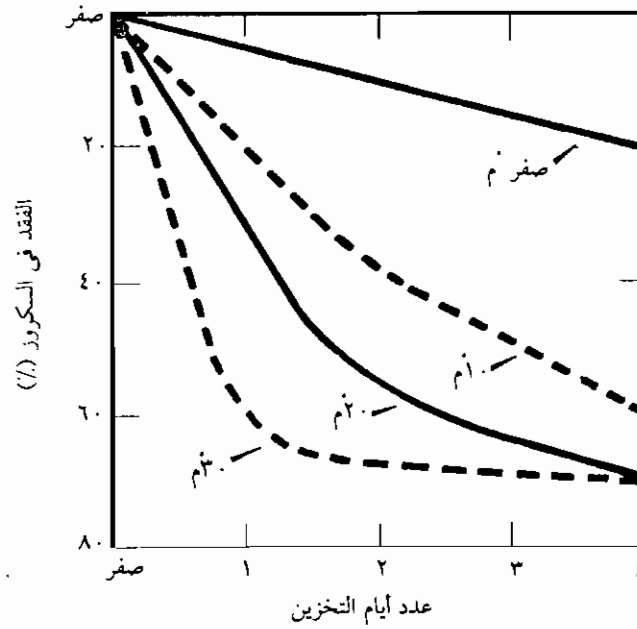
تعد البرودة بمثابة درجة منخفضة من الحرارة ، والتبريد هو طرد الحرارة من المنتج ولا يكون بدفع البرودة فيه . هذا . . ويعمل التخزين فى درجة حرارة منخفضة على تسيـط كلٍّ من :

- ١ - التنفس والأنشطة الحيوية الأخرى .
- ٢ - التدهور الذى يحدث مع زيادة النضج وفقدان الثمار لصلابتها والتغيرات فى القوام واللون .
- ٣ - الفقد فى الرطوبة والذبول .
- ٤ - التلف الناتج من الإصابة بالبكتيريا والفطريات والخمائر .
- ٥ - النموات غير المرغوبة ، كما يحدث فى البصل والبطاطس .

وكما أسلفنا فى الفصل الثانى عشر . . فإن سرعة التنفس تتضاعف من ١ - ٥ مرات مع كل ارتفاع فى درجة الحرارة قدره ١٠ درجات مئوية بين الصفر المئوى و٣٥م . وتصاحب ذلك زيادة فى معدل التدهور سبق تناولها بالشرح كذلك . ونكتفى - فى هذا المقام - بمثالين يوضحان التغير فى معدل التدهور فى السبانخ (جدول ١٣ - ١) ، وفى الفقد فى نسبة السكر فى الذرة السكرية (شكل ١٣ - ٣) ، مع التغير فى درجة حرارة التخزين .

جدول (١٣ - ١) : معدل التدهور فى السبانخ مع التغير فى درجة الحرارة (عن Claypool وآخرين ١٩٥٨) .

درجة الحرارة (م°)	فترة التخزين	معدل التدهور نسبة إلى التدهور فى الصفر المئوى (ضعف)
صفر	٦٦	١
٥	٤٢	١,٥
١٠	١٣	٥
١٥	٧	٩
٢٠	٤	١٦
٢٥	٣	٢١
٣٠	٢	٣١



شكل (١٣ - ٣) : النسبة المئوية للفقء فى محتوى الذرة السكرية من السكروز أثناء التخزين فى درجات الحرارة المختلفة (عن Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

ومن الأهمية بمكان أن تكون درجة حرارة المخزن متجانسة تماماً ؛ إذ إن عدم التجانس يعنى أن الثمار الموجودة فى حرارة مرتفعة تنضج أسرع من غيرها ؛ وبالتالي يحدث خلط لثمار فى درجات مختلفة من النضج . وقد تصبح بعض الثمار زائدة النضج ، وتبدأ فى التعفن .

ويمكن تحقيق التجانس فى درجة حرارة المخزن بالعناية بترتيب العبوات واستعمال مبردات جيدة ، وبقراءة درجة الحرارة فى أماكن مختلفة من المخزن بصفة دورية . كما تجب قراءة الحرارة فى وسط العبوات أيضاً .

التحكم فى الرطوبة النسبية مع توفير التهوية المناسبة فى المخازن

للرطوبة النسبية أهمية كبيرة بالنسبة للخضروات المخزنة ؛ لأن نقص الرطوبة يسرع من ذبول الخضروات ، وزيادتها عن اللازم - أى عندما تكون قريبة من ١٠٠٪ - تؤدى إلى نمو العفن على الجدران والأرضيات والعبوات ، وعلى الخضار نفسها . وينصح

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضـر بجودتها أثناء التخزين —————

غالبًا برطوبة نسبية تتراوح بين ٩٠٪ و ٩٥٪ فى معظم الخضروات مع بعض الاستثناءات ، كما فى البصل ، والثوم ، والبطاطس .

ويتوقف توفير الرطوبة النسبة المناسبة على إحكام عزل المخازن عن الجو الخارجى ، وتوفير أجهزة تبريد قوية ؛ حتى تصل البرودة بسرعة إلى كل المنتج .

كما يجب العمل على تحريك هواء المخزن بصورة مستمرة ؛ لأن الفشل فى تحقيق ذلك يؤدى إلى اختلاف فى درجة الحرارة فى الأجزاء المختلفة من المخزن . وبعد تبريد المنتج والتخلص من حرارة الحقل يكفى أن يكون تحرك الهواء خلال المنتج بسرعة ٢٠ - ٢٥ مترًا فى الدقيقة ؛ للتخلص من الحرارة الناتجة من التنفس ، والحرارة التى تدخل من الأبواب المفتوحة . هذا . . ولا تعد سرعة الهواء الذى يتخلل الخضـر كافية إذا كانت درجة حرارة الهواء الخارج من المخزن أعلى بأكثر من ١م عن حرارة الهواء الداخـل إليه .

ويتبع الهواء أثناء تحركه المسارات التى يجد فيها أقل مقاومة ؛ وعليه . . فإن عدم تجانس ترتيب العبوات قد يؤدى إلى حدوث عدم تجانس فى درجة حرارة المخزن ؛ حيث يمر الهواء بمعدلات أكبر فى الممرات الواسعة . ولهذا السبب يجب تجنب عمل ممرات واسعة فى اتجاه تيار الهواء ، كما يجب ترك مسافة ٥ - ٨ سم بين الصناديق المرتبة فوق بعضها ، وأن يكون تيار الهواء فى اتجاه الصفوف ، وليس متعامدًا عليها . كذلك يجب ترك مسافة ١٠ - ٢٠ سم على امتداد الحوائط الجانبية لتسهيل مرور الهواء على الجوانب أيضًا .

التحكم فى الإضاءة

يجب أن تخزن معظم الخضروات فى الظلام ، أو على الأقل فى إضاءة منخفضة جدا ، ولكن القليل من الضوء لا يضر البطاطا ، أو القرع العسلى . ولضوء الشمس المباشر تأثير ضار على الخضروات المخزنة بصورة عامة .

التخزين فى الجو المعدل أو فى الجو المتحكم فى مكوناته

الجو المعدل هو الجو الذى تقل فيه نسبة الأكسجين وتزيد نسبة ثانى أكسيد الكربون عما هى فى الهواء الجوى . والفرق بين الجول المعدل modified atmosphere والجو

المتحكم فيه Controlled atmosphere أن درجة التحكم فى نسبتي الغازين تكون فى الأول قليلة أو منعدمة ؛ حيث تعتمد على النقص الطبيعى للأكسجين والزيادة الطبيعية لثاني أكسيد الكربون مع التنفس . أما فى الحالة الثانية ، فيتم التحكم فى نسبتي الغازين طوال فترة التخزين .

وبالإضافة إلى غازى الأكسجين وثاني أكسيد الكربون ، فإن غاز النيتروجين يشكل النسبة المتبقية (من المائة) من مكونات الهواء فى المخازن ذات الجو المعدل . كما كان غاز أول أكسيد الكربون يضاف - كذلك - بنسبة ٢٪ - ٣٪ أثناء نقل الخس ؛ لمنع تغيرات اللون التى تحدث فى الأوراق ، ولكنه أصبح يضاف - حالياً - إلى هواء المخازن المعدل مع مختلف الحاصلات البستانية ؛ ولذلك مزايا ومحاذير كثيرة .

مزايا وعيوب التخزين فى الجو المعدل

المزايا

يحقق التخزين فى الجو المعدل المزايا التالية :

- ١ - تأخير الوصول إلى الشيخوخة (اكتمال النضج) وما يتصل بها من تغيرات حيوية وفسولوجية ؛ مثل التنفس ، وإنتاج الإيثيلين ، والطراوة ، والمحتوى الكيميائى .
- ٢ - خفض حساسية الثمار لفعل الإيثيلين عندما ينخفض تركيز الأكسجين عن ٨٪ ، أو يزيد تركيز ثاني أكسيد الكربون على ١٪ . ولكن يلزم التخلص من غاز الإيثيلين المتراكم عند تمتد فترة التخزين لعدة شهور .
- ٣ - تجنب الإصابة ببعض العيوب الفسيولوجية ؛ مثل أضرار البرودة فى بعض الخضر ، والتبقع لصدئ فى الخس .
- ٤ - يفيد الجو المعدل بصورة مباشرة أو غير مباشرة فى تقليل الإصابة بالأعفان ؛ فمثلاً . . يبطئ لتريز معالى لثاني أكسيد الكربون (١٠ - ١٥٪) من عفن بوتريس فى الفراولة .

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين —————

٥ - يمكن أن يكون الجو المتحكّم فى مكوناته أداة فعّالة لمكافحة الحشرات فى بعض المنتجات .

٦ - كما يحقق توفير غاز أول أكسيد الكربون فى هواء المخازن المزايا التالية :

أ - يمنع الغاز تغيرات اللون التى تحدث فى الخس وغيره من الخضر أثناء التخزين عندما يتواجد بتركيز ١٪ - ٥٪ ، ويختفى هذا التأثير بمجرد إخراج المنتج من الجو المعدل .

ب - يمنع الغاز (عند تواجده بنسبة ٥٪ - ١٠٪) نمو كثير من الكائنات الدقيقة المسببة للعفن ، وتزداد فاعلية أول أكسيد الكربون فى هذا الشأن عندما ينخفض تركيز الأكسجين عن ٥٪ .

ج - قد يفيد تواجد أول أكسيد الكربون - مع النسب العالية من ثانى أكسيد الكربون والمنخفضة من الأكسجين - فى مكافحة الحشرات التى تصيب الخضر المخزنة .

العيوب

غالبا ما يكون الفرق بين التركيزات المفيدة والتركيزات الضارة من مختلف الغازات قليلا . كما أن التركيزات اللازمة لمكافحة الأعفان أو الحشرات قد لا يتحملها المحصول المخزن ، وقد تزيد من معدل تدهوره .

ومن المخاطر المحتملة للتخزين فى الجو المعدل ما يلى :

١ - بدء العمليات الحيوية التى تؤدى إلى ظهور بعض العيوب الفسيولوجية أو تنشيطها ، كما فى حالة القلب الأسود فى البطاطس ، والصبغة البنية فى الخس .

٢ - عدم انتظام نضج ثمار الطماطم عندما ينخفض تركيز الأكسجين عن ٢٪ ، أو يزيد تركيز ثانى أكسيد الكربون على ٥٪ .

٣ - تكوّن طعم ورائحة غير مرغوب فيها فى مستويات الأكسجين الشديدة الانخفاض ؛ بسبب التنفس اللاهوائى الذى يحدث فى هذه الظروف .

٤ - زيادة القابلية للإصابة بالأعفان نتيجة للأضرار الفسيولوجية التى تتعرض لها المنتجات المخزنة عند نقص الأكسجين بشدة ، أو زيادة ثانى أكسيد الكربون كثيرا .

٥ - يثبط الجو المعدل تكوين البيريدرم ، وينشط التبرعم فى بعض الخضر الجذرية والدرنية ؛ مثل البطاطس .

٦ - كما أن تواجد غاز أول أكسيد الكربون فى الهواء المعدل يحمل معه المحاذير التالية :

أ - قد يؤدى الغاز إلى زيادة ظهور بعض العيوب الفسيولوجية ؛ فمثلا . . يعمل الغاز على زيادة شدة الإصابة بالصبغة البنية brown stain فى الخس عند زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى هواء المخزن عن ٢٪ .

ب - يعطى أول أكسيد الكربون تأثيرات ماثلة للتأثيرات التى يحدثها الإيثيلين ؛ مثل إسراع نضج الثمار ، وتحفيز ظهور بعض العيوب الفسيولوجية ، ولكن هذه التأثيرات تختفى عندما تقل نسبة الأكسجين ، أو تزيد نسبة ثانى أكسيد الكربون ، ولا يصبح لغاز أول أكسيد الكربون أية تأثيرات يعتد بها فى هذا الشأن إلا على المنتجات البستانية الشديدة الحساسية لغاز الإيثيلين مثل ثمار الكيوى .

ج - يعتبر غاز أول أكسيد الكربون عديم اللون والطعم والرائحة ؛ الأمر الذى يزيد من خطورته لعدم الإحساس بتواجده . وترجع خطورته إلى سمته الشديدة للإنسان (من خلال تأثيره على هيموجلوبين الدم) ، وقابليته الشديدة للاشتعال - مع الانفجار - عند يتراوح تركيزه فى الهواء بين ١٢,٥٪ و ٧٤,٢٪ ؛ ولذا . . يتعين دائماً اتخاذ إجراءات أمنية مشددة عند استعمال الغاز فى المخازن (عن Kader وآخرين ١٩٨٥) .

استخدامات الجو المعدل

تزداد أهمية التخزين فى الجو المعدل فى إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها عندما تكون درجة حرارة التخزين غير ملائمة للمنتج ، وعندما تكون فترة التخزين المطلوبة أطول مما يُمكن من تأمينها بوسائل التخزين الأخرى . فمثلا . . لا يكون التخزين فى الجو المعدل اقتصاديا إذا رُغب فى تخزين الخس لمدة ٧ أيام فى حرارة صفر - ٢م . أما إذا شحن محصول الخس من بلد لآخر واستغرق ذلك ثلاثين يوماً ، فإن وضع المحصول فى الجو المعدل يكون أمراً اقتصاديا حتى لو كان التخزين فى الحرارة المنخفضة . كما يكون الجو المعدل اقتصاديا كذلك لو أريد المحافظة على

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين —————

المحصول بحالة جيدة لمدة ٧ أيام فى مخازن لا يمكن - عمليا - خفض حرارتها عن ٥ - ٧,٢ م° .

ويتعين دائماً ملاحظة أن نسب الغازات المناسبة للتخزين تختلف كثيراً باختلاف المحصول والصنف المخزن ، ودرجة حرارة التخزين ، وطول فترة التخزين المطلوبة .

وفيما يلى أمثلة لاستخدامات الجو المعدل فى تخزين محاصيل الخضر :

١ - الطماطم :

تمكن Parsons وآخرون (١٩٧٠) من تخزين ثمار الطماطم الخضراء المكتملة التكوين مدة ٦ أسابيع فى جو معدل به ٣٪ O_2 ، وصفر ٪ CO_2 مع حرارة ١٣ م° . وعندما رفعت نسبة CO_2 إلى ٣٪ أو ٥٪ مع الاحتفاظ بالنسبة المخفضة من الأكسجين لم يحدث نقص فى نسبة العفن ، بل حدث - أحياناً - ضرر من CO_2 . وعندما نقلت الثمار الخضراء إلى الجو العادى بعد ٦ أسابيع من التخزين تحت هذه الظروف ، تلونت بصورة طبيعية .

٢ - الفراولة :

تخزن الفراولة بحالة جيدة لمدة ٧ - ١٠ أيام فى الصفر المئوى ، ولمدة ٣ - ٥ أيام فى حرارة ٥ م° ، ولمدة ١ - ٢ يوم فى حرارة ٢١ م° . ويمكن زيادة فترة التخزين إلى الضعف ، مع وقف عفن الثمار بالتخزين فى جو معدل به ٢٠٪ CO_2 . ويفيد ذلك عند الشحن فى الحرارة المرتفعة نسبياً .

٣ - الخس :

تظهر على عروق الخس أثناء التخزين على حرارة ٢ - ٥ م° بقع عديدة ذات لون بنى محمر . وتعرف هذه الظاهرة باسم التبقع الصدئ russet spotting . ويحدث ذلك أثناء الشحن ، وفى المخازن المبردة ، وحتى لدى المستهلك فى الثلاجات المنزلية . وأسباب هذه الظاهرة غير معروفة على وجه التحديد ، إلا أنه يمكن الحد منها كثيراً بتخزين الخس فى جو معدل به ٢ - ٦٪ O_2 ، علماً بأن التركيزات الأقل من ذلك تضر بالخس ، والأعلى من ذلك لا تجدى ؛ فلا تجب زيادة نسبة CO_2 ؛ لأن ذلك عديم الفائدة بالنسبة لظاهرة التبقع الصدئ ، بل إن زيادته قد تحدث أضراراً شبيهة بهذه الحالة (Lipton ١٩٧٥) .

٤ - الكربن :

يعتبر الكربن من أصلح الخضروات للتخزين فى الجو المعدل . ومن دراسات Isenberg & Sayles (١٩٦٩) وبدأ أنه عند التخزين فى درجة حرارة الصفر المئوى ، كان الجو المعدل (CO_2 ٥٪ ، O_2 ٥٪) أفضل من الهواء العادى . وقد ازدادت فترة التخزين عند إنقاص نسبة الغازين (O_2 ، CO_2) إلى ٢,٥٪ لكل منهما ، لكن صاحبت ذلك زيادة حلاوة أوراق الكربن . . وكان أفضل جو معدل هو المحتوى على ٥٪ CO_2 و ٥٪ O_2 ؛ حيث كانت فترة التخزين أطول ما يمكن ، مع احتفاظ الرؤوس بالطعم العادى ، إلا أن الأصناف اختلفت فى مدى مقدرتها على التخزين تحت هذه الظروف .

التخزين تحت تفريغ جزئى

نال التخزين تحت تفريغ جزئى hypobaric (أو partial vacuum) اهتمام الباحثين ؛ نظراً لأنه يحقق المزايا التالية :

- ١ - التخلص المستمر من غاز الإيثيلين فلا يتراكم أبداً فى جو المخزن ، ويفيد ذلك فى تقليل معدل تدهور الخضرمخزنة ، كما يسمح بتخزين خضر مثل الكربن والجزر فى حرارة واحدة مع ثمار منتجة للإيثيلين مثل التفاح .
- ٢ - خفض ضغط الأكسجين جزئياً ؛ فيقل بذلك معدل وصول الثمار إلى مرحلة اكتمال النضج .
- ٣ - تعمل هذه الظروف على بقاء فقد الخضروات الورقية وغيرها من الخضروات - مثل البروكولى - لونها الأخضر .
- ٤ - يعد وسيلة سهلة للتحكم فى الرطوبة النسبية ؛ إما قريباً من التشبع للخضر الورقية ، وإما فى المستوى المنخفض المناسب لبعض الخضر مثل البصل (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤ أ) .

تخزين وتسويق وتصدير الخضر

نتناول بالدراسة في هذا الفصل موضوعات تخزين وتسويق وتصدير الخضر لما لها من علاقة ببعضها ؛ لأن التصدير هو تسويق خارجي ، وكلاهما - أى التسويق والتصدير - يعتمد على توفير الظروف المناسبة للخضر أثناء التخزين لحين طرحها في الأسواق وأثناء الشحن إلى الأسواق ، سواء أكانت هذه الأسواق داخلية أم خارجية .

اهمية تخزين الخضروات

من أهم مزايا تخزين الخضر ما يلي :

- ١ - توفير الخضروات للمستهلك أطول فترة ممكنة .
 - ٢ - زيادة استهلاك الخضروات نتيجة إطالة موسم عرضها بالأسواق .
 - ٣ - زيادة سعر البيع بالنسبة للمنتج بصورة عامة ؛ بسبب عدم تكبد المحصول وقت الحصاد ؛ وبذلك يمكن تجنب الانخفاض الحاد في الأسعار .
 - ٤ - تسهيل عمليات النقل والشحن .
 - ٥ - المساعدة على تصدير الخضر السريعة التلف .
- ويتوقف قرار التخزين من عدمه على عدة عوامل ؛ منها :
- ١ - السعر الحالي والسعر المرتقب بعد انتهاء فترة التخزين .
 - ٢ - تكاليف التخزين .
 - ٣ - الفقد في المحصول نتيجة الذبول وفقد الرطوبة والإصابات المرضية أثناء التخزين .
 - ٤ - تكاليف إعادة الفرز والتعبئة بعد التخزين .

طرق تخزين الخضروات

من أهم الطرق المتبعة فى تخزين الخضروات ما يلى :

- ١ - التخزين على النباتات ، كما فى أصناف طماطم التصنيع .
- ٢ - التخزين فى الحقل :
 - أ - التخزين فى التربة فى المناطق الجافة ؛ كما فى البطاطا ، والقلقاس ، والطرطوفة .
 - ب - التخزين فى حفر أو خنادق فى تربة جافة ؛ كما فى البطاطا ، والقلقاس ، والجزر ، والبنجر بدون عرش .
- ٣ - التخزين فى أبنية خاصة :
 - أ - التخزين فى حجرات تحت سطح التربة .
 - ب - التخزين فى حجرات فوق سطح التربة .
 - ج - التخزين تحت جمالونات ؛ كما فى البطاطس والبصل .
 - د - التخزين فى عنابر .
- ٤ - التخزين البارد :
 - أ - فى الجو الطبيعى ؛ مثل حجرات التبريد ، وعربات النقل المبردة ، والثلاجات المنزلية .
 - ب - فى الجو المعدل .

التخزين فى الحقل

يمكن تخزين بعض الخضروات - كالكرنب ، ومعظم الخضار الجذرية - فى الحقل فى خنادق ، أو فى حفر خاصة ، أو تحت كومة من الأتربة . ويشترط لنجاح هذه الطريقة أن يكون المكان جافا وجيد الصرف . يتم التخزين بوضع الخضروات فى كومات تحاط بالقش ، ثم تغطى بغطاء من التربة يكفى لحمايتها من الحرارة الشديدة أو البرودة والتجمد . ويمكن توفير التهوية اللازمة بعمل فتحة خاصة تمتد عبر أبواب من وسط الكومة إلى خارج الغطاء . ويتم إغلاق هذه الفتحة فى الجو القارس البرودة .

ويعيب مخازن الحقل عدم إمكانية التحكم فى درجة الحرارة أو الرطوبة النسبية بها ، وتعرضها للإصابة بالقارضات ، كما يكون من الصعب سحب الخضروات المخزنة فى الجو غير المناسب ، فضلاً على أنه يحتاج إلى أيدٍ عاملة كثيرة .

التخزين فى الأبنية غير المبردة

تستعمل الأبنية غير المبردة بصفة خاصة فى تخزين الخضروات التى تحتاج إلى جو جاف نسبياً ، كالبصل ، والبطاطا . ويمكن التحكم فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية إلى حد ما بالتحكم فى التهوية .

وتُنشأ بعض هذه الأبنية تحت سطح التربة عندما تسمح حالة الصرف بذلك ، وتسمى "Cellars" . ويجب العناية بعملية التهوية فى هذه المنشآت ؛ لأنها تكون - عادة - عالية فى الرطوبة النسبية ، وتخزن فيها البطاطا وغيرها من الخضروات الجذرية بنجاح .

وفى مصر تخزن البطاطس فى نوات ، وهى أبنية ذات فتحات كافية للتهوية فى الجدران ، تغلق نهاراً ، وتفتح ليلاً لاستقبال الهواء البارد .

التخزين البارد مع التحكم فى الرطوبة النسبية

يعتبر التخزين فى المخازن المبردة هو أكثر طرق التخزين شيوعاً ؛ نظراً لأنه يساعد على حفظ الخضار بحالة جيدة لفترة طويلة نسبياً . ويتم فى هذه الطريقة التحكم فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية ، لكن تبقى مكونات الهواء الجوى كما هى .

وستتناول بالدراسة فى هذا الجزء بعض المصطلحات والتعاريف الهامة التى تفيدنا فى عمل حسابات التبريد ، ثم نتقل إلى دراسة كيفية إجراء حسابات التبريد الضرورية عند إنشاء هذه المخازن المبردة ، وبعد ذلك نتعرف على الظروف المناسبة لتخزين محاصيل الخضار المختلفة .

المصطلحات المستخدمة فى مجال التبريد

١ - الوحدات الحرارية Heat Units :

أكثر الوحدات الحرارية شيوعاً هى : الكالورى ، والكيلو كالورى ، والوحدة الحرارية البريطانية .

أ - الكالورى Calori (اختصاراً cal) ، هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية .

ب - الكيلو كالورى Kilocalori (اختصاراً Kcal) : هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية .

ج - الوحدة الحرارية البريطانية British Thermal Unit (اختصاراً BTU) : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة واحدة فهرنهايتية (الوحدة الحرارية البريطانية = ٢٥٣ كالورى) .

٢ - الحرارة النوعية Specific Heat :

الحرارة النوعية هي كمية الحرارة - مقدرة بالكالورى - اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية . وكلما ازدادت الحرارة النوعية لمادة ما ، احتاجت إلى كمية أكبر من الطاقة الحرارية لرفع حرارتها ، وكانت أقل تعرضاً للتغير فى درجة الحرارة مع التغيرات فى الظروف البيئية . وفيما يلى الحرارة النوعية لعدد من المواد :

المادة	الحرارة النوعية
الماء	١,٠٠
الثلج	٠,٥٠
البخار	٠,٤٨
كحول الإيثايل	٠,٥٨
الخشب	٠,٤٢
الزجاج	٠,٢٠
الصلب	٠,١١

وللحرارة النوعية العالية للماء أهمية كبيرة فى حفظ الأنسجة النباتية من التغيرات فى درجة الحرارة مع التغيرات البيئية (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .
ويمكن تقدير الحرارة النوعية لأي نوع من الخضر بالمعادلة التالية :

$$س = أ + (٠,٢ - ١) + ٠,٢$$

حيث (س) الحرارة النوعية ، (أ) النسبة المئوية للرطوبة بالخضار ، (٠,٢) الحرارة النوعية للمادة الجافة (عن استينو وآخرين ١٩٦٣) .

٣ - حرارة السيولة Heat of Fusion :

حرارة السيولة هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير جرام واحد من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة ، دون أن يحدث تغير في درجة حرارتها ؛ أى وهى عند درجة الذوبان Melting Point .

٤ - حرارة التبخر Heat of Vaporization :

حرارة التبخر هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير جرام واحد من المادة عند درجة الغليان من الحالة السائلة إلى حالة بخار . هذا . . ويلزم التخلص من نفس الكمية من الحرارة لتحويل جرام واحد من المادة من حالة بخار إلى الحالة السائلة عند درجة الغليان .

ويوضح جدول (١٤ - ١) حرارة السيولة وحرارة التبخر لعدد من المواد . ويتضح من الجدول ارتفاع قيمة حرارة السيولة والتبخر بالنسبة للماء ، بالمقارنة بالمواد الأخرى .

جدول (١٤ - ١) : حرارة السيولة ، وحرارة التبخر لبعض المواد (بالكالورى) .

المادة	حرارة السيولة	حرارة التبخر
الكحول الإيثيلي	٢٥,٠	٢٠,٤
الأكسجين	٣,٣	٥١
الماء	٨٠,٠	٥٤٠

٥ - انتقال الحرارة Heat Transfer :

تنتقل الحرارة بإحدى ثلاث طرق ، ويكون انتقالها دائماً من الأجسام الساخنة إلى الأجسام الأبرد .

أ - بالتوصيل Conduction :

التوصيل هو انتقال الحرارة خلال مادة . ويتناسب معدل التوصيل مع مقطع مادة التوصيل والتدرج الحرارى من الجانب الساخن نحو الجانب الأبرد ، كما يختلف حسب المادة التى يتم التوصيل الحرارى من خلالها . فالصلب ينقل الحرارة جيداً ، بينما يعتبر الخشب موصلًا رديئًا للحرارة . ويعتبر الهواء موصلًا رديئًا جدًا .

ب - بالحمل Convection :

الحمل هو انتقال الحرارة بواسطة مادة متحركة . ويتوقف ذلك على تولد تيارات حمل .

ج - بالإشعاع Radiation :

الإشعاع هو انتقال الطاقة دون ضرورة لوجود مادة موصلة . وتتكون الأشعة الحرارية من أشعة كهرومغناطيسية تنتقل بسرعة الضوء ، وهى 3×10^8 متر / ثانية .

٦ - حرارة الحقل Field Heat :

هى الحرارة التى يلزم التخلص منها لحفض درجة حرارة المنتج إلى الدرجة المناسبة للتخزين ، تضاف إليها الحرارة النوعية Vital Heat ، وهى الحرارة التى تنتج من تنفس المنتج أثناء تبريده حتى وصوله إلى درجة الحرارة المناسبة للتخزين .

٧ - طن التبريد Ton of Refrigeration :

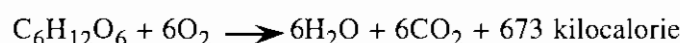
هو كمية الحرارة التى يلزم اكتسابها بواسطة طن من الثلج أثناء الذوبان فى درجة حرارة الصفر المئوى خلال فترة ٢٤ ساعة . ويتطلب الأمر ١٤٤ وحدة حرارية بريطانية لإذابة رطل واحد من الثلج فى درجة حرارة الصفر المئوى ، أو حوالى ٢٨٨٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية لإذابة طن من الثلج فى درجة حرارة الصفر المئوى ؛ ويعنى ذلك ١٢٠٠٠ B.t.u. / ساعة .

٨ - الحرارة الحيوية Vital Heat :

الحرارة الحيوية هى الحرارة الناتجة من التنفس . ويمكن تقدير كمية الحرارة الحيوية لأى محصول أثناء التخزين بتقدير كمية غاز ثانى أكسيد الكربون المنطلقة منه أثناء التنفس بالمليجرام فى الساعة ، وضرب الناتج فى عدد ثابت هو ٢٢٠ .

فمثلاً . . إذا أنتج البروكولوى ١٦٠ ملليجرام / CO₂ / ساعة / كيلو جرام من الخضار على حرارة ٤٠°ف (٤,٤م) ، فإن ذلك يعنى أنه ينطلق من البروكولوى :

١٦٠ × ٢٢٠ = ٣٥٢٠٠ B.t.u. لكل طن من البروكولوى فى اليوم ، ويمثل الثابت ٢٢٠ كمية الحرارة المنطلقة عند التنفس ، مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية إذا ما أنتج الطن الواحد من الخضار الطازجة ملليجرام واحد من غاز CO₂ فى مدة ٢٤ ساعة . ويقدر الثابت كالتالى :



∴ ٦ CO₂ ← ٦٧٣ كيلو كالورى

∴ ١ CO₂ ← $\frac{673}{6}$ = ١١٢,١ كيلو كالورى

∴ ٤٤ جم CO₂ ← ١١٢,١ كيلو كالورى

∴ ١ ملليجرام CO₂ ← $\frac{112,1}{1000 \times 44}$ = ٠,٠٠٢٥٥ كيلو كالورى

= ٢,٥٥ كالورى (سعر حرارى)

وللتحويل من السرعات الحرارية / كجم / ساعة إلى وحدات حرارية بريطانية / طن / يوم نضرب فى ٨٦,٣ ليصبح الناتج ٢,٥٥ × ٨٦,٣ = ٢٢٠ وهو الثابت المطلوب (عن Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

حسابات التبريد

إذا أُريد حساب كمية حرارة الحقل اللازم إزالتها من ١٠ أطنان من الخضار ، علماً بأن حرارة الحقل ٩٠°ف ، وحرارة المخزن ٤٠°ف ، والنسبة المئوية للرطوبة بالخضار المراد تخزينها ٨٠٪ ، والعبوات المستعملة خشبية سعة ٥٠ رطلاً ، ووزن الصندوق الفارغ ٥ أرطال ، والحرارة النوعية للخشب ٠,٣ ، فإنه يلزم لذلك إجراء الحسابات التالية :

الحرارة النوعية للخضار س = ٠,٨ × (٠,٢ - ١) + ٠,٢ = ٠,٨٤ B.t.u. لكل درجة واحدة فهرنهايت .

∴ الحرارة النوعية لـ ١٠ أطنان = ١٠ × ٢٠٠٠ × ٠,٨٤ = ١٦٨٠٠٠ B.t.u.

∴ كمية الحرارة اللازم إزالتها من ١٠ أطنان من الخضر لخفض حرارتها من ٩٠ ف إلى ٤٠ ف .

$$\begin{aligned} & \text{B.t.u. } 840000 (90 - 40) \times 16800 = \\ & \text{عدد الصناديق الخشبية اللازمة} = \frac{2000 \times 10}{5} = 400 \text{ صندوق} \\ & \text{وزن جميع الصناديق} = 5 \times 400 = 2000 \text{ رطل} \end{aligned}$$

الحرارة النوعية لخشب الصناديق = $0.3 \times 2000 = \text{B.t.u. } 600$ لكل درجة واحدة فهرنهايت .

∴ كمية الحرارة اللازم إزالتها من الصناديق لخفض حرارتها من ٩٠ ف إلى ٤٠ ف

$$\begin{aligned} & \text{B.t.u. } 3000 = (90 - 40) \times 600 = \\ & \text{كمية الحرارة الكلية اللازم إزالتها من الخضر والصناديق} = 840000 + 3000 \\ & = \text{B.t.u. } 843000 \text{ (استينو وآخرون ١٩٦٣) .} \end{aligned}$$

وسائل التبريد

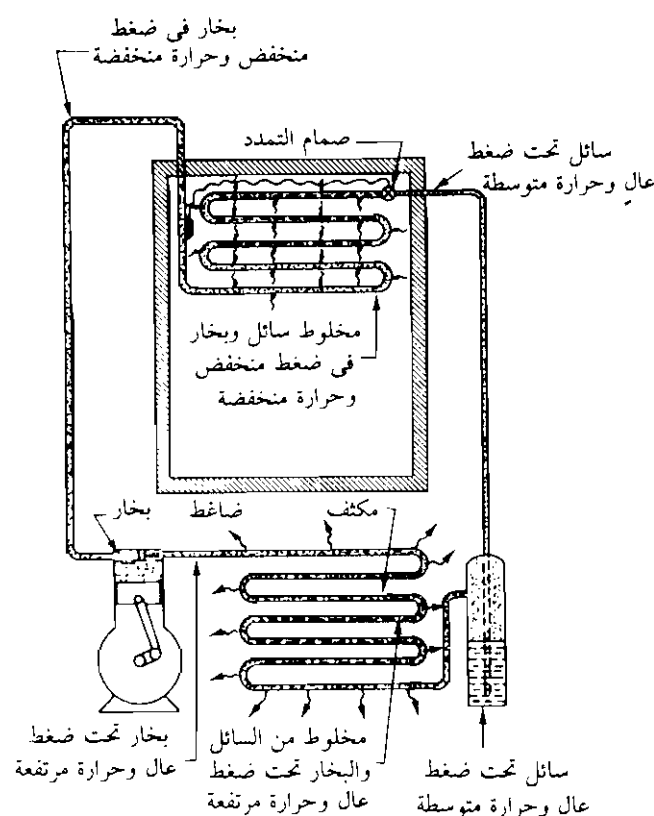
تعتمد معظم المخازن المبردة على التبريد الميكانيكي Mechanical Refrigeration كوسيلة للتحكم في درجة حرارة المخزن . ويعتمد هذا النظام على خاصية اكتساب السوائل للحرارة عند تحولها إلى غاز . وأبسط طريقة لتحقيق ذلك هي إطلاق النيتروجين السائل في حيز المخزن ، ولكن ذلك يتطلب إمدادات خارجية مستمرة من الغاز المسال . ولا يتبع ذلك إلا في تبريد الشاحنات ، حينما يكون للتركيز العالي من النيتروجين والتركيز المنخفض من الأكسجين أهمية إضافية في احتفاظ المنتج بجودته أثناء الشحن .

وتستخدم نظم التبريد الميكانيكي الأكثر شيوعاً غازات أخرى مثل الأمونيا وعدد من الهاليدات السائلة halide fluides (والتي يشار إليها أحياناً بالاسم التجاري «فريون») ؛ حيث يتم تجميع البخار بواسطة ضاغط compressor ، ويزود النظام بوسيلة لتبادل الحرارة مع الوسط المحيط به .

وبين شكل (١٤ - ١) مكونات هذا النظام الميكانيكي للتبريد . يلاحظ في

الشكل أن سائل التبريد يمر من خلال صمام التمدد ؛ حيث ينخفض الضغط فجأة ؛ ليتبخر السائل وتنخفض حرارته إلى درجة مؤثرة في إزالة الحرارة من حيز التخزين . ويحصل على الحرارة المسؤولة عن تبخر السائل من المادة أو المنتج الذي يُراد تبريده ؛ حيث تنتقل الحرارة منه إلى هواء المخزن ، ثم إلى ملف التبريد الذي يتحول بداخله سائل التبريد إلى الحالة الغازية ؛ ولذا . . فإن ملف التبريد يقع - بالضرورة - في داخل الحيز الذي يُراد تبريده .

وبعد أن يكتمل تحول سائل التبريد إلى غاز ، فإن الغاز يُعاد ضغطه بضغط ؛ ليمر من خلال مكثف condenser ، ويتم تبريده إلى سائل من جديد . ويقع المكثف - بالضرورة - خارج الحيز الذي يُراد تبريده ؛ لأنه طارد للحرارة . يخزن السائل المكثف بعد ذلك في مستقبل ؛ ليتم إخراجها - تدريجياً - حسب مدى الحاجة إلى التبريد .



شكل (١٤ - ١) : تخطيط للنظام الميكانيكي للتبريد .

وقد يتم تبريد المخازن بوسائل أخرى ؛ مثل نظام المروحة والوسادة ، أو بالاعتماد على هواء الليل البارد فى المناطق التى يوجد فيها فرق كبير بين درجتى حرارة الليل والنهار ، أو على مياه الآبار الباردة .

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف وسائل التبريد المتبعة فى المخازن . . . يراجع Kader وآخرون (١٩٨٥) .

الرطوبة النسبية ووسائل قياسها

تُعرف الرطوبة النسبية Relative Humidity بأنها : « النسبة المئوية لما يحمله حيز من الهواء من بخار الماء إلى أقصى ما يمكن أن يحمله نفس هذا الحيز من بخار الماء فى نفس درجة الحرارة » .

وسائل قياس الرطوبة النسبية

تستخدم عدة أجهزة فى قياس الرطوبة النسبية Relative Humidity ، ويعد السيكروميتر psychrometer أكثرها شيوعاً . يحتوى هذا الجهاز على ترمومترين : تُترك بصيلة (مستودع الزئبق) أحدهما دون غطاء (الترمومتر الجاف) ، بينما تُغطى بصيلة الترمومتر الآخر بقطعة من القماش المبلل بماء مقطر wick (الترمومتر المبتل) . يقيس السيكروميتر « قوة تجفيف drying power » الهواء . وتعتمد النظرية التى يعمل على أساسها على أنه لو كان الهواء المحيط بالبصيلة المبتلة غير مشبع بالماء فإن الماء سيتبخر من القماش المبلل المحيط به ؛ مما يؤدي إلى انخفاض حرارته .

وتنخفض حرارة الترمومتر المبتل إلى قيمة معينة حينما تتعادل الحرارة التى تصل - بالحمل convection والتوصيل conduction - من الهواء المناسب حول البصيلة مع الحرارة اللازمة لتبخيز الماء النقى الموجود فى قطعة القماش المبللة . ويمكن حساب الرطوبة النسبية من الفرق بين قراءتى الترمومتريين الجاف والمبتل بالاستعانة بجداول أو رسوم بيانية خاصة .

وتعد الحركة السريعة للهواء حول الترمومترات ضرورية لدقة القياس ؛ ويتحقق ذلك بسحب تيار مستمر من الهواء بالقرب من بصيلتى الترمومتريين ، مع تسجيل القراءة فى كليهما فى وقت متقارب وبدقة ، ومع الاحتراس لكى لا تؤثر فيهما حرارة

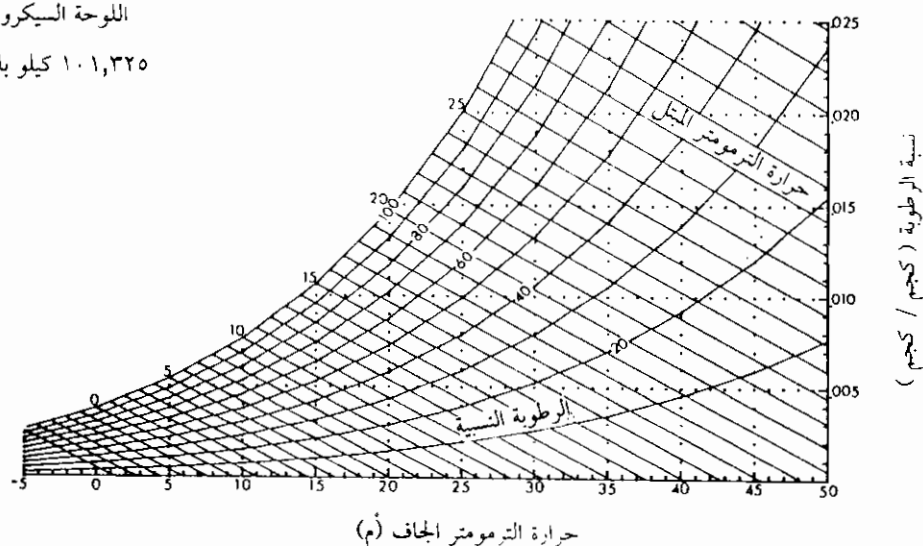
الجسم أو الحرارة المنبعثة من الأجسام الأخرى المحيطة بهما . ويتحقق ذلك بحفظ السيكروميتر بداخل صندوق خشبي يسمح بمرور الهواء بحرية من خلاله وحول الجهاز .

يلاحظ أنه - عند الصفر المئوي أو الحرارة الأقل من ذلك - يؤدي أى خطأ ولو بمقدار نصف درجة مئوية فى قراءة أى من الترمومترات الجاف أو المبتل إلى خطأ يقدر بنحو ٥ - ١٠٪ فى قراءة الرطوبة النسبية ؛ ولذا . . يجب أن تستخدم ترمومترات معايرة جيداً لهذا الغرض .

تستخدم اللوحة السيكرومترية psychrometric chart (شكل ١٤ - ٢) فى التوصل إلى قيمة الرطوبة النسبية من واقع قراءتى الترمومترين الجاف والمبتل .

اللوحة السيكرومترية

١٠١,٣٢٥ كيلو باسكال



شكل (١٤ - ٢) : اللوحة السيكرومترية psychrometric chart التى تستخدم فى التوصل إلى قراءة الرطوبة النسبية (يراجع المتن للتفاصيل) .

تظهر درجة حرارة الترمومتر الجاف على المحور الأفقى للوحة ، بينما يمثل المحور الرأسى المحتوى الرطوبى للهواء ، وهو ما يعرف بالرطوبة المطلقة absolute humidity أو نسبة رطوبة بخار الماء إلى الهواء (humidity ratio) . وتكون وحدة قياس الرطوبة المطلقة - عادة - هى وزن بخار الماء لكل وزن معين من الهواء الجاف ،

ويعبر عنها بالجرام / كجم (أو بالكيلو جرام / كيلو جرام فى النظام الدولى للوحدات) .

وعادة . . تتراوح الرطوبة المطلقة من ٠,٠٠٤ - ٠,٠١٥ كجم / كجم . وبالرغم من أن نسبة بخار الماء تتراوح فى هذا المدى الرطوبى بين ٠,٤٪ و ١,٥٪ - بالوزن - من الهواء ، فإن بخار الماء يلعب دوراً جوهرياً فى التأثير على فترة بقاء الخضر المخزنة بحالة نضرة .

ويظهر على أعلى خط منحنى فى اللوحة الحد الأقصى لكمية بخار الماء التى يمكن أن يحملها الهواء عند كل درجة حرارة . يلاحظ أن الهواء تزيد قدرته على حمل بخار الماء - تدريجياً - مع كل ارتفاع فى درجة حرارته . ويعرف هذا المنحنى العلوى كذلك بمنحنى الـ ١٠٠٪ رطوبة نسبية . أما المنحنيات الأخرى ، فإنها - كما تظهر فى الشكل من أعلى إلى أسفل - منحنيات الـ ٨٠٪ ، والـ ٦٠٪ ، و الـ ٤٠٪ ، والـ ٢٠٪ رطوبة نسبية . ويمثل المحور الأفقى منحنى الـ صفر٪ رطوبة نسبية .

ويمكن رسم منحنى لـ ٥٠٪ رطوبة نسبية ؛ حيث إنه يمر بالنقط التى تمثل رطوبة مطلقة تعادل نصف أقصى رطوبة مطلقة فى أى درجة حرارة ؛ أى إنه يقع - دائماً - فى منتصف المسافة العمودية بين منحنى الـ ١٠٠٪ رطوبة نسبية والمحور الأفقى الذى يمثل «صفر٪» رطوبة نسبية . ويمكن رسم أية خطوط أخرى للرطوبة النسبية باتباع نفس الطريقة .

وكقاعدة عامة - كما يلاحظ من الشكل - فإن قدرة الهواء على حمل الرطوبة تزداد - تقريباً - بمقدار الضعف مع كل ارتفاع قدره ١١م فى درجة الحرارة .

وإذا انخفضت درجة حرارة الهواء فى المخازن ، فإن قدرته على حمل بخار الماء تنخفض تبعاً لذلك ، وربما يصبح مشبعاً ببخار الماء ؛ أى تصبح رطوبته النسبية ١٠٠٪ . وإذا استمر الانخفاض فى درجة حرارة الهواء ، فإنه يفقد جانباً من رطوبته فى صورة

مع تحيات د. سلام حسين عويد الهلالي

<https://scholar.google.com/citations?>

[user=t1aAacgAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com/citations?user=t1aAacgAAAAJ&hl=en)

salamalhelali@yahoo.com

<https://www.facebook.com/salam.alhelali>

[https://www.facebook.com/groups/
/Biothesis](https://www.facebook.com/groups/Biothesis)

[https://www.researchgate.net/profile/
/Salam_Ewaid](https://www.researchgate.net/profile/Salam_Ewaid)

07807137614



https://t.me/agricultural_eng

ندى أو تكثف لبخار الماء . وتعرف الحرارة التي يحدث عندها التكثف باسم « حرارة الندى dew point temperature » . وقد يكون الفقد الرطوبي في صورة صقيع إذا انخفضت الحرارة إلى أقل من الصفر المئوي ، وتعرف الحرارة حينئذ باسم « حرارة الصقيع frost point temperature » .

وتظهر درجة حرارة الترمومتر المبطل بالخطوط المائلة التي تمتد قطريا إلى أعلى - من اليمين إلى اليسار - عبر الشكل . تُستعمل هذه الخطوط في تحديد النقطة التي تمثل حالة الهواء بدقة على اللوحة السيكرومترية كما قيست باستخدام السيكروميتر ؛ حيث إن نقطة تقاطع خط قراءة الترمومتر المبطل مع الخط العمودي - الذي يمثل قراءة الترمومتر الجاف - تمثل حالة الحرارة والرطوبة الجوية (عن Grierson & Wardowski ١٩٧٥ ، و Kader وآخرين ١٩٨٥) .

كذلك يمكن أخذ قراءات مباشرة للرطوبة النسبية باستعمال الـ hair hygrometers . ويتعين في هذه الحالة معايرة هذه الأجهزة دوريا باستعمال سيكروميتر .

وتستخدم الـ electrical hygrometers - كذلك - بصورة متزايدة لقياس الرطوبة ، وللتحكم في أجهزة الترطيب humidifying equipments . وأساس عمل هذه الأجهزة هو قدرة الغشاء الهيجروسكوبي hygroscopic film على تغيير مقاومته للكهرباء مع أي تغير صعب في الرطوبة النسبية . وتجب معايرة هذه الأجهزة بصورة دورية .

وسائل التحكم في الرطوبة النسبية

كما لم تكن رطوبة المخزن بعد التبريد كافية ، فإنه ينصح بإضافة رذاذ الماء إلى هواء المخزن ، أو رش الأرضيات بماء عند فترات ، وإعادة ما تكفى ٤ لترات من الماء / ساعة لكل طن تبريد ؛ للحفاظ على رطوبة نسبية (Ware & MaCollum ١٩٧٥) .

ومما يساعد على تأمين الرطوبة النسبية المناسبة استعمال الثلج المجروش ، ورش المنتجات بالماء ، وعدم اختلاف حرارة ملفات التبريد عن حرارة هواء المخزن بأكثر من ثلاث درجات مئوية - لمنع تكثف الرطوبة عليها - ويتحقق ذلك باستعمال ملفات كبيرة .

والأكثر شيوعاً هو استخدام أجهزة الترطيب ، التي تقوم بإضافة الماء آلياً - عند اللزوم - على صورة ضباب . ويتم التحكم الآلي عن طريق الـ electrical hygrometers التي سبقت الإشارة إليها .

درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضر

يوضح جدول (١٤ - ٢) درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين مختلف محاصيل الخضر ، مع بيان فترة التخزين التي تظل خلالها الخضر بحالة جيدة تحت هذه الظروف .

تقسيم محاصيل الخضر حسب درجات الحرارة والرطوبة النسبية لتخزينها

يمكن تقسيم محاصيل الخضر - حسب درجات الحرارة والرطوبة النسبية المناسبة لتخزينها - إلى ثلاث مجموعات ، كما يلي :

أولاً : الخضر الورقية والساقية والزهرية

١ - الورقية : تتضمن الخس ، والكرنب ، والكرنب الصيني ، والكرنب بروكسل ، والكرفس ، والروبارب ، والسبانخ ، والسلق ، والكيل ، والهندباء ، والبقدونس ، والبصل الأخضر .

٢ - الساقية : تتضمن الهليون ، وكرنب أبو ركة ، والفينوكيا .

٣ - الزهرية : تتضمن الخرشوف ، والبروكولي ، والقنبيط .

يتطلب تخزين هذه الخضروات سرعة تبريدها إلى $1 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ، مع تجنب تعريضها للتجمد ، ثم تخزينها تحت الظروف الحرارية ، مع رطوبة نسبية ٩٠٪ - ٩٥٪ .

جدول (١٤ - ٢) : درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضار ، وفترة التخزين التي تظل خلالها الخضار بحالة جيدة تحت هذه الظروف .

الظروف المناسبة للتخزين			الخضار
فترة التخزين	الرطوبة النسبية (%)	درجة الحرارة (م °)	
٢ - ٤ أسابيع	٩٥	صفر	الخرشوف
٢ - ٥ شهور	٩٥ - ٩٠	صفر	الطرطوفة
٢ - ٣ أسابيع	٩٥	صفر - ٢	الهليون
١ - ٢ أسابيع	٩٠	صفر - ٤	فاصوليا اللبما
٧ - ١٠ أيام	٩٥ - ٩٠	٧ - ٤	الفاصوليا الخضراء
١٠ - ١٤ يوماً	٩٥	صفر	البنجر (بالاوراق)
٣ - ٥ شهور	٩٥	صفر	البنجر (بدون أوراق)
١٠ - ١٤ يوماً	٩٥ - ٩٠	صفر	البروكولى
٣ - ٥ أسابيع	٩٥ - ٩٠	صفر	كرنب بروكسل
٣ - ٦ أسابيع	٩٥ - ٩٠	صفر	الكرنب
١ - ٢ شهر	٩٥ - ٩٠	صفر	الكرنب الصينى
٤ - ٥ شهور	٩٥ - ٩٠	صفر	الجزر (بدون أوراق)
٢ - ٤ أسابيع	٩٥ - ٩٠	صفر	القنبيط
٢ - ٣ شهور	٩٥ - ٩٠	صفر	الكرفس
١٠ - ١٤ يوماً	٩٥ - ٩٠	صفر	الكولارد
٤ - ٨ أيام	٩٥ - ٩٠	صفر	الذرة السكرية
١٠ - ١٤ يوماً	٩٥ - ٩٠	٧ - ١٠	الخيار
أسبوع واحد	٩٠	٧ - ١٠	الباذنجان
٢ - ٣ أسابيع	٩٥ - ٩٠	صفر	الهندباء
٦ - ٧ شهور	٧٠ - ٦٥	صفر	الثوم
١٠ - ١٢ شهراً	٩٥ - ٩٠	١ - إلى صفر	فجل الحصان
١٠ - ١٤ يوماً	٩٥ - ٩٠	صفر	الكيل
٢ - ٤ أسابيع	٩٥ - ٩٠	صفر	كرنب أبو ركة
١ - ٣ شهور	٩٥ - ٩٠	صفر	الكراث أبو شوشة
٢ - ٣ أسابيع	٩٥	صفر	الخنس

(يتبع)

الظروف المناسبة للتخزين			
الخضر	درجة الحرارة (م)	الرطوبة النسبية (%)	فترة التخزين
القاوون :			
الشبكي (٣/٤ انفصال)	٢ - ٤	٨٥ - ٩٠	١٥ يومًا
الشبكي (انفصال كامل)	صفر - ٢	٨٥ - ٩٠	٥ - ١٤ يومًا
الكاسابا	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٤ - ٦ أسابيع
شهد العمل	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٣ - ٤ أسابيع
الفارسي	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	أسبوعان
البطيخ	٤ - ١٠	٨٠ - ٨٥	٢ - ٣ أسابيع
عيش الغراب	صفر	٩٠	٣ - ٤ أيام
البامية	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	٧ - ١٠ أيام
البصل (الرءوس)	صفر	٦٥ - ٧٠	١ - ٨ شهور
البصل الأخضر	صفر	٩٠ - ٩٥	-
البقدونس	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٢ شهر
الجزر الأبيض	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٦ شهور
البسلة الخضراء	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٣ أسابيع
الفلفل الأخضر	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ أسابيع
الفلفل الأحمر	٤ - ٧	٩٠ - ٩٥	أسبوع واحد
البطاطس	٤	٩٠	٤ - ٥ شهور
القرع العسلي	١٠ - ١٣	٧٠ - ٧٥	٢ - ٣ شهور
الفجل	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٤ أسابيع
الروبارب	صفر	٩٥	٢ - ٤ أسابيع
الروتاباجا	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ شهور
السلفيل	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ شهور
السبانخ	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يومًا
الكوسة	صفر - ١٠	٩٠	٥ - ١٤ يومًا
قرع الشتاء	١٠ - ١٣	٥٠ - ٧٥	١ - ٦ شهور حسب الصنف
البطاطا	١٣ - ١٦	٨٥ - ٩٠	٤ - ٦ شهور
طماطم خضراء مكتملة التكوين	١٣ - ٢١	٨٥ - ٩٠	١ - ٣ أسابيع
طماطم حمراء	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٤ - ٧ أيام
اللفت	صفر	٩٠ - ٩٥	٤ - ٥ شهور
الكرسون المائي	صفر - ٢	٩٠ - ٩٥	٣ - ٤ أيام

ولا يوصى بتخزين خضروات هذه المجموعة لفترات طويلة باستثناء الكرنب ، والكرنب الصيني ، والكرفس .

ويتعين تحريك هواء المخزن بين الخضر المخزنة للمحافظة على درجة الحرارة المطلوبة ، مع التخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من عملية التنفس أولاً بأول ، وتأمين مستوى مناسب من الأكسجين ، وعدم تعريض الخضروات المخزنة لغاز الإيثيلين .

ثانياً : الخضر الجذرية ، والساقية المتدنة ، والبصلية

١ - الجذرية : تتضمن البنجر ، والجزر ، والفجل ، وفجل الحصان ، والجزر الأبيض ، واللفت ، والبطاطا ، والكاسافا .

٢ - الساقية المتدنة : تتضمن البطاطس ، والطرطوفة ، واليام ، والقلقاس .

٣ - البصلية : تتضمن البصل والثوم .

ويناسب تخزين هذه المحاصيل الظروف التالية :

١ - تخزن الخضر الجذرية من محاصيل المواسم الباردة (مثل : البنجر ، والجزر ، والفجل ، وفجل الحصان ، والجزر الأبيض ، واللفت) فى حرارة الصفرة المثوى ، مع رطوبة نسبية تتراوح بين ٩٥٪ و ٩٨٪ ، والتهوية الجيدة للتخلص من الحرارة وثاني أكسيد الكربون الناتجين من التنفس .

٢ - يمكن تخزين البطاطس لمدة ١٠ - ١٢ شهراً ، ولكن تتوقف ظروف التخزين المناسبة على الهدف الذى يخزن من أجله المحصول ؛ فالبطاطس التى تخزن لأجل التسويق الطازج يناسبها حرارة ٤ - ٧ م° ، و ٩٥٪ - ٩٨٪ رطوبة نسبية ، والتهوية الجيدة (بمعدل ٣ م° ، ٠.٢ م° هواء / دقيقة / ٤٥ كجم من البطاطس المخزنة) لمنع تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون ، والإظلام التام لمنع اخضرار الدرنات .

أما البطاطس التى تخزن لأجل التصنيع (مثل صناعة الشبس) فيناسبها حرارة

٨ - ١٢ م ، ورطوبة نسبية من ٩٥٪ - ٩٨٪ ، والتهوية الجيدة ، والإظلام التام كذلك .

ويناسب البطاطس التي تخزن لأجل استعمالها كتقاوي حرارة صفر - ٢ م ، ورطوبة نسبية ٩٥٪ - ٩٨٪ ، وتهوية جيدة .

٣ - تتوقف حرارة التخزين المناسبة للثوم على طول فترة التخزين المطلوبة ؛ فهي صفر م عند الرغبة في التخزين المحصول لمدة ٦ - ٧ شهور ، و ٢٨ - ٣٠ م إذا كان التخزين لمدة لا تزيد على الشهر . وفي كل الأحوال يجب كذلك توفير ٧٠٪ رطوبة نسبية ، وتهوية بمعدل متر مكعب واحد من الهواء / دقيقة / متر مكعب من محصول الثوم المخزن .

٤ - تتوقف فترة تخزين البصل الممكنة على كل من الصنف ودرجة حرارة التخزين ؛ فتتراوح الفترة من شهر واحد بالنسبة للأصناف القليلة الحرافة - التي تنخفض فيها نسبة المواد الصلبة - إلى ٦ - ٧ شهور بالنسبة للأصناف العالية الحرافة التي ترتفع فيها نسبة المواد الصلبة . ويجب أن يكون التخزين إما في حرارة منخفضة (صفر - ٥ م) ، وإما في حرارة مرتفعة (٢٨ - ٣٠ م) ؛ لأن الحرارة المعتدلة تحفز تنبيت الأبصال .

كذلك يجب أن تتوفر في مخازن البصل رطوبة نسبية تتراوح بين ٦٥٪ و ٧٠٪ ، وتهوية جيدة بمعدل ٠,٥ - ١,٠ م^٣ من الهواء / دقيقة / متر مكعب من البصل المخزن ، مع عدم تعريض الأبصال للضوء .

٥ - وتخزن الخضر الجذرية الاستوائية في الظروف التالية :

المحصول	درجة الحرارة (م)	الرطوبة النسبية (٪)	مدة التخزين
الكامافا	٨ - ٥	٨٠ - ٩٠	٢ - ٤ أسابيع
البطاطا	١٢ - ١٤	٨٥ - ٩٠	٦ شهور على الأقل
الفلقاس	١٣ - ١٥	٨٥ - ٩٠	٤ شهور على الأقل
اليام	١٣ - ١٥	قريبا من ١٠٠٪	٦ شهور على الأقل

ثالثاً : الخضار القشرية

١ - الثمار غير المكتملة التكوين : تتضمن البقوليات (فاصوليا الليما ، والفاصوليا العادية ، والبسلة ، واللوبيا) ، والخيار ، والكوسة ، والباذنجان ، والفلفل ، والبامية ، والذرة السكرية .

٢ - الثمار المكتملة التكوين : تتضمن القاوون ، والبطيخ ، والقرع العسلى ، والطماطم .

تعتبر معظم خضروات هذه المجموعة حساسة للبرودة (الحرارة الأقل من ١٢,٥°م) ، ويتوقف مقدار الضرر على مدى الانخفاض فى درجة الحرارة ، وطول فترة التعرض للحرارة ، والمحصول ذاته .

وتكون ظروف التخزين المناسبة كما يلى :

١ - الثمار المكتملة التكوين :

أ - الطماطم الخضراء المكتملة التكوين والقرع العسلى : ١٣ - ١٥,٥°م .

ب - الطماطم الملونة جزئياً ، والقاوون الشبكى ، وشهد العسل فى بداية مراحل اكتمال النضج : ٥ - ٧°م .

ج - الطماطم المكتملة النضج والبطيخ : ٧ - ١٠°م .

د - القاوون المكتمل النضج : ٤ - ٦°م .

٢ - الثمار غير المكتملة التكوين :

أ - الباذنجان ، والخيار ، والكوسة ، والبامية : ١٠ - ١٣°م .

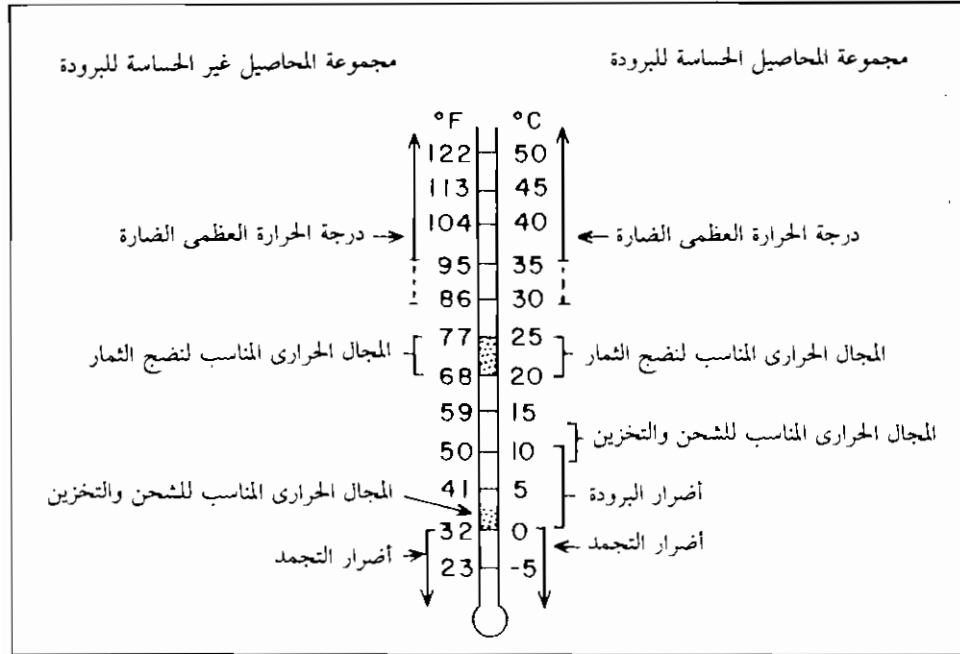
ب - الفلفل : ٥ - ٧°م .

ج - فاصوليا الليما ، والفاصوليا العادية ، واللوبيا : ٥ - ٨°م .

د - البسلة ، والفول الرومى ، والذرة السكرية : صفر°م .

ويناسب جميع الخضروات رطوبة نسبية تتراوح بين ٩٠٪ و ٩٥٪ ، فيما عدا القرع العسلى الذى تناسبه رطوبة نسبية تتراوح بين ٦٠٪ و ٧٠٪ .

ويبين شكل (١٤ - ٣) الظروف الحرارية المناسبة لتخزين مختلف الخضروات ، مقسمة حسب كونها حساسة للبرودة ، أم غير حساسة لها .



شكل (١٤ - ٣) : الظروف الحرارية المناسبة لتخزين مختلف الخضروات حسب كونها حساسة للبرودة (مثل : الفاصوليا الخضراء ، والخيار ، والباذنجان ، والقارون ، والبامية ، والفلفل ، والبطاطس ، والقرع العسلى ، وقرع الكوسة ، والبطاطا ، والطماطم ، والبطيخ) ، أم غير حساسة لها (مثل : الخرشوف ، والهليون ، وفاصوليا الليما ، والبنجر ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، والكرنب ، والجزر ، والقنبيط ، والكرفس ، والذرة السكرية ، والثوم ، والخس ، والبصل ، والبسلة ، والفجل ، والسبانخ ، واللفت) (عن Kader وآخرين ١٩٨٥) .

ويمكن إجمالاً القول بأن الذرة السكرية وجميع خضار الجو البارد تخزن في درجة الصفر المئوى ، وتستثنى من ذلك البطاطس التى يفضل تخزينها فى حرارة ٤°م . أما خضار الجو الدافئ ، فيفضل تخزينها فى حرارة من ٧° - ١٠°م ؛ لأن انخفاض درجة الحرارة عن ذلك يؤدى إلى تعرضها لأضرار البرودة . ويلخص جدول (١٤ - ٣) درجات الحرارة المثلى لتخزين الخضار ، وفترة التخزين المناسبة .

أما فيما يتعلق بالرطوبة النسبية ، فإن محاصيل القرع العسلى والبصل والثوم تحتفظ بجودتها بصورة جيدة فى رطوبة نسبية من ٧٠٪ - ٧٥٪ ، بينما تفضل باقى الخضروات رطوبة نسبية تتراوح بين ٩٠٪ و ٩٥٪ ، ويستثنى من ذلك بعض خضار

جدول (١٤ - ٣) : تقسيم محاصيل الخضار حسب درجة الحرارة المثلى للتداول والتخزين ، وطول فترة التخزين الممكنة (عن عبد القادر ١٩٨٦) .

طول فترة التخزين الممكنة	درجة الحرارة المثلى للتداول والتخزين (°م)			
	١٣	١٠	٥	صفر
أقل من أسبوع		الطماطم المكتملة التلوين	-	البسلة - الفول البلدى الأخضر - البصل الأخضر - الفراولة
١ - ٢ أسبوع	الطماطم الورقى - الخرشوف - السبانخ - الخس - البروكولى - اللفت - الباذنجان (نصف تلوين) - الفراولة	الخيار - قرق الكوسة - الفلفل - الباذنجان - البامية	الفاوون - اللوبيا الخضراء	
٢ - ٣ أسابيع	الطماطم (أقل من ربع تلوين)	كيزان العسل - الشمام - البطيخ - الفناء		الهليون - الكرنب - الشيكوريا - الخس - الكرنب
٣ - ٤ أسابيع	الطماطم المكتملة النمو الخضراء			القنبيط - الفجل - البقدونس
٤ - ٦ أسابيع				الكرنب - الكرنب الصينى - الكرات
أكثر من ٦ أسابيع	البطاطا - الفلفل - الطرطوفة - البصل - الثوم	البطاطس (للتصنيع) - القلقاس - القرع العسلى	البطاطس (للاستهلاك الطازج)	الجزر - بنجر المائدة - اللفت

الجو الدافئ التى تناسبها رطوبة نسبية تتراوح بين ٨٥٪ و ٩٠٪ ؛ كالباذنجان ، والفاوون ، والكوسة ، والبطاطا ، والطماطم .

وتجدر الإشارة إلى أنه كلما طالت فترة تخزين الخضار ، قصرت الفترة التى تبقى خلالها محتفظة بجودتها بعد إخراجها من المخزن .

ويصاحب إخراج الخضر من المخزن تكثف بخار الماء على المنتج ، وهى الظاهرة التى تعرف باسم « التعرق sweating » . ويزداد التعرق بزيادة الرطوبة النسبية فى الجو الخارجى . وهذه الظاهرة ضارة ، ويجب الحد منها قدر المستطاع ؛ حتى لا تساعد على انتشار العفن . ويتم ذلك بالسماح للخضر المخزنة بأن تفقد برودتها بصورة تدريجية ، أو بإخراجها من المخزن فى الأوقات التى تقل فيها الرطوبة النسبية فى الجو الخارجى . هذا . . ويمكن الإسراع فى تخليص الخضر من بخار الماء المتكثف عليها بتعريضها لتيار من الهواء .

مصادر إضافية خاصة بالمخازن المبردة

يمكن التعمق فى موضوع المخازن المبردة بالرجوع إلى كل من مرسى وآخرين (١٩٦٠) بشأن طرق وحسابات وحمولة التبريد ، و Smith (١٩٦٨) بشأن تفاصيل إنشاء مخازن البطاطس المبردة ، و Mitchell وآخرين (١٩٧٢) بشأن التبريد التجارى للخضر والفاكهة ، و Grierson & Wardowski (١٩٧٥) بشأن الرطوبة النسبية فى المخازن وأهميتها .

التخزين فى الجو المعدل المتحكم فى مكوناته

تعريف بالتخزين فى الجو المعدل وأهميته

سبق أن أوضحنا فى الفصل السابق أن التخزين فى الجو المعدل يعنى التخزين فى جو تقل فيه نسبة الأكسجين ، وتزيد نسبة ثانى أكسيد الكربون عما هى فى الهواء الجوى ؛ وذلك بهدف خفض معدل التنفس ؛ حتى تطول فترة احتفاظ الخضر بجودتها .

وقد كان المتبع فى الماضى هو الاعتماد على التنفس الطبيعى للخضر فى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون وخفض نسبة الأكسجين ، مع تنظيم مكونات هواء المخزن بعد ذلك بالتحكم فى التهوية . ويسمى ذلك بـ «التخزين فى الجو المعدل Modified At-mosphere» ، لكن المتبع الآن - غالباً - هو التحكم التام فى نسب الغازات الموجودة بالمخازن بخلطها بالخارج ألياً ، بالنسبة المرغوبة ، ثم دفعها إلى الداخل بانتظام . ويسمى ذلك بـ « التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته Controlled Atmosphere » . ويراعى فى كلتا الطريقتين عدم خلو المخزن تماماً من الأكسجين لأية فترة ، وإلا

حدث تنفس لا هوائى ، وتكونت مركبات غير مقبولة الطعم نتيجة لذلك . ولا تخفى أهمية أن تكون المخازن ذات الجو المعدل محكمة الإغلاق تمامًا ؛ بحيث لا تتسرب منها الغازات (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

وللتخزين فى الجو المعدل أهميته بالنسبة لكل من الخضـر السريعة التلف ، وتلك التى تكمل نضجها بعد الحصاد .

وبرغم نجاح التخزين فى الجو المعدل فى عديد من الخضروات ، إلا أن البعض منها يتأثر بزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى جو المخزن ، وتظهر بعض العيوب الفسيولوجية بها ، وهو الأمر الذى لا يحدث إلا فى الأنسجة النباتية الخالية من الكلوروفيل . فمثلا . . تحدث أضرار بالقنيط فى جو به ٥٪ CO_2 ، و ٢٪ O_2 ، بينما يظل البروكولى بحالة جيدة فى جو به ١٠٪ CO_2 ، و ٢٥٪ O_2 . كما يتأثر خس الرءوس ذو الأوراق المقتصفة بجو معدل به ٢٪ CO_2 ، بينما يتحمل الخس الرومين ذو الأوراق الخضراء نسبة CO_2 تصل إلى ١٢٪ (Isenberg ١٩٧٩) .

هذا . . ويغطى المرجع الأخير (Isenberg ١٩٧٩) موضوع تخزين الخضـر فى الجو المعدل من وجهتى الأساسيات والتطبيقات على محاصيل الخضـر كل على حدة . كما يعطى Morris وآخرون (١٩٧١) قائمة بجميع الدراسات التى أجريت فى هذا المجال حتى عام ١٩٦٩ .

وسائل التحكم فى نسب مكونات الجو المعدل

يمكن توفير النسب المناسبة من غازى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون فى حالة الجو المعدل باستعمال مركبات ذات قدرة عالية على امتصاص ثانى أكسيد الكربون ؛ مثل الصودا الكاوية (أيدروكسيد الصوديوم) . كما يمكن للماء امتصاص ثانى أكسيد الكربون عندما تصبح تركيزاته عالية . ويشترط عند اتباع تلك الوسائل أن تكون المخازن محكمة الإغلاق ؛ لكى يزداد تركيز ثانى أكسيد الكربون ، وينخفض تركيز الأكسجين إلى المستويات المرغوب فيها بالتنفس .

كما يمكن تقييد تبادل الغازات حول المنتج المخزن بواحدة أو أكثر من الوسائل التالية: تعبئة المنتجات داخل أكياس ، أو تغليفها بأغشية خاصة ، أو تبطين العبوات

بأغشية البوليثلين ، أو تغطية « الباليات pallets » بالبوليثلين ، أو تسميع المنتجات .

أما الجو المتحكم فيه فإنه يتحقق بضخ تيار من الهواء يحتوى على النسب المرغوب فيها من كل من الأكسجين ، وثنائى أكسيد الكربون ، والنيتروجين . ولا تكون المخازن فى هذه الحالة محكمة الإغلاق . ويتم توفير النسب المرغوب فيها من الغازات عن طريق احتراق أى من غازى البروبان propane ، أو الميثان methane . ونظراً لأن خليط هذه الغازات يتخلل المنتج المخزن ، ثم يخرج من خلال منافذ التهوية بصورة دائمة ؛ لذا . . فإنه لا توجد عند اتباع هذه الطريقة مشاكل تتعلق بتراكم غاز الإثيلين ، كما لا توجد حاجة إلى استعمال المركبات التى تمتص غاز ثنائى أكسيد الكربون (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤ أ) .

أما غاز أول أكسيد الكربون فإنه يضاف باستعمال اسطوانات (أنابيب) الغاز المضغوط بعد خلطه مع النيتروجين ؛ لكى لا يزيد على ١٠٪ .

ويعطى Kader وآخرون (١٩٨٥) مزيداً من التفاصيل عن خلط الغازات وقياس نسبيتها فى هواء المخازن .

وعندما تطول كثيراً فترة التخزين فى الجو المتحكم فيه ، فإنه تلزم - حينئذ - إزالة الإثيلين الذى يتراكم فى جو المخزن ، ويستعمل لذلك مركبات ماصة للغاز ؛ مثل برمنجنات البوتاسيوم منفردة ، أو مع الفحم (الشاركول) ، مع إمرار هواء المخزن من خلال فلاتر تحتوى على تلك المواد ، وتجديد المواد ذاتها من حين لآخر .

وتجدر الإشارة إلى أن استعمال الأوزون لأكسدة الإثيلين لا يمكن تحقيقه فى هذه المخازن ؛ لأن عملية الأكسدة تتطلب توفر الأكسجين بتركيزات أعلى من تلك التى تتواجد فى المخازن ذات الجو المعدل .

نسب الأكسجين وثنائى أكسيد الكربون المناسبة لتخزين الخضر

يوضح جدول (١٤ - ٤) الظروف المناسبة لتخزين مختلف محاصيل الخضر فى الجو المعدل من حيث نسبة غازى الأكسجين وثنائى أكسيد الكربون ، ودرجة الحرارة ، مع بيان بالأهمية النسبية للتخزين بهذه الطريقة فى كل محصول .

جدول (١٤ - ٤) : ملخص بتوصيات الظروف المناسبة لتخزين محاصيل الخضار في الجو المعدل^(١) (عن Kader وآخرين ١٩٨٥) .

المحصول	الحرارة (م°)	ثاني أكسيد الكربون (%)	الأوكسجين (%)	الأهمية النسبية للتخزين وملاحظات
الخرشوف	صفر - ٥	٣ - ٢	٥ - ٣	الطريقة جيدة ، ولكنها غير متبعة تجارياً
الهلين	صفر - ٥	الهواء	١٠ - ٥	الطريقة جيدة ، ولكنها قليلة الاستعمال تجارياً
الفاصوليا الخضراء	١٠ - ٥	٣ - ٢	١٠ - ٥	الطريقة متوسطة الفائدة ، وخاصة لمصانع الحفظ
البنجر	صفر - ٥	لا يوجد	لا يوجد	ليس لها أهمية تذكر. تفضل رطوبة نسبية ٩٨ - ١٠٠٪
البروكولي	صفر - ٥	٢ - ١	١٠ - ٥	الطريقة جيدة ، ولكنها قليلة الاستعمال تجارياً
كرنب بروكسل	صفر - ٥	٢ - ١	٧ - ٥	الطريقة جيدة ، ولكنها غير متبعة تجارياً
الكرنب	صفر - ٥	٥ - ٣	٧ - ٥	الطريقة جيدة ، وتستهلك تجارياً أحياناً
القاوون	٧ - ٣	٥ - ٣	١٥ - ١٠	الطريقة جيدة ، ولكنها قليلة الاستعمال تجارياً
الجزر	صفر - ٥	لا يوجد	لا يوجد	ليس لها أهمية تذكر. تفضل رطوبة نسبية ٩٨ - ١٠٠٪
القنبيط	صفر - ٥	٥ - ٢	٥ - ٢	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها غير متبعة تجارياً
الكرفس	صفر - ٥	٤ - ٢	صفر	الطريقة متوسطة الفائدة ، وقليلة الاستعمال تجارياً
الذرة السكرية	صفر - ٥	٤ - ٢	٢٠ - ١٠	الطريقة جيدة ، ولكنها محدودة الاستعمال تجارياً
الخيار	١٢ - ٨	٥ - ٣	صفر	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها غير متبعة تجارياً
شهد العسل	١٢ - ١٠	٥ - ٣	صفر	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها غير متبعة تجارياً
الكراث أبو شوشة	صفر - ٥	٢ - ١	٥ - ٣	الطريقة جيدة ، ولكنها غير متبعة تجارياً
الخس	صفر - ٥	٥ - ٢	صفر	الطريقة جيدة ، وتستهلك تجارياً أحياناً مع إضافة أول أكسيد الكربون بنسبة ٣ - ٢٪

(يتبع)

المحصول	الحرارة (°م)	ثاني أكسيد الكربون (%)	الأهمية النسبية للتخزين وملاحظات الأكسجين (%)
عيش الغراب	صفر - ٥	الهواء	١٠ - ١٥ الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكن استعمالها محدود تجاريا
البامية	١٢ - ٨	٥ - ٣	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها غير مستعملة تجاريا
			تفيد إضافة أول أكسيد الكربون بنسبة ٥ - ١٠٪ في حرارة ٥ - ٨°م
البصل الرؤوس	صفر - ٥	٢ - ١	الطريقة جيدة ، ولكنها غير مستعملة تجاريا ، وتكون الرطوبة النسبية ٧٥٪.
البصل الأخضر	صفر - ٥	٢ - ١	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها محدودة الاستعمال تجاريا
الفلفل الأخضر والحريف	١٢ - ٨	٥ - ٣	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها قليلة الاستعمال تجاريا
البطاطس	١٢ - ٤	لا يوجد	لا يوجد ليس لها أهمية تذكر ، ولا تستعمل تجاريا
الفجل	صفر - ٥	لا يوجد	لا يوجد ليس لها أهمية تذكر ، وتفضل رطوبة نسبية من ٩٨ - ١٠٠٪
السبانخ	صفر - ٥	الهواء	١٠ - ٢٠ الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها لا تتبع تجاريا
الطماطم :			
المكتملة النمو الخضراء	٢٠ - ١٢	٥ - ٣	الطريقة جيدة ، وتستعمل تجاريا على نطاق محدود
الناضجة جزئيا	١٢ - ٨	٥ - ٣	الطريقة جيدة ، وتستعمل تجاريا على نطاق محدود

(أ) تتراوح الرطوبة النسبية المناسبة بين ٩٠٪ و ٩٥٪ ، إلا إذا ذكر خلاف ذلك تحت الملاحظات .

تسويق الخضار

يتوقف نجاح العملية التسويقية على ثلاثة عوامل ؛ هي تركيز الإنتاج في منطقة معينة ، وحسن توزيعه على مختلف الأسواق ، ومراعاة التوازن بين العرض والطلب . ويمكن التحكم في حالة التوازن هذه بتخزين الفائض من الخضار في ظروف تخزينية جيدة لحين تحسن الأسعار .

هذا . . . ويقوم المنتج - عادة - بتصريف محصوله بإحدى الطرق التالية :

١ - بالبيع على جوانب الطرق الزراعية Road Sale Stand :

يمكن بعرض المنتجات للبيع على الطريق زيادة الأرباح بالحصول على مكسب تاجر الجملة وتاجر التجزئة ، لكن أسعار المعروضات يجب أن تقل عن مثيلاتها المباعة لدى تاجر التجزئة . ويجب أن يقع موقع البيع على طريق مزدحم بالمرور ، ويفضل أن يكون قرب ضواحي المدن ، مع وضع لافتة تنبه إلى مكان البيع قبله بمسافة كافية . كما يجب تنوع المنتجات وعرضها بطريقة لافتة للأنظار .

٢ - البيع لتجار التجزئة ، سواء منهم المتجولون أم الثابتون (المحليون) .

٣ - البيع لتجار الجملة .

٤ - البيع بالمزاد العلني .

٥ - البيع عن طريق الجمعيات التعاونية .

٧ - التصدير للخارج .

هذا . . . وتقام في بعض الدول معارض للخضار يتسابق فيها المنتجون في عرض منتجاتهم من الخضار المختلفة . ويفيد ذلك في تعريف المستهلكين والتجار بمنتجاتهم (يراجع Topoloski ١٩٦٦ بخصوص قواعد عرض الخضار في المعارض ، وكيفية إجراء عملية التحكيم) .

تصدير الخضار

تقل صادرات مصر من الخضار المختلفة بصورة لافتة للنظر إذا ما قورنت بما تصدره الدول المنافسة التي قد لا يكون لها ما لمصر من مميزات طبيعية مناسبة ، ولكن هذه

الدول اهتمت اهتماماً واسعاً بعمليات إنتاج وتصدير الخضر على نطاق واسع . وتقوم بالتصدير إلى نفس الأسواق التي نحاول التصدير إليها . من هذه الدول : إيطاليا ، وهولندا ، وإسبانيا ، وجزر الكناري .

مشاكل تصدير الخضروات

فى عام ١٩٧٤ لخص عدل الدين أهم المشاكل الإنتاجية التى تؤدى إلى انخفاض كميات الخضر الصالحة للتصدير ؛ وبالتالي انخفاض الكميات المصدرة فيما يلى :

١ - عدم توفر أصناف الخضر المرغوبة فى الأسواق الخارجية من معظم المحاصيل ؛ حيث لا تزرع فى مصر سوى الأصناف التى يطلبها السوق المحلى ، وغالباً ما تختلف المواصفات المطلوبة فى الأسواق المحلية عن تلك المطلوبة فى الأسواق الخارجية .

٢ - عدم إقبال المزارعين على إنتاج الأصناف المطلوبة للتصدير - حتى لو توفرت هذه الأصناف - إلا بعد التعاقد مقدماً مع الهيئات المصدرة للمحصول لصعوبة تصريفه أحياناً فى الأسواق المحلية . وفى الجانب الآخر ، فإن الهيئات المصدرة غالباً ما تتردد فى التعاقد مع المزارعين على كميات كبيرة ؛ نظراً لعدم وجود سياسات واضحة ثابتة للإنتاج والتصدير .

٣ - عدم اهتمام المزارعين بإنتاج خضر التصدير فى الأوقات المناسبة للتصدير ، بل يكون اهتمامهم الأول بزراعة الخضر فى المواعيد التى تناسب أقصى إنتاج ، وغالباً ما تكون هذه المواعيد غير مناسبة للتصدير .

٤ - تفتت زراعات الخضر فى مساحات صغيرة متباعدة ؛ مما يصعب الإشراف الفنى على العمليات الزراعية ، كما يصعب تجميع المحصول لفرزه وتعبئته ، ويزيد ذلك من تكاليف الإنتاج للتصدير ، بالمقارنة بالدولة المنافسة .

٥ - عدم إلمام المزارعين بالطور المناسب لجمع المحصول للتصدير ؛ مما يؤدى إلى رفض جزء كبير من المحصول لعدم صلاحيته للتصدير .

٦ - ارتفاع تكلفة إنتاج الخضر للتصدير محلياً بالنسبة للأسعار السائدة عالمياً . ويحدث ذلك بالرغم من ارتفاع تكلفة الأيدى العاملة فى الدول المنافسة عما هى فى مصر ، ولكن تكلفة الإنتاج الكلية تقل فى هذه الدول ، عنها فى مصر ؛ وذلك

بسبب ميكنة معظم العمليات الزراعية ، والعناية التامة بزراعة ورعاية المحصول ؛ مما يؤدي إلى زيادة المحصول ، وكذلك اتباع الأسلوب التعاوني في الإنتاج والتسويق ، مع إجراء عمليات الفرز والتعبئة في مناطق الإنتاج . وتعتبر هذه النقطة من أهم مشاكل تصدير الخضر في مصر .

٧ - صعوبة التعاقد - سلفاً - مع المستوردين ؛ نتيجة لقلّة الكميات المنتجة من معظم الخضر للتصدير ؛ وبالتالي عدم إمكان وضع سياسة ثابتة للتصدير . وقد أدى ذلك إلى عدم إمكان الاستجابة دائماً لطلبات السوق الخارجية ، مع فقد ثقة العملاء بقدرتنا على مدهم بطلباتهم من خضر التصدير .

٨ - أدى عدم وجود سياسة ثابتة للتصدير وقلّة الكميات المصدرة إلى عدم إمكان تطبيق نظام البيع بالأمانة الذي يتبع في بيع المحاصيل السريعة التلف - مثل الخضر - حيث يباع المحصول بالمزاد في الأسواق التي يصل إليها بالسعر السائد في ذلك الوقت حسب حالة السوق ، دون التقيد بسعر سابق . ويتطلب تطبيق هذا النظام وجود مندوبين دائمين للمهثات المصدرة بالأسواق المصدر إليها ، ولكن ذلك لا يتأتى إلا عند وجود سياسة ثابتة للتصدير ، مع استمرار التصدير سنوياً لنفس الأسواق بمعدلات عالية (عدل الدين ١٩٧٤) .

وبالرغم من حدوث بعض التقدم في تصدير خضروات معينة - مثل البطاطس والفاصوليا - فإن غالبية هذه المشاكل ما زالت على حالتها حتى وقت إعداد هذا الكتاب .

الشروط اللازم توافرها لنجاح العملية التصديرية

بناء على ما تقدم .. فإنه يلزم توفر عدد من الشروط التي تغطي مختلف جوانب العملية التصديرية ؛ حتى يمكن التوسع في تصدير الخضروات ، وهي كما يلي .

١ - الشروط المتعلقة بالجوانب الإنتاجية

تجب مراعاة ما يلي :

أ - زراعة الأصناف التي تطلبها الأسواق الأجنبية . ويشترط لنجاح زراعتها وتصديرها أن تكون ذات محصول مرتفع تحت الظروف المصرية ، وأن تتحمل الشحن ، وأن تكون ذات مواصفات تخزينية جيدة .

ب - توحيد الأصناف المصدرة ؛ حتى تتعود عليها الأسواق الأجنبية .
ج - تركيز المساحات المزروعة للتصدير ؛ وذلك لتسهيل عمليات الإنتاج والتعبئة والشحن .

د - زراعة خضر التصدير فى المواعيد المناسبة للتصدير ؛ حتى تعطى المحصول فى وقت تقل فيه المنافسة الأجنبية . فمثلا يصدر البصل المصرى خلال مارس وأبريل ومايو لعدم نضج البصل الإسبانى - وهو أول بصل أوروبى - قبل آخر شهر مايو .
هـ - الاهتمام بحصاد محصول التصدير قبل تمام نضجه حتى يتحمل عملية الشحن . ويتوقف طور النضج المناسب للحصاد على بُعد السوق المصدر إليها .
٢ - الشروط المتعلقة بجوانب الإعداد والتجهيز :

أ - تلزم إقامة بيوت التعبئة فى مناطق إنتاج خضر التصدير .
ب - تجب العناية بفرز خضر التصدير وتوحيد مواصفاتها القياسية .
ج - تجب العناية بالعبوات ومظهرها ، ومحاولة صناعة عبوات رخيصة الثمن تتوافر خاماتها محلياً ، مع التوقف التام عن التعبئة فى أقفاص الجريد .
د - الاهتمام بإجراء العمليات التالية للحصاد التى تساعد على احتفاظ الخضر بجودتها ، كمعالجة درنات البطاطس وأبصال البصل .
هـ - إنشاء المخازن المبردة لإجراء عملية التبريد الأولى ، ولحفظ الخضر حين تصديرها .

٣ - الشروط المتعلقة بعملية الشحن :

أ - يجب أن يكون النقل الداخلى على صورة أفضل ، سواء أكان بالسكك الحديدية ، أم بعربات نقل الخضر .
ب - يجب أن تتوفر الثلاجات فى أرصفة الشحن لتستخدم فى التبريد الأولى ، أو كمخازن مؤقتة .
ج - تحتاج عملية الشحن البرى والجوى إلى تنظيم أدق .
د - ضرورة توفير أسطول نقل بحرى مع إعداد البواخر بوسائل الحفظ المناسبة .

٤ - العوامل الخاصة بالأسواق الخارجية :

- أ - يجب ألا يُسَمَّح بالاشتغال في التصدير إلا لمن يتمتع بسمعة تجارية حسنة ، ومن يستمر في الوفاء بالتزاماته وعقوده .
- ب - ضرورة متابعة رسائل الخضار المصدرة بعد وصولها إلى الأسواق الخارجية ، ومحاولة وضع سياسة ثابتة لحل المشاكل أولا بأول .
- ج - يلزم عمل الدعاية اللازمة للمنتجات المصرية بالأسواق الأجنبية (مرسى وآخرون ١٩٦٠) .

مواسم التصدير

تتباين مواسم تصدير الخضار إلى الدول الأوروبية باختلاف المحصول ؛ كما يلي :

المحصول	موسم التصدير
البطاطس	فبراير حتى منتصف مايو
البصل	مارس حتى مايو
الطماطم	أكتوبر حتى فبراير
البسلة	أكتوبر حتى مارس
الفاصوليا	أكتوبر حتى مارس
الفول الرومي	فبراير ومارس
الخرشوف	فراير ومارس
الباذنجان	أكتوبر حتى أبريل
الكوسة	أكتوبر حتى مارس
الكرنب	أكتوبر حتى فبراير
التنبيط	أكتوبر حتى فبراير
الحس	أكتوبر حتى أبريل
الكرفس	أكتوبر حتى أبريل
الفلفل	أكتوبر حتى أبريل
الثوم	أبريل ومايو

ومن محاصيل الخضر الأخرى التى دخلت أسواق التصدير حديثاً وأصبحت مطلوبة فى الأسواق الأوروبية كلٌّ من : الفراولة ، والبسلة السكرية ، والبصل الأخضر .

الشحن

تلزم المحافظة على صفات الجودة فى محاصيل الخضر أثناء عملية الشحن بتوفير الظروف المناسبة لها من درجة حرارة ورطوبة نسبية ، مع مراعاة كافة العوامل التى سبق ذكرها عند مناقشة موضوع التخزين . فالمدة التى تمر بها الخضروات أثناء الشحن هى فى واقع الأمر جزء من فترة التخزين التى تمر فيما بين الحصاد والتسويق .

تقسيم الخضر والفاكهة حسب إمكانية شحنها معاً

تفاوت الخضر والفاكهة - كثيراً - فى الظروف المناسبة لها خلال فترة شحنها ، وفى معدل إنتاجها للإيثيلين ومدى حساسيتها له . وبينما يتطلب الجانب الاقتصادى شحن مختلف المنتجات معاً ، فإن ذلك لا يتحقق إلا إذا كانت تلك المنتجات متوافقة بعضها مع بعض .

وقد قسمَ Lipton (١٩٧٧) الخضر والفاكهة إلى ثمانى مجموعات من حيث توافقها بعضها مع بعض - حيث يمكن شحن محاصيل كل مجموعة معاً - كما يلى :

المجموعة الأولى

تشحن فى حرارة صفر - ٥°م ، ورطوبة نسبية ٩٠٪ - ٩٥٪ . ولا يستعمل معها الثلج

تضم هذه المجموعة : التفاح ، المشمش ، الكريز ، والتين (ولكن التين لا يجتمع مع التفاح ؛ لكى لا تنتقل إليه رائحة التفاح) ، والعنب ، والخوخ ، والكمثرى ، والبرقوق ، والرمان .

المجموعة الثانية

تشحن فى حرارة ١٣ - ١٨°م . ورطوبة نسبية ٨٥٪ - ٩٥٪ ، ولا يستعمل معها الثلج .

تضم هذه المجموع : الزينة ، والموز ، والبابايجان ، والجريب فروت ،

والجوافة ، والمأنجو ، وشهد العسل ، والقاوون الفارسي ، والزيتون ، والباباظ ، والأناناس ، والطماطم المكتملة التكوين الخضراء ، والطماطم الوردية ، والبطيخ .

المجموعة الثالثة

تشحن في حرارة ٢,٥ - ٥ م ، ورطوبة نسبية ٩٠٪ - ٩٥٪ ، ولا يستعمل الثلج إلا مع القاوون الشبكي .
تضم هذه المجموعة : القاوون الشبكي ، والليمون الأضاليا ، والبرتقال .

المجموعة الرابعة

تشحن في حرارة ٤,٥ - ٧,٥ م (الفاصوليا من ٣,٥ - ٥,٥ م) ، ورطوبة نسبية ٩٥٪ ، ولا يستخدم معها الثلج أبدًا .
تضم هذه المجموعة : الفاصوليا الخضراء ، والبامية ، والفلفل (ولكنه لا يخلط مع الفاصوليا) ، والكوسة ، والطماطم الوردية ، والبطيخ .

المجموعة الخامسة

تشحن في حرارة ٤,٥ - ١٣ م ، ورطوبة نسبية ٨٥٪ - ٩٠٪ ، ولا يستعمل معها الثلج أبدًا .
تضم هذه المجموعة : الخيار ، والبادنجان ، والجريب فروت ، والليمون ، والبنزهر ، والبطاطس ، والقرع العسلي ، والبطيخ .

المجموعة السادسة

تعد هذه المجموعة - باستثناء التين ، والعنب ، وعيش الغراب - متوافقة مع محاصيل المجموعة السابعة .
تشحن في حرارة صفر - ١,٥ م ، ورطوبة نسبية ٩٥٪ - ١٠٠٪ ، ولا يستعمل الثلج مع الهليون والنس .
تضم هذه المجموعة : الخرشوف ، والبنجور ، والجزر ، والهندباء ، والتين ، والعنب ، والسبايح ، والساق ، والكراث أبو شوشة (ليس مع التين أو

العنب) ، والخس ، وعيش الغراب ، والبقدونس ، والجزر الأبيض ، والبسلة ، والروبارب ، والسلفيل ، والسبانخ ، والذرة السكرية .

المجموعة السابعة

تتوافق محاصيل هذه المجموعة مع محاصيل المجموعة السادسة باستثناء التين ، والعنب ، وعيش الغراب .

تسحن في حرارة صفر - ١,٥ م ، ورطوبة نسبية ٩٠٪ - ١٠٠٪ ، ويمكن خلط الثلج معها دون مشاكل .

تتضمن هذه المجموعة : البروكولى ، وكرنب بروكسل ، والكرنب ، والقنبيط ، والكرفس ، وفجل الحصان ، وكرنب أبو ركة ، والبصل الأخضر (لا يخلط مع التين ، والروبارب ، والعنب) ، والفجل ، والروتاباجا ، واللفت .

المجموعة الثامنة

تسحن في حرارة ١٣ - ١٨ م ، ورطوبة نسبية ٨٥٪ - ٩٠٪ ، ولا يستعمل معها الثلج أبداً .

تضم هذه المجموعة : البطاطس والبطاطا .

المجموعة التاسعة

تسحن في حرارة صفر - ١,٥ م ، ورطوبة نسبية ٦٥٪ - ٧٥٪ ، ولا يستعمل معها الثلج أبداً .

تتضمن هذه المجموعة : البصل ، والثوم .

وسائل الشحن

تتعدد طرق شحن الخضروات فيما بين النقل البرى بالشاحنات ، والسكك الحديدية ، والنقل البحرى ، والنقل الجوى . ونظراً لأن التطرق إلى الجوانب الفنية لعملية الشحن يخرج عن نطاق هذا الكتاب ؛ لذلك سنكتفى بذكر بعض المصادر التى تغطى عملية شحن الخضار بالطرق المختلفة ؛ وهى :

المؤلف	السنة	طريقة الشحن
Claypool وآخرون	١٩٥٨	بطرق الجو
Redit & Hamer	١٩٦١	بالسكك الحديدية
Andreson	١٩٦٢	بالسكك الحديدية
Kuenzli	١٩٦٢	بالشاحنات
Phillips	١٩٦٢	بالشاحنات
U.S. Dept. Agr.	١٩٧٠	بالشاحنات
Kader وآخرون	١٩٨٥	بالشاحنات ، والسكك الحديدية ، وبطريق البحر ، والجو

مصادر إضافية عن التداول والتخزين وفسيولوجيا بعد الحصاد

نعرض - فيما يلي - قائمة مختارة من بعض المراجع العامة التي تهتم المشتغلين بتداول وتخزين وفسيولوجيا بعد الحصاد في محاصيل الخضر .

المؤلف	السنة	طريقة الشحن
مرسى وآخرون	١٩٦٠	محاصيل الخضر - عام وشامل
النسوى وآخرون	١٩٧٠	المحاصيل البستانية - عام وشامل
Morris وآخرون	١٩٧١	التخزين في الجو المعدل
Lutz & Hardenburg	١٩٦٨	التخزين
Haard & Salunkhe	١٩٧٥	الخضر والفاكهة : تداول وفسيولوجيا بعد الحصاد
Lipton	١٩٧٥	التخزين في الجو المعدل
Pantastico	١٩٧٥	الخضر والفاكهة الاستوائية وشبه الاستوائية : تداول وفسيولوجيا بعد الحصاد
Amer. Soc. Agr. Eng.	١٩٨٠	التحكم في نسب الغازات في هواء المخزن
Wills وآخرون	١٩٨١	الخضر والفاكهة : تداول وفسيولوجيا بعد الحصاد
Dennis	١٩٨٣	أمراض ما بعد الحصاد
Salunkhe & Desai	١٩٨٤ ، أ ، ب	شامل
Kader وآخرون	١٩٨٥	المحاصيل البستانية : عام وشامل

المؤلف	السنة	طريقة الشحن
Lougheed	١٩٨٧	الأمراض الفسيولوجية التي تسببها غازات الإيثيلين ، والأكسجين ، وثاني أكسيد الكربون أثناء التخزين
Lipton	١٩٨٧	الشيخوخة في الخضر الورقية
Klein & Lurie	١٩٩٢	المعاملات الحرارية السابقة للتخزين
Amer. Soc. Hort. Sci.	١٩٩٤	المعاملات السابقة للتخزين للحد من الإصابات المرضية
Wang	١٩٩٤	أضرار البرودة
Amer. Soc. Hort. Sci.	١٩٩٥	تداول وفسيولوجيا المنتجات المصنعة جزئياً

تداول ونسولوجيا وتخزين الخضار المصنعة جزئياً

بمجرد موت الخلايا المكونة لأنسجة الخضار بسبب العمليات التصنيعية - مثل التعليب ، أو التجميد ، أو التجفيف ، أو التجفيد - فإن دراستها تنتقل - تلقائياً - إلى المهتمين بعلوم الصناعات الغذائية والتغذية . ولكن عندما تدخل الخضروات - بعد حصادها - فى عمليات تصنيعية بسيطة لا تموت بسببها الخلايا المكونة لأنسجتها ، فإنها تظل ضمن اهتمامات دراسى الخضار . فمثل هذه المنتجات تكون أكثر عرضة للتدهور ، وتستمر فيها التحولات الحيوية بمعدلات أعلى من نظيرتها من الخضار غير المصنعة جزئياً ؛ الأمر الذى يجعلها أكثر احتياجاً إلى الحرص الشديد فى عمليات تداولها وتخزينها .

تعريف الخضار المصنعة جزئياً

الخضار المصنعة جزئياً partially processed vegetables ، هى تلك التى تجرى لها عمليات تصنيعية معينة لا تؤدى إلى موت خلاياها (حيث تبقى فى حالة طازجة) ؛ وذلك بهدف توفير وقت المستهلك ؛ فلا يذلل وقتاً أو جهداً فى عمليات التقطيع إلى أجزاء cutting أو إلى شرائح slicing ، أو البش shredding ، أو التقشير peeling ، أو إزالة الأجزاء غير المرغوب فيها trimming ، أو إزالة القلب (التقوير) coring ... الخ .

وتعرف هذه المنتجات بمسميات أخرى ؛ منها : المصنعة قليلاً lightly processed ، والمصنعة الطازجة fresh processed ، والسابقة التقطيع precut ، والسابقة الإعداد prepared ، والمعدة بالتقطيع cut prepared ، والمقطعة الطازجة - fresh cut .

وقد ازداد الإقبال على هذه المنتجات فى الدول الصناعية المتقدمة منذ بداية التسعينيات ، ومن المؤكد أنها ستجد - فى غضون سنوات قليلة - إقبالا مماثلا فى المناطق الحضرية من الدول العربية .

ومن أهم منتجات الخضر التى تصنع جزئيا - حالياً - ما يلى (عن Schlimme : ١٩٩٥) :

المحصول	المنتجات
البنجر	مقشرة ، ومبشورة ، ومقطعة إلى أجزاء ، ومقطعة إلى شرائح
البروكولى	نورات صغيرة فردية بحاملها أو بدون حامل
الجزر	شرائح مقشرة ، وعيدان مقشرة ، ومقطعة إلى أجزاء صغيرة ، ومبشورة
الكرفس	أعناق أوراق كاملة ، ومقطعة إلى أجزاء صغيرة أو إلى شرائح
الخيار	شرائح ملساء أو متعرجة
الخس	منطقة ومزال منها الساق الداخلية ، ومزال منها الساق الداخلية ومقطعة إلى قصاصات طويلة chopped
البصل	مقطعة إلى شرائح ، أو حلقات ، أو إلى أجزاء صغيرة
السلطانة	منطقة ومزال منها الأجزاء الزائدة من الأوراق المفردة
الطماطم	مقطعة إلى شرائح ، أو إلى أجزاء صغيرة
خضر مخلوطة للسلطة	مجموعة كبيرة من الخضر المقطعة مسبقاً

فسيولوجيا الخضر المصنعة جزئيا

إن دراسة فسيولوجيا الخضر المصنعة جزئيا - فى واقع الأمر - دراسة لفسيولوجيا الأنسجة المجروحة بشدة ؛ نظراً لأن جميع عمليات التصنيع الجزئى تتضمن تجريحاً شديداً للأنسجة التى تبقى حية وطازجة أثناء تداولها ولحين وصولها إلى المستهلك .

التغيرات الحيوية فى الخضر المصنعة جزئيا

إن من أهم التغيرات الحيوية التى تحدث فى تلك الأنسجة زيادة معدلات التنفس وإنتاج الإثيلين ، وبدء التغيرات التى تفضى إلى الثام الجروح ، مع زيادة فقد الماء من

الأنسجة ، وتأكسد الدهون ، وحدثت تفاعلات الأكسدة التي تؤدي إلى ظهور اللون البني (oxidative browning reactions) . ويدل ظهور RNA جديد ونوعيات جديدة من البروتين في الأنسجة المجروحة على أن تلك الاستجابات يتحكم فيها عوامل وراثية .

ومن أهم التغيرات الحيوية التي تحدث في أنسجة الخضار المصنعة جزئياً ما يلي :

١ - زيادة معدل إنتاج الإيثيلين :

يؤدي جرح الأنسجة النباتية إلى زيادة معدلات إنتاج الإيثيلين خلال دقائق معدودة حتى ساعة واحدة ، مع وصول إنتاج الإيثيلين إلى أقصى معدلاته في خلال ٦ - ١٢ ساعة . ويعمل الإيثيلين المنتج على إفساح نضج الثمار الكلأيمكتيرية ، وفقد الكوروفيل في السبانخ .

٢ - تدهور الأغشية الخلوية :

تدهور الأغشية الخلوية نتيجة لتدهور محتواها من الدهون ؛ حيث يحدث بها نشاط إنزيمي كبير ؛ يؤدي إلى فقد المكون الدهني للأغشية ، وفقد خاصية الـ compartmentation (تواجد المركبات في حجيرات خاصة من الأغشية الخلوية) بالنسبة للإنزيمات والمواد الأولية التي تعمل عليها الإنزيمات .

٣ - زيادة معدل التنفس :

يعتقد أن الزيادة التي تحدث في معدل التنفس في الخضار المصنعة جزئياً تكون بسبب زيادة إنتاجها من الإيثيلين . وقد تسرع الجروح - كذلك - من وصول الثمار إلى حالة الكلأيمكتريك التنفسي .

٤ - التلون البني بالأكسدة Oxidative Browning :

تحدث تغيرات في اللون على سطح الأنسجة المقطوعة نتيجة لقطع الخلايا ذاتها وخروج محتوياتها وتعرضها للأكسدة . كما تحفز الجروح تمثيل بعض المواد تدخل في تفاعلات التلون البني ، وفي تمثيل المواد التي التفاعلات . وتجدر الإشارة إلى أن التفاعلات التي الخلايا المجروحة تضر كثيراً بطبقات الخلايا التالية لها الشطف في الماء للتخلص من تلك المركبات .

٥ - التثام الجروح :

يُعنى بمصطلح التثام الجروح - بصفة عامة - إنتاج السيوبرين واللجنين ثم ترسيبهما فى الجدر الخلوية فى مواقع الجروح ، مع احتمال أن يتبع ذلك انقسام خلوى تحت الطبقة المسبورة لتكوين بيريدرم الجروح . وأول ما يلاحظ عند السطح المقطوع للأنسجة النباتية جفاف الطبقة الأولى المقطوعة من الخلايا والطبقات القليلة الأولى التى تليها . وتحدث السبورة فى طبقة الخلايا التى تلى ذلك فى عديد من الأنسجة ؛ مثل درنات البطاطس واليام ، وجذور البطاطا والجزر ، وقرن الفاصوليا ، والغلاف الشمرى الخارجى pericarp للطماطم والخيار .

ويتأثر التسوبر وتكوين بيريدرم الجروح بكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية ، وتركيز غازى الأكسجين وثنائى أكسيد الكربون ؛ حيث يزداد معدل التثام الجروح - بالنسبة للبطاطس مثلاً - بارتفاع درجة الحرارة من ٥ إلى ٢٠ م° ، وبزيادة الرطوبة النسبية حتى ٩٨٪ (فى الحرارة المنخفضة) ، بينما يتوقف التثام الجروح فيها بانخفاض تركيز الأكسجين عن ١٠٪ ، أو بزيادة تركيز ثنائى أكسيد الكربون على ٥٪ .

٦ - تمثيل مركبات أيضية ثانوية Secondary Metabolites :

يؤدى جرح الأنسجة النباتية إلى تحفيز إنتاج عدد كبير من المركبات الثانوية التى قد تدخل بعد ذلك فى العمليات المؤدية إلى التثام الجروح ، أو تعمل كوسيلة دفاعية ضد الإصابات الميكروبية والحشرية . وتختلف المركبات التى تتكون نتيجة للجروح من محصول لآخر ، وقد يؤثر تكوينها على نكهة وطعم المنتج ، ومظهره ، وقيمتها الغذائية ، وحتى على مدى صلاحيته للاستهلاك ؛ لأن تلك المركبات قد تكون ضارة بصحة الإنسان .

٧ - فقد الماء :

يستمر فقد الأنسجة النباتية للماء ما انخفضت الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بها عن ٩٩٪ - ٩٩,٥٪ (يفرض تساوى درجة حرارة الأنسجة مع حرارة الهواء المحيط بها) ؛ وذلك هو المدى الذى يطبى الطبيعى فى الهواء الذى يشغل المسافات البينية فى الأنسجة النباتية . نجد فى الأنسجة غير المجروحة أن هواء المسافات البينية لا يكون اتصال مباشر بالهواء الخارجى ، ولكن تجريح الأنسجة يعرض الأنسجة الداخلية

تداول وفسولوجيا وتخزين الخضر المصنعة جزئياً ———

للتهواء الخارجى بصورة مباشرة ؛ الأمر الذى يُسرّع كثيراً من فقد الماء ، ما لم تتم زيادة الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بالمنتج إلى ٩٩,٥ ٪ .

وتتراوح معدلات الزيادة فى فقد الرطوبة فى الأنسجة المجروحة - مقارنة بالأنسجة السليمة - بين ٥ أضعاف و ١٠ أضعاف فى الأسطح المسورة قليلاً مثل الجزر ، و ١٠ أضعاف و ١٠٠ ضعف فى الأسطح المغطاة بالكيوتين مثل قرون الفاصوليا وثمار الخيار ، إلى ٥٠٠ ضعف فى درنات البطاطس الشديدة التسوبر .

العوامل المؤثرة فى سرعة التغيرات الحيوية

من أهم العوامل التى تؤثر فى سرعة التغيرات الحيوية فى الخضر المصنعة جزئياً ما يلى :

١ - النوع المحصولي والصنف التجارى :

تباين الأنواع المحصولية والأصناف البستانية كثيراً فى سرعة التغيرات الحيوية التى تحدث فيها ؛ فمعدل إنتاج الإيثيلين - مثلاً - قد يختلف بمقدار ١٠٠٠ ضعف بين مختلف المحاصيل ؛ الأمر الذى لا يقتصر تأثيره على المنتج فقط ، بل يتعداه إلى ما يكون مختلطاً معه كما فى مخاليط السلاطة .

٢ - النضج الفسيولوجى للمنتج :

تتميز الخضر التى تمحصد فى طور مبكر من نموها - مثل البامية ، والبروكولى ، والذرة السكرية - بنشاط أيضى عالٍ عند الحصاد ؛ وبذا . . فإنها تستهلك ما يكون فيها من مخزون غذائى قليل بسرعة ، ويظهر عليها التدهور فى وقت قصير . وبالمقارنة . . فإن محاصيل مثل البطاطس والقرع العسلى التى تمحصد بعد اكتمال نضج أنسجتها تتميز بقدر أكبر من القدرة التخزينية ؛ لأن نشاطها الأيضى يكون منخفضاً ، كما أن محتواها من الغذاء المحزون يكون كبيراً .

كما أن الثمار الكلايمكتيرية التى لا تكون قد وصلت إلى مرحلة النضج التام تنخفض فيها التحولات الغذائية عن تلك التى تكون قد اقتربت من مرحلة النضج التام .

٣ - شدة الجروح :

تزداد شدة التحولات الأيضية - ومن ثم سرعة التدهور - بزيادة التجريح . ويقل التدهور عند استعمال شفرات حادة عند التقطيع ، كما تتأثر سرعة التدهور باتجاه التقطيع ؛ فمثلا . . يكون التدهور أسرع في شرائح الفلفل المقطعة طولياً عن تلك المقطعة عرضياً .

٤ - درجة الحرارة :

تزداد شدة التحولات الأيضية بارتفاع درجة الحرارة خلال جميع مراحل التصنيع الجزئي ، والنقل ، والتسويق ؛ لذا . . يفضل إجراء عملية التصنيع ذاتها في أقل حرارة ممكنة (٥ - ١٠ م) ، مع شطف الخضر المصنعة في ماء تقترب حرارته من الصفر المئوي (٠,٥ - ١,٥ م) .

٥ - الفرق في ضغط بخار الماء بين النسيج وخارجه :

كلما ازداد هذا الفرق ازداد الفقد الرطوبي من المنتج ، وأفضل وسيلة لمنع الفقد الرطوبي هي حفظ المنتج في رطوبة نسبية ٩٩٪ - ٩٩,٥٪ (عن Brecht ١٩٩٥) .

وسائل المحافظة على الخضر المصنعة جزئياً من التدهور

تتراوح - عادة - فترة بقاء الخضر المصنعة جزئياً وهي محتفظة بنضارتها (في حرارة ٠,٦ - ٣,٣ م) بين ٥ أيام بالنسبة لعيش الغراب المقطع إلى شرائح و١٨ يوماً بالنسبة للخس المنظف والمُزال منه السيقان .

ومن أهم الوسائل المتبعة للمحافظة على الخضر المصنعة جزئياً من التدهور ما يلي :

١ - خفض السريع لحرارة المنتج :

يتم وقف تدهور الخضر المصنعة جزئياً بتخزينها على أقل درجة حرارة ممكنة لكل منها ، وهي الحرارة التي تلي حرارة التجمد مباشرة بالنسبة للخضر غير الحساسة للبرودة ، وأقل درجة حرارة لا تظهر معها أضرار البرودة بالنسبة للخضر الحساسة للبرودة .

وترتفع قيمة Q_{10} لتنفس وتدهور منتجات الخضر المصنعة جزئياً إلى ٧ ما بين ١ م ، و ١٠ م ، بينما تتراوح عادة من ٢ - ٣ في حرارة أعلى من ١٠ م ؛ ويعنى ذلك أن

تخزين الخضار المصنعة جزئياً غير الحساسة للبرودة - على حرارة تزيد بدرجة واحدة مئوية أو درجتين مئويتين عن حرارة تجمدها - قد يزيد من فترة احتفاظها بجودتها بمقدار ٣ - ٥ أضعاف ، مقارنة بتلك التي تخزن على ١٠°م ؛ ولذا . . فإن أهم ما يجب الاهتمام به بالنسبة للخضار المصنعة جزئياً بقاؤها في أقل درجة حرارة مناسبة طوال مراحل تصنيعها ، وتوزيعها ، وتسويقها .

٢ - وقف فقد الرطوبة من المنتج :

يؤدي فقد الرطوبة من الخضار المصنعة - جزئياً - إلى ذوبلها ، وانكماشها ، وفقدائها لطراحتها . ويفيد - كثيراً - تعبئتها في عبوات غير منفذة للرطوبة في منع فقدانها للماء ، وفي احتفاظها بمظهرها الجيد .

وتستخدم لهذا الغرض أغشية بوليمرية ، وكثيراً ما تكون هذه الأغشية مثقبة لمنع تولد ظرف لا هوائية داخل العبوات .

٣ - وقف أو إبطاء التلون البني :

يفيد في هذا الشأن إضافة الكلور إلى ماء الشطف ، كما تستعمل عدة مركبات لوقف النشاط الإنزيمي ؛ منها : حامض الأسكوربيك ، و sodium dehydroacetic acid ، وحامض الستريك ، وكلوريد الزنك مع كلوريد الكالسيوم ، والسيستين cysteine ، وثاني أكسيد الكربون ، وأول أكسيد الكربون .

٤ - خفض معدل تنفس المنتج بكل وسيلة ممكنة :

تحتوي الخضار المصنعة جزئياً على أنسجة حية تنفس وتعمل بتحويلات أيضية ، وتؤدي أية وسيلة تُتخذ لإبطاء معدل التنفس إلى زيادة فترة احتفاظها بجودتها ؛ ولذا . . يفيد تغليفها في أغشية بوليمرية مثقبة في خفض مستوى الأكسجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون داخل العبوات ؛ الأمر الذي يؤدي بدوره إلى خفض معدل تنفسها .

وفيد وضع المنتجات المصنعة جزئياً في جو معدل أو جو متحكم في مكوناته في خفض معدل تنفس تلك المنتجات ، ومعدل إنتاجها للإيثيلين ، ومعدل تدهورها ويعني ذلك ضرورة خفض تركيز الأكسجين وزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون . ولكن يتعين الانتباه إلى أن ظروف الجو المعدل التي تناسب منتجات الخضار غير المصنعة تختلف كثيراً عن تلك التي تناسب المنتجات المصنعة جزئياً ، وتلك أمور لم تحسم علمياً بالنسبة للخضار المصنعة جزئياً حتى وقت إعداد هذا الكتاب .

وقد أدت إضافة palladium chloride - على الفحم - إلى العبوات إلى امتصاص كل الإيثيلين المنطلق من المنتجات المصنعة جزئياً ، وترتب على ذلك وقف تحلل الكلورفيل في الخس (عن Brecht ١٩٩٥) .

٥ - اتخاذ إجراءات نظافة صارمة لمنع التلوث الميكروبي :

يمكن أن تتلوث الخضروات المصنعة جزئياً بعدد من الميكروبات التي تسبب فسادها ؛ مثل الخمائر ، والفطريات ، والبكتيريا . كما أن بعض البكتيريا التي قد تتواجد بها - مثل *Clostridium botulinum* ، و *Listeria monocytogens* - تعد سامة للإنسان ، وبينما يبدأ تكاثر النوع الأول في حرارة ٧°م ، فإن النوع الثاني يتكاثر جيداً في الصفر المئوي . كذلك قد تتلوث هذه الخضروات - عن طريق القائمين بإعدادها - ببكتيريا أخرى تصيب الإنسان ؛ مثل *Staphylococcus aureus* ، و *Streptococcus spp.* . ولذا . . فإن اتخاذ إجراءات النظافة الصارمة أثناء إعداد هذه المنتجات يعد أمراً حيوياً ، وخاصة أن معظمها يستهلك طازجاً (عن Hurst ١٩٩٥) .

ويعد الغسيل ضرورياً لإزالة التربة والمواد الملوثة للخضار ، كما يتعين الشطف بالماء المضاف إليه الكلور قبل تعبئة المنتجات ، وذلك لتقليل أعداد الميكروبات التي قد تتواجد بها .

ويجب أن يحافظ على pH المحاليل المضاف إليها الكلور قريباً من التعادل لكي يبقى الكلورين في الحالة النشطة (حالة الـ hypochlorous acid form) .

وقد تستعمل كذلك محاليل من أحماض عضوية أو حامض السوربيك sorbic acid لمكافحة البكتيريا .

ومن المميزات الإضافية لاستعمال الكلور في ماء الشطف تقليل التلون النسيجي .

ونظراً لأن الرطوبة الحرة تساعد على سرعة تكاثر الكائنات الدقيقة ؛ لذا . . يتعين التخلص من الماء السطحي الزائد - قبل التعبئة - بالطرد المركزي ، أو بأية طريقة أخرى مناسبة .

مصادر الكتاب

- الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٧٣) . من البرامج التدريبية : حاصلات الخضر والنباتات الطبية والعطرية . الجزء التاسع . القاهرة - ٣٣٦ صفحة .
- الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣) . إنتاج الخضر وتسويقها . القاهرة - ٤٢٢ صفحة .
- استينو ، كمال رمزي ، وعز الدين فراج ، ومحمد عبد المقصود محمد ، ووريد عبد البر وريد ، وأحمد عبد المجيد رضوان ، وعبد الرحمن قطب جعفر (١٩٦٣) . إنتاج الخضر . مكتبة الانجلو المصرية - القاهرة - ١٣١٠ صفحات .
- حبيب ، إبراهيم محمد ، وسمير عبد الوهاب أبو الروس ، والشربيني عبد الرحمن أبو الحسن (١٩٩٣) . الزراعات المحمية . التعليم المفتوح - جامعة القاهرة - ٤٣٨ صفحة .
- حسن ، أحمد عبد المنعم (١٩٩٧) . أساسيات وفسولوجيا الخضر . المكتبة الأكاديمية - القاهرة ٥٩٦ صفحة .
- حسن ، أحمد عبد المنعم (١٩٩٧) . الأساليب الزراعية المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر . المكتبة الأكاديمية - القاهرة .
- خلف الله ، عبد العزيز محمد ، ومحمد عبد اللطيف الشال ، ومحمد محمد عبد القادر ، وهاني محمود بدر (١٩٨٤) . مورفولوجيا الخضر . دار المطبوعات الجديدة - الإسكندرية - ٣٢٠ صفحة .
- عبد الحميد ، أحمد فوزي (١٩٩١) . دور العناصر الصغرى في زيادة إنتاج المحاصيل الحقلية والبستانية في مصر . في : محمد مصطفى الفولى (محرر) «وقائع الندوة السورية المصرية للعناصر الصغرى في التربة والنبات : ٩ - ١٣ يونيو . ١٩٩٠ - دمشق - الجمهورية العربية السورية» صفحات : ٤٧ - ٥٦ . مشروع العناصر المغذية الصغرى ومشاكل تغذية النبات في مصر - المركز القومى للبحوث - القاهرة .
- عبد الجواد ، عبد العظيم أحمد ، ونعمت عبد العزيز نور الدين ، وظاهر بهجت فايد (١٩٨٩) . مقدمة في علم المحاصيل : أساسيات الإنتاج . الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٣٥٥ صفحة .
- عبد العال ، أحمد فاروق (١٩٧٧) . أساسيات بساتين الفاكهة - دار المعارف - القاهرة - ٤٤٨ صفحة .
- ... ٦٩٧

عبد القادر ، عادل (١٩٨٦) . مشاكل ما بعد الحصاد ، ومواجهة ارتفاع نسبة الفاقد فى المحاصيل البستانية . الزراعة والتنمية فى الوطن العربى . العدد الثالث والرابع - السنة الخامسة - صفحات : ٣٨ - ٤٤ .

عبد المنعم ، محمد سامى ، وأحمد ممدوح الباز (١٩٨٣) . تربة من المخلفات المحلية لإنتاج شتلات الخضر . مشروع الأنشطة الزراعية الصغيرة . نشرة إرشادية .

عبد الهادى ، نزيه (١٩٧٤) . ملاحظات عن الزراعة بداخل الأنفاق الواطئة . رسالة المرشد الزراعى - مديرية الإرشادة الزراعى العامة - بغداد . الحلقة ١١١ : ١ - ٤ .

عبد الهادى ، نزيه (١٩٧٨) . دور الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى إنتاج الخضروات . وزارة الأشغال العامة - الكويت . ورقة إرشادية رقم (٤) - ١٤ صفحة .

عبد الهادى ، نزيه (١٩٨٣) . دور الأغشية البلاستيكية الأرضية فى إنتاج الخضر المحمية . وزارة الأشغال العامة - الكويت . ورقة إرشادية رقم (٣) - ١٠ صفحات .

على ، ساجد عودة محمد (١٩٧٧) . دراسات على مواعيد ومسافات الزراعة ، والتغطية البلاستيكية للخيار "*Cucumis sativus* L." صنف بيت الفا فى المنطقة الوسطى من العراق . رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد - ١٣٠ صفحة .

القولى ، محمد مصطفى (١٩٨٩) . نقص العناصر الصغرى فى مصر وعلاجه . مشروع العناصر المغذية الصغرى ومشاكل تغذية النبات فى مصر . المركز القومى للبحوث - القاهرة - ٢٤ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد إبراهيم المربع ، وعاصم بسيونى جمعة (١٩٥٩) . نباتات الخضر - الجزء الأول : أساسيات إنتاج نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٥٠٠ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد المربع (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الثانى : زراعة نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، ومحمد كمال الهباشة ، ونعمت عبد العزيز نور الدين (١٩٧٣) . البصل . مكتبة الأنجلو المصرية - ٣١٩ صفحة .

مشروع الزراعة المحمية - وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - جمهورية مصر العربية (١٩٨٩) . محاضرات فى الزراعة المحمية - ١١٢٤ صفحة .

النبوى ، صلاح الدين محمود ، ويوسف أمين والى ، وأحمد فريد السهرىجى ، وعادل سعد الدين عبد القادر ، وأحمد أحمد جويلى ، ويحيى محمد حسن (١٩٧٠) . الحاصلات البستانية . إعدادها وإنضاجها وتخزينها وتصديرها . دار المعارف - القاهرة - ١٠٩٦ صفحة .

- Adriance, G.W. and F.R. Brison. 1955. Propagation of horticultural plants. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 298 p.
- Afek, U., N. Aharoni, and S. Carmeli. 1995. Increasing celery resistance to pathogens during storage and reducing high-risk psoralen concentration by treatment with GA₃. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(4): 562-565.
- Aharoni, Y., A. Apelbaum and A. Copel. 1986. Use of reduced atmospheric pressure for control of the green peach aphid on harvested head lettuce. HortScience 21: 469-470.
- Akers, S.W., G.A. Brekowitz, and J. Rabin. 1987. Germination of parsley seed primed in aerated solutions of polyethylene glycol. HortScience 22: 250-252.
- Al-Masoum, A.A. 1982. Plant and root growth of peppers (*Capsicum annuum* L.) under various mulches at high temperatures. M.S. Thesis, The University of Arizona. 58 p.
- American Society for Horticultural Science. 1969. Mechanized growing and harvesting of fruit and vegetable crops. HortScience 4: 229-241.
- American Society for Horticultural Science. 1994. Management of postharvest disease resistance in horticultural crops. HortScience 29(7): 745-768.
- American Society for Horticultural Science. 1995. Lightly processed fruits and vegetables. HortScience 30(1): 13-40.
- American Society of Agricultural Engineers. 1980? Controlled atmospheres for plant growth. ASAE Publication, PROC-270.
- Anderson, G.E. 1962. Railway refrigerator cars. In "ASHRAE Guide and Data Book"; pp. 585-596. Amer. Soc. of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
- Arnold, C.Y. 1974. Predicting stages of sweet corn (*Zea mays* L.) development. J. Amer. Soc. Hort Sci. 99(6): 501-505.
- Asian Vegetable Research and Development Centre. 1986. 1985 AVRDC highlights, Taiwan.
- Azcón-Aguilar, C., C. Alba, M. Montilla, and J.M. Barea. 1993. Isotopic (¹⁵N) evidence of the use of less available N forms by VA mycorrhizas. Symbiosis (Rchovot) 15(1-2): 39-48. (c.a. Hort. Abstr. 1994, 64(6): 4438).

- Babu, R.S.H., D. Lokeshwar, N.S. Rao, and B.R.B. Rao. 1988. The response of chili (*Capsicum annuum* L.) plants to early inoculation with mycorrhizal fungi at different levels of phosphorus. J. Hort. Sci. 63: 315-320.
- Ball, V. (Ed.). 1985. (14th ed.). Ball red book: greenhouse growing. Reston Pub. Co., Reston, Virginia. 720 p.
- Banadyga, A.A. and J.C. Wells. 1962. Vegetable plant production for commercial growers. N.C. Agric. Ext. Serv., Ext. Circ. No. 231. 18p.
- Barger, W.R. 1962 Vacuum-cooling lettuce in commercial plants. U.S. Dept. Agric., Agric. Market. Serv. Rep. 469. 9p.
- Barger, W.R. 1963. Vacuum precooling: a comparison of the cooling of different vegetables. U.S. Dept. Agric., Market. Res. Rep. 600. 12p.
- Baron, J.J. and S.F. Gorski. 1986. Response of eggplant to a root environment enriched with CO₂. HortScience 21: 495-498.
- Bartholic, J.F., M.D. Heilman, and B.M. Farris. 1970. Large volume generator of stable foam for freezer protection. HortScience 5: 486-488.
- Ben-Asher, J. and M. Silberbush. 1992. Root distribution under trickle irrigation: factors affecting distribution and comparison among methods of determination. Journal of Plant Nutrition 15(6-7): 783-794.
- Bevacqua, R.F. and V.J. Mellano. 1993. Crop response to sewage sludge compost: a preliminary report. California Agriculture 47(3): 22-24.
- Bhella, H.S. 1988. Effect of trickle irrigation and black mulch on growth, yield, and mineral composition of watermelon. HortScience 23: 123-125.
- Bhojwani, S.S. and M.K. Razdan. 1983. Plant tissue culture: theory and practice. Elsevier, Amsterdam. 502 p.
- Bible, B.B., R.L. Cuthbert, and R.L. Carolus. 1968. Response of some vegetable crops to atmospheric modifications under field conditions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 590-594.
- Black, C.A., D.D. Evans, L.E. Ensminger, J.L. White, F.E. Clark, and R.C. Dinauer. 1965. Methods of soil analysis. Part 1: Physicol and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin.

- Black, C.A., D.D. Evans, L.E. Ensminger, J.L. White, F.E. Clark, and R.C. Dinauer. 1956. Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin. 1572 p.
- Bleasdale, J.K.A. 1973. Plant physiology in relation to horticulture. The MacMillan Pr., Ltd., London. 144 p.
- Boatfield, G. and I. Hamilton. 1990. Calculations for agriculture and horticulture. Farming Pr., Suffolk, England. 116 p.
- Bogle, C.R., T.K. Hartz, and C. Nunez. 1989. Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic-mulched and bare soil for tomato production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 40-43.
- Boodley, J.W. 1981. The commercial greenhouse book. Van Nostrand Reinhold Co., N.Y. 568 p.
- Boodley, J.W. and R. Sheldrake, Jr. 1973. Cornell peat-lite mixes for commercial plant growing. Cornell Univ., N.Y. State College of Agric. and Life Sciences, Information Bull. 43.
- Booher, L.J. 1974. Surface irrigation. FAO Agric. Dev. Paper No. 95. 160 p.
- Bottino, P.J. 1981. Vegetable crops. In B.V. Conger (Ed) "Cloning Agricultural Plants via In Vitro Techniques"; pp. 141-164. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Bould, C., E.J. Hewitt, and P. Needham. 1983. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol. 1. Principles. Ministry of Agric. Fish. & Food, Great Britan. 174 p.
- Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. HortScience 21: 1105-1112.
- Brecht, J.K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. HortScience 30(1): 18-22.
- Brewster, J.L., H.R. Rowse, and A.D. Bosch. 1991. The effects of sub-seed placement of liquid N and P fertilizer on the growth and development of bulb onions over a range of plant densities using primed and non-primed seed. J. Hort. Sci. 66: 551-557.
- Brown, S.L. and J.E. Brown. 1992. Effect of plastic mulch color and insecticides on thrips populations and damage to tomato. HortScience 2(2): 208-210.
- Brown, B.D., A.T. Hornbacher, and D.V. Naylor. 1988. Sulfur-coated urea as a slow-release nitrogen source for onions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 864-869.

- Brown, D.R., D.J. Eakes, B.K. Behe, and C.H. Gilliam. 1992. Moisture stress: an alternative method for height control to B-nine (daminozide). *J. Environmental Hort.* 10(4): 232-235. (c. a. Hort. Abstr. 1993; 63: 5916).
- Brown, J.E., W.D. Goff, T.M. Dangler, W. Hogue, and M.S. West. 1992. Plastic mulch color inconsistently affects yield and earliness of tomato. *HortScience* 27(10): 1135.
- Brown, J.E., J.M. Dangler, F.M. Woods, K.M. Tilt, M.D. Henshaw, W.G. Griffey, and M.S. West. 1993. Delay in mosaic virus onset and aphid vector reduction in summer squash grown on reflective mulches. *HortScience* 28: 895-896.
- Bucks, D.A., F.S. Nakayama, and A.W. Warrick. 1982. Principles, practices and potentialities of trickle (drip) irrigation. *Adv. Irrigation* 1: 219- 298.
- Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1960. The nature and properties of soils. McMillan, N.Y. 567 p.
- Cabrera, R.M. and M.E. Saltveit, Jr. 1990. Physiological response to chilling temperatures of intermittently warmed cucumber fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 256-261.
- Café-Filho, A.C. and J.M. Duniway. 1995. Effects of furrow irrigation schedules and host genotypes on phytophthora root rot of pepper. *Plant Dis.* 79(1): 39-43.
- Callan, N.W., D. E. Mathre, and J.B. Miller. 1991. Field performance of sweet corn seed bio-primed and coated with Pseudomonas fluorescens AB254. *HortScience* 26: 1163-1165.
- Carolus, R.L. 1970? The use of black polyethylene mulch on vegetables will increase net returns. *Ger-pak Agri-News Bull.* No. 11. 4p.
- Carpenter, T.D. 1982. Analyzing and managing nutrition of vegetables grown in upright polyethylene bags. *J. Plant Nutrition* 5: 1083-1089.
- Carter, J. and C. Johnson. 1988. Influence of different types of mulches on eggplant production. *HortScience* 23: 143-145.
- Chapman, H.D. and P.F. Pratt. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. Div. Agric. Sci., Univ. Calif. 309 p.
- Chrispeels, M.J. and D.E. Sadava. 1994. Plants, genes, and agriculture. Jones and Bartlett Publishers. Boston. 478 p.

- Claypool, L.L., L.L. Morris, W.T. Pentzer, and W.P. Barger. 1958. Air transportation of fruits, vegetables and cut flowers: temperature and humidity requirements and perishable nature. U.S. Dept. Agric., Marketing Service Rep. 280. 27 p.
- Cohen, S. and V. Melamed-Madjar. 1978. Prevention by soil mulching of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Israel. Bul. Ent. Res., Israel 68: 465-470.
- Conway, K.E., B.D. McCraw, J.E. Motes, and J.L. Sherwood. 1989. Evaluations of mulches and row covers to delay virus diseases and their effects on yield of yellow squash. Appl. Agric. Res., N.Y. p. 201-207.
- Conway, W.S., C.E. Sams, and A. Kelman. 1994. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest diseases through calcium applications. HortScience 29(7): 751-754.
- Cook, H.T. 1962. Supplements to refrigeration. In "ASHRAE Guide and Data Book", pp. 545-550. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Cooksey, J.R., B.A. Khan, and J.E. Motes. 1994. Plant morphology and yield of paprika in response to method of stand establishment. HortScience 29(11): 1282-1284.
- Coté, F., J.E. Thompson, and C. Willemot. 1993. Limitation to the use of electrolyte leakage for the measurement of chilling injury in tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 3(2): 103-110. (c.a. Hort. Abstr. 1993, 63 (12): 9293).
- Covington, H.M., D.T. Pope, H. Garris, L.W. Nielson, W.C. White, H.E. Scott, C. Brett and G. Abshier. 1959. Grow quality sweet potatoes. N. C. Agric. Ext. Serv., Ext. Circ. 353. 28 p.
- Cox, E.F. 1984. The effects of irrigation on the establishment and yield of lettuce and leek transplants raised in peat blocks. J. Hort. Sci. 59: 431-437.
- Crocker, W. and L.V. Barton. 1953. Physiology of seeds. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass. 267 p.
- Csizinszky, A.A. 1990. Responses of two bell pepper (Capsicum annum L.) cultivars to foliar and soil-applied biostimulants. Proceedings-Soil and Crop Science Society of Florida 49: 199-203. (c.a. Hort. Abstr. 1993, 63: 1215).
- Csizinszky, A.A., C.D. Stanley, and G.A. Clark 1990. Foliar and soil-applied biostimulant studies with microirrigated pepper and tomato. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 103: 113-117. (c.a. Hort. Abstr. 1993, 63 (11): 8410).

- Csizinszky, A.A., D.J. Schuster, and J. B. Kring. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* 120 (5): 778-784.
- Dainello, F.J. and R.R. Heineman. 1987. Influence of polyethylene-covered trenches on yield of bell pepper. *HortScience* 22: 225-227.
- Davidson, W.A. 1961. What labels tell and do not tell. In *United States Department of Agriculture yearbook "Seeds"*; pp. 462-469. Washington, D.C.
- Davies, J.W. 1975. Mulching effects on plant climate and yield. *World Meteorological Organization, Geneva.* 92 p.
- Decoteau, D.R., M.J. Kasperbauer, and P.G. Hunt. 1988. Yield of Fresh-market tomatoes as affected by plastic mulch color. (Abstr.) *HortScience* 23: 804.
- Decoteau, D.R., M.J. Kasperbauer, and P.G. Hunt. 1989. Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 216-219.
- Decoteau, D.R., M.J. Kasperbauer, and P.G. Hunt. 1990. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. *HortScience* 25: 460-462.
- Dennis, C. 1983. *Post-harvest pathology of fruits and vegetables.* Academic Pr., N.Y. 264 p.
- Devlin, R.M. 1975. *Plant physiology.* D. van Nostrand Co., N.Y. 600 p.
- Dixon, G.R. 1981. *Vegetable crop diseases.* Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404 p.
- Douglas, J.S. 1985. *Advanced guide to hydroponics.* Pelham Books, London. 368 p.
- Dufault, R.J., B. Villalon, and M.Q. Smith. 1987. Orientation of root and cotyledon in pepper seedlings and its use in field production. *HortScience* 22: 418-420.
- Dufault, R.J. et al. 1989. Determination of heat unit requirements for collard harvest in the Southeastern United States. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 898-903.
- Dupuis, J.M., C. Roffat, R.T. DeRose, and F. Molle. 1994. Pharmaceutical capsules as a coating system for artificial seeds. *Bio/Technology* 12(4): 385-389. (c.a. *Plant Breed. Abstr.* 1994, 64(8): 8284).
- Eaton, F.M. 1944. Deficiency, toxicity, and accumulation of boron in plants. *J. Agric. Res.* 69: 237-277.

- Edmond, J.B., T.L. Senn, F. S. Andrews, and R.G. Halfacre. 1975 (4th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 569 p.
- Edwards, M. and R. Blennerhassett. 1994. Evaluation of wax to extend the post harvest storage life of honeydew melons (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naud.). Austr. J. Exp. Agric. 34(3): 427-429. (c.a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 1576).
- El-Abd, T.G., S.A. Shanon, A.F. Abou Hadid, and M.M. Saleh. 1994. Effect of different shading densities an growth and yield of tomato and cucumber plants. Egypt. J. Hort. 21(1): 65-80.
- El-Saycd, S.F. 1995. Respose of three pepper cultivars to Biozyme under unheated plastic house conditions. Scientia Hort. 61: 285-290.
- English, J.E. and D.N. Maynard. 1978. A key to nutrient disorders of vegetable plants. HortScience 13: 28-29.
- Erwin, J.E. and R.D. Heins 1995. Thermomorphogenic responses in stem and leaf development. HortScience 30 (5): 940-949.
- Esekia, I. 1993. Effect of different legume species as green manure on the yield of chinese cabbage (pakchoi). Harvest (Port Moresby) 15(1): 1-3 . (c.a. Hort. Abstr. 1995, 65: 320).
- Everaarts, A.P. 1994. Nitrogen fertilization and head rot in broccoli. Netherlands J. Agric. Sci. 42(3): 195-201. (c.a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 5002.)
- Fallik, E., J. Klein, S. Grinberg, E. Lomaniec, S. Lurie, and A. Lalazar. 1993. Effect of postharvest heat treatment of tomatoes on fruit ripening and decay caused by *Botrytis cinerea*. Plant Disease 77(10): 985-988.
- Fallik, E, N. Temkin-Gorodeiski, S. Grinberg, I. Rosenberger. B. Shapiro, and A. Apfelbaum. 1994. Bulk packaging for the maintenance of eggplant quality in storage. Journal of Horticultural Science 69(1): 131-135.
- Farias-Larios, J., S. Guzman, and A. C. Michel. 1994. Effect of plastic mulches on the growth and yield of cucumber in a tropical region. Biological Agriculture & Horticulture 10(4): 303-306. (c.a. Hort. Abstr. 1994, 64(11): 8690).
- Feibert, E.B.G., S.R. James, K.A. Rykbost, A.R. Mitchell, and C.C. Shock. 1995. Potato yield and quality not changed by foliar-applied methanol. HortScience 30(3): 494-495.

- Finch-Savage, W.E. 1984a. A comparison of seedling emergence from dry-sown and fluid drilled carrot seeds. *J. Hort. Sci.* 59: 403-410.
- Finche-Savage, W.E. 1984b. The effects of fluid drilling germinating seeds on the emergence and subsequent growth of carrots in the field. *J. Hort. Sci.* 59: 411-417.
- Finche-Savage, W.E. and C.I. McQuistan. 1991. Absciscic acid: an agent to advance and synchronise germination for tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. *Seed Science and Technology* 19(3): 537-544. (c.a. Hort. Abstr. 1993, 63: 5913).
- Florijn, P.J., J.A. Nelemans, and M.L. van Beusichem. 1992. The influence of the form of nitrogen on uptake and distribution of cadmium in lettuce varieties. *J. Plant Nutrition* 15(11): 2405-2416.
- Flynn, R.P., C.W. Wood, and E.A. Guertal. 1995. Lettuce response to composted broiler litter as a potting substrate component. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(6): 964-970.
- Fordham, R. and A.G. Biggs. 1985. Principles of vegetable crop production. Collins Professional and Technical Books, London. 215 p.
- Forney, C.F. 1995. Hot-water dips extend the shelf life of fresh broccoli. *HortScience* 30 (5): 1054-1057.
- Frankenberger, Jr., W.T. and M. Arshad. 1991. Yield response of watermelon and muskmelon to L-tryptophan applied to soil. *HortScience* 26: 35-37.
- Fujikura, Y., H.L. Kraak, A.S. Basra, and C.M. Karseen. 1993. Hydropriming; a simple and inexpensive priming method. *Seed Science and Technology* 21(3): 639-642. (c.a. Hort. Abstr. 1994, 64 (9): 7008).
- George, R.A.T. 1985. Vegetable seed production. Longman, London. 318 p.
- Gent, M.P.N. 1990. Ripening and fruit weight of eight strawberry cultivars respond to row cover removal date. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 202-207.
- Ghate, S.R. and M.S. Chinnan. 1987. Storage of germinated tomato and pepper seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112: 645-651.
- Gilmore, E.C., Jr. and J.S. Rogers. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agronomy J.* 50: 611-615.
- Giulianini, D., S. Nuvoli, A. Pardossi, and F. Tognoni. 1992. Pregermination treatment of tomato and pepper seeds. (In Italian with English summary). *Colture Protette* 21(6): 73-79. (c.a. Hort. Abstr. 1994, 64(10): 7958).

- Graham, H.A.H. and D.R. Decoteau. 1995. Regulation of bell pepper seedling growth with end-of-day supplemental fluorescent light. *HortScience* 30(3): 487-489.
- Gray, D. 1981. Fluid drilling of vegetable seeds. *Hort. Rev.* 3: 1-27.
- Greenough, D.R., L.L. Black, and W.P. Bond. 1990. Aluminum-surfaced mulch: an approach to the control of tomato spotted wilt virus in solanaceous crops. *Plant Dis.* 74: 805-808.
- Greig, J.K. 1967. Sweetpotato production in Kansas. Kansas State Univ., Agric. Exp. Sta. Bull. 498. 27 p.
- Grierson, W. and W.F. Wardowski 1975. Humidity in horticulture. *HortScience* 10: 356-360.
- Grinstad, S.O. 1995. Low-temperature pulse affects growth and development of young cucumber and tomato plants. *J. Hort. Sci.* 70(1): 75-80.
- Grosch, D.S. 1965. Biological effects of radiations. Blaisdell Pub. Co., N.Y. 293 p.
- Grubinger, V.P., P.L. Minotti, H.C. Wien, and A.D. Turner. 1993. Tomato response to starter fertilizer, polyethylene mulch, and level of soil phosphorus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(2): 212-216.
- Gupta, U.C. 1979. Boron nutrition of crops. *Adv. Agron.* 31: 273-315.
- Gupta, U.C. and J. Lipsett. 1981. Molybdenum in soils, plants, and animals. *Adv. Agron.* 34: 73-115.
- Guttormsen, G. 1990. Effect of floating plastic films on the temperatures and vegetable yield. *Acta Hort.* 267: 37-44.
- Haigh, A.M. and E.W.R. Barlow. 1987. Germination and priming of tomato, carrot, onion and sorghum seeds in a range of osmotica. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112: 202-208.
- Haigh, A.M., E.W.R. Barlow, F.L. Milthorpe, and P.J. Sinclair. 1986. Field emergence of tomato, carrot and onion seeds primed in an aerated salt solution. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 660-665.
- Halderman, A.D. and K.R. Frost. 1968. Sprinkler irrigation in Arizona. Co-operative Ext. Serv. & Agric. Exp. Sta., the Univ. Arizona. Bull A-56. 30 p.
- Hale, M. G. and D.M. Orcutt. 1987. The physiology of plants under stress. John Wiley & Sons, N.Y. 206 p.
- Halfacre, R.G. and J.A. Barden. 1979. Horticulture. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 722 p.

- Hall, M.R. 1989. Cell size of seedling containers influences early vine growth and yield of transplanted watermelon. *HortScience* 24: 771-773.
- Ham, J.M., G.J. Kluitenberg, and W.J. Lamont. 1993. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118 : 188-193.
- Hamamoto, H. 1992. Effects of environment under floating row cover on spinach growth. (In Japanese). *J. Agric. Meteorology* 48: 247-255. (c.a. Hort. Abstr. 1993, 63: 5048).
- Han, J.-s. 1990. Use of antitranspirant epidermal coatings for plant protection in China. *Plant Dis.* 74: 263-266.
- Hanada, T. 1991. The effect of mulching and row covers on vegetable production. Extension Bulletin-ASPAC, Food & Fertilizer Technology Center No. 332, 22 pp. (c.a. Hort. Abstr. 1993, 63: 5013).
- Hanan, J.J., W.D. Holley, and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530 p.
- Harris, R.E. 1965. Polyethylene covers and mulches for corn and bean production in Northern regions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87: 288-294.
- Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1993 (4th ed.). Plant propagation: principles and practices. Prentice / Hall International, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 727 p.
- Hartz, T.K., A. Baameur, and D.B. Holt. 1991. Carbon dioxide enrichment of high-value crops under tunnel culture. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 970-973.
- Hartz, T.K., K.S. Mayberry, M.E. McGiffen, M. LeStrange, G. Miyao, and A. Baameur. 1994. Foliar methanol application ineffective in tomato and melon production. *HortScience* 29(9): 1087.
- Hassan, A.A., U.A. Obaji, M.S. Wafi, N.E. Quronfilah, H.H. Al-Masry, and M.A. El-Rays. 1990. Evaluation of domestic and wild *Cucumis melo* germplasm for resistance to the yellow stunting disorder. *Egypt. J. Hort.* 17: 181-199.
- Hassan, A.A., N.E. Quronfilah, U.A. Obaji, M.A. El-Rays, and M.S. Wafi. 1991. Evaluation of domestic and wild *Citrullus* germplasm for resistance to the yellow stunting disorder. *Egypt. J. Hort.* 18: 11-21.
- Hatt, H.A., M.J. McMahon, D.E. Linnell, and D.R. Decoteau. 1994. Influence of spectral qualities and resulting soil temperatures of mulch films on bell pepper growth and production. *Plasticulture* No. 101: 13-22. (c. a. Hort. Abstr. 1994, 64: 9568).

- Haugh, C.G. and K.H. Kromer. 1972. Pelleted seed for direct sowing. *Gemüse* 8: 198-200.
- Heather, D.W. and J. B. Sieczka. 1991. Effect of seed size and cultivar on emergence and stand establishment of broccoli in crusted soil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 946-949.
- Heckman, H.R. 1994. Effect of an organic biostimulant on cabbage yield. *J. Home & Consumer Hort.* 1(1): 111-113. (c. a. Hort. Abstr. 1994, 64(5): 3582).
- Hemphill, D.D., Jr. and N.S. Mansour. 1986. Response of muskmelon to three floating row covers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 513-517.
- Henderson, J.C. and D.L. Hensley. 1986. Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. *HortScience* 21: 991-992.
- Heuchert, J.C. and C.A. Mitchell. 1983. Inhibition of shoot growth in greenhouse-grown tomato by periodic gyratory shaking. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(5): 795-800.
- Heuchert, J.C., J.S. Marks, and C.A. Mitchell. 1983. Strengthening of tomato shoots by gyratory shaking. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(5): 801-805.
- Hill, H.J., A.G. Taylor, and T.-G. Min. 1989. Density separation of imbibed and primed vegetable seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 661-665.
- Heilman, M.D., J.F. Bartholic, C.L. Gonzalez, and B.M. Farris. 1970. Frost protection with foam applied in small trenches. *HortScience* 5: 488-490.
- Hochmuth, G.J. 1992a. Fertilizer management for drip-irrigated vegetables in Florida. *HortScience* 2: 27-32.
- Hochmuth, G.J. 1992 b. Concepts and practices for improving nitrogen management for vegetables. *HortTechnology* 2:121-125.
- Hochmuth, G.J., D.N. Maynard, A.A. Csizinsky, R.Mitchell, and P. Gilreath. 1986. Small-plot liquid injection wheel implements for fertilizing polyethylene- mulched vegetables. *HortScience* 21: 1069-1070.
- Hochmuth, G.J., S.J. Locasiceo, S.R. Kostewicz, and F.G. Martin. 1993. Irrigation method and row cover use for strawberry freeze protection. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118: 575-579.
- Hoyt, G.D., D.W. Monks, and T.J. Monaco. 1994. Conservation tillage for vegetable production. *HortScience* 4(2): 129-135.

- Hunt, D.W.A., A. Liptay, and C.F. Drury. 1994. Nitrogen supply during production of tomato transplants affects preference by Colorado potato beetle. *HortScience* 29(11): 1326-1328.
- Hurst, W.C. 1995. Sanitation of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30(1): 22-24.
- Hussey, G. 1980. *In vitro* propagation. In D.S. Ingram and J.P. Helgeson (Eds) "Tissue Culture Methods for Plant Pathologists"; pp. 51-61. Blackwell Scientific Pub., Oxford.
- Hussey, G. 1983. *In vitro* propagation of horticultural and agricultural crops. In S.H. Mantell and H. Smith (Eds) "Plant Biotechnology"; pp. 111-138. Cambridge Univ. Pr., Cambridge.
- Igdokwe, P.E., S.C. Tiwari, J.B. Collins, and L.C. Russell. 1990 Use of seaweed extract in tomato production. *J. Mississippi Academy of Sciences* 35: 19-22. (c. a. Hort. Abstr. 1993, 63(12): 9264).
- Ingram, D.S. and J.P. Helgeson (Eds). 1980. Tissue culture methods for plant pathologists. Blackwell Scientific Pub., Oxford. 272 p.
- Jensenberg, F.M.R. 1979. Controlled atmosphere storage of vegetables. *Hort. Rev.* 1: 337-394.
- Jensenberg, F.M. and R.M. Sayles. 1969. Modified atmosphere storage of danish cabbage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94: 444-449.
- Israelsen, O.W. and V.E. Hansen. 1962. Irrigation principles and practices. John Wiley & Sons, N.Y. 447 p.
- Isshiki, M. 1994. Control of tomato bacterial spot disease by plastic rain shelter in Paraguay. (In Japanese with English summary). *Japanese J. Tropical Agric.* 38(3): 232-238. (c.a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 1555).
- Janick, J. 1979. Horticultural science. W.H. Freeman and Co., San Francisco. 608 p.
- Jensen, M.H. and R. Sheldrake, Jr. 1966. Air-supported plastic row covers for early vegetable production. Mimeo No. 140, Dept. of Vegetable Crops, Cornell University. 10 p.
- Kader, A.A., R.F. Kasmire, F.G. Mitchell, M.S. Reid, N.F. Sommer and J.F. Thompson. 1985. Postharvest technology of horticultural crops. Univ. Calif., Div. Agric. Natural Resources. 192 p.

- Kaiser, W.J. 1980. Use of thermotherapy to free potato tubers of alfalfa mosaic, potato leaf roll, and tomato black ring viruses. *Phytopathology* 70: 1119-1122.
- Kasmire, R.F. 1983. Influence of mechanical harvesting on quality of nonfruit vegetables. *HortScience* 18: 421-423.
- Kasperbauer, M.J. 1992. Phytochrome regulation of morphogenesis in green plants: from the Beltsville spectrograph to colored mulch in the field. *Photochemistry and photobiology* 56(5): 823-832. (c.a. Hort. Abstr. 1994, 64: 9472).
- Kaufman, G. 1991. Seed coating: a tool for stand establishment; a stimulus to seed quality. *HortScience* 1: 98-102.
- Kelly, T.C., Y.-C. Lu, A.A. Abdul-Baki, and J.R. Teasdale. 1995. Economics of a hairy vetch mulch system for producing fresh-market tomatoes in the mid-Atlantic region. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(5): 854-860.
- Kemble, J.M., J.M. Davis, R.G. Gardner, and D.C. Sanders. 1994. Root cell volume affects growth of compact-growth-habit tomato transplants. *HortScience* 29(4): 261-262.
- Kemble, J.M., J.M. Davies, R.G. Gardner, and D.C. Sanders. 1994. Spacing, root cell volume, and age affect production and economics of compact-growth-habit tomatoes. *HortScience* 29(12): 1460-1464.
- Khasa, P., V. Furlan, and J.A. Fortin. 1992. Response of some tropical plant species to endomycorrhizal fungi under field conditions. *Tropical Agriculture* 69(3): 279-283. (c. a. Hort Abstr. 1993, 63: 6595).
- Kinsealy Research Centre, Dublin. 1980. Programme for early tomato production in peat. 38 p.
- Klein, J.D. and S. Lurie. 1992. Heat treatments for improved postharvest quality of horticultural crops. *HortTechnology* 2: 316-320.
- Klute, A. and W.C. Jacob. 1949. Physical properties of Sassafras silt loam as affected by long-time organic matter addition. *Soil Sci. Soc. America Proc.* 14: 24-28.
- Kraus, J.E. 1942. Effects of partial defoliation at transplanting time on subsequent growth and yield of lettuce, cauliflower, celery, peppers, and onions. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. 829 p.
- Kritzman, G. 1993. A chemi-thermal treatment for control of seedborne bacterial pathogens of tomato. *Phytoparasitica* 21(2): 101-109. (c.a. Hort. Abstr. 1994, 64: 1165).

- Kuenzli, D.W. 1962. The cold-wall trailer maintaining frozen food below zero. U.S. Dept. Agric., Market Res. Rep. No. 540. 35 p.
- Kurata, K. 1994. Cultivation of grafted vegetables. II. Development of grafting robots in Japan. HortScience 29(4): 240-244.
- Lacy, M.L. 1994. Influence of wetness periods on infection of celery by Septoria apii-cola and use in timing sprays for control. Plant Dis. 78(10): 975-979.
- Lamont, W.J., K.A. Sorensen, and C.W. Averre. 1990. Painting aluminum strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. HortScience 25: 1305.
- Lass, L.W., R.H. Callihan, and D.O. Everson. 1993. Forecasting the harvest date and yield of sweet corn by complex regression models. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118: 450-455.
- Latimer, J.G. 1994. Pepper transplants are excessively damaged by brushing. HortScience 29(9): 1002-1003.
- Latimer, J.G. and R.B. Beverly. 1994. Conditioning affects growth and drought tolerance of cucurbit transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(5): 943-948.
- Latimer, J.G. and R.D. Oetting. 1994. Brushing reduces thrips and aphid populations on some greenhouse-grown vegetable transplants. HortScience 29(11): 1279-1281.
- Latimer, J.G. and P.A. Thomas. 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. HortScience 1: 109-110.
- Latimer, J.G., T. Johjima, and K. Marada. 1991. The effect of mechanical stress on transplant growth and subsequent yield of four cultivars of cucumber. Scientia Horticulturae 47(3-4): 221-230. (c. a. Plant Breed. Abstr. 1991, 61: 11703).
- Lee, J.-M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. HortScience 29(4): 235-239.
- Leskovar, D.I. and D.J. Cantliffe. 1990. Does the initial condition of the transplants affect tomato growth and development? Proceedings of the Florida State Horticultural Society 103: 148-153. (c. a. Hort. Abstr. 1993, 63: 8416).
- Leskovar, D.I., D.J. Cantliffe, and P.J. Stoffella. 1991. Growth and yield of tomato plants in response to age of transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 416-420.
- Leskovar, D.I., D.J. Cantliffe, and P.J. Stoffella. 1994. Transplant production systems influence growth and yield of fresh-market tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(4): 662-668.

- Levitt, G. 1959. Effects of artificial increases in sugar content on frost hardiness. *Plant Phys.* 34: 401-402.
- Li, S.D. and R.H. Mei. 1991. Application of "Yield-increasing bacteria" to greenhouse crops. In B.Z. Lui (Ed.) "Proceedings of International Symposium on Applied Technology of Greenhouse"; pp. 289-292. Knowledge Pub. House, Beijing, China. (c.a. Hort. Abstr. 1993, 63: 7646).
- Liptay, A. and D. Edwards. 1994. Tomato seedling growth in response to variation in root container shape. *HortScience* 29(6): 633-635.
- Lipton, W.J. 1975. Controlled atmospheres for fresh vegetables and fruits – why and when. In N.F. Haard and D.K. Salunkhe (Eds.) "Symposium: Postharvest Biology and Handling of Fruits and Vegetables"; pp. 130-143. The Avi Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Lipton, W.J. 1977. Compatibility of fruits and vegetables during transport in mixed loads. U.S. Dept. Agric., Agric. Res. Serv., Market. Res. Report No. 1070. 7 p.
- Lipton, W.J. 1978. Senescence of leafy vegetables. *HortScience* 22: 854-859.
- Liu, L., J.W. Kloepper, and S. Tuzun. 1995a. Induction of systemic resistance in cucumber against Fusarium wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 85: 695-698.
- Liu, L., J.W. Kloepper, and S. Tuzun. 1995b. Induction of systemic resistance in cucumber against bacterial angular leaf spot by plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 85: 843-847.
- Loomis, W.E. 1925. Studies on the transplanting of vegetable plants. Cornell Agric. Exp. Sta. Mem. 87. 63 p.
- Lorenz, O.A. 1969. The mechanized growing and harvesting of vegetable crops in the west. *HortScience* 4: 238-239.
- Lorenz O.A. and D.N. Maynard. 1980. (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390 p.
- Lorenz, O.A. and K.B. Tyler. 1983. Plant tissue analysis of vegetable crops. In H.M. Reisenauer (Ed.) "Soil and Plant-Tissue Testing in California"; pp. 24-29. Div. Agric. Sci. Bull. 1879.
- Lougheed, E.C. 1987. Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene that may induce injuries in vegetables. *HortScience* 22: 791-794.

- Lurie, S., R. Ronen, and B. Aloni. 1995. Growth-regulator-induced alleviation of chilling injury in green and red bell pepper fruit during storage. *HortScience* 30(3): 558-559.
- Lutz, J.M. and R.E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 66. 94 p.
- Mantell, S.H. and H. Smith (Eds). 1983. *Plant Biotechnology*. Cambridge Univ. Pr., Cambridge. 334 p.
- Marco, S., O. Ziv., and R. Cohen. 1994. Suppression of powdery mildew in squash by applications of whitewash, clay and antitranspirant materials. *Phytoparasitica* 22(1): 19-29. (c.a. Hort. Abstr. 1994, 64: 7046).
- Marsh, A.W. 1975. Questions and answers about tensiometers. Univ. Calif., Div. Agric. Sci. Leaflet 2264. 10 p.
- Marsh, L. 1993. Moisture affects cowpea and okra seed emergence and growth at low temperatures. *HortScience* 28: 774-777.
- Marsh, A. W. , H. Johnson, Jr., F.E. Robinson, N. McRae, K. Mayberry, and D. Ririe. 1977. Solid set sprinklers for starting vegetable crops. Univ. Calif., Div. Agric. Sci., Leaflet No. 2265. 12 p.
- Marsh, A.W. et al. 1979. Drip irrigation. Univ. Calif., Div. Agric. Sci. Leaflet 2740. 4 p.
- Mårtensson, A. and I. Rydberg. 1994. Variability among pea varieties for infection with arbuscular mycorrhizal fungi. *Swedish Journal of Agricultural Research* 24(1): 13-19. (c.a. Plant Breed. Abstr. 1994, 64: 11753).
- Mastalerz, J.W. 1977. *The greenhouse environment*. John Wiley & Sons, N.Y. 629 p.
- Matkin, O.A. and P.A. Chandler. 1957. The U.C. type soil mixes. In K.F. Barker (Ed.) "The U.C. System for Producing Healthy Container-grown Plant" ; pp. 68-85. Univ. Calif., Div. Agric. Sci., Agric. Exp. Sta., Ext. Serv. Manual 23.
- McArthur, D.A.J. and N.R. Knowles. 1992. Resistance responses of potato to vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi under varying abiotic phosphorus levels. *Plant Phys.* 100(1): 341-351.
- McGiffen, M.E., Jr., R.L. Green, J.A. Manthey, B.A. Faber, A.J. Downer, N.J. Sakovich, and J. Aguiar. 1995. Field tests of methanol as a crop yield enhancer. *HortScience* 30(6): 1225-1228.

- McGuire, R.G. and J.L. Sharp. 1995. Market quality of sweetpotatoes after gamma-irradiation for weevil control. *HortScience* 30(5): 1049-1051.
- McKee, J.M.T. 1981. Physiological aspects of transplanting vegetables and other crops. II. Methods used to improve transplant establishment. *Hort. Abstr.* 51(6), pp. 355-368.
- Meyer, J.L., M.J. Snyder, L.H. Valenzuela, A. Harris, and R. Strohman. 1991. Liquid polymers keep drip irrigation lines from clogging. *Calif. Agric.* 45(1): 24-25.
- Millar, C.E., L.M. Turk, and H.D. Foth. 1965. (4th ed.). *Fundamentals of soil science*. John Wiley & Sons, Inc., N.Y. 491 p.
- Miller, J.C., Jr., S. Rajapakse, and R.K. Garber. 1986. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in vegetable crops. *HortScience* 21: 974-984.
- Minges, P.A., A.A. Muka, A.F. Sherf, and R.F. Sandsted. 1971. *Vegetable production recommendations*. Cornell Univ. 36 p.
- Minotti, P.L., D.E. Halseth, and J.B. Siczka. 1994. Field chlorophyll measurement to assess the nitrogen status of potato varieties. *HortScience* 29(12): 1497-1500.
- Mitchell, F.G., R. Guillou, and R.A. Parsons. 1972. *Commercial cooling of fruits and vegetables*. Univ. Calif., Div. Agric. Sci., Calif. Agric. Exp. Sta., Ext. Serv., Manual 43. 44 p.
- Morris, L.L., L.L. Claypool, and D.P. Murr. 1971. *Modified atmospheres: an indexed reference list through 1969, with emphasis on horticultural commodities*. Univ. Calif., Div. Agric. Sci. 115 p.
- Motsenbocker, C.E. and A.R. Bonanno. 1989. Row cover effects on air and soil temperatures and yield of muskmelon. *HortScience* 24: 601-603.
- Nadakavukaren, M. and D. McCracken. 1985. *Botany: an introduction to plant biology*. West Pub. Co., N.Y. 591 p.
- Nelson, P.V. 1985. (3rd ed.). *Greenhouse operation and management*. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia. 598 p.
- Newenhouse, A.C. and M.N. Dana. 1989. Grass living mulch for strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 859-862.
- Nitzsche, P., G.A. Berkowitz, and J. Rabin. 1991. Development of a seedling-applied antitranspirant formulation to enhance water status, growth, and yield of transplanted bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 405-411.

- Oeller, P.W., M.W. Lu, L.P. Taylor, D.A. Pike, and A. Thoenig. 1991. Reversible inhibition of tomato fruit senescence by antisense RNA. *Science (Washington)* 254: 437-439.
- Ogawa, J.M. and B.T. Manji. 1984. Control of postharvest diseases by chemical and physical means. In H.E. Moline (Ed.) "Postharvest Pathology of Fruits and Vegetables: Postharvest Losses in Perishable Crops"; pp. 55-66. Univ. Calif., Div. Agric. Natural Resources. Bull. No. 1914. 80 p.
- Owen, P.L. and W.G. Pill. 1994. Germination of osmotically primed asparagus and tomato seeds after storage up to three months. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(3): 636-641.
- Ozores-Hampton, M., B. Schaffer, H.H. Bryan, and E.A. Hanlon. 1994. Nutrient concentrations, growth, and yield of tomato and squash in municipal solid-waste-amended soil. *HortScience* 29(7): 785-788.
- Palti, J. 1981. Cultural practices and infectious crop diseases. Springer-Verlag, Berlin. 243 p.
- Papadopoulos, I. and V.V. Rending. 1983. Tomato plant response to soil salinity. *Agronomy J.* 75: 696-700.
- Parker, M.M. and G.A. Cummings. 1938. Placement of fertilizer for Henderson Bush lima beans in Virginia. *Virginia Truck Exp. Sta. Bull.* 99.
- Parker, M.M., R.C. Oliver, G.A. Cummings and W.H. Redit. 1938. Placement of fertilizer for spinach, kale and collards. *Virginia Truck Exp. Sta. Bull.* 101.
- Parsons, L.R. and T.A. Wheaton. 1987. Microsprinkler irrigation for freeze protection: evaporative cooling and extent of protection in an advective freeze. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112: 897-902.
- Parsons, C.S., R.E. Anderson, and R.W. Penney. 1970. Storage of mature-green tomatoes in controlled atmospheres. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95: 791-794.
- Parsons, L.R., T.A. Wheaton, and D.P.H. Tucker. 1986. Florida freezes and the role of water in Citrus cold tolerance 21(1): Inside front and back covers.
- Passam, H.C. and D. Kakouriotis. 1994. The effects of osmoconditioning on the germination, emergence and early plant growth of cucumber under saline conditions. *Scientia Hort.* 57(3): 233-240. (c. a. Hort. Abstr. 1994, 64: 7035).

- Perry, K.B. and T.C. Wehner. 1990. Prediction of cucumber harvest date using a heat unit model. *HortScience* 25: 405-406.
- Perry, K.B., T.C. Wehner, and G.L. Johnson. 1986. Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. *HortScience* 21: 419-423.
- Phenc, C.J., K.R. Davis, R.B. Hutmacher, and R.L. McCormic. 1987. Advantages of subsurface irrigation for processing tomatoes. *Acta Hort.* 200: 101-114.
- Phillips, C.W. 1962. Trucks and Trailers. In "ASHRAE Guide and Data Book" ; pp. 569-584. Amer. Soc. Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.
- Pill, W.G. 1986. Parsley emergence and seedling growth from raw osmoconditioned, and pregerminated seeds. *HortScience* 21: 1134-1136.
- Pill, W.G. 1991. Advances in fluid drilling. *HortScience* 1: 59-65.
- Pill, W.G., B. Shi, H.D. Tilmon, and R.W. Taylor. 1995. Tomato bedding plant production in soilless media containing ground kenaf (*Hibiscus cantuabinus* L.) stem core. *J. Hort. Sci.* 70(5): 713-719.
- Pillsbury, A.F. 1968. Sprinkler irrigation. 1968. FAO Agric. Dev. Paper No. 88. 179 p.
- Pisarczyk, J.M. and W.E. Splittstoesser. 1979. Controlling tomato transplant height with chlormequat, Daminozide and Ethephon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 342-344.
- Pombo, G., M.D. Orzolek, L.D. Tukey, and T.P. Pyzik. 1985. The effect of paclobutrazol, damonzide, glyphosate and 2,4-D in gel on the emergence and growth of germinated tomato seeds. *J. Hort. Sci.* 60: 353-357.
- Pöntinen, V. and I. Voipio. 1992. Different methods of mechanical stress in controlling the growth of lettuce and cauliflower seedlings. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science* 42(4): 246-250. (c.a. Hort. Abstr. 1994, 64: 1057).
- Purdy, L.H., J.E. Harmond and G.B. Welch. 1961. Special Processing and treatment of seeds. In U.S. Dept. Agric. "Seeds" ; pp 322-329. U.S.D.A., Washington, D.C.
- Purvis, E.R. and R.L. Carolus. 1964. Nutrient deficiencies in vegetable crops. In H.B. Sprague. (Ed.) "Hunger Sings in Crops" ; pp. 245-286. David McKay Co., N.Y.
- Purvis, E.R. and W.J. Hanna. 1940. Vegetable crops affected by boron deficiency in eastern Virginia. Virginia Trusk Exp. Sta. Bull. 105.

مع تحيات د. سلام حسين عويد الهلالي

<https://scholar.google.com/citations?>

[user=t1aAacgAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com/citations?user=t1aAacgAAAAJ&hl=en)

salamalhelali@yahoo.com

<https://www.facebook.com/salam.alhelali>

[https://www.facebook.com/groups/
/Biothesis](https://www.facebook.com/groups/Biothesis)

[https://www.researchgate.net/profile/
/Salam_Ewaid](https://www.researchgate.net/profile/Salam_Ewaid)

07807137614



https://t.me/agricultural_eng

- Rabin, J., G.A. Berkowitz, and S.W. Akers. 1988. Field performance of osmotically primed parsley seed. *HortScience* 23: 554-555.
- Ranganna, S. 1977. Manual of analysis of fruit and vegetable products. Tata McGraw-Hill Pub. Co., New Delhi. 634 p.
- Redenbaugh, K. 1990. Application of artificial seed to tropical crops. *HortScience* 25: 251-255.
- Redit, W.H. and A.A. Hamer. 1961. Protection of rail shipments of fruits and vegetables. U.S. Dept. Agric. Agric. Handbook 195. 108 p.
- Reiners, S. and P.J. Nitzsche. 1993. Rowcovers improve early season tomato production. *HortScience* 3(2): 197-199.
- Reisenauer, H.M. 1978. (Ed.). Soil and plant-tissue testing in California. Univ. Calif., Div. Agric. Sci. Bull. 1879. 54 p.
- Reisenauer, H.M., J. Quick, R.E. Voss, and A.L. Brown. 1983. Chemical soil tests for soil fertility evaluation. In H.M. Reisenauer (Ed.) "Soil and Plant-Tissue Testing in California" ; pp. 39-41 . Univ. Calif., Div. Agric. Sci. Bull. 1879.
- Resh, H.M. 1981. (2nd ed.). Hydroponic food production. Woodbridge Press Pub. Co., Santa Barbara, California. 335 p.
- Ristaino, J.B., J.M. Duniway, and J.J. Marois. 1989. Phytophthora root rot and irrigation schedule influence growth and phenology of processing tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 556-561.
- Roberts, B.W. and J.A. Anderson. 1994. Canopy shade and soil mulch affect yield and solar injury of bell pepper. *HortScience* 29(4): 258-260.
- Roc, N.E., P.J. Stoffella, and H.H. Bryan 1994. Growth and yields of bell pepper and winter squash grown with organic and living mulches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6) 1193-1199.
- Rolston, D.E. et al . 1981. Applying nutrients and other chemicals to trickle-irrigated crops. Univ. Calif. , Div. Agric. Sci. Bull. 1893. 14 p.
- Rosa, J.T. 1921. Investigations on the hardening process in vegetable plants. Montana Agric. Exp. Sta., Res. Bull. 48.
- Rosendahl, C.N. and S. Rosendahl. 1991. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus* spp.) on the response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to salt

- stress. *Environmental and Experimental Botany* 31(3): 313-318. (c.a. Hort. Abstr. 1993, 63: 9191).
- Rushing, J.W. 1988. Physiological basis for the extension of shelf life of pre-packaged broccoli florets by ethylene. (Abstr.). *HortScience* 23: 826.
- Russo, V.M. 1993. Shading of tomato plants inconsistently affects fruit yield. *HortScience* 28(11): 1133.
- Russo, R.O. and G.P. Berlyn. 1992. Vitamin-humic-algal root biostimulant increases yield of green bean. *HortScience* 27: 847.
- Sabota, C., C. Beyl, and J.A. Biedermann. 1987. Acceleration of sweet corn germination at low temperatures with terra-sorb or water presoaks. *HortScience* 22: 431-434.
- Salunkhe, D.K. and B.B. Desai. 1984a. *Postharvest biotechnology of vegetables*. Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 208 p.
- Salunkhe, D.K. and B.B. Desai. 1984b. *Postharvest biotechnology of vegetables*. Vol. II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida 194 p.
- Saminy, C. 1993. Physical impedance retards top growth of tomato transplants. *HortScience* 28: 883-885.
- Sanchez, C.A., R.J. Allen, and B. Schaffer. 1989. Growth and yield of crisphead lettuce under various shade conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 884-890.
- Sanders, D.C., J.A. Ricotta, and L. Hodges. 1990. Improvement of carrot stands with plant biostimulants and fluid drilling. *HortScience* 25: 181-183.
- Sayre, C.B. and A.W. Clark. 1935. Rates of solution and movement of different fertilizers in the soil and the effects of the fertilizers on the germination and root development of beans. *Geneva Agric. Exp. Sta. Bull.* 231.
- Sayre, C.B. and G.A. Cummings. 1936. Fertilizer placement for cannery peas. N.Y. State Agric. Exp. Sta. Bull. 659.
- Scaife, A. And M. Turner. 1983. *Diagnosis of mineral disorders in plants: Vol. 2. Vegetables*. Her Majesty's Stationary Office, London. 96 p.
- Schales, F.D. and T.J. Ng. 1988. Population density and mulch effects on muskmelon yields (Abstr.) *HortScience* 23: 804.
- Schales, F.D. and R. Sheldrake, Jr. 1966. Mulch effects on soil conditions and muskmelon response. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 88: 425-430.