

## **الفصل السادس**

**بيئات الزراعة الصلبة**

**Solid Aggregates Medium**



## بيئات الزراعة الصلبة

### Solid Aggregates Medium

البيئات التي تستخدم كوسط للنمو في المزارع اللاأرضية مختلفة ومتعددة منها بيئات طبيعية شائعة الاستخدام مثل الرمل Sand والحصى Gravel وغيرها وبيئات مصنعة مثل الفيرميكيوليت Vermiculite والبرليت Perlit وكثير من المواد أيضًا غيرها، وهذه البيئات تقوم ببعض ما تقوم به الأرض الطبيعية للنبات من حيث كونها وسط لنمو الجذور ودعمها وتثبيت للنباتات. وهي في ذلك تختلف عن مزارع المحاليل والتي تكون فيها جذور النبات منغمسة أو معلقة طوال الوقت في المحلول ولكنها تتشابه مع مزارع المحاليل في مصدر تغذية النباتات والذي يتم في كلتا الحالتين بواسطة المحلول المغذى.

### مميزات مزارع البيئات الصلبة:

- ١ - وجود بيئة صلبة تعمل على تثبيت النباتات كما هو الحال في الزراعة في الأرض الطبيعية.
- ٢ - عدم الحاجة إلى تهوية المزرعة كما هو الحال في مزارع المحاليل.
- ٣ - لا تحتاج إلى ملاحظة مستمرة كما في حالة مزارع المحاليل.

### العيوب:

- ١ - إرتفاع التكلفة الإنشائية بالمقارنة بمزارع المحاليل.
- ٢ - الحاجة إلى تعقيم الوسط من فترة إلى أخرى.
- ٣ - صعوبة التخلص من جذور النباتات بعد الحصاد، مما يؤدي إلى تراكمها في البيئة وقد يسبب انسداد أنابيب الصرف.

## الشروط الواجب توافرها في مادة بيئة النمو الصلبة:

### أولاً: القدرة على حفظ وصرف الماء

تتوقف قدرة البيئة على حفظ وصرف الماء على حجم الحبيبات وشكلها ومساميتها، حيث إن الماء يمسك على سطوح الحبيبات وفي المسام ما بين الحبيبات. وكلما صغر حجم الحبيبات كلما ازدادت مساحة سطوحها وقربت الحبيبات من بعضها وازدادت المسافات البينية في البيئة وبالتالي تزداد قدرتها على مسك الماء.

كما أن الحبيبات غير المنتظمة في الشكل لها مساحة سطوح أكبر، وبالتالي قدرة أعلى على حفظ الماء عن الحبيبات الملساء والمستديرة، هذا بالإضافة إلى أن المواد المسامية يمكنها حفظ الماء بداخل مسامها إلى جانب ما تحتفظ به، في المسافات البينية وهذا يزيد من كمية الماء الذي تحتفظ به البيئة.

وفي الوقت الذي يجب أن تكون فيه للبيئة قدرة كبيرة على الاحتفاظ بالماء، فإنها أيضاً يجب أن تكون لها قدرة أكبر على صرف هذا الماء لضمان جودة التهوية في البيئة، ولذلك يجب نحاشي أن تكون حبيبات البيئة ناعمة جداً فتحتفظ بكمية كبيرة من الماء ويقبل معه معدل صرفه للمحلول، مما يؤدي إلى انخفاض حركة الأكسجين خلال حبيبات مادة البيئة، وما تجدر الملاحظة إليه وجود الأتربة الناعمة في بعض البيئات الصلبة خاصة بيئة الرمل والحصى والذي يزيد من قدرة الاحتفاظ بالماء ويقلل معدل الصرف بل قد يعيقه، ولذلك يجب التخلص منه بالغسيل.

### ثانياً: عدم وجود مواد ضارة أو سامة

يجب ألا تحتوي البيئة على مواد ضارة بنمو النباتات، فبيئة نشارة الخشب Sawdust مثلاً تحتوي غالباً على تركيز مرتفع من أملاح كلوريد الصوديوم NaCl نظراً لما تتعرض له ألواح الخشب من نقع في محلول ملحي لمدد طويلة وكذلك بيئات الرمل Sand والحصى Gravel قد تحتوي على تركيزات مرتفعة من الأملاح على حسب مناطق الحصول عليه، ولذلك فمن الضروري تقدير تركيز الأملاح في بيئة النمو، فإذا وجد مرتفعاً وجب التخلص منه بالغسيل بالماء العذب.

كذلك فإن الرمل أو الحصى الناتج من مادة الأصل الجيرية (والتي تحتوى على كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$ ) يجب نحاشى استخدامه حيث إن وجود كربونات الكالسيوم من شأنه أن يؤدي إلى ارتفاع رقم الـ pH للمحلول المغذى إلى الجانب انقلوى (pH أكبر من ٧) وهذا الارتفاع فى قلوية المحلول يؤدي إلى ترسيب الحديد والفوسفور، وبالتالي يعانى النبات من نقص هذه العناصر بالرغم من تواجدها فى المحلول المغذى. وعند وجود ضرورة إلى استخدام مثل هذه البيئات تحت هذه الظروف فإنه يتم غسلها بالأحماض المخففة مثل حامض الأيدروكلوريك  $\text{HCl}$ ، حيث يعمل على تحويل الكربونات فى كربونات الكالسيوم إلى ثانى أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  والماء  $\text{H}_2\text{O}$  وبالتالي يتم التخلص من الكربونات وتأثيرها القلوى، ويستكمل التفاعل بالتحاد الكلوريد مع الكالسيوم مكوناً ملح كلوريد الكالسيوم سهل الذوبان والغسيل كما يتضح من المعادلة التالية:



كما أنه من الممكن تحت ظروف خاصة تقع هذه المواد فى محلول فوسفاتى حيث يؤدي ذلك إلى تقليل خروج الكربونات إلى المحلول، ومع ذلك فإن تأثير هذه المعاملة يستمر لفترة زمنية قصيرة تنشأ بعدها مشاكل فى تغذية النبات.

### ثالثاً: درجة الصلابة

يجب أن تكون البيئة الصلبة من مادة ثابتة لا تتكسر ولا تتفتت بسهولة مما يساعد على استخدامها لفترات طويلة، بالإضافة إلى أن المواد الناعمة سهلة التكسر تفقد بناءها بسرعة وتقل أقطار حبيباتها سريعاً مما يؤدي إلى تضاعف البيئة وسوء تهوية الجذور بها لذلك فإن حبيبات أو حصوات صخر الجرانيت تعتبر من أفضل المواد من حيث الصلابة والتماسك وخاصة تلك المحتوية على نسبة عالية من الكوارتز والكالسيت والفلسبارات.

وجدير بالذكر أنه إذا ما استخدمت البيئات الصلبة فى الزراعة فى مزارع خارج

الصوبة (في الهواء الطلق Open Field) فإنه يجب تحاشي استخدام الحبيبات التي لها حواف حادة غير منتظمة، حيث إن قدرتها على تثبيت النباتات قليلة مما يجعل النباتات سهلة الرقاد بالرياح، فإذا كان ولا بد من استخدام هذه المواد فإنه يجب أن تكون الخمسة سنتيمترات العلوية من البيئة من حبيبات ذات حواف ناعمة.

وسوف نستعرض في من هذا الفصل أشهر مزارع البيئات الصلبة والتي تمثلها المزارع الرملية ومزارع الحصى ومزارع لبيئات صلبة متنوعة أخرى تنتشر في كثير من بلدان العالم.

# أولاً: المزارع الرملية

## Sand Cultures

يعتبر الرمل من أقدم وأفضل المواد التي يمكن استخدامها في بيئات الوسط الحبيبي الصلب، حيث استخدمت في بداية القرن التاسع عشر ومازالت تستخدم حتى الآن في المناطق الصحراوية من الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وبالطبع فإن نجاح الرمل كبيئة زراعية يرجع في الأساس إلى صفاته الطبيعية والكيميائية التي تتوافق مع صفات البيئة الجيدة. ويجب مراعاة ألا يكون الحجر الجيري هو مادة الأصل للرمل، كما أن رمال الشواطئ لاتصلح للاستخدام كبيئة زراعية في المزارع للأرضية لاحتوائها على نسبة مرتفعة من الأملاح، لذلك فإنه من الأنسب استخدام الرمال ذات الأصل الجرانيتي أو السليكاتي.

وأقطار حبيبات الرمل عامل هام جداً في نجاح استخدامه. فمن المعروف أن حبيبات الرمل الخشن جداً لا تحتفظ بقدر كاف من الرطوبة لقلّة مساحة السطوح الخاصة بها، كما أن الرمل الناعم جداً لايسمح بدرجة كافية من التهوية وللموازنة بين هذين العاملين (الاحتفاظ بالرطوبة وجودة التهوية) فإنه يجب أن تكون حبيبات الرمل في المزرعة الرملية ذات أقطار مختلفة متدرجة في الحجم وليست كلها من حجم واحد بل تكون في حدود ٠,٦ - ٢,٠ مم ويتم استبعاد الحبيبات الأقل أو الأكبر من ذلك.

### إنشاء المزارع الرملية

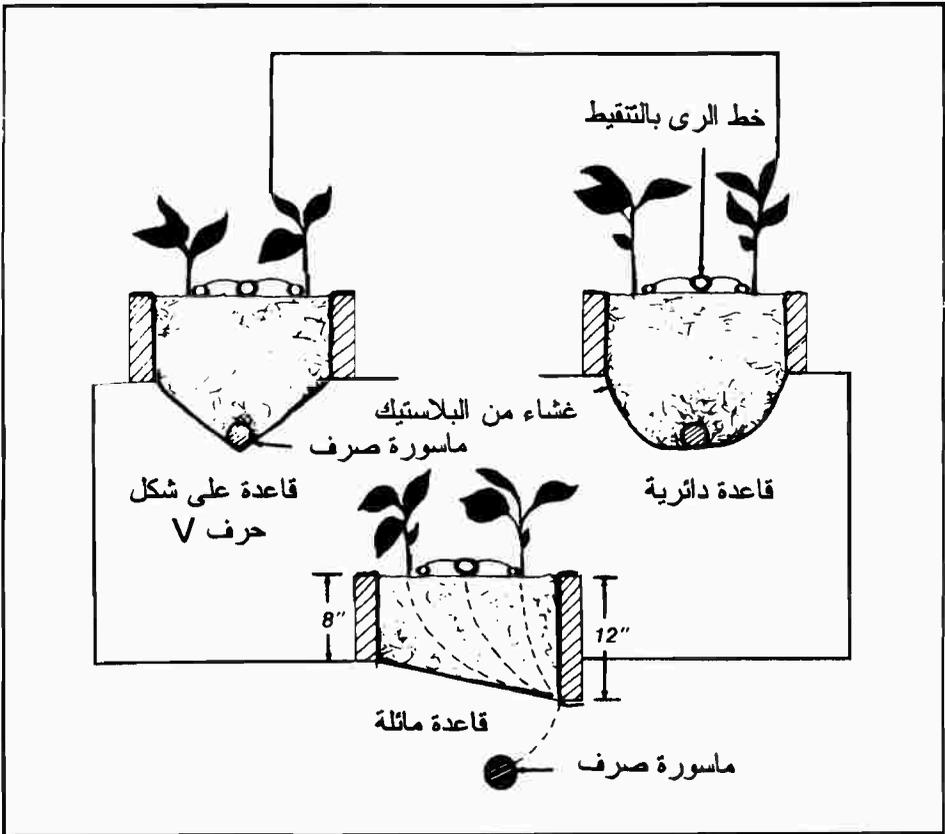
توجد ثلاثة طرق لإنشاء المزارع الرملية، في الطريقة الأولى يتم تبطين المراقد بالبلاستيك وفي الثانية يتم فرش الرمل على امتداد أرضية الصوبة المغطاة بالبلاستيك وفي الثالثة يعبأ الرمل في أكياس من البلاستيك ثم ترتب أفقياً على أرضية الصوبة.

#### الطريقة الأولى: المراقد المبطنة بالبلاستيك:

وفيها يتم بناء مراقد نمو النباتات بطريقتين:

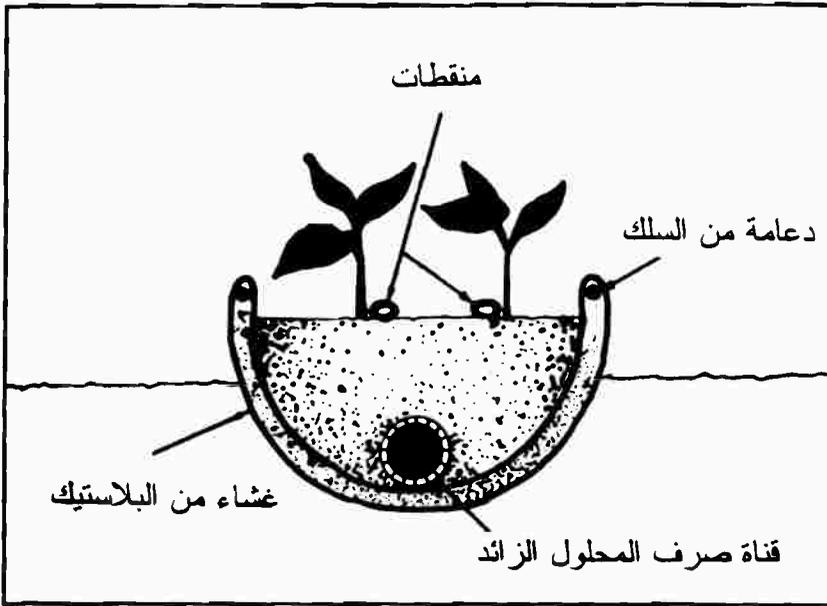
- ١ - فوق سطح الأرض : وفيها تصنع المراقد من الخشب الذي يبطن بالبولى إيثيلين السميك، ويكون قاع المرقد ذى

انحدار خفيف (١٥ سم لكل ٦٠ متراً) ليسهل عملية الصرف والغسيل عند الضرورة. ويوضع في قاع المرقد ماسورة تعمل كمصرف وليس من الضروري أن يكون قطرها ٧,٥ سم كما في مزارع الحصى، حيث إن كمية المحلول المغذى المنصرفه لا تتجاوز ٨ - ١٠٪ من كمية المحلول المضافة في كل ريه. وكما هو الحال في مزارع الحصى فإن أنبوب الصرف يوجد عليه ثقب كل حوالي ٤٥ سم وهذه الثقوب تكون على السطح السفلي للأنبوبة والمواجهة لقاع المرقد. ويتراوح عرض المرقد ما بين ٦٠-٧٥ سم والعمق ما بين ٣٠-٤٠ سم وقاع المرقد من الممكن أن يكون مستويًا أو مستديرًا أو على شكل حرب (V) وتكون ماسورة الصرف في المنتصف في كل الأحوال (شكل ١-٦).



شكل (١-٦): قطاع عرضي لعدد من مراقد النمو ونظام الري بالتنقيط

٢ - تحت سطح الأرض : عن طريق عمل قناة فى الأرض مع وضع سلك للثبيت على جانبيها بارتفاع حوالى ٥ سم فوق سطح الأرض، وعلى هذا السلك يتم طى شرائح من البولى إيثيلين مكونة حاجز أو جدار مزدوج ما بين مرقد الرمل والأرض المحفور بها هذا المرقد (أنظر شكل ٦ - ٢)، وعملية رفع حواف المرقد فوق سطح الأرض يمنع امتزاج الأرض مع رمل المرقد، بالإضافة إلى تدعيم جوانب المرقد بما يمكن معه الاستغناء عن استخدام الخشب والذى يكون مكلفاً فى المساحات الواسعة والمناطق الصحراوية.

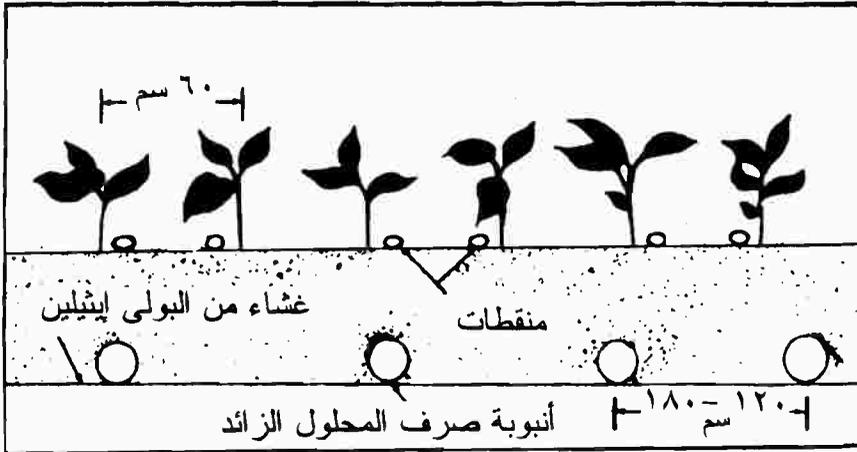


شكل (٦-٢) : قطاع عرضى لمرقد ندى قاعدة باثرية مع تدعيم الجوانب حتى ارتفاع ٥ سم فوق السطح

**الطريقة الثانية: فرش الرمل على أرضية الصوبة المغطاة بالبلاستيك:**

يمكن تقليل تكاليف إنشاء المزارع الرملية عن طريق تغطية أرضية الصوبة بشرائح من البولى إيثيلين السميك، ويتم وضع الرمل عليها بارتفاع ٣٠ - ٤٠ سم

على أن يكون ميل أرضية الصوبة في حدود ١٥ سم لكل ٣٠ متراً لتسهيل عملية الصرف. ولتحقيق ذلك فإنه يتم تسوية أرضية الصوبة وكبسها جيداً بما يوفر الثبات للأرضية وبالميل المطلوب ثم تفرد شرائح البولي إيثيلين على المساحة المراد تغطيتها بالرمل والتي يراعى فيها أن تكون متداخلة مع بعضها لمنع وجود فواصل بينها خاصة وأنه يتعذر وجود شرائح من البلاستيك مع بعضها لمنع كل عرض مساحة أرضية المزرعة. ثم توضع مواسير الصرف (قطرها ٣-٥ سم) على سطح البولي إيثيلين على مسافات بين كل ماسورة وأخرى في حدود ١٢٠ - ١٨٠ سم (ويتوقف ذلك على طبيعة الرمل المستخدم، فكلما كانت الحبيبات ناعمة كلما قلت المسافة بين المواسير)، وهذه المواسير تكون في خطوط متوازية مع ميل سطح الأرض وتصب في النهاية في مصرف مجمع يتم فيه تجميع المحلول المغذى واستخدامه في أغراض أخرى خارج الصوبة. وبعد وضع المواسير يتم فرش الرمل على كامل المساحة وبعمق لا يقل عن ٣٠ سم لتجنب مشاكل عدم انتظام الرطوبة أو احتمال امتداد جذور النباتات إلى داخل أنابيب الصرف. ويراعى أن يتم تسوية سطح الرمل وإعطاؤه نفس ميل سطح الأرض (شكل ٦-٣).



شكل (٦-٣) : قطاع عرضي لأرضية صوبة ثم فرشها بالكامل ببينة الرمل بميل مناسب

### الطريقة الثالثة: تعبئة الرمل فى أكياس من البلاستيك:

وفى هذه الطريقة يتم تعبئة الرمل المراد استخدامه فى الزراعة للأرضية فى أجولة أو أكياس من البلاستيك السميك ذات اللون الأبيض للاستخدام صيفاً، أو اللون الأسود للاستخدام شتاءً وبطول من ٦٠ - ٩٠ سم وقطر من ٢٥-٣٥ سم. تربط أو تلحم فتحة كل جوال أو كيس ثم ترص أفقيًا فى صفوف متوازية على أرضية الصوية وعلى مسافات تتناسب مع مسافات الزراعة للمحاصيل المراد زراعتها. وعلى خط المنتصف للسطح العلوى لهذه الأكياس يتم عمل فتحات لوضع البادرات بمسافات الزراعة المناسبة للمحصول المنزوع على أن تكون هذه الفتحات ذات قطر مناسب لحجم البادرة. وفى هذا النوع من المزارع لا توجد مواسير للصرف، بل يكتفى بعمل فتحات صغيرة فى الجانب الملامس للتربة لصرف المحلول الزائد.

### رى المزارع الرملية:

عادة ما تروى المزارع الرملية بالنظام المفتوح Open system حيث يضاف المحلول المغذى إلى الرمل بمعدل يسمح برشح ٨ - ١٠ ٪ من كمية المحلول المضاف. والمحلول المنصرف لا يعاد استخدامه فى الرى مرة أخرى وهذا بعكس النظام المغلق Closed system الذى يستخدم فى مزارع الحصى حيث يعاد إستخدام وتدوير المحلول المغذى باستمرار.

وأفضل الطرق لرى المزارع الرملية هو نظام الرى بالتنقيط Drip Irrigation وفيه يتم تغذية كل نبات بمفرده باستخدام نقاط Drippers أو أنابيب تغذية مثقبة تسمح بتصريف كمية معينة من المحلول خلال فترة زمنية محددة إلى سطح الرمل وبالقرب من قاعدة النبات.

وسوف نتناول هذا النظام بشيء من التفصيل فى الأجزاء التالية:

### مكونات نظام الرى بالتنقيط:

يشتمل نظام الرى بالتنقيط على الأجزاء التالية:

١ - الطلمبة أو المضخة Pump .

٢ - وحدة التحكم Control Unit .

٣ - خطوط توزيع المياه:

( أ ) الخط الرئيسي Main Line أو Header Line .

( ب ) الخط تحت الرئيسي Sub - main line .

( ح ) الفرعيات Laterals .

( د ) المنقطات Drippers .

هذا بالإضافة إلى ما يشتمله النظام من معدات أخرى مساعدة مثل الصمامات ومنظمات الضغط ومقاييس الضغط وخلافه (انظر شكل ٦ - ٤) .

**أولاً: المضخة:**

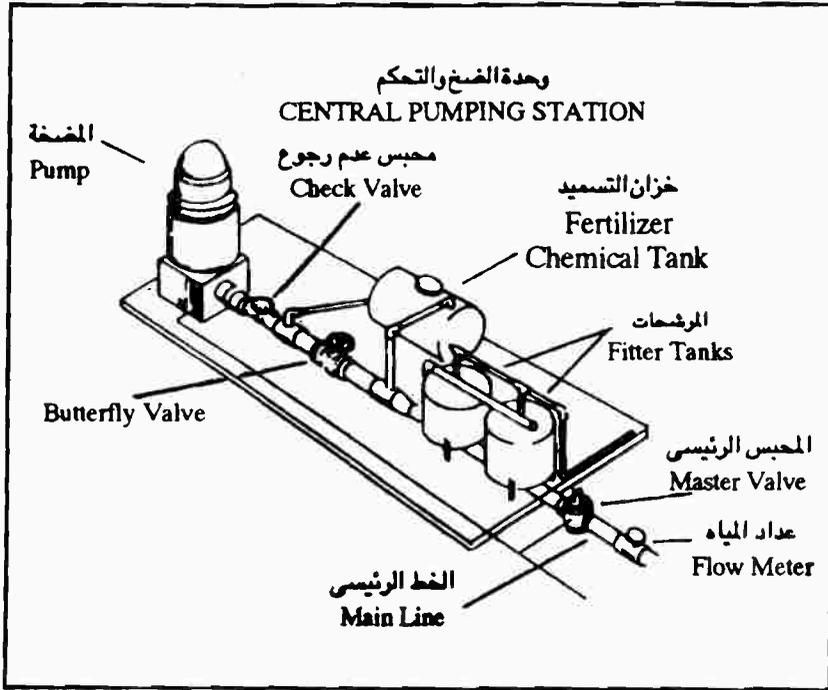
نظراً لصغر حجم البيوت المحمية (الصوبات) أو المساحات المنفذ بها مثل هذه المزارع، بالإضافة إلى ضخ المحلول أو الري بمعدلات صغيرة فإن مضخة صغيرة أو متوسطة الحجم تكفي للقيام بالغرض المطلوب، وعادة ما تستخدم مضخة قدرتها المائبة حوالي ٨ حصان.

**ثانياً: وحدة التحكم:**

تعتبر وحدة التحكم أهم مكونات نظام الري بالتنقيط ومن خلالها يتم التحكم في عمليات التشغيل المختلفة مثل التحكم في الضغوط وتصرفات المياه وتزويد النباتات بالأسمدة، بالإضافة إلى ما تقوم به من ترشيح لمياه الري، وتشمل هذه الوحدة على:

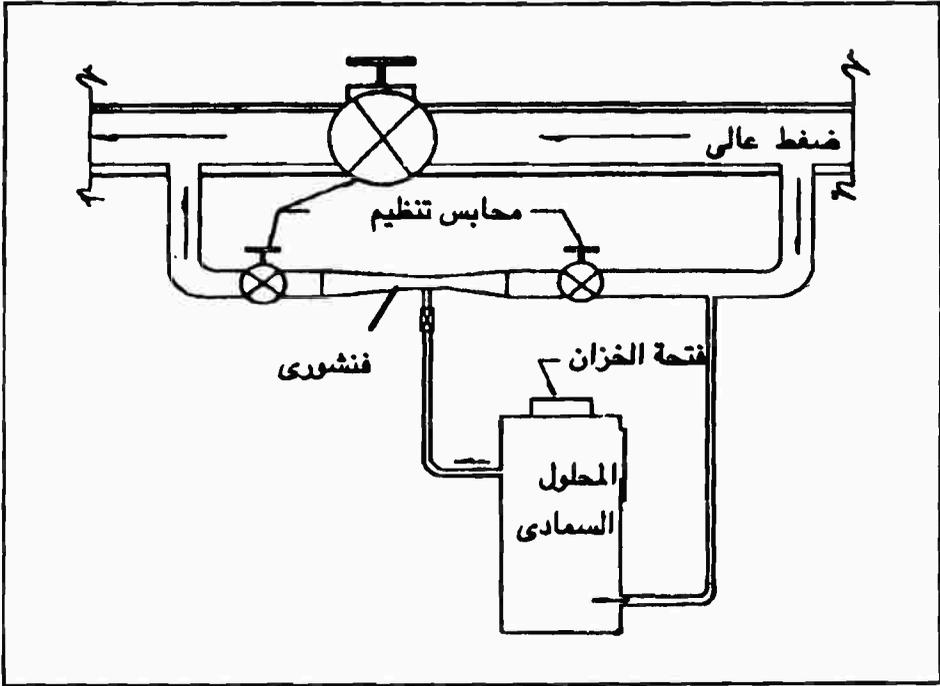
١- تنك التسميد:

يتم في هذا الوعاء أو التنك وضع الأسمدة الذائبة (المحاليل المغذية) حيث تخقن مع ماء الري. وهو عبارة عن وعاء محكم القفل مجهز بالوصلات والخرطوم اللازمة ويكون مكانه بعد المضخة وقبل المرشحات (انظر شكل ٦ - ٤) .



شكل (٦-٤): المكونات العامة لنظام الري بالتنقيط

وهناك طريقتان لحقن المحلول المغذي، إحداهما باستخدام حاقن السماد أو المجزىء Proportionater حيث يقوم بحقن جزء من المحلول السمادى المركز بنسبة معينة فى حجم معلوم من ماء الري بحيث يكون التركيز النهائى للعناصر فى ماء الري هو نفس النسبة المطلوبة للمحلول المغذي المخفف (شكل ٦-٥). وعن استخدام المجزىء يراعى أن يكون هناك ٢ محلول مركز (A&B) الأول يحتوى على نترات الكالسيوم والحديد المخلبي، والثانى لباقي الأملاح. وعادة ما يتم أخذ جزء واحد من كل محلول ويتم تخفيفه بمقدار ٢٠٠ مرة بالماء المار خلال المواسير.



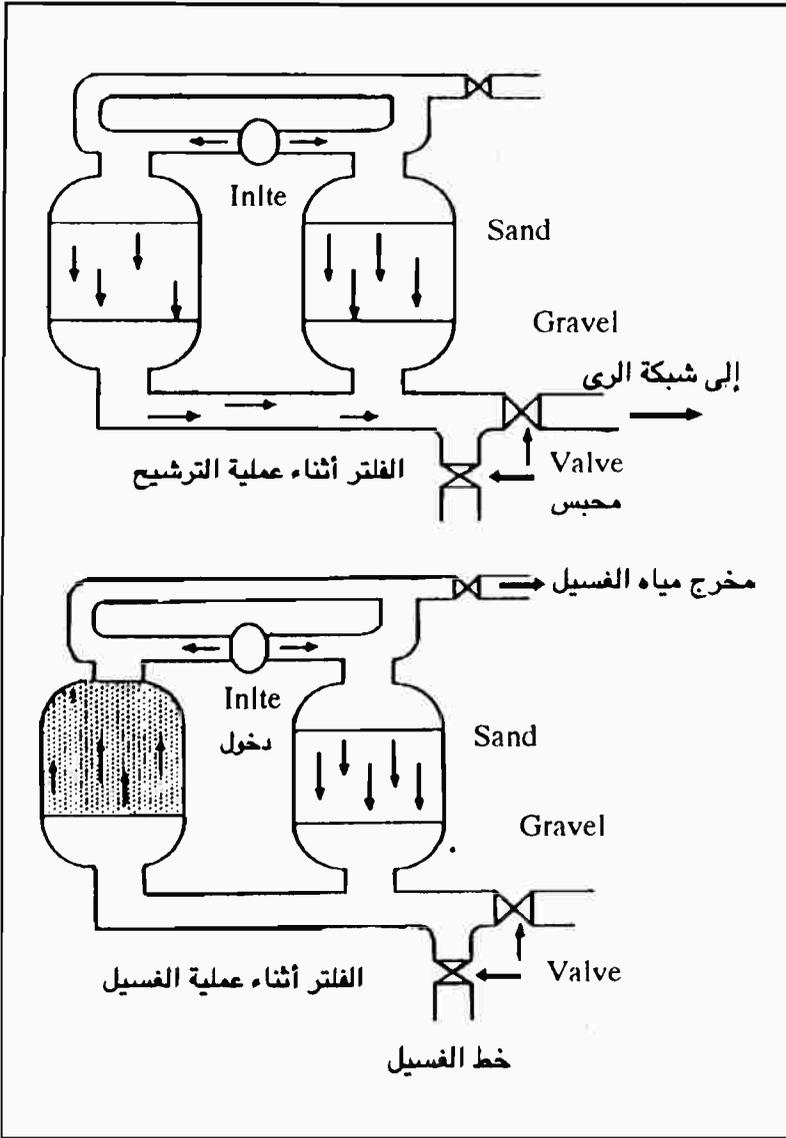
شكل (٦-٥): وضع السماد المركز في تنك التسميد وخلطه مع ماء الري ليعطى المحلول المخفف بتركيزاته المحسوبة

والأخرى باستخدام الري بالمحلول المغذى المخفف مباشرة عن طريق الضخ في المواسير الرئيسية للري من تنكات تخزين كبيرة تحتوى على المحلول، وهذه الطريقة يفضلها كثير من المزارعين لتلاقي أى أعطال قد تحدث أثناء عمل الحاقنات، ومع ذلك فهناك عدة مزايا لاستخدام الحاقنات تشمل:

- ١ - تحتاج إلى مساحات أقل.
- ٢ - تكلفة أقل فى الانشاءات الأولية.
- ٣ - من الممكن تغيير تركيب المحلول المغذى بسرعة تتواءم مع التغير فى مراحل النمو.

حيث إن مياه الري تحتوى على بعض المواد المعلقة (مواد عضوية أو مواد معدنية) أو المواد غير الذائبة من الأسمدة، لذا فلا بد من ترشيح المياه قبل ضخها للتخلص من هذه الشوائب حتى لا تسبب إعاقة لسريان الماء فى المواسير أو انسداد المنقطات. ويتوقف نوع المرشح المستخدم على حسب مصدر مياه الري (مياه الترعى أو مياه الآبار).

وأهم المرشحات التى تستخدم فى الري بالتنقيط هى المرشحات التى تحتوى على الحصى المتدرج الحجم والرمل فى طبقات وبأعماق مختلفة. وتمر مياه الري على هذه المرشحات وتسرى من خلاله من أعلى إلى أسفل فتحجز الشوائب ويخرج الماء أو المحلول نقيًا خاليًا من أى عوالق. وعندما يمتلىء المرشح بهذه الشوائب ينظف وذلك بدفع تيار من الماء فى اتجاه معاكس (أى من أسفل إلى أعلى) حتى يتم التخلص من الشوائب العالقة بين حبيبات الرمل والحصى. وهذا المرشح يفيد فى حالة احتواء مياه الري على نسبة كبيرة من الحبيبات الدقيقة (شكل ٦ - ٦).



شكل (٦-٦): عملية تنظيف المرشح الرملي

ويوجد نوع آخر من المرشحات يعتمد عملها على مساحة سطح المرشح حيث يكون في صورة شبكة من السلك الرفيع أو البلاستيك (مصفاة) Screen filter تمنع دخول الحبيبات خلالها. وتصلح هذه المرشحات عندما تكون المياه محملة بحبيبات أقطارها أكبر من فتحات المرشح، وبالطبع فإن هذا النوع من المرشحات لا يصلح إذا كانت المياه محملة بمواد غروية دقيقة مثل حبيبات الطين كما أنها عرضة للتمزق تحت ضغوط سريان المياه. ولذلك يوجد في الأسواق بعض المرشحات تتكون من طبقتين من شبك السلك بفتحات مختلفة الأقطار، حيث تعمل الطبقة الأولى على منع الحبيبات الكبيرة، بينما تقوم الطبقة الثانية بحجز الحبيبات الأصغر حجماً. والأفضل بالنسبة للمحاليل المغذية استخدام مرشح شبكي أقطاره في حدود ١٠٠ مش.

وهناك نوع ثالث من المرشحات يسمى المرشح الدوامي ويعتمد عمله على فصل الحبيبات عن طريق عملية الطرد المركزي. والمرشح عبارة عن مخروط مقلوب يدخل ماء الري من أحد جوانبه ليخرج من الطرف الأعلى ونتيجة لإندفاع المياه بشدة داخل المخروط فإنها تأخذ مساراً دائرياً يتباعد عن مركز المرشح إلى الجوانب نتيجة لقوة الطرد المركزي ويصلح هذا النوع من المرشحات في حالة المياه المحملة بكثير من حبيبات الرمل حيث تترسب في قاع المرشح.

وبصفة عامة فإنه يجب تنظيف المرشح من فترة لأخرى حتى تظل نظيفة ولا تفقد كفاءتها.

#### ثالثاً: خطوط توزيع المياه أو للحلول:

هي عبارة عن مواسير من مادة PVC مختلفة الأقطار تحمل المياه بعد خروجها من المرشحات وتوصلها إلى قرب جذور النبات. وتندرج هذه المواسير في أقطارها، فمواسير الخطوط الرئيسية Main lines تصنع من PVC بأقطار من ٣,٥ إلى ٥ سم حسب حجم المساحة المروية.

أما خطوط التوزيع Sub-main lines فيكون أقطارها ما بين ١,٥ - ٢,٥ سم، وتتصل خطوط التوزيع بالخط الرئيسي بوصلات على شكل حرف T. ومن خطوط التوزيع تخرج الفرعيات Laterals (خراطيم الري) أقطارها ٠,٥ بوصة (١,٢٥ سم) بما عليها من منقطات Drippers مصنعة حيث يكون موضع النقاط بالقرب من قاعدة النبات، ويراعى فى المنقطات أن يكون معدل تصريف كل منها للمحلول المغذى أو ماء الري فى حدود من ٤ - ٦ لتر فى الساعة ويلاحظ أن النقاط عرضة للانسداد بسهولة بواسطة الحبيبات المعلقة أو من كربونات الكالسيوم، ولذلك يجب أن يتم تسليكها على فترات متتالية لضمان تصريف المحلول منها بالقدر المناسب.

وجميع أجزاء نظام الري (المنقطات - الوصلات - المواسير - الخراطيم) ذات لون أسود لمنع نمو الطحالب داخلها.

فى بعض النظم لا تستخدم منقطات، ولكن يمكن استخدام أنابيب الاسباجيتى بدلا منها. وبالرغم من أن أنابيب الاسباجيتى تعتبر اقتصادية أكثر من المنقطات المصنعة إلا أنها تحتاج إلى عماله أكثر فى تركيبها وصيانتها كذلك يمكن الاستغناء عن أى من المنقطات أو الأنابيب الاسباجيتى وذلك بجعل خراطيم الفرعيات مثقبة على مسافات قدرها ١٠ سم من بعضها البعض وتخرج المحاليل من هذه الثقوب لتغذى النباتات، وهذه الخراطيم أكثر سهولة فى التركيب ولكنها تستهلك بسرعة، وبالتالي يلزم استبدالها بين كل محصول وآخر.

ويتوقف معدل الري وطول فترة الري على مجموعة من العوامل منها نوع النبات، المرحلة السنوية له، حالة الطقس والوقت من اليوم وفى كل الأحوال فإنه يجب استخدام جهاز التنشوميتر Tensiometer لتحديد موعد الري والذى يتم بما يسمح بصرف ما لا يزيد عن ٨ - ١٠٪ من كمية المحلول المضاف فى كل دورة رى وهذا ممكن تحديده بقياس كمية المحلول المار خلال الخط الرئيسى وتلك التى تتساقط من خط الصرف الرئيسى. ويمكن استخدام ساعة ميكاتية Timer

وتنشوميتتر لضبط طول فترة الري وفي هذه الحالة يكون عدد مرات الري من ٢ - ٥ مرات يومياً.

ويتم كل أسبوعين تحليل مياه الصرف لمعرفة محتواها الكلي من الأملاح، فإذا زاد تركيز الأملاح في ماء الصرف عن ٢٠٠٠ جزء في المليون، فإن المرقد كله يتم غمره بالماء العذب للتخلص من هذه الأملاح. ويجب ملاحظة أنه إذا كان ماء الري لا يحتوى على تركيز مرتفع من الصوديوم فإنه يمكن استخدام هذا الماء في ري النباتات حتى تقوم النباتات نفسها خلال بضعة أيام بخفض محتوى المرقد من الأملاح إلى درجة يمكن بعدها استخدام المحلول المغذى في الري مرة أخرى.

وعند استخدام الحاقنات في الري يجب أن يختبر مرتين أسبوعياً لمعرفة مدى كفاءتها في العمل والتأكد من أن كل حاقن يعطى الكمية المطلوبة من السماد المركز في ماء الري. أما عند استخدام تنكات التخزين الكبيرة بدون حاقنات فيجب التأكد من أن حجم التنك كافياً لإعطاء كمية الماء اللازمة لكل نبات لمدة أسبوع على الأقل.

وحيث إن نظام الري والتغذية في المزارع الرملية نظام مفتوح فليس هناك ضرورة لمتابعة التغيير في تركيب المحلول المغذى في تنك التخزين، ولكن يجب قياس رقم الـ pH لهذا المحلول على فترات خاصة إذا كان ماء الري قلوياً التأثير، كما أنه لا توجد ضرورة لغسيل تنك التخزين بانتظام كما هو الحال في مزارع الحصى، ولكن يمكن أن يكون ذلك عند الضرورة وعلى فترات للتخلص من أى رواسب أو شوائب مترسبة من الأسمدة وعندما يتم سحب كل المحلول المغذى من التنك تخضر كمية أخرى طازجة من المحلول المغذى.

### إعداد الشتلات وزراعتها:

إن الزراعة في المزارع اللاأرضية يعتمد على استخدام الشتلات في الزراعة بصفة أساسية وتحت ظروف خاصة يمكن استخدام البذور مباشرة. وإعداد الشتلات يتم

بزراعة بذور النباتات فى بيئات طبيعية (معدنية أو عضوية) أو مصنعة فى حيز يقل كثيراً عن مكان الزراعة المستديم مما يؤدى إلى:

١ - الاستخدام الأمثل للبذور والمساحة المتاحة تحت الصوبة أو خارجها.

٢ - تكثيف عمليات الخدمة ومقاومة الآفات.

٣ - التحكم فى درجات الحرارة المناسبة لكل محصول للحصول على أحسن نسبة إنبات وأفضل نمو، حيث تتفاوت النباتات فى مدى احتياجاتها من درجات الحرارة الصغرى والعظمى اللازمة لإنبات البذور (جدول ٦ - ١).

جدول رقم (٦-١) : يوضح مدى التفاوت فى الاحتياجات الحرارية اللازمة لإنبات بذور بعض محاصيل الخضراوات.

المحصول	درجة الحرارة الصغرى C م	درجة الحرارة العظمى C م	درجة الحرارة المثلى C م
الخس	صفر	٢٤	٢١
السبانخ	صفر	٢٤	٢١
القرنبيط	٤,٥	٣٥	٢٧
الطماطم	١٠	٣٥	٢٩
الباذنجان	١٥	٣٥	٢٩
الفلفل	١٥	٣٥	٢٩
الخيار	١٥	٤٠	٣٥
الشمام	١٥	٤٠	٣٥
البطیخ	١٥	٤٠	٣٥
الكاتالوب	١٥	٤٠	٣٥

٤ - اختصار فترة الحصول على بادرات قوية ومتجانسه. ومن الثابت أن فترة النمو تقل بزيادة أو ارتفاع درجة الحرارة فى المشتل والعكس صحيح حيث تزداد هذه الفترة بإنخفاض درجة الحرارة (جدول ٦ - ٢).

جدول رقم (٦ - ٢): يوضح العلاقة بين درجة حرارة المشتل والمدة اللازمة لإنبات بذور بعض محاصيل الخضار.

درجة الحرارة	١٥ درجة مئوية	٢٠ درجة مئوية	٢٥ درجة	٣٠ درجة
المحصول	٢٥ يوم	١٣ يوم	٨ أيام	٨ أيام
الفلفل	١٤ يوم	٨ أيام	٦ أيام	٦ أيام
الطماطم	١٣ يوم	٦ أيام	٤ أيام	٤ أيام
الخيار	--	٨ أيام	٤ أيام	٤ أيام
الكانتالوب				

والجدول يظهر بوضوح العلاقة العكسية بين درجة الحرارة في المشتل وفترة نمو البذور.

#### الأوعية المستخدمة في إنتاج الشتلات:

هناك عدة أوعية تستخدم في إنتاج الشتلات المطلوبة للزراعة في المزارع للأرضية والتي تتميز بما يلي:

- ١ - يمكن استخدامها أكثر من مرة بنفس الكفاءة.
- ٢ - خفيفة الوزن سهلة الحمل والتخزين في حيز ضيق عند عدم الاستعمال.
- ٣ - أن تكون من مواد لاتصدأ حتى لاتؤثر على نمو البادرات.
- ٤ - لاتتأثر كثيراً بدرجات الحرارة الخارجية.
- ٥ - رخيصة الثمن واقتصادية الاستخدام.

ومن أهم الأوعية المستخدمة في إنتاج الشتلات ما يلي (شكل ٦ - ٧):

#### الأصص البلاستيك Plastic Pots

وتستخدم بأشكال وأحجام مختلفة تناسب مع نوع وحجم النبات حتى موعد نقله وزراعته في بيئة النمو المستديمة.

#### صواني الإنبات Seedling Trays

وتصنع هذه الصواني من البلاستيك الخفيف والمقسم داخلياً بحواجز تشكل

فيما بينها وحدات تكفي لإنبات نبات واحد يسهل نقله إلى بيئة النمو. كما تصنع هذه الصواني أيضاً من الإستيروفوم Styrofoam الذي يحتوى على عدد من العيون المخروطية أو المستديرة الشكل ويتراوح عددها ما بين ٨٤ - ٢٠٩ وحدة تملأ بالبيئة المخصصة للمشتل وتزرع بها البذور.

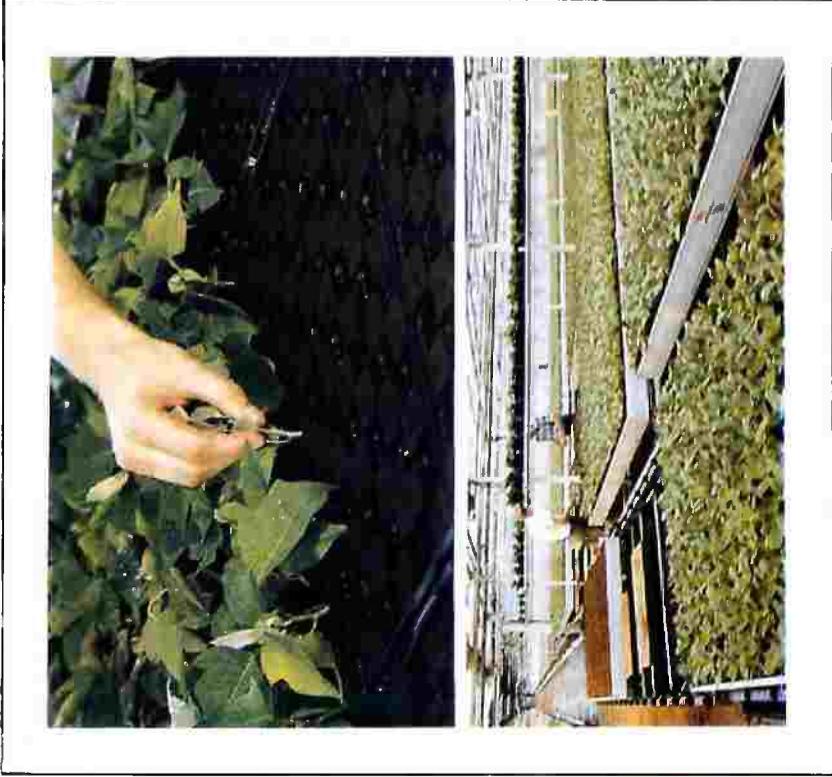
### أوعية متنوعة Different Containers

يوجد الآن العديد من الأوعية التي تستخدم لمرة واحدة وغالباً ما تكون أوعية ورقية منها الأصص والصواني Paper pots & Trays وهي شبيهة للأصص والصواني المصنعة من البلاستيك أو الاستيروفوم. كما يمكن استخدام أوعية من مكعبات من الـ Jiffy cubes ذات الأقطار المتنوعة التي تناسب إنبات العديد من النباتات، وأوعية الـ Jiffy هذه تعتبر بيئة ووعاء في نفس الوقت ولا تحتاج إلا لوضع البذور بها وربها للحصول منها على بادرات جيدة. تنقل هذه المكعبات بكاملها (المكعب وبه البادرة) إلى بيئة النمو المستديرة. كما قد يستعمل آلات خاصة تقوم بصنع مكعبات من مخلوط التربة Soil mixture أو البيت موس Peat moss تعرف بمكعبات التربة Soil blocks ومكعبات البيت Peat blocks تزرع فيها البذور حتى الوصول إلى الحجم المناسب لعملية النقل فتنقل مباشرة إلى بيئة النمو المستديم. كما قد يستخدم الصوف الصخري Rockwool أو صوف الخبث Slagwool أو الفوم Foam في شكل مكعبات متنوعة الأشكال والأحجام لإنبات البذور.

### البيئات المستخدمة في إنتاج الشتلات:

تستخدم العديد من البيئات في إنبات البذور وتكوين الشتلات. ومن هذه البيئات الرمل والبرليت والفيرميكيوليت ونشارة الخشب والبيت موس التي تستخدم أي منها بمفردها أو مخلوطة مع غيرها بنسب معينة بحيث تعطي في النهاية بيئة جيدة لنمو الشتلات. ويجب أن تتميز البيئة بما يلي:

١ - توفر الوسط الملائم لإنبات البذور وتثبيت الجذور والنباتات.



شكل (٨-٦) : إنتاج الشتلات في أوعية مختلفة وعلى مساحات كبيرة للإنتاج التجاري للمبانات.



شكل (٧-٦) : بعض نماذج أوعية إنتاج الشتلات المستخدمة في الزراعات اللازضية.

٢ - تحتفظ بقدر مناسب من الرطوبة وتوفر المستوى المطلوب من الأكسجين لتنفس جذور النباتات.

٣ - أن يكون حجمها ثابتاً ولا يقل أو ينضغط أثناء نمو البادرات والذي قد يظهر عند استخدام بيئات عضوية غير كاملة التحلل، لذلك يجب أن تكون البيئة في هذه الحالة تامة التحلل.

٤ - أن تكون متوسطة الخصوبة وذات درجة pH مناسبة.

هذا ويمكن أن يضاف إلى مخلوط بيئة المشتل بعض العناصر الغذائية الأساسية بالنسب التالية كمثال:

العنصر	التركيز	العنصر	التركيز
النيروجين النتراتي	١٠٠ - ٢٥٠ ppm	الفوسفور	١٢٥ - ٤٥٠ ppm
البوتاسيوم	٧٥ - ١٥٠ ppm	الكالسيوم	٨ - ١٣ مليمكافىء/١٠٠ جم
العناصر الصغرى	١٥ - ٢٥ ppm	المنسيوم	١,٢ - ٣,٥ مليمكافىء/١٠٠ جم

وفيما يلي أمثلة لمخاليط البيئات المختلفة المستخدمة تحت الظروف المصرية:

مخلوط (١)	مخلوط (٢)	مخلوط (٣)	مخلوط (٤)	مخلوط (٥)
بيت موس (٧٥٠) بالحجم	بيت موس (٧٥٠) بالحجم	بيت موس (٧٥٠) بالحجم	نشارة خشب ناعمة (٧٦٠) بالحجم	نشارة خشب ناعمة (٧٨٠) بالحجم
فيرميكيوليت (٧٥٠) بالحجم	فيرميكيوليت (٧٤٠) بالحجم	رمل مفسول (٧٥٠) بالحجم	رمل مفسول (٧١٥) بالحجم	رمل مفسول (٧٥) بالحجم
	برليت (٧١٠) بالحجم		تربة طميية معقمة (٧٢٥) بالحجم	تربة طميية معقمة (٧١٥) بالحجم

## تعقيم مخاليط البيئة قبل الزراعة:

يجب تعقيم مخاليط البيئة قبل الزراعة بأسبوعين إلى ثلاثة أسابيع وذلك باستخدام بروميد الميثيل بمعدل ٦٠٠ جرام لكل متر مكعب من مخلوط البيئة، وبعد الإضافة يتم تغطية البيئة بالبلاستيك لمدة ٢ - ٣ أيام ثم يرفع البلاستيك للتهوية.

## إنتاج الشتلات:

يتم زراعة البذور داخل الأوعية المخصصة لإنتاج الشتلات باتباع الخطوات التالية:

١ - تعقيم الصواني أو أواني الشتل قبل الزراعة بأى من الفورمالدهيد أو بالمبيدات الفطرية ثم تترك للتهوية حتى تزول رائحة محلول التعقيم تماماً من الإناء.

٢ - تملأ الصواني أو أى من أوعية الزراعة المستخدمة بمخلوط البيئة المجهز لزراعة البذور، ثم يضغط عليها بحيث تكون مكبوسة جيداً ولايتخللها فراغات هوائية كثيرة حتى لانهبط مع مياه الري بعد الزراعة.

٣ - يتم عمل ثقوب بعمق لايزيد عن ١ سم فى وحدات مخلوط البيئة، ثم يوضع فى كل منها بذرة من بذور النباتات المراد زراعتها ويتم تغطيتها بطبقة رقيقة من المخلوط ثم يتم الري.

٤ - توضع الصواني على حوامل خشبية أو حديدية بحيث لاتوضع على سطح الأرض مباشرة حتى لاتخرج الجذور من الفتحات السفلية للصواني وتأخذ طريقها إلى التربة مما يسبب فقد لجزء من الجذور عند نقل الشتلات. وفى حالة عدم وجود حوامل للصواني الإنبات يتم وضع شريحة من البلاستيك على الأرض ثم توضع فوقها الصواني.

٥ - توالى البذور بالرى وتحفظ فى درجة حرارة مناسبة لنمو البذور وحتى الوصول بالشتلات إلى الحجم المناسب للنقل فى بيئة النمو المستديمة (شكل ٦ - ٨).

ويراعى أن لا يكون مخلوط البيئة رطباً باستمرار طوال عملية إنتاج الشتلات حتى لاتنمو الفطريات على سطح البيئة. كما يجب المحافظة على أن يكون الري دائماً فى الصباح وتجنب الري فى وقت الظهيرة حتى لاتتعرض النباتات للإصابة بلفحة الشمس.

#### مواصفات الشتلة الجيدة:

يجب أن تتوفر فى الشتلات الناتجة المواصفات التالية:

- ١ - أن تكون الشتلة جيدة فى مظهرها، نموها الخضرى قوى، لونها أخضر داكن، والساق مستقيم ومتخشب وخالى من أى أعراض للأمراض والآفات.
- ٢ - أن يكون المجموع الجذرى قوياً وملتفناً داخل المكعب حتى يمكن نقل الشتلة بما حولها من بيئة النمو إلى المكان المستديم.
- ٣ - يتم نقل الشتلات عندما تكون قد وصلت إلى ٢ - ٣ ورقات حقيقية بخلاف الأوراق الفلقية.

ويراعى أن تكون بيئة النمو فى صوانى وأوعية الإنبات رطبة أو مبللة قبل نقل الشتلات ونقلها إلى المكان المستديم حتى لاتحدث أى أضرار للجذور. هذا وتتراوح فترة نمو الشتلة حوالى ٢١ - ٢٥ يوماً لكل من نباتات الخيار والكانتالوب وحوالى ٢٨ يوماً لنباتات الطماطم وتصل هذه الفترة إلى حوالى ٤٠ - ٥٠ يوماً لنباتات الفلفل.

#### زراعة الشتلات فى المكان المستديم للزراعة الأرضية فى البيئات

##### الصلبة:

- عندما تصل الشتلات إلى الحجم المناسب والمواصفات السابقة وتجهيز بيئة النمو المستديمة يتم اتباع الخطوات التالية لنقل الشتلات إليها:
- ١ - يتم رى بيئة النمو قبل الزراعة (نقل الشتلات) بيوم واحد حتى تصبح البيئة مبللة بالماء.

٢ - تحفر جور بعمق مكعب الشتلة على بعد من ١٠ - ١٥ سم على جانبي خط الري (في حالة نظام الري بالتنقيط) وعلى أبعاد من ٣٠ - ٥٠ سم من بعضها على الصف الواحد على حسب نوع النبات.

٣ - توضع الشتلات داخل الجور التي تم حفرها مع الحرص والمحافظة على أن تكون الجذور كاملة داخل هذه الجور، ثم يتم الردم حولها ولا تترك فجوات هوائية.

٤ - تروى الشتلات بعد زراعتها لمدة ٢ - ٣ أيام حتى يكتمل تجميع بيئة النمو حول النباتات بصورة طبيعية، ثم يمنع عنها الري بعد ذلك لمدة ٢ - ٤ أيام حسب نوع البيئة بهدف تشجيع نمو الجذور ثم يوالى الري بانتظام حسب نظام الري المعد في المزرعة.

٥ - تجرى عملية الترقيع للشتلات الغير ناجحة بعد أسبوع من الشتل وبعد التأكد من نجاح الشتلات المتبقية في المزرعة. وهذا يتطلب أن يكون هناك احتياطي من الشتلات في حدود من ٥ - ١٠٪ من الشتلات المطلوبة للزراعة.

### تعقيم بيئة المزارع الرملية:

يتم تعقيم بيئات الرمل عن طريق استخدام طريقة التدخين Fumigation والتي تعمل على التخلص من أى أمراض مصدرها الأرض أو من النيमतودا وإن كان لايمكنه تخلص الرمل من فيروس موزايك الدخان Tobacco mosaic virus (TMV) أو فيروس موزايك الخيار Cucumber mosaic virus II (CMVII) ويوجد مادتان من المواد المدخنة Fumigants يمكن استخدام أحدهما بنجاح الأول هو الـ Vapam والذي يضاف مع نظام الري والثاني بروميد الميثيل Methyl bromide والذي يستخدم تحت ضغط عبر مواسير نظام الصرف الموجود في قاع مراقد البيئة وفي كلتا الحالتين يتم تغطية كامل مساحة مرقد الزراعة بالبولى إيثيلين قبل وضع المادة المدخنة. وعند

استخدام الـ Vapam مع ماء الري فإنه يجب التخلص جيداً منها بعملية غسيل بماء نقي ولا تتم الزراعة إلا بعد ٤ - ٥ أيام من عملية التعقيم بالتدخين.

ولتخليص الرمل من TMV or CMVII يستخدم التعقيم بالبخار، فإذا كانت الصوبة بها نظام تسخين بالماء المغلي فإنه يمكن استخدام هذا النظام في توليد بخار الماء لتعقيم المراقد حيث يتم ضخ البخار من خلال نظام الصرف إذا كان النظام المستخدم يتلاءم مع ذلك. وتوجد وسيلة أخرى يمكن استخدامها في التعقيم بالبخار تعرف بنظام التعقيم المتنقل وفيها يتم وضع أنبوبة على عمق عدة بوصات من سطح الرمل ثم يغطى السطح بشريحة من البولي إيثيلين قبل ضخ البخار وبعد الانتهاء من عملية التعقيم تنقل هذه المواسير إلى مرقد آخر لتعقيمه وهكذا..

## مزايا وعيوب المزارع الرملية:

### المزايا:

يمكن حصر مزايا المزارع الرملية فيما يلي:

- ١ - استخدام النظام المفتوح Open system في التغذية يقلل من انتشار الأمراض مثل الفيوزاريوم والفريسيليوم في البيئات بدرجة كبيرة.
- ٢ - تقل مشاكل انسداد أنابيب الصرف، حيث إن كثافة بيئة الرمل تشجع الانتشار الأفقى للجذور.
- ٣ - نعومة حبيبات الرمل تشجع الحركة الجانبية أو الأفقية للماء بواسطة الخاصية الشعرية مما يضمن توزيع جيد للمحلول المغذى في وسط النمو.
- ٤ - يمكن ضمان تهوية جيدة للجذور من خلال الاختيار الصحيح للرمل مع نظام الري بالتنقيط.
- ٥ - يتم تغذية كل نبات على حده بمحلول مغذى جديد خلال كل دورة ري وبالتالي لا يوجد مشاكل عدم اتزان بين المغذيات.

٦ - النظام بسيط، سهل الصيانة والخدمة وتكاليف الإنشاء أقل من مزارع الحصى التي تروى بالرى تحت السطحي.

٧ - نظرا لصغر أقطار حبيبات الرمل، فإن له قوة مسك للماء مرتفعة، وبالتالي فإن عدد الريات المطلوبة خلال اليوم أقل منه في حالة مزارع الحصى. وإذا حدثت مشاكل في نظام الري فإن هناك بالبيئة كمية كافية من الرطوبة تكفي لضمان حياة النبات حتى يتم الإصلاح.

٨ - يمكن وضع خزانات المحلول أو الحاقتات في أماكن بعيدة عن مراقد النمو.

٩ - يتوفر الرمل في معظم المواقع مما يتيح الفرصة لإنشاء مثل هذه المزارع، وعند استخدام رمل جبرى يمكن تعديل تركيب المحلول بما يسمح بمعادلة تغيرات pH المحلول ونقص الحديد أو بعض العناصر الأخرى.

### العيوب:

أما عيوب المزارع الرملية فهي:

١ - أحد العيوب الكبرى هي ضرورة استخدام الكيماويات والبخار لتعقيم البيئة ما بين محصول وآخر.

٢ - انسداد خطوط الري بالتنقيط بالرواسب وهذا يمكن التغلب عليه باستخدام فلتر ١٠٠ - ٢٠٠ مش والذي يمكن تنظيفه بين فترة وأخرى.

٣ - بعض الاعتراضات تقول إن المزارع الرملية تستهلك مقدار أكبر من الأسمدة والماء بعكس مزارع الحصى والتي يعاد فيها استخدام المحلول المغذى أكثر من مرة.

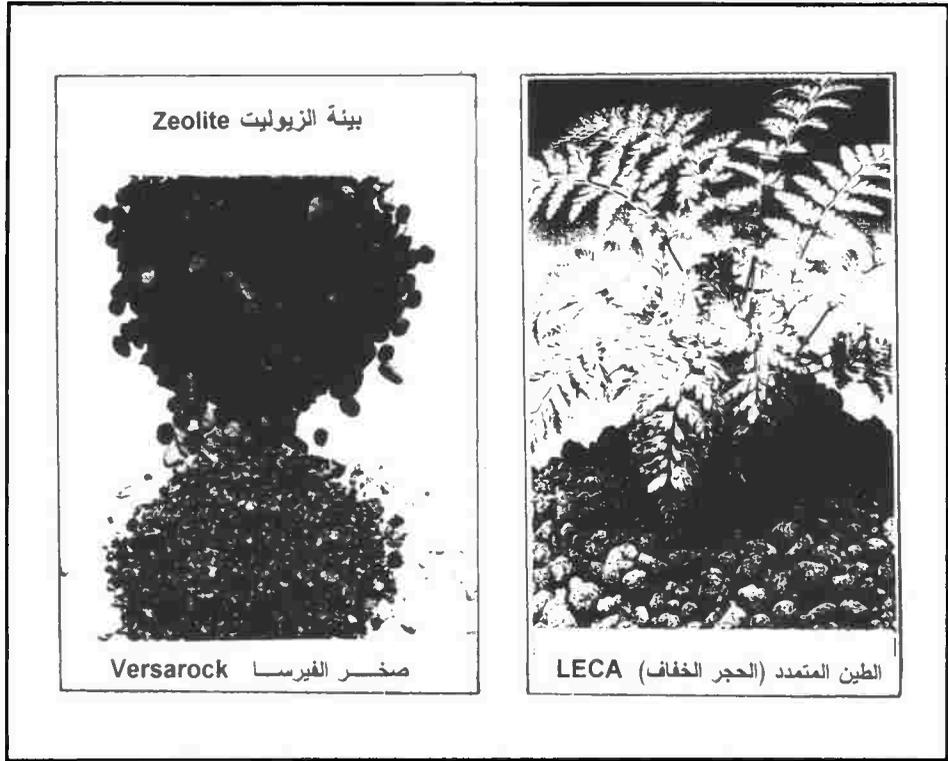
٤ - ممكن أن تتراكم الأملاح في المراقد خلال موسم النمو وهذا يمكن تصحيحه عن طريق الغسيل على فترات بواسطة الماء العذب.

## ثانياً: مزارع الحصى Gravel and Stone Cultures

الحصى هو تعبير حجمى يطلق على الحبيبات التى أقطارها تزيد عن ٣م (١٢، ٠ بوصة) وبالتالي يشمل كل حبيبات وجزئيات المواد الصلبة المسامية وغير المسامية الثابتة وغير القابلة للانهياب، ولا يقتصر اللفظ على حبيبات الجرانيت المسحوق أو الكوارتز. ومن أمثلة البيئات التى تندرج تحت بيئات الحصى ما يلى:

### صخر الفيرسا Versarock

صخر الفيرسا هو ناتج الرماد البركاني للأصول الجرانيتية والذي يعتبر من الخلطات الأولية للسيراميك (شكل ٦ - ٩). وصخر الفيرسا يتكون من الناحية المينرالوجية من الكاؤلينيت والأوبال، لها القدرة على مقاومة التغير فى رقم الـ pH، لها القدرة على امتصاص الماء، مسامية، خفيفة الوزن، يتخلل الهواء خلالها بسهولة نظرا لوجود جزئياتها فى أشكال ذات ٤-٦ أوجه ومع ذلك قدرتها على التبادل الكاتيوني ضعيفة، وتتميز أيضا بصفة العزل الحرارى Insulation بحيث لا ترتفع درجة حرارتها بسرعة فى الجو الحار ولا تنخفض أيضا بسرعة فى الجو البارد. ويتميز صخر الفيرسا بميزة فريدة تميزه عن كل بيئات النمو هو تغير لونها بتغير حالة الرطوبة التى عليها مما يعطى مؤشرا جيدا لكمية الرطوبة التى بها مما يسهل معرفة وقت الحاجة إلى الري.



شكل (٦-٩) : بعض أنواع الحصى المستخدم في الزراعات اللاأرضية

## الزيوليت Zeolite

وهو عبارة عن مجموعة من السليكات المائية التي تؤدي إلى زيادة السعة التبادلية الكاتيونية في التربة. والمكون الأساسي في الزيوليت هو Clinoptilolite الذي يتكون من الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والصوديوم والألمنيوسليكات. ويوجد الزيوليت بشكل طبيعي في بعض المناطق إلا أنه لم يستخدم حتى الآن على نطاق واسع كبيئة للزراعة اللاأرضية بالرغم من استخدامه بنجاح في الولايات المتحدة الأمريكية بالإضافة إلى مادة أخرى هي الأباتيت Apatite. وتتميز بالقدرة على التبادل الكاتيوني العالي والذي يسهل على النباتات الاستفادة منه، كما أنه يشبه الحصى من حيث الوزن والحجم (شكل ٦-٩).

## الطين المتمدد Expanded clay

والطين المتمدد يعرف باسم «الليكا LECA»، إختصاراً للتعريف الانجليزي Light Expanded Clay Aggregates أى تجمعات الطين المتمدد الخفيف وهو ما يعرف فى مصر وفى بعض البلاد العربية باسم الحجر الخفاف (شكل ٦-٩).

وينتج هذا النوع من الطين المتمدد من تسخين مزيج من الطين فى خلاط يدور بسرعة كبيرة ليتكون نتيجة ذلك كرات صغيرة الحجم، خفيفة الوزن، مسامية، لها خاصية شعرية، وذات تهوية عالية وينتج الطين المتمدد أو الحجر الخفاف فى أحجام مختلفة (شكل ٦-١٠) تستخدم بكثرة فى الزراعات المنزلية سواء كان ذلك بالزراعة فيه مباشرة أو وضعه على سطح أى بيئة أخرى حيث يعيق نمو وانتشار الطحالب.

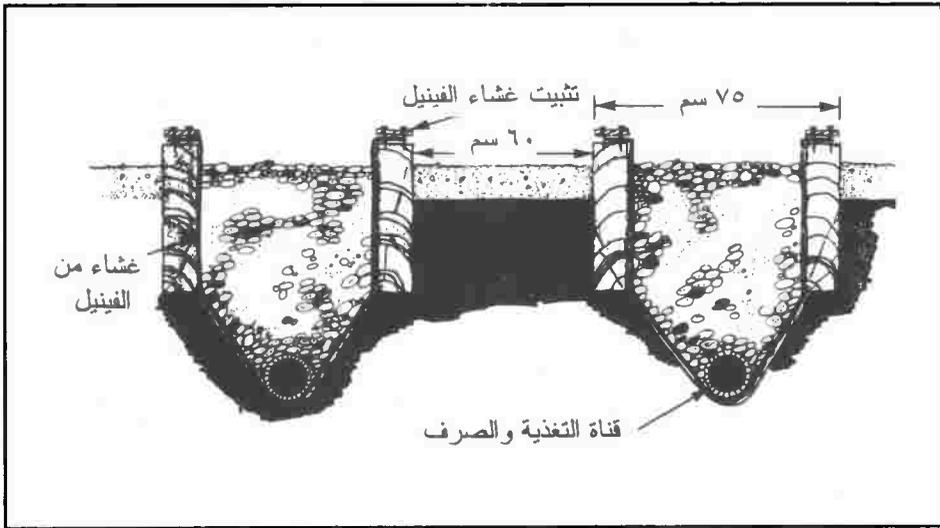
## البوميس Pumice Stone

والبوميس - يشبه البرليت - فهو فى الصخور السليكاتية من أصل بركانى. وهو موجود طبيعياً ولا يحتاج إلى حرارة أو تسخين بل إن كل ما يجرى عليه من عمليات هو التكسير والطحن إلى الحجم المناسب من الحبيبات (شكل ٦-١١). والبوميس مادة أثقل من البرليت ولا تمتص الماء بسهولة. ويستخدم البوميس بمفرده أو مخلوطاً مع الرمل والبيت موس.

وتختلف أقطار الحصى المستخدم باختلاف طريقة الرى المستخدمة بها. فعند استخدام الرى تحت السطحى Sub-irrigation فإن أقطار الحصى تتفاوت ما بين ٠,١٢ - ٠,٦٠ بوصة (٣ - ١٥ م) مع مراعاة أن يكون نصف الحصى المستخدم له أقطار فى حدود ٠,٥ بوصة (١٠ - ١٢ م)، وأفضل الحصى هو الجرانيت المجروش غير المنتظم فى الشكل. وعند استخدام طريقة الرى بالتنقيط Drip irrigation أو (الاسباجيتى) فإن حبيبات الحصى يجب أن تكون أقطارها أقل، حيث تتراوح ما بين ٠,١٢ - ٠,٣٦ بوصة (٣-٩ م) على أن يكون نصف حجم الحصى المستخدم ذو أقطار فى حدود ٠,٢ بوصة (٥-٦ م).

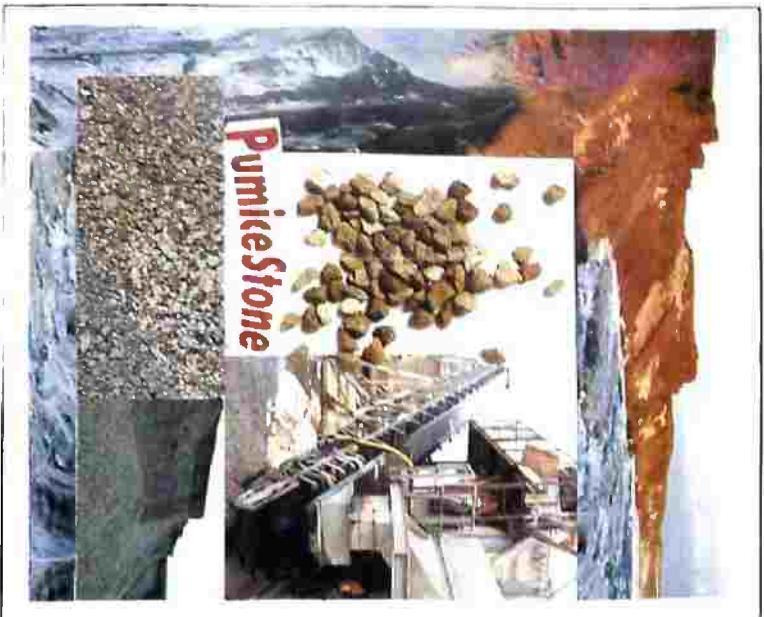
## المراقد وأحواض النمو:

يجب تصميم مراقد Beds وأحواض Boxes الزراعة بالشكل الذى يسمح بسرعة ملئها بالمحلول وسرعة وكفاءة عملية الصرف. وحتى يتحقق ذلك فإن قاع الحوض أو المرقد لا يكون مستوياً وإنما يكون ذو ميل يسمح بتجميع الماء الزائد من الري، وهذا الميل إما أن يكون فى اتجاه واحد، أو يكون فى منتصف القناة حيث يصبح قاع الحوض على شكل حرف (V)، كما فى شكل رقم (٦-١٢).

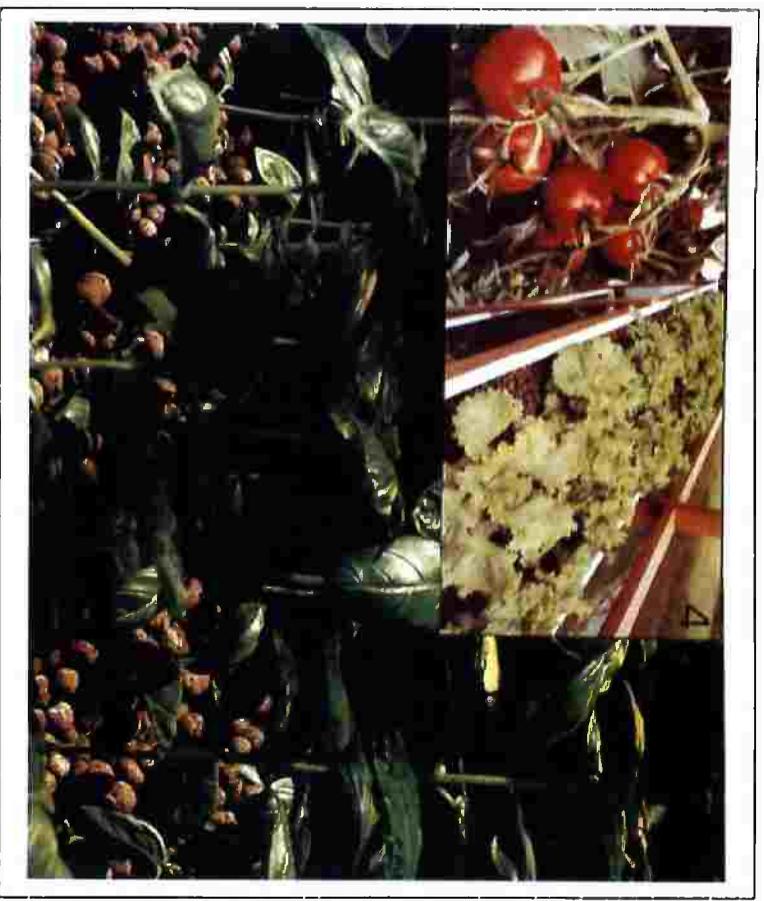


شكل (٦-١٢): قطاع عرضى لمرقد مزرعة حصى وتروى بطريقة الري تحت السطحي

ويجب ألا يقل عرض المرقد عن ٢٤ بوصة (٦٠ سم) وعمق من ١٢ - ١٤ بوصة (٣٠-٣٥ سم) وطول لا يزيد عن ١٢٠ - ١٣٠ قدم (٣٥-٤٠ متر) وميل يتراوح ما بين ١-٢ بوصة لكل ١٠٠ قدم. ويتم دخول المحلول إلى البيئة، وصرفه منها عن طريق ثقوب أقطارها من ٠,٢٥-٠,٥٠ بوصة (٦-١٢ مم) على مسافات تتراوح ما بين ٣٠-٦٠ سم على مدى الطول الكلى للماسورة على أن تكون الثقوب على السطح الأسفل للماسورة لمنع دخول جذور النباتات إلى داخلها.

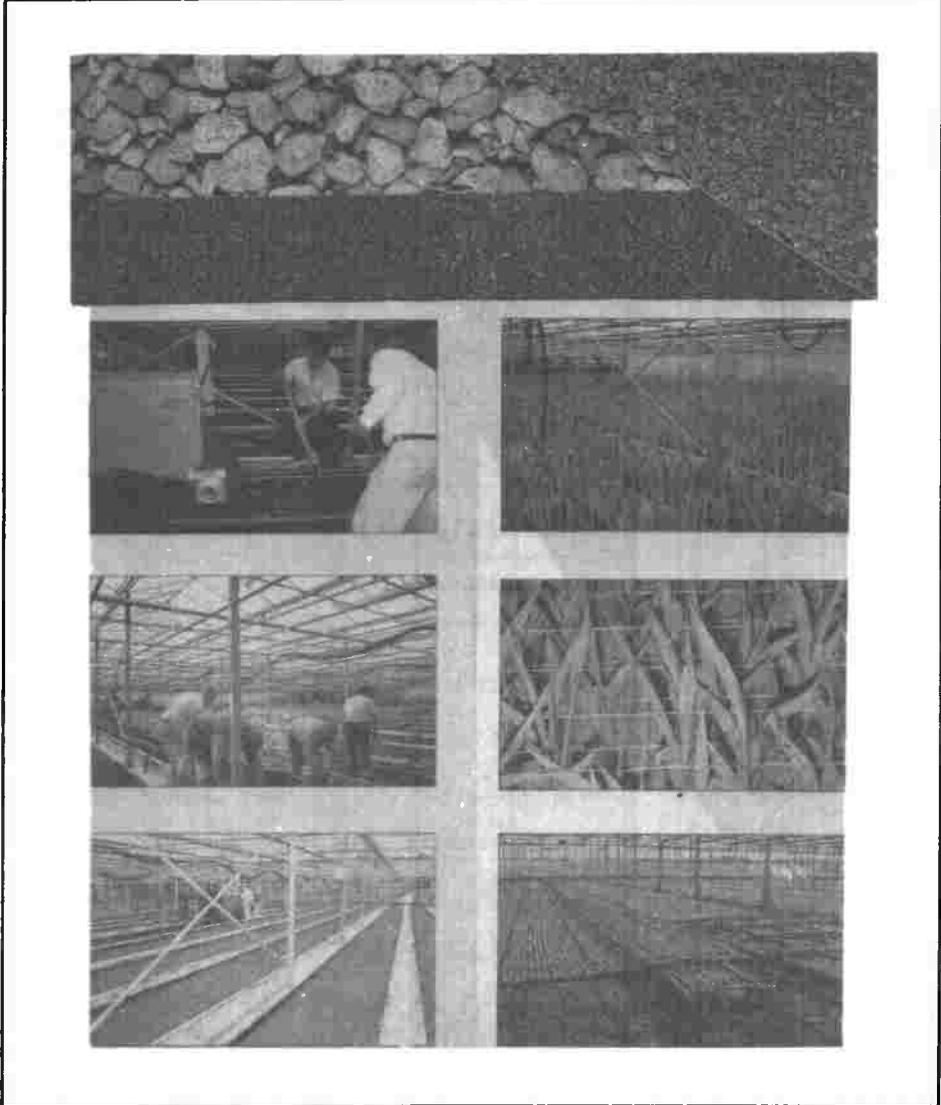


شكل (٦-١١) : إنتاج السوسيس طسيعيما من الصمخور  
والحصول على حصي مخلاف الأقطار يساسب  
العديد من طرق الزراعة.



شكل (٦-١٠) : استخدام الطين اللجود (٨) في الزراعة تاحجاد مختلفة.

يتم ملاً المرقد بالحصى حتى ارتفاع ١ بوصة (٥, ٢سم) من قمة المرقد عند الجانب الملاصق لخزان المحلول وحتى ارتفاع ٢ بوصة (٥سم) من قمة المرقد عند الطرف البعيد له ثم يستخدم أحد أنظمة الري المناسبة. والشكل (٦-١٣) يوضح مراقد النمو المنفذة في كامل أرضية الصوبه لمزرعة حصى من البوميس.



شكل (٦-١٣) : الزراعة في أحواض مجهزة على أرضية الصوبه وبها مادة النمو من البوميس

## المواد المستخدمة فى الإنشاءات:

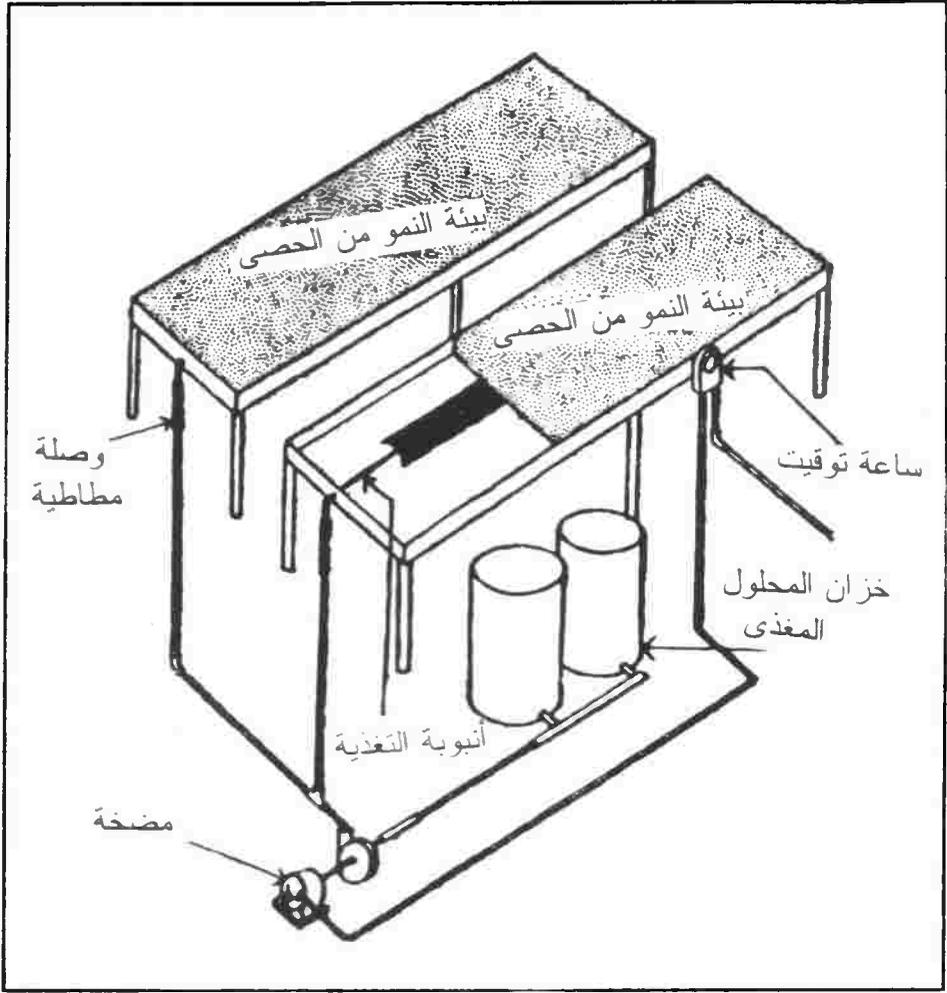
حيث إن الأسمدة المستخدمة فى تحضير المحلول المغذى مواد مسببة للتآكل Corrosive فإن أجزاء نظام الري التى يتعرض لهذا المحلول مثل المضخات والمواسير والمحابس سوف تتآكل بعد فترة زمنية قصيرة. ومن جهة أخرى فإن المواد المختلفة التى تقاوم التآكل ينطلق منها كميات كبيرة من الزنك إلى المحلول إلى درجة حدوث سمية للنباتات ونفس المشكلة بالنسبة للمواد المصنوعة من النحاس. ولذلك يجب استخدام الأنابيب والوصلات والمضخات المصنوعة من البلاستيك، وكذلك فإن خزان المحلول المغذى يجب أن يكون من البلاستيك أو الخرسانة، أما المراقد والأحواض (أحواض النمو) فيمكن أن تكون من الخشب المبطن من الداخل بشرائح البلاستيك السميك (٦ ميل mil) ويفضل شرائح الفينيل (٢٠ ميل mil) والتى تستخدم عادة فى أحواض السباحة. كما يمكن تجهيز هذه المراقد باستخدام الخرسانة ولكنها فى هذه الحالة تكون مكلفة.

## طرق الري فى مزارع الحصى

### ١- الري تحت السطحى Sub-surface Irrigation

تستخدم عدة طرق فى ري مزارع الحصى، وبصفة عامة فإن النظام الشائع الاستخدام هو نظام الري تحت السطحى Sub-surface or Sub-irrigation system والذى يعتبر من الأنظمة المغلقة Closed system فى التغذية.

وهذا النظام يتم فيه ضخ المحلول المغذى الموجود فى خزان التغذية بواسطة مضخة طرد مركزى تعمل على فترات متقطعة ينظمها جهاز توقيت (Timer) إلى الأنابيب المثقبة الممتدة بطول الحوض أسفل سطح الحبيبات. ويستمر عمل المضخة لفترة زمنية مضبوطة أوتوماتيكيا تكون كافية لأن يغمر المحلول المغذى بيئة النمو (لمدة ١٠-١٥ دقيقة) ثم تفصل دائرة موتور المضخة، وبالتالي يهبط المحلول بالجاذبية الأرضية لينصرف مرة أخرى إلى خزان المحلول المغذى (أى الخزان يعمل كمصرف مجمع وكخزان للمحلول فى نفس الوقت). وبعد فترة زمنية مناسبة تعتمد على خواص مادة بيئة النمو ونوع وعمر النبات بالإضافة إلى العوامل المناخية يعاد ضخ المحلول إلى البيئة مرة ثانية (شكل ٦-١٤).



شكل (٦-١٤): رسم تخطيطي لنظام الري تحت السطحي المغلق في مزارع الحصى

ويعتبر توقيت فترات الري وطول فترة الري من العوامل الهامة في نجاح نظام الري تحت السطحي وكل دورة ري يجب أن توفر للنبات احتياجاته من الماء والمغذيات بالإضافة إلى التهوية المناسبة للجذور.

**توقيت فترات الري (الفترة ما بين الريات):**

تعتمد الفترة ما بين الريات على عدد من العوامل هي:

( أ ) حجم حبيبات البيئة (ب) شكل الحبيبات

(ج) طبيعة المحصول

(د) حجم النبات

(هـ) العوامل المناخية

(و) الوقت من اليوم

فالحبيبات الملساء السطح والمنتظمة الشكل والكبيرة الحجم يجب ربيها على فترات قصيرة بالمقارنة بالحبيبات المسامية غير المنتظمة الشكل والصغيرة الحجم.

والمحاصيل ذات المجموع الخضري الكبير والتي تنتج ثماراً تحتاج إلى تقارب فترات الري عن المحاصيل قصيرة العمر ذات المجموع الخضري المحدود. فزيادة المجموع الخضري للنبات يزيد من معدل فقد الماء بالنتح نتيجة لكبر مساحة سطوح الأوراق المعرضة للجو، كما أن المناخ الحار الجاف أثناء فصل الصيف يساعد ويشجع أيضاً على زيادة معدل البخر ويجعل من تقارب فترات الري أمراً ضرورياً في حين تتباعد المسافة بين الريات في ظروف الجو المعتدل والبارد. بالإضافة إلى ذلك فإن اختلاف درجة الإضاءة والحرارة تكون في أقصى درجاتها عند منتصف النهار، وفي هذه الأثناء يجب اختصار الوقت بين الريات. ويعتبر الري بمعدل ٣-٤ مرات يومياً خلال شهر فصل الشتاء ويحد أقصى ١٥ دقيقة في كل دورة أمراً جيداً لمعظم المحاصيل. أما في شهور فصل الصيف فإنه قد يصل الأمر إلى الري كل ساعة خلال فترات النهار ولا توجد ضرورة لضخ المحلول والري أثناء فترة الليل.

ومن العوامل الهامة التي تؤثر أيضاً في عدد مرات الري (وتقليل الفترة بين الريات) هو طبيعة امتصاص النبات للماء من المحلول المغذى، حيث يقوم النبات بامتصاص الماء بمعدل أسرع من امتصاص المغذيات الأمر الذي يؤدي إلى ازدياد تركيز الأملاح في الأغشية المغذية حول الحبيبات وجذور النباتات، كذلك يزداد تركيز الأملاح في الغشاء المغذى مع ازدياد معدل النتح وزيادة معدل امتصاص الماء. وبتزايد عدد مرات الري يتم توفير الاحتياجات الكبيرة من الماء للنباتات النامية وتصبح كميته في الفراغات البينية فيما بين الحبيبات عند المستوى الأمثل وهذا من شأنه منع زيادة تركيز الأملاح في المحلول المغذى حول جذور النباتات بدرجة كبيرة في الفترة ما بين الريات. كما أنه من المهم أن يتم الري على

فترات متقاربة أيضا حتى لا يحدث استنفاد كبير للمغذيات في المحلول المحيط بالحبيبات، ومن الطبيعي أن يكون تركيب المحلول المغذى حول الحبيبات بعد الري مباشرة مماثلاً تقريباً لتركيب المحلول الموجود في الخزان. وباستمرار امتصاص المغذيات فإن تركيزها في البيئة يتغير سواء بالنسبة لنسب الأيونات إلى بعضها البعض أو بالنسبة للتركيز الكلي للأيونات و pH المحلول. وتباعد فترات الري قد يؤدي إلى ظهور أعراض نقص بعض العناصر على النباتات بالرغم من أن المحلول المغذى المستخدم في التغذية يحتوي على كميات كافية من هذه العناصر، لذلك يجب تقريب فترات الري للحفاظ على تركيب المحلول المغذى في وسط النمو مماثلاً لذلك الموجود في خزان المحلول المغذى. ولا يؤثر تقليل الفترات بين الريات على درجة التهوية طالما أن مهد النمو يتم صرفه تماماً بين الريات.

#### سرعة ضخ وصرف المحلول من أحواض النمو:

تتحكم السرعة التي يتم بها ضخ المحلول المغذى إلى البيئة وصرفه منها في درجة تهوية جذور النباتات النامية بها. فالجذور تحتاج إلى الأكسجين لعمليات التنفس الذي يمد النباتات بالطاقة اللازمة لامتصاص الماء والعناصر الغذائية، وبالتالي فإن عدم كفاية ونقص الأكسجين حول الجذور يبطئ من نموها وقد يؤدي إلى موتها وينعكس ذلك بالطبع على محصول النبات. وفي نظام الري تحت السطحي حيث يملأ المحلول الفراغات الموجودة بين حبيبات الحصى بدءاً من أسفل ومتجهاً لأعلى فإنه يدفع الهواء الموجود بينها والمحمل بتركيز منخفض نسبياً من الأكسجين وتركيز مرتفع من ثاني أكسيد الكربون إلى الخارج. وعند انصراف المحلول من البيئة فإنه يسحب الهواء من الجو إلى الفراغات البينية للحبيبات وهذا الهواء الجديد يحتوي على نسبة مرتفعة نسبياً من الأكسجين وتركيز منخفض نسبياً من ثاني أكسيد الكربون وبالتالي فإن عملية ضخ المحلول وصرفه تحدد عملية تجديد الهواء والأكسجين في البيئة، وكلما زادت سرعة مرور المحلول (ري وصرف) في بيئة الحصى كلما ازدادت سرعة إحلل الهواء الجديد إلى داخل البيئة.

وتتأثر درجة التهوية أيضا بتوقيت فترات الري، فإذا تم غمر البيئة بالمحلول على فترات متقاربة فإن الفراغات ما بين الحصى تكون ممتلئة بالماء أكثر منها بالهواء وبالتالي ينخفض تركيز الأكسجين حول الجذور.

وبصفة عامة فإن فترة زمنية قدرها ١٠-١٥ دقيقة لملاً البيئة بالمحلول ومثلها لصرف المحلول منها (الزمن الكلى لدورة الري والصرف من ٢٠-٣٠ دقيقة) تعتبر كافية ومقبولة لكل رية، وعند صرف المحلول من البيئة يجب أن يكون الصرف تاماً حيث إنه من المطلوب وجود غشاء رقيق من المحلول حول الحبيبات دون وجود زيادة في قاع المرقد والذي إن وجد يؤثر على نمو النبات. وهذا الصرف السريع للمحلول من البيئة ممكن أن يحدث باستخدام أنبوبة قطرها كبير نسبياً وذات ثقوب واسعة لمنع حدوث أى انسداد.

وخلاصة القول فإن دورة الري المناسبة تستلزم:

أ - ملاً المرقد بسرعة.

ب - صرف المحلول بسرعة.

ج - صرف كامل للمحلول.

**تأثير دورات الري على نمو النبات:**

عند تقليل عدد مرات الري ينخفض محتوى بيئة الحصى من الرطوبة ويؤدي ذلك إلى زيادة تركيز الأملاح في غشاء المحلول المغذي المحيط بالحبيبات، ونتيجة لزيادة الضغط الأسموزي في هذا المحلول المغذي تنخفض قدرة الجذور على امتصاص الماء والعناصر الغذائية وبالتالي ينخفض معدل نمو النبات.

**منسوب المحلول في البيئة:**

عند الري يرتفع المحلول المغذي من أسفل إلى أعلى حتى يصل مستوى المحلول إلى ارتفاع ١ بوصة (٢,٥ سم) من سطح الحصى، ويؤدي ذلك إلى استمرار جفاف الطبقة السطحية مما يقلل من معدل فقد الماء بالبخر ويقل معه كذلك نمو الفطريات، هذا بالإضافة إلى أن جفاف هذه الطبقة يقلل من نمو

جذور النباتات بها. وحتى إذا كان هناك نمو للجذور فإنه في ظروف المناخ الحار ترتفع درجة الحرارة عادة في الطبقة السطحية للبيئة لدرجة تضر بنمو أى جذور للنباتات.

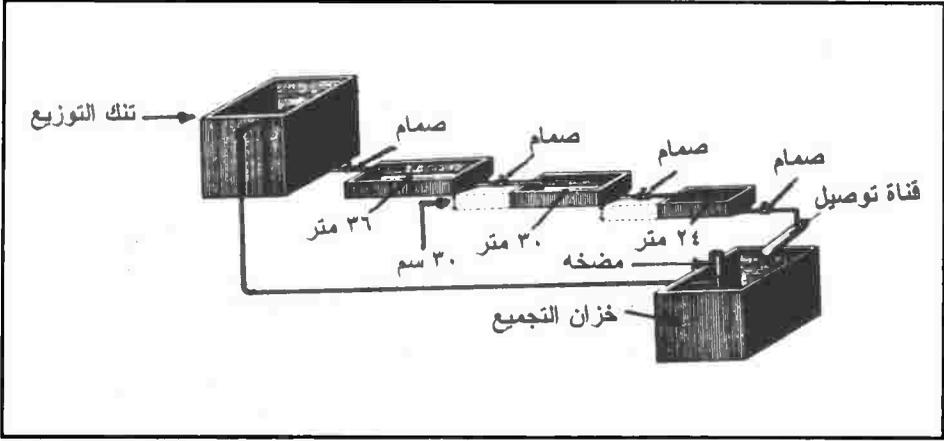
#### درجة حرارة المحلول:

لا يجب أن تنخفض درجة حرارة المحلول المغذى عن درجة حرارة الهواء في فترة الليل ويمكن رفع درجة حرارة المحلول في الخزان باستخدام مسخنات كهربائية Heaters تغمر في المحلول. ويجب عدم استخدام أى مسخنات مغلقة بالرصاص أو الزنك حيث إنه يمكن أن تسبب سمية للنباتات ولذلك تستخدم مسخنات من الصلب غير القابل للصدأ أو المغلفة بطبقة من البلاستيك الحرارى. وهناك طريقتان للرى تحت السطحي تستخدمان تجارياً في الولايات المتحدة الأمريكية، وبعض البلاد الأخرى يجدر الإشارة إليهما:

### ٢ - الرى بتأثير الجاذبية الأرضية Gravity sub-irrigation

#### System والذي يعرف بنظام الشرفات (Terrace System):

ونظام الشرفات هو عبارة عن مجموعة من المراقد أو الأحواض التى تعمل على المنحدرات. وتتلخص الطريقة بعمل ثلاثة أحواض للزراعة بعرض ١٢٠ سم وارتفاع ٣٠ سم وطول ٣٦ متراً للأول و٣٠ متراً للثاني و٢٤ متراً للثالث. هذه الأحواض الثلاثة يتم ترتيبها بحيث يكون كل حوض فى مستوى منخفض عن الحوض السابق له بمقدار ارتفاع الحوض (سطح الحوض الثانى فى مستوى قاعدة الحوض الأول). يوضع المحلول المغذى فى تنك رئيسى أعلى الحوض الأول بمقدار ١ متر وسعته ٤٠ لتراً لكل متر مربع من مساحة أكبر حوض. يتم التحكم فى حركة المحلول من التنك الرئيسى إلى الأحواض وبين الأحواض وبعضها عن طريق صمامات أو محابس حيث يصل المحلول فى النهاية إلى خزان لتجميع المحلول أسفل آخر حوض ومنه يتم ضخه مرة أخرى إلى التنك الرئيسى (شكل ٦-١٥).



شكل (٦-١٥) : الري بنظام الشرفات

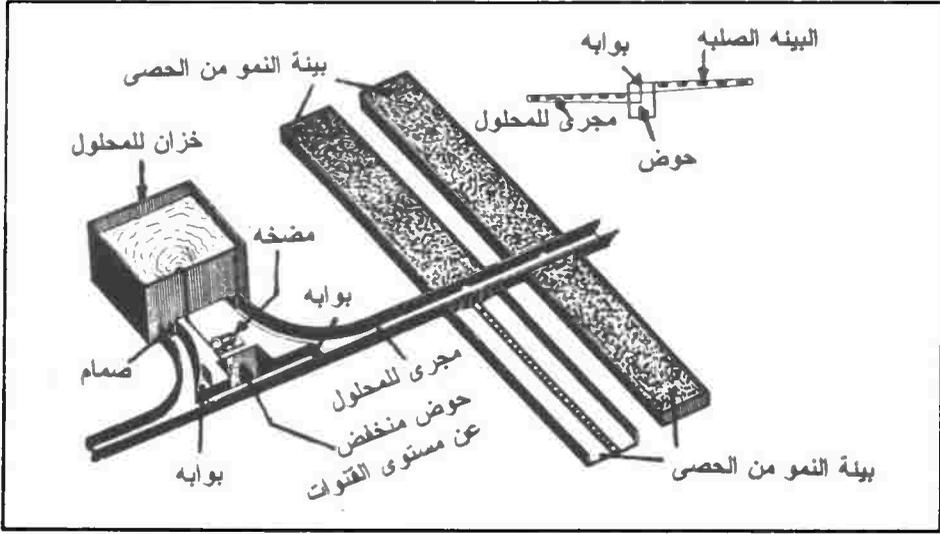
في بعض الأحيان تستخدم طريقة السيْفون الأوتوماتيكي لنقل المحلول من حوض إلى الذي يليه، هذا ويمكن توفير ساعة توقيت Time- clock وعوامات تنظيم Float switches وصمامات لولبية Solenoid valves فيتحول النظام كله إلى نظام أوتوماتيكي. ويجب أن يتم ملء كل حوض قبل السماح للمحلول بالانسياب إلى الحوض الذي يليه، وهذا النظام الذي يعمل بالجاذبية الأرضية يوفر كثيراً من سعة الخزانات وقدره المضخات حيث إنه يلزم فقط ضخ المحلول المغذى أو ماء الري بما يفى باحتياجات الحوض أو المرقد الأول فقط.

### ٣ - طريقة الري تحت السطحي بطريقة القنوات

#### Gravel Sub- irrigation System with flume

في هذا النظام يتم عمل أحواض الزراعة متوازية مع بعضها، على أن يكون مستوى مواسير الري السفلية في هذه الأحواض في نفس مستوى قنوات توصيل المحلول من الخزان الرئيسي والذي يرتفع عن سطح الأرض بمقدار ١ متر. يتم فتح خزان المحلول الرئيسي فيندفع المحلول إلى القنوات الرئيسية ومنها إلى قنوات أو مواسير أحواض الزراعة الموجودة أسفل بيئة النمو من الحصى. عندما يرتفع المحلول في القنوات إلى الحد المطلوب (وهو ارتفاع المحلول في أحواض الزراعة) يتم فتح البوابات الموصلة إلى خزان ذو مستوى منخفض عن سطح القنوات،

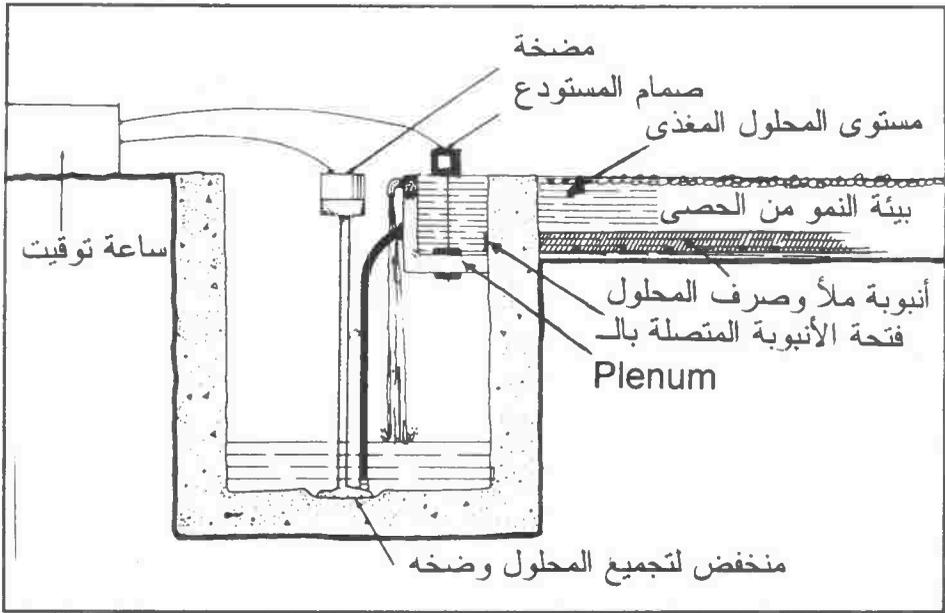
فينسحب كل المحلول إلى هذا الخزان ومنه يتم ضخ محتواه من المحلول المغذى إلى التنك الرئيسي (شكل ٦-١٦). تتم دوره التغذية هذه كل فترة على حسب حاجة النباتات والتي ترتبط بشكل مباشر بحالة الجو أو الظروف المناخية السائدة كما سبق شرحه.



شكل (٦-١٦): نظام الري تحت السطحي بنظام القنوات

#### ٤ - طريقة الري باستخدام الـ Plenum

هي إحدى طرق الري تحت السطحي، ولكن الاختلاف فيها يرجع إلى أن طريقة ضخ المحلول لا يتم مباشرة من المضخة إلى أنابيب الـ PVC المثقبة الموجودة في قاع حوض الزراعة أو المرقد ولكنه يتم ضخه أولاً إلى خزان جانبي يعرف بالـ Plenum (قاعدته وارتفاعه في مستوى قاعدة وارتفاع حوض الزراعة) والذي يفتح عند قاعدته على ماسورة الـ PVC المثقبة في قاع المرقد (شكل ٦-١٧).



شكل (٦-١٧): طريقة الري السطحي بطريقة Plenum

وتتم عملية الري والصرف في عدة خطوات كما يلي:

١ - يرفع المحلول المغذى من خزان المحلول الرئيسي Solution main tank إلى الخزان الجانبي Plenum بواسطة مضخة Pump. وهذه المضخة يتم توقيت تشغيلها بواسطة ميكاتري للوقت Timer أو عن طريق نظام تغذية رجعية Feed back mechanism متصل بجهاز لقياس الرطوبة Tensiometer مركب داخل المرقد متصل بدورة بدائرة كهربائية تنشط عمل المضخة التي ترفع المحلول إلى الخزان الجانبي عندما ينخفض محتوى الرطوبة عن حد معين.

٢ - عند رفع المحلول يقوم محبس الصرف بغلاق فتحة الصرف الموجودة في قاع الـ Plenum أوتوماتيكيا عن طريق الـ Timer أو نظام الـ Feed back mechanism حتى يرتفع المحلول به إلى مستوى ١ بوصة (٢,٥ سم) أقل من سطح الحصى في المرقد يعود بعدها المحلول الزائد إلى خزان المحلول

الرئيسى عن طريق أنبوبة صرف جانبية، وهنا يكون كل من الـ Plenum والمرقد ممتلاً بالماء وتنتهى دورة الرى.

٣ - تبدأ دورة الصرف بتوقف المضخة عن العمل، ويقوم محبس الصرف بفتح فتحة الصرف الموجودة فى قاع الـ Plenum أوتوماتيكيا فينصرف المحلول من المرقد إلى الـ Plenum ثم إلى الخزان الرئيسى حتى تمام الصرف. وتم دورة الرى والصرف الكاملة فى زمن لا يتعدى ٢٠ دقيقة.

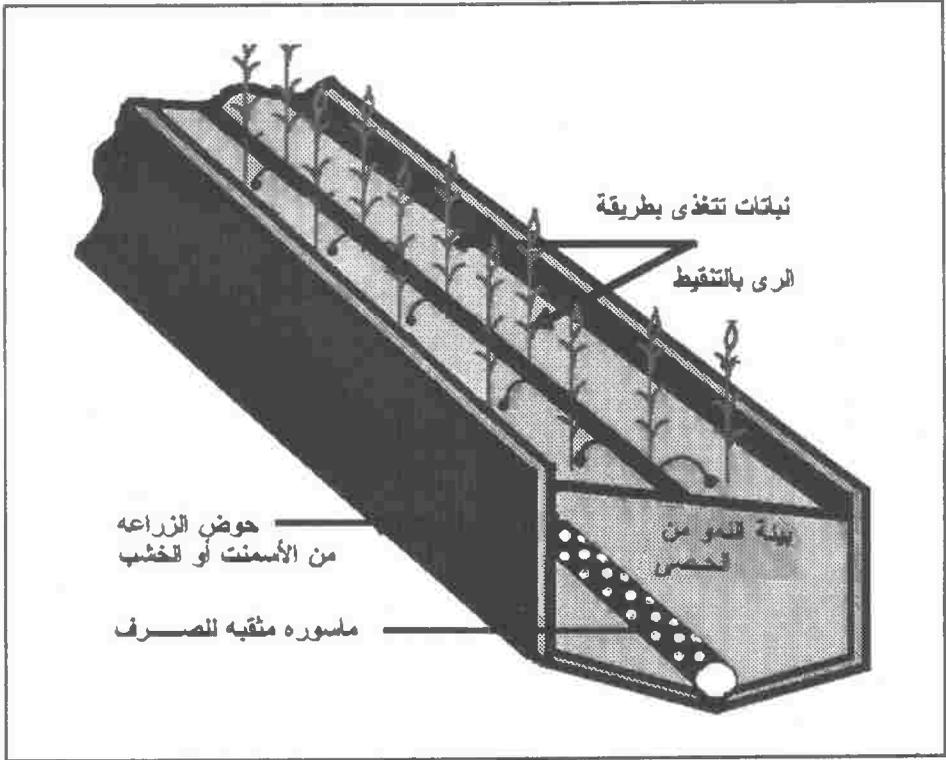
وتتميز طريقة الرى تحت السطحى فى وجود خزان جانبي Plenum وعدم دفع المحلول مباشرة إلى المرقد فى أنها تعتمد على انسياب المحلول المغذى إلى داخل المرقد تحت تأثير الجاذبية الأرضية وظاهرة الأوانى المستطرفة الأمر الذى يجعل هذا الانسياب يتم بطريقة هادئة وثابتة طوال الوقت. بينما الدفع المباشر للمحلول إلى داخل المرقد قد يؤدي إلى خلخلة بيئة النمو فى حالة عدم التحكم فى قدرة المضخة وقوة دفع المحلول إلى داخل البيئة.

#### ٥ - الرى بالتنقيط فى مزارع الحصى

#### Drip Irrigation in Gravel

يتم تصميم مرقد النمو فى مزارع الحصى المروية بالتنقيط مثل التى تروى بنظام الرى تحت السطحى وإن كان يمكن تبسيطها كما يوضحها شكل (٦-١٨) ويكون قاع المرقد إما مستدير أو على شكل حرف (V) وفى هذه الحالة فإن المحلول المغذى يضاف بجانب كل نبات إما عن طريق إسباجيتى أو خرطوم مثقب، وبالتالي ينساب المحلول ويتخلل البيئة ويصل للجذور. ومن المهم جدا فى مزارع الحصى التى تروى بالتنقيط أن يكون قطر حبيباتها أصغر وتراوح من ٣-٦م لتسهيل الحركة الجانبية للمحلول المغذى خلال البيئة. ويتكون نظام الرى من أنابيب تغذية قطرها الخارجى ٠,٥ بوصة (١,٢٥سم) مصنوعة من البولى إيثيلين الأسود ويخرج منها أنابيب إسباجيتى قطرها يتراوح من ٠,٠٤-٠,٠٦ بوصة (١-١,٥م) وبطول مناسب يصل إلى قاعدة النبات وإن

كان طوله لا يجب أن يزيد عن ٤ بوصة (١٠ سم) حتى تتجنب تأثير الاحتكاك على معدل تدفق المحلول منه. ومن عيوب طريقة الإسباجيتي انسداد الأنابيب ونمو الجذور بداخلها كما أنها تعرقل العمل أثناء تغيير المحصول. ويلاحظ أن وضع مرشحات في خط التغذية بعد حقن السماد يؤدي إلى تجنب كثير من مشاكل التشغيل.



شكل (٦-١٨): الري بالتنقيط في مزارع الحصى

وبديلا عن الإسباجيتي يمكن استخدام خرطوم مثقب ذو جدار خارجي قطره ٠,٥ بوصة (١,٢٥ سم) حيث يرشح منه المحلول ببطء مما يؤدي إلى انسياب الماء على طول الخط على مسافات من ١٥-٢٠ سم أو أى مسافات تريدها أثناء التصنيع. وأحد الاعتراضات على هذه الطريقة هو انسداد مخارج المحلول المغذى - ونمو الطحالب - بالإضافة إلى ضرورة استبدالها كل محصول.

والمحلول المغذى يحقن فى نظام الرى بالتنقيط إما من تنك التغذية مباشرة أو من خلال حاقتات تقوم بحقن نسبة من المحلول المغذى المركز مع نسبة معينة من ماء الرى لتعطى فى النهاية المحلول المغذى بالتركيز المطلوب. وبصفة عامة لا يفضل استخدام الرى بالتنقيط فى مزارع الحصى ذات الاقطار الكبيرة لضعف كفاءه عمليه الرى الناتجه عن ذلك.

## متابعة تركيب المحلول واستبداله:

### ١ - ضبط المحلول:

يقوم النبات أثناء نموه بامتصاص العناصر الغذائية من المحلول المغذى مما يخفض من تركيزاتها، أى أن تركيز العناصر فى المحلول لا يظل ثابتاً طوال الوقت، وإنما يتغير باستمرار. ولذلك فإنه من الضرورى مراقبة التغير فى تركيز المحلول المغذى من وقت لآخر مع العمل على إعادته إلى تركيزه الأصيلى حسب الحاجة، وحتى لا ينخفض تركيز المغذيات إلى الدرجة التى قد تؤثر على محصول النبات.

ويتم مراقبة التغير فى تركيز المحلول المغذى عن طريق قياس درجة التوصيل الكهربى للمحلول (Electrical Conductivity (EC). وتتم عملية القياس كل يوم أو يومين على الأكثر حسب الظروف. وعندما يلاحظ انخفاض شديد فى قيمة الـ EC عن القيمة الأصيلية للمحلول المغذى فإن كمية من المحلول المركز يجب إضافتها لرفع قيمة الـ EC إلى قيمته الأصيلية. [ويراعى زيادة حجم المحلول المغذى إلى حجمه الأصيلى بإضافة الماء وخلط المحلول جيداً قبل قياس التوصيل الكهربى وخاصة فى حالة النباتات الكبيرة سريعة النمو].

وكمية المحلول المركز الواجب إضافتها إلى المحلول المغذى واللازمة لرفع قيمة الـ EC للمحلول إلى قيمتها الأصيلية تتوقف على معدل نمو النبات. وعادة ما نحتاج إلى لتر من المحلول المغذى المركز يومياً لكل ٢٥٠ لتراً من المحلول المغذى، وذلك بالنسبة للنباتات التى يبلغ طولها ٢-٢,٥ متر. بينما فى خلال الشهر

الأول من النمو حيث تكون النباتات صغيرة - فإن الإحتياجات تكون حوالى  $\frac{1}{4}$  الكمية السابقة أو أقل. وعملية التحليل المستمر للمحلول لمتابعة التغير فى تركيز كل عنصر من العناصر تعطى المعلومات الضرورية لحساب معدل إضافة المحلول المركز من فترة إلى أخرى.

كذلك يتم قياس pH المحلول على فترات زمنية مناسبة ثم يجرى تعديله بإضافة الأحماض أو القلويات حتى يكون فى حدود من 6 إلى 7 كحد أقصى طوال فترة نمو النبات.

## ٢ - تغيير المحلول:

تؤدى كثرة استخدام المحلول المغذى وإعادة ضبط تركيزه وتركيبه عدة مرات إلى إعطاء فرصة لتراكم الأملاح غير المرغوب فيها فى المحلول (مثل الصوديوم - الكلوريد - البورون) وهذه الأملاح قد تكون كشوائب فى الكيمياءويات المستخدمة فى تحضير المحلول المغذى، وقد تكون موجودة فى الماء المستخدم لتحضير المحلول. وبصفة عامة فإن أى محلول مغذى لا يجب استخدامه لمدة تزيد عن ٣ شهور بدون استبداله بمحلول حديث التحضير كلية. ويعتبر استخدام المحلول لمدة شهرين هو المتوسط الزمنى الشائع فى المزارع التجارية وذلك فى حالة استمرار تحليله وإعادة ضبطه بانتظام كل أسبوع. وبالطبع فإنه بدون هذا التحليل وإعادة ضبط المحلول فإن فترة عمر المحلول سوف لا تزيد عن ١-٢ أسبوع.

## ٣ - غسيل البيئة:

يؤدى استخدام المحاليل المغذية فى الرى باستمرار إلى تراكم الأملاح حول الحبيبات باستمرار، ولذلك فإنه من الضرورى غمر الأحواض بالماء العذب مرة كل أسبوعين ويتم ذلك عن طريق إضافة الماء إلى السطح (وليس عن طريق الرى تحت السطحى) ثم يصرف الماء.

## تعقيم بيئة مزارع الحصى:

يتم تعقيم بيئة الحصى ما بين المحاصيل باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم أو هيبوكلوريت الكالسيوم والليذان يعرفا باسم الكلورين، ويحضر محلول الكلورين بتركيز ١٠٠٠٠ جزء في المليون في تنك المحلول المغذى، ويتم غمر البيئة عدة مرات بهذا المحلول لمدة من ٢٠-٣٠ دقيقة في كل مرة، ثم يصرف الكلورين إلى المصارف ويفسل الحصى جيداً بالماء النظيف عدة مرات للتخلص من أى آثار للكلورين، ثم تترك المزرعة لمدة يوم أو اثنين لتهوئتها قبل استخدامها فى زراعة المحصول التالى. كما يمكن استخدام محلول الفورمالدهيد بتركيز من ٠,٥-١٪ بنفس الطريقة السابقة.

وإذا استخدم نظام الري بالتنقيط فإنه يمكن ضخ محلول الكلورين خلال نظام الري بالتنقيط، ولكن ذلك يستغرق بعض الوقت، ولذلك يفضل غمر البيئة من أعلى حتى تمام ملأها ثم تتبع باقى الخطوات السابقة.

وبعد نهاية كل محصول تبقى بعض جذور النباتات فى وسط النمو (الحصى) وباستمرار الزراعة فإن التعقيم بالكلورين يصبح أقل فعالية إلا إذا أزيلت هذه الجذور وإزالتها عملية مكلفة ولذلك تستخدم مواد أكثر فعالية فى التعقيم مثل التعقيم بالبخار Steem أو استخدام مواد كيميائية مثل Vapam, Methyl bromide, Chloropicrin. مع ملاحظة أن هذه المواد ضارة بصحة الإنسان، ولذلك يجب الاحتياط عند استخدامها. وبعد ٤-٥ سنوات من استخدام مزرعة الحصى ينصح باستبدال حصى المزرعة بحصى جديد ونقى.

## مزايا وعيوب مزارع الحصى:

### المزايا:

- ١ - إنتظام رى وتغذية النباتات.
- ٢ - يمكن أن تتم عمليات الري والتغذية أوتوماتيكيا بسهولة.
- ٣ - تهوية جيدة لجذور النباتات.

- ٤ - تناسب العديد من المحاصيل .
- ٥ - تصلح للإنتاج التجارى للمحاصيل التى تزرع داخل أو خارج الصوب الزراعية .
- ٦ - استخدام الماء والمغذيات بكفاءة نتيجة لإعادة استخدام المحلول وتدويره .

### العيوب:

- ١ - ارتفاع تكاليف الإنشاء والصيانة والإصلاح .
- ٢ - قد ينشأ عن تشغيل النظام أوتوماتيكيا بعض الأعطال .
- ٣ - من أخطر المشاكل فى مزارع الحصى تخلف كثير من جذور النباتات فى الحصى بعد حصاد المحصول مما يؤدى إلى انسداد أنابيب الصرف . ونتيجة لتراكم الجذور أيضا تزداد قدرة البيئة على حفظ الماء وبالتالي تقل الفترات بين الريات كل سنة، وبمضى الوقت تفقد مزرعة الحصى مزاياها بالنسبة للزراعة فى الأرض الطبيعية .
- ٤ - بعض الأمراض مثل الفرتيسيليوم والفيزاريوم يسهل انتقالها بسرعة نتيجة إعادة استخدام المحلول .

## ثالثاً : مزارع لبيئات صلبة متنوعة

### Miscellaneous Solid Aggregates Cultures

بالإضافة إلى مزارع الحصى Gravel or Stone cultures ومزارع الرمل Sand cultures التي تم استعراضهما، هناك العديد من المزارع اللاأرضية لبيئات صلبة أخرى متنوعة منها العضوى وغير العضوى والمصنع. ومن هذه البيئات المنتشر استخدامها فى هذا المجال بيئات البيت موس الفيرميكيوليت والبرليت ونشارة الخشب وغيرها وبها تعرف المزارع اللا أرضية فنجد أن هناك مزارع للبيت موس Peat moss cultures ومزارع الفيرميكيوليت Vermiculite cultures ومزارع للبرليت Perlite cultures ومزارع لنشارة الخشب Sawdust cultures ..... وغيرها كثير، وبالإضافة إلى ذلك فهناك طريقة أخرى شائعة الاستخدام فى تسمية وتعريف المزارع اللا أرضية التى يستخدم فيها بيئات صلبة وهى أن يكون الاسم معبراً عن الحاويات لهذه المواد الصلبة أو مخاليطها فمثلاً إذا وضعت المادة الصلبة فى أحواض غير عميقة وطويلة ضيقة والتى تعرف بالأغوار Trough سميت المزارع بمزارع الأغوار Trough cultures وإذا وضعت المادة الصلبة فى أكياس من البلاستيك سميت المزارع بمزارع الأكياس Bag cultures وهكذا فى مزارع الحلقات Ring cultures ومزارع الأعمدة Column cultures ومزارع الأجولة المدلاه Hanging Sac cultures ..... إلخ.

وتجدر الإشارة والتعرف إلى طبيعة بعض هذه البيئات المستخدمة فى الزراعات اللا أرضية.

#### ١ - البيت موس Peat Moss

والبيت موس عبارة عن مادة عضوية متحللة توجد فى مستنقعات المناطق الرطبة على مساحات كبيرة تعرف بمناجم البيت، حيث يتم الحصول عليه فى

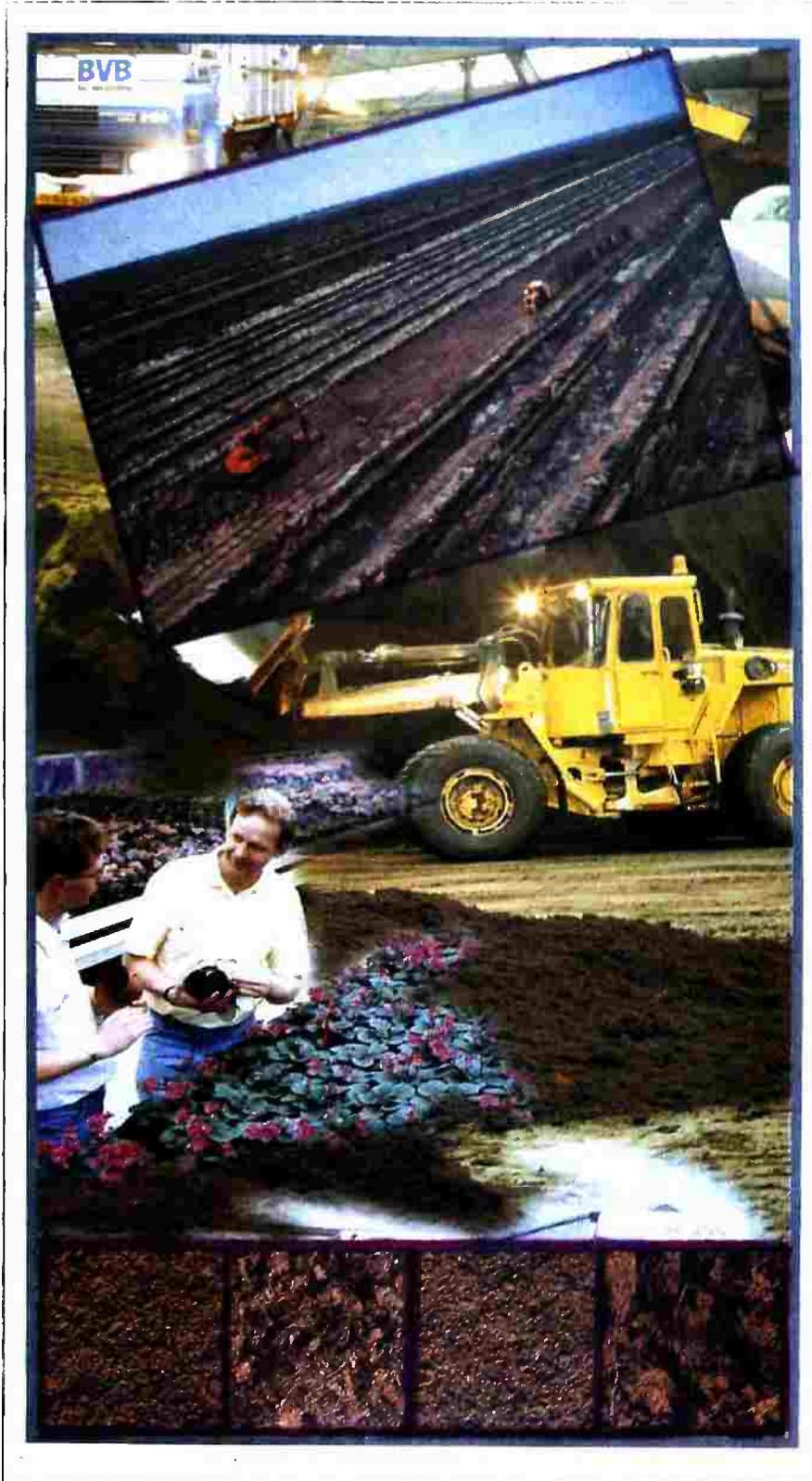
درجات متباينة من التحلل نظرا لاختلاف طبيعة المواد والنباتات الموجودة في هذه المستنقعات وعليه يترتب وجود عملية فرز أولية لاستبعاد جذوع الأشجار والشجيرات غير المتحللة (شكل ٦-١٩) والتي يتم طحنها والحصول منها على درجة أو Grade من درجات تصنيف البيت موس أما باقى المواد فيتم تصنيفها على حسب درجة النعومة التي هي عليها. وفي الغالب يكون هناك ثلاث درجات من النعومة للبيت موس والتي تحدد إلى حد ما طبيعة استخدامها في الزراعة (شكل ٦-١٩)، وهذه الدرجات هي:

(أ) البيت موس الناعم **Fine Peat Moss Grade** وأقطار حبيباته أو جزئياته تراوح من صفر إلى ١٠م، وهو مناسب لزراعة النباتات الصغيرة أى في مراحل النمو الأولى وذلك في الأصص الصغيرة حتى قطر ٧سم.

(ب) البيت موس المتوسط النعومة **Medium Peat Moss Grade** تتراوح أقطاره من صفر إلى ٢٥م وهي مناسبة للنباتات متوسطة العمر، والتي تزرع غالبا في أصص قطرها يبدأ من ٥-١٣سم أو الأصص والأكياس حجم ١ لتر.

(ج) البيت موس الخشن **Coarse Peat Moss Grade** وهذا النوع تتراوح أقطاره من صفر إلى ٣٥م ويستخدم في حالة المحاصيل التي تمكث فترة طويلة في بيئة النمو والتي غالبا ما يتم زراعتها في أصص قطرها أكبر من ١٣سم أو التي يزيد حجمها عن ١ لتر.

ويعبأ البيت موس سائبا في أكياس ويسوق للاستخدام كبيئة للزراعة اللاأرضية أو يضغط في مكعبات وهذه المكعبات تستخدم في إنبات البذور والحصول منها على شتلات قوية - (شكل ٦-٢٠) - تستخدم في الزراعة في بعض البيئات الصلبة الأخرى. والبيت موس مادة غنية في محتواها من العناصر الغذائية وتستخدم بشكل واسع في أوروبا، وفي مصر يتم استيرادها واستخدامها في مشاتل نباتات الزينة بشكل واسع منفردة أو مخلوطة مع بيئات أخرى لتحسين حالتها الغذائية وقدرتها على الاحتفاظ بالماء.



شكل (٦-١٩):  
مناجم  
الحصول على  
البيتاموس  
وتجهيزه  
بدرجات  
بعومة مختلفة  
للاستخدام  
الزراعي.

شكل (٦-٢٠) :  
 مكعبات البيت  
 موس ترص  
 على طاولات من  
 البلاستيك  
 بطريقة ميكانيكية  
 للحصول على  
 الشتلات قوية،  
 هذا بالإضافة  
 إلى الزراعة  
 المباشرة في  
 بيئة البيت  
 موس حثلي  
 الحصول على  
 المحصول.



٦ مكعبات البيت موس ترص على طاولات من البلاستيك بطريقة ميكانيكية للحصول على الشتلات قوية



٤



٧



كما أن الزراعة المباشرة في مادة البيت موس في المناطق المتوفرة به يعطى نمواً جيداً ومحصولاً وفيراً.

ومادة البيت موس تختلف في بعض صفاتها وفي محتوى العناصر بها باختلاف مناطق الحصول عليها إلا أنها بشكل عام تحتوي على المادة العضوية بنسبة من ٩٤-٩٩٪ ورقم الحموضة (pH) يتراوح ما بين ٢,٥-٤,٥ والمسامية بها من ٩٥-٩٨٪ وقدرتها على الاحتفاظ بالماء تتراوح ما بين ٧٠٠-١٠٠٠ جرام لكل ١٠٠ جرام والعناصر الغذائية بها كما يلي:

النيتروجين أقل من	٥٠ ملليجرام/ لتر
الفوسفور أقل من	٣٠ ملليجرام/ لتر
البوتاسيوم أقل من	٤٠ ملليجرام/ لتر
المغنسيوم أقل من	٨٠ ملليجرام/ لتر

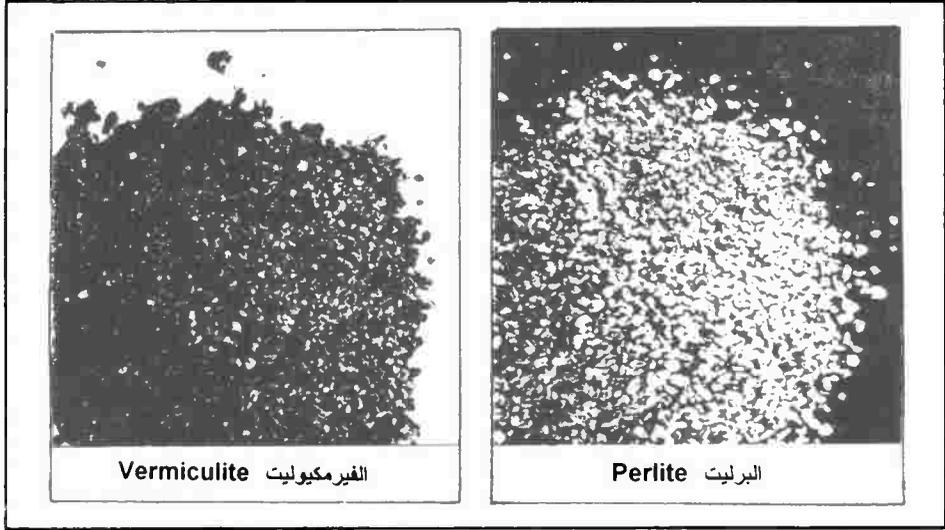
## ٢ - سفاجنيوم موس Sphagnum Moss

وهذا المكون يشبه البيت موس من حيث ظروف النشأة والخواص إلا أن المخلفات المتحللة هي لإحدى نباتات المستنقعات الحامضية من جنس Sphagnum. ويتميز السفاجنيوم موس بقدرته الكبيرة على امتصاص الماء الذي يبلغ ٨ أمثال وزنه بعد التشبع وصرف الماء الزائد والذي ينصرف بسهولة. والسفاجنيوم يميل إلى الحموضة ومع ذلك فقدرة على مقاومة التغير في رقم الـ pH عالية ويوجد من السفاجنيوم موس نوعين: الأول: غامق اللون وهو الذي أخذ حظه من التحلل والثاني: فاتح اللون متوسط التحلل يتميز بالتهوية الجيدة وبقيمة متوسطة للاحتفاظ بالماء مما يزيد من سعره.

## ٣ - الفيرميكيوليت Vermiculite

عبارة عن رقائق معدنية Flaky minerals تستخرج من مناجم الميكا في أفريقيا وأمريكا وأستراليا. وللحصول على الصورة المستخدمة كبيئة زراعية بعيداً عن التربة يتم معاملة المعدن الخام لدرجة حرارة ١٠٠٠ درجة مئوية فتتحول الرطوبة الموجودة به إلى بخار يزيد من الضغط داخل طبقاته، فيؤدى ذلك إلى

تكسير وتقسيم هذه الطبقات إلى جزيئات أو أجزاء صغيرة خفيفة ومسامية ذات صفات جيدة للزراعة للأرضية (شكل ٦-٢١).



شكل (٦-٢١): عينة من بيئات الفيرميكيوليت والبرليت

ومن الناحية الكيماوية فإن الفيرميكيوليت عبارة عن سليكات الحديد والألومنيوم والمغنسيوم المتأدته والتي تمتاز بقدرتها على الإحتفاظ بقدر مناسب من الماء والتبادل الكاتيوني والقدرة التنظيمية العالية Good buffering properties (القدرة على مقاومة التغير في رقم الـ pH). ويمتاز الفيرميكيوليت بوجود عنصرى المغنسيوم والبوتاسيوم فى صورة ميسرة يمكن للنباتات امتصاصها والإستفادة منها. ويعتبر الفيرميكيوليت مادة ماصة للماء وبالتالي يظل مبتلاً معظم الوقت، ولذلك يفضل خلطه بمواد أخرى ليققل ذلك من حالة الابتلال لتظل الرطوبة مناسبة لنمو النبات.

#### ٤ - البرليت Perlite

عبارة عن زجاج بركانى يتم الحصول عليه عند تبريد الحمم المنصهرة بسرعة. وعند طحن هذا الزجاج البركانى وتسخينه حتى درجة حرارة قدرها ١٠٠٠

درجة مئوية يتحول إلى حبيبات صغيرة بيضاء مرنة تشبه في قوامها قوام الفوم المحبب Granulated foam (شكل ٦ - ٢١).

ويتميز البرليت بأنه مادة قليلة المسامية وفي الوقت نفسه جيدة الصرف مما يجعل من البرليت والفيرميكوليت مادتين تكملان بعضهما من حيث امتصاص الماء والصرف والتهوية، وأفضل نسبة منهما توفر المثالية في بيئة النمو هي ٢ : ١ أي حجمين من البرليت وحجم واحد من الفيرميكوليت. والبرليت على عكس الفيرميكوليت حبيباته خاملة وليس لها القدرة على التبادل الكاتيوني وليس لها قدرة على التنظيم No pH buffering capacity وليس به عناصر غذائية في صورة ميسرة. والحبيبات مع بعضها تتميز بوجود الخاصية الشعرية مما يسهل من استخدامها كبيئة تروى بنظام الري تحت السطحي.

## ٥ - نشارة الخشب Sawdust

هو عبارة عن قلف الأشجار والبقايا والمخلفات التي تنتج أثناء العمليات التصنيعية للأخشاب في المصانع وورش النجارة. وفي المناطق التي تنتشر فيها الغابات ويكثر فيها النشارة بكميات كبيرة فتستخدم كبيئة للزراعة اللاأرضية، ومن أهم ما يميز نشارة الخشب في هذه المناطق توفره ورخص ثمنه بالإضافة إلى خفة وزنه. وتنتشر الرطوبة في نشارة الخشب الناعمة أسرع من انتشارها في النشارة الخشنة. وتستخدم نشارة الخشب بمفردها أو مخلوط مع السفاجنيوم موس أو البيت موس أو الرمل وتعطى نتائج جيدة.

## ٦ - البلاستيك المتمدد Expanded Plastic

في كثير من دول العالم تجرى التجارب على تخليق بعض المواد كيميائياً من المركبات العضوية مثل البولي يوريثان polyurethane، البولي ستيرين polystyrene أو اليوريا فورمالدهيد Urea-formaldehyde بهدف استخدامها كبيئة زراعية فيما يعرف بالبلاستيك المتمدد Expanded plastic أو الفوم المصنع Synthetic foam. والفوم الناتج عبارة عن حبيبات Gra-nules خاملة كيميائياً، خفيفة الوزن تصنع في أشكال وأحجام متعددة ذات

كثافة ومسام مختلفة، هذه الاختلافات في الحجم والكثافة والمسام يعطى لمادة الفوم قدرة على حفظ الماء Water retention capacity تختلف تبعاً لنوع ومواصفات الحبيبات المكونة لها. ولقد وجد أن ٤٥٤ جراماً من الفوم الناتج من مادة اليوريا فورمالدهيد Urea- formaldehyde يحتفظ بحوالي ١٢ جالون أمريكي من الماء (حوالي ٤٥ لترًا). ومادة الفوم لا تحتفظ بالعناصر الغذائية بشكل جيد وليست دعامة جيدة للنباتات النامية بها، كما أنها ليس لها قدره تنظيمية على تغيير رقم الـ pH ولذلك يفضل استخدامها مع بيئات أخرى.

ولقد استخدمت مخاليط من مادة الفوم Foam والرمل Sand بنجاح كبير في إنتاج الأبصال المختلفة وزراعة نباتات القرنفل والطماطم والعديد من النباتات التي تزرع في المنازل. والفوم يستخدم بشكل جيد أيضاً كمادة لإنتاج الشتلات من خلال مكعبات وبلوكات الإنبات المصنعة منها.

## ٧ - مخاليط بيئات الزراعة اللاأرضية Soilless Mixtures

معظم مخاليط بيئات الزراعة اللاأرضية تحتوي على بعض التوليفات من الرمل Sand والبسيت Peat moss والبيرليت Perlite والبوميس Pumice والفيرميكيوليت Vermiculite. وتساهم كل بيئة من هذه البيئات بقدر معين في مخلوط البيئة اعتماداً على نوع النباتات المطلوب تنميتها بها. ومن أمثلة هذه المخاليط ما يلي:

مخاليط البيئات	نسبة الخلط	الاستخدام
١ - بيت موس: البيرليت: الرمل.	بنسبة ٢: ٢: ١	وتستخدم كبيئة للزراعة المستديمة.
٢ - بيت موس: البيرليت: الشتلات.	بنسبة ١: ١	وتستخدم كبيئة لإنتاج الشتلات.
٣ - بيت موس: الرمل: الشتلات.	بنسبة ١: ١	وتستخدم كبيئة للزراعة المستديمة.
٤ - بيت موس: الرمل	بنسبة ٣: ١	وتستخدم لإنتاج الشتلات.
٥ - بيت موس: الرمل	بنسبة ١: ٣	يعطى بيئة خفيفة الوزن تمتاز بالتهوية الجيدة وتستخدم

مخاليط البيئات	نسبة الخلط	الاستخدام
		كبيئة للزراعة في أصص أو بيئة للمشتل.
٦ - بيت موس: الفيرميكيوليت.	بنسبة ١:١	وتستخدم كبيئة لإنتاج الشتلات.
٧ - الفيرميكيوليت: البرليت	بنسبة ١:١	بيئة خفيفة الوزن، ممتازة لإنتاج الشتلات.
٨ - بيت موس: البوميس: الرمال.	بنسبة ١:٢:٢	وتستخدم كبيئة للزراعة المستديمة.

ونظراً لأن مادة البوميس رخيصة الثمن فإنها تحل محل مادة البرليت في معظم مخاليط البيئات. هذا بالإضافة إلى أن مادة السفاجنيوم أيضاً يمكنها أن تحل هي الأخرى محل مادة البيت موس في حالة توفرها في منطقة من المناطق.

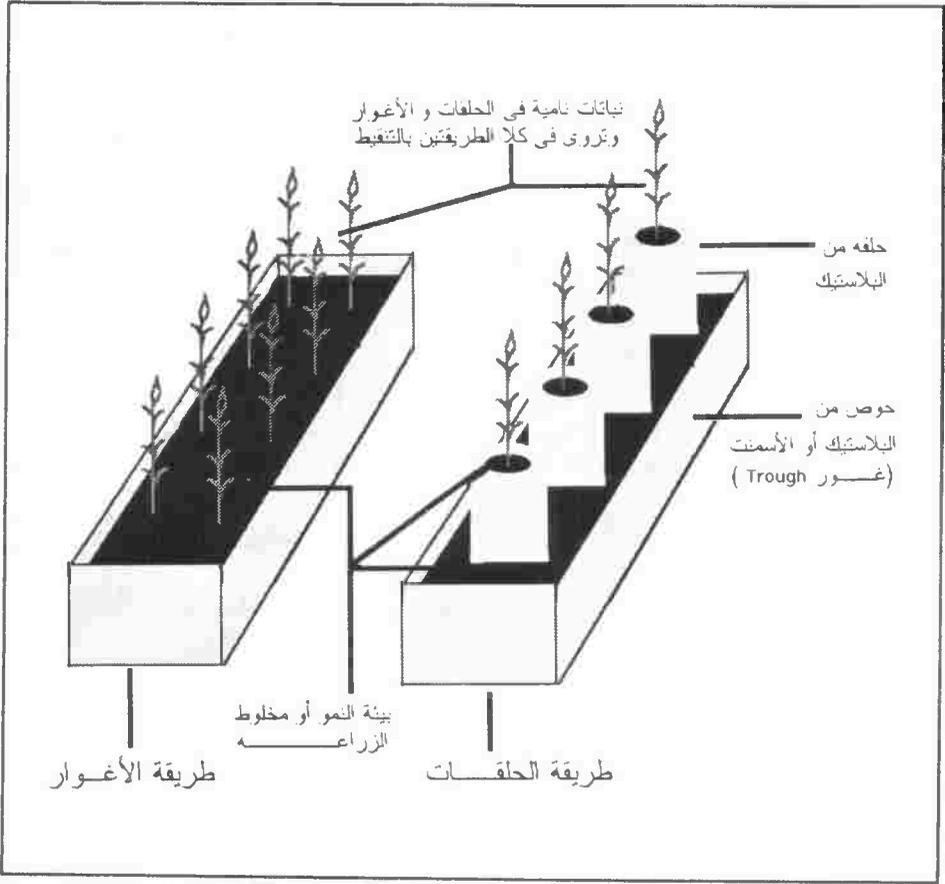
وطبيعة كل بيئة من البيئات السابقة تحدد إلى حد كبير طريقة استخدامها في الزراعة ونوع الحاويات المستخدمة لها، وغالباً ما يطلق اسم هذه الحاويات على طريقة الزراعة المستخدمة:

## ١ - الزراعة في الصناديق أو الأحواض Boxe Cultures

وقد سبق الإشارة إلى كيفية إعداد هذه الصناديق والأحواض وتجهيزها للزراعة (وضع بيئة النمو بها وزراعة الشتلات والرى والصرف) في المزارع الرملية ومزارع الحصى. وهذه الأحواض تستخدم مع بيئات كل من البيت موس والبرليت والفيرميكيوليت ونشارة الخشب والزيوليت وكذلك مخاليط هذه البيئات.

## ٢ - مزارع الأغوار Tuogh Cultures

هي عبارة عن أحواض مثل سابقتها في الطول والعرض والمواصفات وطريقة الإعداد والتجهيز وتختلف فقط في العمق الذي يصل إلى ١٥ سم فقط ليكون مناسباً للنباتات ذات الانتشار السطحي (شكل ٦-٢٢).



(شكل ٦-٢٢) طريقة الزراعة في الاغوار ،إلى اليسار، والحلقات (إلى اليمين)،

### ٣ - مزارع الحلقات Rings Cultures

هي مجرد إضافة إلى طريقة الزراعة في الأغوار بوضع حلقات من البلاستيك بقطر من ٢٠-٢٥ سم وبطول يتراوح من ٢٠-٤٠ سم بنفس مسافات الزراعة على سطح بيئة النمو الموجودة في الأغوار وتملاً بنفس ما ملئت به الأغوار على أن تتم الزراعة في هذه الحلقات، ويتم الري بالتنقيط من خلالها (شكل ٦-٢٢) وهي تعطى مجالاً أوسع لانتشار الجذور خلال الحلقات والأغوار.

## ٤ - مزارع الأكياس Bags Cultures

ومن الطرق التي أصبحت شائعة الاستخدام الآن لتجنب التكاليف الإنشائية المرتفعة للأحواض هي استخدام الأكياس لتعبئة مواد النمو المختلفة بها والرى والتغذية بنظام التنقيط ويختلف حجم الأكياس باختلاف النباتات المنزرعة بها مع مراعاة أن تكون الأكياس من اللون الأبيض غير الشفاف صيفاً مما يقلل من أثر ارتفاع درجة الحرارة في أشهر الصيف، وباللون الأسود شتاءً لتساعد على التدفئة، ويتراوح طول الكيس من ٣٠-١٠٠ سم وعرضه من ٢٠-٥٠ سم، ويزرع بها عدد من النباتات يتناسب مع نوع النبات نفسه وحجم الكيس المستخدم وطريقة الزراعة.

### (أ) الزراعة في الأكياس الأفقية Horizontal Bags Cultures

من البيئات التي أعطت نتائج جيدة على المستوى التجارى - عند تعبأتها في أكياس وزراعة النباتات بها - بيئة البرليت. وتم الزراعة بهذه الطريقة كما في شكل (٦-٢٣).



(شكل ٦-٢٣) : الزراعة في الأكياس الأفقية والصورة لنباتات الطماطم النامية في بيئة البرليت

١ - يعبأ البرليت فى أكياس من البلاستيك سعتها من ٢٠-٣٠ لتراً، وطول كل منها ٩٠سم تكفى لزراعة ٣ نباتات ويغلق جيداً.

٢ - يتم تجهيز أرضية الصوبة بطريقتين:

(أ) إذا كانت أرضية الصوبة من التربة العادية (طينية - رملية) فيتم تسويتها وإعدادها فى شكل مصاطب بعرض ٧٠سم تنحدر للخارج قليلاً، ثم ترتفع مكونة مصطبة أخرى بعرض ٧٠سم. ثم تغطى الأرض بالبلاستيك الأبيض صيفاً ليخفف من حدة الحرارة والأسود شتاءً للتدفئة، وفى كل الأحوال فإن البلاستيك يمنع ظهور ونمو الحشائش بأرض المزرعة ونمو الفطريات ويمنع أيضاً وصول المحاليل المغذية إلى التربة ليتم تبخره من على أسطح البلاستيك.

(ب) إذا كانت أرضية الصوبة من الخرسانة فإنه يتم تغطيتها مباشرة بالبلاستيك كما فى الحالة السابقة.

٣ - يتم رص الأكياس أفقياً فى صفوف طولية على الحواف المائلة للمصاطب، بحيث يكون نهاية كل كيس مع بداية الكيس التالى له، وتوضع مواسير التغذية فى باطن المصاطب لتغذى زوج من الأكياس على الجانبين، وتكون الممرات على قمة المصاطب بين زوج من الأكياس أيضاً مما يسهل الحركة بعيداً عن رشح المحلول الزائد ومواسير الري والتغذية.

٤ - يتم تنمية النباتات فى مكعبات من الصوف الصخرى أو البيت موس حتى وصولها إلى الحجم المناسب للنقل.

٥ - يتم عمل فتحات بأبعاد مكعبات الإنبات أو البادرات فى السطح العلوى لبلاستيك الأكياس على أن تكون المسافة بين كل فتحة وأخرى هى نفس المسافة المطلوبة بين كل نبات وآخر.

٦ - توضع مكعبات الإنبات فى مكانها على الأكياس ثم يتم توصيل منقطات

Dripers خط الري والتغذية إليها حيث ينساب المحلول من المنقطات إلى مكعب الإنبات ثم إلى البرليت فى كيس النمو.

٧ - يتم عمل فتحات الصرف فى أسفل الجانب المواجه لمواسير الري فىتم التخلص من المحلول الزائد.

٨ - يتم التغذية من ٤-٦ مرات يوميا فى فصل الشتاء ومن ٨-١٢ مرة فى فصل الصيف وذلك بمعدل ٢-٤ لتر/ساعة وفى كل مرة ينتظر حتى يخرج المحلول من فتحة الصرف. وتستمر التغذية بهذا المعدل حتى نهاية المحصول.

ولقد أعطت الزراعة بهذه الطريقة زيادة فى محصول الطماطم قدرها ٧٠٪ مقارنة بالزراعة بطريقة الصوف الصخرى التى سيتم الحديث عنها فى الفصل السابع (Hall وآخرون سنة ١٩٨٨).

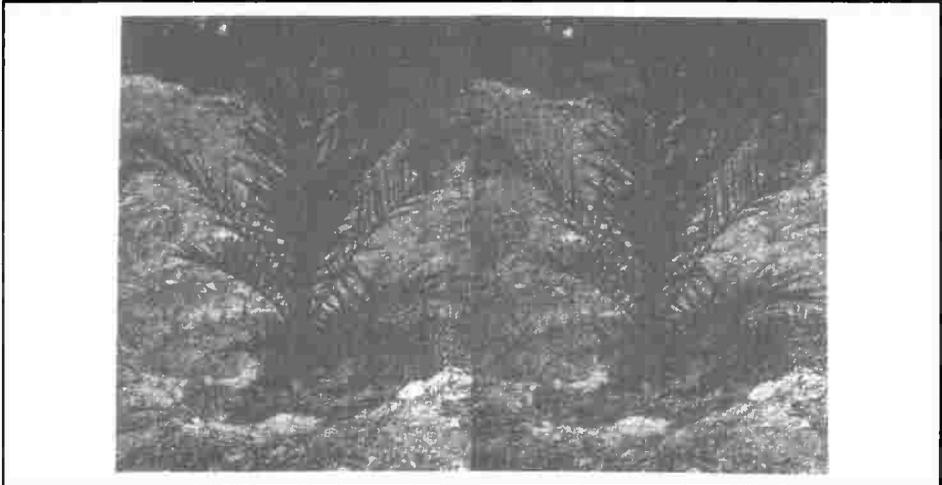
### (ب) الزراعة فى الأكياس الرأسية Vertical Bags Cultures

فى هذه الطريقة تعبأ الأكياس بمادة النمو (البيت موس - الفيرميكيوليت - نشارة الخشب ... إلخ )، ويكون حجم هذه الأكياس كافياً لزراعة ونمو نبات واحد. توضع الأكياس على قاعدتها وتكون فتحتها لأعلى ثم تزرع بها الشتلات ويستخدم فى تغذيتها خط رى بالتنقيط. وتصلح هذه الطريقة فى زراعة أنواع كثيرة من النباتات يتراوح من الحوليات حتى الأشجار والشجيرات. وتستخدم هذه الطريقة فى حالة الأشجار والشجيرات عند زراعتها فى الأراضى الصحراوية غير المناسبة فتستخدم أكياس كبيرة الحجم تتناسب مع حجم الشجرة تملأ بمادة النمو (شكل ٦-٢٤). ثم توضع فى حفرة بحجم الكيس ثم يتم الري بالتنقيط.



(شكل ٦-٢٤): إعداد الأكياس الكبيرة لزراعة الأشجار

ولقد قام Kallistratos and Papadopoulos سنة ١٩٨٨ بزراعة أشجار النخيل والكافور في أكياس كبيرة حجمها ٥٠ لتراً تم تعبئتها بمادة النمو من البيت مع البرليت، بالإضافة إلى الأسمدة العضوية والمعدنية وبعض مخلفات المزرعة ويوضح الشكل رقم (٦-٢٥) نمو فسيلة نخيل في هذه الأكياس عمرها ٣ سنوات.



(شكل ٦-٢٥): فسائل من النخيل عمرها ٣ سنوات في أكياس رأسية ذات حجم مناسب

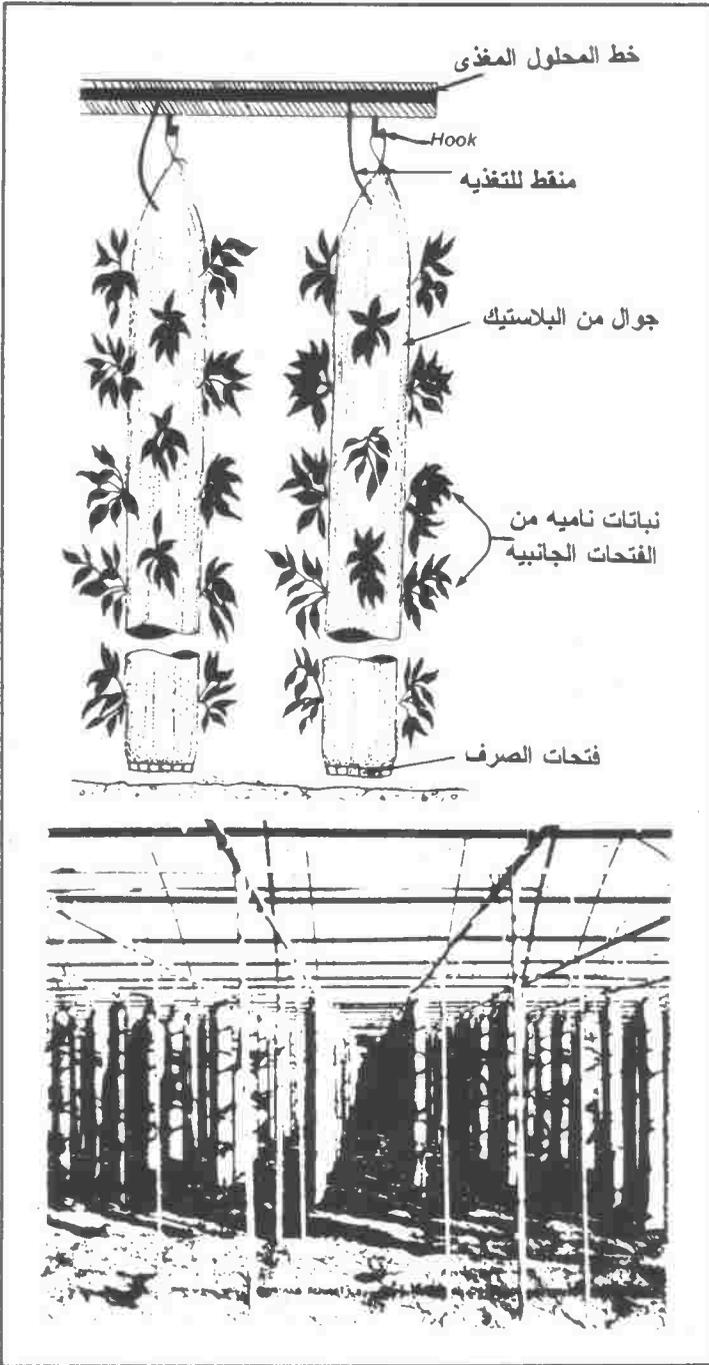
## (ج) الزراعة فى الأكياس المائلة Sloped Bags Cultures

تستخدم هذه الطريقة فى المناطق ذات الطبقرافية غير المنتظمة والتي بها انحدرات كبيرة والتي يصعب تسويتها. ويستخدم لذلك أكياس البلاستيك بسمك ٠,١٥ مم وطولها ٢١٠ سم وقطر ٢١ سم بسعة ٧٣ لتراً. تبعاً هذه الأكياس بمادة النمو من البيت موس أو السفاجنيوم موس مع مخلفات النسيج Textile waste (بولى إستر ٣٩٪، قطن + فسكوس + نيلون ٦,٦٪، بولى أوليفين ٥٠٪. صوف ١١٪) Marfa وآخرون سنة ١٩٨٧. ترص هذه الأكياس بميل قدره ٥٠ درجة ويتم الرى والتغذية باستخدام أنابيب قطرها  $\frac{3}{8}$  بوصة (حوالى ١ سم) توضع أسفل السطح العلوى للأكياس، ويخرج منها منقط كل ٣٠ سم ليوصل المحلول المغذى بمعدل ٢,٩ لتر/ساعة. تزرع النباتات فى فتحات على طول الكيس على مسافة الزراعة المناسبة للنبات.

وفى تجربة للزراعة فى الأكياس المائلة مع بيئة نمو من الإسفاجنيوم موس مع مخلفات النسيج بنسبة ١٥، ٤٠٪ أعطت محصولاً من الخس قدره ١٥,٨٠١ كيلو جرام ١٠,٠٧٤ كيلو جرام للمتر المربع على الترتيب.

## (د) مزارع الأجلة المدلاة Hanging Sacs Cultures

يشترط عند استخدام الأجلة المدلاة من سقف الصوبة أن تكون مادة الزراعة أو بيئة النمو من البيئات خفيفة الوزن مثل البيت موس أو الفيرميكيوليت أو البرليت أو نشارة الخشب، وهذه الأجلة تكون من البوليثلين بقطر ضيق من ١٥-٢٥ سم وبطول لايزيد عن ٢٢٠ سم. تزرع النباتات على المحيط الخارجى لهذه الأجلة فى عدة صفوف ويتم الرى بالتنقيط (شكل ٦-٢٦).



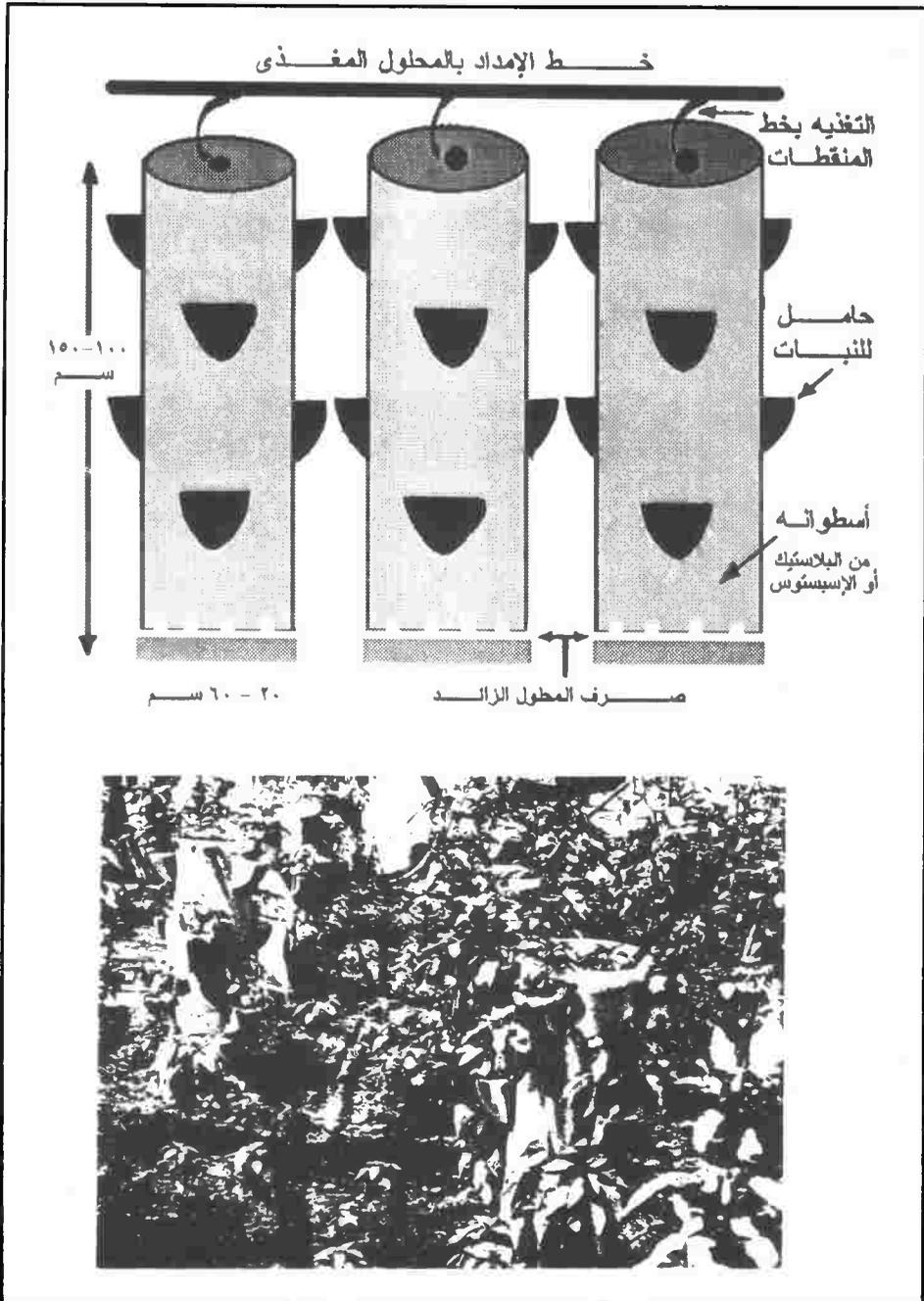
(شكل ٦-٢٦) رسم تخطيطى ومنظر عام للزراعة فى الأجولة المدلاة

وتتميز طريقة الأجولة المدلاة بالكثافة العالية للنباتات في وحدة المساحة فعند استخدام أجولة من البلاستيك بطول ٢١٠ سم وقطر ٢١ سم يكون عدد النباتات المنزرعة على مساحة محيطها الخارجى ٣٢ نبات (٤ نباتات على محيط الجوال ٨ × ٨ مستويات). وفي أجولة بهذا الطول يتم عمل رباط حاجز من منتصفها بحيث تظهر كما لو كانت وحدتين متصلتين طولياً.

تزرع البذور في مكعبات ٣٥م من البيت موس ثم تنقل البادرات (عندما يصل حجم كل منها إلى بادرة تحمل ٣ ورقات) إلى فتحات الزراعة بقطر ٢سم على محيط الجوال. وهذا الجوال يغذيه ٤ منقطات، يثبت اثنين منها في أعلى النصف العلوى والإثنين الآخرين في قمة النصف السفلى. يتم عمل فتحات للصراف في نهاية كل جزء.

## ٥- مزارع الأعمدة Column Cultures

وتوضع مادة النمو في أعمدة من البلاستيك أو الإيبستوس بقطر يتراوح من ٢٠-٦٠ سم وبطول لا يتعدى ٢٠٠ سم. حتى يسهل تثبيتها وخدمة النباتات بها ويتم عمل فتحات بشكل حلزوني على سطحها الخارجى تزرع من خلالها النباتات، ثم تتم التغذية بالمحلول المغذى من أعلى، ويتم صرف الزيادة منه أوتوماتيكياً من أسفل. وفي تطبيق لهذا النظام مع نباتات الفلفل في بيئة من البيت موس ٧٠٪ مع البرليت ٣٠٪ أعطى كل عمود ٩٠ ثمرة وزنها ٦١٧٥ جراماً في المرحلة الأولى للحصاد (شكل ٦-٢٧).



(شكل ٦-٢٧) رسم تخطيطي ومنظر عام للزراعة في الأعمدة

## ٦ - الزراعة فى الأصص البلاستيك Plastic Pots Cultures

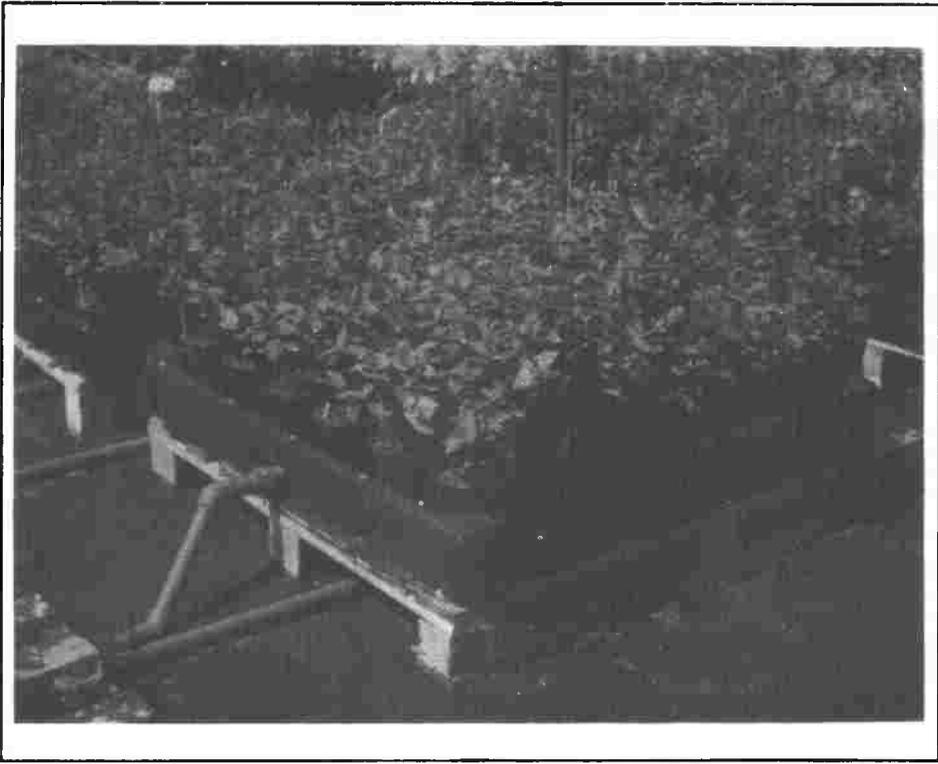
تستخدم الأصص فى الزراعة مع كل بيئات النمو الصلبة عندما يكون الرى بالتنقيط أو بالرش، أما إذا كان نظام الرى تحت سطحى فإن بيئات الطين المتمدد والبوميس والزيوليت تكون لها أفضلية عما عداها.

### ( أ ) الزراعة فى الأصص الأفقية Horizontal Pots

يتم تعبئة الأصص بمادة النمو المتوفرة بالمنطقة ويشترط فى الأصص أن تكون مثقبة من أسفل وذات أحجام تتناسب مع حجم النبات طوال فترة نموه. ترص الأصص متجاورة فى صفوف المسافة بينها تتناسب مع طبيعة نمو النباتات ويمكن أن يتم رى هذه الأصص بالتنقيط عندما توضع على الأرض (غير معاملة بالخرسانة) فى داخل الصوبة أو خارجها (شكل ٦-٢٨).

بينما فى الصوب المجهزة أرضيتها بالخرسانة فإنه يمكن رص الأصص بنفس الكيفية السابقة، ويتم الرى والتغذية من أسفل الأصص Subirrigation وذلك بدفع المحلول المغذى من تنك التغذية إلى أرضية الصوبة المستوية حتى ارتفاع معين (يتناسب مع ارتفاع الأصص) تستطيع من خلاله النباتات أن تأخذ إحتياجاتها من الرطوبة والتغذية. ويتوقف مضخة دفع المحلول يعود المحلول من حيث أتى ثم تعاد هذه الدورة من ٣-٥ مرات شتاءً حتى ١٠ مرات صيفاً (شكل ٦-٢٩).

وعند الحاجة إلى استخدام طريقة الرى تحت السطحى فى صوبة غير مجهزة السطح فإنه يمكن عمل أحواض كبيرة من الخشب تبطن بالخيش المقطرن والبيتومين، وتوضع مرتفعة عن مستوى السطح العلوى لتنك التغذية ثم ترص فوقها الأصص (شكل ٦-٣٠) ويتم ضخ المحلول بنفس الكيفية السابقة.



(شكل ٦-٣٠): إعداد أحواض من الخشب المبطن بالبلاستيك بديلا عن تجهيز أرضية الصوبة واستخدام طريقة الري تحت السطحي

وتعطي الزراعة في الأصص مرونة كبيرة لصاحب المزرعة في إمكانية زراعة العديد من النباتات المختلفة في طبيعة نموها في وقت واحد وسهولة نقل النباتات من مكان لآخر داخل المزرعة.

وهناك طريقة أخرى للزراعة في الأصص تعرف بطريقة الأصص المزدوجة Kishk & Sherif سنة ١٩٨١ والتي تعتبر وحدة صغيرة من وحدات الزراعة اللاأرضية التي يمكن استخدامها على نطاق ضيق في المنازل أو في الصوب أو تطويرها للاستخدام التجاري وخاصة في النباتات الاقتصادية، وهي تتكون من جزء أسطواني طوله ١٠ سم وقطره ١٠,٥ سم يرتكز على قاعدة مثقبة، وهذا الجزء الاسطواني يملأ ببيئة النمو الصلبة من الرمل النقي أو نشارة خشب أو البرليت أو الفيرميكيوليت أو الطين المتمدد، أو أى مادة صلبة أخرى ويعتبر هو وقاعدته غطاء



شكل (٦-٢٨) : الزراعة في الأصص الأفقية علي أرضية غير مجهزة والتي يتم ريها رشا أو بالتنقيط.

شكل (٦-٢٩) : الزراعة في الأصص الأفقية علي أرضية الصوبة الجهزة للري تحت السطحي.



للأصيص الثانى الذى يخصص للتغذية بالمحلول المغذى.

تزرع البذور أو تنقل الشتلات إلى بيئة النمو فى الجزء الأسطوانى، ويتم ربيها بالماء تارة وبالمحلول المخفف تارة أخرى حتى خروج جذور النباتات من فتحات القاعدة المثقبة إلى الأصيص الذى يستقبل الزيادة من ماء الري خلال هذه الفترة. وعندما تصل الجذور إلى الأصيص يتم التخلص مما به من ماء الصرف واستبداله بالمحلول المغذى.

وفى هذه الطريقة تعتمد النباتات بصفة أساسية على التغذية من المحلول المغذى الموجود فى أصيص التغذية حيث تنتشر جذورها بدرجة كبيرة، بينما تكون الجذور الموجودة فى بيئة النمو قليلة وليس لها أى دور فى عملية التغذية ودورها الأساسى يكون لتثبيت النبات ويتم إضافة المحلول المغذى إلى الأصيص من خلال إحدى فتحتى التهوية الموجودتين فى القرص المثقب كلما نقص حجمه.

ولقد أعطت نباتات الذرة الرفيعة المنزرعة فى هذه الوحدات (حيث كانت بيئة النمو من الرمل فى الجزء الأسطوانى ومحلول هوجلاند فى الأصيص) نمواً جيداً مقارنة بمثيله المنزرع فى الرمل فى الأصص العادية والمغذى بنفس محلول هوجلاند وتحت نفس الظروف (شكل ٦-٣١). ويمكن ملاحظة الفرق فى النمو وفى الطول بين النباتات فى الأصص المزدوجة الموضوعه على أرض الصوبة ومثيلاتها فى نفس العمر على المنضدة فى أقصى اليسار، وربما يوضح السبب فى ذلك حجم الجذور المتكونة فى الأصص المزدوجة (فى نفس الشكل إلى أعلى) والتي تمتص حجماً أكبر من المحلول والعناصر الغذائية.

### (ب) الزراعة فى الأصص الرأسية Vertical Pots

يستخدم البرليت كبيئة نمو معبأة فى أصص. وحيث إن الأصص لها قوام ثابت وصلب فإنه يمكن وضع هذه الأصص فوق بعضها البعض لزيادة عدد النباتات فى وحدة المساحة. والشكل رقم (٦-٣٢) يوضح نمو نباتات الفراولة فى عدد ٦ أصص رأسية سعة كل منها ٣,٣ لتر بها مادة البرليت ويزرع بكل أصيص منها أربعة نباتات فى أركانها الخارجية ويتم تغذيتها بالتنقيط. ووضعت

المنقطات فى الأصص أرقام ١، ٣، ٥ على الترتيب من أعلى إلى أسفل بحيث يقوم منقط الأصيص رقم ١ بتغذية الأصص أرقام ١، ٢ ومنقط الأصيص رقم ٣ ليغذى الأصص أرقام ٣، ٤ وأخيراً منقط الأصيص رقم ٥ ليغذى الأصص أرقام ٥، ٦ وهكذا.

وتم ضخ المحلول المغذى - من ٢-٤ مرات يوميا فى نظام مفتوح - الذى يحتوى على:

نيتروجين (N) ٨٠ - فوسفور (P) ٤٥ - البوتاسيوم (K) ١٠٠ - الكالسيوم (Ca) ٢٠٠ - المغنسيوم (Mg) ٥٠ - الحديد (Fe) ٣ - وكل من البورون (B) والمنجنيز (Mn) والزنك (Zn) ٠,٥ بالإضافة إلى النحاس (Cu) والموليبدينم (Mo) ٠,٠٥ جزء فى المليون.

وبعد ٥ شهور من الزراعة كان معدل المحصول فى الإيكر (٤٠٠٠ متر مربع) الذى يساوى تقريبا مساحة الفدان (٤٢٠٠ متر مربع) كما يلى:

اسم الصنف	عدد النباتات فى الإيكر	متوسط إنتاج النبات بالجرام	المحصول بالكيلو جرام
Brighton	١٢٠٠٠٠	٣٠٦	٣٦٧٢٠
Douglas	١٢٠٠٠٠	٢٤٠	٢٨٨٠٠
Tuft	١٢٠٠٠٠	١٩٤	٢٣٢٨٠
Tioga	١٢٠٠٠٠	١٧٧	٢١٢٤٠

وبالإضافة إلى هذا الإنتاج العالى فإن الثمار كانت بحالة جيدة وخواص طبيعية ممتازة. كما يلاحظ أيضا اختلاف المحصول باختلاف الصنف مما يوجب الاهتمام باختيار الأصناف عالية الإنتاج - من أى محصول - عند الزراعة.



شكل (٦ ٣١):  
زراعة نباتات  
الذرة الرفيعة لا  
أرضياً في  
الأصص المزدوجة  
ويظهر فيها حجم  
النباتات  
ومجموعها  
الجذري مقارنة  
بممو نفس  
النباتات عند  
نفس العمر في  
التربة والزراعة  
التقليدية.



شكل (٦-٣٢): زراعة الفراولة في الأصص الرأسية داخل الصوبة ويظهر بها معدل التكتيف العالي للنباتات.