الفصـــل السادس

بيئات الزراعة الصلبة

Solid Aggregates Medium

obeikandl.com

obeikandl.com

بيئات الزراعة الصلبة
Solid Aggregates Medium

البيئات التى تستخدم كوسط للنمو فى 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 ودعامة وتثبيت للنباتات. وهى فى ذلك تختلف عن مزارع المحاليل والتى تكون فيها جذور النبات منغمسه أو معلقة طوال الوقت فى المحلول ولكنها تتشابه مع مزارع المحاليل فى مصدر تغذية النباتات والذى يتم فى كلتا الحالتين بواسطة المحلول المغذى.

مميزات مزارع البيئات الصلبة:

١ – وجود بيئة صلبة تعمل على تثبيت النباتات كما هو الحال فى الزراعة فى الأرض الطبيعية.

٢ – عدم الحاجة إلى تهوية المزرعة كما هو الحال فى مزارع المحاليل.

٣ – لاتحتاج إلى ملاحظة مستمرة كما فى 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 يؤدى إلى تراكمها فى البيئة وقد يسبب انسداد أنابيب الصرف.

الشروط الواجب توافرها فى 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 وفى المسام ما بين الحبيبات. وكلما صغر حجم الحبيبات كلما ازدادت مساحة سطوحها وقربت الحبيبات من بعضها وازدادت المسافات البينية فى البيئة وبالتالى تزداد قدرتها على مسك الماء.

كما أن الحبيبات غير المنتظمة فى الشكل لها مساحة سطوح أكبر، وبالتالى 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 فى المسافات البينية وهذا يزيد من كمية الماء الذى تحتفظ به البيئة.

وفى الوقت الذى يجب أن تكون فيه للبيئة قدرة كبيرة على الاحتفاظ بالماء، فإنها أيضا يجب أن تكون لها قدرة أكبر على صرف هذا الماء لضمان جودة التهوية فى البيئة، ولذلك يجب تحاشى أن تكون حبيبات البيئة ناعمة جداً فتحتفظ بكمية كبيرة من الماء ويقل معه معدل صرفه للمحلول، مما يؤدى إلى انخفاض حركة الأكسيجين خلال حبيبات مادة البيئة، ومما تجدر الملاحظة إليه وجود الأتربة الناعمة فى بعض البيئات الصلبة خاصة بيئة الرمل والحصى والذى 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 تحتوى البيئة على مواد ضارة بنمو النباتات، فبيئة نشارة الخشب Sawdust مثلا تحتوى غالبا على تركيز مرتفع من أملاح كلوريد الصوديوم NaCl نظراً لما تتعرض له ألواح الخشب من نقع فى محلول ملحى لمدد طويلة وكذلك بيئات الرمل Sand والحصى Gravel قد تحتوى على تركيزات مرتفعة من الأملاح على حسب مناطق الحصول عليه، ولذلك فمن الضرورى تقدير تركيز الأملاح فى بيئة النمو، فإذا وجد مرتفعاً وجب التخلص منه بالغسيل بالماء العذب.

كذلك فإن الرمل أو الحصى الناتج من مادة الأصل الجيرية (والتى تحتوى على كربونات الكالسيوم $CaCO_3$) يجب تحاشى استخدامه حيث إن وجود كربونات الكالسيوم من شأنه أن يؤدى إلى ارتفاع رقم الـ pH للمحلول المغذى إلى الجانب القلوى (pH أكبر من ٧) وهذا الارتفاع فى قلوية المحلول يؤدى إلى ترسيب الحديد والفوسفور، وبالتالى 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 HCl، حيث يعمل على تحويل الكربونات فى كربونات الكالسيوم إلى ثانى أكسيد الكربون CO_2 والماء H_2O وبالتالى يتم التخلص من الكربونات وتأثيرها القلوى، ويستكمل التفاعل باتحاد الكلوريد مع الكالسيوم مكوناً ملح كلوريد الكالسيوم سهل الذوبان والغسيل كما يتضح من المعادلة التالية:

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2\uparrow$$

كما أنه من الممكن تحت ظروف خاصة نقع هذه المواد فى محلول فوسفاتى حيث يؤدى 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 لاتتكسر ولاتتفتت بسهولة مما يساعد على استخدامها لفترات طويلة، بالإضافة إلى أن المواد الناعمة سهلة التكسر تفقد بناءها بسرعة وتقل أقطار حبيباتها سريعًا مما يؤدى إلى تضاغط 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 (فى الهواء الطلق Open Field) فإنه يجب تحاشى استخدام الحبيبات التى لها حواف حادة غير منتظمة، حيث إن قدرتها على تثبيت النباتات قليلة مما يجعل النباتات سهلة الرقاد بالرياح، فإذا كان ولابد من استخدام هذه المواد فإنه يجب أن تكون الخمسة سنتيمترات العلوية من البيئة من حبيبات ذات حواف ناعمة.

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

obeikandl.com

أولاً: المزارع الرملية
Sand Cultures

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

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

إنشاء المزارع الرملية

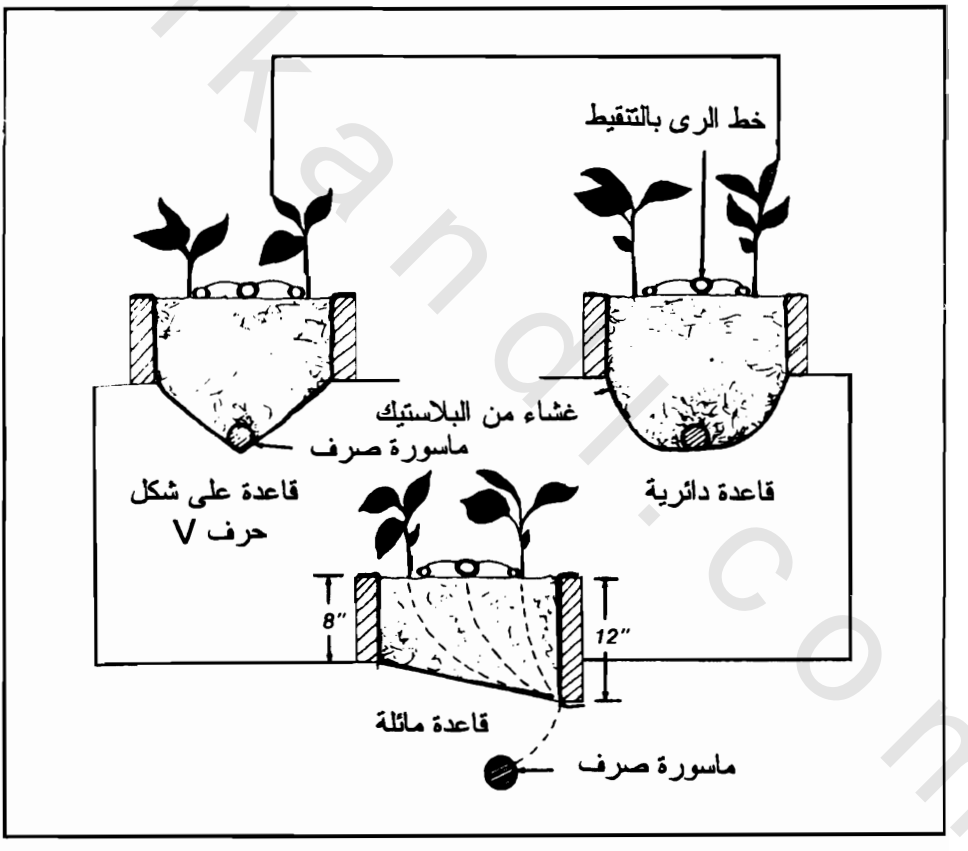
توجد ثلاثة طرق لإنشاء المزارع الرملية، فى الطريقة الأولى يتم تبطين المراقد بالبلاستيك وفى الثانية يتم فرش الرمل على امتداد أرضية الصوبة المغطاة بالبلاستيك وفى الثالثة يعبأ الرمل فى أكياس من البلاستيك ثم ترتب أفقياً على أرضية الصوبة.

الطريقة الأولى: المراقد المبطنة بالبلاستيك:

وفيها يتم بناء مراقد نمو النباتات بطريقتين:

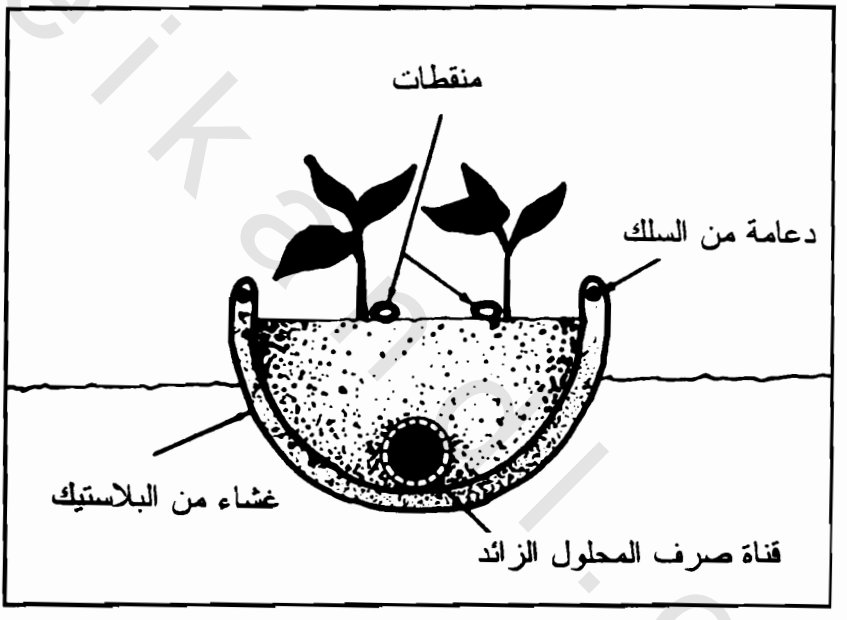
١ – **فوق سطح الأرض** : وفيها تصنع المراقد من الخشب الذى يبطن بالبولى إيثيلين السميك، ويكون قاع المرقد ذى

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



شكل (٦–١): قطاع عرضى لعدد من مراقد النمو ونظام الرى بالتنقيط

٢ – **تحت سطح الأرض** : عن طريق عـمل قناة فى الأرض مع وضع سلك للتثبيت على جانبيها بارتفاع حوالى ٥سم فوق سطح الأرض، وعلـى هـذا السـلك يتم طى شرائح من البولى إيثلين مكونة حاجز أو جـدار مزدوج ما بين مرقد الرمل والأرض المحفور بها هذا المرقد (أنظر شـكل ٦ –٢)، وعملية رفع حـواف المرقـد فـوق سطح الأرض يمنع امـتزاج الأرض مع رمل المرقـد، بالإضافة إلى تدعيم جوانب المرقد بما يمكن معه الاستغناء عن استخدام الخشب والذى يكون مكلفاً فى المساحات الواسعة والمناطق الصحراوية.

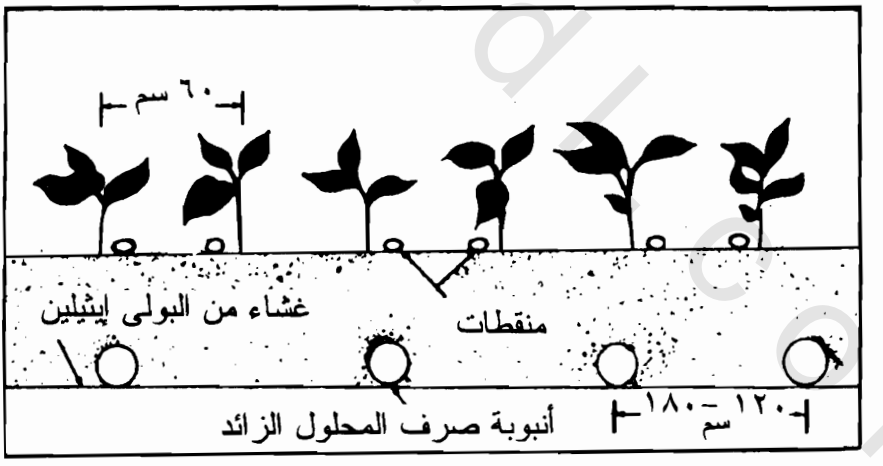


شكل (٦–٢) : قطاع عـرضى لمرقد ذى قاعـدة دائرية مع تدعـيم الجـوانب حـتى ارتفاع ٥سم فوق السطح

الطريقة الثانية: فرش الرمل على أرضية الصوبة المغطاة بالبلاستيك:

يمكن تقليل تكاليف إنشـاء المزارع الرمليـة عن طريق تغطيـة أرضـيـة الصـوبة بشرائح من البولى إيثيلين السميك، ويتم وضع الرمل عليها بارتفاع ٣٠ – ٤٠سم

على أن يكون ميل أرضية الصوبة فى حدود ١٥سم لكل ٣٠ متراً لتسهيل عملية الصرف. ولتحقيق ذلك فإنه يتم تسوية أرضية الصوبة وكبسها جيداً بما يوفر الثبات للأرضية وبالميل المطلوب ثم تفرد شرائح البولى إيثيلين على المساحة المراد تغطيتها بالرمل والتى يراعى فيها أن تكون متداخلة مع بعضها لمنع وجود فواصل بينها خاصة وأنه يتعذر وجود شرائح من البلاستيك بعرض يغطى كل عرض مساحة أرضية المزرعة. ثم توضع مواسير الصرف (قطرها ٣-٥سم) على سطح البولى إيثيلين على مسافات بين كل ماسورة وأخرى فى حدود ١٢٠ - ١٨٠سم (ويتوقف ذلك على طبيعة الرمل المستخدم، فكلما كانت الحبيبات ناعمة كلما قلت المسافة بين المواسير)، وهذه المواسير تكون فى خطوط متوازية مع ميل سطح الأرض وتصب فى النهاية فى مصرف مجمع يتم فيه تجميع المحلول المغذى واستخدامه فى أغراض أخرى خارج الصوبة. وبعد وضع المواسير يتم فرش الرمل على كامل المساحة وبعمق لايقل عن ٣٠سم 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 عرضى لأرضية صوبة ثم فرشها بالكامل ببيئة الرمل بميل مناسب

الطريقة الثالثة: تعبئة الرمل فى أكياس من البلاستيك:

وفى هذه الطريقة يتم تعبئة الرمل المراد استخدامه فى الزراعة اللاأرضية فى أجولة أو أكياس من البلاستيك السميك ذات اللون الأبيض للاستخدام صيفا، أو اللون الأسود للاستخدام شتاء وبطول من ٦٠ –٩٠سم وقطر من ٢٥–٣٥سم. تربط أو تلحم فتحة كل جوال أو كيس ثم ترص أفقيًا فى صفوف متوازية على أرضية الصوبة 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 المنزرع على أن تكون هذه الفتحات ذات قطر مناسب لحجم البادرة. وفى هذا النوع من المزارع لاتوجد مواسير للصرف، بل يكتفي 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 نقاطات 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 الرئيسى Main Line أو Header Line.

(ب) الخط تحت الرئيسى Sub - main line.

(حـ) الفرعيات Laterals.

(د) المنقطات Drippers.

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

أولا: المضخة:

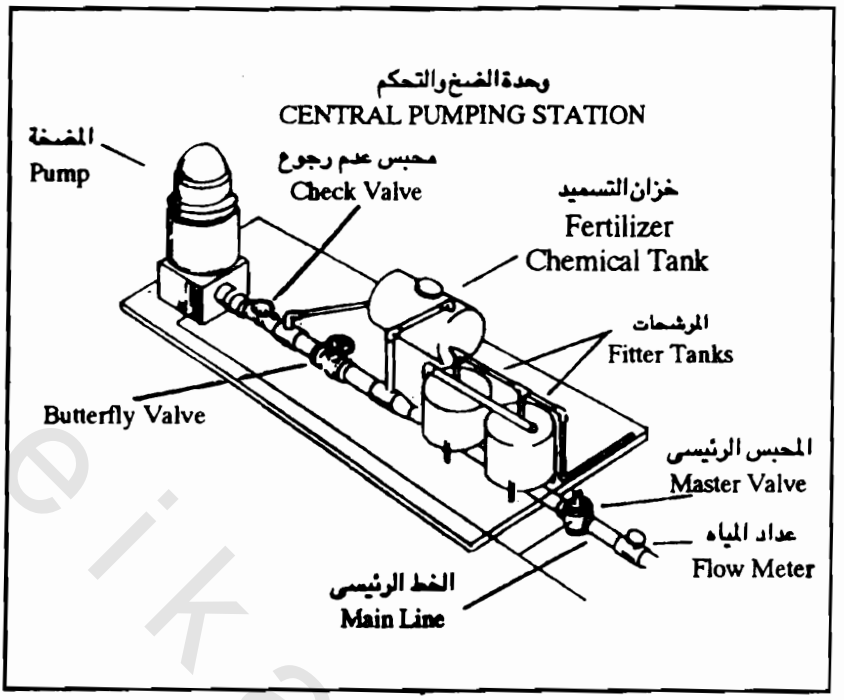
نظراً لصغر حجم البيوت المحمية (الصوبات) أو المساحات المنفذ بها مثل هذه المزارع، بالإضافة إلى ضخ المحلول أو الرى بمعدلات صغيرة فإن مضخة صغيرة أو متوسطة الحجم تكفى للقيام بالغرض المطلوب، وعادة ما تستخدم مضخة قدرتها المائية حوالى ٨ حصان.

ثانيا: وحدة التحكم:

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

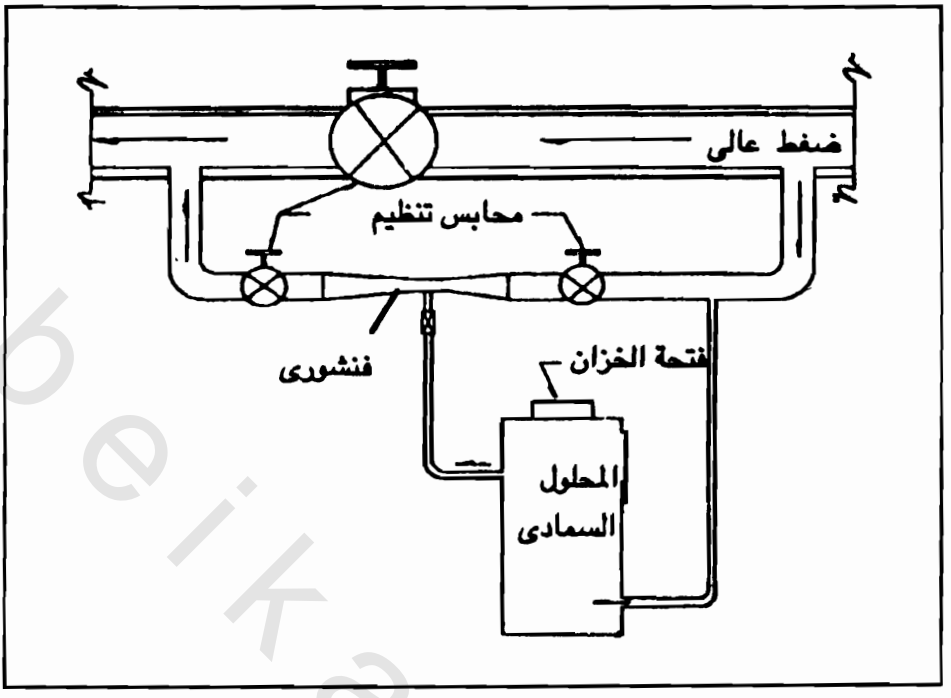
١ – تنك التسميد:

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



شكل (٦-٤): للكونات العامة لنظام الرى بالتنقيط

وهناك طريقتان لحقن المحلول المغذى، **إحداهما** باستخدام حاقن السماد أو المجزىء Proportionater حيث يقوم بحقن جزء من المحلول السمادى المركز بنسبة معينة فى حجم معلوم من ماء الرى بحيث يكون التركيز النهائى للعناصر فى ماء الرى هو نفس النسبة المطلوبة للمحلول المغذى المخفف (شكل ٦ -٥). وعن استخدام المجزىء يراعى أن يكون هناك ٢ محلول مركز (A&B) **الأول** يحتوى على نترات الكالسيوم والحديد المخلبى، **والثانى** لباقى 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 فى تنك التسميد وخلطه مع ماء الرى ليعطى المحلول المخفف بتركيزاته المحسوبة

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

١ - تحتاج إلى مساحات أقل.

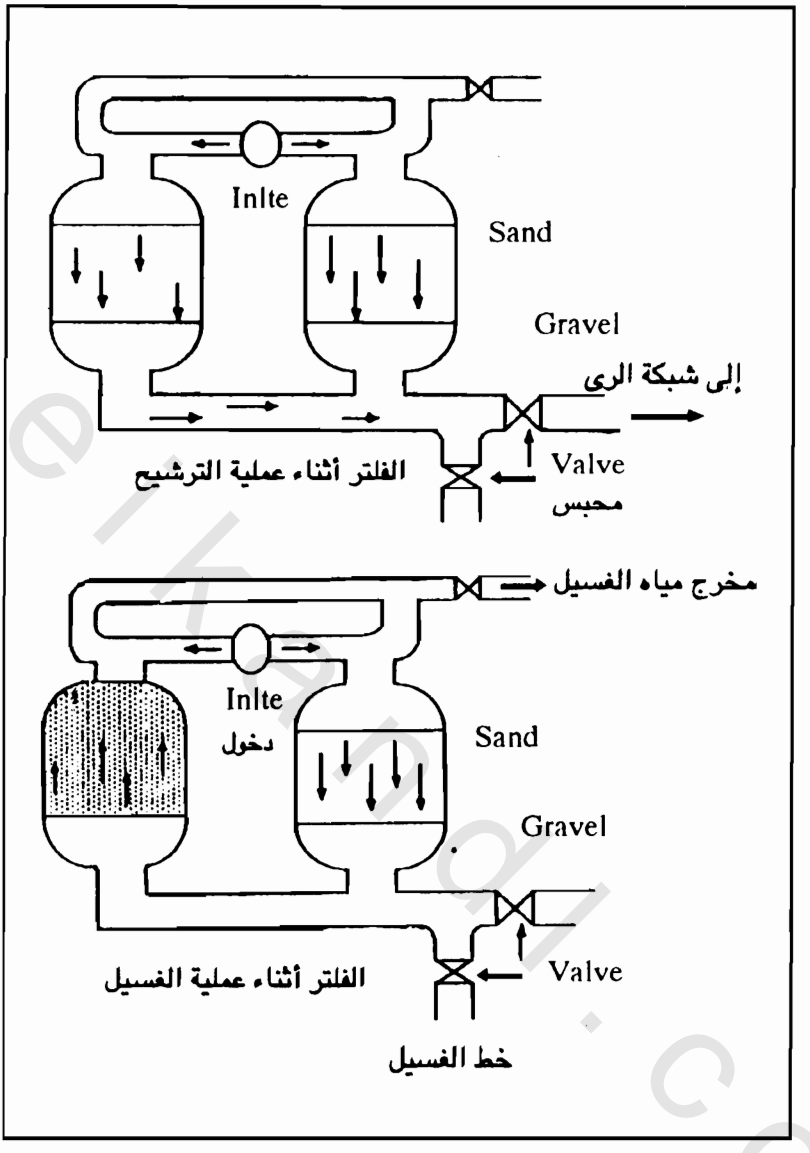
٢ - تكلفة أقل فى الانشاءات الأولية.

٣ - من الممكن تغيير تركيب المحلول المغذى بسرعة تتواكب مع التغير فى مراحل النمو.

٢ – المرشحات:

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

وأهم المرشحات التى تستخدم فى الرى بالتنقيط هى المرشحات التى تحتوى على الحصى المتدرج الحجم والرمل فى طبقات وبأعماق مختلفة. وتمر مياه الرى على هذه المرشحات وتسرى من خلاله من أعلى إلى أسفل فتحجز الشوائب ويخرج الماء أو المحلول نقيا 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 الرى على نسبة كبيرة من الحبيبات الدقيقة (شكل ٦ – ٦).



شكل (٦-٦): عملية تنظيف المرشح الرملى

ويوجد نوع آخر من المرشحات يعتمد عملها على مساحة سطح المرشح حيث يكون فى 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 لايصلح إذا كانت المياه محملة بمواد غروية دقيقة مثل حبيبات الطين كما أنها عرضة للتمزق تحت ضغوط سريان المياه. ولذلك يوجد فى 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 حجمًا. والأفضل بالنسبة للمحاليل المغذية استخدام مرشح شبكى أقطاره فى حدود ١٠٠ مش.

وهناك نوع ثالث من المرشحات يسمى المرشح الدوامى ويعتمد عمله على فصل الحبيبات عن طريق عملية الطرد المركزى. والمرشح عبارة عن مخروط مقلوب يدخل ماء الرى 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 المركزى ويصلح هذا النوع من المرشحات فى حالة المياه المحملة بكثير من حبيبات الرمل حيث تترسب فى قاع المرشح.

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

ثالثا: خطوط توزيع المياه أو المحلول:

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

أما خطوط التوزيع Sub-main lines فيكون أقطارها ما بين ١,٥ – ٢,٥ سم، وتتصل خطوط التوزيع بالخط الرئيسى بوصلات على شكل حرف T. ومن خطوط التوزيع تخرج الفرعيات Laterals (خراطيم الرى) 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 الرى فى حدود من ٤ – ٦ لتر فى الساعة ويلاحظ أن النقاطات عرضة للانسداد بسهولة بواسطة الحبيبات المعلقة أو من كربونات الكالسيوم، ولذلك يجب أن يتم تسليكها على فترات متتالية لضمان تصرف المحلول منها بالقدر مناسب.

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

فى بعض النظم لاتستخدم 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، وبالتالى يلزم استبدالها بين كل محصول وآخر.

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

وتنشوميتر لضبط طول فترة الرى وفى هذه الحالة يكون عدد مرات الرى من ٢ – ٥ مرات يومياً.

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

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

وحيث إن نظام الرى والتغذية فى المزارع الرملية نظام مفتوح فليس هناك ضرورة لمتابعة التغيير فى تركيب المحلول المغذى فى تنك التخزين، ولكن يجب قياس رقم الـ pH لهذا المحلول على فترات خاصة إذا كان ماء الرى قلوى التأثير، كما أنه لاتوجد ضرورة لغسيل تنك التخزين بانتظام كما هو الحال فى 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 تحضر كمية أخرى طازجة من المحلول المغذى.

إعداد الشتلات وزراعتها:

إن الزراعة فى المزارع اللاأرضية يعتمد على استخدام الشتلات فى 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 وللمساحة 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 لإثبات بذور بعض محاصيل الخضر.

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
البطيخ	١٥	٤٠	٣٥
الكانتالوب	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).

جـدول رقم (٦ – ٢): يوضح العـلاقة بـين درجـة حـرارة المشـتل والمدة اللازمة لإنبات بذور بعض محاصيل الخضر.

درجة الحرارة المحصـــــول	١٥درجه مئويه	٢٠ درجه مئويه	٢٥ درجه	٣٠ درجه
الفلفل	٢٥ يوم	١٣ يوم	٨ أيام	٨ أيام
الطماطم	١٤ يوم	٨ أيام	٦ أيام	٦ أيام
الخيار	١٣ يوم	٦ أيام	٤ أيام	٤ أيام
الكانتالوب	--	٨ أيام	٤ أيام	٤ أيام

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

الأوعية المستخدمة فى إنتاج الشتلات:

هناك عدة أوعية تستخدم فى إنتاج الشتلات المطلوبة للزراعة فى المزارع اللاأرضية والتى تتميز بما يلى:

١ – يمكن استخدامها أكثر من مرة بنفس الكفاءة.

٢ – خفيفة الوزن سهلة الحمل والتخزين فى 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 فى إنتاج الشتلات ما يلى (شكل ٦ – ٧):

الأصص البلاستيك Plastic Pots

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

صوانى الإنبات Seedling Trays

وتصنع هذه الصوانى من البلاستيك الخفيف والمقسم داخليًا بحواجز تشكل

فيما بينها وحدات تكفى لإنبات نبات واحد يسهل نقله إلى بيئة النمو. كما تصنع هذه الصوانى أيضًا من الإستيروفوم Styrofoam الذى 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

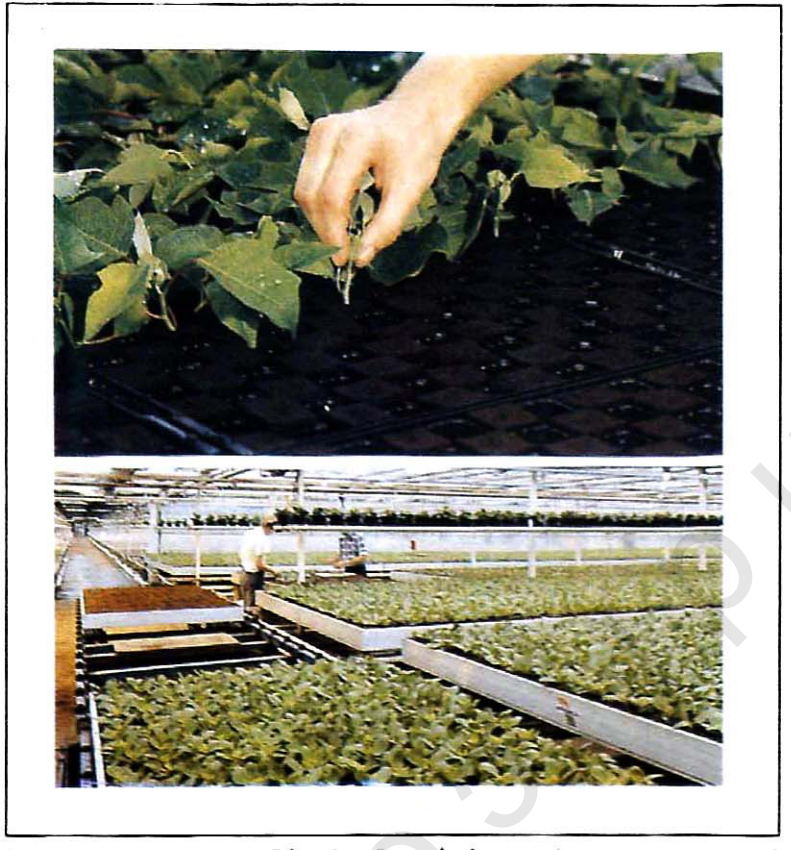
يوجد الآن العديد من الأوعية التى تستخدم لمرة واحدة وغالبًا ما تكون أوعية ورقية منها الأصص والصوانى Paper pots & Trays وهى شبيهة للأصص والصوانى المصنعة من البلاستيك أو الاستيروفوم. كما يمكن استخدام أوعية من مكعبات من الـ Jiffy cubes ذات الأقطار المتنوعة التى تناسب إنبات العديد من النباتات، وأوعية الـ Jiffy هذه تعتبر بيئة ووعاء فى نفس الوقت ولاتحتاج إلا لوضع البذور بها وريها للحصول منها على بادرات جيدة. تنقل هذه المكعبات بكاملها (المكعب وبه البادرة) إلى بيئة النمو المستديمة. 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 الصخرى Rockwool أو صوف الخبث Slagwool أو الفوم Foam فى شكل مكعبات متنوعة الأشكال والأحجام لإنبات البذور.

البيئات المستخدمة فى إنتاج الشتلات:

تستخدم العديد من البيئات فى إنبات البذور وتكوين الشتلات. ومن هذه البيئات الرمل والبرليت والفيرميكيوليت ونشارة الخشب والبيت موس التى تستخدم أى منها بمفردها أو مخلوطة مع غيرها بنسب معينة بحيث تعطى فى النهاية بيئة جيدة لنمو الشتلات. ويجب أن تتميز البيئة بما يلى:

١ – توفر الوسط الملائم لإنبات البذور وتثبيت الجذور والنباتات.

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



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

٢ – تحتفظ بقدر مناسب من الرطوبة وتوفر المستوى المطلوب من الأكسيجين لتنفس جذور النباتات.

٣ – أن يكون حجمها ثابتًا ولايقل أو ينضغط أثناء نمو البادرات والذى قد يظهر عند استخدام بيئات عضوية غير كاملة التحلل، لذلك يجب أن تكون البيئة فى 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
النيتروجين النتراتى	١٠٠ – ٢٥٠ppm	الفوسفور	١٢٥ – ٤٥٠ ppm
البوتاسيوم	٧٥– ١٥٠ ppm	الكالسيوم	٨–١٣ ملليمكافىء/١٠٠جم
العناصر الصغرى	١٥–٢٥ ppm	المغنسيوم	١,٢–٣,٥ ملليمكافىء١٠٠جم

وفيما يلى أمثلة لمخاليط البيئات المختلفة المستخدمة تحت الظروف المصرية:

مخلوط (١)	مخلوط (٢)	مخلوط (٣)	مخلوط (٤)	مخلوط (٥)
بيت موس (٥٠٪ بالحجم)	بيت موس (٥٠٪ بالحجم)	بيت موس (٥٠٪ بالحجم)	نشارة خشب ناعمة (٦٠٪ بالحجم)	نشارة خسب ناعمة (٨٠٪ بالحجم)
فيرميكيوليت (٥٠٪ بالحجم)	فيرميكيوليت (٤٠٪ بالحجم)	رمل مغسول (٥٠٪ بالحجم)	رمل مغسول (١٥٪ بالحجم)	رمل مغسول (٥٪ بالحجم)
	برليت (١٠٪ بالحجم)		تربة طمية معقمة (٢٥٪ بالحجم)	تربة طمية معقمة (١٥٪ 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 الصوانى أو أوانى الشتل قبل الزراعة بأى من الفورمالدهيد أو بالمبيدات الفطرية ثم تترك للتهوية حتى تزول رائحة محلول التعقيم تماماً من الإناء.

٢ – تملأ الصوانى أو أى من أوعية الزراعة المستخدمة بمخلوط البيئة المجهز لزراعة البذور، ثم يضغط عليها بحيث تكون مكبوسة جيداً ولايتخللها فراغات هوائية كثيرة حتى لاتهبط مع مياه الرى بعد الزراعة.

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

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

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 الرى دائما فى الصباح وتجنب الرى 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 وملتفًا 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 تقليع الشتلات ونقلها إلى المكان المستديم حتى لاتحدث أى أضرار للجذور. هذا وتتراوح فترة نمو الشتلة حوالى ٢١ – ٢٥ يومًا 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 اللاأرضية 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 جانبى خط الرى (فى حالة نظام الرى بالتنقيط) وعلى أبعاد من ٣٠ – ٥٠ سم من بعضها على الصف الواحد على حسب نوع النبات.

٣ – توضع الشتلات داخل الجور التى تم حفرها مع الحرص والمحافظة على أن تكون الجذور كاملة داخل هذه الجور، ثم يتم الردم حولها ولاتترك فجوات هوائية.

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

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

تعقيم بيئة المزارع الرملية:

يتم تعقيم بيئات الرمل عن طريق استخدام طريقة التدخين Fumigation والتى تعمل على التخلص من أى أمراض مصدرها الأرض أو من النيماتودا وإن كان لايمكنه تخليص الرمل من فيرس موزايك الدخان Tobaco mosic virus (TMV) أو فيرس موزايك الخيار Cucumber mosic virus II (CMVII) ويوجد مادتان من المواد المدخنة Fumigants يمكن استخدام أحدهما بنجاح **الأول** هو الـ Vapam والذى يضاف مع نظام الرى **والثانى** بروميد الميثيل Methyl bromide والذى يستخدم تحت ضغط عبر مواسير نظام الصرف الموجود فى قاع مراقد البيئة وفى كلتا الحالتين يتم تغطية كامل مساحة مرقد الزراعة بالبولى إيثيلين قبل وضع المادة المدخنة. وعند

استخدام الـ Vapam مع ماء الرى فإنه يجب التخلص جيداً منها بعملية غسيل بماء نقى 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 المغلى فإنه يمكن استخدام هذا النظام فى 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 فى التعقيم بالبخار تعرف بنظام التعقيم المتنقل وفيها يتم وضع أنبوبة على عمق عدة بوصات من سطح الرمل ثم يغطى السطح بشريحة من البولى 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 يلى:

١ ـ استخدام النظام المفتوح Open system فى التغذية يقلل من انتشار الأمراض مثل الفيوزاريوم والفرتيسليوم فى البيئات بدرجة كبيرة.

٢ ـ تقل مشاكل انسداد أنابيب الصرف، حيث إن كثافة بيئة الرمل تشجع الانتشار الأفقى للجذور.

٣ ـ نعومة حبيبات الرمل تشجع الحركة الجانبية أو الأفقية للماء بواسطة الخاصة الشعرية مما يضمن توزيع جيد للمحلول المغذى فى وسط النمو.

٤ ـ يمكن ضمان تهوية جيدة للجذور من خلال الاختيار الصحيح للرمل مع نظام الرى بالتنقيط.

٥ ـ يتم تغذية كل نبات على حده بمحلول مغذى جديد خلال كل دورة رى وبالتالى لا يوجد مشاكل عدم اتزان بين المغذيات.

٦ ـ النظام بسيط، سهل الصيانة والخدمة وتكاليف الإنشاء أقل من مزارع الحصى التى تروى بالرى تحت السطحى.

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

٨ ـ يمكن وضع خزانات المحلول أو الحاقنات فى أماكن بعيدة عن مراقد النمو.

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

العيوب:

أما عيوب المزارع الرملية فهى:

١ ـ أحد العيوب الكبرى هى ضرورة استخدام الكيماويات والبخار لتعقيم البيئة ما بين محصول وآخر.

٢ ـ انسداد خطوط الرى بالتنقيط بالرواسب وهذا يمكن التغلب عليه باستخدام فلتر ١٠٠ ـ ٢٠٠ مش والذى يمكن تنظيفة بين فترة وأخرى.

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

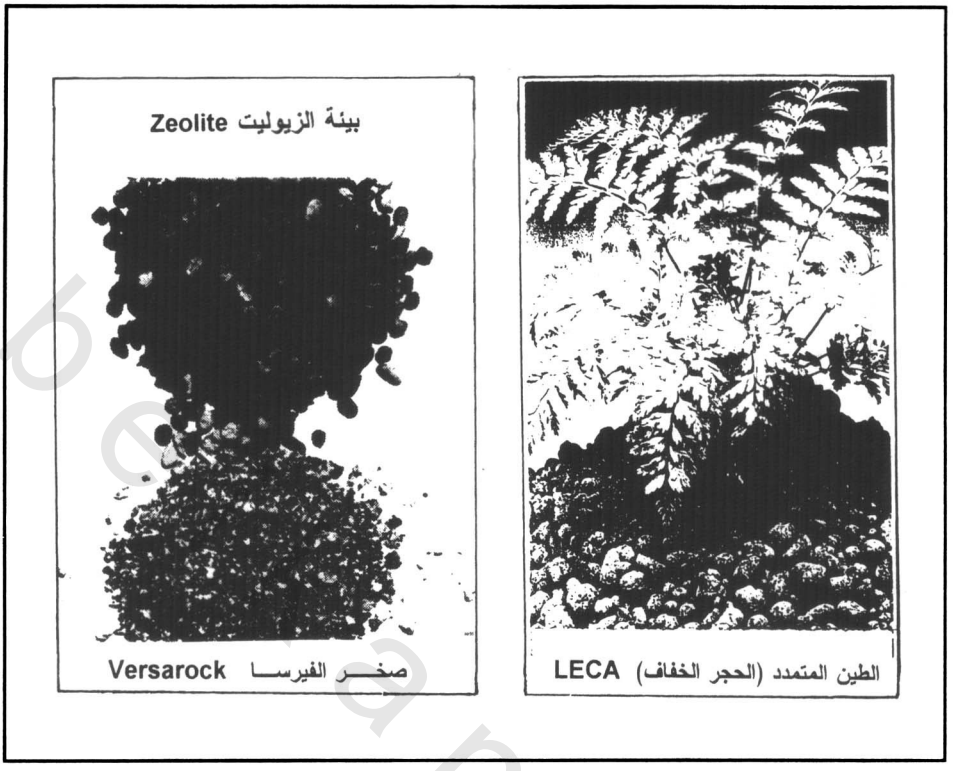
٤ ـ ممكن أن تتراكم الأملاح فى المراقد خلال موسم النمو وهذا يمكن تصحيحه عن طريق الغسيل على فترات بواسطة الماء العذب.

ثانيا: مزارع الحصى
Gravel and Stone Cultures

الحصى هو تعبير حجمى يطلق على الحبيبات التى أقطارها تزيد عن ٣مم (٠,١٢ بوصة) وبالتالى يشمل كل حبيبات وجزيئات المواد الصلبة المسامية وغير المسامية الثابتة وغير القابلة للانهيار، 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 البركانى للأصول الجرانيتية والذى 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 جزيئاتها فى أشكال ذات ٤-٦ أوجه ومع ذلك قدرتها على التبادل الكاتيونى 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 الرى.



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

الزيوليت Zeolite

وهو عبارة عن مجموعة من السليكات المائية التى تؤدى إلى زيادة السعة التبادلية الكاتيونية فى التربة. والمكون الأساسى فى الزيوليت هو Clinoptilolite الذى يتكون من الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والصوديوم والألمنيوسليكات. ويوجد الزيوليت بشكل طبيعى فى بعض المناطق إلا أنه لم يستخدم حتى الآن على نطاق واسع كبيئة للزراعة اللاأرضية بالرغم من استخدامه بنجاح فى الولايات المتحدة الأمريكية بالإضافة إلى مادة أخرى هى الأباتيت Apatite. وتتميز بالقدرة على التبادل الكاتيونى العالى والذى يسهل على النباتات الاستفادة منه، كما أنه يشبه الحصى من حيث الوزن والحجم (شكل ٦ـ٩).

الطين المتمدد Expanded clay

والطين المتمدد يعرف باسم «الليكا LECA» إختصارا للتعريف الانجليزى 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.

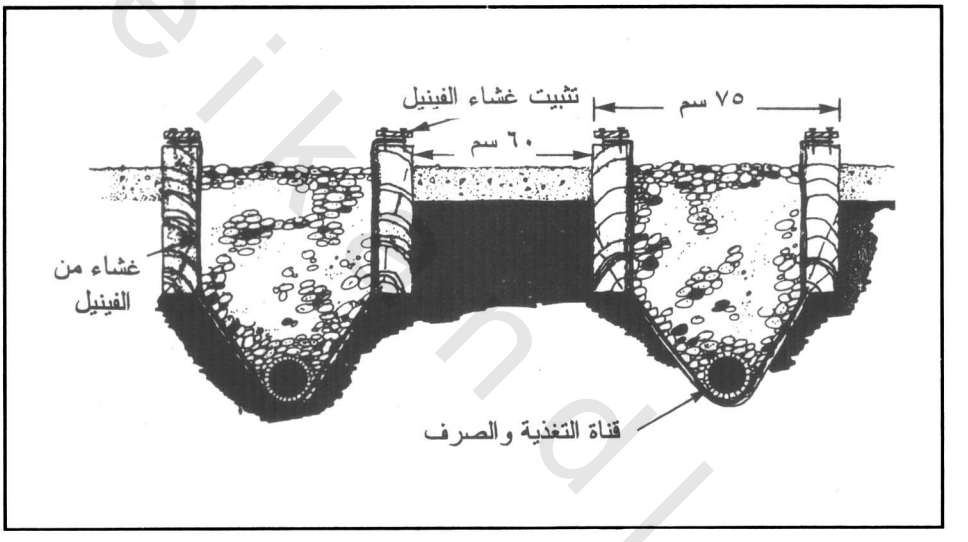
البوميس Pumice Stone

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 - ١٥م) مع مراعاة أن يكون نصف الحصى المستخدم له أقطار فى حدود ٠,٥ بوصة (١٠ - ١٢م)، 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 (٣-٩م) على أن يكون نصف حجم الحصى المستخدم ذو أقطار فى حدود ٠,٢ بوصة (٥-٦م).

المراقد وأحواض النمو:

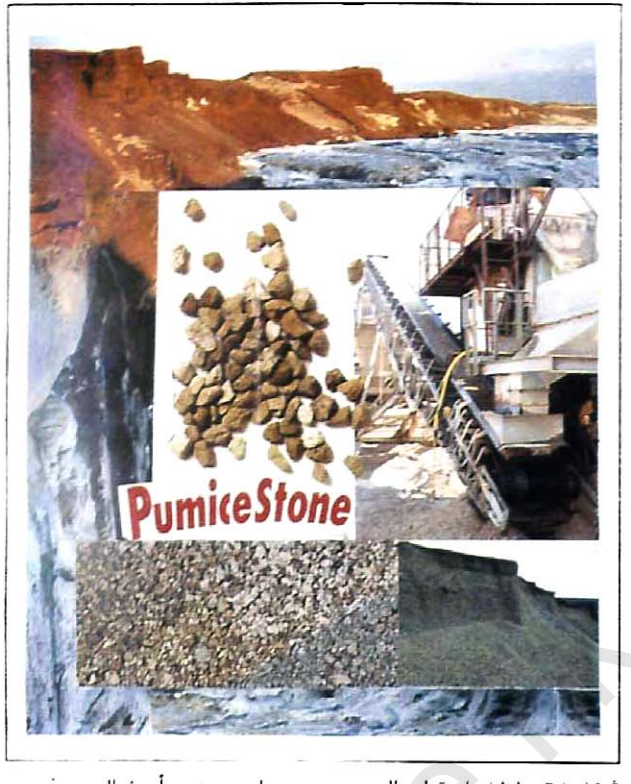
يجب تصميم مراقد Beds وأحواض Boxes الزراعة بالشكل الذى يسمح بسرعة ملئها بالمحلول وسرعة وكفاءة عملية الصرف. وحتى يتحقق ذلك فإن قاع الحوض أو المرقد لا يكون مستوياً إنما يكون ذو ميل يسمح بتجميع الماء الزائد من الرى، وهذا الميل إما أن يكون فى اتجاه واحد، أو يكون فى منتصف القناه حيث يصبح قاع الحوض على شكل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



شكل (٦-١٢): قطاع عرضى لمرقد مزرعة حصى وتروى بطريقة الرى تحت السطحى

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

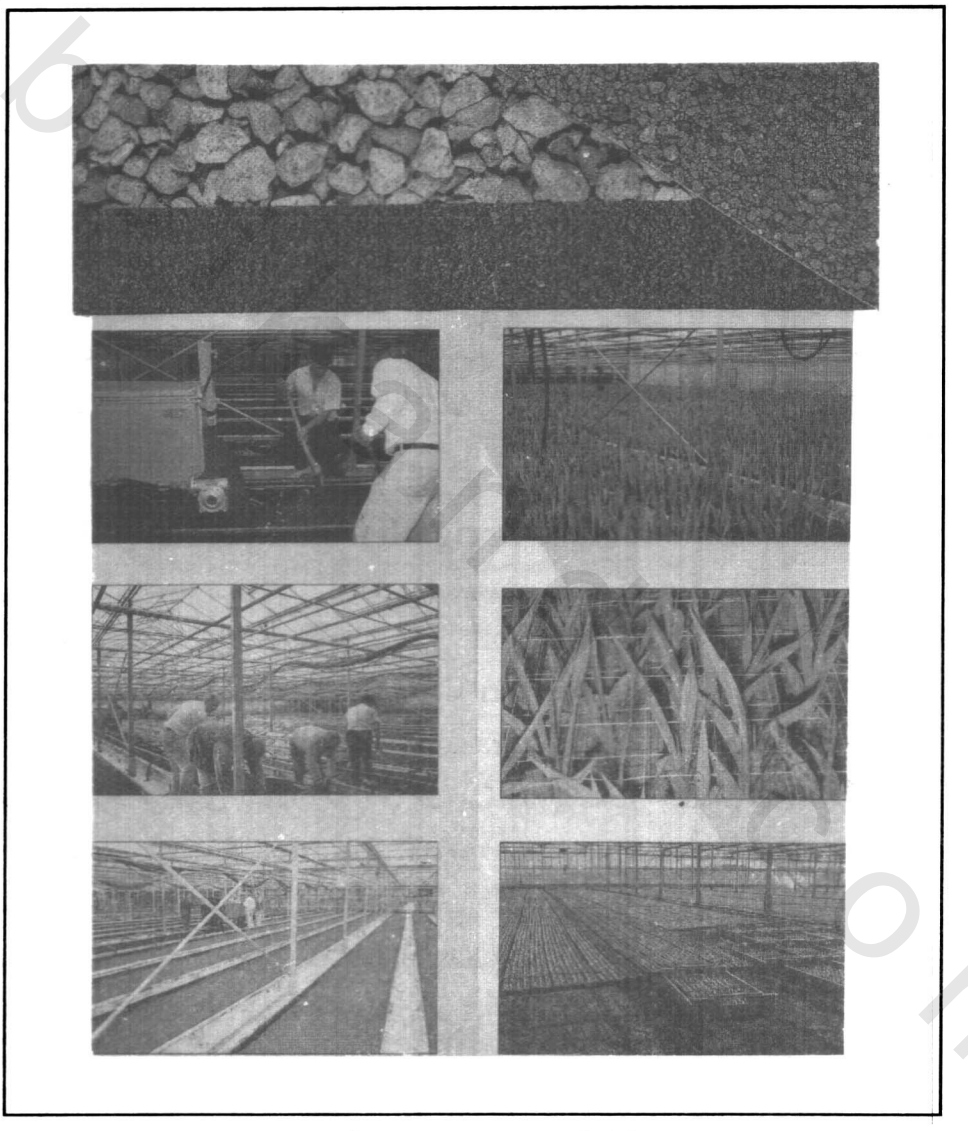
شكل(٦-١٠) :استخدام الطين المتجدد ١٠٠ ٪ في الزراعة بأحجام مختلفة.



شكل (٦-١١) : إنتاج البوميس طبيعياً من الصخور والحصول على حصى مختلف الأقطار يناسب العديد من طرق الزراعة.

obeikan.com

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



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

المواد المستخدمة فى الإنشاءات:

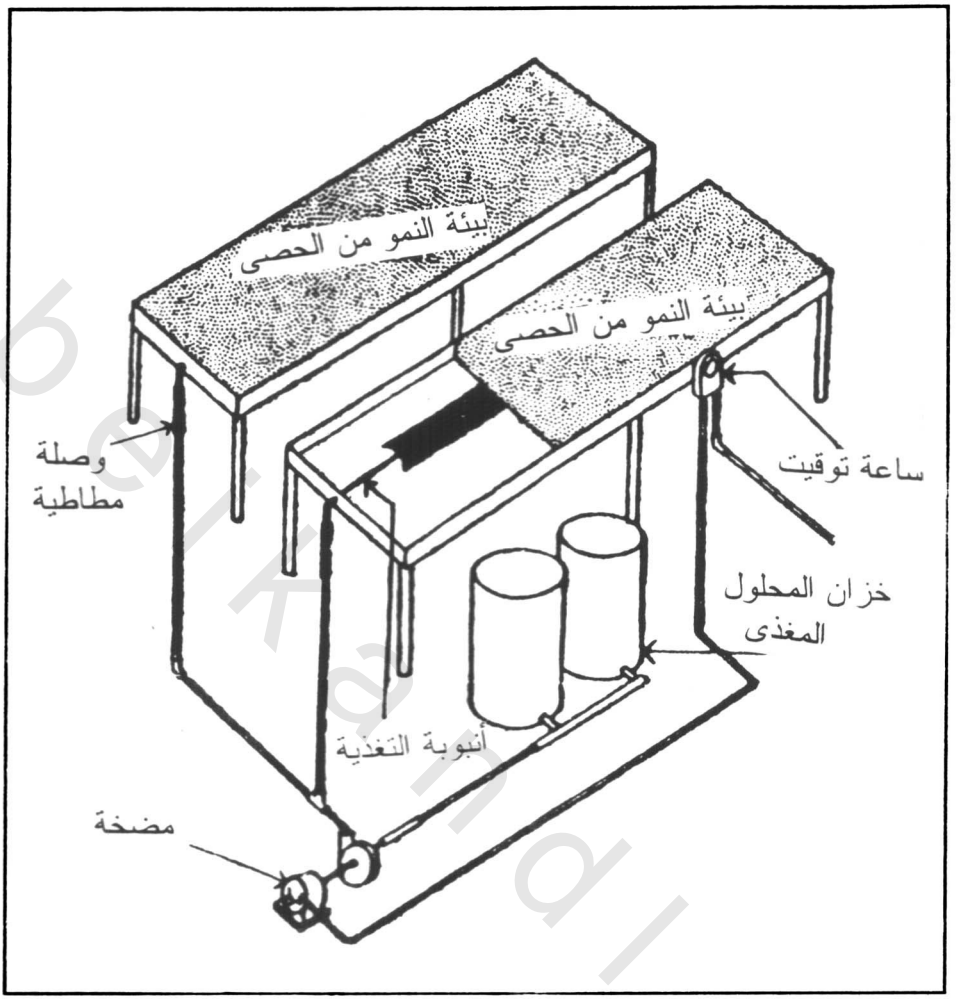
حيث إن الأسمدة المستخدمة فى تحضير المحلول المغذى مواد مسببة للتآكل Corresive فإن أجزاء نظام الرى التى يتعرض لهذا المحلول مثل المضخات والمواسير والمحابس سوف تتآكل بعد فترة زمنية قصيرة. ومن جهة أخرى فإن المواد المجلفنة والتى تقاوم التآكل ينطلق منها كميات كبيرة من الزنك إلى المحلول إلى درجة حدوث سمية للنباتات 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 (٦ميل mil) ويفضل شرائح الفينيل (٢٠ميل mil) والتى تستخدم عادة فى أحواض السباحة. كما يمكن تجهيز هذه المراقد باستخدام الخرسانة ولكنها فى هذه الحالة تكون مكلفة.

طرق الرى فى مزارع الحصى

١ ـ الرى تحت السطحى Sub-surface Irrigation

تستخدم عدة طرق فى رى مزارع الحصى، وبصفة عامة فإن النظام الشائع الاستخدام هو نظام الرى 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، وبالتالى 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 تخطيطى لنظام الرى تحت السطحى المغلق فى مزارع الحصى

ويعتبر توقيت فترات الرى وطول فترة الرى من العوامل الهامة فى نجاح نظام الرى تحت السطحى وكل دورة رى يجب أن توفر للنبات احتياجاته من الماء والمغذيات بالإضافة إلى التهوية المناسبة للجذور.

توقيت فترات الرى (الفترة ما بين الريات) :

تعتمد الفترة ما بين الريات على عدد من العوامل هى:

(أ) حجم حبيبات البيئة (ب) شكل الحبيبات

(جـ) طبيعة المحصول (د) حجم النبات

(هـ) العوامل المناخية (و) الوقت من اليوم

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

والمحاصيل ذات المجموع الخضرى الكبير والتى تنتج ثماراً تحتاج إلى تقارب فترات الرى عن المحاصيل قصيرة العمر ذات المجموع الخضرى المحدود. فزيادة المجموع الخضرى 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 الرى أمراً ضرورياً فى حين تتباعد المسافة بين الريات فى ظروف الجو المعتدل والبارد. بالإضافة إلى ذلك فإن اختلاف درجة الإضاءة والحرارة تكون فى أقصى درجاتها عند منتصف النهار، وفى هذه الأثناء يجب اختصار الوقت بين الريات. ويعتبر الرى بمعدل ٣-٤ مرات يوميا خلال شهور فصل الشتاء وبحد أقصى ١٥ دقيقة فى كل دورة أمراً جيداً لمعظم المحاصيل. أما فى شهور فصل الصيف فإنه قد يصل الأمر إلى الرى كل ساعة خلال فترات النهار ولا توجد ضرورة لضخ المحلول والرى أثناء فترة الليل.

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

فترات متقاربة أيضا حتى لا يحدث استنفاذ كبير للمغذيات فى المحلول المحيط بالحبيبات، ومن الطبيعى أن يكون تركيب المحلول المغذى حول الحبيبات بعد الرى مباشره مماثلا تقريباً لتركيب المحلول الموجود فى الخزان. وباستمرار امتصاص المغذيات فإن تركيزها فى البيئة يتغير سواء بالنسبة لنسب الأيونات إلى بعضها البعض أو بالنسبة للتركيز الكلى للأيونات و pH المحلول. وتباعد فترات الرى قد يؤدى إلى ظهور أعراض نقص بعض العناصر على النباتات بالرغم من أن المحلول المغذى المستخدم فى التغذية يحتوى على كميات كافية من هذه العناصر، لذلك يجب تقريب فترات الرى للحفاظ على تركيب المحلول المغذى فى وسط النمو مماثلاً لذلك الموجود فى 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 التى يتم بها ضخ المحلول المغذى إلى البيئة وصرفه منها فى درجة تهوية جذور النباتات النامية بها. فالجذور تحتاج إلى الأكسيجين لعمليات التنفس الذى يمد النباتات بالطاقة اللازمة لامتصاص الماء والعناصر الغذائية، وبالتالى فإن عدم كفاية ونقص الاكسيجين حول الجذور يبطء من نموها وقد يؤدى إلى موتها وينعكس ذلك بالطبع على محصول النبات. وفى نظام الرى تحت السطحى حيث يملأ المحلول الفراغات الموجودة بين حبيبات الحصى بدءاً من أسفل ومتجهاً لأعلى فإنه يدفع الهواء الموجود بينها والمحمل بتركيز منخفض نسبيا من الأكسيجين وتركيز مرتفع من ثانى أكسيد الكربون إلى الخارج. وعند انصراف المحلول من البيئة فإنه يسحب الهواء من الجو إلى الفراغات البينية للحبيبات وهذا الهواء الجديد يحتوى على نسبة مرتفعة نسبياً من الاكسيجين وتركيزمنخفض نسبيا من ثانى أكسيد الكربون وبالتالى فإن عملية ضخ المحلول وصرفه تحدد عملية تجديد الهواء والأكسيجين فى البيئة، وكلما زادت سرعة مرور المحلول (رى وصرف) فى بيئة الحصى كلما ازدادت سرعة إحلال الهواء الجديد إلى داخل البيئة.

وتتأثر درجة التهوية أيضا بتوقيت فترات الرى، فإذا تم غمر البيئة بالمحلول على فترات متقاربة فإن الفراغات ما بين الحصى تكون ممتلأة بالماء أكثر منها بالهواء وبالتالى ينخفض تركيز الأكسيجين حول الجذور.

وبصفة عامة فإن فترة زمنية قدرها ١٠-١٥ دقيقة لملأ البيئة بالمحلول ومثلها لصرف المحلول منها (الزمن الكلى لدورة الرى 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 فى قاع المرقد والذى إن وجد يؤثر على نمو النبات. وهذا الصرف السريع للمحلول من البيئة ممكن أن يحدث باستخدام أنبوبة قطرها كبير نسبيا وذات ثقوب واسعة لمنع حدوث أى انسداد.

وخلاصة القول فإن دورة الرى المناسبة تستلزم:

أ ـ ملأ المرقد بسرعة.

ب ـ صرف المحلول بسرعة.

جـ ـ صرف كامل للمحلول.

تأثير دورات الرى على نمو النبات:

عند تقليل عدد مرات الرى ينخفض محتوى بيئة الحصى من الرطوبة ويؤدى ذلك إلى زيادة تركيز الأملاح فى غشاء المحلول المغذى المحيط بالحبيبات، ونتيجة لزيادة الضغط الأسموزى فى هذا المحلول المغذى تنخفض قدرة الجذور على امتصاص الماء والعناصر الغذائية وبالتالى ينخفض معدل نمو النبات.

منسوب المحلول فى البيئة:

عند الرى يرتفع المحلول المغذى من أسفل إلى أعلى حتى يصل مستوى المحلول إلى ارتفاع ١ بوصة (٢,٥سم) من سطح الحصى، ويؤدى 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 فى ظروف المناخ الحار ترتفع درجة الحرارة عادة فى الطبقة السطحية للبيئة لدرجة تضر بنمو أى جذور للنباتات.

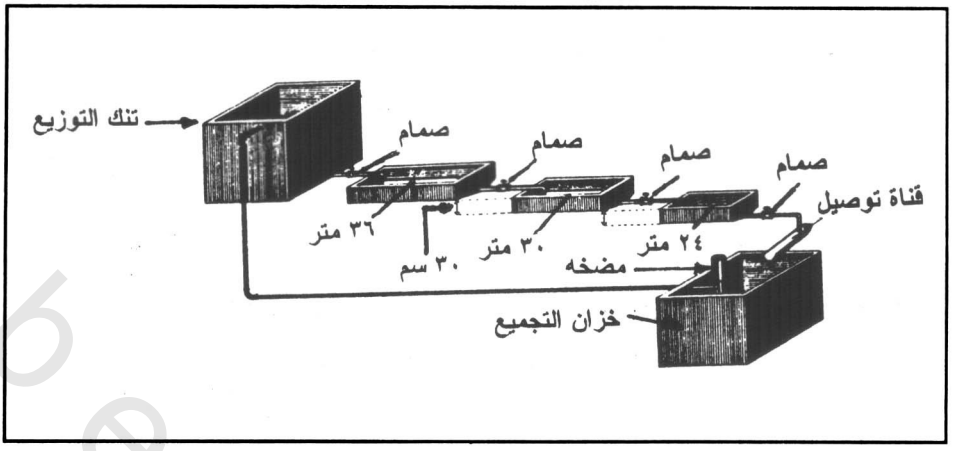
درجة حرارة المحلول:

لا يجب أن تنخفض درجة حرارة المحلول المغذى عن درجة حرارة الهواء فى فترة الليل ويمكن رفع درجة حرارة المحلول فى الخزان باستخدام مسخنات كهربائية Heaters تغمر فى المحلول. ويجب عدم استخدام أى مسخنات مغلفة 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 السطحى تستخدمان تجاريا فى الولايات المتحدة الأمريكية، وبعض البلاد الأخرى يجدر الإشارة إليهما:

٢ ـ الرى بتأثير الجاذبية الأرضية Gravity sub-irrigation System والذى 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 ١٢٠سم وارتفاع ٣٠سم وطول ٣٦ متراً للأول و٣٠ متراً للثانى 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) : الرى بنظام الشرفات

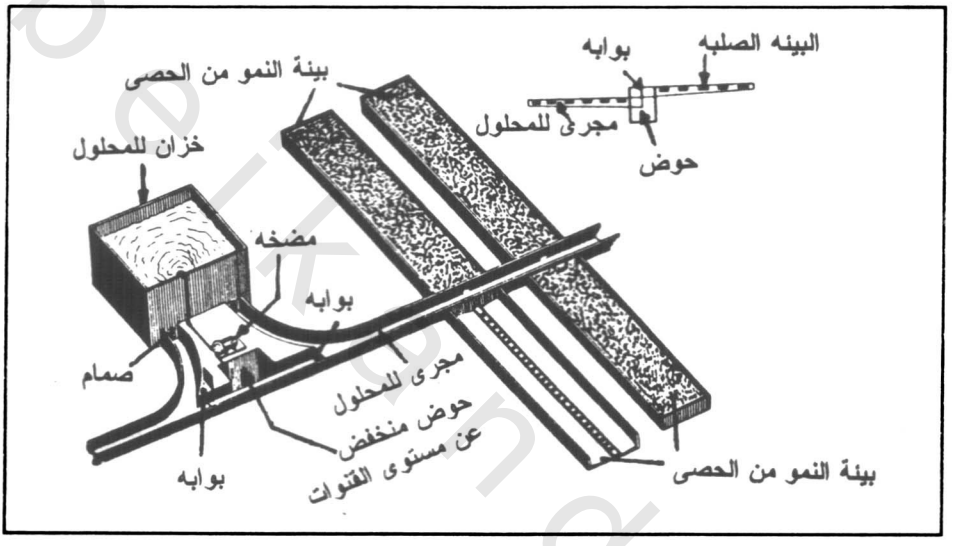
فى بعض الأحيان تستخدم طريقة السيفون الأوتوماتيكى لنقل المحلول من حوض إلى الذى يليه، هذا ويمكن توفير ساعة توقيت Time- clock وعوامات تنظيم Float switches وصمامات لولبية Solenoid valves فيتحول النظام كله إلى نظام أوتوماتيكى. ويجب أن يتم ملء كل حوض قبل السماح للمحلول بالانسياب إلى الحوض الذى يليه، وهذا النظام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

٣ ـ طريقة الرى تحت السطحى بطريقة القنوات

Gravel Sub- irrgation System with flume

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

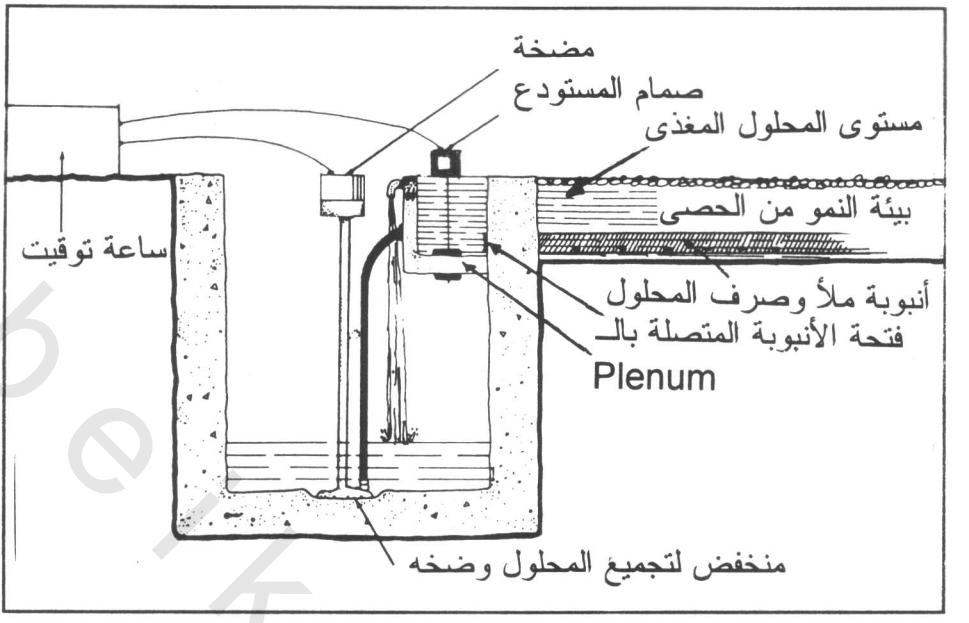
فينسحب كل المحلول إلى هذا الخزان ومنه يتم ضخ محتواه من المحلول المغذى إلى التنك الرئيسى (شكل ٦-١٦). تتم دوره التغذية هذه كل فترة على حسب حاجة النباتات والتى ترتبط بشكل مباشر بحالة الجو أو الظروف المناخية السائدة كما سبق شرحه.



شكل (٦-١٦): نظام الرى تحت السطحى بنظام القنوات

٤ ـ طريقة الرى باستخدام الـ Plenum

هى إحدى طرق الرى تحت السطحى، ولكن الاختلاف فيها يرجع إلى أن طريقة ضخ المحلول لا يتم مباشرة من المضخة إلى أنابيب الـ PVC المثقبة الموجودة فى قاع حوض الزراعة أو المرقد ولكنه يتم ضخة أولاً إلى خزان جانبى يعرف بالـ Plenum (قاعدته وارتفاعه فى مستوى قاعدة وارتفاع حوض الزراعة) والذى يفتح عند قاعدته على ماسورة الـ PVC المثقبة فى قاع المرقد (شكل ٦-١٧).



شكل (٦-١٧): طريقة الرى السطحى بطريقة Plemum

وتتم عملية الرى والصرف فى عدة خطوات كما يلى:

١ ـ يرفع المحلول المغذى من خزان المحلول الرئيسى Solution main tank إلى الخزان الجانبى Plenum بواسطة مضخة Pump . وهذه المضخة يتم توقيت تشغيلها بواسطة ميقاتى 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 التى ترفع المحلول إلى الخزان الجانبى عندما ينخفض محتوى الرطوبة عن حد معين.

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

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

٣ ـ 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. وتتم دورة الرى والصرف الكاملة فى زمن لا يتعدى ٢٠ دقيقة.

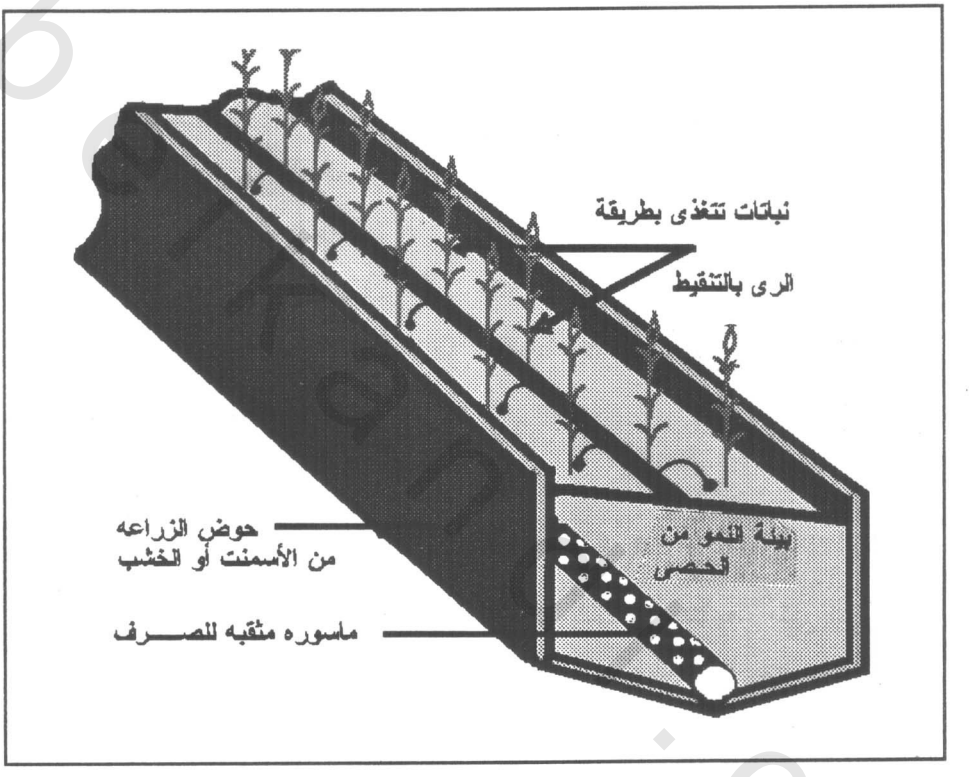
وتتميز طريقة الرى تحت السطحى فى وجود خزان جانبى Plenum وعدم دفع المحلول مباشرة إلى المرقد فى أنها تعتمد على انسياب المحلول المغذى إلى داخل المرقد تحت تأثير الجاذبية الأرضية وظاهرة الأوانى المستطرقة الأمر الذى يجعل هذا الانسياب يتم بطريقة هادئة وثابتة طوال الوقت. بينما الدفع المباشر للمحلول إلى داخل المرقد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

٥ ـ الرى بالتنقيط فى مزارع الحصى

Drip Irrigation in Gravel

يتم تصميم مراقد 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، وبالتالى ينساب المحلول ويتخلل البيئة ويصل للجذور. ومن المهم جدا فى مزارع الحصى التى تروى بالتنقيط أن يكون قطر حبيباتها أصغر وتتراوح من ٣–٦مم 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 (١٠سم) حتى نتجنب تأثير الاحتكاك على معدل تدفق المحلول منه. ومن عيوب طريقة الإسباجيتى انسداد الأنابيب ونمو الجذور بداخلها كما أنها تعرقل العمل أثناء تغيير المحصول. ويلاحظ أن وضع مرشحات فى خط التغذية بعد حقن السماد يؤدى إلى تجنب كثير من مشاكل التشغيل.



شكل (٦-١٨): الرى بالتنقيط فى مزارع الحصى

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

والمحلول المغذى يحقن فى نظام الرى بالتنقيط إما من تنك التغذية مباشرة أو من خلال حاقنات 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 ـ ضبط المحلول:

يقوم النبات أثناء نموه بامتصاص العناصر الغذائية من المحلول المغذى مما يخفض من تركيزاتها، أى أن تركيز العناصر فى المحلول لا يظل ثابتا طوال الوقت، وإنما يتغير باستمرار. ولذلك فإنه من الضرورى مراقبة التغير فى تركيز المحلول المغذى من وقت لآخر مع العمل على إعادته إلى تركيزه الأصلى 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 الأصلية للمحلول المغذى فإن كمية من المحلول المركز يجب إضافتها لرفع قيمة الـ EC إلى قيمته الأصلية. [ويراعى زيادة حجم المحلول المغذى إلى حجمه الأصلى 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 الأصلية 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 صغيره – فإن الإحتياجات تكون حوالى $\frac{١}{٤}$ 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 ٦ إلى ٧ كحد أقصى طوال فترة نمو النبات.

٢ ـ 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 ـ الكلوريد ـ البورون) وهذه الأملاح قد تكون كشوائب فى الكيمياويات 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 ـ 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 واللذان يعرفا باسم الكلورين، ويحضر محلول الكلورين بتركيز ١٠٠٠٠ جزء فى المليون فى تنك المحلول المغذى، ويتم غمر البيئة عدة مرات بهذا المحلول لمدة من ٢٠-٣٠ دقيقة فى كل مرة، ثم يصرف الكلورين إلى المصارف ويغسل الحصى جيداً بالماء النظيف عدة مرات للتخلص من أى آثار للكلورين، ثم تترك المزرعة لمدة يوم أو اثنين لتهويتها قبل استخدامها فى زراعة المحصول التالى. كما يمكن استخدام محلول الفورمالدهيد بتركيز من ٠,٥-١ ٪ بنفس الطريقة السابقة.

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

وبعد نهاية كل محصول تتبقى 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 كيماوية 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 ـ إنتظام رى وتغذية النباتات.

٢ ـ يمكن أن تتم عمليات الرى والتغذية أوتوماتيكيا بسهولة.

٣ ـ تهوية جيدة لجذور النباتات.

٤ ـ تناسب العديد من المحاصيل.

٥ ـ تصلح للإنتاج التجارى للمحاصيل التى تزرع داخل أو خارج الصوب الزراعية.

٦ ـ استخدام الماء والمغذيات بكفاءة نتيجة لإعادة استخدام المحلول وتدويره.

العيوب:

١ ـ ارتفاع تكاليف الإنشاء والصيانة والإصلاح.

٢ ـ قد ينشأ عن تشغيل النظام أوتوماتيكيا بعض الأعطال.

٣ ـ من أكبر 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 وبالتالى تقل الفترات بين الريات كل سنة، وبمضى الوقت تفقد مزرعة الحصى مزاياها بالنسبة للزراعة فى الأرض الطبيعية.

٤ ـ بعض الأمراض مثل الفرتيسيليوم والفيزاريوم يسهل انتقالها بسرعة نتيجة إعادة استخدام المحلول.

obeikandl.com

ثالثاً : مزارع لبيئات صلبة متنوعة
Miscellaneous Solid Aggregates Cultures

بالإضافة إلى مزارع الحصى Gravel or Stone cultures ومزارع الرمل Sand cultures التى 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، وبالإضافه 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 فمثلا 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 ـ 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

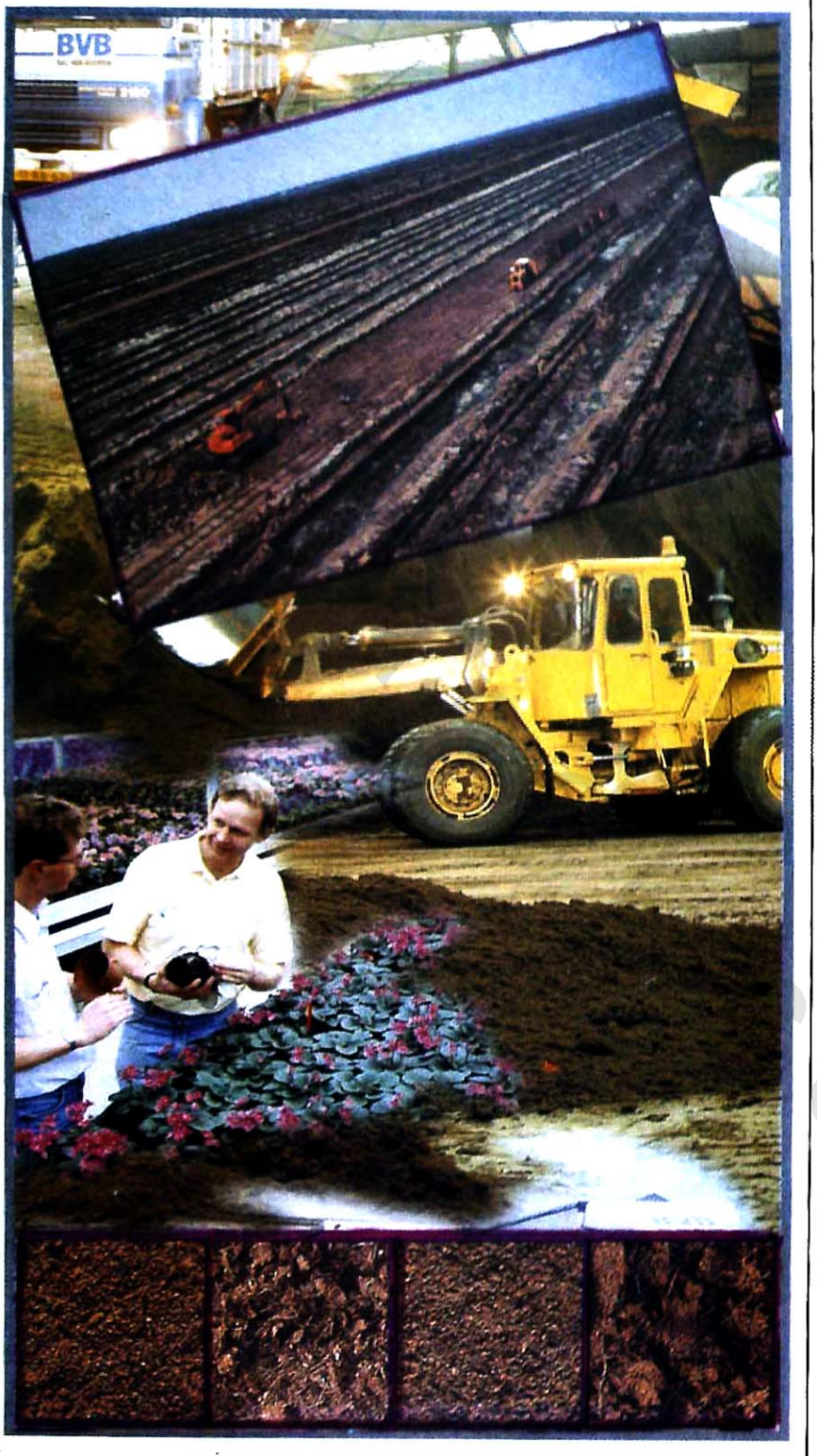
درجات متباينة من التحلل نظرا لاختلاف طبيعة المواد والنباتات الموجودة فى هذه المستنقعات وعليه يترتب وجود عملية فرز أولية لاستبعاد جذوع الأشجار والشجيرات غير المتحللة (شكل ٦-١٩) والتى يتم طحنها والحصول منها على درجة أو Grade من درجات تصنيف البيت موس أما باقى المواد فيتم تصنيفها على حسب درجة النعومة التى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

(أ) البيت موس الناعم Fine Peat Moss Grade وأقطار حبيباته أو جزيئاته تتراوح من صفر إلى ١٠مم، وهو مناسب لزراعة النباتات الصغيرة أى فى مراحل النمو الأولى وذلك فى الأصص الصغيرة حتى قطر ٧سم.

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

(جـ) البيت موس الخشن Coarse Peat Moss Grade وهذا النوع تتراوح أقطاره من صفر إلى ٣٥مم ويستخدم فى حالة المحاصيل التى تمكث فترة طويلة فى بيئة النمو والتى غالبا ما يتم زراعتها فى أصص قطرها أكبر من ١٣سم أو التى يزيد حجمها عن ١ لتر.

ويعبأ البيت موس سائبا فى أكياس ويسوق للاستخدام كبيئة للزراعة اللاأرضية أو يضغط فى مكعبات وهذه المكعبات تستخدم فى إنبات البذور والحصول منها على شتلات قوية - (شكل ٦-٢٠) - تستخدم فى الزراعة فى بعض البيئات الصلبة الأخرى. والبيت موس مادة غنية فى محتواها من العناصر الغذائية وتستخدم بشكل واسع فى أوروبا، وفى مصر يتم استيرادها واستخدامها فى 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 نعومة مختلفة للاستخدام الزراعي.

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

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

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

ومادة البيت موس تختلف فى بعض صفاتها وفى محتوى العناصر بها باختلاف مناطق الحصول عليها إلا أنها بشكل عام تحتوى 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 يلى:

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

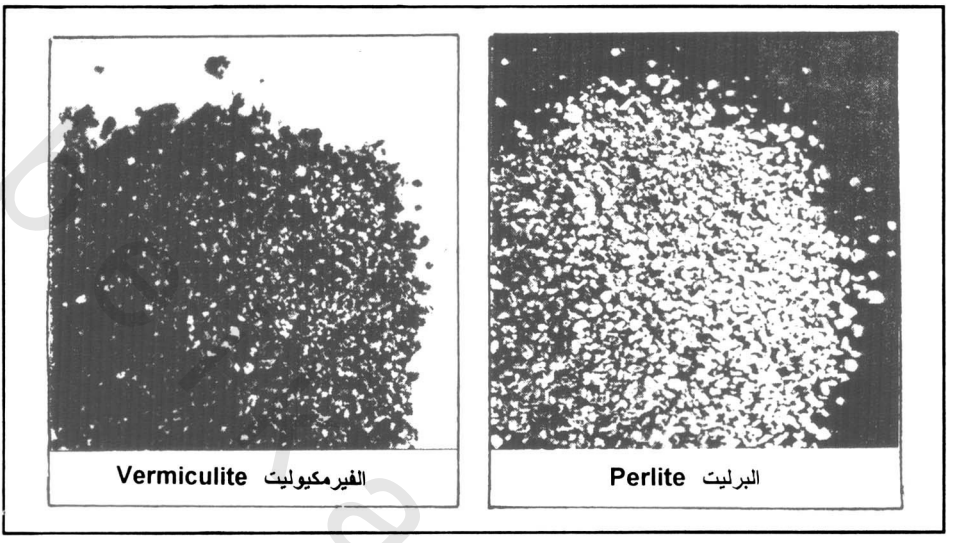
٢ ـ سفاجنيوم موس Sphagnum Moss

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

٣ ـ الفيرميكيوليت Vermiculite

عبارة عن رقائق معدنية Flaky minerals تستخرج من مناجم الميكا فى أفريقيا وأمريكا واستراليا. 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 اللاأرضية (شكل ٦-٢١).



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

ومن الناحية الكيماوية فإن الفيرميكيوليت عبارة عن سليكات الحديد والألومنيوم والمغنسيوم المتأدرته والتي تمتاز بقدرتها على الإحتفاظ بقدر مناسب من الماء والتبادل الكاتيونى والقدرة التنظيمية العالية Good buffering properties (القدرة على مقاومة التغير فى رقم الـ pH). ويمتاز الفيرميكيوليت بوجود عنصرى المغنسيوم والبوتاسيوم فى صورة ميسرة يمكن للنباتات امتصاصها والإستفادة منها. ويعتبر الفيرميكيوليت مادة ماصة للماء وبالتالى يظل مبتلاً معظم الوقت، ولذلك يفضل خلطه بمواد أخرى ليقلل 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 فى قوامها قوام الفوم المحبب Granulated foam (شكل ٦ - ٢١).

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

٥ - نشارة الخشب Sawdust

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

٦ ـ البلاستيك المتمدد Expanded Plastic

فى كثير من دول العالم تجرى التجارب على تخليق بعض المواد كيميائيا من المركبات العضوية مثل البولى يوريثان polyurethane، البولى 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 فى أشكال وأحجام متعددة ذات

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

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

٧ ـ مخاليط بيئات الزراعة اللاأرضية Soilless Mixtures

معظم مخاليط بيئات الزراعة اللاأرضية تحتوى على بعض التوليفات من الرمل Sand والبيت Peat moss والبرليت Perlite والبوميس Pumice والفيرميكيوليت Vermiculite. وتساهم كل بيئة من هذه البيئات بقدر معين فى مخلوط البيئة اعتمادا على نوع النباتات المطلوب تنميتها بها. ومن أمثلة هذه المخاليط ما يلى:

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

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

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

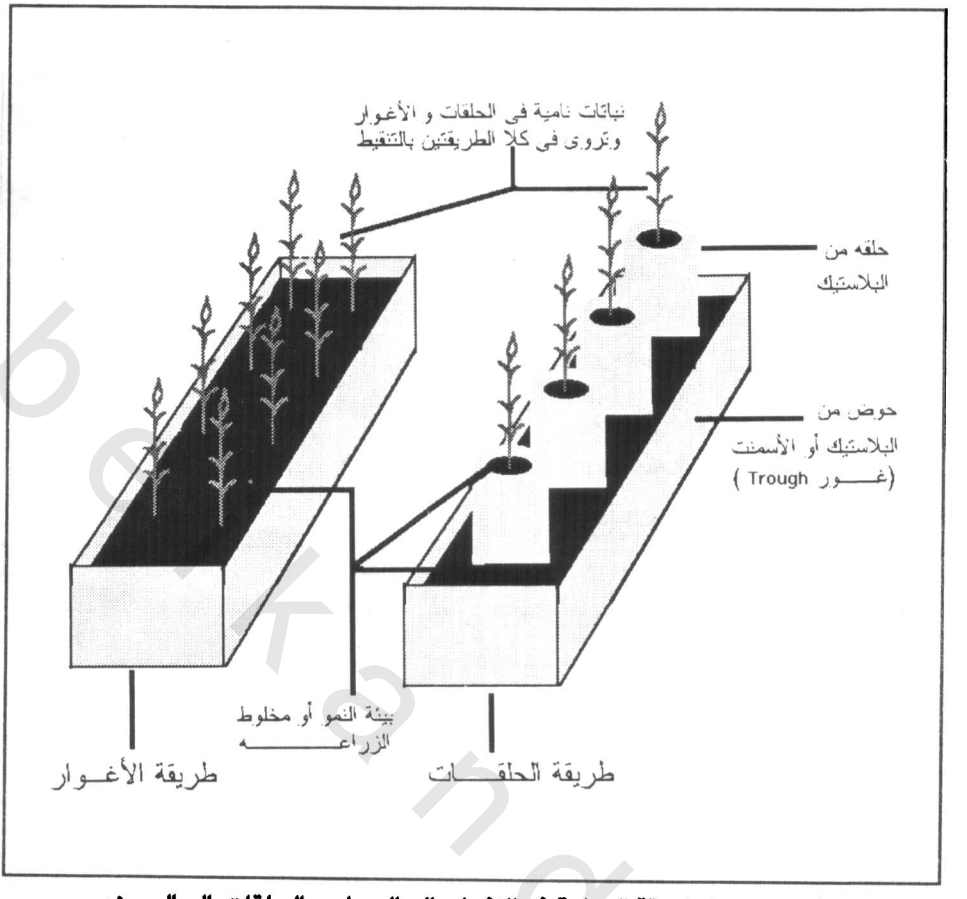
وطبيعة كل بيئة من البيئات السابقة تحدد إلى حد كبير طريقة استخدامها فى الزراعة ونوع الحاويات المستخدمة لها، وغالبا ما يطلق اسم هذه الحاويات على طريقة الزراعة المستخدمة:

١ ـ الزراعة فى الصناديق أو الأحواض Boxe Cultures

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

٢ ـ مزارع الأغوار Tuogh Cultures

هى عبارة عن أحواض مثل سابقتها فى الطول والعرض والمواصفات وطريقة الإعداد والتجهيز وتختلف فقط فى العمق الذى يصل إلى ١٥ سم فقط ليكون مناسبا للنباتات ذات الانتشار السطحى (شكل ٦-٢٢).



(شكل ٦-٢٢) طريقة الزراعة فى الاغوار «إلى اليسار» والحلقات «إلى اليمين»

٣ ـ مزراع الحلقات Rings Cultures

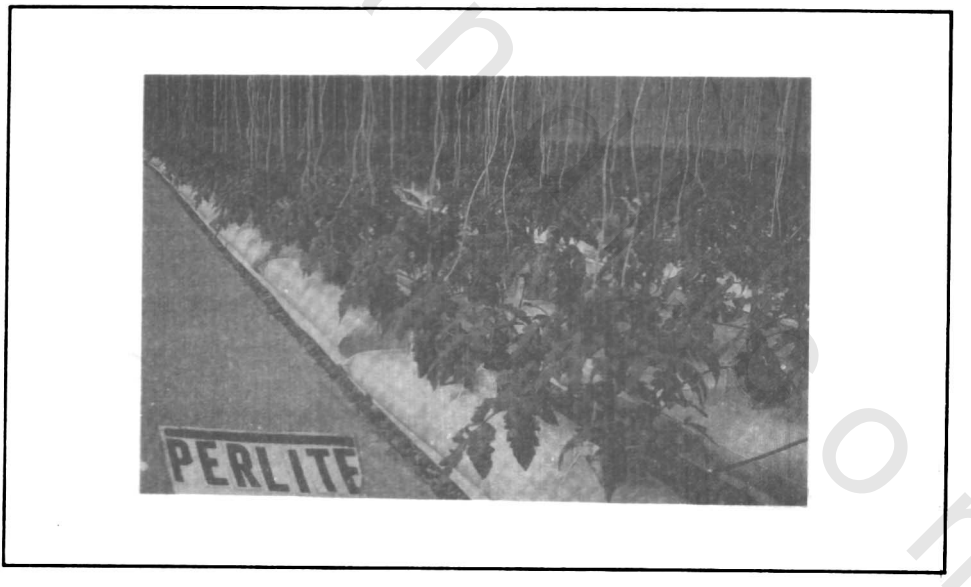
هـى مجرد إضافة إلى طريقة الزراعة فى الأغوار بوضع حلقات من البلاستيك بقطر من ٢٠-٢٥سم وبطول يتراوح من ٢٠-٤٠سم بنفس مسافات الزراعة على سطح بيئة النمو الموجودة فى الأغوار وتملأ بنفس ما ملئت به الأغوار على أن تتم الزراعة فى هذه الحلقات، ويتم الرى بالتنقيط من خلالها (شكل ٦-٢٢) وهى تعطى مجالاً أوسع لانتشار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

٤ ـ مزارع الأكياس Bags Cultures

ومن الطرق التى أصبحت شائعة الاستخدام الآن لتجنب التكاليف الإنشائية المرتفعة للأحواض هى 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 فى أشهر الصيف، وباللون الأسود شتاءً لتساعد على التدفئة، ويتراوح طول الكيس من ٣٠-١٠٠سم وعرضه من ٢٠-٥٠سم، ويزرع بها عدد من النباتات يتناسب مع نوع النبات نفسه وحجم الكيس المستخدم وطريقة الزراعة.

(أ) الزراعة فى الأكياس الأفقية Horizontal Bags Cultures

من البيئات التى أعطت نتائج جيدة على المستوى التجارى ـ عند تعبأتها فى أكياس وزراعة النباتات بها ـ بيئة البرليت. وتتم الزراعة بهذه الطريقة كما فى شكل (٦-٢٣).



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

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

٢ ـ يتم تجهيز أرضية الصوبة بطريقتين:

(أ) إذا كانت أرضية الصوبة من التربة العادية (طينية ـ رملية) فيتم تسويتها وإعدادها فى شكل مصاطب بعرض ٧٠سم تنحدر للخارج قليلا، 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 فاقد 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 ـ يتم رص الأكياس أفقيًا 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 الرى والتغذية.

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

٥ ـ 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 ـ توضع مكعبات الإنبات فى مكانها على الأكياس ثم يتم توصيل منقطات

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

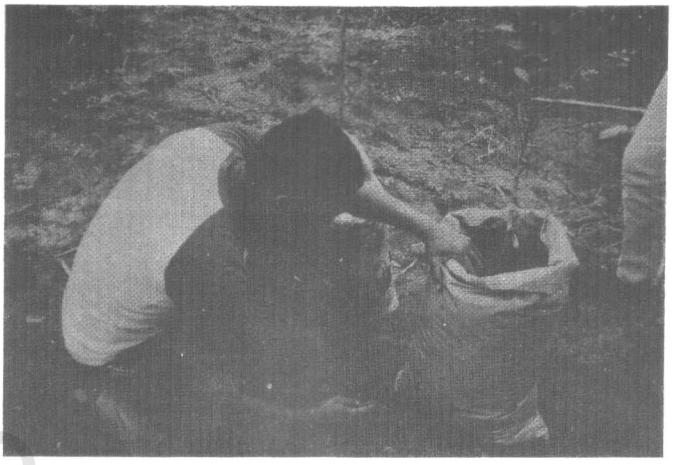
٧ ـ يتم عمل فتحات الصرف فى أسفل الجانب المواجه لمواسير الرى فيتم التخلص من المحلول الزائد.

٨ ـ 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 ٧٪ مقارنة بالزراعة بطريقة الصوف الصخرى التى سيتم الحديث عنها فى الفصل السابع (Hall وآخرون سنة ١٩٨٨).

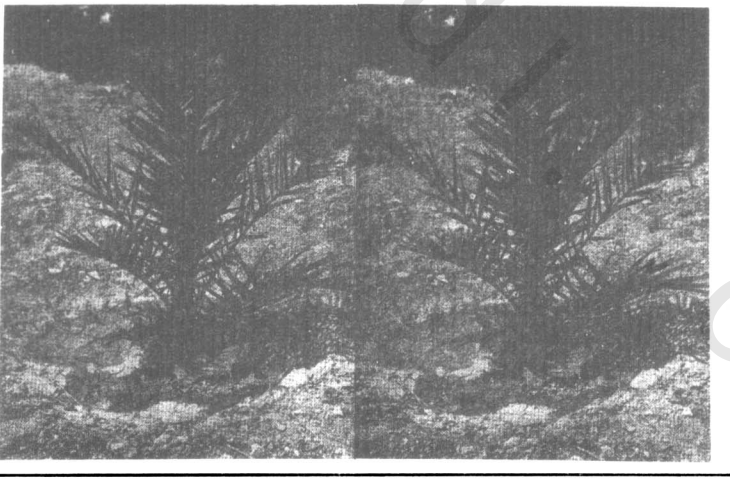
(ب) الزراعة فى الأكياس الرأسية Vertical Bags Cultures

فى هذه الطريقة تعبأ الأكياس بمادة النمو (البيت موس ـ الفيرميكيوليت ـ 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 الرى بالتنقيط.



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

ولقد قام Kallistratos and Papadopoulos سنة ١٩٨٨ بزراعة أشجار النخيل والكافور فى 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 فى هذه الأكياس عمرها ٣ سنوات.



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

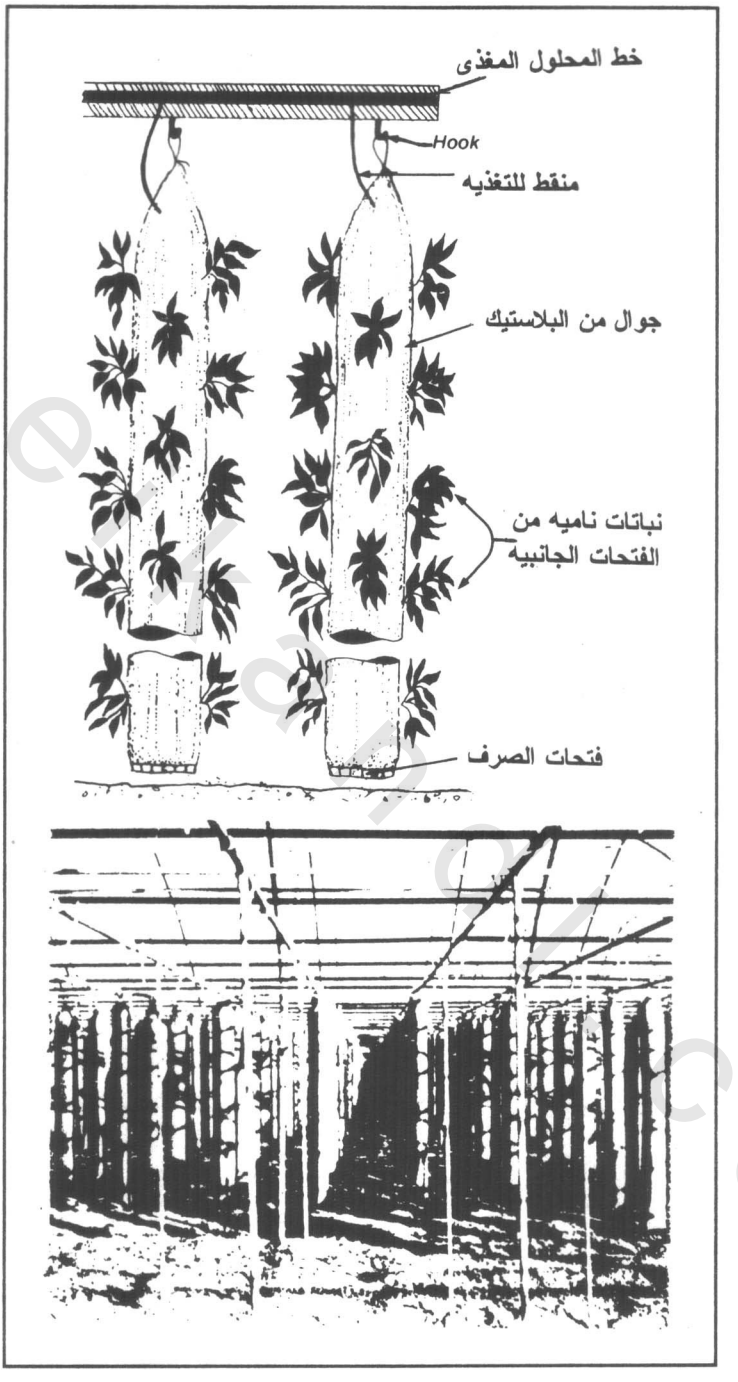
(جـ) الزراعة فى الأكياس المائلة Sloped Bags Cultures

تستخدم هذه الطريقة فى المناطق ذات الطبغرافية غير المنتظمة والتى بها انحدرات كبيرة والتى يصعب تسويتها. ويستخدم لذلك أكياس البلاستيك بسمك ٠,١٥ م وطولها ٢١٠سم وقطر ٢١سم بسعة ٧٣ لتراً. تعبأ 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 $\frac{٣}{٨}$ بوصة (حوالى ١سم) توضع أسفل السطح العلوى للأكياس، ويخرج منها منقط كل ٣٠سم يوصل المحلول المغذى بمعدل ٢,٩لتر/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 الأجولة المدلاة Hanging Sacs Cultures

يشترط عند استخدام الأجولة المدلاه 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 الأجولة تكون من البوليثين بقطر ضيق من ١٥–٢٥سم وبطول لايزيد عن ٢٢٠سم. تزرع النباتات على المحيط الخارجى لهذه الأجولة فى عدة صفوف ويتم الرى بالتنقيط (شكل ٦–٢٦).



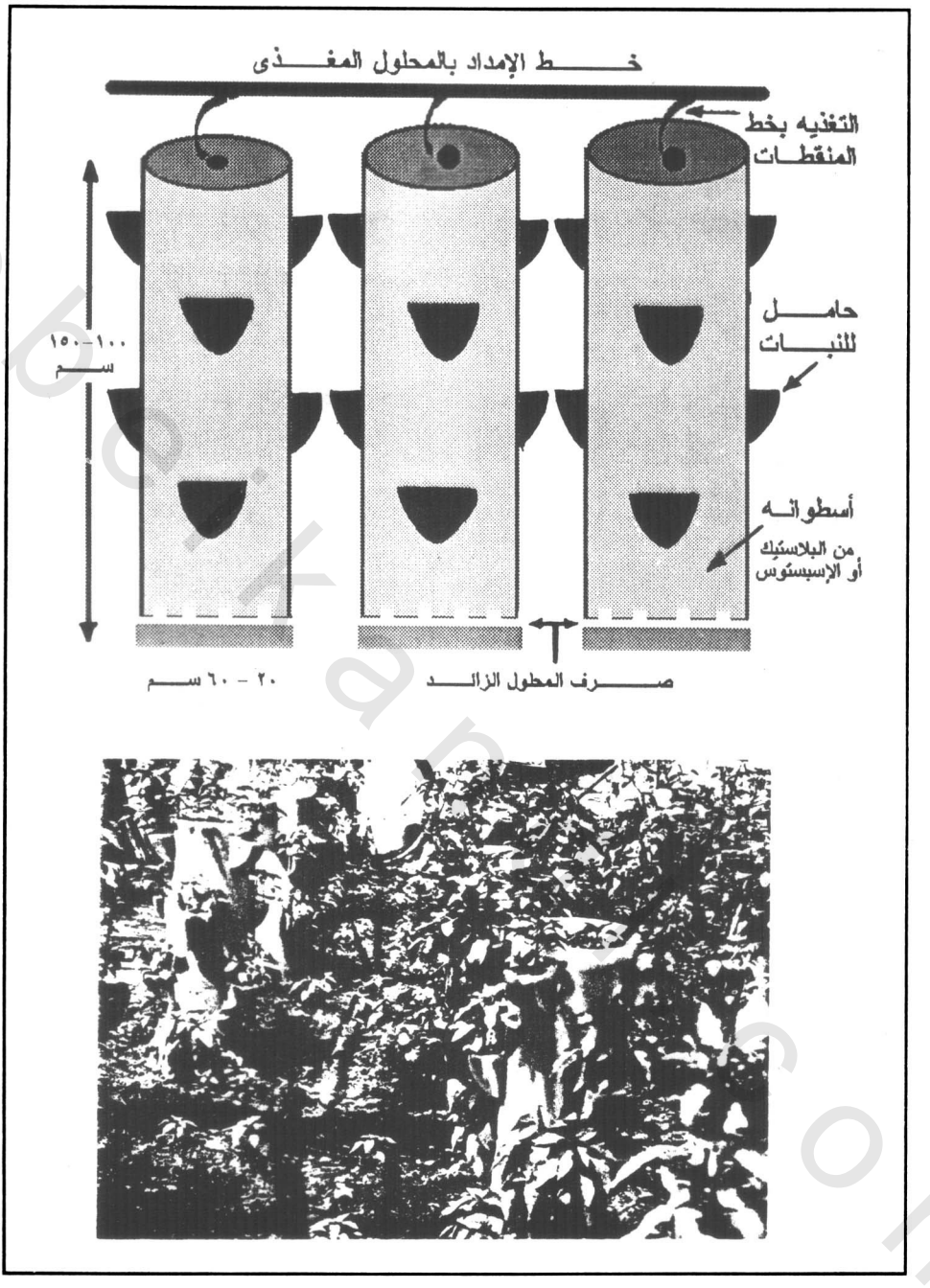
(شكل ٦-٢٦) رسم تخطيطى ومنظر عام للزراعة فى الأجولة المدلاة

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

تزرع البذور فى 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 فى أعلى النصف العلوى والإثنين الآخرين فى قمة النصف السفلى. يتم عمل فتحات للصرف فى نهاية كل جزء.

٥ ـ مزارع الأعمدة Column Cultures

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



(شكل ٦-٢٧) رسم تخطيطى ومنظر عام للزراعة فى الأعمدة

٦ ـ 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).

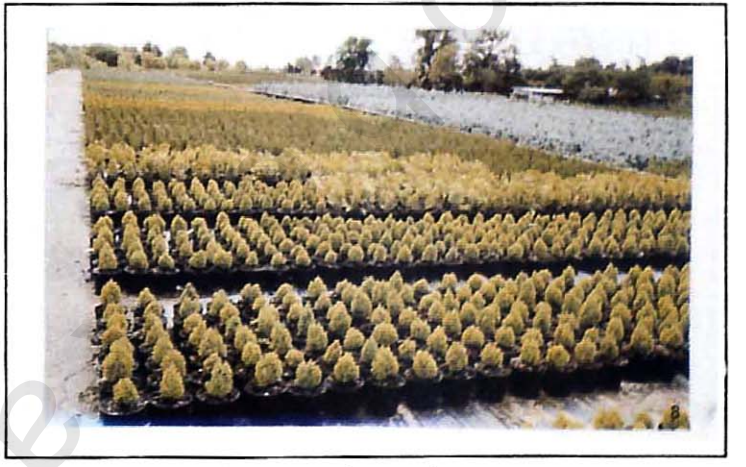
بينما فى الصوب المجهزة أرضيتها بالخرسانة فإنه يمكن رص الأصص بنفس الكيفية السابقة، ويتم الرى والتغذية من أسفل الأصص Subirrigation وذلك بدفع المحلول المغذى من تنك التغذية إلى أرضية الصوبة المستوية حتى ارتفاع معين (يتناسب مع ارتفاع الأصص) تستطيع من خلاله النباتات أن تأخذ إحتياجاتها من الرطوبة والتغذية. وبتوقف مضخة دفع المحلول يعود المحلول من حيث أتى ثم تعاد هذه الدوره 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 الرى تحت السطحى

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

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



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

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

للأصيص الثانى الذى يخصص للتغذية بالمحلول المغذى.

تزرع البذور أو تنقل الشتلات إلى بيئة النمو فى الجزء الأسطوانى، ويتم ريها بالماء تارة وبالمحلول المخفف تارة أخرى حتى خروج جذور النباتات من فتحات القاعدة المثقبة إلى الأصيص الذى يستقبل الزيادة من ماء الرى 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 الموضوعة 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) والتى 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 ارقام 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.

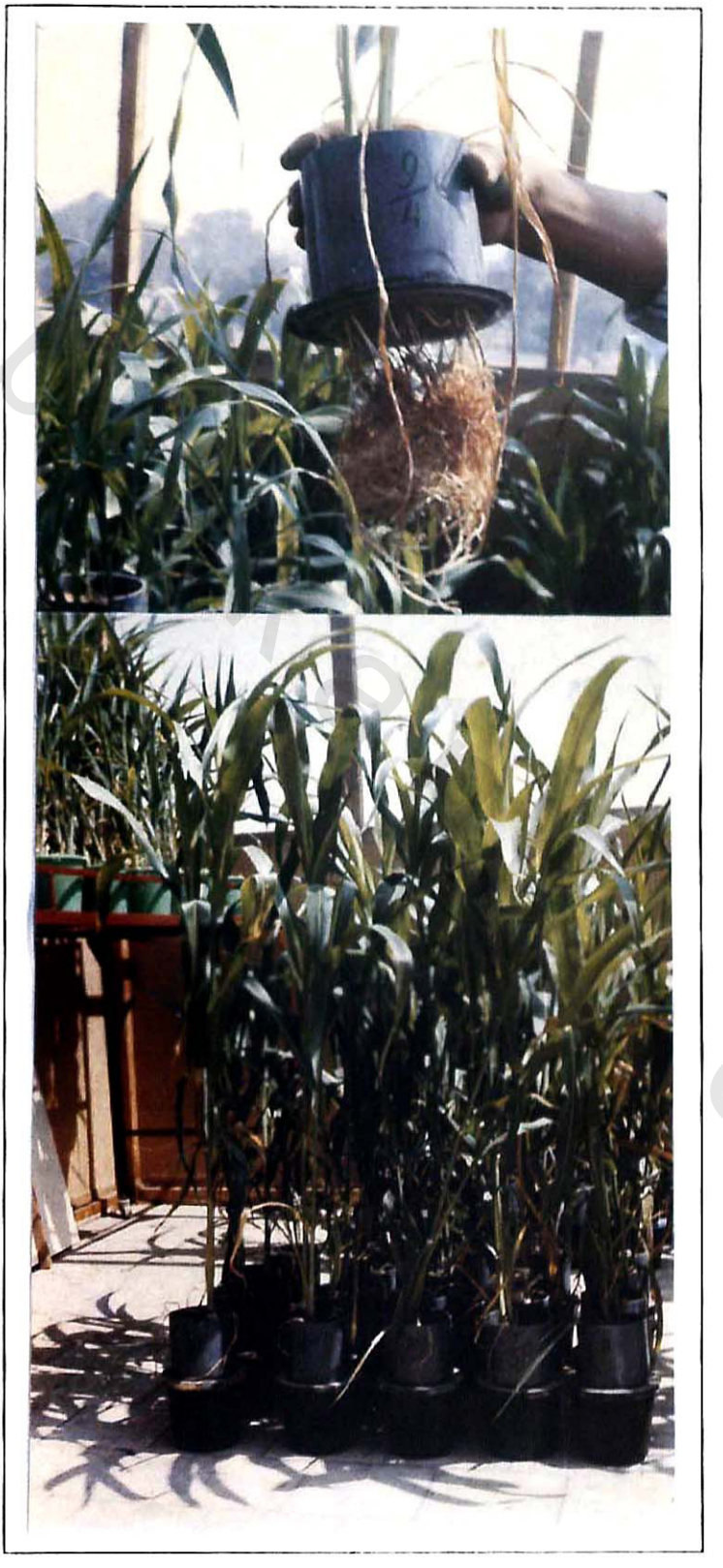
وتم ضخ المحلول المغذى – من ٢–٤ مرات يوميا فى نظام مفتوح ـ الذى يحتوى على:

نيتروجين (N) ٨٠ ـ فوسفور (P) ٤٥ـ البوتاسيوم (K) ١٠٠ـ الكالسيوم (Ca) ٢٠٠ ـ المغنسيوم (Mg) ٥٠ـ الحديد (Fe)٣ ـ وكل من البورون (B) والمنجنيز (Mn) والزنك (Zn) ٠,٥ بالإضافة إلى النحاس (Cu) والموليبدنم (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 انتاج 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 ممتازه. كما يلاحظ أيضا اختلاف المحصول باختلاف الصنف مما يوجب الاهتمام باختيار الأصناف عالية الانتاج –من أى محصول– عند الزراعة.



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

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