

الفصل السابع

الزراعة اللاأرضية في بيئات الألياف

Soilless Culture in Fibers Medium

الزراعة اللاأرضية فى بيئات الألياف

Soilless Culture in Fibers Medium

تعتبر الألياف المصنعة من المعادن والصخور أو المخلفة كيميائياً فى صورة خيوط Fibers على هيئة وشكل الصوف Wool من البيئات الجديدة فى عالم الزراعة اللاأرضية حيث تفيد فى زراعة كثير من النباتات بها حتى الحصول على المحصول بنجاح كبير، فبيئات النمو الجديدة هذه تعتبر نموذج للبيئات الصناعية المناسبة للمزارع اللاأرضية، حيث تقوم بالإضافة إلى تثبيت النباتات النامية فيها بتوفير مستوى مناسب من الأكسجين وتحتفظ بقدر من الماء بالإضافة إلى تميزها بمعدل صرف جيد. ووجود كل هذه العوامل مجتمعة فى بيئة النمو يجعلها مثالية لنمو النبات وانتشار جذوره. بالإضافة إلى ذلك فإن هذه الألياف تعتبر مواد خاملة Inert materials، والمادة الخاملة فضلاً عن أنها لا تتفاعل مع العناصر المغذية للنبات فإنها تعطى للمزارع الفرصة فى التحكم الكامل فى عملية التغذية. ومن هذه الألياف فى العالم اليوم بيئة الصوف الصخرى Rockwool ونوع من الألياف يعرف لأول مرة فى مصر هو صوف الخبث المصرى Slagwool بالإضافة إلى الصوف الزجاجى Glasswool والفوم Foam ونسيج صناعى مصنع من البولى استر يسمى فليس Fleece وسوف نحاول التعرف على هذه المواد وكيفية استخدامها فى الزراعة اللاأرضية.

أولاً: مزارع الصوف الصخرى

Rockwool Cultures

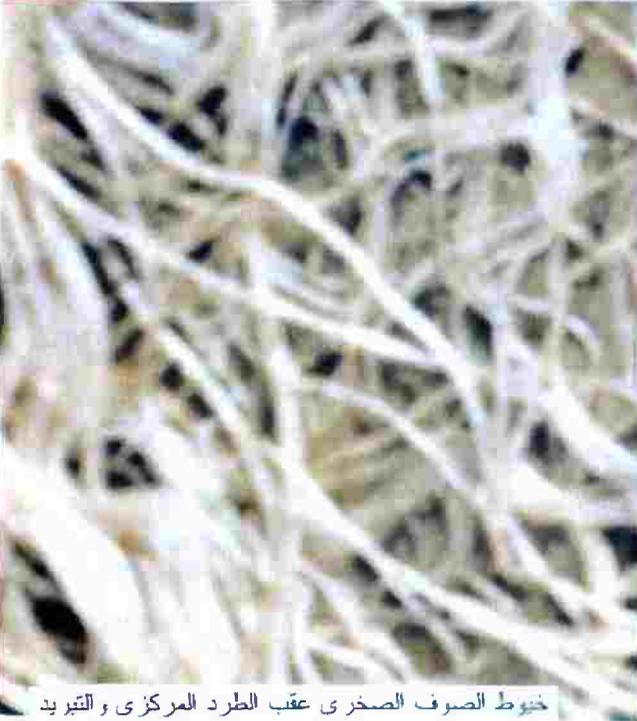
مزارع الصوف الصخرى أكتشفت فى الدانمارك سنة ١٩٦٩، وخلال عشر سنوات فقط أصبحت تستخدم على نطاق واسع وبشكل مكثف فى الصوب الزراعية لإنتاج العديد من الخضروات (الطماطم Tomato والخيار Cucumber والباذنجان Eggplant والفلفل Sweet pepper والفراولة Strawberry... إلخ) ونباتات الزينة (الورد Rose والجربيرا Gerbera والإقحوان Chrysanthemum والقرنفل Carnation... إلخ) فى كل من الدانمارك وهولندا. وتوضح الأرقام المتاحة أن المساحة المنزرعة بالصوف الصخرى فى هولندا وحدها قد زادت من ١٨٠ هكتاراً سنة ١٩٨٠ إلى ٣٥٠٠ هكتار سنة ١٩٩٠ إلى ٤٠٠٠ هكتار سنة ١٩٩٤ كما أن ٨٠٪ من المزارع للأرضية فى العالم تستخدم الصوف الصخرى.

فما هو الصوف الصخرى؟

الصوف الصخرى عبارة عن خيوط أو ألياف مصنعة من الصخور البركانية Volcanic rocks وبصفة خاصة الـ Diabase (بنسبة ٦٠٪) مع الحجر الجيرى Lime stone (بنسبة ٢٠٪) وفحم الكوك Coke (بنسبة ٢٠٪). يتم صهر هذا الخليط على درجة حرارة تتراوح ما بين ١٥٠٠ - ٢٠٠٠ درجة مئوية حسب مكونات الخليط، وعادة ما تكون درجة حرارة ١٦٠٠ درجة مئوية مناسبة لهذا الغرض. وهذه المادة المنصهرة تتحول عن طريق الطرد المركزى السريع والتبريد إلى خيوط رفيعة قطرها ٥ ميكرون يتم ضغطها إلى رقائق بالسلك المطلوب (شكل ٧-١). وأثناء التبريد يتم إضافة الفينول لخفض التوتر السطحي والذي يعمل كمادة لاصقة لخيوط الصوف الصخرى مكونة بيئة إسفنجية أو مسامية Spongy material. والتركيب الكيميائى للصوف الصخرى يختلف باختلاف مناطق تصنيعه وإن كان متوسط مكوناته الأساسية عبارة عن أكسيد السليكون بنسبة ٤٥٪ وأكسيد الكالسيوم بنسبة ١٥٪ وأكسيد الألومنيوم بنسبة ١٥٪ وأكسيد الحديد بنسبة ١٠٪ وأكسيد المغنسيوم بنسبة ١٠٪ وأكاسيد أخرى بنسبة ٥٪.



الصخر البركاني (Diabase) + الحجر الجيري + الفحم منصهرا في فرن الإصهار



خيوط الصوف الصخري عقب الطرد المركزي و التبريد



مركز التحكم الآلي في تصنيع الصوف

الصخري



المنتج النهائي

شكل (٧-١)؛ يوضح انصهار صخور Diabase مع الحجر الجيري والفحم لإنتاج خيوط الصوف الصخري.

والصوف الصخرى لا تشكل المادة الصلبة به سوى ٣٪ فقط وبالتالي فإن المسافات البينية التي تحوى الماء والهواء تمثل ٩٧٪ (تكون فى حالتها المثلى عند التشبع بالماء ورشح الزائد منه موزعة إلى ١٤٪ للهواء و٨٣٪ للماء) مما يجعله بيئة جيدة لنمو وانتشار الجذور.

ويجهز الصوف الصخرى فى عدة تجهيزات أو أشكال شكل (٧ - ٢) تختلف على حسب الغرض المطلوب من استخدامها. وسوف نستعرض أهم هذه الأشكال واستخداماتها فيما يلى:

أولاً: مكعبات الإنبات Propagation Cubes

ارتفاعها من ١,٥ - ٢,٥ سم وقطر ٢,٥ سم تقريباً وتستخدم فى بداية إنبات كل من الخس والخضروات الورقية ونباتات الزينة وتوجد هذه المكعبات فى صورة فردية أو فى صورة مجمعة.

ثانياً: بلوكات الإنبات Propagation Blocks

وتنقل إليها مكعبات الإنبات الصغيرة وما بها من بادرات أو تنقل إليها الشتلات الصغيرة مباشرة. ووحداتها عبارة عن مكعبات توجد فى حجمين $٧,٥ \times ٧,٥ \times ٧,٥$ سم و $٧,٥ \times ١٠ \times ١٠$ سم (والارتفاع فى كلاهما ٧,٥ سم). وعندما تصل النباتات بها إلى الحجم المناسب يتم نقلها إلى وسائد النمو.

ثالثاً: وسائد النمو Growing slabs

وبها يكمل النبات فترة نموه حتى المحصول الكامل. وتوجد وسائد النمو فى حجمين (الأطوال بالسـم) $٧,٥$ ارتفاع $١٥ \times$ عرض $٩٠ - ١٥٠$ طول وهى مناسبة لنباتات الطماطم والفلفل وكثير من محاصيل الخضر والزينة أو $٧,٥$ ارتفاع $٢٠ \times$ عرض $٩٠ - ١٥٠$ طول وتستخدم أكثر مع نباتات الخيار حيث تحتاج إلى حيز أكبر لنمو الجذور.

ويجب ملاحظة أن أحجام الثلاثة أشكال السابقة ليست ثابتة بل يمكن أن تتغير

من مكان لآخر حسب ظروف التصنيع وتطور البحوث وطلبات المزارعين.

رابعاً: الصوف الصخري السائب

Rockwool Granulate or Loose-Wool

ويستخدم كبيئة معبأة في أصص أو تخلط مع بعض البيئات الأخرى بنسبة الثلث حجماً لتحسين خواص التهوية والاحتفاظ بالماء بها، كما يخلط مع التربة بنسب تتراوح ما بين ٢٥ - ٦٠٪ كمحسن.

وتتشكل خيوط الصوف الصخري رأسياً في حالة مكعبات وبلوكات الإنبات للمساعدة على اختراق جذور البادرات لأسفل وأفقياً في وسائد النمو لإتاحة الفرصة أمام جذور النباتات للانتشار في أكبر حيز ممكن. وهذا ما يوضحه (شكل ٧-٣).

ومما يجب التنبيه إليه أن مكعبات وبلوكات الإنبات تستخدم في إعداد وتجهيز البادرات لكل أنواع المزارع اللاأرضية بنجاح. وفي حالة عدم تواجد مثل هذه المكعبات فإن الصوف الصخري السائب يمكن استخدامه بديلاً عن مكعبات الإنبات وذلك بوضعه في أصص صغيرة مثقبة من الأجناب والقاعدة (أنظر شكل ٦-٧ في الفصل السابق والخاص بأوعية إعداد الشتلات) ثم نزرع فيه البذور أو تنقل إليه البادرات مثلما يتم مع مكعبات الإنبات وذلك حتى الحصول على شتلات قوية.

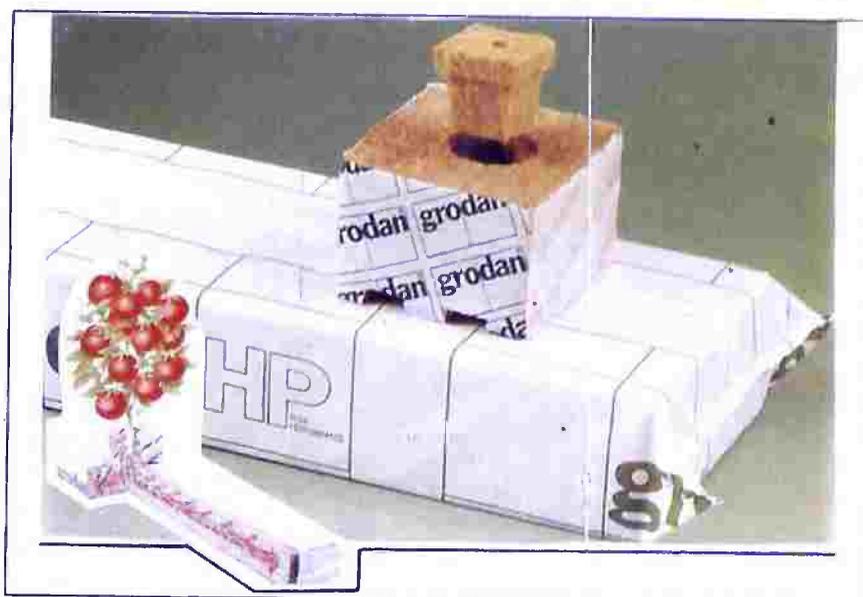
مزايا الصوف الصخري المعد للاستخدام الزراعي :

يتميز الصوف الصخري الزراعي بمزايا عديدة:

- ١ - مادة خاملة ممتازة لا تتحلل ولا تتكسر بيولوجياً مما يهيء ظروف جيدة لنمو النباتات التي تمكث به لفترات طويلة مثل شجيرات الورد Roses التي تنمو به لعدة أعوام بنجاح.
- ٢ - مادة جافة وليس بها أى مواد سائلة مغذية أو غير مغذية ورقم الحموضة له pH يقع بين ٧-٨ درجات.



شكل (٧-٢) : الصوف الصخري سائب ومعد في صورة مكعبات الإنبات ووسائد النمو.



شكل (٧-٣) يوضح وضع مكعبات الإنبات على وسائد النمو وكيفية انتشار الجذور بينهما.

- ٣ - مادة معقمة وخالية تماماً من الآفات والحشرات والأمراض.
- ٤ - قدرته التنظيمية ضئيلة أو منعدمة وليس لأسطح خيوطه القدرة على امتصاص العناصر، ومن ثم فليس له أى تأثير على تغير خواص المحلول.
- ٥ - مادة خفيفة جداً (كثافتها ٠,٠٧٥ جرام/سم^٣) وفي الوقت نفسه صلبة Rigid material مما يجعل التعامل معها سهلاً فى الإعداد والتجهيز والنقل بالإضافة إلى عدم حاجتها إلى تجهيزات أو قنوات خاصة مما يقلل استهلاك الوقت والجهد والمال.
- ٦ - مادة مناسبة جداً لنمو وانتشار الجذور نظراً لمساميتها الشديدة (٩٧٪ مسام) ولانتمثل ضغطاً على النبات Minimizing plant stress.
- ٧ - إختصار الوقت وتوفير الحيز المتاح من الأرض تحت الصوبة أو خارجها باستخدام مكعبات وبلوكات الإنبات فى إعداد الشتلات.
- ٨ - سهولة التخلص من ترسيبات الأملاح فى حالة استخدام محلول به نسبة مرتفعة قليلاً من أملاح الصوديوم. وذلك بإضافة الماء وحده إلى وسائد النمو والذي يعمل على إزالة وغسيل الأملاح فى نظام مفتوح Leaching for the open system فيما يعرف بطريقة الإمرار حتى الفقد Run-to- waste ، وما يساعد على إجراء هذه العملية بسهولة ويسر ما يتمتع به الصوف الصخرى من قدرة عالية على الصرف.
- ٩ - سهل التعقيم والاستخدام لأكثر من عام.
- ١٠ - يمكن استخدام الصوف الصخرى السائب أو المحبب Granulates كمحسن طبيعى للتربة Soil conditioner فى حالة الأراضي الرملية.

عيوب الصوف الصخرى :

- ١ - يجب الاحتياط عند التعامل مع الصوف الصخرى بلبس قفاز مع أكمام عيوب الصوف الصخرى قليلة وتتمثل فى:

طويلة، حيث يسبب إثارة للجلد، ويمكن التغلب على هذه المشكلة بترطيب الصوف الصخري قبل التعامل معه أو استخدامه.

٢ - بعض المحاصيل حساسة للزراعة فى وسائد النمو التى سبق زراعة محاصيل بها من قبل مثل محصول الخيار، وفى هذه الحالة تستخدم الوسائد لسنة واحدة فقط.

استخدام الصوف الصخري فى الزراعة بطريقة النظام المفتوح

Open System

يمكن اتباع الخطوات التالية لتنفيذ مزرعة من الصوف الصخري:

١ - ترطيب مكعبات الإنبات قبل الاستخدام بـ ٢٤ ساعة وتكون موضوعة على طاولات من البلاستيك ذات إطار غير مرتفع ٥ - ٨ سم.

٢ - تزرع بذور النباتات فى المكعبات فى مكان دافىء رطب وتروى بالماء والمحلول المغذى عند الحاجة لذلك.

٣ - بعد خروج جذور البادرات خارج مكعبات الإنبات تنقل إلى بلوكات الإنبات حتى تأخذ حجمًا مناسبًا وتصبح جاهزة للنقل إلى وسائد النمو. وشكل (٧-٤) يوضح تتابع مراحل إعداد البادرات حتى وضعها فى مكانها المستديم على وسائد النمو فى الصوبة.

٤ - يتم تسوية أرض المزرعة فى شكل مصاطب بعرض ٧٠ سم تنحدر للخارج قليلا ثم ترتفع مكونة مصطبة أخرى بعرض ٧٠ سم فى حالة ما إذا كان عرض وسائد النمو ١٥ أو ٢٠ سم، ثم تغطى الأرض بالبلاستيك الأبيض صيفًا ليخفف من حدة الحرارة والأسود شتاءً للتدفئة وفى كل الأحوال فإن البلاستيك يمنع ظهور ونمو الحشائش بأرض المزرعة ونمو الفطريات ويمنع أيضًا وصول فاقد المحاليل المغذية إلى التربة ليتم تبخره من على أسطح البلاستيك فيخفف من حدة درجة الحرارة.

٥ - يتم رص وسائد النمو فى صفوف طويلة على الحواف المائلة للمصاطب



تمسور في بلاكات الإنبات الصغيرة



بإدرات القز نقل جمانة للتقليل
إلى وسائل تصريف الصخرى

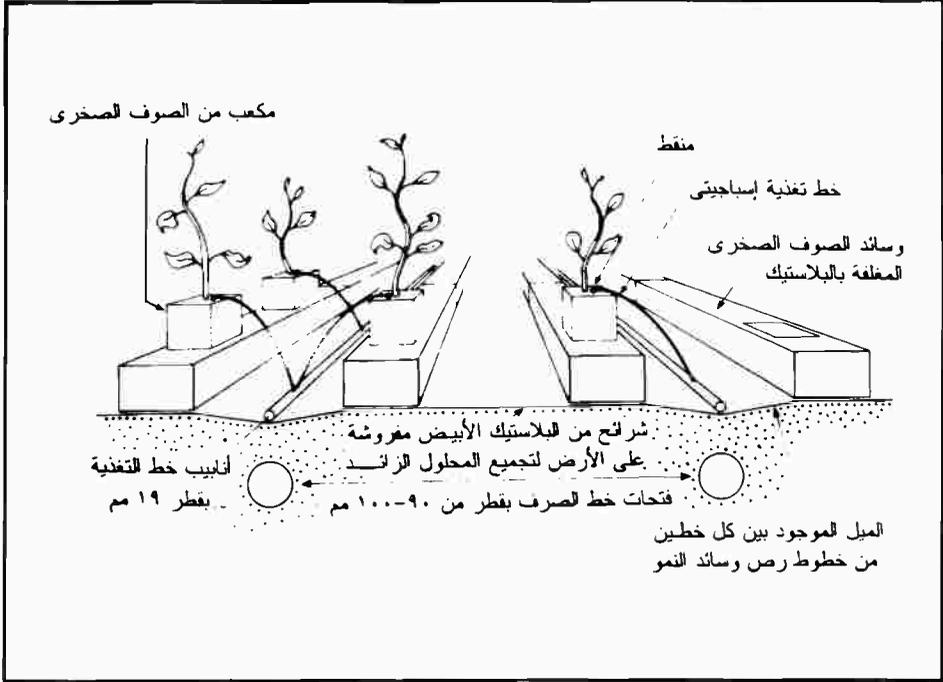


فصل مكعب إنبات صغير به نبات
الأخضر من بلاكات الإنبات



شكل (٧-٤) : يوضح تتابع خطوات إعداد البادرات في مكعبات الإنبات وكيفية نقلها إلى وسائل
التسوية في الصوبة.

بحيث يكون نهاية كل وسادة مع بداية التالية لها وهو ما يسمى End to End. وتوضع مواسير التغذية في باطن المصاطب لتغذى زوج من وسائد النمو وتكون الممرات على قمة المصاطب بين زوج من الوسائد أيضاً، مما يسهل الحركة بعيداً عن رشح المحلول الزائد ومواسير الري والتغذية شكل (٧ - ٥).



شكل (٧-٥) : رسم تخطيطي للشكل العام الذي تكون عليه مزرعة الصوف الصخري وطريقة التغذية والصرف

في حالة ما إذا كان النمو الخضري للنباتات المراد تنميتها قصير مثل الخس والفراولة فيمكن تكثيف الزراعة بعمل مصاطب بعرض من ١٠٠ - ١١٠ سم، ورض الوسائد التي عرضها ١٥ أو ٣٠ سم في زوجين من الصفوف على الحواف المائلة للمصاطب (٤ صفوف على المصطبة) بنفس الطريقة السابقة، ويعمل خط الري والتغذية في هذه الحالة على ري وتغذية أربعة صفوف من وسائد النمو (وسادتان من كل جانب).

٦ - يتم عمل فتحات بأبعاد مكعبات الإنبات فى البلاستيك المغلف لوسائد النمو على أن تكون المسافة بين كل فتحة وأخرى هى نفس المسافة المطلوبة بين كل نبات وأخر.

٧ - يتم توصيل منقطات Dripers خط الرى والتغذية إلى الفتحات الموجودة فى وسائد النمو وتشبيعتها بالمحلول المغذى قبل نقل البادرات بـ ٢٤-٤٨ ساعة مع ضرورة عدم عمل فتحات للصرف خلال هذه الفترة، حيث يرفع الصوف الصخرى رقم pH المحلول بمقدار درجة واحدة عند استخدامه لأول مرة فقط.

٨ - بعد ٢٤ - ٤٨ ساعة من تشبيع وسائد النمو يتم عمل فتحات الصرف فى أسفل الجانب المواجه لمواسير الرى فيتم التخلص من المحلول الذى ارتفع رقم حموضته، ثم تنقل مكعبات الإنبات أو البادرات وتثبت فى المكان المجهز لها من قبل على وسائد النمو ويثبت بها المنقطات.

٩ - تتم التغذية من ٤ - ٦ مرات يومياً 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 .

ملحوظة : حجم الهواء فى وسائد النمو يزداد بارتفاع الوسادة، وغالباً ما تكون التهوية فى حدود ٢٥٪ من حجم الوسائد التى ارتفاعها ٧,٥ سم كافياً لمعظم أنواع النباتات إلا أنه ربما تحتاج بعض المحاصيل إلى حجم تهوية أكبر قد تصل إلى ٥٠٪ وفى هذه الحالة تستخدم وسائد ذات ارتفاع أكبر.

ما يتم عمله أثناء النمو :

١ - التأكد من ضبط المحلول المغذى يومياً وذلك بأخذ عينة من المحلول المغذى الموجود فى وسائد النمو وليس المضاف إليها. ويتم أخذ العينة بواسطة سرنجة نغمس حتى منتصف الوسادة بين النباتات. ومكونات كل عينة يتم تجميعها من ١٥ - ٢٠ وسادة عشوائياً، وعلى هذه العينة يتم القياسات التالية:

أولاً: الاختبارات اليومية:

قياس رقم الـ pH والتوصيل الكهربى Electrical Conductivity فى عينات

من المحلول المغذى الموجود فى وسائد النمو باستخدام أجهزة قياس الـ pH والتي تعرف بـ (pH Meter) وأجهزة قياس درجة التوصيل الكهربى EC Meter (شكل ٧ - ٦).

ثانياً: الاختبارات الأسبوعية:

تقدير تركيز عناصر NH_4-N , NO_3-N , P, K, Mg and Fe مرة كل أسبوع بأجهزة القياس المعملية (Flame photometer, Spectrophotometer and Atomic adsorption)، حيث إن التغييرات التى تحدث للمحلول المغذى فى وسط النمو لاتكون كبيرة خلال هذه الفترة.

ثالثاً: الاختبارات الشهرية:

تقدير عناصر Mn, Cu, Zn and B

رابعاً: اختبارات كل شهرين:

تقدير عناصر Na and Cl

٢ - إذا حدث تأثير لترسيب الأملاح أثناء نمو المحصول نتيجة لاستخدام ماء به نسبة مرتفعة نوعاً من كلوريد الصوديوم ، فإنه يتم الري بماء فقط لمدة ٢ - ٣ أيام لتخفيف حدة تركيز الأملاح، ثم يعاد استخدام المحلول المغذى، وفى حالة إعادة استعمال وسائد النمو لسنة ثانية يتم الري فى الأسبوع الأخير من عمر النباتات أيضاً بماء فقط للتخلص من الأملاح المترسبة بها.

٣ - تثبيت النباتات ذات المجموع الخضرى الكبير مثل الطماطم والخيار على الأسلاك أو الدعامات الخاصة بها.

٤ - مكافحة الآفات أو الحشرات إن وجد.

ونظراً لاستخدام الصوف الصخرى فى الزراعة على مساحات كبيرة لمحاصيل عالية القيمة الاقتصادية فإن الشركات المتخصصة فى تصنيع أنظمة الري وفرت أجهزة ومعدات قياس فى غاية الدقة والنظام يتحكم فى عملها أجهزة الكمبيوتر المزودة ببرامج تعمل على قياس درجة الـ pH والـ EC، وتركيز العناصر الغذائية

وتصحيح قيم كل منها أو توماتيكياً إلى القيم المثلى مما يوفر الوقت والعمالة ومثالية بيئة النمو (شكل ٧ - ٧)، ومن هنا يظهر سر الإنتاجية العالية في مثل هذه الأنظمة. وتعتبر محاصيل الخضر ونباتات الزينة من المحاصيل التي يتم زراعتها تجارياً في الصوف الصخري بنجاح كبير، ولنأخذ لذلك مثلاً من بعض المزارع التجارية بهولندا خلال عام ١٩٩٤ والتي توضح احتياجات ومتطلبات الزراعة لبعض المحاصيل في الصوف الصخري وإنتاجيتها (جدول ٧ - ١).

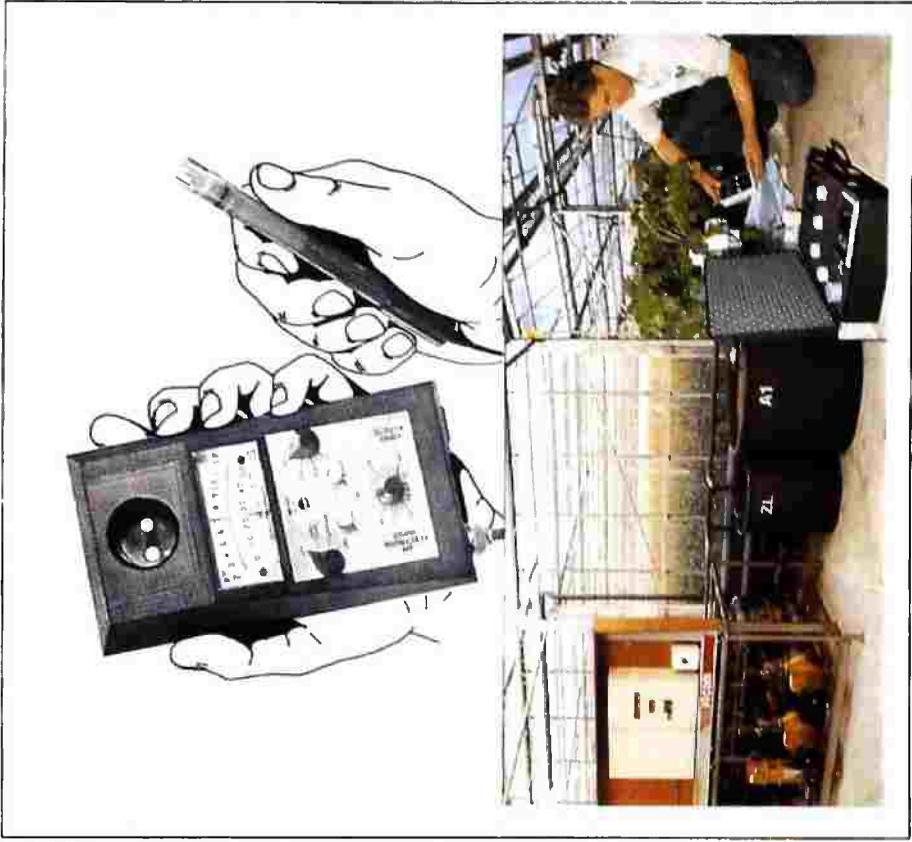
ويلاحظ أن احتياجات محصول الطماطم Tomato تماثل نفس الاحتياجات لمحصول الفلفل Pepper كما أن متطلبات محصول الخيار Cucumber تماثل ما تتطلبه محاصيل كل من القاوون Melon والباذنجان Egg Plant (Aubergine) والكوسة أو صرع Squash، في حين أن ما تحتاجه محاصيل القرنفل Carnation والجربيرا Gerbera والأقحوان Chrysanthemum تقل قليلاً عن احتياجات شجيرات الورد Roses.

جدول (٧ - ١): يوضح احتياجات بعض المحاصيل عند زراعتها في الصوف الصخري والإنتاج المتحصل منها.

الورد Rose	الخيار Cucumber	الطماطم Tomato	احتياجات المحصول
١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	المساحة بالمتر المربع
١٠	١,٥	٢,٥	كثافة النباتات في المتر المربع
١١٠٠٠-٩٠٠٠	١٩٠٠-١٦٠٠	٣٠٠٠-٢٨٠٠	عدد النباتات = عدد مكعبات الإنبات والنمو = عدد المنقطات
١٤٠٠-١٠٠٠	٩٠٠ - ٨٥٠	٩٠٠	عدد وسائد النمو بطول ٧٥ سم
١٠٠	١٠٠	١٠٠	كمية الأسمدة بالكيلوجرام
٢٠٠٠	١٨٠٠	١٥٠٠	استهلاك المياه بالمتر المكعب
١٢	١٠	١١ - ١٠	عمر النبات حتى المحصول بالشهر
زهرة ٢٠٠	٢٨	٦٥	المحصول بالكيلوجرام للمتر المربع
١	١	١	العمالة اللازمة لكل ٤٠٠٠ متر مربع



شكل (٧-٧) : مزرعة من مزارع الصورف الصخري التي يتم فيها قياس وضغط رقمي الـ (C) وتركيز العناصر الغذائية تلقائياً عن طريق النحك الـ آلي باستخدام الكمبيوتر.



شكل (٧-٧) : القياس الدوري لرقم الـ (C) وتركيز الأضلاع (C) في المحلول المغذي داخل وسائل النمو.

والشكل رقم (٧ - ٨) يوضح نمو شجيرات الورد فى الصوف الصخرى بالإضافة إلى نمو نباتات الجرييرا والقرنفل (شكل ٧ - ٩) وبعض نباتات الخضر من الطماطم والخيار والفلفل والباذنجان (شكل ٧ - ١٠).

استخدام الصوف الصخرى فى الزراعة بطريقة النظام المغلق أو الدائرى Closed or Recirculatory Rockwool System

- ١ - يتم إتباع الخطوات من ١ - ٣ من الطريقة السابقة.
- ٢ - يتم وضع سائد النمو فى طاولات من البلاستيك Trays (طولها بطول ٢-٣ وسائد وعرضها عرض وسادة أو وسادتين)، ثم توضع طاولات البلاستيك على أرض الصوية أو خارجها بميل ١ : ٢٠٠، وفى نهاية الطاولة البلاستيك توجد فتحة بقطر ١,٢٥ - ٣,٧٥ سم يثبت عليها ماسورة بلاستيك بنفس قطر الفتحة، وتتصل بماسورة تحمل المحلول الزائد إلى تنك التغذية:
- ٣ - تتبع الخطوات من ٦ - ٨ فى الطريقة السابقة.
- ٤ - يتم التغذية باستخدام المنقطات وإعادة استخدام المحلول الزائد مرة أخرى وتستمر التغذية بهذا النظام حتى نهاية المحصول.

الرى تحت السطحى للصوف الصخرى

Sub-irrigation Rockwool System

- ١ - فى هذا النظام يتم وضع وسائد الصوف الصخرى فى طاولات من البلاستيك كل منها يتسع لوسادتين أو ثلاثة على أن تزود هذه الوسائد بفتحات فى سطحها السفلى.
- ٢ - يتم ضخ المحلول المغذى إلى الطاولات البلاستيك الحاوية لوسائد الصوف الصخرى حتى أقصى ارتفاع يجب أن يكون عليه المحلول فى الطاولة والوسادة والذى يوجد عنده فتحة جانبية لإعادة الزيادة إلى تنك التغذية.
- ٣ - يتم ضخ المحلول مرة واحدة يومياً فى المراحل الأولى للنمو ولمدة من ٥ - ١٠

دقائق تزداد بعد ذلك إلى ٣ - ٥ مرات شتاءً و٧-١٠ مرات صيفاً في المراحل المتقدمة للنمو وحتى المحصول.

وتتميز هذه الطريقة بالاستخدام القليل للطاقة اللازمة لضخ المحلول، بالإضافة إلى تلافى مشاكل انسداد المنقطات.

إعادة استخدام وسائد الصوف الصخري

يمكن استخدام وسائد النمو لأكثر من عام، ولإعادة الاستخدام بشكل جيد يجب التخلص من الأملاح المترسبة بها من المحصول السابق أولاً ثم القضاء على الفطريات ثانياً.

التخلص من الأملاح المترسبة سبق الإشارة إليه أما القضاء على الفطريات فيتم كما يلي:

١ - يزال غطاء البلاستيك من على وسائد النمو وترص فوق بعضها في شكل بالات ثم تغطى بإحكام بغطاء سميك من البلاستيك.

٢ - يمرر عليها بخار الماء لمدة ٣٠ دقيقة، وبعد أن تبرد يتم تغليفها بأغلفة البلاستيك وتكون بهذا جاهزة للاستخدام في العام التالي.

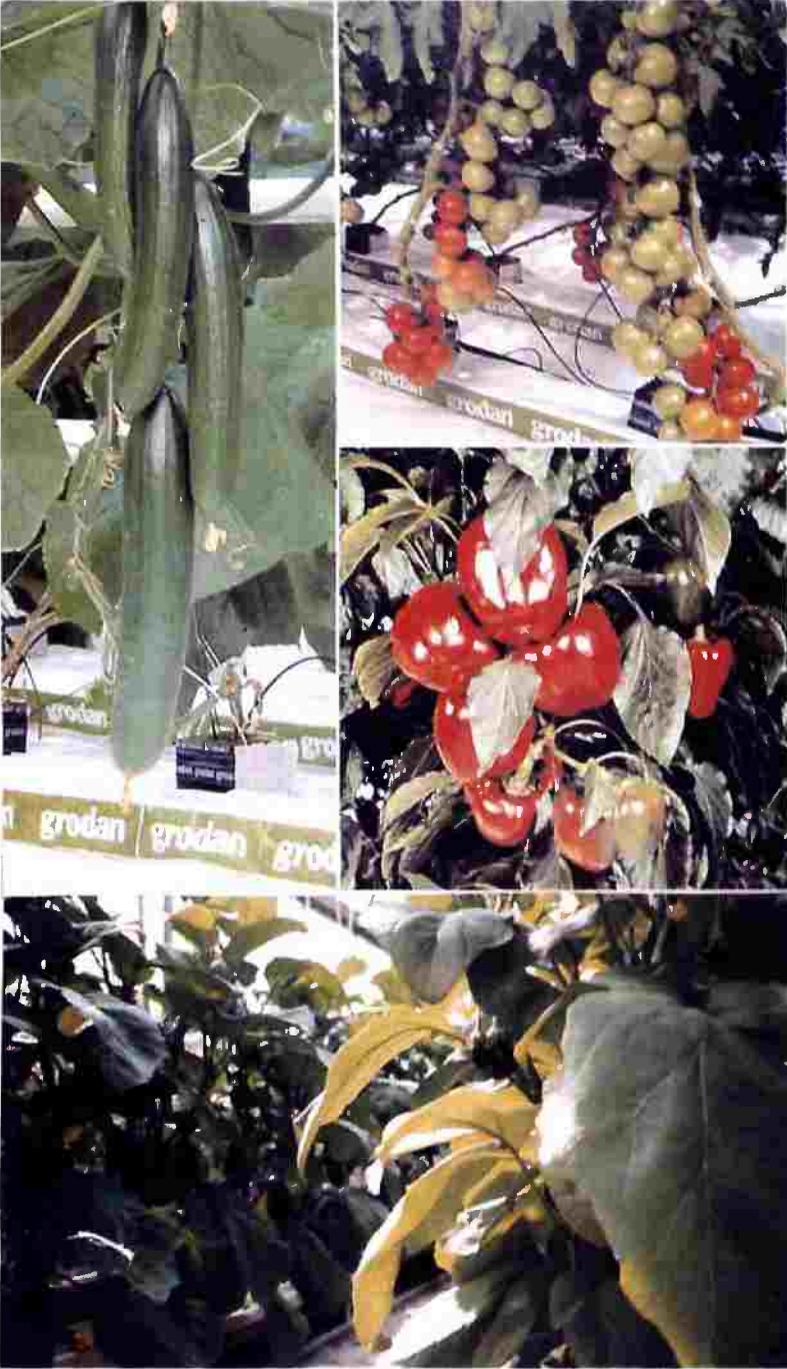
في بعض المناطق من العالم يستخدم بروميد الميثيل بدلاً من بخار الماء، وبنفس الخطوات السابقة وإن كان يفضل استخدام بخار الماء كمصدر طبيعي آمن عن استخدام بروميد الميثيل كمركب كيميائي يؤدي زيادة تركيزاته إلى آثار جانبية ضارة.



شكل (٧-٨) : شجيرات الورد تنمو بشكل جيد لعدة سنوات في وسائد الصوف الصخري.



شكل (٧-٩) : نمو الجرجير والقرنفل في وسائد الصوف الصخري على مساحات كبيرة تحت الصوب الزراعية ببوعلدا.



شكل (٧-١٠) النمو المتميز لبعض المحاصيل الخضراء في وسائد الصوف الصخري.

ثانياً: صوف الخبث المصري Egyptian slagwool

ميلاد مادة نمو جديدة للمزارع اللاأرضية في مصر

باستعراض المعلومات المتوفرة عن الصوف الصخري ونجاح انتشاره واستخدامه كأفضل بيئة نمو ونبات في الزراعة اللاأرضية في العالم حتي الآن، نجد أننا في مصر في حاجة إلى الصوف الصخري أو أى بيئة نمو لها مثل خواصه ليشجع على انتشار هذه الزراعة على مستوى تجارى كبير. إلا أن أمر استيراد بيئة نمو لاستخدامها في الزراعة لا يكون إلا في استخدامات خاصة لنباتات ذات عائد إقتصادي عالٍ وفي مساحات صغيرة مثلما يحدث مع مادة البيت موس Peat moss or peat compost التي تستخدم في مشاتل الزينة والفاكهة. وأحسب أن هناك شيئاً ما ينتظر الزراعة اللاأرضية في مصر باكتشاف مادة شبيهة تماماً للصوف الصخري تنتج من أحد مصانعها الكبرى من مخلفات Waste materials محولات توماس والأفران العالية لاستخلاص الحديد، وهذه المخلفات تسبب مشكلة للمصنع في تخزينها. هذه المخلفات بمصنع الحديد والصلب والتي تسمى جليخ محولات الصلب أو الخبث Slag لها بعض الاستخدامات البسيطة التي لا نستطيع استهلاك كل هذه الكميات الضخمة، ومن هذه الاستخدامات إضافتها إلى التربة الزراعية لزيادة نسبة الفوسفور الميسر بها، أو تستخدم في بعض مصانع الطوب كمادة إضافية لتصنيع الطوب الأسمتي، أو يتم إعادة تصنيعها Recycling في مصانع الحديد والصلب ذاتها بصهرها على درجات حرارة عالية وتشكيلها في صورة منتج جديد عبارة عن خيوط Fibers أو أصواف Wool تستخدم كعازل حرارى Insulation في الأغراض الصناعية، هذا المنتج الجديد يسمى صوف الخبث المصري Egyptian slagwool.

ويتتركب خبث المعادن Slag (كمادة خام لصوف الخبث) من أكسيد الكالسيوم ٣٧٪ وأكسيد السليكون بنسبة ٣٤٪ وأكسيد الألومنيوم ١٣٪ وأكسيد المغنسيوم بنسبة ٥٪ وأكسيد الحديد بنسبة ١٪ وأكاسيد أخرى بنسبة ١٠٪.

وصوف الخبث Slagwool الناتج من الخبث يبلغ الحد الأقصى لقطر خيوطه ٨ ميكرون، ويمكن اعتباره بيئة نمو جيدة من خلال التجارب الأولية التي قام بها Sherif وآخرون سنة ١٩٩٣ مقارنة ببعض بيئات الزراعة للأرضية الأخرى مثل البرليت-الفيرميكيوليت بالإضافة إلى الصوف الصخري (شكل ٧ - ١١).

ويتميز صوف الخبث Slagwool بكل ما يتميز به الصوف الصخري Rockwool من صفات مع بعض الفروق التي تظهر من خلال النقاط التالية:

١ - سعة احتفاظ صوف الخبث بالماء (بعد ٢٤ ساعة من التشبع بالماء ورشح الزائد) يبلغ ٩٣٦٪ مقابل ٦٥٤٪ للصوف الصخري.

٢ - رقم الحموضة أو رقم الـ pH ٧,٤ في مستخلص ١:٢٠ ماء مقطر (بعد ٤٨ ساعة) مقابل ٧,٨٥ للصوف الصخري.

٣ - التوصيل الكهربى ٤٠ ميكروموز/سم مقابل ٢٠ ميكروموز/سم للصوف الصخري.

٤ - الكثافة الظاهرية ٠,٠٨٥ جم/سم^٣ مقابل ٠,٠٧٥ جم/سم^٣ للصوف الصخري.

٥ - الفحص الميكروسكوبى وتحليل الاختلاف الحرارى أوضح أن خيوط صوف الخبث أكثر اندماجاً وأكثر ثباتاً من خيوط الصوف الصخري.

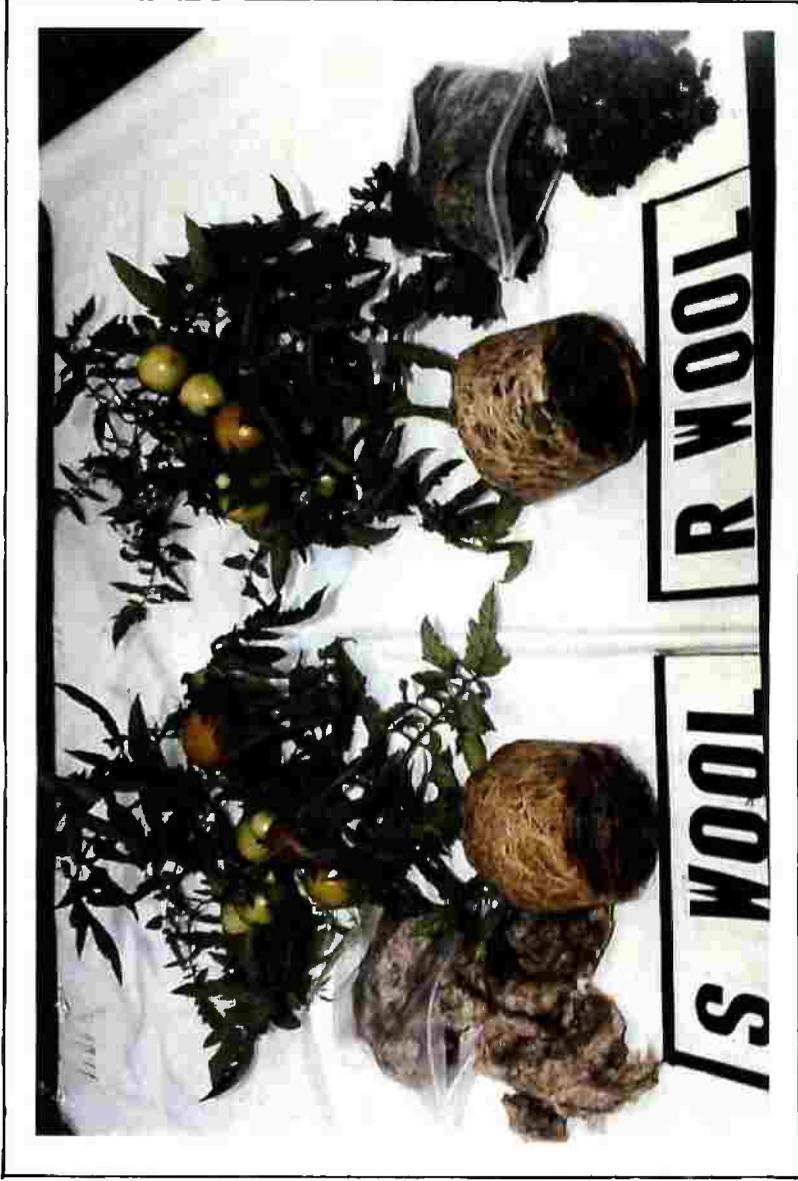
ومما يشجع على الاهتمام بصوف الخبث المصرى كبيئة إنبات ونمو، ليس فقط نمو نباتات الطماطم به بشكل جيد (شكل ٧ - ١٢ أ)، وإنما أيضاً ما أظهره من تكبير فى نضج الثمار بمقدار أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع مقارنة بنباتات الطماطم



شكل (١١٦-٧) بيئة صوف الخبيث للصصري ونمو أول نبات طماطم بها.



شكل (١١٧-٧) نمو نباتات الطماطم في صوف الخبيث المصري مقارنة بنموها في بيئات الصوف الصخري والغبر ميكوليبيت والبرليت.



شكل (١٢-٧) أ): التبيكير في نضج ثمار نباتات الطماطم النامية في صوف الخبيث المصري مقارنة بمثيلتها النامية في الصوف المصري.

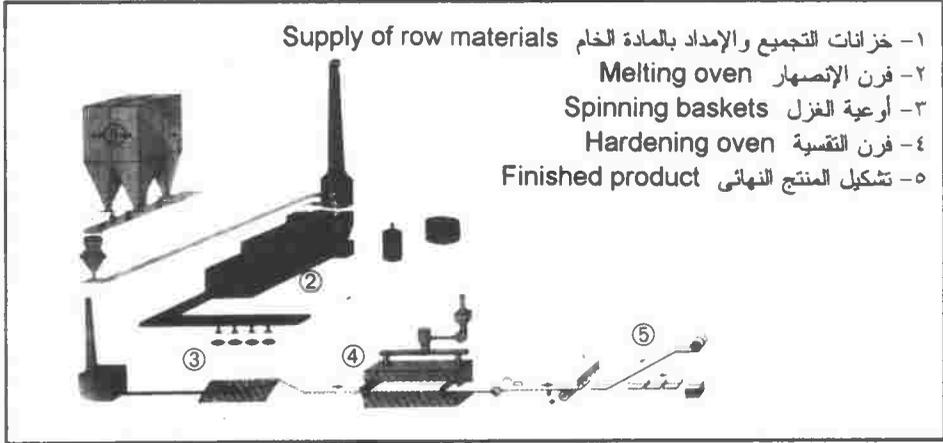
النامية في الصوف الصخري (شكل ٧ - ١٢ ب).

استخدام صوف الخبث في الزراعة:

إن صوف الخبث الموجود في مصر الآن يوجد في الصورة السائبة أو المفككة Loose - wool، وهذه يمكن استخدامها في صورتها الحالية كمادة إنبات بوضعها في أصص صغيرة مثقبة قطر ٥ - ٨ سم وارتفاع ٤ - ٥ سم واستخدام هذه الأصص والبادرات في مزارع الأغشية المغذية NFT ومزارع المحاليل المغذية الساكنة SNSC أو استخدامها كبيئة نمو لزراعة بعض النباتات الاقتصادية في أصص وغيرها من نظم الزراعة اللاأرضية، وهذا كله يمكن أن يتم بصورة مبدئية إلى جانب استخدامها كمحسن لصفات الأراضي الرملية، إلا أن الأمر يتطلب تصنيع هذه المادة الجديدة في كل صور وأشكال الصوف الصخري من مكعبات وبلوكات الإنبات Propagation cubes and blocks ووسائل النمو Growing slabs بالمقاسات المتداولة من الصوف الصخري حتى يمكن الاستفادة من صوف الخبث بأقصى طاقة ممكنة ليتسنى لنا استخدامه بالطريقة التي يستخدم بها الصوف الصخري، وهذا ما نتطلع إليه في المستقبل القريب بالتعاون مع مصنع الحديد والصلب بحلوان الذي ينتج من صوف الخبث حاليًا ٥٠٠٠ طن في السنة للاستخدام الصناعي بسعر ٢٥٠٠ جنيه مصري للطن، ومن المؤكد أن ظهور استخدامات زراعية لهذا المنتج سوف يزيد من معدل تصنيعه فإذا زاد الطلب وأمكن تحويل كل مخلفات الخبث إلى صوف خبث والقضاء على مشكلة تخزينه بالمصنع فإن ذلك يعد مكسبًا في حد ذاته إلى جانب ما سوف يدره من عائد اقتصادي كبير، بل يمكن أن يؤدي الأمر إلى تصنيع الصوف الصخري نفسه في مصر، حيث إن طريقة تصنيع الصوف الصخري وصوف الخبث واحدة والفرق فقط في المادة المحولة ولدينا من الصخور الكثير.

ثالثاً: مزارع الصوف الزجاجي Glasswool Cultures

يصنع الصوف الزجاجي من رمل الكوارتز النقي Pure quartz sand الموجود في كثير من صحارى العالم.. وتتم عمليات التصنيع من خلال خمسة مراحل محددة (شكل ٧ - ١٣).

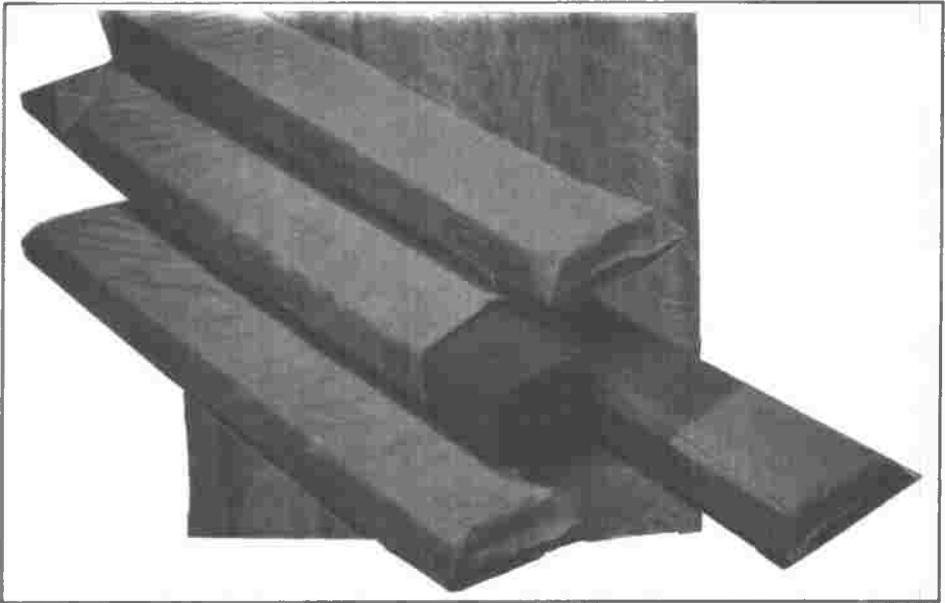


شكل (٧-١٣) : خطوات تصنيع الصوف الزجاجي من رمل الكوارتز النقي

- ١ - يتم تجميع المادة الخام وتوضع في حاويات خاصة متصلة بفرن الانصهار.
- ٢ - تنتقل المادة الخام بعد التخلص من أى شوائب عالقة بها إلى فرن الانصهار، حيث تخلط بالحجر الجيري ويتم صهرها على درجة حرارة ١٤٠٠ درجة مئوية.
- ٣ - ينتقل هذا الخليط المنصهر إلى أوعية الغزل Spinning baskets ذات الجدر المثقبة والتي تدور بسرعة دوران عالية محدثة طرداً مركزياً قوياً، يدفع المادة المنصهرة إلى الخارج من ثقوبها مكونة خيوط الصوف الزجاجي اللينة في صورة سهلة التشكيل Flexible glasswool fibers، وفي هذه المرحلة أيضاً تتعرض هذه الخيوط إلى ضغط مرتفع من الغاز يعمل على استطالة الخيوط وجعل كل منها في صورة فردية.

٤ - تنقل الخيوط الفردية اللينة المتكونة من المرحلة السابقة من خلال سير ناقل متحرك Conveyer belt إلى فرن التقسية Hardening oven الذى يعمل على تقوية الخيوط وتجفيفها على درجة ٢٥٠ درجة مئوية. ثم بعد ذلك يحدث إندماج للخيوط بعضها ببعض مكونة حصيرة من الصوف الزجاجى. وتتحكم أجهزة الكمبيوتر فى المسافة بين ٢ من السيور الناقلة لخيوط الصوف الزجاجى داخل فرن التقسية (أحدهما سفلى والآخر علوى) وفى سرعتيهما وهو ما يحدد سمك وكثافة حصيرة الصوف الزجاجى الناتج.

٥ - تنتقل حصيرة الصوف الزجاجى إلى حيث المرحلة الأخيرة من مراحل التصنيع، وفيها يتم تقطيع حصيرة الصوف الزجاجى إلى الأشكال والمقاسات المطلوبة ومنها مكعبات وبلوكات الإنبات ووسائد النمو (شكل ٧ - ١٤)، ثم يتم بعد ذلك تغليف هذه المنتجات تمهيداً لعمليات التسويق والاستغلال الزراعى.



شكل (٧-١٤) : وسائد الصوف الزجاجى مغلقة وجاهزة للاستخدام بنفس طريقة الصوف الصخرى

وللصوف الزجاجي مميزات عديدة تجعله بيئة نمو جيدة لكثير من النباتات التي تم زراعتها به مثل الطماطم والخيار والفلفل والبادنجان والخس والجرييرا والورد والقرنفل والأعشاب الطبية والعطرية. ومن مميزات الصوف الزجاجي مايلي:

١ - يمكن التحكم في إنتاج الصوف الزجاجي بدرجات مختلفة متدرجاً من الصوف الزجاجي الجاف إلى الرطب جداً على حسب متطلبات السوق.

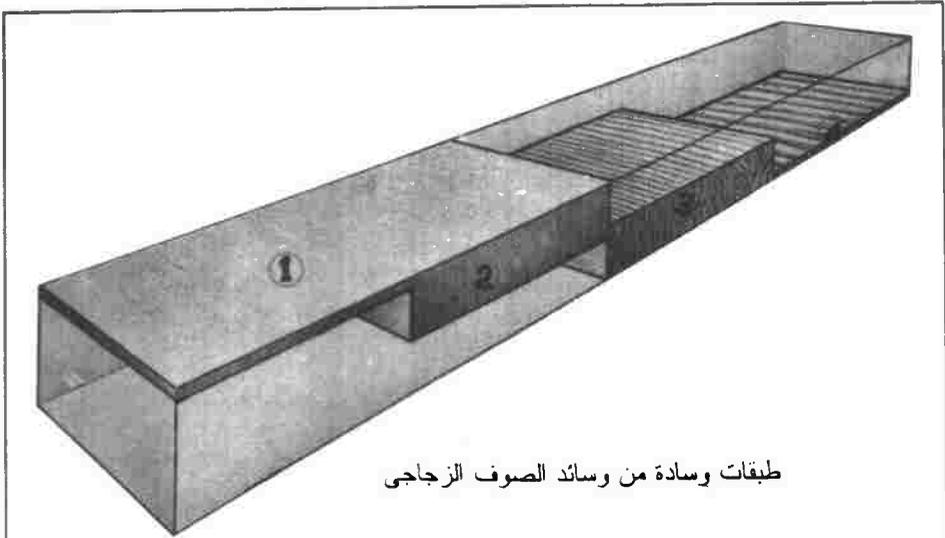
٢ - التوزيع الجيد للماء في الصوف الزجاجي وبشكل متجانس يساعد جذور النباتات على الانتشار أفقياً ورأسياً معطية قوة وكفاءة للمجموع الجذري.

٣ - يحتوى الصوف الزجاجي على قدر جيد من الهواء مع قدرة تنظيمية كافية Sufficient buffering capacity، وهذا يعنى كفاية فى الأوكسيجين ومقاومة للتغير السريع فى رقم pH المحلول مما يوفر بيئة مناسبة لنمو الجذور وامتصاص العناصر الغذائية من المحلول.

٤ - الصوف الزجاجي خفيف الوزن سهل الاستخدام مما يوفر الجهد والمال.

٥ - يمكن إعادة استغلال الصوف الزجاجي بعد استخدامه فى الزراعة Recycling خاصة فى المزارع التى تستخدم هذه البيئة على نطاق واسع، حيث يتم طحن وسائد ومكعبات النمو ثم يتم تسخينها على درجة حرارة قدرها ٥٠٠ درجة مئوية، وخلال عمليات التسخين هذه تنطلق بعض الغازات التى تتميز بقابليتها للاشتعال Inflammable والتى تستخدم فى تدفئة الصوبة وفى تعقيم وسائد النمو الأخرى التى مازالت قابلة للاستخدام فى الزراعة.

وخيوط الصوف الزجاجي تنتج فى شكل خيوط رفيعة وناعمة Fine and thin fibers وأخرى خشنة وأكثر سمكاً Coarse and thick fibers (شكل ٧ - ١٥).



طبقات وسادة من وسائد الصوف الزجاجي



شكل (٧-١٥): إعداد وسائد نمو الصوف الزجاجي بتوليفات من الصوف الزجاجي الناعم والخشن

والخيوط الرفيعة لها قدرة أكبر على الاحتفاظ بالماء (٨٥٪ ماء، ١٠٪ هواء، ٥٪ لخيوط الصوف الزجاجي) أكثر من الخيوط الخشنة (٨٠٪ ماء، ١٥٪ هواء، ٥٪ لخيوط الصوف الزجاجي) مما يجعل الخيوط الرفيعة تقوم بدور تحسين خواص الاحتفاظ بالماء، بينما الخيوط الخشنة تعمل على تحسين خاصية التهوية والصرف الجيد. كما أن الخيوط الخشنة تعمل على تحسين الخواص الميكانيكية لوسائد الصوف الزجاجي، حيث يمكنها من مقاومة الضغط الواقع عليها ويقلل من انضغاطها. فعند وضع ثقل قدره ١ كيلوجرام على وسادة من الصوف الزجاجي ذات الخيوط السميكة والخشنة فإنها تنضغط وينخفض ارتفاعها بمقدار ٥،٥ سم، بينما نفس الثقل على وسادة من وسائد الصوف الزجاجي ذات الخيوط الرفيعة والناعمة تنضغط أكثر ويقل ارتفاعها بمقدار ١،٥ سم.

ومن هذه الخصائص الخاصة بخيوط الصوف الزجاجي أمكن تصنيع وسائد للنمو بطريقة تجمع كلاً من الخيوط الرفيعة والخشنة ليس مزجاً كاملاً بينهما ولكن بترتيب معين يجعل الوسادة مكونة من ٤ طبقات (شكل ٧ - ١٥) وهي:

١ - **الطبقة الأولى:** هي الطبقة السطحية وتتكون فقط من الخيوط الرفيعة ذات المسام الصغيرة والضيقة *Only fine fibers with small pores* وسمكها قليل والتي تساعد على تحسين توزيع المياه أفقياً بنسبة ٢٠٪ تقريباً.

٢ - **الطبقة الثانية:** وهي الطبقة التي تلي الطبقة السطحية وتتكون من الخيوط الرفيعة والسميكة *Mixture of fine and coarse fibers* مع زيادة نسبية في نسبة الخيوط الرفيعة في اتجاه السطح العلوي مما يحسن من توزيع وانتشار الماء رأسياً، ويجعل الاختلاف في كمية الماء في وسائد النمو فيما بين القمة والقاعدة قليل.

٣ - **الطبقة الثالثة:** وهي تلي الطبقة السابقة وتتكون أيضاً من الخيوط الرفيعة والسميكة مع زيادة نسبية في نسبة الخيوط الخشنة والسميكة في اتجاه السطح السفلي.

٤ - **الطبقة الرابعة:** وهي الطبقة السفلية والأخيرة وتتكون فقط من الخيوط الخشنة

في وجود ثقب واسع **Only coarse fibers with big pores** وسمكها قليل، حيث تساعد على سرعة الصرف وزيادة نسبة الهواء (الأكسجين) في الطبقة السفلى والذي وجد أن نسبته بها حوالي ٤٠٪ تحت ضغط - ٣,٧٥ سم، في حين أن هذه النسبة في وجود الخيوط الرفيعة تبلغ حوالي ١٥٪ فقط تحت ظروف التشبع والصرف.

وبهذه التوليفة من خيوط الصوف الزجاجي الرفيعة الناعمة والسميكة الخشنة أمكن الحصول على وسائل للنمو ذات مواصفات جيدة ومثالية لنمو النباتات بها.

طريقة الزراعة والتغذية في الصوف الزجاجي :

لاستخدام الصوف الزجاجي **Glasswool** في الزراعة تتبع نفس طرق إعداد البادرات وزراعتها وخدمتها وتغذيتها في الصوف الصخري **Rockwool**.

رابعاً: الزراعة فى ألياف الفوم Foam Fibers Culture

سبق الحديث عن الفوم فى الفصل السادس، ولكن ليس فى صورة الألياف وإنما فى صورة الحبيبات أو Granules فيما يعرف بالبلاستيك المتمدّد Expanded plastic كأحد البيئات الصلبة المستخدمة فى الزراعة للأرضية.

ويتم تصنيع ألياف الفوم Foam fibers من مركبات البولى يوريثان Polyurethane بواسطة إحدى الشركات العاملة فى مجال الزراعة للأرضية بهولندا . والفوم الناتج عبارة عن ألياف تشبه القطن أو الصوف Flocks خاملة كيميائياً، خفيفة الوزن، ثابتة التركيب والتكوين، لها القدرة على حفظ الماء والتخلص من الزيادة منه بنفس الدرجة (شكل ٧ - ١٦).

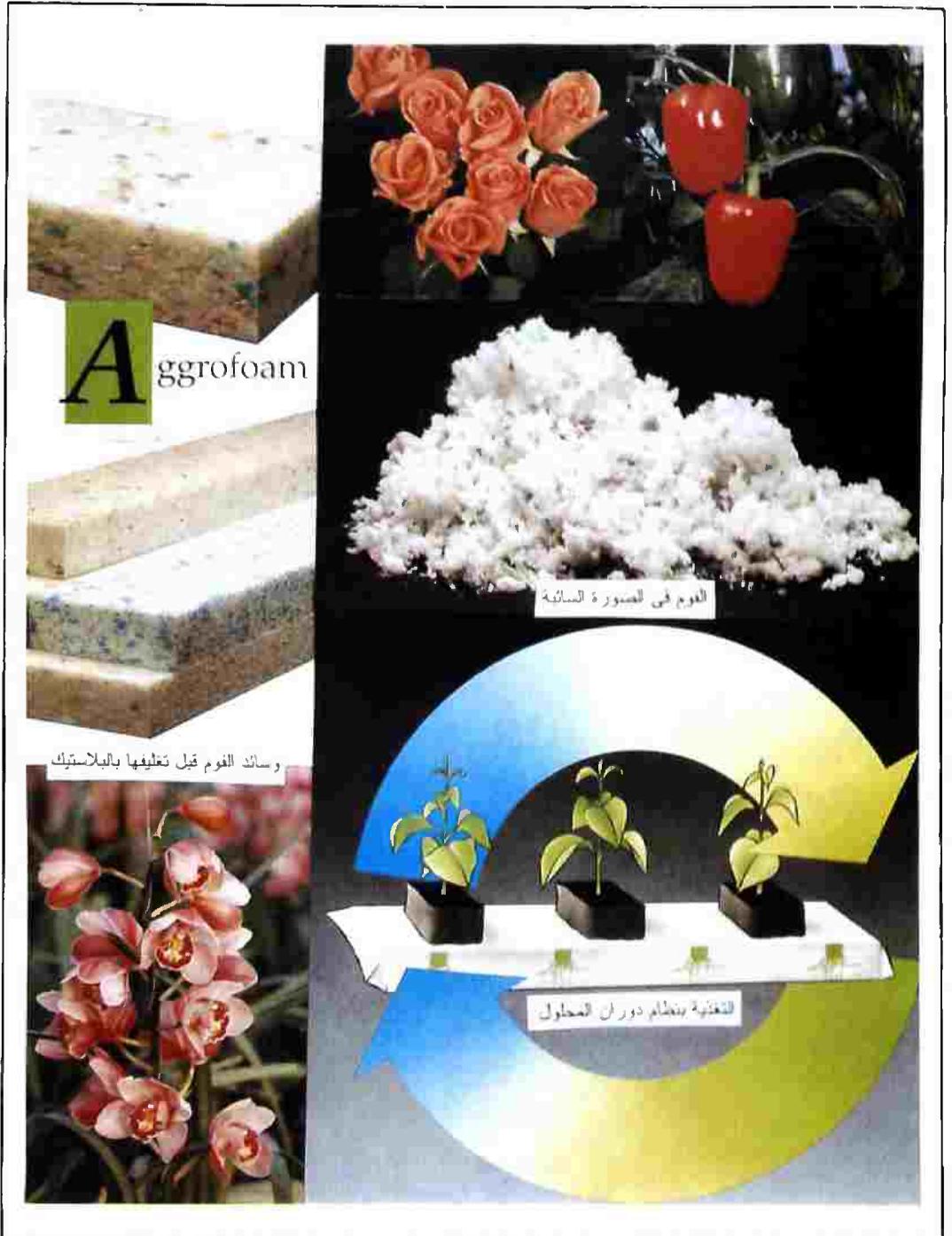
وهذا المنتج فى الصورة السائبة والمفككة يتم ضغطه فى صورة بلوكات متجانسة ذات كثافة محددة. وأثناء هذه العملية تتعرض خيوط الفوم لتيار من بخار الماء على درجة حرارة قدرها ١٢٠ درجة مئوية، حيث تعمل على تعقيم البلوكات المجهزة من ناحية والعمل على ثبات بنائها من ناحية أخرى.

وبلوكات ووسائد الفوم تتميز بأنها:

١ - بيئة جافة Dry substrate تحتوى على نسبة مناسبة من الهواء إلى الماء-Air Water ratio مما يشجع على تكوين مجموع جذرى قوى.

٢ - ذات خواص صرف ممتازة بما يسمح بالتخلص من أى ترسيبات للأملاح بسهولة، وفى نفس الوقت تجعل منها بيئة مناسبة لاستخدام طريقة التغذية بالحللول الدائر Recirculation system أو فيما يعرف بالنظام المغلق Close system.

٣ - بيئة متعادلة ولا تتأثر بتغير رقم الـ pH أو درجة التوصيل الكهربى E.C مما يجعلها بيئة مثلى للنمو.



Aggrofoam

الفوم في الصورة السائبة

وسائد الفوم قبل تغليفها بالبلاستيك

التغذية بنظام دوران المحلول

شكل (٧-١٦): الفوم في صورة سائبة ومجهزة في شكل وسائد للاستخدام الزراعي بالأنظمة المفتوحة والمغلقة وopen systems. Closed systems

- ٤ - تستخدم لفترات طويلة (من ٥ - ١٠ سنوات).
- ٥ - سهولة التعقيم بالبخار ولا يحدث أى تغير فى الخواص أو فى الكفاءة نتيجة الاستخدام أو التعقيم.
- ٦ - بعد استخدامها فى الزراعة يمكن إعادة تصنيعها Recycling مرة أخرى.

الزراعة فى ألياف الفوم:

بنفس الوسائل المتبعة فى الزراعة مع الصوف الصخرى تتم الزراعة فى وسائد ألياف الفوم.

خامساً: زراعة النباتات المستوية

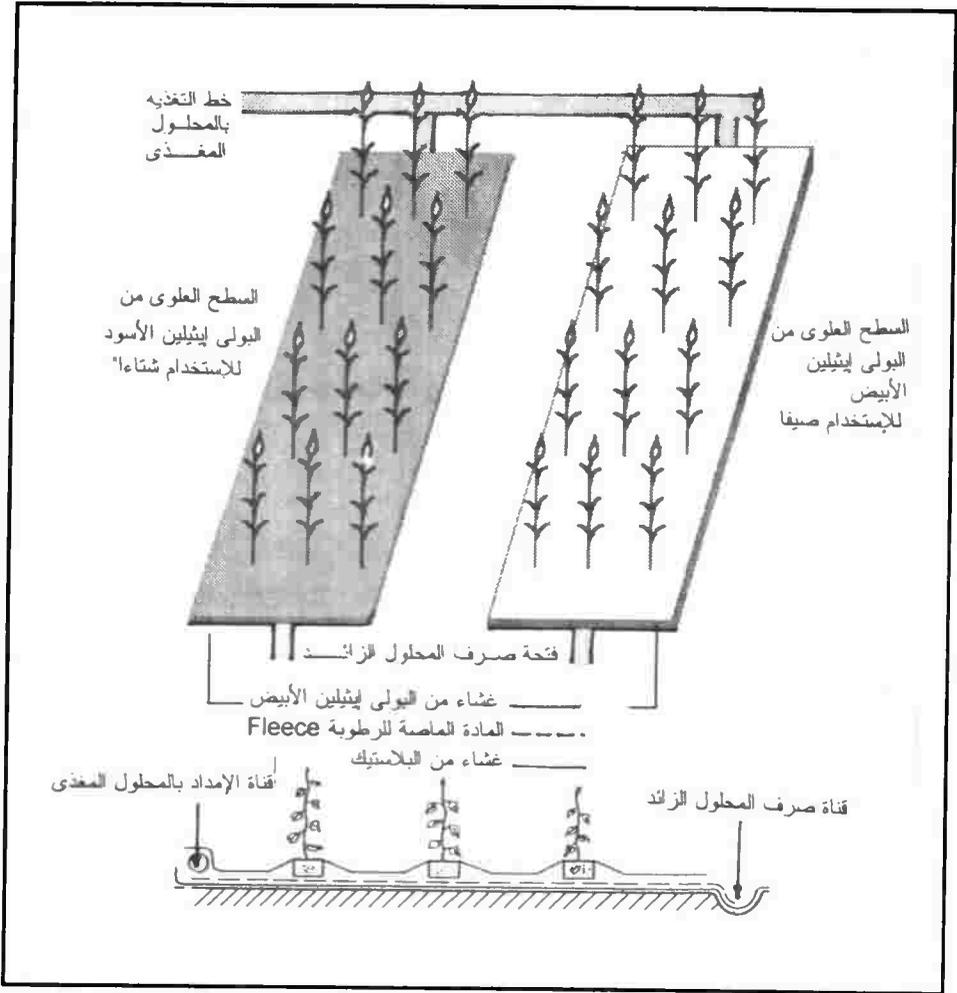
Plant Plane Culture

هذا النظام من نظم الزراعة اللاأرضية يعتمد على استخدام مادة مخلقة صناعياً من البوليمرات فيما يشبه الأقمشة الصوفية والتي تعرف باسم الفليس Fleece والسلسلة الكيميائية له من البولي ايستر Polyester، ولذلك يسمى بولي إيستر فليس Polyester fleece وهو من النوع المحب للماء، ويعتبر بيئة للنمو وتم إجراء التجارب عليه منذ سنة ١٩٨٧ بواسطة Fritz Schroder بأحد معاهد إنتاج الخضر بألمانيا، فكيف يستخدم هذا القماش الصناعي أو هذه البيئة في الزراعة؟

تتلخص طريقة الزراعة بهذا النظام فيما يلي:

١ - فرد القماش الصناعي أو الفليس بين طبقتين من شرائح البلاستيك فيما يشبه السندوتش Sandwich حيث تعمل الطبقة السفلى على منع تسرب الماء والمحلول المغذي والطبقة العليا تمنع البخر وتمنع نمو الطحالب، كما تعمل شرائح البلاستيك على حماية الجذور من أشعة الشمس صيفاً (وهذا يوجب استخدام البلاستيك ذو اللون الأبيض) وتدفئتها شتاءً (باستخدام البلاستيك ذو اللون الأسود).

٢ - تجهز أرض الصوبة جيداً بحيث تكون مستوية وبميل ١-٢٪ ثم يفرد عليها سندوتشات البلاستيك بالفليس لتعطي طبقة مسطحة وغير سميقة، ويتم توصيل أنابيب المحلول المغذي بها من أحد الأجناب القريبة من تنك التغذية (شكل ٧ - ١٧).



شكل (٧-١٧) : رسم تخطيطي لطريقة الزراعة بنظام الزراعة المستوية

٣ - يتم تشبييع الفليس بالماء ثم تنقل إليه بادرات النباتات النامية في مكعبات الصوف الصخري من خلال فتحات في طبقة البلاستيك العلوية وعلى مسافات تتناسب مع مسافات الزراعة لكل محصول لتلامس مباشرة طبقة الفليس.

٤ - يعمل النظام بطريقتين:

النظام المفتوح Open system حيث يتم التخلص من المحلول الزائد عن طريق فتحات في الجانب المقابل لإتجاه دخول المحلول المغذي.

النظام المغلق Closed system وفيه يتم تجميع المحلول وإعادةه إلى خزان التغذية لإعادة ضخه مرة أخرى.

وفي كل الأحوال فإن معدل ضخ المحلول يتوقف على نوع وعمر النبات والحالة الجوية السائدة.

ولقد استخدم هذا النظام في زراعة عدد من محاصيل الخضر منها الطماطم والخيار والفلفل والبادنجان والشمام وأنواع مختلفة من الخس والبسلة والفلفل بالإضافة إلى بعض حوليات نباتات الزينة مثل الأقحوان والقرنفل. وكان المحصول المتحصل عليه من الطماطم ٣, ٣٥ كيلوجرام للمتر المربع (٣, ١٤٨ طن للفدان) ومن الخيار ٩, ٤٨ كيلوجرام للمتر المربع (٤, ٢٠٥ طن للفدان) ومن الفلفل ٣, ١٦ كيلوجرام للمتر المربع (٥, ٦٨ طن للفدان)، ومن البادنجان ١, ٥ كيلوجرام للمتر المربع (٤, ٢١ طن للفدان) ومن البسلة ٥, ١ كيلوجرام للمتر المربع (٣, ٦ طن للفدان) ومن الشمام ١, ٤ كيلوجرام للمتر المربع (٢, ١٧ طن للفدان) ومن الخس ٥, ٦ كيلوجرام للمتر المربع (٥, ٢٣ طن للفدان).

والنظام بهذه النتائج يعتبر من الأنظمة الجيدة في الزراعة اللاأرضية، هذا فضلاً على:

- ١ - إنه نظام اقتصادي حيث يوفر نحو ٣٠٪ من التكاليف الإنشائية مقارنة بأنظمة الزراعة اللاأرضية الأخرى.
- ٢ - المادة تستخدم من ٢ - ٥ مرات.
- ٣ - لا تحتاج إلى مهارة عالية في التنفيذ.

ويمكن استخدام أي مادة شبيهة مسطحة ورقيقة مثل ورق البيت Peat paper والفسكوس فليس Viscose Fleece، بالإضافة إلى أي مخلفات معدنية أو عضوية يمكن تشكيلها في طبقات رقيقة جداً وتستخدم بنفس الطريقة. وفي مصر يمكن أن تستخدم أجولة الخيش المصنعة من خيوط الكتان في الزراعة بنظام Plant plane، ويمكن أن نصل -إن شاء الله- إلى نتائج إيجابية خلال عام ١٩٩٥ حيث يقوم Sherif وآخرون بإجراء بعض التجارب حول هذا الموضوع.