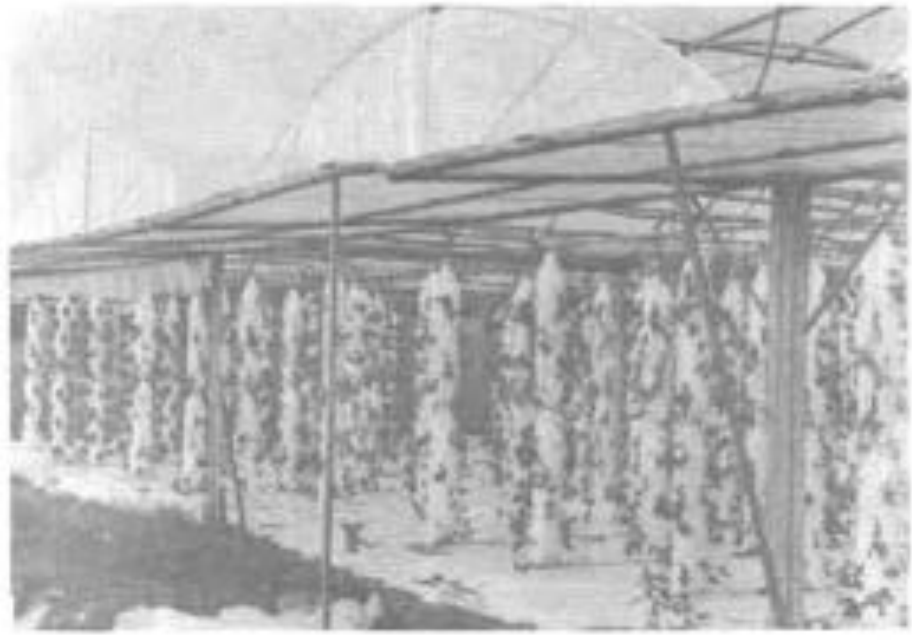


شكل ٤ - ١٥ : منظر عام لمزرعة أجولة مدلاة ( شركة Topad Agrodevelopment ، عن مجلة الزراعة فى الشرق الأوسط - العدد الرابع ، ١٩٨٥ ) .

## ٤ - ٩ : المزارع المائية التى لا تستخدم فيها بيئات صلبة لتثبيت الجذور

نناقش فى هذا الجزء أنواع المزارع المائية التى تنمو فيها الجذور فى المحاليل المغذية مباشرة ، ولا تستعمل فيها بيئات صلبة لدعم النبات وتثبيت جذوره . وتلك هى المزارع المائية الحقيقية من بين جميع أنواع المزارع الأرضية . وهى تعتبر من النظم المغلقة التى يستخدم فيها المحلول المغذى لمدة طويلة قبل التخلص منه وتحضير غيره من جديد . وفيها تسقى النباتات بالمحلول المغذى مباشرة ، فلا حاجة لخلق محاليل مغذية مركزة فى ماء الرى ، لكن تكون هناك حاجة لخزانات كبيرة تسع لأضعاف كمية المحلول المغذى التى تحتاجها جميع نباتات المزرعة يوميًا لتحقيق نوع من الأمان بالنسبة لتغذية النباتات.وتثبت النباتات فى مكانها فى هذه النوعية من المزارع بجعل منطقة التاج ( قاعدة الساق ) تستند إلى طبقة رقيقة من وسط صلب يكون غالبًا هو غطاء الفرش أو المكان الذى تنمو فيه الجذور .

ويلزم لنجاح هذه النوعية من المزارع المائية تحقيق شرطين أساسيين هما :

١ - توفير الأكسجين الكافى نحو الجذور ، نظرًا لأنها تستنفد ما يوجد بالمحلول المغذى من أكسجين خلال فترة قصيرة ، فى حين يستمر استعماله لمدة طويلة . ولتختلف طرق توفير احتياجات الأكسجين اللازمة لنمو الجذور حسب نوع المزرعة . وسنناقش الطريقة المناسبة لكل نوع من المزارع فى حينها .

٢ – حجب الضوء عن الجذور : يمكن للنباتات أن تنمو بصورة طبيعية ، بغض النظر عما إذا كانت جذورها معرضة للضوء ، أم أنها تنمو فى الظلام ، لكن المهم هو أن تبقى جذورها دائمًا مغمورة فى الماء ، أو أن يكون الجو المحيط بها مشبعًا تمامًا بالرطوبة . وترجع أهمية حجب الضوء إلى أن الظلام يمنع نمو الطحالب ، بينما يساعدها الضوء على النمو . ويؤدى نموها إلى منافسة النباتات على العناصر الغذائية وإلى رفع pH المحلول المغذى ، كما أنها تنافس النباتات على الأكسجين ليلًا . ويؤدى تحللها إلى إنتاج مواد سامة قد تتعارض مع النمو الطبيعى للنباتات .

هذا .. وتخدم المحاليل المغذية فى هذه المزارع – كما فى جميع النظم المقفلة – بنفس الطرق التى سوف شرحها تحت مزارع الخصى فى الجزء ( ٤ – ٥ – ١ ) .

من أهم مزايا المزارع المائية ذات النظم المقفلة أنه يمكن التحكم التام فى بيئة الجذور من حيث مدى ما من العناصر الغذائية ، ودرجة حرارتها ، وضمان خلوها من مسببات الأمراض التى تصيب النباتات عن طريق الجذور .

من حيث محتوى المحلول المغذى من العناصر الغذائية ، فإنه يمكن تحضير المحلول المثالى الذى يناسب المحصول ومرحلة النمو النباتى ( الجزء ٤ – ٢ – ٩ ) ، مع مراقبته وتعديل تركيبه كلما لزم الأمر أثناء الاستعمال ( الجزء ٤ – ٥ – ١ ) .

كما يمكن التوفير فى تدفئة البيوت المحمية شتاءً فى زراعات الطماطم بخفض درجة حرارة البيت ليلًا إلى ١١ – ١٦°م مع رفع درجة حرارة المحلول المغذى إلى ٢٣ – ٢٨°م من الشتل حتى بداية موسم الحصاد . ورغم أن إجراء هذه المعاملة تسبب فى تأخير الحصاد ، إلا أنها أدت إلى زيادة المحصول الكلى وعائد الزراعة . وقد ساعد الاستمرار فى رفع درجة حرارة المحلول المغذى إلى نهاية موسم الحصاد ( مع الحرارة المناسبة للنموات الخضرية ) إلى زيادة المحصول بنحو ١٠٪ . هذا .. مع العلم بأن تدفئة المحلول المغذى سهلة وميسورة وأقل تكلفة من تدفئة هواء الصوبة ، كما أن الحرارة التى تفقد من المحلول المغذى تتسرب إلى هواء البيت ، وهو الأمر الذى قد لا يتحقق عند تدفئة التربة ( Resh ١٩٨١ ) .

كذلك يفيد التحكم فى درجة حرارة المحلول المغذى فى الحد من انتشار بعض الأمراض الهامة وقد أمكن بهذه الطريقة الحد من انتشار أعفان جذور البادرات الناتجة عن الفطريات Pythium aphanidermatum و P. dissotocum ( Gold & Stanghellini ١٩٨٥ ) .

وفضلًا عن أن المحاليل المغذية تكون فى البداية خالية تمامًا من جميع المسببات المرضية ، فإنه قد يكون من الممكن تعقيمها بصورة أيسر مما فى حالة تعقيم التربة أو بيئات الزراعة الأخرى . وتوجد مجالات لتعقيم المحاليل المغذية بتعريضها للأشعة فوق البنفسجية . فمثلًا .. وجد Buyanovsky وآخرون ( ١٩٨١ ) أن معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية (572 $Jm^{-2}h^{-1}$) لمدة ٣ ساعات يوميًا طوال فترة زراعة الطماطم أحدثت نقصًا فى عدد الكائنات الدقيقة بالمحلول المغذى من ٥٠٠ – ٨٠٠ × ٣١٠ إلى ١٠ – ٥٠ × ٣١٠/ مل ، لكن Collins & Jensen ( ١٩٨٣ ) يذكران أنه بينما كانت معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية مجدية فى تقليل أعداد البكتريا المسببة للأمراض فى تقنية الغشاء المغذى فى انجلترا ، فإن هذه المعاملة لم تكن مفيدة فى أريزونا لأنها أحدثت نقصًا فى أعداد البكتريا خلال اليومين الأولين فقط من المعاملة أعقبته زيادة أعداد البكتريا بعد ذلك إلى

ما كانت عليه قبل الإشعاع ، حتى مع استمرار الإشعاع . وبينما تسببت المعاملة فى قتل الجراثيم السابحة (zoospores) لفطر الـ Pythium فى المحاليل المغذية ، إلا أنها تسببت أيضًا فى تحويل الحديد إلى صورة غير ميسرة لامتصاص النبات ، وهو الأمر الذى تطلب إضافة المزيد من الحديد بعد كل معاملة تعرض للأشعة .

## ٤ - ٩ - ١ : مزارع المحاليل المغذية

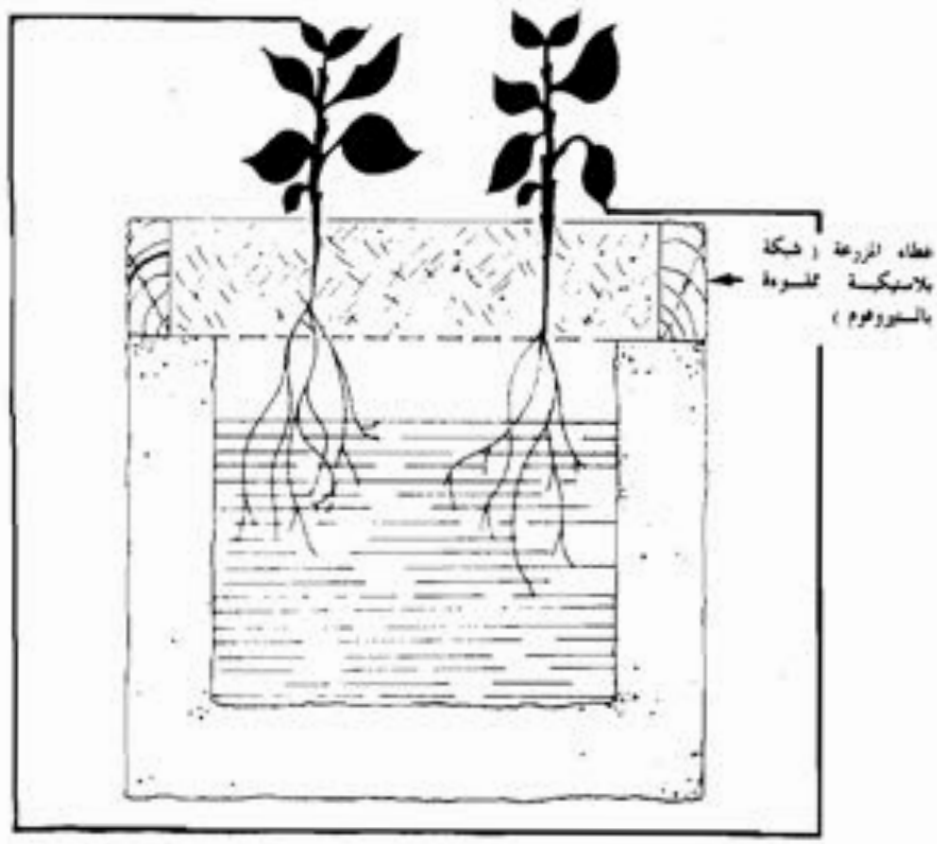
تعتبر مزارع المحاليل المغذية Nutrient Solution Culture أول أنواع المزارع المائية استخدامًا على النطاقين البحثى والتجارى ، وفيها تبقى الجذور فى المحلول المغذى داخل حيز مغلق قد يكون وعائًا بلاستيكيًا بحجم مناسب ( للأغراض البحثية والتعليمية ، شكل ٤ - ١٦ ) أو أحواض أسمنتية مطلية بالبيتومين ( الزفت ) تصلح للإنتاج التجارى . وتختلف الأحواض المستعملة لهذا الغرض فى العرض من ٣٠ - ١٠٠ سم ، وفى الطول من ٦٠ - ٢٥٠ سم ، وفى العمق من ١٥ - ٢٢,٥ سم . وهى تملأ بالمحلول المغذى لعمق ١٠ - ١٥ سم ، وتترك مسافة ٥ - ٧,٥ سم حتى غطاء الحوض الذى يكون صالحًا لكل من زراعة البذور ، أو تثبيت الشتلات حسب طريقة الزراعة المتبعة ( شكل ٤ - ١٧ ) .

يتكون غطاء الحوض ( يطلق عليه اسم طاولة مهاد الركام المبعثر litter tray ) من شبكة بلاستيكية ( بدلًا من شباك السلك المغلفن التى كانت تستعمل سابقًا ، حتى يمكن تلافى مشكلة التسمم من ... ) تملأ بالستيروفوم styrofoam ... شبكية أخرى ( بدلًا من القش ، وبرى الخشب ... نشارة الخشب ، والبيت موس ، وقشور الأرز ، وهى ... ) تستعمل ... الشبكة بما فيها من مواد مالئة بسمك ٥ - ١٠ سم ، ويمكن أن تزرع فيها البذور مباشرة أو تثبت فيها الشتلات .

وفى البداية ( بعد زراعة البذور أو الشتل ) يكون مستوى المحلول المغذى فى الحوض مرتفعًا إلى ما يقرب من ١ - ٢,٥ سم من الجانب السفلى لشبكة الغطاء ، لكن دون أن يبللها . ومع نمو الجذور يخفض مستوى المحلول المغذى تدريجيًا إلى أن تصبح المسافة بين الجانب السفلى للشبكة وسطح المحلول المغذى فى الحوض من ٥ - ٧,٥ سم . ويمكن التحكم فى مستوى المحلول المغذى وإبقائه ثابتًا فى الحوض باستعمال أنبوب لتصريف المحلول الزائد عن المستوى المرغوب ( Resh ١٩٨١ ) .

هذا .. ويتم توفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور فى هذا النوع من المزارع بواسطة مضخة صغيرة تعمل بصفة دائمة ، وتدفع الهواء من خلال ثقوب توجد فى أنبوب بقاع حوض الزراعة ، فخرج على شكل فقاقيع ؛ فيذوب بذلك جزء من الأكسجين فى المحلول المغذى . وقد حقق مركز بحوث وتطوير الخضر الآسيوى (AVRDC) تطورًا كبيرًا فى مجال هذا النوع من المزارع المائية فى التوصل إلى طريقة لنمو النباتات فى محاليل مغذية ، دون الحاجة لتهويتها وفى هذه الطريقة ترى النباتات حيث تمتد جذورها خلال حيز هوائى عريض تحصل منه على احتياجاتها من الأكسجين قبل أن تمتد فى المحلول المغذى ( شكل ٤ - ١٨ ) ( Asian Veg. Res. Dev. Center ١٩٨٦ ) .

شكل ٤ - ١٦ : مزرعة نماذج معدنية للأغراض البحثية والتعليمية




شكل ٤ - ١٧ : مقطع عرضى فى مزرعة محلول مُغذٍّ تجارية .

## ٤ - ٩ - ٢ : مزارع الأنابيب

تستعمل فى مزارع الأنابيب Tube Cultures أنابيب من البولى فينايل كلورايد (PVC) بقطر ٤ بوصة تنشق طوليًا إلى نصفين ، ويغطى مكان القطع بالبلاستيك الأسود لمنع نفاذ الضوء . وتستخدم هذه الأنصاف فى زراعة النباتات ذات النمو الخضرى والجذرى المحدودين ، كالخس والشليك . ويتم عمل ثقوب فى البلاستيك تثبت فيها النباتات وتبقى الجذور داخل الأنبوبة التى يمر فيها المحلول المغذى بصورة دائمة ، ولهذا .. فإنها يجب أن تكون مائلة بمقدار ٧,٥ سم كل ٣٠ مترًا لتعمل على حسن انسيابه فيها . هذا .. ويعاد استعمال هذه الأنابيب فى الزراعة بعد تعقيمها بهيبوكلوريد الصوديوم ، لكن يستعمل معها غطاء بلاستيكى جديد .

وتتحقق التهوية اللازمة للمحلول المغذى فى هذه النوعية من المزارع أثناء مروره من الأنابيب إلى حزان المحلول . ويساعد وضع عدد من الحواجز فى طريقه إلى زيادة اختلاطه بالهواء ( Resh ١٩٨١ ) .

شكل ٤ – ١٨ : نباتات الطماطم وقد أنتجت نموًا جذريًا كثيفًا فى مزرعة محلول مُغذٍّ . يلاحظ أن الجزء العلوى من المجموع الجذرى لا يكون مغمورًا فى المحلول المغذى . وبذلك تحصل الجذور على حاجتها من الأكسجين من الهواء الجوى مباشرة ( AVRDC ١٩٨٦ ) .

### ٤ – ٩ – ٣ : تقنية الغشاء المغذى

تتواجد جذور النباتات فى تقنية الغشاء المغذى Nutrient Film Technique ( اختصارًا NFT ) بين طبقتين من البلاستيك تحصران بينهما حيزًا ضيقًا ينساب فيه المحلول المغذى بصورة دائمة على شكل غشاء بسمك ٣ ملليمتر فقط . وقد توصل إلى هذه الطريقة Allen Cooper فى الـ Glasshouse Crops Research Institute بإنجلترا عام ١٩٦٥ . ويطلق على هذا النظام أحيانًا اسم تقنية تدفق المحلول المغذى Nutrient Flow Technique . وقد انتشرت تقنية الغشاء المغذى الآن فى أوروبا وأمريكا وفى بقاع أخرى من العالم .

### مزايا وعيوب تقنية الغشاء المغذى

من أهم مميزات تقنية الغشاء المغذى ما يلى :

١ – لا حاجة للتعقيم بين الزراعات المتتالية ، نظرًا لأن الأغشية البلاستيكية لا يعاد استعمالها . وفى ذلك توفير فى الطاقة والجهد والوقت ، بالإضافة إلى تقليل احتمالات تلوث البيئة ومصادر المياه بالمبيدات المستخدمة فى التعقيم . ويكفى مجرد غسل قنوات الزراعة وخزان المحلول المغذى والأنابيب بالفورمالين بتركيز ٢٪ بين الزراعات المتتالية .

٢ – التوفير فى الماء ، نظرًا لأن المحلول المغذى يمر فى نظام مغلق ؛ فلا يتعرض للتبخر .

٣ – يحضر المحلول المغذى ويختبر ويعدل فى نقطة واحدة ، ويمكن أن يجرى ذلك آليًا ، كما يمكن تدفئته بسهولة إلى الدرجة المناسبة ( وهى ٢٥°م للطماطم ، و ٢٩°م للخيار ) ، وبذلك يمكن التوفير فى الطاقة .

٤ – يمكن مكافحة الآفات بسهولة بإضافة المبيدات الجهازية التى تمتص عن طريق الجذور إلى المحلول المغذى .

٥ – قلة التكاليف الإنشائية نسبيًا .

ومع نجاح هذه النوعية من المزارع فى أوروبا وأمريكا ، فإنها تعد أيضًا من أنسب أنواع المزارع المائية لدول الشرق الأوسط التى تكون أراضيها الرملية جيرية ، أو تقل فيه المياه الصالحة للزراعة .

ومن أهم عيوب تقنية الغشاء المغذى ما يلى :

١ – سرعة انتشار الأمراض التى تصيب النباتات عن طريق الجذور ، لكن يفترض دائمًا اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع وصول هذه الأمراض إلى المزرعة ، خاصة أنها تكون فى البداية خالية تمامًا منها .

٢ – احتمال إصابة قاعدة ساق النبات بما يشبه الاحتراق collar burn نتيجة تراكم الملح على قاعدة النبات بالقرب من مكان تلامس الساق مع غشاء المحلول المغذى . ولا يحدث ذلك إلا إذا كان المحلول راكدًا فى هذه المنطقة ( وهو الأمر الذى يحدث إن كان بها انخفاضًا ) ، أو إذا كان غشاء المحلول المغذى أسمك من اللازم . وتعالج هذه المشكلة بالاهتمام بهندسة النظام لضمان تدفق المحلول المغذى فى غشاء بالسمك المناسب .

**تصميم مزراع تقنية الغشاء المغذى**

يتم أولًا إعداد قنوات مستوية تمامًا وخالية من أية تعرجات ، وتوضع على أرضية من الأسمنت مائلة بمقدار ١٪ . وتصنع هذه القنوات من الخشب ، أو البلاستيك ، أو المعدن ، أو الأسمنت ( شكل ٤ – ١٩ ) . وترجع أهمية استواء القنوات إلى عدم إعطاء أية فرصة لتوقف المحلول المغذى بأية انخفاضات قد توجد بها ، نظرًا لأن البقع الراكدة تصبح خالية من الأكسجين بعد فترة قصيرة من تنفس الجذور .

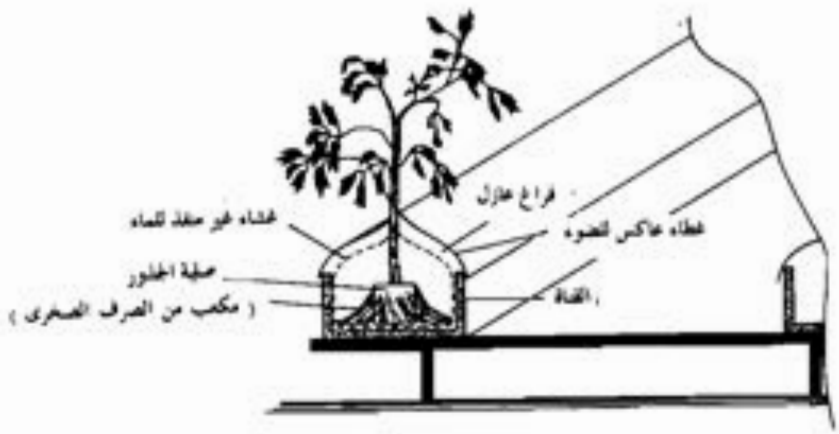
يبلغ عرض القنوات عادة ٢٣ سم ، وارتفاعها ٥ سم فى مزارع الطماطم والخيار ، أما طولها ، فيجب ألا يزيد عن ٣٠ – ٤٠ مترًا كحد أقصى ، ويجب أن تكون غير منفذة للماء . وفى حالة صنعها من مواد منفذة للماء ، فإنه يلزم تبطينها بغشاء بلاستيكى . وفى هذه الحالة يجب أن يكون الغشاء عريضًا بالقدر الذى يكفى لتغطية قمة القناة ومكعبات إكتار الشتلات . ويستعمل لذلك العرض غشاء بلاستيكى بسمك ١٣٠ ميكرون على الأقل ، لأن الأغشية الأقل سمكًا من ذلك يمكن أن تلتصق بها الجذور وتتشابك ، مما يجعل المحلول المغذى يمر من حول الجذور ، بدلًا من أن يمر من خلالها . أما القنوات التى تصنع من مواد غير منفذة للماء ، فإنها لا تحتاج إلى تبطين ، ولكنها تحتاج إلى غطاء ، وقد يكون هذا الغطاء من البلاستيك أو أية مادة غير صلبة . وترجع أهمية أغطية القنوات

إلى أنها :

١ - تمنع فقد الماء بالتبخر .

٢ - تحجب الضوء عن القنوات ؛ فتمنع بذلك نمو الطحالب التى تمتص الغذاء ، وتؤدى إلى بطء انسياب غشاء المحلول المغذى .

٣ - تساعد على التحكم فى درجة حرارة الجذور .

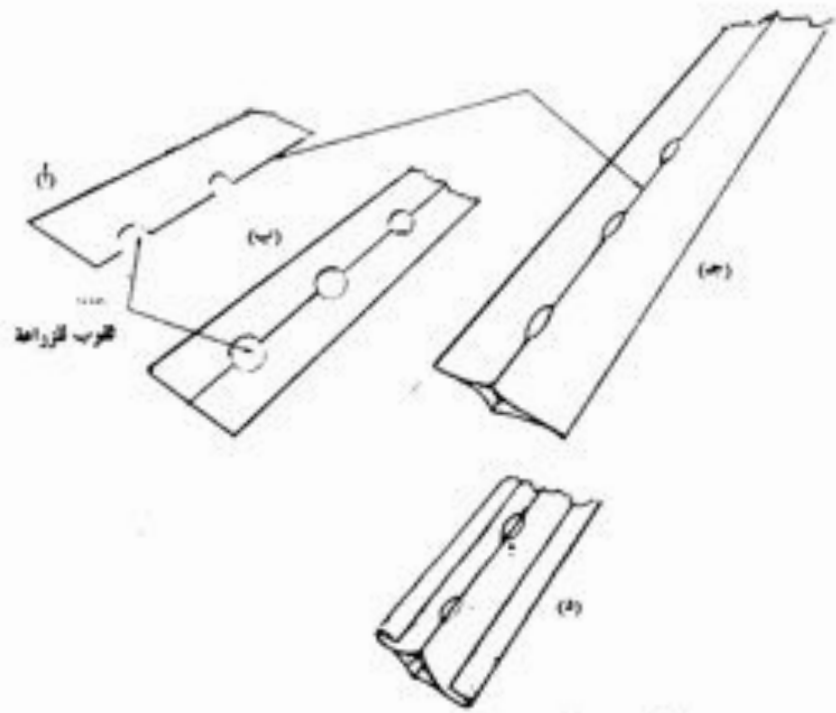



**شكل ٤ - ١٩ : قناة تقنية الغشاء المغذى ، وقد بطنت بالبولثيلين .**

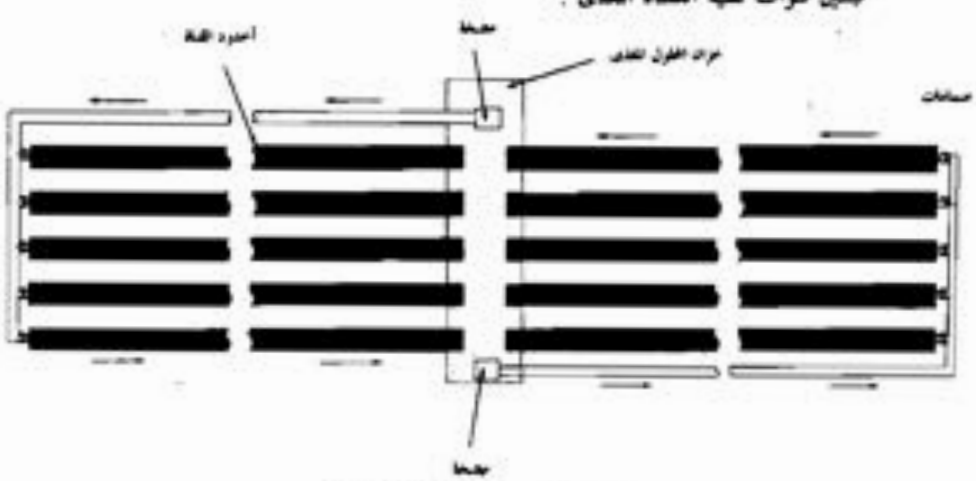
ومن المفضل أن يكون السطح الخارجى لأغطية القنوات أبيض أو فضى اللون لتقليل اكتساب الحرارة ، ولتعمل على عكس الضوء وتشتيته حول النباتات التى قد تكون بحاجة إليه فى المناطق والظروف التى تقل فيها شدة الإضاءة . هذا .. بينما يؤدى الغطاء الأسود إلى رفع درجة حرارة الهواء كثيرًا داخل القنوات فى الأيام الحارة صيفًا إلى القدر الذى قد يضر بالجذور . أما الغطاء البلاستيكى الأبيض ، فإنه لا يحجب الضوء بالقدر الكافى . وعليه .. فإن الغشاء البلاستيكى المستعمل فى تغطية القنوات يكون ذا لون أسود من الداخل وأبيض من الخارج . وقد تستعمل فى المناطق الشديدة الحرارة أغطية للقنوات عازلة للحرارة تتكون من غشاءين من البلاستيك بينهما مسافة من الهواء الساكن . هذا .. وتتوفر بالأسواق شرائط بولثيلين جاهزة للاستعمال فى تقنية الغشاء المغذى ( شكل ٤ - ٢٠ ) .

ويتجمع المحلول المغذى بالجاذبية الأرضية فى خزان يوضع فى نهاية القنوات ، ثم يعاد ضخه من الخزان إلى قناة رئيسية تكون متعامدة على النهايات العلوية للقنوات ، وتزودها بالمحلول من خلال أنابيب رفيعة أو صمامات خاصة ( شكلا ٤ - ٢١ ، ٤ - ٢٢ ) . ويتم ضبط معدل تدفق المحلول المغذى بحيث يكون على صورة غشاء بسمك ٣ مم على امتداد قاع القناة ، لأن زيادة سمكه عن ذلك تؤدى إلى حجب الأكسجين عن الجذور . ولتحقيق ذلك يفضل أن يكون معدل تدفق المحلول

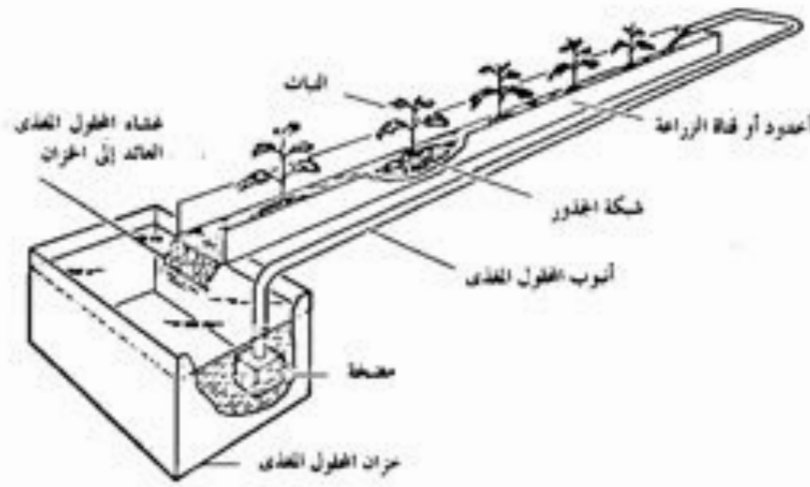
المغذى حوالى ٢ لتر/ دقيقة بكل قناة . ويستمر تدفق المحلول طول الوقت أحيانا أو لمدة ١٠ دقائق كل ١٥ دقيقة فى أحيان أخرى . هذا .. وتخدم كل مضخة مساحة من المزرعة تتراوح من ١٩٠٠ - ٢٠٠٠ متر مربع ( Wittwer & Honma ، ١٩٧٩ Nelson ، ١٩٨٥ ، مجلة الزراعة فى الشرق الأوسط - العدد الرابع ١٩٨٥ ) .




شكل ٤ - ٢٠ : خطوات إعداد شرائط البولى إيثين الجاهزة التى تستخدم فى تبطين قنوات تقنية الغشاء المغذى .




شكل ٤ - ٢١ : تصميم مزرعة تقنية الغشاء المغذى .




**شكل ٤ – ٢٢ : التصور العام لكيفية تصميم قناة الزراعة فى تقنية الغشاء المغذى ، وحركة المحلول المغذى على شكل غشاء رقيق به .**

## المحلول المغذى

اقترح A. Cooper استعمال المحلول المغذى المبينة مكوناته فى جدول ( ٤ – ١٧ ) ، والذى يبلغ تركيز مختلف العناصر به كما فى جدول ( ٤ – ١٨ ) . وقد استعمله Cooper مع أكثر من ٥٠ نوعًا من الخضر ونباتات الزينة لمدة ثلاث سنوات متصلة دون أية مشاكل . هذا .. وتوجد تحضيرات تجارية جاهزة من أملاح المحاليل المغذية خاصة بتقنية الغشاء المغذى ، وتباع عادة فى محلولين منفصلين يضاف كل منهما منفردًا إلى خزان المحلول لمنع ترسب الأملاح . وفيما عدا ذلك . فإن المحاليل المستعملة فى تقنية الغشاء المغذى لا تخرج فى جوهرها عما سبق بيانه فى الجزء ( ٤ – ٢ – ٩ ) .

تستعمل هذه المحاليل عادة لمدة أسبوعين ، ثم يستغنى عنها ولحضر محاليل جديدة ، وقد تستعمل لمدد أطول من ذلك ، وفى كل الحالات يلزم تعويض الماء المفقود بالنتح يوميًا ، حتى يظل حجم المحلول ثابتًا . ويمكن أن يتم ذلك بأن يركب على مصدر الماء الذى يصب فى خزان المحلول صمام يفتح ويغلق آليًا بواسطة عوامة خاصة .

وسواء استعمل المحلول المغذى لمدة أسبوعين أم لمدة أطول من ذلك ، فإنه يلزم اختباره يوميًا لتقدير الـ pH ، ودرجة التوصيل الكهربائى (EC) . فالـ pH يجب أن يظل دائمًا فى حدود ٦ – ٦,٥ ، ويعدل عند الضرورة بإضافة أيدروكسيد البوتاسيوم فى حالة انخفاض الـ pH عن ٦ ، أو حامض الكبريتيك عند ارتفاعه عن ٦,٥ . كما أن درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى المقترح استعماله ( جدول ٤ – ١٧ ) تقدر بنحو ٣ ملى موز ، فإذا انخفضت مع الاستعمال إلى ٢ ملى موز لزمت إضافة جميع المركبات المستعملة فى تحضير المحلول بالقدر الذى يكفى لإعادة القراءة إلى ٣ ملى موز . ويمكن أن يتم ذلك كله آليًا .

جدول ( ٤ - ١٧ ) : كميات الأملاح اللازمة لتحضير المحلول الغذى المثالى لزارع تقنية الغشاء الغذى .

| المركب | التركيب الكيميائى | الكمية اللازمة بالجرام / ١٠٠٠ لتر |
|---|---|---|
| فوسفات البوتاسيوم ثنائى الأيدروجين Potassium dihydrogen phosphate | $KH_2PO_4$ | ٢٦٣ |
| نترات البوتاسيوم | $KNO_3$ | ٥٨٣ |
| نترات الكالسيوم | $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ | ١٠٠٣ |
| كبريتات المغنسيوم | $MgSO_4.7H_2O$ | ٥١٣ |
| الحديد المخلبى EDTA iron | $[CH_2.N(CH_2.COO)_2]_2FeNa$ | ٧٩ |
| كبريتات المنجنيز Manganous sulphate | $MnSO_4.H_2O$ | ٦,١ |
| حامض البوريك | $H_3BO_3$ | ١,٧ |
| كبريتات النحاس | $CuSO_4.5H_2O$ | ,٣٩ |
| موليبدات الأمونيوم | $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ | ,٣٧ |
| كبريتات الزنك | $ZnSO_4.7H_2O$ | ,٤٤ |

جدول ( ٤ - ١٨ ) : التركيزات الخاصة للعناصر فى المخاليل الغذية التى تستعمل فى تقنية الغشاء الغذى .

| العنصر | الرمز | التركيز ( جزء فى المليون ) |
|---|---|---|
| النيتروجين | ن N | ٢٠٠ |
| الفوسفور | فو P | ٦٠ |
| البوتاسيوم | بو K | ٣٠٠ |
| الكالسيوم | كا Ca | ١٧٠ |
| المغنسيوم | مغ Mg | ٥٠ |
| الحديد | ح Fe | ١٢ |
| المنجنيز | من Mn | ٢ |
| البورون | ب B | ٠,٣ |
| النحاس | نح Cu | ٠,١ |
| المولبدنم | مو Mo | ٠,٢ |
| الزنك | ز Zn | ٠,١ |

أما بالنسبة لتوفر الأكسجين اللازم لتنفس الجذور ، فإنه لا يقل فى تقنية الغشاء المغذى عما فى الزراعة فى الحبة الصرف ، لأن المحلول المغذى يتعرض دائما للهواء ، كما أنه يمتزج ويختلط بالهواء فى أماكن تساقط المحلول فى الخزان وفى الغشاء المغذى الذى ينحدر قليلا على امتداد قاع القناة .

هذا .. وبينما نجد أن الأكسجين يصل إلى جذور النباتات النامية فى التربة مباشرة من فراغات التربة المملوءة بالهواء ، فإنه يصل إلى جذور النباتات النامية فى المحلول المغذى مع تيار المحلول المحتوى على الأكسجين الذائب . وعليه .. فإن المحلول المغذى يجب أن يتحرك بحرية حول الجذور ، حتى يمدها بحاجتها من الغاز . فإذا توقفت حركة المحلول ما بين تفرعات الجذور الكثيفة ، فإن الأكسجين يقل كثيرًا حولها ، بينما يزداد تركيز الغازات الناتجة من نشاط وتنفس الجذور ، مثل ثانى أكسيد الكربون ، والإيثيلين ، وأكسيد ثنائى النيتروجين dinitrogen oxide .

وقد وجد بالفعل أن الأصص الصغيرة المحتوية على بيئات قوامها البيت والرمل ، والتى تستخدم فى تثبيت النباتات فى تقنية الغشاء المغذى كانت سيئة التهوية ، وقل فيها كثيرًا تركيز الأكسجين . وقد أدى استبدال هذه البيئات بأخرى غير عضوية أكثر مسامية ، مثل البرليت ، أو الصوف الصخرى ، حتى لا يؤدى البيت موس الموجود فى الأوعية الأخرى إلى انسداد قنوات الزراعة وآخرون ١٩٨٤ ) ، إلّا أن كثافة النمو الجذرى فى مجرى القناة قد تحول دون سرعة انسياب المحلول المغذى من خلالها ؛ مما يؤدى إلى حدوث نقص فى الأكسجين فى المحلول الموجود فى المنطقة المحيطة بالجذور مباشرة ويؤدى جعل المحلول المغذى على صورة غشاء لا يزيد سمكه عن ٣ مم إلى أن تكون معظم الجذور معرضة دائمًا للهواء ، وبذلك تحصل منه على حاجتها من الأكسجين .

### طريقة الزراعة فى مزارع تقنية الغشاء المغذى

تكثر النباتات التى يراد زراعتها فى مزارع تقنية الغشاء المغذى فى أوعية خاصة ، مثل : أصص البيت ، أو مكعبات الصوف الصخرى ، أو أقراص الجفى . ويفضل استعمال مكعبات الصوف الصخرى حتى لا يؤدى البيت موس الموجود فى الأوعية الأخرى إلى انسداد قنوات الزراعة وسوء التهوية كما سبق بيانه . وتوضع الأصص فى القناة ، ويحافظ على النباتات فى مكانها بضم البلاستيك بمشابك الغسيل أو بالدبابيس ( شكلا ٤ - ٢٣ ، ٤ - ٢٤ ) مع ربطها من قاعدتها فى خيوط تتدلى من الأسلاك العلوية لتبقى نامية رأسيًا ( شكل ٤ - ٢٥ ) .

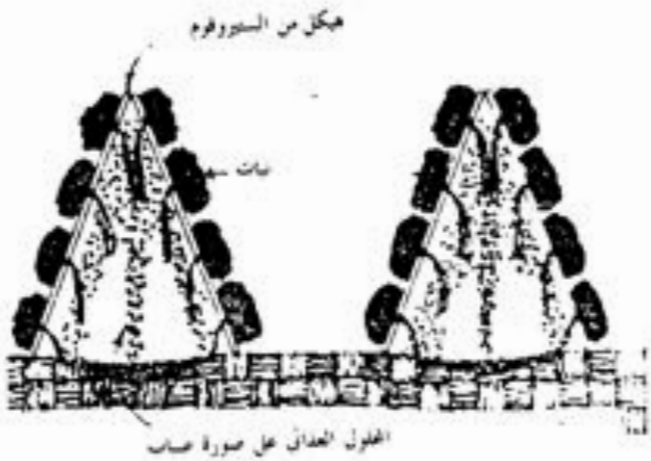
### ٤ - ٩ - ٤ : المزارع الهوائية

تظل جذور النباتات فى المزارع الهوائية Aeroponics عالقة فى حيز مغلق مع تعريضها بصورة منتظمة للمحلول المغذى فى صورة ضباب ، وبذلك تحصل النباتات على حاجتها من الماء والغذاء والأكسجين اللازم لتنفس الجذور التى تبقى فى هواء رطوبته النسبية ١٠٠٪ . يحقق هذا النظام أكبر استفادة ممكنة من المساحة المتوفرة من البيوت المحمية ، نظرًا لأن النباتات تثبت فى ثقوب على جانبى هيكل على شكل حرف ٨ ( شكل ٤ - ٢٦ ) . وقد استخدمت هذه المزارع فى إنتاج الخس ( شكل ٤ - ٢٧ ) . ( Collins & Jensen ١٩٨٣ )

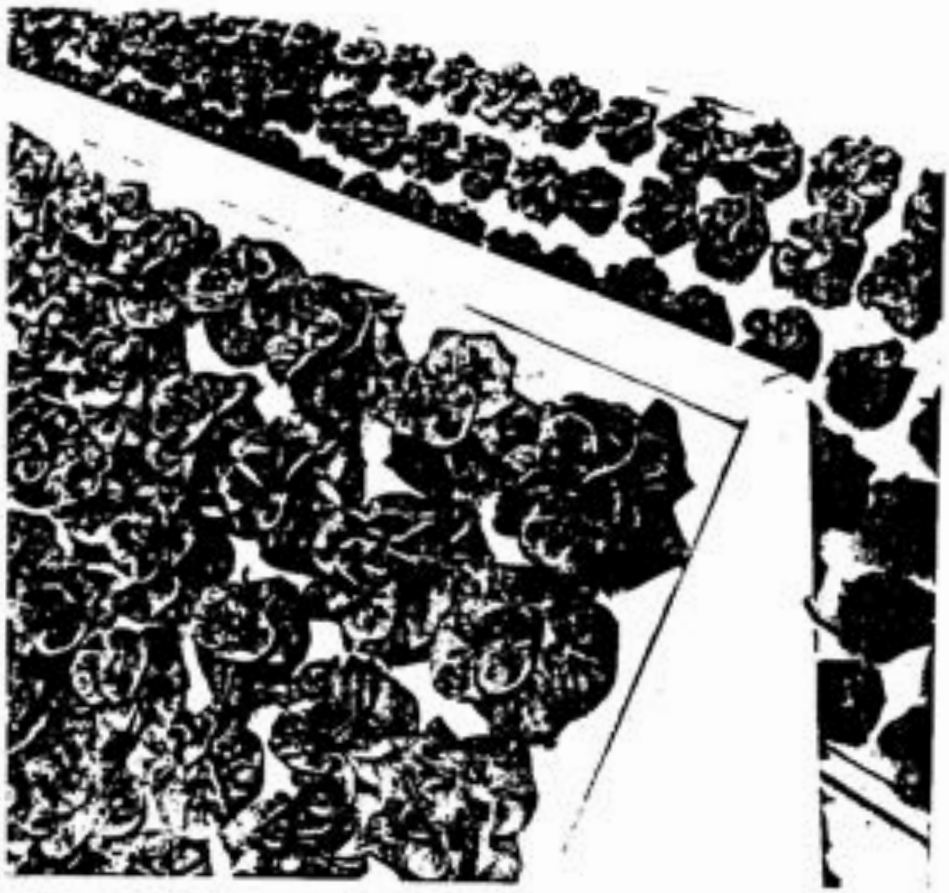
شكل ٤ - ٢٣ : وضع شتلات الطماطم على المسافات المرغوبة في قاع قناة تغذية الغشاء المغذي ، ثم ضم البلاستيك عليها باستعمال دباسة ( مجلة الزراعة في الشرق الأوسط ) .

شكل ٤ - ٢٤ : إنتاج الخيار في مزارع الغشاء المغذي بالمملكة العربية السعودية ( عن مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي - العدد الأول ، السنة الخامسة ١٩٨٦ ) .

شكل ٤ – ٢٥ : تربية الطماطم رأسيًا فى مزارع الغشاء المغذى .




شكل ٤ – ٢٦ : تصميم المزارع الهوائية . تزرع النباتات على حوامل هياكل بشكل حرف A ، وتروى . بضح الغلول المغذى على جذورها فى شكل ضباب .



شكل ٤ – ٢٧ : إنتاج الخس في المزارع المائية