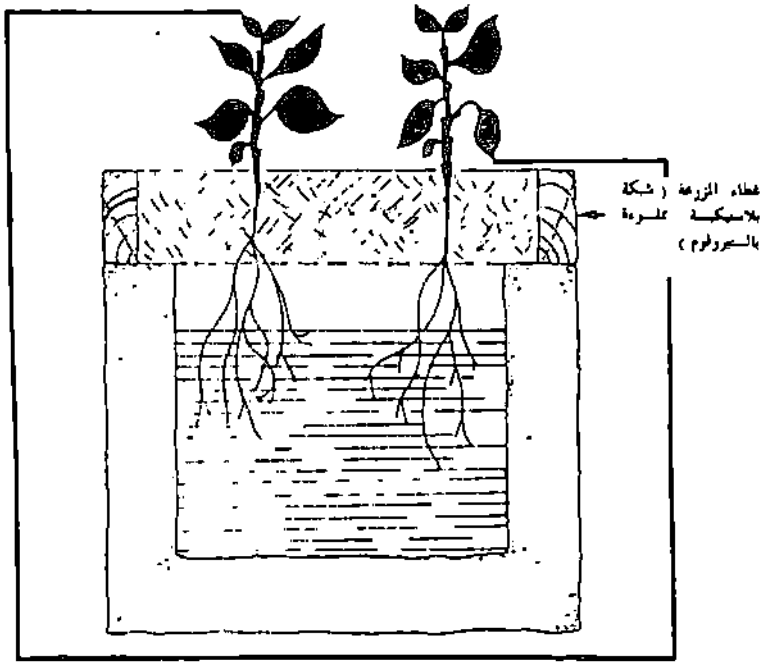
المزارع المائية. مقارنة بسرعة النمو فى التربة. وعلى سبيل المثال . تكون السبانخ أقل فى محتواها من حامض الأسكوربيك عند إنتاجها فى المزارع المائية، مقارنة بالمحتوى فى السبانخ المنتجة فى التربة وعلى الرغم من ذلك، فإنه يمكن — كما أسلفنا — إدخال مركبات مغذية عضوية أو غير عضوية فى المحاليل المغذية فى الوقت المناسب لتمتصها النباتات، ويزداد محتواها منها مباشرة، مثل إدخال حامض الأسكوربيك والحديد والكالسيوم

٥- تزيد المزارع المائية من احتمالات سرعة التلوث بالميكروبات الضارة بصحة الإنسان، فقد أظهرت دراسة أجريت على الطماطم فى مزرعة مائية لوِّث فيها المحلول المغذى ببكتيريا السلمونيلا *Salmonella* بمعدل ٤,٤٦-٤,٦٥ لو (لوغاريتم) وحدة مكونة للمستعمرات CFU/مل أن البكتيريا يمكن أن تنتقل داخليًا فى نباتات الطماطم بعد دخولها عن طريق الجذور — سواء أكانت الجذور سليمة، أم مجروحة بقطع جزء منها — إلى الساق والأوراق. وقد وصلت أعداد البكتيريا فى السويقة الجينية السفلى والأوراق الفلقية والسيقان والأوراق الحقيقية لأكثر من ٣٨ ٣ لو CFU/جم من تلك الأنسجة، وذلك بعد ٩ أيام فى المزرعة التى لوِّث محلولها المغذى بالبكتيريا، أيًا كانت حالة جذورها (Guo وآخرون ٢٠٠٢).

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 وعاءً بلاستيكيًا بحجم مناسب (للأغراض البحثية والتعليمية)، أو أحواضًا 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 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 ٦-١).



شكل (٦-١): مقطع عرضى فى مزرعة محلول مغذ تجارية.

يتكون غطاء الحوض (يطلق عليه اسم طاولة مهاد الركام المبعثر litter tray) من شبكة بلاستيكية (بدلاً من شباك السلك المجلفن التى كانت تستعمل سابقًا، حتى يمكن تلافى مشكلة التسمم من الزنك) تملأ بالستيروفوم Styrofoam وجزيئات بلاستيكية أخرى (بدلاً من القش، وقُشارة الخشب، ونشارة الخشب، والبيت موس، وقشور الأرز، وهى المواد التى كانت تستعمل سابقًا)، تكون الشبكة بما فيها من مواد مالئة بسمك ٥-١٠ سم، ويمكن أن تزرع فيها البذور مباشرة أو تثبت فيها الشتلات.

ويفضل — حاليًا — استخدام غطاء بلاستيكى لأحواض الزراعة يتم تثقيبه على الأبعاد المناسبة للنباتات التى يُراد زراعتها. تكون هذه الثقوب بقطر يزيد قليلاً عن القطر المتوقع لقواعد سيقان النباتات البالغة. تمرر جذور الشتلات الصغيرة من هذه الثقوب، ثم تثبت سيقانها فى الغطاء باستعمال أسطوانات صغيرة من الاستيروفوم أو الصوف الصخرى تكون بقطر الثقوب التى فى الغطاء نفسه، ومقطوعة طوليًا؛ ليمكن

تركيبها حول سيقان "النباتات"، وبمركز كل منها ثقب طولى يسمح بمرور ساق النبات من خلاله

وفى البداية (بعد زراعة البذور أو الشتل) يكون مستوى المحلول المغذى فى الحوض مرتفعًا إلى ما يقرب من ١-٥ ٢ 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 وإبقاؤه ثابتًا فى الحوض باستعمال أنبوب لتصريف المحلول الزائد عن المستوى المرغوب (Resh ١٩٨٥).

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، فيخرج على شكل فقاقيع، فيذوب بذلك جزء من الأكسجين فى المحلول المغذى. ويتطلب ذلك مواصفات خاصة فى فوهة (بزبان) nozzle مدخل الهواء فى المحلول المغذى لأجل زيادة معدل ذوبان الأكسجين فى المحلول (Fang وآخرون ١٩٩٥).

وعلى الرغم من أن دراسات Yoshida & Eguchi (١٩٩٤) — التى استعملا فيها نظير الأكسجين O^{18} — أثبتت أن الأكسجين الهوائى يمكن أن ينتقل خلال الأوراق والمسافات الملوءة بالغازات فى الأنسجة النباتية إلى الجذور — حيث تستعمله فى التنفس – إلا أن ذلك حدث بمعدلات منخفضة، وتطلب زيادة تركيز الأكسجين الهوائى عن التركيز العادى، ولذا .. فإن حصول الجذور على الأكسجين مباشرة يعد أمرًا حيويًا فى المزارع المائية.

وقد حقق مركز بحوث وتطوير الخضر الأسيوى (AVRDC) تطورًا كبيرًا فى مجال هذا النوع من المزارع المائية بتوصله إلى طريقة لنمو النباتات فى محاليل مغذية، دون الحاجة إلى تهويتها وفى هذه الطريقة تربى النباتات بحيث تمتد جذورها خلال حيز هوائى عريض تحصل منه على احتياجاتها من الأكسجين قبل أن تمتد فى المحلول المغذى (Asian Veg. Res. Dev. Center ١٩٨٦).

ويعطى Kratky وآخرون (١٩٨٨) تفاصيل إنشاء مزرعة محلول مغذٍ من هذا القبيل. لم يختلف فيها محصول الطماطم جوهريًا عن محصول النباتات النامية فى التربة العادية.

وتمشيًا مع هذا الاتجاه .. وجد Fujime وآخرون (١٩٩١) أن خفض عمق المحلول المغذى (ارتفاعه فى قاع حوض الزراعة) إلى ٣.٥ سم فقط خلال المراحل المتوسطة لنمو نباتات الطماطم كان أفضل من استمرار المحلول المغذى بعمق ٨,٥ سم، أو تأجيل خفض عمقه إلى ٣,٥ سم حتى مرحلة متأخرة من النمو النباتى. وقد علل الباحثون ذلك بأن غاز الأكسجين المذاب فى المحلول المغذى كان أعلى تركيزًا عندما كان المحلول بعمق ٣,٥ سم مقارنة بعمق ٨,٥ سم، كما كانت جذور النباتات أكثر تعرضًا للهواء الجوى فى الحالة الأولى (بسبب انخفاض مستوى المحلول المغذى فى أحواض الزراعة)، مقارنة بالحالة الثانية التى كان فيها المحلول المغذى بعمق ٨,٥ سم.

مزارع الأنابيب

تستعمل فى مزارع الأنابيب Tube Cultures أنابيب من البولى فينايل كلورايد (PVC) بقطر ٤ بوصات تشق طوليًا إلى نصفين، ويغطى مكان القطع بالبلاستيك الأسود لمنع نفاذ الضوء. وتستخدم هذه الأنصاف فى زراعة النباتات ذات النمو الخضرى والجذرى المحدودين، كالخس والفراولة. 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 خزان المحلول. ويساعد وضع عدد من الحواجز فى طريقه إلى زيادة اختلاطه بالهواء (Resh ١٩٨٥).