هذا .. وفى جميع أنواع المزارع الرملية تعطى النباتات فى كل ريه محلولاً مغذيًا بالقدر الذى يكفى لتسرب ٨ – ١٠٪ فقط من كمية المحلول المضافة ، وبذلك نضمن غسل الأملاح المتجمعة أولاً بأول ، دون الإسراف فى استعمال الخاليل المغذية . ويجب فحص ماء الصرف مرتين أسبوعيًا لمعرفة تركيز الأملاح به ، فإذا زادت عن ٢٠٠٠ جزء فى المليون ، وجب غسل المزرعة كلها بالماء إن كانت الأملاح الزائدة أساسها الصوديوم ، فإن لم تكن كذلك ، فإنه يكفى الرى بالماء العادى لعدة أيام إلى أن تقوم النباتات نفسها بامتصاص الأملاح وخفض تركيزها فى المزرعة .

ويجب كذلك فحص جهاز حقن الخاليل السمادية المركزة فى ماء الرى مرتين أسبوعيًا للتأكد من دقة عمله . كما يجب فحص تركيز الأملاح الذائبة فى الماء المستخدم فى الرى بعد حقنها بالخاليل السمادية المركزة .

وبرغم أن حقن الخاليل السمادية المركزة فى ماء الرى تعد أفضل طريقة لإيصال المحلول المغذى لنباتات فى هذا النوع من المزارع ، إلّا أنه لا يوجد ما يمنع من تخزين محلول مغذ مخفف ليستعمل فى الرى مباشرة . وفى هذه الحالة يجب أن تكون الخزانات بسعة تكفى احتياجات جميع النباتات لمدة أسبوع واحد على الأقل . وإذا وجد أكثر من محصول واحد مزروع فى نفس البيت وكل منهم ذو احتياجات سمادية خاصة به ، لزم أن يكون لكل منهم محلوله المغذى الخاص ، ونظامه المستقل للرى ، بما فى ذلك خزانات الخاليل المغذية ، لكن لا يكون من السهل فى هذه الحالة تغيير تركيز العناصر فى ماء الرى حسب متطلبات النمو النباتى والعوامل الجوية ، بينما يمكن تحقيق ذلك بسهولة عند اتباع نظام الحقن .

هذا .. ولا توجد معاملات خاصة بالخاليل المغذية بعد تحضيرها سوى تقدير الـ pH كل فترة إن كان الماء المستخدم فى تحضير هذه الخاليل قلويًا بدرجة عالية . كما يلزم تنظيف خزانات الخاليل السمادية من المواد العالقة والمترسبة كل فترة ، خاصة قبل إعادة تحضيرها من جديد . وفى حالة احتواء الرمل على نسبة عالية من الجير وجب إعطاء عناية خاصة للعناصر التى يمكن أن تثبت تحت هذه الظروف ، مثل : الحديد ، والفوسفور وغيرهما .

وتعقم المزارع الرملية بطرق التعقيم العادية بالمركبات الكيميائية ، مثل : بروميد الميثايل ، والفابام والأخير يمكن المعاملة به من خلال نظام الرى ، لكن كلاهما لا يفيد فى التخلص من فيروس تبرقش الدخان وتبرقش الخيار إن وجدا فى البيئة الرملية ، حيث يلزم للتخلص منهما التعقيم بالبخار .

٤ – ٥ : مزارع الحصى

تعتبر مزارع الحصى Gravel Culture ثانى أكثر المزارع المائية انتشارًا ، وهى من النظم المغلقة Closed Systems التى تستعاد فيها الخاليل المغذية ، ويعاد استعمالها عدة مرات . وتتكون بيئة نمو الجذور فى هذه المزارع من حصى صغير يكون أغلبه بحجم حبة البسلة .

وأفضل أنواع الحصى لهذه المزارع هو الجرانيت المجروش فى صورة حبيبات صغيرة غير منتظمة تتراوح فى قطرها من ١,٦ مم – ١٨ مم ، على أن يكون أكثر من نصف الحصى المستعمل بقطر ١٢ مم تقريبًا ، وأن يكون من نوعية صلبة لا تتفتت مع الاستعمال .

وتصمم مزارع الحصى بحيث تسقى النباتات فيها إما بطريقة الرى تحت السطحى ، أو بطريقة التنقيط ، لكن غالبية المزارع يتبع فيها النظام الأول ، حيث يضخ المحلول المغذى من أسفل حتى يصل مستواه إلى نحو ٢,٥ سم من سطح المزرعة ، ثم يسمح له بالصرف ثانية إلى خزان المحلول ليعاد ضخه من جديد بعد فترة ... وهكذا يستمر استعمال نفس المحلول لمدة تتراوح من ٢ – ٦ أسابيع ، ثم يتم التخلص منه ، ويحضر محلول جديد .

وتؤثر الفترة بين الريات تأثيرًا كبيرًا على إمداد النباتات بحاجتها من الماء والعناصر الغذائية والأكسجين اللازم لتنفس الجذور . وتتأثر الفترة المناسبة بدورها بعدد من العوامل هى :

١ – حجم الحبيبات

٢ – مسطح الحبيبات

٣ – الفصول المزروع

٤ – تعداد النمو النباتى

٥ – العوامل الجوية

٦ – الوقت من اليوم

فالحبيبات المنتظمة الشكل الكبيرة تحتاج لتكرار الرى على فترات متقاربة ، عما إذا كانت الحبيبات غير منتظمة الشكل ، وصغيرة ، وذات مسطح كبير . وتحتاج النباتات الطويلة (التى تنمو رأسيًا كالطماطم والخيار) للرى على فترات متقاربة ، عما فى حالة النباتات القصيرة (كالخس) لزيادة المسطح الورقى فيها ، بالمقارنة بالنباتات القصيرة النمو ، كما تتقارب الريات فى الجو الحار وفى وسط النهار ، حيث ترتفع درجة الحرارة ، وتزداد شدة الإضاءة .

هذا .. ويتراوح عدد مرات الرى لمعظم مزارع الحصى من ٣ – ٤ مرات يوميًا خلال فصل الشتاء – حينما يكون الجو مليئًا بالغيوم – إلى كل ساعة على الأكثر نهارًا فى الجو الحار أثناء الصيف ، ولا حاجة للرى ليلًا . ونظرًا لأن النباتات تمتص الماء بسرعة أكبر مما تمتص العناصر المغذية ، لذا فإننا نجد أن تركيز الأملاح يزداد تدريجيًا فى الغشاء المائى المحيط بحبات الحصى بعد كل ربة . وتزداد سرعة تركيز الأملاح مع زيادة معدل النتح ، لكن الربة التالية تخفض تركيز الأملاح فى الغشاء المحيط بحبات الحصى إلى المستوى الموجود فى المحلول المغذى . ومن الضرورى التحكم فى الفترة بين الريات ، بحيث لا يزداد تركيز الأملاح بهذا الغشاء إلى الحد الذى يضر بالنباتات ، أو يؤدى إلى استنزاف العناصر المغذية منه ، وهو الأمر الذى قد يحدث عند تأخير الرى كثيرًا فى الجو الملبد بالغيوم ، خاصة عندما تكون الرطوبة النسبية قريبة من درجة التشبع .

وبرغم أن الرى يعيد تركيز الأملاح فى الغشاء المحيط بالحصى إلى ما هى عليه الحال فى المحلول المغذى ، إلا أن تكرار الرى بنفس المحلول يؤدى حتمًا إلى تغيرات فى تركيبه ، بما فى ذلك تركيز الأملاح ، ونسبة العناصر لبعضها البعض ، والـ pH ، وهذا تحتاج المحاليل المغذية إلى عمليات خدمة خاصة للمحافظة عليها قريبة من الصورة التى كانت عليها بعد تحضيرها مباشرة .

هذا .. وتؤثر سرعة ضخ المحلول المغذى فى بيئة الحصى وانصرافه منها على توفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور والنمو الطبيعى للنباتات . فنجد عند ضخ المحلول المغذى من أسفل أنه يدفع أمامه الهواء الموجود فى المسافات البينية وهو يحتوى على نسبة أقل من الأكسجين ، ونسبة أعلى من ثانى أكسيد الكربون عما يوجد فى الهواء الجوى . وعندما ينصرف المحلول المغذى ، فإن الهواء الجوى الغنى بالأكسجين يحل محله تدريجيًا ، وبذلك تتحقق التهوية اللازمة لتنفس الجذور . وكلما ازدادت سرعة تحرك المحلول المغذى فى البيئة ، ازدادت سرعة التهوية ، لكن تقصير المدة بين الريات كثيرًا قد يؤدى إلى قلة التهوية ، نظرًا لأن المسافات البينية الصغيرة تكون ما زالت ممتلئة بالمحلول المغذى قبل الرية التالية ، وبذلك لا يتجدد الهواء فى البيئة .

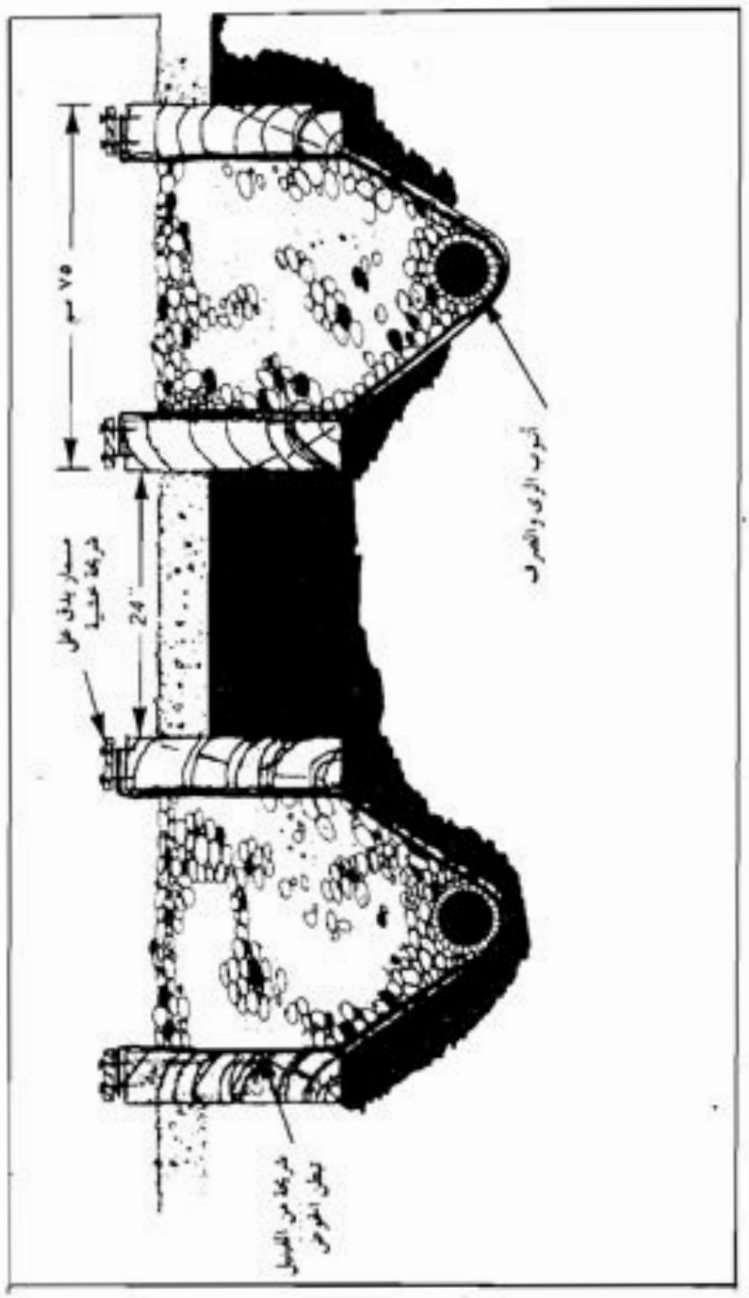
ويكفى عادة مدة ٢٠ – ٣٠ دقيقة لضخ المحلول المغذى ، وصرف الزائد منه بالكامل ، بحيث لا يتبقى منه سوى غشاء رقيق يحيط بالحصى حتى الرية التالية . ويمكن تحقيق ذلك بوضع أنابيب صرف كبيرة فى قاع مزرعة الحصى .

وقد سبق أن ذكرنا أن المحلول المغذى يجب أن يصل مستواه إلى أسفل سطح مزرعة الحصى بنحو ٢,٥ سم . ويفيد ذلك فى بقاء سطح المزرعة جافًا ، فلا تنمو عليه الطحالب ، كما يقلل فقد الماء بالبخر ، ويساعد على خفض الرطوبة النسبية عند قاعدة النبات ، ويمنع نمو الجذور فى الطبقة السطحية من الحصى . وترجع أهمية ذلك إلى أن الحصى قد ترتفع درجة حرارته كثيرًا فى الجو الحار ؛ مما يضر بالجذور . ويمكن التحكم فى المستوى الذى يصل إليه المحلول المغذى فى بيئة الزراعة بوضع أنابيب لصرف المحلول الزائد عند المستوى المرغوب .

ويجب ألا تقل درجة حرارة المحلول المغذى أبدًا عن درجة حرارة الهواء المحيط بالنبات ، لأن الحرارة الشديدة الانخفاض قد تؤدى إلى ذبول النباتات . ويفضل تخزين الماء اللازم لتجديد المحاليل المغذية منذ الصباح حتى ترتفع درجة حرارته أثناء النهار . وإذا لزم الأمر تدفئته صناعيًا ، فإنه يمكن إجراء ذلك بسهولة بالطرق الكهربائية ، على ألا يكون ملفات التسخين أية طبقات من الرصاص أو الزنك ، لأنها قد تسبب تسمم النباتات بهذه العناصر . ويفضل أن تكون الملفات من الصلب الذى لا يصدأ ، أو أن تكون مغلفة بالبلاستيك .

تصمم أحواض الزراعة على شكل حرف ٧ (شكل ٤ – ٤) ، وتصنع من الخشب المبطن بالبلاستيك ، أو من الأسمنت المسلح ، لأن جميع الأجزاء المعدنية تتآكل بسرعة نتيجة لوجود الأملاح السمادية فى المحاليل المغذية ، كما أن الأجزاء المعدنية المجلفنة والمغطاه بالنحاس يمكن أن تؤدى إلى تسمم النباتات من جراء إحداثها لزيادة كبيرة غير مرغوبة فى تركيز عنصرى الزنك والنحاس ، وهما عنصران لا يحتاجهما النبات إلا بتركيزات منخفضة للغاية ، ولهذا يفضل أن تكون جميع المواد المستخدمة فى صنع هذه المزارع من البلاستيك ، بما فى ذلك أنابيب ضخ وصرف المحاليل المغذية التى تصنع من البولى فينايل كلورايد (PVC) ، وتكون بقطر ٣ بوصة ، وتوضع فى قاع الحوض .

هذا وتكون الأحواض بعرض لا يقل عن ٦٠ سم ، وبعمق ٣٠ – ٣٥ سم ، وبطول لا يزيد عن ٣٦ – ٤٠ مترًا ، وبميل قدره ٢,٥ – ٥ سم كل ٣٠ مترًا .



شكل ٤ – ٤ : مزرعة حصى لزرع بطريقة الري تحت السطحي .

ويتم دخول المحلول المغذى من الأنابيب إلى البيئة ، ثم يصرف منها إلى الأنابيب ثانية من خلال ثقوب صغيرة بتراوح قطرها من ٦ – ١٢ مم فى الثلث السفلى من الأنابيب ، وتوزع هذه الثقوب كل ٣٠ – ٦٠ سم على امتداد الأنابيب .

وقد تكون الأحواض محفورة فى الأرض (الرملية عادة) ، وقد تقام على مناضد مرتفعة عن سطح الأرض . وفى كلتا الحالتين تبطن الأحواض (بعد إقامتها حسب التصميم والميل المناسبين) بشرائح الفيدابل سمك نصف ملليمتر (٥٠٠ ميكرون) ، ثم توضع أنبوبة الـ PVC فى مكانها بالقاع ، على أن تكون ثقوبها لأسفل ، حتى لا تنمو فيها جذور النباتات بسهولة . أما بطانة الفيدابل ، فإنها تثبت على حافة جانبى الحوض من أعلى بمسامير .

تملأ الأحواض حتى مستوى يقل عن حافتها بمقدار ٢,٥ سم من جانب خزان المحلول المغذى ، وبمقدار ٥ سم من الجانب الآخر . ويؤدى ذلك إلى جعل مستوى المحلول المغذى على بعد ٢,٥ سم من قمة الحصى بامتداد حوض الزراعة ، لأن قاع الحوض يكون منحدرًا ، بينما يكون مستوى المحلول المغذى أفقيًا ، وبذلك يمكن المحافظة على مستوى واحد للرى والرطوبة الأرضية بامتداد الحوض .

ويجب أن تبرز أنابيب الرى والصرف أعلى مستوى المزرعة من جانب الأحواض القريب من خزان المحلول المغذى ، حتى يمكن تنظيفها كلما دعت الضرورة . ويجرى ذلك مرة واحدة سنويًا بطريقة آلية يستعمل فيها جهاز يُدير فُرش خاصة داخل الأنابيب .

ومن الضرورى أن يكون الخزان المستعمل فى حفظ المحلول المغذى كبيرًا بدرجة تتسع لضعف كمية المحلول اللازمة لملء أحواض الزراعة ، حتى يتوفر الأمان الكافى بالنسبة للرى والتغذية . كما يجب أن تكون طلمبة ضخ المحلول قادرة على ملء المراقد حتى المستوى المطلوب فى خلال ١٠ – ١٥ دقيقة ، وأن تكون أنابيب الصرف قادرة على تصريف كل المحلول الزائد فى خلال ١٠ – ١٥ دقيقة أخرى . ويفضل أن تخصص مضخة للمحلول المغذى لكل ٣٥٠ – ٣٧٥ متر مربع من المزرعة .

أما عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط ، فإن المنقطات توضع بالقرب من قاعدة النبات ، ويتصرف المحلول الزائد من أسفل من أنابيب الـ PVC . ولا يختلف تصميم هذا النظام عن سابقه ، إلا أن حبيبات الحصى يجب أن تكون أصغر حجمًا (بقطر يتراوح من ٣ – ٦ مم) لتسمح بالحركة الأفقية للمحلول المغذى . وتتميز طريقة الرى بالتنقيط بأن أنابيب الرى لا تنسد بنمو الجذور فيها ، كما أن التهوية تكون أفضل مما فى طريقة الرى تحت السطحى . ويعاب عليها قلة الحركة الأفقية للماء فى منطقة نمو الجذور بسبب كبر المسافات بين حبيبات الحصى ، مما يؤدى إلى كثرة النمو الجذرى فى القاع ، حيث تتوفر الرطوبة ، وهو الأمر الذى يؤدى فى النهاية إلى انسداد ثقوب أنابيب الصرف بنمو الجذور فيها .

وتعقم مزارع الحصى بين الزراعات المتتالية بمحلول مركز نسبيًا من هيبوكلوريد الصوديوم ، أو حامض الأيدروكلوريك بتراوح تركيز الكلور فيه من ١٠٠٠٠ – ٢٠٠٠٠ جزء فى المليون . وتغسل المراقد والخزانات عدة مرات بالمحلول كل منها لمدة ٢٠ دقيقة ، ثم تصفى وتغسل جيدًا بالماء عدة مرات ، وتترك بعد ذلك مهواة لمدة ١ – ٢ يوم قبل استعمالها فى الزراعة مرة أخرى . ومع

تراكم الجذور النباتية فى الحصى سنة بعد أخرى لا يصبح التعقيم بيوكلوريد الصوديوم مجديًا ، ويلزم حينئذ التعقيم ببروميد الميثايل أو بالفابام .

وفى حالة رش النباتات أو تعفيرها أو تبخيرها بأية مادة لمدة طويلة ، فإنه يجب الإسراع بغسل الزرعة جيدًا بالماء بعد المعاملة مع صرف الماء المستعمل فى الغسيل ، حتى يتم التخلص من أية مادة قد تضر بجذور النباتات .

ومن أهم عيوب مزارع الحصى ما يلى :

١ - ارتفاع التكاليف الإنشائية .

٢ - تراكم الجذور فى الحصى مع تكرار الزراعة سنة بعد أخرى ، وهو الأمر الذى يؤدى فى النهاية إلى انسداد الثقوب التى توجد بأنابيب الرى والصرف ، مع العلم بأن التخلص من هذه الجذور يعد أمرًا غاية فى الصعوبة .

٣ - احتمال الانتشار السريع لبعض الآفات المرضية التى تصيب النباتات عن طريق الجذور ، مثل : الفطريات المسببة للذبول الفيوزارمى ، وذبول فيرتيسيليم (Resh ١٩٨١) .

٤ - ٥ - ١ : عمليات خدمة المحاليل المغذية فى مزارع الحصى

تستعمل المحاليل المغذية فى مزارع الحصى (كما فى جميع النظم المقفلة Closed Systems) عدة مرات ولمدة طويلة ، مما يؤدى إلى إحداث تغيرات كبيرة فى التركيز الكلى للعناصر بها ، وفى التركيز النسبى لكل عنصر والـ pH . وتتوقف سرعة حدوث هذه التغيرات على العوامل التى تؤثر على سرعة النتح ، وسرعة امتصاص العناصر ، وهى :

١ - العوامل الجوية من حرارة ، وضوء ، ورطوبة نسبية .

٢ - المحصول المزروع .

٣ - مرحلة النمو النباتى .

ونظرًا لأن امتصاص النباتات للماء يكون أسرع من امتصاصها للعناصر ، فإن التركيز العام للعناصر بالمحلول المغذى يزداد مع استمرار استعماله فى الرى . وهذه الأسباب ... فإن المحاليل المغذية فى النظم المقفلة تخضع لعمليات خدمة خاصة كما يلى :

تعديل تركيز العناصر فى المحلول المغذى وتجديده على فترات

تجدد المحاليل المغذية على فترات كالتالى :

١ - أسبوعيًا عند استعمالها فى تغذية النباتات القوية النمو وهى فى مرحلة الإثمار ، خاصة تحت الظروف الجوية المناسبة للنمو .

٢ - كل ٢ - ٣ أسابيع عند استعمالها فى الظروف الجوية العادية ، وفى مراحل النمو الأخرى .

٣ - كل ٢ - ٣ أشهر كحد أقصى عند استعمالها فى الحالات التى تتخذ فيها إجراءات خاصة كالتالى :

(أ) تحليل المحلول المغذى للتعرف على العناصر التى يتناقص تركيزها ، وتلك التى يتزايد تركيزها النسبى فى المحلول المغذى .

(ب) إضافة الأسمدة التى تعوض العناصر التى تستنفذ بسرعة من المحلول المغذى .

(جـ) عند تحليل العناصر وتسجيل درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى يوميًا أو كل ٢ – ٣ أيام لمراقبة تركيز العناصر التى يتزايد تركيزها النسبى ، نظرًا لعدم امتصاص النبات لها بنفس معدل امتصاصه للعناصر الأخرى ، مع عدم السماح بزيادة درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى عن ٤ ملى موز/سم ، علمًا بأن المجال المناسب يتراوح من ٢ – ٤ ملليموز/ سم . ويجدد المحلول عادة كل شهرين مع تعديل تركيزه أسبوعيًا بالتحليل المنتظم . وتقل الفترة عن ذلك إذا كان حصى المزرعة قد سبق استخدامه فى الزراعة من قبل (يراجع Douglas ١٩٧٥) فيما يتعلق بالطرق العملية المتبعة فى تقدير تركيز العناصر المغذية الكبرى كل منها على حدة) .

المحافظة على حجم المحلول المغذى

يجب الإبقاء على كمية المحلول المغذى ثابتة لمنع تركيز الأملاح به . ويتوقف مقدار الماء المضاف على كمية الماء التى تمتصها النباتات ، والتى تتراوح عادة من ٥ – ٣٠٪ من حجم المحلول المغذى يوميًا .

ويمكن تعويض الماء الممتص بإحدى الطرق التالية :

١ – بإعادة المحلول المغذى إلى حجمه الأصلى يوميًا .

٢ – بإعادة المحلول المغذى إلى أكثر من حجمه الأصلى أسبوعيًا ، حيث يتناقص إلى أقل من حجمه الأصلى مع نهاية الأسبوع قبل إضافة الماء إليه من جديد .

٣ – بتزويد خزان المحلول المغذى بمصدر للماء ذى صمام تتحكم فيه عوامة طافية تغلق الصمام عند وصول مستوى المحلول المغذى إلى المستوى المطلوب ، وهى أفضل طريقة .

وكإجراء وقائى للتغلب على مشكلة نقص حجم المحلول المغذى ، فإنه يفضل استعمال كمية كبيرة منه بتخصيص ما لا يقل عن ٧ لترات لكل نبات ، ويفضل زيادتها إلى ١٥ – ٢٠ لترًا ، حيث يمكن فى هذه الحالة إعادة استخدام المحلول المغذى عدة مرات بدون مشاكل .

المحافظة على pH المحلول المغذى فى المجال المناسب

تؤدى كثرة استعمال المحلول إلى تغيرات فى الـ pH ، نتيجة عدم امتصاص النباتات للعناصر بنفس القدر ، كما تزداد هذه التغيرات عند المحافظة على حجم المحلول بإضافة ماء يحتوى على نسبة مرتفعة من الكالسيوم والبيكربونات ، لذلك فإنه يلزم اختبار pH المحلول المغذى أسبوعيًا للوقوف على أى تغير فيه مع تعديله إذا لزم الأمر ليكون دائمًا فى المجال المناسب ، وهو من ٦ – ٦.٥ . وأفضل وسيلة لتعديل الـ pH هى باستخدام الأحماض والقلويات (Johnson ١٩٧٩ ، Resh ١٩٨١) . ويمكن الرجوع إلى Douglas (١٩٧٦) بخصوص الطرق العملية لتقدير pH المحاليل المغذية باستعمال الدلائل .