٨- يكون الرى على فترات أكثر تباعدا مما فى مزارع الحصى، بحيث يمكن إصلاح أية مشاكل طارئة فى نظام ضخ المياه قبل أن تعانى النباتات نقص الرطوبة الأرضية

العيوب

١- تستهلك المزارع الرملية كميات من مياه الرى والأسمدة أكبر من استهلاك مزارع الحصى

٢- قد تتراكم الأملاح فى المزارع الرملية. وتعالج هذه الحالة بغسيل المزرعة دوريًا بالماء العذب

٣- يؤدى استعمال رمال جيرية إلى حدوث ارتفاع مستمر فى pH المحلول المغذى، مع تعرض الحديد والعناصر الدقيقة الأخرى للتثبيت

٤- ضرورة تعقيم المزرعة بالتبخير أو بالبخار بين الزراعات المتتالية، ولا يكفى التطهير بهيبوكلوريد الصوديوم (الكلوراكس التجارى) مثلما يحدث فى مزارع الحصى

مزارع الحصى

إقامة وخدمة مزارع الحصى

تعتبر مزارع الحصى Gravel Culture من أكثر المزارع المائية انتشارا، وهى من النظم المغلقة Closed Systems التى تستعاد فيها المحاليل 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 بين ١٦ مم و 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،

وإما بطريقة التنقيط، لكن أغلبية 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 المحلول نفسه لمدة تتراوح بين أسبوعين وستة أسابيع، ثم يتم التخلص منه، ويحضر محلول جديد.

وأنسب المحاليل المغذية للاستعمال فى مزارع الحصى هى التى يبلغ فيها تركيز العناصر – بالجزء فى المليون – كما يلى:

النيتروجين	١٠٥	الحديد	١,٢
الفوسفور	٥٠	البورن	٠,١٠٨
البوتاسيوم	١٨٥	المنجنيز	٠,٥
الكالسيوم	١١٠	الزنك	٠,١
المغنيسيوم	٨٠	النحاس	٠,٠٣
الكبريت	١١٠	الموليبدنم	٠,٠٠١

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- المحصول المزروع.
٤- مقدار النمو النباتى.
٥- العوامل الجوية.
٦- الوقت من اليوم.

فالحبيبات المنتظمة الشكل الكبيرة تحتاج إلى تكرار الرى على فترات متفاوتة. عما إذا كانت الحبيبات غير منتظمة الشكل، وصغيرة، وذات مسطح كبير. وتحتاج النباتات

الطويلة (التى تنمو رأسيًا كالطماطم والخيار) إلى الرى 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 ملبدا بالغيوم — إلى كل ساعة على الأكثر نهارا فى الجو الحار أثناء الصيف، ولا حاجة إلى الرى ليلاً ونظرًا لأن النباتات تمتص الماء بسرعة أكبر مما تمتص العناصر الغذية، لذا فإننا نجد أن تركيز الأملاح يزداد تدريجيًا فى الغشاء المائى المحيط بحبات الحصى بعد كل رية وتزداد سرعة تركيز الأملاح مع زيادة معدل النتح، لكن الرية 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

وعلى الرغم من أن الرى يعيد تركيز الأملاح فى الغشاء المحيط بالحصى إلى ما هى عليه الحال فى المحلول المغذى، إلاّ أن تكرار الرى بالمحلول نفسه يؤدى حتمًا إلى تغيرات فى تركيبه. بما فى ذلك تركيز الأملاح، ونسبة العناصر لبعضها البعض، والـ pH، ولهذا تحتاج المحاليل المغذية إلى عمليات خدمة خاصة، وذلك 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 الهواء الموجود فى المسافات البينية، وهو يحتوى على نسبة

أقل من الأكسجين، ونسبة من ثانى أكسيد الكربون أعلى مما 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 مازالت ممتلئة بالمحلول المغذى قبل الرية التالية؛ وبذلك لا يتجدد الهواء فى البيئة.

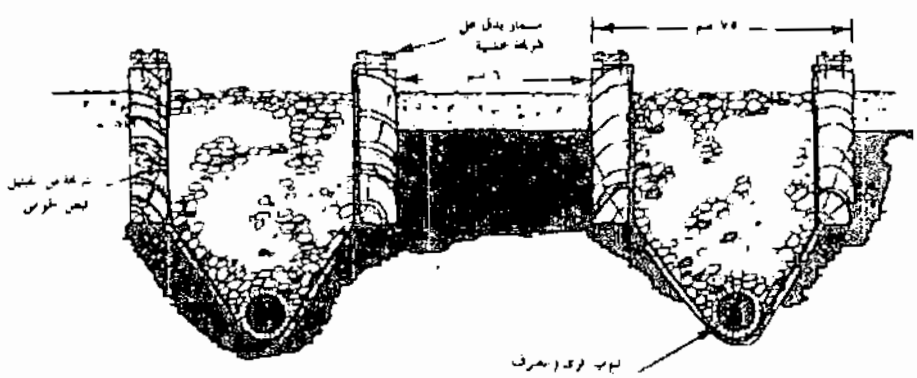
ويكفى عادة ٢٠-٣٠ دقيقة لضخ المحلول المغذى، وصرف الزائد منه بالكامل؛ بحيث لا يتبقى منه سوى غشاء رقيق يحيط بالحصى حتى الرية التالية. ويمكن تحقيق ذلك بوضع أنابيب صرف كبيرة فى قاع مزرعة الحصى.

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 يقل فقد الماء بالتبخير، 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 بملفات 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 الزرعه على شكل حرف V (شكل ٥-٣). 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 والمغطاة بالنحاس يمكن أن تؤدى إلى تسمم النباتات من جراء إحداثها لزيادة كبيرة غير مرغوبة فى تركيز عنصرى الزنك والنحاس، وهما عنصران لا يحتاج إليهما النبات إلاّ 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 بولى فينايل كلورايد (PVC). وتكون بقطر ٣ بوصات، وتوضع فى قاع الحوض

هذا وتكون الأحواض بعرض لا يقل عن ٦٠ سم، وبعمق ٣٠-٣٥ سم، وبطول لا يزيد على ٣٦-٤٠ مترًا، وبميل قدره ٢-٥ سم كل ٣٠ مترا



شكل (٥-٣): مزرعة حصى تروى بطريقة الرى تحت السطحى

ويتم إدخال المحلول المغذى من الأنابيب إلى البيئة، ثم يصرف منها إلى الأنابيب ثانية من خلالها ثقوب صغيرة يتراوح قطرها بين ٦ مم و 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 الفينايل 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 الفينايل، فإنها تثبت فى 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 ٥ ٢ 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 فرشًا 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 خلال ١٠-١٥ دقيقة. وأن تكون أنابيب الصرف قادرة على تصريف كل المحلول الزائد خلال ١٠-١٥ دقيقة أخرى. ويفضل أن تخصص مضخة للمحلول المغذى لكل ٣٥٠-٣٧٥ مترًا مربعًا من المزرعة.

أما عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط، فإن المنقطات توضع بالقرب من قاعدة النبات، وينصرف 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 بين ٣ مم و 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 ويعيبها 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 يتراوح تركيز الكلور فيه بين ١٠٠٠٠ و 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 يوم أو يومين قبل استعمالها فى الزراعة مرة أخرى. ومع تراكم الجذور النباتية فى الحصى سنة بعد أخرى لا يصبح التعقيم بهيبوكلوريد الصوديوم مجديًا، ويلزم حينئذٍ التعقيم بالفابام

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

عمليات خدمة المحاليل المغذية فى مزارع الحصى

تستعمل المحاليل فى مزارع الحصى (كما فى جميع النظم المغلقة Closed Systems) عدة مرات ولمدة طويلة؛ مما يؤدى إلى إحداث تغيرات كبيرة فى التركيز الكلى للعناصر بها، وفى التركيز النسبى لكل عنصر وفى الـ 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