الفصل الخامس

مزارع بيئات نمو الجذور الصلدة اللاأرضية

مقدمة

يعنى بالزراعة اللاأرضية Soilless Culture إنتاج النباتات بأية طريقة غير زراعتها فى التربة الزراعية، علمًا بأن مفهوم الأراضى الزراعية يتضمن الأراضى المعدنية أيًا كان قوامها، والأراضى العضوية أيًا كانت نسبة البيت peat أو الملك muck بها. وعليه .. لا تعد الزراعة بدون تربة إذا كان الإنتاج فى تربة رملية تحتوى على نسبة ولو قليلة من السلت والطين، أو فى أرض عضوية. حتى لو كانت نسبة البيت أو الملك بها ١٠٠٪. كذلك فإن الإنتاج فى مخاليط الزراعة التى تدخل التربة ضمن مكوناتها لا يعد زراعة بدون تربة.

وبالمقارنة .. فإن الزراعة بدون تربة تتضمن الإنتاج فى كافة أوساط الزراعة التى لا تكون التربة المعدنية إحدى مكوناتها. وتدخل ضمن هذا التعريف مزارع الرمل الخالص، والحصى، والبيت، والفيرميكيوليت، والبرليت، والمخاليط التى تتركب من أى من من هذه المكونات، وجميع أوساط الزراعة الصلبة الأخرى كبالات القش المضغوط، والصوف الصخرى وغيرهما، وكذلك المزارع التى لا يوجد فيها وسط صلب لنمو الجذور. وجميع هذه المزارع تسقى دومًا بمحاليل مغذية تحتوى على العناصر المغذية اللازمة للنمو النباتى.

ويفهم من التعريف السابق للزراعة بدون تربة أنه يشتمل أيضًا على المزارع المائية Hydroponics، وهى المزارع التى لا يوجد فيها وسط صلب لنمو الجذور، بل تبقى فيها الجذور محاطة دائمًا بالمحلول المغذى، وتثبت النباتات فى مكانها بوسائل أخرى. وكلمة hydroponics مشتقة من كلمتين يونانيتين: hydro بمعنى ماء، و ponos بمعنى عمل. فيكون المعنى الحرفى للكلمة هو عمل الماء.

تتضمن المزارع المائية بمفهومها الحرفى مزارع المحاليل المغذية Nutrient Solution Culture (حيث تنمو الجذور فى أوعية خاصة تحتوى على المحلول المغذى)، وتقنية الغشاء المغذى Nutrient Film Technique والمزارع الشبيهة بهما، لكن مفهوم المزارع المائية يمكن أن يتسع ليشمل أيضًا المزارع الهوائية Aeroponics (حيث تبقى الجذور عالقة فى الهواء فى حيز مغلق). وجميع الأنواع السابقة الذكر هى من حالات الزراعة بدون تربة؛ لأنها جميعًا تروى على الدوام بمحاليل مغذية تحتوى على التركيزات المناسبة من كافة العناصر الضرورية، بدلاً من الماء العادى.

وبناءً على الشرح المتقدم لكل من الزراعة بدون تربة والمزارع المائية، فإن هذين المصطلحين سيستعملان معًا فى هذا الكتاب ليعنيا شيئًا واحدًا، ألا وهو إنتاج النباتات بطريقة تسمح بنمو الجذور فى بيئة صلبة مجهزة صناعيًا، تخلو من السلت والطين، أو فى المحاليل المغذية مباشرة، أو فى حيز هوائى مغلق، مع ريها دومًا بالمحاليل المغذية.

ولكن نظرًا لكثرة الأنواع التى تم تطويرها من هذه المزارع .. فقد خُصص لها فصلان مستقلان: هذا الفصل للمزارع اللاأرضية التى تنمو فيها الجذور فى بيئات صلدة؛ والفصل السادس للمزارع المائية — بمفهومها الحرفى — والمزارع الهوائية

هذا .. وقد أدرج موضوع المزارع اللاأرضية بنوعيها ضمن الزراعة المحمية؛ لأنها لا تجرى — غالبا — إلاّ داخل البيوت المحمية.

ونبدأ هذا الفصل بتقديم عرض للموضوعات التمهيدية التى تتضمن المزارع اللاأرضية بنوعيها، وذلك قبل الدخول فى تفاصيل مزارع البيئات الصلدة اللاأرضية.

نبذة تاريخية

على الرغم من معرفة المزارع المائية منذ ما قبل الميلاد، إلاّ أنها لم تتطور وتستخدم لغرض إنتاج الغذاء على نطاق واسع إلاّ منذ الحرب العالمية الثانية، حينما كان من

الضرورى إنتاج الخضروات الطازجة فى معسكرات الجيوش التى تقع فى مناطق لا تصلح فيها التربة للإنتاج الزراعى. ومنذ ذلك الحين أصبحت المزارع المائية علمًا بذاته، نشر فيه عديد من الكتب والبحوث وقد أشار Jones (١٩٨٢) إلى ثمانية وعشرين كتابًا نشرت باللغة الإنجليزية عن المزارع المائية خلال الفترة من ١٩٧٠-١٩٧٩. ويمكن لمن يرغب فى الإطلاع على تاريخ تطور استخدام المزارع المائية فى الزراعة الرجوع إلى Douglas (١٩٨٥).

إن تطور الزراعات المائية لم يكن سريعًا. وعلى الرغم من أن أول استعمال للتحكم البيئى فى الزراعة كان إنتاج الخيار باستعمال الميكا mica للإمبراطور الرومانى Tiberius خلال القرن الأول الميلادى، فإنه يعتقد أن التقنية لم تستعمل خلال الـ ١٥٠٠ سنة التالية لذلك.

ولقد ظهرت البيوت المحمية والمزارع المائية لأغراض التجارب فى فرنسا وإنجلترا خلال القرن السابع عشر، حيث أنتج Woodward نباتات نعناع بدون تربة فى إنجلترا فى عام ١٦٩٩. وطوّرت التقنيات المعملية الأساسية لزراعات المحاليل المغذية بواسطة كل من Sachs، و Knap — كل على انفراد — فى ألمانيا حوالى عام ١٨٦٠.

وفى الولايات المتحدة الأمريكية بدأ الاهتمام بتطوير واستخدام محلول غذائى كامل لأجل الإنتاج الزراعى على النطاق التجارى حوالى عام ١٩٢٥. ففى ذلك الوقت كان من الضرورى تغيير تربة البيوت المحمية على فترات متقاربة أو المحافظة عليها بحالة جيدة من عام لآخر بإضافة كميات كبيرة من الأسمدة التجارية. ونتيجة لتلك الصعوبات اتجه الباحثون فى بعض محطات التجارب الأمريكية نحو الزراعة فى المزارع المائية كبديل للزراعة فى التربة، مع استعمال إما محلول مغذٍ مهوى، وإما بالاعتماد على مواد صلبة خاملة كبديل للتربة مع بَلّها بالمحاليل المغذية.

وفيما بين عامى ١٩٢٥، و ١٩٣٥ حدثت تطورات كبيرة فى تحوير طرق علماء فسيولوجيا النبات لتناسب الإنتاج المحصولى التجارى على نطاق واسع. فى البداية ..

تمكن الباحثون فى محطة التجارب الزراعة بنيوجيرسى من تطوير طريقة المزارع الرملية. واستخدمت طريقتا المزارع المائية والرملية على نطاق واسع بواسطة باحثى محطة التجارب الزراعة بكاليفورنيا وتبع ذلك تطوير مزارع الرى تحت السطحى فى كل من محطتى التجارب الزراعة فى نيوجيرسى وإنديانا فى عام ١٩٣٤. وكان Gericke – الذى نشر وصفًا للاستخدام التجارى باستعمال المزارع المائية فى عام ١٩٤٠ – هو الذى وضع المصطلح hydroponics خلال وصفه لتلك المزارع. وقد استخدمت تقنية المزارع المائية على نطاق محدود فى بعض جزر المحيط الهادى خلال الحرب العالمية الثانية وبعد الحرب نشرت جامعة بوردو سلسلة من العجالات الإرشادية التى تبين كيفية التعامل مع كل من المزارع المائية والمزارع اللاأرضية. وعلى الرغم من الاهتمام الكبير الذى حظيت به المزارع المغذية nutriculture – كما أُطلق عليها – فإن كلفتها العالية حالت دون التوسع فى استعمالها تجاريًا

وبعد نحو ٢٠ عامًا تجدد الاهتمام بالمزارع المائية بعد ظهور البلاستيك، الذى لم يُستخدم فقط - كعطاء للبيوت المحمية. وإنما استخدم – كذلك – فى مكان الخرسانة لأجل تبطين مراقد الزراعة كذلك كان للبلاستيك أهمية فى إدخال نظام الرى بالتنقيط.

ولقد بدأت مساحة الزراعات المحمية فى الازدياد تدريجيًا فى أوروبا وآسيا خلال حقبتى الخمسينيات والستينيات من القرن العشرين، كما طورت مساحات كبيرة من المزارع المائية فى كاليفورنيا، وأريزونا، والإمارات العربية وإيران حوالى ١٩٧٠. وفى تلك المناطق الصحراوية تأيدت مزايا نظم الزراعات المائية بالإشعاع الشمسى القوى الذى أسهم فى تعظيم البناء الضوئى.

هذا إلا أن زيادة أسعار البترول بدءًا من عام ١٩٧٣ رفعت أسعار التدفئة والتبريد بشدة لمدة استمرت لنحو عقدين. الأمر الذى أسهم – مع عدم توفر مبيدات مسجلة للاستعمال فى الزراعات المحمية – فى توقف الاستثمارات فى مجال الزراعة المحمية، وخاصة فى الولايات المتحدة

ومنذ بداية إنشاء المزارع المائية لم تتوقف محاولات تطويرها. ففي أواخر الستينيات من القرن الماضي طور الباحثون في الـ Glasshouse Crops Research Institute بإنجلترا تقنية الغشاء المغذي. ومازال التحسين والتطوير في هذا الاتجاه مستمرين (Jensen ١٩٩٧)

تقسيم المزارع اللاأرضية ومدى انتشارها

المزارع اللاأرضية هي — كما أسلفنا — أي نظام يتبع لإنتاج النباتات في بيئة غير التربة، مع ريها بالمحاليل المغذية، بدلاً من الماء العادي، سواء استعملت مادة صلدة (مثل الرمل، والحصى، والفيرميكيوليت، والبيت، والصوف الصخري ... إلخ) لتوفير دعم للنمو النباتي، أم لم تستعمل.

وبذا .. تقسم المزارع اللاأرضية حسب وجود المادة الصلدة أو عدم وجودها إلى:

١- نظم توجد فيها بيئة صلدة لنمو الجذور Aggregate Systems.

٢- نظم لا توجد فيها بيئة صلدة لدعم الجذور Liquid Systems، ويتم فيها تدعيم وتثبيت الجذور بوسائل خاصة

كما تقسم المزارع اللاأرضية حسب كون المحلول المغذي يستعمل فيها مرة واحدة، أو يعاد استخدامه عدة مرات إلى:

١- النظم المفتوحة Open Systems:

حيث لا يستعمل فيها المحلول المغذي سوى مرة واحدة. وهذه المزارع تسقى بماء يحفن أثناء الري بالمحاليل القياسية المركزة للعناصر الغذائية، ولا تلزم لها خزانات كبيرة للمحاليل المغذية، بل تكفي تلك التي تستخدم في تخزين المحاليل القياسية المركزة

٢- النظم المغلقة Closed Systems:

حيث يستعاد فيها المحلول المغذي، ويعاد استخدامه عدة مرات، مع تعديل تركيز

لعناصر به كلما دعت الضرورة (Collins & Jensen ١٩٨٣) ونظرًا لأن هذه المزارع تسقى بالمحاليل المغذية المخففة مباشرة، لذا فإنها لا تحتاج إلى أجهزة لخلط المحاليل السمادية المركزة بالماء، ولكن تلزم لها خزانات كبيرة لحفظ المحاليل المغذية المستعملة فى الرى.

والاتجاه السائد فى بعض الدول الأوروبية هو نحو إصدار تشريعات لأجل إجبار مزارعى الصوبات إلى الأخذ بالنظام المغلق فى الزراعات المائية؛ بهدف الحد من استهلاك الأسمدة. ومن ثم ظاهرة الاحتباس الحرارى (لأن تصنيع الأسمدة يتطلب طاقة تكون - غالبا - من مصادر أحفورية). ومن تلوث التربة والمياه الجوفية بالنترات

ويتطلب الأخذ بالنظام المغلق إجراء تعديلات مستمرة على المحلول المغذى، مما يؤدى إلى تركم أيونات معينة توجد فى الأسمدة المضافة، ولكنها لا تستنفذ بنفس سرعة امتصاص النباتات للأيونات التى استخدمت من أجلها الأسمدة فى تعديل المحلول المغذى، مثل أيون الكبريتات عند إضافة كبريتات البوتاسيوم وكبريتات المغنيسيوم، كذلك يميل أيونا الكلوريد والبيكربونات للتراكم فى المحاليل المغذية فى النظام المغلق

ولقد وجد Zekki وآخرون (١٩٩٦) أن إعادة تدوير المحاليل المغذية لفترات طويلة فى مزارع تقنية الغشاء المغذى يضر بنباتات الطماطم النامية بها، وربما كان مرد ذلك إلى تراكم أيون الكبريتات فى المحاليل المغذية المستعملة، هذا بينما لم تكن لإعادة تدوير محاليل الصرف بمزارع الصوف الصخرى والبيت موس مثل هذا التأثير إذا ما أجريت على المحاليل التعديلات اللازمة بطريقة سليمة.

مميزات وعيوب المزارع اللاأرضية

لا يعد الإنتاج الزراعى فى المزارع اللاأرضية أمرًا اقتصاديًا أو منطقيًا فى منطقة ما إلاّ فى غياب الأرض الصالحة للزراعة، أو إذا كانت التربة ملوثة بآفات خطيرة لا يمكن مكافحتها والسبب فى ذلك أن التكلفة الإنشائية للمزارع اللاأرضية مرتفعة كثيرًا، إلاّ

أن ذلك يجب أن يقارن بتكلفة استصلاح الأراضى، نظرًا لأن إقامة مزرعة لاأرضية يعنى استغلال أرض غير مستصلحة فى الإنتاج الزراعى.

المميزات

تحقق المزارع اللاأرضية المزايا التالية:

١- إمكانية الإنتاج الزراعى فى مناطق تستحيل فيها الزراعة بالطرق الأخرى.

٢- تتقارب الإنتاجية فى المزارع اللاأرضية مع الزراعات المحمية العادية (فى أرض الصوبة)، ولكنها تتفوق على إنتاجية الزراعات المكشوفة، وتتبقى بعد ذلك الميزة الإضافية للمزارع اللاأرضية، ألا وهى أنها تكون مقامة على أرض لا تصلح للزراعة.

٣- تتوفر فى المزارع اللاأرضية كافة العناصر الضرورية اللازمة للنمو النباتى وبالتركيزات المناسبة؛ فلا توجد مشاكل خاصة بنقص العناصر الغذائية.

٤- كذلك لا توجد مشاكل تثبيت العناصر فى التربة كما يحدث فى الظروف الطبيعية.

٥- تعتبر المزارع اللاأرضية غير مناسبة لنمو الكائنات المرضة التى تعيش فى التربة، وتكثر عند الزراعة فى أرض الصوبات مباشرة.

٦- يمكن أن تتوفر التهوية فى المزارع اللاأرضية بصورة أفضل مما فى الزراعات العادية.

٧- لا توجد مشاكل حشائش أو تجهيز الأرض وغيرها من العمليات التى يلزم إجراؤها عند الزراعة فى التربة.

٨- لا توجد مشاكل تتعلق بطبيعة التربة أو قوامها. أو عدم تجانسها.

٩- التبكير فى النضج بصورة ملحوظة عند الزراعة فى المزارع اللاأرضية.

١٠- يؤدى التحكم الآلى فى المزارع اللاأرضية إلى تجنب مشاكل اتخاذ القرارات الخاصة بكميات الأسمدة ومواعيد التسميد والرى وغيرها تحت ظروف الزراعة العادية.

العيوب

يعيب المزارع اللاأرضية ما يلى

١- ضرورة توفير كافة مستلزمات النمو والتفكير فيها، دون الاعتماد على الطبيعة الأم. كما هى الحال فى الزراعات الحقلية

٢- يتغير الـ pH فى المزارع اللاأرضية المغلقة بسرعة أكبر بكثير مما فى الزراعات العادية

٣- يؤدى أى خلل فى النظام إلى عواقب وخيمة . فكل شئ يجرى بصورة آلية، ويجب أن يتم فى موعده دون تأخير.

٤- لا توجد بالمزارع اللاأرضية أية كائنات دقيقة مضادة ومنافسة للكائنات الدقيقة المسببة للأمراض مثلما يوجد فى التربة تحت الظروف الطبيعية.

٥- يمكن أن تتلوث المزارع اللاأرضية المغلقة — بسهولة — بالكائنات المسببة للأمراض، على الرغم من أنها تكون خالية منها فى البداية.

٦- زيادة تكاليف الإنتاج بهذه الطريقة (Johnson ١٩٧٩).

والى جانب ما تقدم بيانه من عيوب للزارعات اللاأرضية فإنه يحدث فيها — بوجه عام — إسراف فى استهلاك المركبات السمادية، فضلا عن زيادة احتمالات فقد النيتروجين منها فى صورة غازية كما فى الزراعات اللاأرضية العادية.

وقد أوضحت دراسة أجريت على مزرعة لاأرضية للخيار أن ١٢,٤٪ - فى المتوسط — من النيتروجين الداخل فى تكوين المحاليل المغذية المستعملة يفقد على صورة غازية (الصورتين N_2O و N_2)؛ بما يعنى أن متوسط الفقد اليومى حوالى ٠,٦٢ كجم نيتروجين لكل هكتار (٠,٢٥ كجم/فدان) من الزارعة المحمية. ولقد كان الفقد الغازى للنيتروجين صيفا ضعف الفقد شتاءً، وكان ذلك مترافقًا — كذلك — مع معدل النمو الذى تضاعف صيفًا مقارنة بالنمو شتاءً. وقد اقترح أن حرارة بيئة الزراعة التى كانت أعلى بمقدار ٣- ٤ درجات مئوية صيفًا عنها شتاءً ربما أسهمت — كذلك — فى زيادة فقد النيتروجين على صورة غازية صيفًا (Daum & Schenk ١٩٩٦).

المزارع الرملية

تعتبر المزارع الرملية Sand Culture أكثر المزارع الأرضية شيوعًا، وهي من النظم المفتوحة التي لا تستعمل فيها المحاليل المغذية سوى مرة واحدة. وفيها تنمو النباتات في الرمل الخالص، وتسقى بماء يحقن أثناء عملية الري بالمحاليل القياسية المركزة Stock Solutions للعناصر المغذية، ويكون الري فيها بطريقة التنقيط .. وستقتصر مناقشتنا في هذا الجزء على المزارع الرملية التجارية، أما تلك المستخدمة في دراسات تغذية النبات، فإنه يمكن الإطلاع على التفاصيل الخاصة بها في Hewitt (١٩٦٦).

والمزارع الرملية المثالية هي التي يكون توزيع حجم حبيبات الرمل فيها كما هو مبين في جدول (٥-١). ويساعد ذلك التوزيع على تحسين التهوية، مع الاحتفاظ بالقدر المناسب من الرطوبة في بيئة نمو الجذور. وعمومًا . فإن الرمال المستعملة يجب أن تغسل جيدًا من السلت والطين.

جدول (٥-١):التوزيع المثالي لحجم حبيبات الرمل في المزارع الرملية.

قطر حبة الرمل (بالملليمتر)	التوزيع (٪)
أكثر من ٤,٧٦٠	١
٤,٧٦٠-٢,٣٨٠	١٠
٢,٣٨٠-١,١٩٠	٢٦
١,١٩٠-٠,٥٩٠	٢٠
٠,٥٩٠-٠,٢٢٧	٢٥
٠,٢٢٧-٠,١٤٩	١٥
٠,١٤٩-٠,٠٧٤	٢
أقل من ٠,٠٧٤	١

إقامة المزارع الرملية

تقام المزارع الرملية بإحدى الطرق الآتية:

١- بالزراعة على سطح أرض البيت بعد فرشه بالبلاستيك، ثم بالرمل المستخدم

كبيرة للزراعه وفى هذه الطريقة تحضر الأرض أولاً بالتسوية الجيدة، مع ميل يبلغ ١٥ سم لكل ٣٠ مترا. للمساعده على تحسين الصرف وغسل المزرعة إذا دعت الضرورة لذلك تفرش الأرض بعد ذلك بشرائح بوليثيلين سوداء بسمك ١٥٠ ميكرونا، مع جعل الشرائح المتجاورة متداخلة لمسافة متر تقريبًا توضع بعد ذلك أنابيب للصرف بقطر ١/ ١-٢ بوصة على سطح البلاستيك فى خطوط، على أن يترك بين كل أنبوبة وأخرى مسافة موحدة (١٢٠-١٥٠ سم)، ويتوقف ذلك على طبيعة الرمل المستخدم فى المزرعة ويجب أن تكون خطوط الأنابيب مع اتجاه ميل الأرض وتوصل هذه الأنابيب فى الجانب ذى المستوى المنخفض من البيت بأنبوب صرف رئيسى

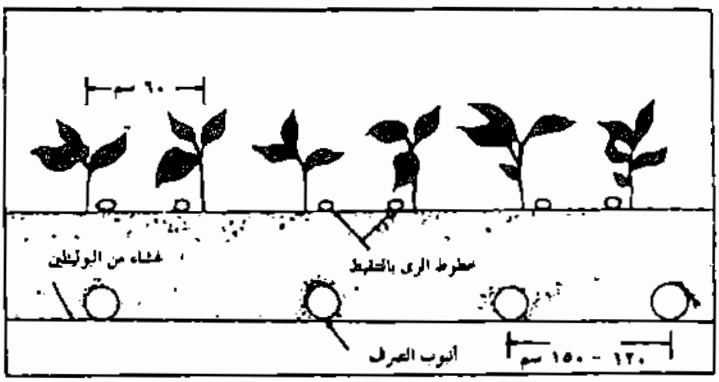
وقد تصمم المزرعة بحيث يكون انحدارها من الجانبين نحو الوسط، حيث يوضع أنبوب رئيسى للصرف يكون متصلا بأنابيب فرعية متعامدة عليه من الجانبين المائلين، مع جعل أرضية البيت كلها مائلة من أحد جانبى أنبوب الصرف الرئيسى نحو الجانب الآخر لتسهيل حركة ماء الصرف

هذا وتحتوى أنابيب الصرف على ثقوب من جانبها السفلى تسمح بدخول الماء الزائد إليها ويفيد هذا الوضع السفلى للثقوب فى تقليل فرصة نمو جذور النباتات خلالها ويجب أن تكون أطراف أنابيب الصرف بارزة فوق سطح التربة من بداياتها (من عند الأطراف التى توجد فى مستوى مرتفع من المزرعة) حتى يمكن تنظيفها كلما دعت الضرورة

تلى ذلك تغطية المساحة كاملة بالرمل لعمق ٣٠ سم،مع مراعاة أن يكون سطح الرمل منحدرًا بانحدار سطح البيت نفسه، المغطى بالبلاستيك. ويلاحظ أن نقص عمق طبقة الرمل عن ٣٠ سم فى بعض المناطق يجعل من الصعب الاحتفاظ بمستوى واحد من الرطوبة فى كل أرجاء المزرعة. كما تزيد فرصة نمو جذور النباتات داخل أنابيب الصرف (شكل ٥-١)

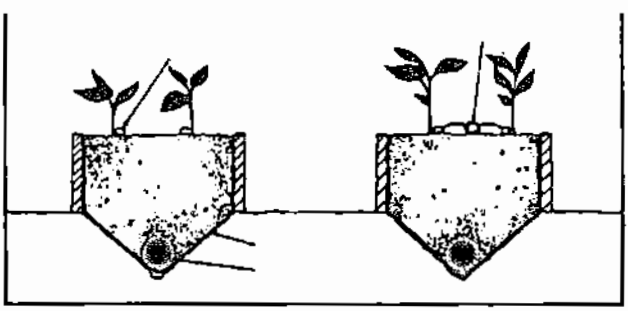
وتروى النباتات فى هذا النوع من المزارع بطريقة التنقيط ٤ مرات يوميًا لمدة ٥-٨ دقائق فى كل مرة. مع حقن ماء الرى بالمحاليل المغذية كما سبق الذكر هذا ولا

يعد استخدام ماء الصرف في هذا النظام وإن كان من الممكن جمعه وتخزينه لحين استعماله في الزراعات المكشوفة



شكل (٥-١): مزرعة رملية مقامة على أرض الصوبة بعد فرشها بالبلاستيك، ثم الرمل الذي يستخدم كبيئة للزراعة

٢- بالزراعة في أحواض خاصة تصمم على سطح التربة مباشرة (شكل ٥-٢)، أو على مساند خاصة وتبطن هذه الأحواض بالبولييثيلين الأسود، كما في الطريقة السابقة. ويكون قاع الحوض مائلا بمقدار ١٥ سم لكل ٦٠ مترًا. ويوضع أنبوب للصرف في القاع بامتداد طول الحوض وتتصل أنابيب الصرف الخاصة بالأحواض المختلفة بأنبوب صرف رئيسي يسمح بتجميع الماء الزائد وتكون الأحواض بعرض ٦٠-٧٥ سم، وبعمق ٣٠-٤٠ سم. وقد يكون القاع مستويًا. أو مستديرًا. أو على شكل حرف V، مع وضع أنبوب الصرف في الوسط.



شكل (٥-٢) مزرعة رملية في أحواض خاصة على شكل حرف V، ومقامة على سطح الأرض مباشرة

خدمة المزارع الرملية

فى جميع أنواع المزارع الرملية تعطى النباتات فى كل رية محلولاً مغذيًا بالقدر الذى يكفى لتسرب ٨٪-١٠٪ فقط من كمية المحلول المضافة، وبذلك نضمن غسل الأملاح المتجمعة أولاً بأول، دون الإسراف فى استعمال المحاليل المغذية. ويجب فحص ماء الصرف مرتين أسبوعيًا لمعرفة تركيز الأملاح به، فإذا زادت على 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 المحاليل السمادية المركزة فى ماء الرى مرتين أسبوعيًا، للتأكد من دقه عمله كما يجب فحص تركيز الأملاح الذائبة فى الماء المستخدم فى الرى بعد حقنها بالمحاليل السمادية المركزة.

وعلى الرغم أن حقن المحاليل السمادية المركزة فى ماء الرى تعد أفضل طريقة لإيصال المحلول المغذى إلى النباتات فى هذا النوع من المزارع، إلا 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 البيت نفسه، وكل منها ذو احتياجات سمادية خاصة به، لزم أن يكون لكل منها محلوله المغذى الخاص، ونظامه المستقل للرى، بما فى ذلك خزانات المحاليل 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 بالمحاليل المغذية بعد تحضيرها سوى تقدير الـ pH كل فترة إن كان الماء المستخدم فى تحضير هذه المحاليل قلويًا بدرجة عالية كما يلزم تنظيف خزانات المحاليل السمادية من المواد العالقة والمترسبة كل فترة، خاصة

قبل إعاده تحضيرها من جديد. وفى حالة احتواء الرمل على نسبة عالية من الجير، وجب إعطاء عناية خاصة بالعناصر التى يمكن أن تثبت تحت هذه الظروف؛ مثل: الحديد. والفوسفور وغيرهما.

وتعقم المزارع الرملية بطرق التعقيم العادية بالمركبات الكيميائية، مثل: الفابام، الذى يمكن المعاملة به من خلال نظام الرى، لكنه لا يفيد فى التخلص من فيروسى موزايك التبغ وموزايك الخيار إن وجدا فى البيئة الرملية؛ حيث يلزم التخلص منهما بالتعقيم بالبخار.

مميزات وعيوب المزارع الرملية

المميزات

١- تعتبر المزارع الرملية من النظم المفتوحة التى لا يُعاد فيها استخدام المحلول المغذى. ولذا تقل فيها احتمالات انتشار أمراض الذبول وأعفان الجذور التى تحدث فيها الإصابة من خلال الجذور.

٢- تقل فيها احتمالات انسداد أنابيب الصرف بالنمو الجذرى؛ لأن البيئة الرملية تشجع على الانتشار الأفقى للجذور.

٣- تتوفر تهوية جيدة للجذور عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط مع الاختيار الدقيق للرمال المستخدمة فى المزرعة.

٤- تساعد حبيبات الرمل الدقيقة على انتشار المحلول المغذى أفقيًا ليصل إلى كل المجموع الجذرى للنبات

٥- لا توجد أية احتمالات للتغذية بمحلول سمادى غير متوازن؛ لأن كل نبات يصل إليه محلول سمادى جديد بصورة دائمة.

٦ -تقل فيها التكلفة الإنشائية عما فى أنواع المزارع اللاأرضية الأخرى.

٧- تكون إدارة وصيانة المزرعة الرملية أسهل مما فى أنواع المزارع اللاأرضية الأخرى

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.

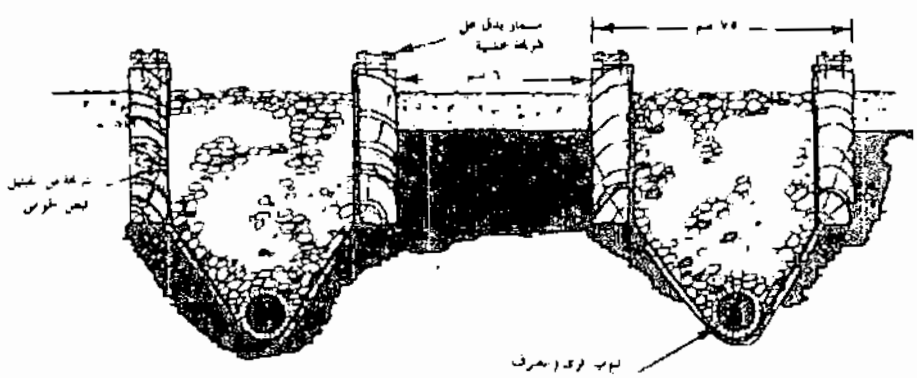
ويكفى عادة ٢٠-٣٠ دقيقة لضخ المحلول المغذى، وصرف الزائد منه بالكامل؛ بحيث لا يتبقى منه سوى غشاء رقيق يحيط بالحصى حتى الرية التالية. ويمكن تحقيق ذلك بوضع أنابيب صرف كبيرة فى قاع مزرعة الحصى.

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

ونظرًا لأن امتصاص النباتات للماء يكون أسرع من امتصاصها للعناصر، فإن التركيز العام للعناصر بالمحلول المغذى يزداد مع استمرار استعماله فى الرى. ولهذه 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 بمعدل امتصاصه نفسه للعناصر الأخرى، مع عدم السماح بزيادة درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى عن ٤ ملليموز/سم، علمًا بأن المجال المناسب يتراوح بين ٢ ملليموز و 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

المحافظة على حجم المحلول المغذى

يجب الإبقاء على كمية المحلول المغذى ثابتة لمنع تركيز الأملاح به. ويتوقف مقدار

ماء المضاف على كمية الماء التى يمتصها النباتات، والتى تتراوح عادة بين ٥٪ و 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

وكاجراء 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 لترا، 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 بالقدر نفسه، 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 تغيير فيه، مع تعديله إن لزم الأمر ليكون دائمًا فى المجال المناسب، وهو ٦-٦,٥. وأفضل وسيلة لتعديل الـ pH هى باستخدام الأحماض والقلويات (Johnson ١٩٧٩، و Resh ١٩٨٥)

مميزات وعيوب مزارع الحصى

المميزات

من أهم مميزات مزارع الحصى ما يلى:

١- تجانس رى وتغذية النباتات.

٢- يمكن أتمتة النظام بالكامل.

٣ - توفير تهوية جيدة للجذور

٤- تصلح لإنتاج عديد من المحاصيل.

٥- تناسب المناطق التى لا تصلح أراضيها للزراعة.

٦- كفاءة استخدام المياه والأسمدة، لأن النظام مغلق.

العيوب

من 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 الفيوزارى، وذبول فيرتيسيليم (Resh ١٩٨٥).

مزارع بالات القش

إقامة مزارع بالات القش

تعتبر مزارع بالات القش Straw Bale Culture من النظم المفتوحة Open Systems التى لا يعاد فيها استعمال المحاليل المغذية.

وقد استخدمت مزارع بالات القش فى أوروبا وفى بعض البلدان العربية — كالعراق —

تعرض انتاج الحبار ومن اهم عيوبها أن القش يكون سريع التحلل؛ فلا يمكن استعماله لا لموسم زراعي واحد. لكن هذا التحلل يساعد على رفع درجة حرارة جذور النباتات، وزيادة نسبة غاز ثاني اكسيد الكربون في الصوبة.

يكفي – عادة – من ١٠ إلى ١٥ طنًا من بالات القش لكل ١٠٠٠م٢ من البيوت المحمية.

تفرش أرضية البيت أولاً بشرائح البوليثيلين، ثم توضع بالات قش القمح أو الشعير عليها او في خندق -- في موضع خطوط الزراعة. على أن يزيد عرض شرائح البولثيلين عن عرض البالات المستعملة بمقدار ٣٠ سم من كل جانب، ثم تشبع البالات جيدا بالماء الدافئ الذي تتراوح حرارته بين ٥٠°م و ٧٠°م، ويلزم لذلك عادة ٦٠ لتر ماء يوميًا لكل بالة (زنة ٢٠ كجم) لمدة أربعة أيام وبعد ذلك تضاف نترات الأمونيوم بمعدل ١٤٠ – ١١٠ جم لكل بالة. ثم تروى يوميًا لمدة أيام ويضاف في كل من اليومين السابع والعاشر نحو ١٥ جرامًا اخرى من نترات الأمونيوم، كما تضاف أيضًا في اليوم العاشر الكميات التالية من الأسمدة لكل ٢٠ كيلو جرامًا من القش

٣٠٠ جم سوبر فوسفات أحادي

٣٠٠ جم نترات بوتاسيوم

٨٥ جم كبريتات مغنيسيوم

٥٥ جم كبريتات الحديدوز

ثم تروى النباتات يوميًا إلى أن تصبح بالات القش جاهزة للزراعة ويجب عدم استخدامها في الزراعة قبل أن تنخفض حرارتها إلى ٢٨°م، لأنها قد تصل إلى ٦٠°م وهي في ذروة التحلل.

وتجرى الزراعة بوضع نباتات الخيار أو الطماطم في حفرة صغيرة تعمل في البالة وتتسع لصلبه لجذور وقد تضاف التربة لهذه الحفرة إن كانت الجذور بدون صلية حولها وتروى النباتات بعد ذلك بطريقة التنقيط مع حقن الماء المستعمل في الري بالمحاليل المغذية القياسية المركزة

ويراعى فى هذا النظام عمل حساب النقص الذى يحدث فى ارتفاع البالة نتيجة التحلل بجعل الخيوط التى تربى عليها النباتات مرتخية قليلاً؛ حتى لا يؤدى تحلل البالة ونقص ارتفاعها إلى نزع النباتات من جذورها خارج القش. كما يراعى أن الاحتياجات المائية تكون أكبر؛ نتيجة لزيادة مسطح التبخر من بالات القش (عن Wittwer & Honma ١٩٧٩).

وقد تروى مزارع القش بطريقة الرذاذ (المست) مع إضافة الأسمدة الصلبة إلى سطح البالات لتذوب تدريجيًا فى ماء الرى.

خدمة مزارع بالات القش

إن من أهم عمليات خدمة مزارع بالات القش ما يلى:

١- الرى:

يجب الاهتمام بالرى المستمر، وذلك لضعف قدرة القش على الاحتفاظ بالماء ويتم الرى إما بالتنقيط (خاصة فى المواسم الباردة)، وإما بالرذاذ (خاصة فى المواسم الحارة).

٢- التسميد:

تحتاج النباتات فى مزارع القش إلى مزيد من التسميد، وخاصة الأسمدة الآزوتية والبوتاسية، كما يتعين كذلك التسميد بالعناصر الدقيقة إما مع ماء الرى بالتنقيط، وإما رشًا على النباتات. وإذا ظهرت حاجة إلى التسميد ببقية العناصر الضرورية - مثل الفوسفور، والكالسيوم، والمغنيسيوم - فإنها تضاف إما مع ماء الرى بالتنقيط، وإما على سطح بالات القش.

مميزات وعيوب مزارع بالات القش

تتميز مزارع بالات القش بما يلى:

١- عدم الحاجة إلى تعقيم التربة؛ لأنها تكون معزولة عن بالات القش بشريحة بلاستيكية.

٢- عدم الحاجة إلى عمليات تجهيز الأرض للزراعة.

٣- توفر تهوية جيده للجذور.

٤- توفر العناصر الغذائية بصورة ميسرة للنبات

٥ تنطلق كميات كبيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون نتيجة لتحلل القش، الأمر الذى يرفع من معدلات البناء الضوئى

ومن أهم ما يعيب هذه المزارع احتياجها إلى كميات كبيرة من مياه الرى، كما أن لمس المسمص يجب أن يكون خاليا تماما من بقايا مبيدات الحشائش.

مزارع الصوف الصخرى

الصوف الصخرى وخصائصه

تعتبر مزارع الصوف الصخرى Rockwool Culture من النظم المفتوحة open Systems التى لا يعاد فيها استخدام المحاليل المغذية. وفيها تنمو جذور النباتات فى بيئة صناعية تسمى بالصوف الصخرى Rockwool (يشبه اللباد)، وتسقى بماء يحقن أثناء عملية لرى بالمحاليل القياسية المركزة للعناصر المغذية، ويكون الرى فيها بطريقة التنقيط

وقد بدأت مزارع الصوف الصخرى فى الدانمرك فى الخمسينيات من القرن الماضى، وانتشرت فى السنوات الأخيرة فى دول أخرى كثيرة، وحلّت جزئيًا محل مزارع تقنية العتء المغذى التى ترتفع تكاليفها الإنشائية، وتعتمد كثيرًا على الطاقة فى تشغيلها

ويصنع الصوف الصخرى بتسخين الحجر الجيرى وصخر البازلت معًا إلى درجة ١٦٠٠ م، حيث ينصهران، ثم يتدفقان فى جهاز يدور بسرعة عالية جدًا، حيث تتكون من السائل المنصهر ألياف رفيعة تضاف إليها مواد أخرى قبل أن تبرد؛ لتجعلها قادرة على الاحتفاظ بالرطوبة وعندما يتجمد المنتج النهائى، فإنه يكون على شكل وسائد طولية من ألياف بقطر ٥ ميكرونات. وتحتوى على ٩٧٪ مسافات بينية مملوءة بالهواء. وتبلغ كثافتها ٧٠ كجم/متر مكعب وتكون الألياف - فى وسائد الصوف الصخرى المستعمل فى الأغراض الزراعة —

رأسية. لتسمح بتحرك الماء ونمو الجذور رأسيًا بصورة جيدة. أما الألياف الأفقية، فإن الجذور لا تتعمق خلالها كثيرًا، بل تميل إلى النمو الأفقي.

هذا . ولا يتحلل الصوف الصخرى بيولوجيًا، ولا يحتوى على أية مواد ذائبة، وعليه .. فإنه لا يمد النبات بأى غذاء. كما أنه لا يدمص العناصر المغذية؛ لأن سعته التبادلية الكاتيونية لا تذكر. ويتراوح الـ pH فيه بين ٧ و ٨,٥. وفى بداية الزراعة نجد أن الصوف الصخرى يؤدى إلى رفع pH المحلول المغذى الذى يبلله لأول مرة بمقدار وحدة pH ولهذا فإنه يجب أن يقل pH المحلول المغذى بهذا القدر عند أول استخدام للوسائد

من أهم مزايا الصوف الصخرى أنه رخيص نسبيًا. وخامل كيميائيًا، ولا يتحلل بيولوجيًا. ويحتوى على فراغات هوائية بنسبة حوالى ٩٧٪، وفراغاته متجانسة فى الحجم (وذلك أمر مهم بالنسبة للاحتفاظ بالماء)، ويسهل تصريف المحلول المغذى الزائد منه. كما يسهل تدفئته شتاءً.

ويتوفر الصوف الصخرى على الأشكال التالية:

١- على شكل حبيبات صغيرة تفيد فى زيادة التهوية بمخاليط الزراعة التى تستعمل فى الأصص. حيث تضاف إلى المخاليط بنسبة ٣٣٪ بالحجم.

٢- على مكعبات طول ضلعها ٤ سم أو ٧,٥ سم لأغراض إنتاج الشتلات. ترص المكعبات الصغيرة على طاولات الزراعة. أما الكبيرة، فإنها تغلف من جوانبها بالبوليثيلين. لمنع التبخر والنمو الجانبى للجذور فى المكعبات المجاورة. ويمكن أن تجهز المكعبات الكبيرة بانخفاضات صغيرة فى مركزها لتوضع بها المكعبات الصغيرة.

٣- على شكل وسائد بسمك ٥ ٧ سم. وعرض ١٥-٣٠ سم. وبطول ٧٥، و ١٠٠، و ١٢٥ سم. وتعبأ الوسائد فى أكياس من البوليثيلين الأبيض، أو الأبيض من الخارج والأسود من الداخل.

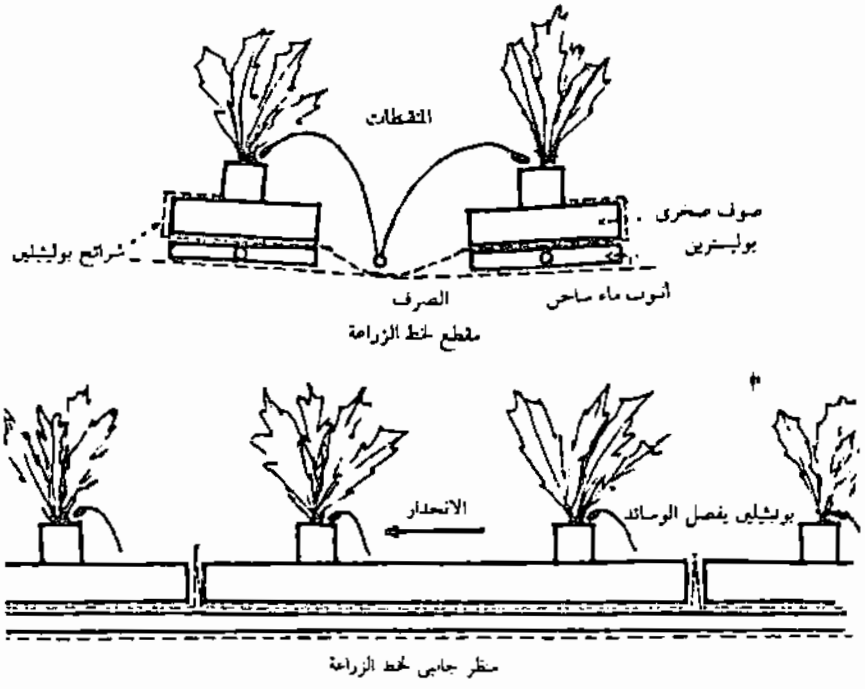
ومن أهم مزايا مزارع الصوف الصخرى (والبرليت) عدم إعادة استعمال المحلول المغذى فيهما، فلا توجد فرصة لانتشار المسببات المرضية التى تعيش فى بيئة نمو الجذور، فضلاً عن أن المرض – إن وجد – لا ينتشر خارج الوسادة أو الكيس

ونظرًا لارتفاع أسعار الصوف الصخرى، فقد تقلصت كثيرًا أحجام الوسائد المستخدمة منه فى الزراعة ففى أريزونا تستخدم وسائد بأبعاد ٧٥ × ١٣٠ × ١٥ سم لزراعة ٦ نباتات طماطم، حيث يخص كل نبات ٢٤٣٨ سم^{3} – فقط – من بيئة نمو الجذور، ولذا .. فإنها تُروى أكثر من ٣٠ مرة يوميًا (Jensen ١٩٩٧).

إنشاء وخدمة مزارع الصوف الصخرى

يتم فى مزارع الصوف الصخرى زراعة البذور – مباشرة – فى مكعبات صغيرة من الصوف الصخرى توجد بقمتها حفرة صغيرة. تشبع هذه المكعبات الصغيرة بالمحلول المغذى، و "تشتل" على مكعبات أكبر من الصوف الصخرى التى تُصنع خصيصًا لتلقى المكعبات الأصغر التى توجد بها البذور النباتية. تلف هذه المكعبات الأكبر من جوانبها بغشاء بلاستيكى أسود. ثم توضع على ألواح الصوف الصخرى الممتدة على أرض البيت المحمى. تكون الألواح – عادة – بعرض ١٥–٣٠ سم، وبطول ٧٥–١٠٠ سم، وبسمك ٧,٥ سم. ويزرع – عادة – بكل وسادة نباتا خيار، أو ثلاثة نباتات طماطم أو فلفل. ويكون الرى – دائمًا – بالتنقيط فى مزارع الصوف الصخرى ويوضح شكل (٥–٤) التصميم العام للمزرعة.

يكون شتل المكعبات الصغيرة على الألواح من خلال ثقوب تعمل فى الغشاء البلاستيكى وإذا كان المجموع الجذرى جيد التكوين فى المكعبات فإنه يتحرك نحو الألواح فى خلال يومين إلى ثلاثة أيام. ويتلقى كل نبات المحلول المغذى الخاص به من خلال نقاطات خاصة بكل نبات، وبمعدل يتناسب مع حاجة النبات والظروف البيئية.



شكل (٥-٤) تخطيط لمزرعة صوف صخرى.

تغطى أرض الصوبة بغشاء من البولیثیلین الأبيض لأجل النظافة وعكس الضوء الساقط عليه. وترص ألواح الصوف الصخرى — عادة — فى خطوط مزدوجة، وتلف كل منها بغشاء من البوليثيلين الأبيض.

ويؤدى تغليف وسائد الصوف الصخرى بالبوليثيلين إلى منع تسرب المحلول المغذى إلى المناطق المنخفضة ومنع انتشار الأمراض. وتُشق فتحات صغيرة فى الغلاف البلاستيكى للوسائد قرب القاعدة بالجانبين فى منتصف المسافة بين النباتات، وكذلك فى نهايتى كل وسادة؛ للمساعدة على تحسين الصرف، وتشجيع الحركة الأفقية للمحلول المغذى فى الوسادة

عند صف وسائد الصوف الصخرى (أو أكياس البرليت) فإنها يجب أن توضع على ارضية منحدرة قليلا نحو قناة سطحية لتجميع ماء الصرف توجد فى منتصف المسافة بين

صفى الوسائد أو الأكياس، وهى التى يجب أن تبعد عن بعضها البعض (من المركز للمركز) بمسافة ١٥٠ سم ويتم عمل شقوق عند حافة قاعدة كل كيس للسماح بصرف اماء الزائد إلى القناة المركزية، لتتجمع ويتم إخراجها من الصوبة ولا يعاد استعمال المحلول الغذائى المنصرف فى الرى، ولكن يمكن استعماله فى تسميد الزراعات الخارجية.

وإذا رُغب فى تدفئة الألواح فإنها ترص فوق ألواح من البوليسترين المتعرج فى سطحه العلوى ليوفر مكانًا لأنابيب الماء الساخن (Marr ١٩٩٤، و Sweat & Hochmuth ٢٠٠١)

تسقى النباتات دائمًا بالمحاليل المغذية بنظام حقن المحاليل القياسية المركزة فى ماء الرى أثناء عملية الرى وتحتاج النباتات إلى ثلاث ريات يوميًا فى المتوسط، لكن عدد الريات قد يختلف عن ذلك حسب حجم النباتات ودرجة حرارة الجو ويجب أن يتوقف الرى عندما يبدأ تنقيط المحلول المغذى من الوسادة، مع إعطاء رية غزيرة كل فترة لمنع تراكم الأملاح داخل الوسائد.

إن التحكم فى تدفق المحلول المغذى فى مزارع الصوف الصخرى والبرليت يجب أن يكون عند المنبع (الـ starter tray)، بحيث يكون المعدل ١٥٠ مل فى كل رية لكل وسادة صوف صخرى أو كيس برليت، ويمكن تعديل معدل التدفق فى النظام وفى فترة دورة التشغيل لتحقيق ذلك الهدف.

ويمكن التحقق من صحة معدل التدفق بمقارنة درجة التوصيل الكهربائى فى المحلول المغذى الداخل للنظام بتلك التى تكون بالمحلول المنصرف من الوسائد أو الأكياس. ويكون حجم المحلول المنصرف — عادة — فى حدود ١٠٪ إلى ٢٠٪ من حجم المحلول الذى دخل النظام ابتداءً. ويجب ألاّ تتباين درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المنصرف بأكثر من مللى موه واحد (وحدة EC واحدة) على أى من جانبى درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى المستعمل. ويستدل من الـ EC الأعلى من ذلك فى وسائد أو أكياس الزراعة أن الرى لم يكن بالقدر الكافى، مما جعل النباتات تستهلك الماء بسرعة

أكبر من امتصاصها للأملاح. وفى مزارع الأكياس وبعض أنواع المزارع اللاأرضية الأخرى يضاف الماء أو المحلول المغذى حتى بداية حدوث الصرف، ويتم ضبط دورة التشغيل على التشغيل (on) حتى تلك النقطة التى ينصرف منها المحلول من الأكياس (Hochmuth ٢٠٠١أ).

ويجب اختيار النقاطات التى لا تتعرض للانسداد بسهولة، والتى يمكنها تزويد المحصول المزروع بالكمية الكافية من المحلول المغذى خلال فترة زمنية قصيرة ولتحقيق ذلك يجب ألا يقل قطر فتحات النقاطات عن ١,٢٥ مم، وخاصة بالنسبة لمزارع الصوف الصخرى والأكياس والأغوار، كما يحسن أن تكون النقاطات ظاهرة أعلى بيئة الزراعة، ليمكن فحصها والتعرف على معدل التصرف منها ومشاكل انسدادها إن وجدت (Hochmuth ٢٠٠١أ)

ويستدل من دراسات Drews (١٩٩١) على أن استمرار الرى بالماء العذب — بعد استكمال إضافة المحلول المغذى — كان ضروريًا لخفض تراكم الأملاح فى الوسائد، وأن إضافة الماء الزائد بنسبة ٢٠٪ كان أفضل من إضافته بنسبة ١٠٪، حيث أدى تراكم الأملاح إلى ارتفاع درجة التوصيل الكهربائى فى الوسائد إلى ٣,٥ –٥,٥، مقارنة بـ ٥,٠–١٠,٧ ملليموز/سم فى الحالتين على التوالى، وصاحب ذلك زيادة المحصول الكلى بمقدار ١٢٪ عندما أضيف الماء الزائد (لغسيل الأملاح).

هذا .. ولا يكون توزيع المحلول المغذى متجانسًا فى كل الوسائد. فعندما يكون سمك الوسائد ١٥ سم نجد أن الـ ٢,٥ سم السفلية تكون مشبعة كلية بالماء، ثم تقل درجة التشبع بالماء تدريجيًا كلما اتجهنا إلى أعلى حتى تصل إلى ١٠٪ فقط من المسافات البينية فى الـ ٢,٥ سم العلوية. أما عندما تكون الوسائد بسمك ٧,٥ سم، فإن المحلول المغذى يضاف إليها بما يكفى لملء ٧٧٪ من المسافات البينية، ويترك الباقى مملوءًا بالهواء. ولهذا السبب فإنه يجب — عند استعمال مكعبات صغيرة فى إنتاج الشتلات — أن توضع على سطح مسامى لتحسين التهوية بها.

ومن الضرورى سحب عينات أسبوعية من المحلول المغذى من داخل الوسائد بحقن خاصة لاختيار تركيز العناصر به ومعرفة أى تغير فى الـ pH ويتم تعديل معدل حقن المحاليل السمادية المركزة فى ماء الرى، تبعًا لنتائج التحليل، بحيث تظل درجة التوصيل الكهربائى دائمًا فى حدود ١٧-٢,٠ ملليموز

ويمكن استخدام وسائد الصوف الصخرى لمدة سنة فى إنتاج الخيار، ولمدة سنتين فى إنتاج الطماطم وفى حالة استعمالها لمدة سنتين، فإنه يجب تعقيمها بعد انقضاء السنة الأولى. ومن الفضل رى المحصول خلال الأيام الأخيره بالماء فقط، للعمل على خفض مستوى الأملاح بالوسائد للزراعة التالية ويمكن التخلص من الماء الزائد فى الوسائد قبل التعقيم، بمنع الرى خلال الأيام الثلاثة الأخيرة من المحصول السابق كما يساعد وضع الوسائد على جانبها فى سرعة التخلص من الماء الموجود بها ويجرى التعقيم كيميائيًا أو بالبخار لمدة ٣٠ دقيقة بعد رص الوسائد بعضها فوق بعض وتغطيتها بغطاء مناسب لهذا الغرض. ويفضل قلب الوسائد على الجانب الآخر قبل استعمالها فى الزراعة الثانية (عن Nelson ١٩٨٥)

مزايا مزارع الصوف الصخرى

إن من أهم مزايا مزارع الصوف الصخرى، ما يلى

١- خفة وزن الصوف الصخرى وهو جاف، وسهولة تداوله

٢- من السهل تدفئته من عند قاعدته

٣- يسمح بدقة وتجانس الرى بالمحلول المغذى.

٤- تقل التكاليف الإنشائية عما فى النظم الأخرى (مثل مزارع الأكياس والـ NFT)

٥- تقل المخاطر التى قد تنشأ عند التوقف المؤقت لمضخات المحلول المغذى أو انقطاع التيار الكهربائى

إن الصوف الصخرى — وكذلك البرليت — يوفران درجة عالية من الحركة الشعرية للماء، فى الوقت الذى يحتويان فيه على نسبة عالية من الفراغات الهوائية، كما أن كليهما

خال من المسببات المرضية، إلاّ أنهما لا يوفران أى عناصر غذائية للمحاصيل التى تنمو فيهما. وينحصر دور تلك البيئات فى دعم الجذور، والاحتفاظ بالعناصر المغذية فى محلول حول الجذور.

٧- يمكن إعادة استعمال كلا من وسائد الصوف الصخرى وأكياس البرليت إذا ما عقمت بالبخار أو بالوسائل الأخرى المسموح بها. لكن - بالإضافة إلى التكلفة العالية للتعقيم وإعادة الاستعمال - فإن وسائد الصوف الصخرى وأكياس البرليت التى يعاد استعمالها كثيرًا ما تتباين فى قدرتها على توفير الحركة الشعرية للماء والتهوية، كما أن التداول الإضافى للصوف الصخرى يؤدى إلى انضغاطه. ولذا .. فإن إعادة استعمالهما لا يخلو من المخاطر. وفى كل الحالات يجب ألاّ تكون إعادة الاستعمال لأكثر من موسم واحد.

٨- من المزايا الأخرى لاستعمال الصوف الصخرى والبرليت أن أنظمة الرى فيهما تكون مفتوحة. فلا يدور المحلول المغذى على كل النباتات كما فى حالة تقنية الغشاء المغذى، الأمر الذى تتقدم معه فرصة انتقال أى إصابة مرضية جذرية خارج وسادة الصوف الصخرى الواحدة أو كيس البرليت الواحد. هذا .. فضلاً عن أن تهوية الجذور تكون أفضل كثيرًا فى الصوف الصخرى والبرليت عما فى تقنية الغشاء المغذى (Hochmuth & Hochmuth ٢٠٠٤).

مزارع مخاليط البيت موس مع المواد الأخرى

تعتبر مزارع مخاليط البيت Peat Mixtures والمواد الأخرى - كالرمل، والفيرميكيوليت، والبرليت، والبوليسترين، ونشارة الخشب - من النظم المفتوحة Open Systems التى لا تستعمل فيها المحاليل المغذية سوى مرة واحدة. وفيها تنمو النباتات فى مخاليط خاصة أساسها البيت موس غالبًا. يكون الرى بطريقة التنقيط مع حقن ماء الرى بالمحاليل القياسية المركزة للعناصر المغذية.

مكونات مخاليط الزراعة

تناولنا - بالتفصيل - موضوع البيت موس ومختلف المواد الأخرى التى تدخل فى

تكوين بيئات الزراعة. وتركيب عديد من مخاليط الزراعة الشائعة الاستعمال فى كتاب "تكنولوجيا إنتاج الخضر" (حسن ١٩٩٧ب)، ونكتفى فى هذا المقام بتقديم عرض موجز لهذه المواد وأهم خصائصها والمخاليط التى تُحضر منها.

١- البيت موس peat moss:

البيت موس هو أحد أنواع البيت، وهو يتكون تحت ظروف المستنقعات الباردة بنمو نباتات تنتمى للـ Bryophyta — بكثافة عالية. ثم تموت وتستقر فى قاع المستنقع؛ وتتراكم فوق بعضها دول أن تتحلل كيميائيًا بسبب برودة المياه ونقص الأكسجين. ولكن تحدث لها تغيرات فيزيائية نتيجة لتجمد النباتات ثم تفككها سنويًا.

والبيت موس خفيف الوزن (يزن ٦٠-٧٠ كجم/م^3)، تبلغ فيه نسبة الفراغات حوالى ٩٥ ٪. ويحتفظ بالرطوبة بدرجة عالية (يمكن أن يبلغ محتواه الرطوبى ١٥ مثل وزنه)، وتفاعله حامضى (يمكن أن ينخفض رقمه الأيدروجينى إلى ٣,٨)، وهو ذو سعة تبادلية كاتيونية عالية تقدر بنحو ١٥٠ ملليمكافئ/١٠٠ جم عند تعديل الـ pH إلى ٧,٠، كما أنه فقير فى محتواه من مختلف العناصر المغذية للنبات؛ لذا .. يلزم دائمًا تخصيبه بالأسمدة، مع رفع رقمه الأيدروجينى إلى التعادل باستعمال الحجر الجيرى (بودرة البلاط)

٢- الفيرميكيوليت Vermiculite:

يحصل على الفيرميكيوليت من مناطق رسوبية طبيعية وبتسخين الخامة الأصلية إلى نحو ١٠٩٤ م تتحول جزيئات من الماء — تربط بين صفائح المعدن — إلى بخار؛ ليزداد حجم الخامة الأصلية إلى ١٢-١٥ مثل حجمها

والفيرميكيوليت معقم. خفيف الوزن (يزن ٧٥-١٥٠ كجم/م^3)، ويحتفظ بالماء، ومتعادل أو حامضى قليلا. وذو سعة تبادلية عالية (حوالى ٢٠ ملليمكافئ/١٠٠ جم)، ويحتوى على كميات كبيرة نسبيًا من البوتاسيوم والمغنيسيوم تفى بحاجة النبات، وعلى كميات من الكالسيوم تكفى النبات فى بداية نموه.

٣- البرليت Perlite:

البرليت عبارة عن حجر بركانى أساسه السيلكا، يُطحن ثم يسخن إلى ٩٨٢°م؛ حيث يتمدد ليكوّن جزيئات بيضاء ذات خلايا هوائية عديدة مغلقة.

والبرليت يعد بديلاً جيدًا للرمل؛ حيث يوفر تهوية جيدة، ويتميز عن الرمل بخفه وزنه (يزن حوالى ١١٠ كجم/م^3)، وهو معقم وخامل كيميائيًا. يلتصق الماء بسطح جزيئات البرليت، ولكنه لا يدمص داخل التكتلات. وهو ليس له أية سعة تبادلية كاتيونية، ويبلغ رقمه الأيدروجينى ٧,٥ (عن Nelson ١٩٨٥).

إن إعادة استعمال البرليت غير المعقم يشكل خطورة كبيرة؛ فضلاً عن أن تكلفة إعادة استعماله (التداول والتعقيم وإعادة التعبئة) عالية. ويمكن للمستويات العالية من المادة العضوية فى البرليت المستعمل أن تؤثر فى برنامج الرى فى بداية موسم نمو المحصول، ذلك لأن البيئة التى يُعاد استخدامها تحتفظ بكميات أكبر من الماء؛ بسبب محتواها العالى من المادة العضوية فى صورة مخلفات جذور من المحصول السابق، كما أن تلك الجذور قد تأوى مسببات مرضية.

٤- نخاع ساق نبات التيل Kenaf Stem Core:

اقترح Pill وآخرون (١٩٩٥) استعمال نخاع ساق نبات التيل بعد جرشه؛ ليصبح على شكل جزيئات يتراوح قطرها بين ملليمترين و ٤ ملليمترات. يتم أولاً نقع النخاع المجروش فى ماء يحتوى على نيتروجين بتركيز ٥٠٠٠ جزء من المليون على صورة نترات أمونيوم. وقد استخدم هذا الجريش بنجاح — فى بيئات الزراعة — بنسبة ٣٠٪ بالحجم — مع البيت موس بنسبة ٧٠٪ — كبديل للفيرميكيوليت أو البرليت فى هذه البيئات.

٥- صوف الخبث Slagwool:

يتخلف عن أفران إنتاج الحديد والصلب ما يعرف باسم "الجلخ" أو "الخبث slag"، وهى مادة غنية فى الفوسفور الميسر، ويمكن إضافتها إلى التربة الزراعية

لزيادة محتواها من هذا العنصر. ولكن الاستعمال الأفضل لهذه المادة — التى تتراكم بكميات كبيرة — هو إعادة صهرها على حرارة عالية وتشكيلها — من جديد — فى صورة ألياف fibers، أو صوف wool يمكن استخدامه كعازل حرارى، ويعرف هذا المنتج باسم "صوف الخبث".

يبلغ الحد الأقصى لقطر ألياف صوف الخبث ٨ ميكرونات، وهو يصلح كبديل للصوف الصخرى؛ حيث يتشابه معه فى كثير من الخصائص، ويتفوق عليه فى بعضها؛ فهو يحتفظ بالرطوبة بنسبة حوالى ٩٤٠٪ مقابل ٦٥٠٪ للصوف الصخرى، وكلاهما ذو رقم أيدروجينى يزيد قليلاً عن التعادل (حوالى ٧,٥)، بينما ألياف صوف الخبث أكثر اندماجًا وأكثر ثباتًا من ألياف الصوف الصخرى. وما يتم تصنيعه من صوف الخبث فى مصر — حاليًا — يكون فى صورة مفككة يمكن إدخالها ضمن مكونات مخاليط الزراعة، ولكن تصنيعها على صورة مكعبات ووسائد يمكن أن يجعل منها بديلاً طبيعيًا للصوف الصخرى (عن أبو الروس وشريف ١٩٩٥).

٦ – نشارة الخشب:

إن المواد العضوية الغنية بالألياف (مثل نشارة الخشب والقش) فى بيئات المزارع اللاأرضية تزيد فيها نسبة الكربون إلى النيتروجين، وتعرف بقدرتها العالية على استهلاك النيتروجين من بيئة الزراعة، مما يؤدى إلى نقص العنصر خلال المراحل الأولى للنمو النباتى وعندما عوملت تلك البيئات بحامض النيتريك (وهى العملية التى تعرف باسم الـ nitration) بتركيز ١٠٪، ثم رُفع الـ pH إلى المستوى المناسب بالغسيل بالماء. ازداد النيتروجين المثبت فى مركبات اللجنين وعديدات التسكر الأبسط إلى نحو ٢٪ ونتيجة لذلك ازداد تيسر النيتروجين للنباتات خلال الأسابيع الخمسة الأولى من الزراعة ولقد أُنتج أعلى محصول للطماطم فى مزارع الصوف الصخرى، ثم فى مزارع نشارة الخشب التى عوملت بحامض النيتريك، بينما كان أقل محصول فى مزارع القش التى تعرضت للتحلل البيولوجى السريع (Kaniszewski وآخرون ٢٠١٠)

هذا .. ويبين جدول (٥-٢) الصفات الفيزيائية والكيميائية لعدد من المكونات التى تدخل فى تحضير بعض مخاليط الزراعة.

جدول (٥-٢): الصفات الفيزيائية والكيميائية للمواد المستخدمة فى بيئات الزراعة فى المزارع اللاأرضية.

المادة	الكثافة الظاهرية	القدرة على الاحتفاظ بالرطوبة	المسامية	السعة التبادلية الكاتيونية	سرعة التحلل (الكربون : النيتروجين)
تفل قصب السكر bagasse	منخفضة	عالية	عالية	متوسطة	عالية
نشارة الخشب	منخفضة	عالية	متوزسطة	عالية	عالية
قشور الأرز	منخفضة	منخفضة	عالية	متوسطة	متوسطة إلى عالية
قشارة الخشب	منخفضة	متوسطة	عالية	متوسطة	متوسطة إلى عالية
الفيرميكيوليت	منخفضة	عالية	متوسطة	عالية	—
البيت موس	منخفضة	عالية	عالية	عالية	متوسطة
القلف	منخفضة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة
الرمل	عالية	منخفضة	متوسطة	منخفضة	—
المنخفضة	٠,٢٥ جم/سم^{٣}	٪٢٠	٪٥	١٠ مللى مكافئ/١٠٠ سم^{٣}	١ : ٢٠٠
المتوسطة	٠,٢٥-٠,٧٥	٪٢٠-٪٦٠	٪٥-٪٣٠	١٠-١٠٠	من ١ : ٢٠ إلى ١ : ٥٠٠
العالية	٠,٧٥ <	٪٦٠ <	٪٣٠ <	١٠٠ <	١ : ٥٠٠ <

مخاليط الزراعة

إن معظم المخاليط التى تستعمل فى المزارع اللاأرضية يكون أساسها البيت موس، ويمكن أن يستعمل — لهذا الغرض — أىٌّ من المخاليط التى لا تدخل التربة المعدنية ضمن مكوناته. والتى ورد بيانها فى كتاب "تكنولوجيا إنتاج الخضر" (حسن ١٩٩٧ب). كذلك يمكن استعمال المخلوط المبين فى جدول (٥-٣) فى معظم هذه النوعيات من المزارع (عن Collins & Jensen ١٩٨٣).

جدول (٥-٣). مخلوط من البيت موس والعناصر الغذائية للاستخدام فى مزارع مخاليط البيت.

المادة	الكمية بالكجم لكل متر مكعب من البيت موس	تركيز العنصر فى المخلوط بالجزء فى المليون
حجر جيرى (بودرة بلاط)	٤,٢	—
حجر جيرى دولوميتى	٣,٠	٣٢٦ . Mg
سوبر فوسفات الكالسيوم	٤,٧٥	٣٧٠ : P
نترات الأمونيوم	٠,٤٥	١٥٠ : N
كبريتات البوتاسيوم	١,٥	٥٩٠ : K
فرتر العناصر الصغرى Frit WM 255	٠,٤	—

ويذكر Bres & Weston (١٩٩٣) أن إضافة الجل polyacrylamide gels، مثل الهيدروسورس HydroSource، والأجرى جل Agri-gel بمعدل ٣ كيلو جرامات لكل متر مكعب من خلطة زراعة قوامها البيت والبرليت والفيرميكيوليت بنسبة ١ : ١ . ١ -- على التوالى — عمل على زيادة احتفاظ بيئة الزراعة بالرطوبة وبالنيتروجين، الذى فقد من البيئة فى غياب الجل — بنسبة ٩٠٪-٩٥٪ للنيتروجين النتراتى، و ٣٣٪-٥٥٪ للنيتروجين الأمونيومى وقد ترتب على إضافة الجل إلى بيئة الزراعة زيادة المحتوى الآزوتى لأوراق الطماطم

وقد أدت إضافة الفرموكمبوست إلى بعض بيئات الزراعة (بيئة ألياف جوز الهند، وبيئة ألياف جوز الهند مع قلف أشجار الصنوبر الكمون) إلى زيادة محصول نباتات الطماطم المزروعة فيها جوهريًا، مع خفض فى شدة إصابة ثمارها بتعفن الطرف الزهرى (Surrage وآخرون ٢٠١٠)

وقد أدى خلط الطين المعقم مع نشارة الخشب بنسب تراوحت بين الصفر (الكنترول)، و ١٢٨ جم من الطين لكل لتر من نشارة الخشب فى بيئة الزارع

اللاأرضية للخيار إلى زيادة محصول الثمار الصالحة للتسويق، وتناسبت الزيادة طرديًا مع الزيادة فى كمية الطين المضافة (Ehret وآخرون ١٩٩٨).

وتُمتص معظم العناصر المغذية عندما يتراوح pH بيئة الزراعة بين ٥,٥، و ٦,٥.

يؤدى ارتفاع الـ pH عن ٧,٥ إلى خفض تيسر العناصر الصغرى والفوسفور، وبالمقارنة .. فإن البيئة الشديدة الحامضية يمكن أن تؤدى إلى التسمم ببعض العناصر الدقيقة، وخاصة عندما يدخل فى تركيب بيئة الزراعة تربة تحتوى على منجنيز وألومنيوم.

يمكن لـ pH بيئة الزراعة أن يتغير مع الوقت تبعًا لامتصاص عناصر كبرى معينة. فمثلاً يؤدى امتصاص النترات NO_3^{-1} إلى زيادة رقم الـ pH؛ ذلك لأن النبات يُحاول المحافظة على توازن الشحنة الكهربائية عبر الأغشية، بإطلاقه لأيون أيدروكسيل (OH^-).

ولامتصاص البوتاسيوم (K^+) تأثير عكسى، حيث إن النبات يطلق أيون الأيدروجين للمحافظة على توازن الشحنة؛ مما يؤدى إلى انخفاض الـ pH. ويحدث التغير السريع فى pH وسط الزراعة فى كل من المزارع المائية ومزارع الصوف الصخرى، مقارنة بمزارع بيئات الزراعة الصلبة؛ بسبب عدم وجود قدرة تنظيمية فى المزارع الأولى؛ ولذا .. يتعين تغيير المحاليل المغذية فيها على فترات، أو أن تضاف إليها الأحماض أو القواعد لإعادة الـ pH إلى المستوى المرغوب فيه (عن Hochmuth ٢٠٠١ب).

نظام الزراعة

ترتب أكياس الزراعة فى خطوط مزدوجة على أرضية الصوبة التى تكون مائلة قليلاً جدًا نحو قناة لتجميع الماء المنصرف بين خطى الزراعة. وبعد وضع الأكياس يجب بل البرليت جيدًا بالماء فقط أولاً، ثم بعد الانتهاء من ذلك يتم عمل شقوق الصرف بالأكياس.

يتم عمل شقوق الصرف بالقرب من قاعدة الأكياس لمنع تراكم الماء الزائد حول الجذور. ولا يحتاج الأمر لتوفر مخزون كبير من الماء فى الأكياس؛ ولذا .. فإن تلك الشقوق يجب

أن تكون منخفضة بدرجة تسمح بحدوث صرف كامل تقريبًا. هذا مع العلم بأن وجود مخزون كبير من الماء فى الأكياس يعنى نقص الحيز الهوى المتاح للجذور، وهو الحيز الذى يلزم لنمو النباتات جيدًا.

إن الشتلات التى تُستخدم فى مزارع البرليت يمكن إنتاجها فى عدة أنواع من البيئات، منها. الصوف الصخرى، والبرليت، والفيرميكيوليت. ويجب اتخاذ الاحتياطات لأجل تغطية كل صلية جذور الشتلة فى بيئة نمو الجذور عند شتلها، حتى لا تشكل الصلية وسيلة لتبخر الرطوبة منها. ولنفس هذا السبب يجب عدم وضع مكعبات الصوف الصخرى التى تنمو فيها جذور الشتلات على سطح بيئة البرليت. ويلى ذلك وضع نقاطات الرى بالتنقيط قريبًا من الشتلة بحيث يتم بل البرليت القريب منها جيدًا، ويمكن بعد ذلك بأسابيع قليلة إبعاد النقاطات لمسافة حوالى ٨–١٠ سم عن الشتلة (Hochmuth & Hochmuth ٢٠٠٣).

يمكن زراعة الخيار بالشتل فى أكياس الزراعة، ولكن يمكن أن تزرع بذوره مباشرة — كذلك — فى أكياس البرليت، خاصة وأن إنبات بذور الخيار مرتفع بدرجة تسمح بعدم وجود أى غياب تقريبًا. هذا بالإضافة إلى أن الزراعة المباشرة بالبذور توفر التكاليف الكبيرة لإنتاج الشتلات، وما تواجهه عملية إنتاج شتلات جيدة النوعية من تحديات. وقد يكون من المفيد زراعة بذور لإنتاج شتلات بنسبة ٥٪ من عدد النباتات الكلى المتوقع، وذلك فى نفس موعد زراعة البذور فى الأكياس، بما يسمح بملئ أماكن النباتات التى لم تنبت بذورها التى زرعت فى الأكياس.

ولقد أدت زراعة النبات المحب للملوحة seepweed (وهو *Suaeda salsa*) مع الطماطم فى نفس أكياس الزراعة فى الزراعات اللاأرضية، مع الرى بماء يحتوى على كلوريد صوديوم بتركيز صفر–٤ جم/لتر إلى خفض تركيز كلوريد الصوديوم فى أكياس الزراعة فى نهاية فترة الزراعة بنسبة ٥٠٪، مقارنة بالتركيز فى أكياس معاملة الكنترول. كذلك انخفض تركيز الصوديوم فى النموات الخضرية للطماطم، إلا أن *S. salsa* لم يمنع

تثبيط نمو نباتات الطماطم بفعل كلوريد الصوديوم. وعلى الرغم من أن زراعة *S. salsa* مع الطماطم قللت إصابة ثمار الطماطم بتعفن الطرف الزهرى، إلاّ أنها لم تؤثر جوهريًا فى وزن الثمرة، أو أعداد الثمار، أو المحصول (Albaho & Green ٢٠٠٠).

مزارع الأغوار

تعد مزارع الأغوار trough culture بديلاً للزراعة المباشرة فى التربة، حيث تنمو النباتات فى قنوات أو مجارٍ أو أغوار فوق سطح التربة. تُملأ تلك المجارى بنفس مخاليط الزراعة التى تستعمل فى مزارع الأكياس. تُصنع المجارى — عادة — من الخشب، ولكنها قد تصنع من أى مادة أخرى، وتكون — عادة — بعرض ٦٠–٧٥ سم وبعمق ١٥–٢٠ سم. وقد تبطن تلك القنوات بشريحة بلاستيكية لتسهيل تجميع المحلول المغذى الزائد. ويمكن تسهيل الصرف بجعلها مائلة قليلاً جانبيًا أو طوليًا أو جعل قاعها على شكل حرف V. وقد توضع أنبوبة مثقبة وسط القناة لتجميع محلول الصرف ونقله إلى مكان التجميع المركزى، علمًا بأن هذا النظام مفتوح ولا يُعاد فيه استعمال المحلول المغذى.

تُملأ الأغوار بمخلوط الزراعة، ثم يرطب المخلوط؛ الأمر الذى يؤدى إلى هبوطه؛ مما يتطلب إضافة المزيد منه. ويلزم — كذلك — إضافة المزيد من مخلوط الزراعة بين الزراعات لتعويض الفاقد منه بالأكسدة ومن الحيز الذى يقل منه بالهبوط.

يمكن إقامة مزارع الأغوار على أرضية الصوبة سواء أكانت أرض طبيعية، أم خرسانة. وعندما تكون الأغوار على مسافة ١٥٠ سم من بعضها البعض (من المركز للمركز)، فإنها تتسع لنفس عدد النباتات التى تزرع فى النظم الأخرى. هذا ويمكن أن تستخدم الأغوار المقامة لمدة ١٥–٢٠ سنة.

تكون الزراعة فى الأغوار فى خطوط مزدوجة إما مباشرة، وإما بالشتل، ويكون الرى فيها بنظام التنقيط. ويمكن — قبل الزراعة وأثناء تجهيز بيئة نمو الجذور — تزويد الخلطة ببعض الأسمدة. ويجب الحرص على ألا يزيد EC مستخلص بيئة الزراعة عن ٣,٠؛ الأمر الذى يمكن أن يحدث نتيجة امتصاص النباتات للماء بدرجة أكبر من امتصاصها للعناصر

والأملاح، أو نتيجة لتبخر الماء من سطح التربة. وتعالج تلك الحالة بالرى بالماء فقط لغسيل الأملاح الزائدة

ويمكن استعمال بيئة الزراعة فى الأغوار لعدة سنوات طالما أنه يتم بتعقيمها بين الزراعات بالبخار أو بالتبخير. كذلك فإن شبكتى الرى والصرف يلزم تنظيفهما وتطهيرهما بين الزراعات (Sweat & Hochmuth ٢٠٠١).

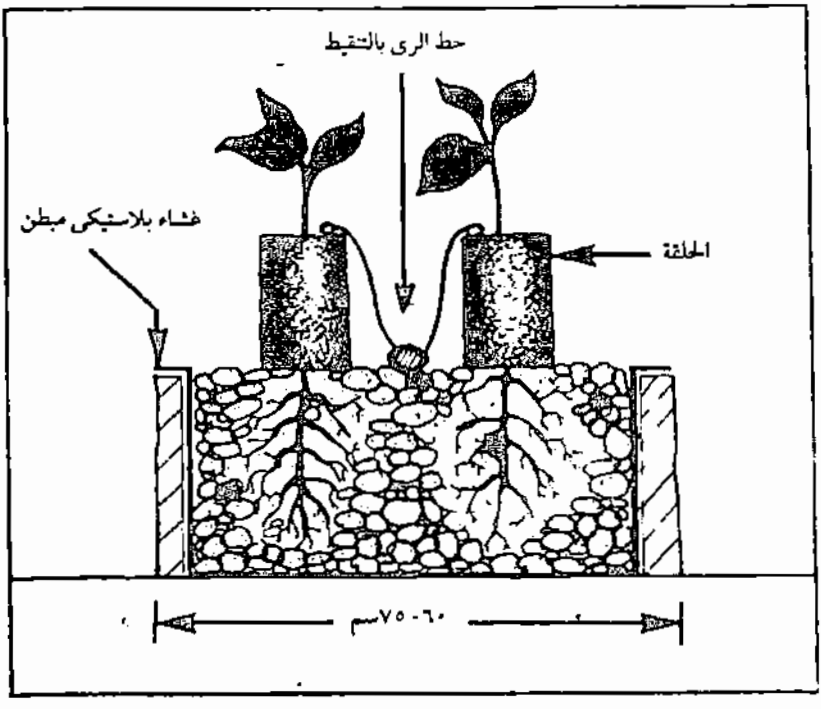
هذا ولا تختلف مزارع الأغوار عن الزراعات المحمية العادية سوى فى إمكانية التحكم الكامل فى بيئة الجذور وتجنب عدٍّيد من الإصابات المرضية التى تعيش مسبباتها فى التربة.

مزارع الحلقات

لا تختلف مزارع الحلقات عن مزارع الأغوار سوى فى وجود أسطوانات مفتوحة الطرفين من البلاستيك أو الورق غير المنفذ للرطوبة تكون بقطر ٢٠–٢٥ سم، وتوضع على سطح مخلوط الزراعة فى الأغوار، وتملأ بالمخلوط نفسه. وتزرع النباتات فى هذه الحلقات التى تشجع على زيادة النمو الجذرى، وترتفع درجة حرارتها بسرعة أكبر أثناء النهار خلال فصل الشتاء وبداية الربيع وتروى النباتات عند هذه الحلقات بطريقة التنقيط (شكل ٥–٥)

وتنتج بعض الشركات شرائح من البيت موس المغضوط المضاف إليه الحجر الجيرى لتعديل الرقم الأيدروجينى للبيت إلى المجال المناسب. تبلغ أبعاد هذه الشرائح عادة ٥٠ × ٦٠ سم، ولكن يمكن قطعها لتأخذ "البلوكات" الناتجة أبعادًا مختلفة؛ ٢٥ × ٦٠ سم، و ٣٠ × ٥٠ سم، و ٣٠–٢٥ سم، و ١٠ × ١٠ سم ... إلخ. أما ارتفاعها فيتراوح – بعد رى البيت – بين ٦ سم و ٧ سم. توضع هذه الشرائح فى المكان المخصص لها من الاغوار. على أن تكون المسافة بين كل شريحة وأخرى وبين الشريحة وجوانب الغور سنتيمترا واحدا. وهى المسافة التى يتمددها البيت موس بعد ابتلاله. وبعد رى شريحة البيت تورع الشتلات – وهى نامية فى أصص بدون قاع – على المسافات المناسبة من

الشريحة. حيث تستمر جذور النبات فى النمو فى شريحة البيت موس بعد ذلك. ويكون رى النباتات فى هذه المزارع — التى تعد نوعًا من مزارع الحلقات — بطريقة التنقيط.



شكل (٥–٥): مقطع عرضى فى مزارع حلقات Ring culture.

مزارع الأكياس

تنمو الخضر فى مزارع الأكياس bag culture فى مخلوط زراعة خلو من التربة، يوجد داخل كيس من البوليثيلين. يكون — عادة — بسمك ١٠٠ ميكرون، وبأبعاد ٣٥ × ٧٠ إلى ١٠٠ سم ويمكن لحام الكيس على مخلوط الزراعة، وقد يكون الكيس مفتوحا توضع الأكياس المغلقة على جانبها العريض على سطح تربة الصوبة، ويسمح بنمو النباتات فيها من خلال ثقوب يتم عملها بها. ويسمى هذا النظام للزراعة فى الأكياس باسم lay flat bags. أما الأكياس التى تترك مفتوحة من أعلى

فإنها تسمى upright bags، وفيها يُسمح بنمو نبات واحد بكل كيس. وفى كلا النظامين يخصص لكل نبات حيزًا من مخلوط الزراعة يقدر بنحو ١٠-١٥ لترًا.

يمكن أن تتكون مخاليط الزراعة فى مزارع الأكياس من أى من البيت والفيرميكيوليت ونشارة الخشب والصوف الصخرى وقشور الأرز وقلف الصنوبر وقشر القول السودانى إلخ. تملأ الأكياس — سواء أكانت أفقية أم رأسية — بالمخلوط المناسب، وتوضع فى صفوف مزدوجة على أرض الصوبة. تُنتج الشتلات فى مخلوط خاص مثل البيت والفيرميكيوليت أو الصوف الصخرى، وتشتل فى الأكياس بمعدل نبات واحد فى كل كيس فى نظام الأكياس المفتوحة من أعلى. أما الأكياس الأفقية فيتسع كل منها عادة لنحو ٢-٣ نباتات حسب حجمها. ويحتوى مخلوط الزراعة — عادة — على بعض الأسمدة لأجل النمو الابتدائى.

تروى الأكياس وتسمد من خلال نظام رى بالتنقيط، حيث يصل كل كيس نقاط وفرع من شبكة الرى (الاسباجتى) ويلزم عمل شقوق فى قاع الأكياس لصرف الماء الزائد، وهو الذى يتعين تجميعه.

ومن أهم مزايا مزارع الأكياس سهولة إقامتها، وعدم الحاجة إلى تعقيم مخاليط الزراعة، وتقليل مخاطر العدوى بمسببات الأمراض التى تعيش فى بيئة الجذور كالبثيم (Stanghellini et al. ٢٠٠١).

تُصنع الأكياس من البوليثيلين المقاوم للأشعة فوق البنفسجية، ويكون السطح الداخلى للبوليثيلين أسود اللون، أما سطحه الخارجى فإنه يجب أن يكون أبيض اللون فى المناطق التى ترتفع فيها شدة الإضاءة، لكى تعكس الضوء ولا ترتفع حرارة مخلوط الزراعة. وعلى العكس من ذلك، فإن السطح الخارجى للأكياس يجب أن يكون أسود اللون فى المناطق الباردة التى تنخفض فيها شدة الإضاءة.

تستعمل الأكياس لموسمى زراعة على الأقل، وهى أسهل كثيرًا وأقل تكلفة فى تعقيمها بالبخار عن التربة.

توضع الأكياس على سطح التربة حسب المسافات العادية للمحصول الذى يُرغب فى زراعته. ويكون من المفيد تغطية أرض الصوبة أولاً بغشاء من البوليثيلين الأبيض، فذلك يزيد من الأشعة الضوئية التى تنعكس من الغشاء نحو النموات النباتية، كما يقلل من الرطوبة النسبية ومن بعض الإصابات المرضية الفطرية (Carpenter ١٩٨٢، و Collins & Jensen ١٩٨٣، و Snyder & Bauerle ١٩٨٥، و Marr ١٩٩٤).

تحتاج نباتات الطماطم المكتملة النمو لنحو ١–١,٥ لتر من الماء (المحلول المغذى) يوميًا فى الشتاء، ولنحو ١,٥–٢,٥ لتر فى أيام الربيع الدافئة. وتتضمن تلك الكميات احتياجات الصرف — لغرض صرف الملح المتراكم — كذلك.

والأساس فى تحديد معدل الرى هو تحقيق التوازن بين كمية الماء التى يحتاجها المحصول مع الكمية الكلية التى تلزم للمحصول والصرف. والقاعدة الآمنة فى هذا الشأن هى الرى بالقدر الذى يكفى لصرف نحو ١٠٪–١٥٪ من المحلول المغذى فى كل رية للطماطم، ونحو ٢٠٪ للخيار. وهذا الصرف ضرورى لتقليل تراكم الأملاح فى بيئة الزراعة، وللتأكد من كمال ابتلال جميع الأكياس عند كل رية.

يمكن للطماطم أن تتحمل تركيزات عالية نسبيًا من الأملاح فى بيئة الزراعة، بدرجة أكبر من قدرة الخيار. ومع امتصاص النباتات للماء تتبقى بعض الأملاح فى بيئة الزراعة، وتتكون تلك الأملاح — غالبًا — من الكربونات والكبريتات، مثل كبريتات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم وكربونات المغنيسيوم. وإذا ما كانت درجة التوصيل الكهربائى (EC) للمحلول المغذى ١,٠ ديسى سيمنز/م، فإن النباتات يمكنها تحمل ارتفاع الـ EC فى البيئة إلى ١,٥. وإذا ما كانت درجة التوصيل الكهربائى ٢,٠ — كما يكون عليه الحال مع النباتات المكتملة النمو — فإن النباتات يمكنها تحمل ارتفاع الـ EC إلى ٢,٥–٢,٨. وتتعين مراقبة اتجاهات ارتفاع الـ EC، واتخاذ الإجراءات التصحيحية إذا ما استمر فى الارتفاع، وذلك بزيادة معدل الرى فى كل رية، أو بتقصير المدة بين الريات. ويكون من المفضل دائمًا الاحتفاظ بـ EC فى بيئة الزراعة أعلى قليلاً عما فى المحلول المغذى المستعمل.

وتجدر الإشارة إلى أن النباتات يقل استهلاكها من مياه الرى — كما يقل نموها — فى الجو البارد الغائم، ولذا فإنها تحتاج إلى كميات أقل من المحلول المغذى فى تلك الظروف (Hochmuth & Hochmuth ٢٠٠٣).

ويكون من المفضل وضع عدد من الأوعية فى أماكن متفرقة من البيت المحمى يصل إلى كل منها نقّاط إضافى من شبكة الرى. يتم طلاء تلك الأوعية باللون الأسود لتقليل النموات الطحلبية فيها، ثم يُمسح خط رأسى من الطلاء من القمة للقاعدة، بما يسمح برؤية مستوى المحلول فيها ويدرج هذا الخط بإضافة كميات متتالية معلومة من الماء وتعليم الخط الرأسى المسموح من الطلاء عند كل إضافة من الماء تسمح تلك الأوعية بالتعرف على كميات محلول الرى التى استعملت يوميًا كما أن وجود عدة أوعية منها يسمح بإعطاء فكرة عن مدى تجانس تصرف النقاطات، علما بأن المشاكل تبدأ عند زيادة عدم التجانس بين النقاطات عن ١٥٪. ويمكن بالإمساك بأحد أركان كيس البرليت مع رفعه وخفضه مرتين الإحساس بمدى خفة وزنه أو ثقله ومع اختبار ستة أكياس عشوائية من كل صوبة يوميًا يمكن التعرف على الأكياس التى لا تصلها كميات كافية من ماء الرى، وهى التى تكون أخف وزنًا من غيرها

ويجب التأكد من أن نقاطات الأوعية تتماثل تمامًا مع نقاطات الأكياس، وإلا فإننا قد نحصل على معدلات تصريف مختلفة كذلك يجب أن تكون فتحات النقاطات فى الأوعية أعلى من مستوى خط الرى فى الأكياس حتى لا يتسيفن (siphoning) المحلول من الأوعية أو إليها (Hochmuth & Hochmuth ٢٠٠٣).

قد تظهر بعض المشاكل — مثل الذبول، وأعراض نقص الحديد، وضعف النمو — عندما تنخفض حرارة بيئة نمو الجذور عن ١٨°م، الأمر الذى يمكن أن يحدث عند وجود فترات طويلة من الجو الغائم البارد وعندما تكون بيئة نمو الجذور باردة يقل امتصاص الماء والعناصر، ويمكن للنباتات أن تذبل فى الحال فى الجو الصحو الذى يأتى بعد جو بارد غائم ويمكن تجنب تلك المشاكل — عند توقعها فى منطقة الزراعة —

بتركيب مدفئات للأرضيات. كذلك فإن رفع أكياس الزراعة عن الأرض بمقدار ٢-٨ سم يسمح بعزلها عن الأرض الباردة.

يمكن استنفاذ الأكسجين الموجود فى الأكياس بمزارع البرليت بسرعة كبيرة، ذلك لأن الأكياس تكون مغلقة باستثناء فتحة صغيرة سطحية. وتزداد سرعة استنفاذ الأكسجين بزيادة سرعة النمو، وبارتفاع درجة الحرارة. وفى محاولة لدراسة تأثير مستوى الأكسجين فى المحلول المغذى لمزارع البرليت على محصول البطيخ وجودة ثماره، قورن المحتوى العالى للأكسجين (١٣,٥ مجم/لتر عند النقاطات. و ٤,٥ مجم/لتر فى المحلول المغذى المتواجد بالأكياس فى نهاية الدورة) بالمستوى العادى (٥,٩ مجم/لتر عند النقاطات، و ٣,٧ مجم/لتر فى المحلول المغذى المتواجد بالأكياس فى نهاية الدورة) .. تبين عدم وجود أى تأثير معنوى لمستوى الأكسجين فى المحلول المغذى على المحصول الكلى أو الصالح للتسويق، وعلى صفات جودة الثمار (Bonachela وآخرون ٢٠٠٥).

يجب تجميع المحلول المغذى من مزارع البرليت فى تانك كبير خارج الصوبة. وإذا كانت إدارة عملية الرى جيدة فإن هذا المحلول لا يكون غنيًّا فى محتواه من العناصر المغذية. ولكنه يحتوى على تركيزات منخفضة نسبيًّا منها؛ مما يجعله صالحًا للاستعمال فى رى المساحات الخضراء والحدائق ومحاصيل الخضر والمشاتل ... إلخ، كما يكون — أيضًا — مصدرًا لتلوث المياه الجوفية إذا ما ترك لينصرف طبيعيًّا.

يجب فى نهاية موسم الزراعة تجفيف بيئة الزراعة بالسماح للنباتات بسحب ما فيها من ماء مع وقف الرى. ويحتاج الأمر — عادة — لنحو ٤-٦ أيام حتى تبدأ النباتات فى الذبول. وتتم إزالة النباتات قبل أن تصبح سهلة الكسر حتى لا تزيد صعوبة عملية التنظيف. كذلك فإن تجفيف الأكياس يجعل تداولها أيسر.

يجب التخلص من البرليت المستعمل بصورة مناسبة. كأن يوزع على أحد الحقول ويخلط بالتربة. كما يمكن استعماله فى عمل مخلوط تربة لإنتاج شتلات النباتات الخشبية.

كذلك يجب تنظيف خطوط الرى والنقاطات بالحامض لإزالة ما قد يوجد بها من ترسبات جيرية وترسبات الأسمدة، ويكفى لذلك – عادة – محلول ١٪ لحامض النيتريك يجب إجراء تلك الخطوة بعد انتهاء موسم الزراعة لأن المحاليل الحامضية قد تضر بالنباتات ويتعين غسيل الشبكة بالماء بعد الغسيل بالحامض (Hochmuth & Hochmuth ٢٠٠٣).

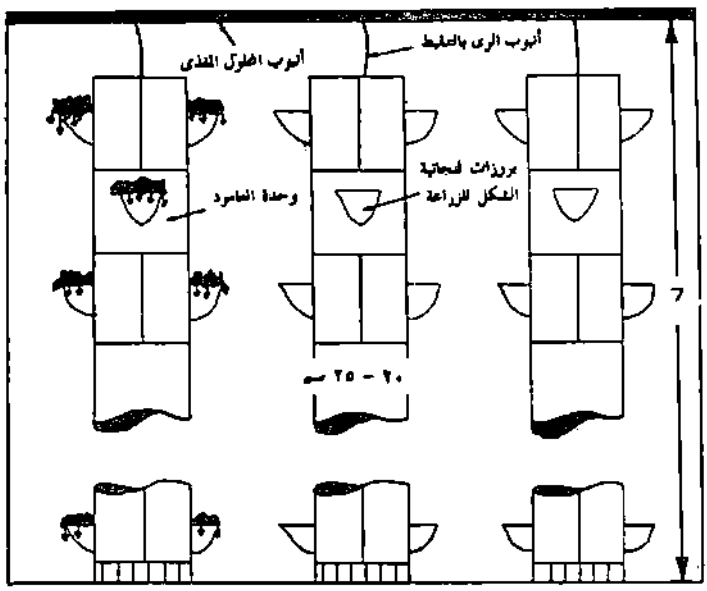
مزارع الأعمدة

تنمو النباتات فى هذا النوع من المزارع (Column Culture) فى أعمدة رأسية. وقد تطورت هذه الطريقة للزراعة فى أوروبا، خاصة فى إيطاليا، واسبانيا

تستخدم لذلك أنابيب من الأسبستوس تثبت بعضها فوق بعض، وبكل منها عدد من البراويز على شكل فنجانى تزرع فيها النباتات، وتوزع هذه البراويز حلزونيًا على امتداد الأنبوبة، تملأ الأنابيب بخلطة أساسها البيت موس، وتسقى بمحلول مغذٍ بطريقة التنقيط من أعلى الأنبوبة. وتسمح هذه الطريقة للزراعة بصرف المحلول المغذى الزائد من قاع العمود (شكل ٥–٦، ٥–٧؛ يوجد فى آخر الكتاب). ويصلح هذا النظام خاصة لزراعة الفراولة.

مزارع الأجولة المدلاة

تعتبر مزارع الأجولة المدلاة Sac Culture طريقة محورة عن مزارع الأعمدة، وتتميز بأنها أكثر بساطة، وفيها تستخدم أجولة Sacs، بدلاً من الأنابيب. تصنع الأجولة من البوليثيلين (باللون المناسب لدرجة الحرارة السائدة)، وبسمك ١٥٠ ميكرونًا، ويكون قطرها ١٥ سم وطولها مترين، وتملأ بمخلوط البيت مع الفيرميكيوليت، ويربط طرفها السفلى لمنع سقوط بيئة الزراعة، وتثبت من طرفها العلوى فى هيكل البيت، وتترك للتدلى لأسفل. وتزرع النباتات من خلال ثقوب قطرها ٢,٥–٥ سم على محيط هذه الأجولة



شكل (٥-٦): مزرعة أعمدة Column Culture.

يجرى الرى بطريقة التنقيط. وتستغرق دورة الرى ٢-٥ دقائق، ويتم فيها تنقيط نحو ١ -٢ لتر من المحلول المغذى فى كل جوال. ولا يعاد استخدام المحلول الزائد، بل يصرف من ثقوب خاصة لهذا الغرض هذا .. ويتم غسل الأجولة جيدًا بالماء مرة كل شهر، للتخلص من الأملاح المتراكمة. ويفيد هذا النظام خاصة مع الخس والفراولة، وهى محاصيل لا ترتفع كثيرًا فى نموها عن سطح الأرض؛ وبذلك لا يستفاد جيدًا من الجو المتحكم فيه داخل البيوت، لكن الزراعة الرأسية بهذا النظام تسمح بالاستغلال الأمثل لبيئة البيت المحمى.

وقد قامت الشركات الزراعية بتطوير هذا النظام فى الزراعة، واستخدمت لذلك أجولة مدلاة مملوءة بالبرليت، ومربوطة بأحزمة من منتصفها؛ لمنع تكدس البرليت فى جزئها السفلى.

ويعمل هذا النوع من المزارع على خفض استهلاك الماء بنسبة قد تصل إلى ٨٠٪، مع

تسهيل عملية الحصاد، والمحافظة على نظافة الثمار ويفيد خاصة مع الفراولة التى تعتبر شديدة الحساسية للتلوث بالتربة وقد قُدّر فى المملكة العربية السعودية أنه يمكن إنتاج محصولين من الفراولة فى السنة بإنتاجية تصل إلى ٧ كجم لكل متر مربع، أو ما يعادل تقريب ٧٠ طنًا من الثمار للهكتار. بالمقارنة بنحو ١٣-١٤ طنًا للهكتار فى الزراعات المكشوفة فى المناطق الباردة (Arab World Agribusiness العدد الرابع ١٩٨٥)