تقنية الغشاء المغذى

تتواجد جذور النباتات فى تقنية الغشاء المغذى Nutrient Film Technique (اختصارًا NFT) فى قناة ضيقة مغلقة، ينساب فيها المحلول المغذى بصورة دائمة على شكل غشاء بسمك حوالى ثلاثة ملليمترات، بحيث تبلل الجذور — على الدوام — بمحلول مغذ متجدد، فى الوقت الذى يبقى فيه جل المجموع الجذرى للنبات معرضًا للهواء فى مستوى أعلى من مستوى المحلول المغذى، الذى لا ينغمر فيه سوى نسبة يسيرة من جذور النباتات. ولأن الجذور التى فى الهواء تكون دائمًا محاطة بغشاء من المحلول المغذى، لذا . كان الاسم "تقنية الغشاء المغذى".

وقد ابتكر هذه النوعية من المزارع المائية العالم Allen Cooper فى المملكة المتحدة عام ١٩٦٥ ومنذ ذلك الحين انتشرت تقنية الغشاء المغذى فى أنحاء عديدة من العالم، خاصة فى أوروبا، وأمريكا الشمالية، وبعض دول جنوب شرق آسيا مثل اليابان وكوريا الجنوبية

ويطلق على هذه المزارع — أحيانًا — اسم تقنية المحلول المغذى المتدفق Nutrient Flow Technique، بالنظر إلى استمرار تدفق المحلول المغذى خلال المزرعة بصورة دائمة

وقد قدم A Cooper لهذه النوعية من المزارع — بالتفصيل — فى كتابه Nutrient Film Technique (Cooper ١٩٨٢).

مميزات وعيوب تقنية الغشاء المغذى

المميزات

من أهم مميزات تقنية الغشاء المغذى ما يلى:

١- لا حاجة إلى التعقيم بين الزراعات المتتالية، نظرًا لأن الأغشية البلاستيكية لا يعاد استعمالها وفى ذلك توفير فى الطاقة والجهد والوقت، بالإضافة إلى تقليل احتمالات تلوث البيئة ومصادر المياه بالمبيدات المستخدمة فى التعقيم. ويكفى مجرد

غسل قنوات الزراعة وخزان المحلول المغذى والأنابيب بالفورمالين بتركيز ٢٪ بين الزراعات المتتالية.

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

٣- أدت بساطة الفكرة التى يقوم عليها النظام إلى تطويره؛ ليعمل بصورة آلية كليًا تقريبًا

٤- يناسب النظام عديد من المحاصيل، ويتميز بالإنتاجية العالية مع الجودة.

٥- بسبب سهولة التحكم فى بيئة نمو الجذور فى هذا النظام، فإنه يمكن التحكم فى النمو النباتى بصورة أفضل؛ ويتحقق ذلك من خلال التحكم فى درجة حرارة المحلول المغذى، ودرجة توصيله الكهربائى (EC)، والتدفق المتقطع intermittent flow للمحلول المغذى (عن Burrage ١٩٩٣).

٦- يمكن مكافحة الأمراض والآفات بسهولة بإضافة المبيدات الجهازية التى تُمتص عن طريق الجذور إلى المحلول المغذى.

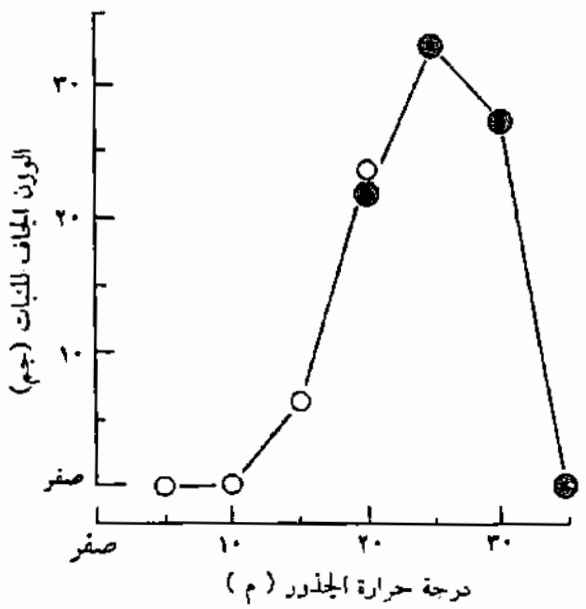
٧- انخفاض التكلفة الإنشائية نسبيًا.

٨- تعد من أنسب أنواع المزارع المائية لدول الشرق الأوسط التى تكون أراضيها الرملية جيرية. أو تقل فيها المياه الصالحة للزراعة.

٩- من السهولة بمكان تدفئة أو تبريد المحلول المغذى؛ بحيث تبقى درجة حرارته — دائمًا — فى المدى المناسب للنمو النباتى؛ والذى يبلغ حوالى ٢٦-٢٧°م للطماطم، و ٢٩°م للخيار؛ مما يقلل الحاجة إلى تدفئة أو تبريد هواء البيت المحمى. ففى الطماطم — على سبيل المثال — تغير نمو النباتات بتغير درجة حرارة المحلول المغذى من ٥°م إلى ٣٥°م، علمًا بأن درجة حرارة الهواء كانت ثابتة عند ٢٠°م (شكل ٦-٢). وقد صاحبت هذه الزيادة فى النمو النباتى زيادة مماثلة فى امتصاص النباتات من العناصر، على الرغم من أن نسبة العناصر ظلت ثابتة فى الأنسجة النباتية عند مختلف درجات الحرارة المستعملة.

ويلاحظ من شكل (٦-٢) أن نمو نباتات الطماطم يتوقف عندما تبلغ حرارة المحلول

المغذى ١٠°م أو ٣٥°م، وأن درجة الحرارة المثلى للنمو تقع بين ٢٦°م و ٢٧°م ولكن يجب إما أن تبقى درجة حرارة المحلول المغذى ثابتة ليلاً ونهارًا، وإما أن تكون أعلى نهارًا منها ليلاً؛ لأن عكس ذلك يكون له تأثير سيئ على النمو النباتى. ولكل محصول درجة الحرارة المثلى والعظمى الخاصة به.



شكل (٦-٢) تأثير درجة حرارة المحلول المغذى — فى مزرعة تقنية الغشاء المغذى — على الوزن الجاف لنباتات الطماطم عند ثبات درجة حرارة الهواء — ليلاً ونهارًا — عند ٢٠°م تمثل الدوائر البيضاء والسوداء فى الشكل قيمًا حُصِلَ عليها فى تجربتين مختلفتين.

وفى الخس يقلل تبريد المحلول المغذى صيفًا من اتجاه الخس نحو التزهير (الحنبطة). ومن إصابة الخس والخيار والطماطم بالفطر *Pythum aphanidermatum*.

١٠- كذلك تفيد تدفئة المحاليل المغذية فى توفير قدر — ولو ضئيل — من الحرارة للنموات الخضرية قد يحميها من أضرار الصقيع، خاصة عندما تقام مزارع تقنية الغشاء المغذى خارج البيوت المحمية فى المناطق التى تقترب فيها الحرارة ليلاً من درجة التجمد.

وأبسط الوسائل لتدفئة المحاليل المغذية هى بوضع سخان كهربائى — يتصل بمنظم حرارة — مغمورًا فى خزان المحلول (على ألا يكون السخان من النحاس) ولكن تكلفة التشغيل بهذه الطريقة تكون عالية، ويفضل عليها استعمال ملفات من الصلب غير القابل للصدأ يمر فيها ماء ساخن أو بخار مع استعمال الزيت أو الغاز كمصدر للطاقة. ويكفى نحو ١٢ مترًا من ملفات بقطر ٥ سنتيمترات لتدفئة المحلول المغذى اللازم لكل هكتار من مزارع تقنية الغشاء المغذى.

١١– قد يمكن الاستفادة من قدرة البكتيريا التابعة للجنس *Rhizobium* على تثبيت أزوت الهواء الجوى فى جذور البقوليات فى إمداد النباتات غير البقولية باحتياجاتها من هذا العنصر ؛ وذلك بزراعتها مع النباتات البقولية — بنسبة معينة من كل منهما — فى مزرعة واحدة؛ حيث يؤدى تسرب النيتروجين من جذور النباتات البقولية إلى توفره فى المحلول المغذى؛ لكى تستفيد منه النباتات غير البقولية. وعلى الرغم من أن تركيز الآزوت يكون فى هذه الحالة منخفضًا، إلاّ أن المهم هو تأمين استمرار تواجده بألا تنخفض نسبة النباتات البقولية فى المزرعة عن حد معين.

١٢– قد يكون من الممكن إقامة تقنية الغشاء المغذى بجانب الأنهار مع استعمال مياه النهر — مباشرة — ودون أية إضافات من العناصر المغذية. ومما يؤيد ذلك أن مياه الأنهار تستعمل بالفعل فى إنتاج محصول قوى النمو من الكرسون المائى بطريقة تتدفق فيها مياه النهر على مزارع الكرسون المائى — بصورة مستمرة — لتعود المياه إلى النهر مرة أخرى بعد مرورها على طول معين — لا تتعداه — من المزرعة. كذلك تنمو الأعشاب المائية بغزارة على مياه الأنهار، وتعتمد فى نموها على العناصر المغذية التى تتوفر فى هذه المياه.

وليس بمستغرب أن تكفى التركيزات المنخفضة من العناصر الضرورية — التى تتوفر فى مياه الأنهار — حاجة النباتات من تلك العناصر ما دامت هذه المياه متجددة على الدوام كما فى حالتى الأعشاب المائية ومزارع كرسون الماء؛ وهو الشرط الذى يجب أن يتحقق — كذلك — فى مزارع تقنية الغشاء المغذى. فمياه النهر يجب أن تتدفق مرة

واحدة خلال المزرعة، ثم تعود إلى النهر مرة أخرى، كما يجب ألا يزيد طول قنوات المزرعة عن حد معين. وإلا تعرضت النباتات التى توجد فى نهاياتها لنقص فى العناصر المغذية.

وجدير بالذكر أن الزراعة بهذه الطريقة لا تحتاج إلى أكثر من قنوات تقنية الغشاء المغذى، فالماء يمكن رفعه إلى خزانات بالوسائل البدائية، ويُتْرَك لينساب من خلال قنوات الزراعة دون أية إضافات من الأسمدة، أو تعديل للـ pH، أو ضخ . إلخ

١٣- الاستفادة من مزارع تقنية الغشاء المغذى فى تقنية مياه المزارع السمكية.

نجد فى المزارع السمكية أن براز السمك يجعل الماء غنيًا بالعناصر الغذائية، ولكنه يُفسد الماء بالنسبة للسمك، الأمر الذى يتطلب تغيير الماء على فترات متقاربة وإذا لم تتم معالجة هذا الماء قبل التخلص منه فإنه قد يؤدى إلى تلوث البيئة ولكن من حسن الحظ أن الـ pH ودرجة الحرارة المناسبتين للماء المستعمل فى تربية الأسماك يناسبان كذلك مزارع تقنية الغشاء المغذى، الأمر الذى قد يمكن معه استعمال هذه المياه فى تلك المزارع دونما حاجة إلى معالجتها قبل التخلص منها، بل إنه قد يمكن إعادة استعمالها من جديد فى مزارع الأسماك بعد تنقيتها فى مزارع تقنية الغشاء المغذى

ولكى تتم عملية تنقية المياه بصورة سليمة يجب أن يُضخ الماء لمرة واحدة فى مزارع تقنية الغشاء المغذى بمعدل ثابت ليلاً ونهارًا، وهو ما يتطلب وجود تلك المزارع مجاورة للمزارع السمكية وبمساحات تتناسب مع كمية المياه الناتجة من المزارع السمكية والتى يُراد معالجتها وقد يتطلب الأمر زيادة مساحة مزارع تقنية الغشاء المغذى شتاءً، نظرًا لبطء النمو النباتى خلال فترة انخفاض درجة الحرارة شتاءً، وقلة حاجة النبتات إلى الماء آنذاك

وقد أثبتت دراسات McMurtry وآخرون (١٩٩٣) التى جمعوا فيها بين مزارع الأسماك ومزارع الطماطم المائية (بتمرير مياه الأسماك على مزارع الطماطم فى نظام مغلق) أن النواتج الأيضية لكل كيلو جرام واحد زيادة فى النمو السمكى كانت كافية لتغذية

نباتين من الطماطم لمدة ثلاثة شهور. علمًا بأن الأسماك كانت تعطى غذاءً يحتوى على ٣٢٪ بروتينًا

كذلك قام Quilleré وآخرون (١٩٩٣) بالجمع بين السمك (من النوع *Oreochromis niloticus*). والنباتات (الطماطم)، والبكتيريا (التى تقوم بتحليل براز السمك ليناسب النباتات) فى نظام بيئى واحد مغلق أمكن فيه التوفير فى مياه تربية الأسماك، وتوفير الأسمدة اللازمة للنمو النباتى، وتجنب التلوث البيئى. وقد زود النظام بالبكتيريا من خلال فلتر حبيبى احتوى على البكتيريا المرغوبة، ووضع بين حوض تربية السمك ومزرعة الطماطم. وكانت نتائج هذه الدراسة مرضية؛ حيث ثبت مستوى المركبات النيتروجينة — خاصة النترات — فى مياه تربية الأسماك عند مستوى منخفض، فى الوقت الذى تكوّن فيه نمو نباتى جيد.

العيوب

من أهم عيوب تقنية الغشاء المغذى ما يلى:

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

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

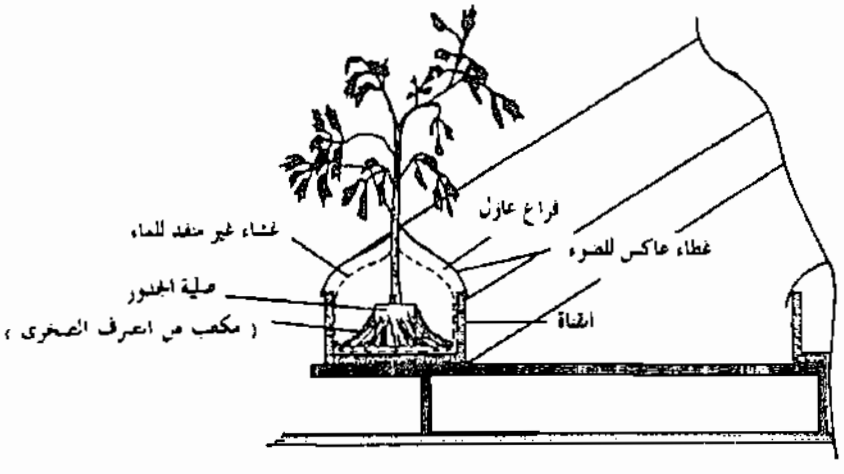
٣- احتمال توقف مضخة المحلول المغذى عن العمل، إما بسبب انقطاع التيار الكهربائى، وإما بسبب خلل بالمضخة ذاتها. ويتطلب ذلك توفر مولد كهربائى يعمل

تلقائيًا عند انقطاع التيار الكهربائى، وتواجد مضختين تعملان بالتبادل لتأمين استمرار ضخ المحلول المغذى فى حالة تعطُل إحداهما عن العمل

٤- الحاجة إلى أفراد ذوى مستوى عال من الخبرة والكفاءة لإدارة هذه المزارع

تصميم مزارع تقنية الغشاء المغذى

يتم أولاً إعداد قنوات مستوية تماما وخالية من أية تعرجات، وتوضع على أرضية من الأسمنت تميل بمقدار ١٪. وتصنع هذه القنوات من الخشب، أو البلاستيك، أو المعدن، أو الأسمنت (شكل ٦-٣) وترجع أهمية استواء القنوات إلى عدم إعطاء أية فرصة لتوقف المحلول المغذى بأية انخفاضات قد توجد بها، نظرًا لأن البقع الراكدة تصبح خالية من الأكسجين بعد فترة قصيرة من تنفس الجذور.



شكل (٦-٣): قناة تقنية الغشاء المغذى، وقد بطنت بالبوليثيلين

يبلغ عرض القنوات — عادة — ٢٣ سم، وارتفاعها ٥ سم فى مزارع الطماطم والخيار، أما طولها، فيجب ألا يزيد على ٣٠-٤٠ مترًا كحد أقصى، ويجب أن تكون غير منفذة للماء وفى حالة صنعها من مواد منفذة للماء، فإنه يلزم تبطينها بغشاء بلاستيكى وفى هذه الحالة يجب أن يكون الغشاء عريضًا بالقدر الذى يكفى