الزراعة الاحيومائية

المستوى: ماهر

إنَّ المُسميات المُستخدمة وتمثيل المواد في هذا المنشور/الإصدار لا تستتبع الإعراب عن أي رأي على الإطلاق من قبل حكومة كندا

"The designations employed and the representation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Government of Canada."

آخر تحديث تشرين ثاني 2023

المقدمة

تم تطوير هذا المنهاج من خلال مشروع ثابري الذي ينفذه الاتحاد اللوثري العالمي في القدس، بالشراكة مع الإغاثة اللوثرية الكندية وبتمويل من حكومة كندا.

يهدف مشروع ثابري إلى المساهمة في الحد من الفقر في الضفة الغربية والقدس الشرقية من خلال دعم النساء بما في ذلك النساء ذوات الإعاقة للمشاركة في فرص التعليم والتدريب المهني والتقني والتي تقودهن إلى التوظيف أو العمل الحر.

صمم مشروع ثابري للاستجابة للتحديات المتمثلة في ارتفاع معدلات البطالة المتزايدة بين النساء التي نتجت من المعيقات الاجتماعية والثقافية والقانونية والسياسية، بالإضافة إلى محدودية الوصول إلى التعليم والتدريب المهني والتقني. كما وعمل المشروع إلى زيادة تمكين النساء للوصول إلى برامج التدريب المهنية المختلفة والتي تمّ تطويرها من خلال المشروع لتتلاءم مع احتياجات السوق، هذا بالإضافة إلى تأهيل نظام تعليم وتدريب مهني وتقني لتلبية احتياجات النساء والنساء ذوات الإعاقة بشكل أفضل.

تم تطوير خيارات متعددة من خلال المشروع لمهن مرتبطة بسوق العمل تأخذ بعين الاعتبار استجابة النوع الاجتماعي والشمولية لكل من النساء والنساء ذوات الإعاقة، في مراكز التعليم والتدريب المهني والتقني المستهدفة في الضفة الغربية، بما في ذلك القدس الشرقية.

المؤلف: ابراهيم مشاعلة
الإشراف الفني: م. فؤاد منذر الخواجا
التصميم الفني: فاطمة حسين مناصرة
التدقيق اللغوي : أ. خليل الخالدي

تم إعداد هذه الوحدة استنادا للمنهجية الوطنية المعتمدة في إعداد المناهج في قطاع التعليم والتدريب المهني والتقني والمتبعة من قبل وزارة التربية والتعليم العالي في إعداد مناهج التعليم المهني، وبالتنسيق معها وتدريب الطاقم من قبلها.
وتم الاتفاق مع وزارة التربية والتعليم العالي على الاستفادة من هذه الوحدات وإدماجها ضمن المنهاج الوطني للتعليم المهني وضمن التخصصات المطروحة.
استعمالات الوحدة :من الممكن إدماج هذه الوحدة ضمن مناهج المدارس المهنية ومراكز التدريب المهني، ضمن تخصص الزراعة الاحيومائية أو استخدامها ضمن الدورات القصيرة المتخصصة لمن يعمل في المجال.

أسماء خبراء المهنة المشاركين في سوق العمل لتحديد الكفايات:

	الاسم الرباعي	اسم المؤسسة التي يعمل بها
1	د. رامي عرفة	جامعة بوليتكنك فلسطين
2	د. هارون العطاونة	جامعة خضوري –فرع العروب
3	م. إبراهيم مشاعله	مهندس زراعي -زراعة شمال الخليل
4	م .سماح أبو هيكل	وزارة الزراعة /بيت لحم
5	مراد حميد	محافظة بيت لحم
6	كوثر زبون	محافظة بيت لحم
7	خالد الدرعاوي	غرفة تجارة وصناعة بيت لحم
8	محمد عطية عبد	مزارع وصاحب مشتل
9	محمود شاهين	مهندس زراعي – زراعة بيت لحم

أهداف الوحدة

الزراعة الأحيومائية هي نهج متكامل؛ لتكثيف ورفع كفاءة واستدامة الزراعة، التي تلبي احتياجات ندرة المياه. وعلى الصعيد العالمي هناك حاجة إلى تحسين الممارسات الزراعية؛ للتخفيف من حدة الفقر في المناطق الريفية، وتعزيز الأمن الغذائي. والزراعة الأحيومائية خالية من المتبقيات، وتتجنب استخدام الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية.

والزراعة الأحيومائية تقنية لتوفير العمالة، ويمكن أن تكون شاملة للنوعين من الجنسين مع مختلف الفئات العمرية. وفي مواجهة النمو السكاني، وتغير المناخ، والإمدادات المتناقصة من المياه والأراضي الصالحة للزراعة في جميع أنحاء العالم.

- التعرف على المفاهيم الرئيسة لنظرية الزراعة الأحيومائية، بما في ذلك دورة النتروجين.
- الأخذ في الاعتبار جودة المياه واختبارها ومصادرها للزراعة الأحيومائية، فضلا عن أساليب ونظريات تصميم الوحدة، بما في ذلك الطرق الرئيسة الثلاثة لأنظمة الزراعة الأحيومائية:
- وتتضمن هذه الوحدة موضوعات أخرى رئيسة: الظروف المثالية لزراعة النباتات الشائعة، التي تزرع في الزراعة الأحيومائية.
- دليل الزراعة المتوافقة، وأمراض الأسماك المشتركة، والأعراض المرتبطة بها
- تحليل التكاليف والمنافع على نطاق صغير، ووحدة سرير وسائط النمو للزراعة الأحيومائية، ودليل شامل لبناء أنظمة صغيرة الحجم

الكفايات المهنية المتوقع اكتسابها بعد الانتهاء من دراسة الوحدة:

أولا :الكفايات الاحترافية /الفنية

- جمع فني/ة الزراعة المعلومات عن الثروة السمكية.
- جمع فني/ة الزراعة المعلومات عن مواصفات أحواض تربية اسماك.
- اختيار الموقع المناسب لإنشاء أحواض تربية الأسماك.
- تحديد حجم حوض السمك المناسب وتجهيزاته اللازمة من معدات وأدوات.
- تقديم خدمات إرشادية في كيفية إنشاء أحواض تربية الأسماك.
- تواصل فني/ة الزراعة مع الزبون/ة لمعرفة احتياجاته/ا.
- جمع معلومات عن أنواع الأسماك التي تنجح تربيتها محليا وذات نمو جيد.
- اختيار أنواع الأسماك التي تنجح تربيتها محليا في المياه العذبة والمياه المالحة.
- تقديم خدمات إرشادية في كيفية اختيار الأنواع والسلالات المناسبة من الأسماك وكمية الزريعة منها.

ثانيا :الكفايات الاجتماعية والشخصية

- تحمل المسؤولية
- التميز بالصدق والموضوعية في التعامل مع الآخرين
- إجادة إدارة الوقت
- التفاعل مع النتائج
- امتلاك مهارات جيدة للاتصال بالزبون/ة والسؤال عن احتياجاته/ا مباشرة
- يظهر الرغبة في العمل من خلال فريق
- يمتلك القدرة على إقناع الزبون/ة ويكسب ثقته
- يمتلك القدرة على الاتصال بالمهندس الزراعي

ثالثا :الكفايات المنهجية

- فهم وتحليل طلب الزبون/ة .
- ممارسة طريقة تبادل الأدوار.
- اختيار أنواع الأسماك التي تنجح تربيتها محليا
- تحديد الكميات الصحيحة من زريعة الأسماك (الأصبعيات) المناسبة لكل حوض
- التعامل مع سجلات مزرعة الأسماك
- توثيق وعرض النتائج
- العمل طبقا للمعايير التقنية والبيئية الآمنة
- توثيق وعرض النتائج

قائمة المواقف التعلمية للوحدة:

رقم الموقف التعلمي	عنوان الموقف التعلمي	الاطار الزمني (ساعة)
1	**أحواض تربية الأسماك**	35ساعة
2	**العناية بالأسماك (تربية، تغذية، وقاية وعلاج)**	50 ساعة

المواقف التعلمية

الموقف التعلمي (1): **أحواض تربية الأسماك**	
رقم الموقف التعلمي: 1	الاطار الزمني: 35 ساعة
عنوان الموقف التعلمي: أحواض تربية الأسماك	

وصف الموقف التعلمي:

يسأل الزبون/ة لإرشاده بخصوص كيفية اختيار موقع أحواض تربية الأسماك وكيفية إنشائها وتجهيزها. جمع فني/ة الزراعة معلومات عن واقع الثروة السمكية في قطاع غزة وعن مواصفات أحواض تربية الأسماك ومستلزماتها. يقوم فني/ة الزراعة باختيار المكان المناسب لإنشاء أحواض التربية ومستلزماتها بمواصفات نموذجية من حيث الحجم المناسب لعدد الأسماك وكذلك تجهيزها بأنظمة تصريف وتهوية وتدفئة مناسبة، كما يقوم بتوضيح الاحتياطات الواجب إتباعها للمحافظة على سلامة البيئة وحمايتها من التلوث. جمع فني/ة الزراعة الوثائق والنشرات ذات العلاقة ويقدمها للزبون ويقوم بإقناعه بأفضل الأماكن لإنشاء أحواض تربية السمك.

المحتويات:

- الثروة السمكية في قطاع غزة
- المزارع السمكية
- مواصفات حوض تربية الأسماك
- تجهيزات الأحواض السمكية
- احتياطات الحفاظ على سلامة البيئة
- تنظيم العمل

العمل الكامل – المرجعية المنهجية

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد

الحصول على المعلومات وتحليلها	• يجهز المدرب/ة طلبات تساؤلات الزبون/ة حول كيفية اختيار الموقع المناسب لإنشاء حوض تربية الأسماك ومستلزماته. • جمع فني/ة الزراعة المعلومات بهذا الخصوص. • يحلل فني/ة الزراعة طلب الزبون/ة والمعلومات المتوفرة.	• زيارة الموقع وتحديد ملائمته لإنشاء الحوض • مجموعات بؤرية من الزبائن. • جمع معلومات • تحليل معلومات متوفرة	• طلب الزبون/ة الخطي على نموذج رسمي • كاتلوجات الشركات الإنشائية ذات العلاقة • باحث جوجل خبير أسماك
التخطيط واتخاذ القرارات	• يناقش فني/ة الزراعة تساؤلات الزبون/ة وطلباته ضمن مجموعات عمل. • يقارن فني/ة الزراعة بين نماذج مختلفة لأحواض التربية. • يضع فني/ة الزراعة خطة عمل وجدول بالمستلزمات للتنفيذ. تقديم المدرب/ة المعايير والمقاييس النموذجية لإنشاء أحواض الأسماك	• نقاش جماعي • وضع خطة عمل	• خطة العمل • نموذج للتكلفة
التنفيذ	• أحواض الأسماك • نشرات إرشادية • كاتلوجات • نموذج للتكلفة	• العمل الفعلي وإشراف	• اختيار فني/ة الزراعة موقع الحوض. • يشرف فني/ة الزراعة على عملية تنفيذ بناء الحوض وتجهيزه.
التحكم	• قائمة التدقيق للمعايير • الاختيار والبناء الصحيح للحوض	• زيارات ميدانية للموقع وعمل فعلي • نقاش جماعي	• يتحقق فني/ة الزراعة من اختيار الموقع الصحيح لبناء الحوض. • يتحقق فني/ة الزراعة من إكمال

			التجهيزات حسب المواصفات المعتمدة. • يتحقق فني/ة الزراعة من استيفاء أحواض الأسماك لمعايير الجودة والمقاييس النموذجية لبناء أحواض تربية الأسماك.
التوثيق والقيام بالتقديم	• رسومات حوض التربية • معدات التصوير والعرض	• نقاش جماعي • توثيق النتائج • عرض النتائج في قاعة	• يوثق فني/ة الزراعة موقع الحوض وخطوات بناء الحوض وتجهيزاته. • يسلم الوثائق ومعايير الجودة للزبون ويقوم بعرض النتائج.
التقييم وإبداء الرأي	• ورقة العمل الخاصة بالتقييم	• نقاش جماعي مع الزبائن • تحليل ورقة العمل الخاصة بالتقييم • الإنتقال إلى مهام أخرى	• يقارن فني/ة الزراعة بين النموذج المعتمد وما تم تنفيذه على أرض الواقع. • يختبر فني/ة الزراعة آلية عمل الحوض وتجهيزاته قبل بداية عملية الإستزراع.

			• يلخص فني/ة الزراعة المهمة والعملية التعلمية ويقوم بتقييمها. • تقديم المدرب/ة تغذية راجعة للمهمة.

الأسئلة الرئيسية:

السؤال الأول: –ماهي سبل التواصل مع المربي وكيفية استلام طلبه؟

السؤال الثاني: –ماهي الشروط الواجب مراعاتها عند إنشاء حوض لتربية الأسماك؟

السؤال الثالث: –ما مدى ملاءمة الموقع لإنشاء الحوض؟

السؤال الرابع: –ماهي مستلزمات حوض تربية الأسماك الإنشائية والمساندة؟

ماهي الجدوى الاقتصادية للمشروع؟

الموقف التعلمي (2): **العناية بالأسماك (تربية، تغذية، وقاية وعلاج)**	
رقم الموقف التعلمي: 2	الاطار الزمني: 50 ساعة
عنوان الموقف التعلمي: العناية بالأسماك (تربية، تغذية، وقاية وعلاج)	

وصف الموقف التعلمي:

يسأل الزبون/ة لإرشاده بخصوص كيفية رعاية الأسماك في أحواض السمك بحيث تعطي أكبر إنتاجية خلال فترة محددة من الوقت. جمع فني/ة الزراعة المعلومات عن أنواع الأسماك وكيفية التعامل مع كل نوع وتوفير وسائل الرعاية (تهوية، تدفئة وإضاءة) لها، كما يقوم بتحديد كمية العلف وطرق تقديمها للأسماك حسب فئاتها العمرية وتقديم إرشادات بخصوص الأمراض التي قد تصيب هذه الأنواع من الأسماك وطرق معالجتها وكيفية الفصل بين الأسماك ذات الفئات العمرية المختلفة، ويقوم بتوضيح الاحتياطات الواجب إتباعها للمحافظة على سلامة البيئة وحمايتها من التلوث. جمع فني/ة الزراعة الوثائق والنشرات ذات العلاقة ويقدمها للزبون ويقوم بإقناعه بأفضل طرق الرعاية والعناية بالأسماك.

المحتويات:

- الظروف البيئية النموذجية لتربية الأسماك.
- أنواع الأعلاف
- أمراض الأسماك
- برامج التغذية والعلاجات حسب الفئات العمرية
- تنظيم العمل
- التأثيرات على البيئة وصحة الإنسان

العمل الكامل – المرجعية المنهجية

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
الحصول على المعلومات وتحليلها	• طلب الزبون/ة الخطي على نموذج رسمي • نشرات إرشادية • باحث جوجل • خبير ثروة سمكية	• زيارة أحواض التربية • عمل مجموعات نقاش من الزبائن • جمع معلومات • تحليل معلومات متوفرة	• يقوم المدرب/ة بتجهيز طلبات تساؤلات الزبون/ة حول طرق رعاية وتربية الأسماك ومدى ملاءمة الأنواع للبيئة المائية وأنواع الأعلاف وبرامج التغذية.

			• جمع فني/ة الزراعة المعلومات بهذا الخصوص. • يحلل فني/ة الزراعة طلب الزبون/ة والمعلومات المتوفرة.
التخطيط واتخاذ القرارات	• خطة العمل • نموذج للتكلفة	• نقاش جماعي • وضع خطة عمل	• يناقش فني/ة الزراعة تساؤلات الزبائن وطلباتهم ضمن مجموعات عمل. • يقارن فني/ة الزراعة بين البرامج المتعددة لأساليب التربية واختيار المناسب منها. • يضع فني/ة الزراعة خطة عمل لتربية ورعاية الأسماك حسب أنواعها وموسم استزراعها. • تقديم المدرب/ة المعايير والمقاييس النموذجية لتربية ورعاية الأسماك.

التنفيذ	• أحواض الأسماك • مستلزمات الإنتاج • نموذج للتكلفة	• عمل فعلي وإشراف	• ينفذ فني/ة الزراعة برامج التغذية والتحصينات العمرية وتوفر الظروف الملائمة للتربية (تهوية والإضاءة والتدفئة المناسبة).
التحكم	• قائمة التدقيق • سجلات التربية • مستلزمات الإنتاج	• زيارات ميدانية للحظيرة • نقاش جماعي	• يتحقق فني/ة الزراعة من توفر مستلزمات التربية والإنتاج للأسماك • يتحقق فني/ة الزراعة من توفر الظروف البيئية المناسبة لتربية الأسماك ومن صحة برامج التغذية ونمو الأسماك.
التوثيق والقيام بالتقديم	• سجلات مزرعة الأسماك • معدات التصوير والعرض	• نقاش جماعي • توثيق النتائج • عرض النتائج في قاعة	• يوثق فني/ة الزراعة برامج التربية في سجلات مزرعة الأسماك. • يوثق فني/ة الزراعة أوزان الأسماك في الأعمار المختلفة.

			• يسلم الوثائق ومعايير الجودة للزبون ويقوم بعرض النتائج.
التقييم وإبداء الرأي	• ورقة العمل الخاصة بالتقييم	• نقاش جماعي مع الزبائن • تحليل ورقة العمل الخاصة بالتقييم • الانتقال إلى مهام أخرى	• يقيم فني/ة الزراعة مدى نجاح طريقة التربية المختارة. • يقيم فني/ة الزراعة معدل نمو الأسماك مع الوقت في سجلات مزرعة الأسماك. • يلخص فني/ة الزراعة المهمة والعملية التعلمية ويقوم بتقييمها. • تقديم المدرب/ة تغذية راجعة للمهمة.

الأسئلة الرئيسية:

- ماهي سبل التواصل مع المربي وكيفية استلام طلبه؟
- ماهي الشروط الواجب مراعاتها عند إنشاء حوض لتربية الأسماك؟
- ما مدى ملاءمة الموقع لإنشاء الحوض؟
- ماهي مستلزمات حوض تربية الأسماالإنشائية والمساندة؟

ماهي الجدوى الاقتصادية للمشروع؟

أتعلم

الزراعة الأحيومائية

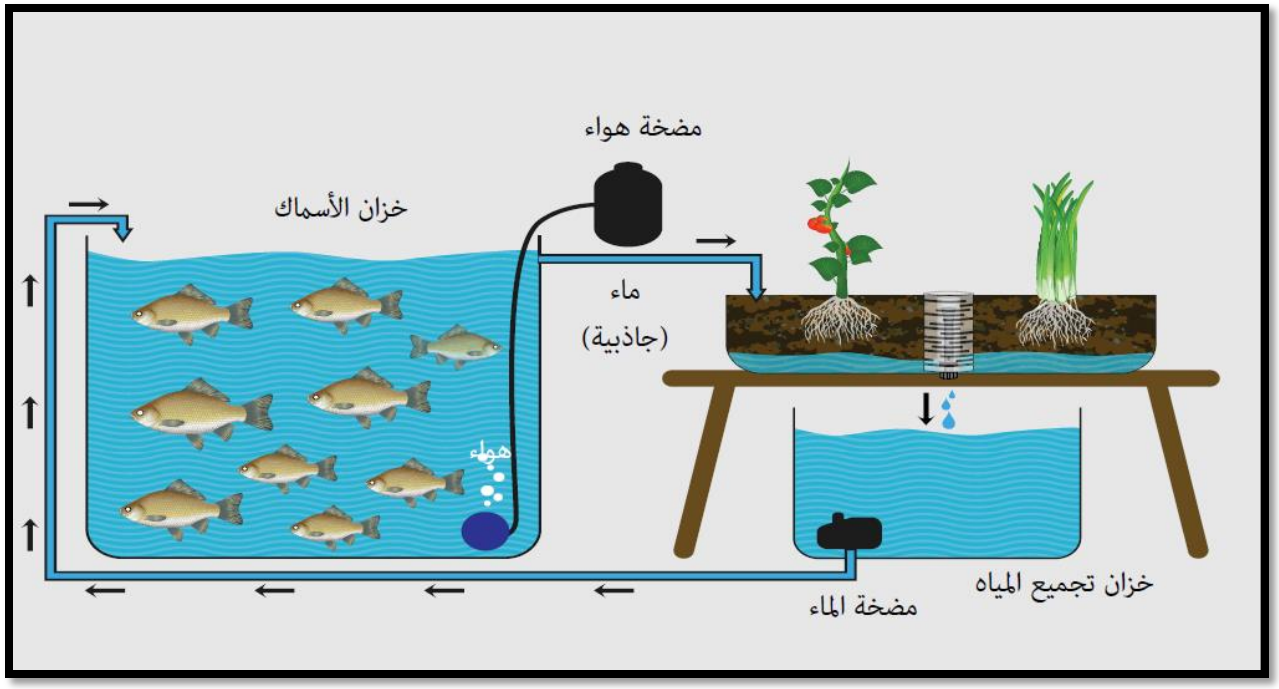
مقدمة:-

عن الزراعة الأحيومائية :الزراعة الأحيومائية هي عملية تكامل بين نظام تربية الأحياء المائية المغلق (RAS) والزراعة المائية في نظام إنتاج واحد. وفي وحدة الزراعة الأحيومائية يدور الماء المصرف من خزان الأسماك من خلال المرشحات وأسرة نمو النباتات، ومن ثم يعود إلى الأسماك. وفي المرشحات يتم تنظيف المياه من مخلفات الأسماك بواسطة المرشح الميكانيكي الذي يزيل الجزء الصلب من المخلفات، ويعمل المرشح الحيوي على معالجة المخلفات الذائبة. ويوفر المرشح الحيوي كذلك موقعا للبكتيريا؛ لتحويل الأمونيا التي تعتبر مادة سامة بالنسبة للأسماك إلى نترات، وهو العنصر الغذائي الأكثر وصولا للنباتات، وتسمى هذه العملية بالنترجة، يعبر الماء الذي يحتوي على نترات وعناصر مغذية أخرى من خلال سرير نمو النباتات التي تعمل على امتصاص هذه العناصر الغذائية. وأخيرا يعود الماء إلى خزان الأسماك منقي، وهذه العملية تسمح للأسماك والنباتات والبكتيريا بالازدهار في تناغم تام، وتعمل معا لخلق بيئة نمو صحية لبعضها البعض، شريطة أن يكون نظاما متوازنا بشكل صحيح. على الرغم من أن إنتاج الأسماك والخضراوات هي المخرجات الأكثر وضوحا من وحدات الزراعة الأحيومائية، فمن الضروري أن نفهم أن الزراعة الأحيومائية هي إدارة كاملة للنظام البيئي، والذي يشمل ثلاث مجموعات رئيسة من الكائنات الحية: الأسماك، والنباتات، والبكتيريا.

وفي الزراعة الأحيومائية يتم تحويل المخلفات السائلة من تربية الأحياء المائية من خلال أسرة نمو النبات دون إطلاقها في البيئة، وفي الوقت نفسه يتم توفير العناصر الغذائية للنبات من مصدر مستدام، وفاعل من

حيث التكلفة، شريطة أن يكون غير كيميائي. وهذا التكامل يزيل بعض العوامل غير المستدامة في نظم تربية الأحياء المائية والزراعة المائية بشكل مستقل. وأما بالنسبة للمنافع التي يجنيها هذا التكامل فقد أظهرت الزراعة الأحيومائية أن إنتاجاتها من النباتات والأسماك قابلة للمقارنة مع الزراعة المائية وتربية الأحياء المائية المغلقة (RAS). ويمكن للزراعة الأحيومائية أن تكون أكثر إنتاجية ومجدية اقتصاديا أكثر من ذلك بكثير في بعض الحالات، وخصوصا حيث الأراضي والمياه محدودة. ومع ذلك فإن الزراعة الأحيومائية معقدة وتتطلب تكاليف بدء تشغيل كبيرة، كما يجب لزيادة الإنتاج أن تعمل على تعويض الارتفاع في تكاليف الاستثمارات المطلوبة؛ لدمج النظامين. وقبل الالتزام بنظام كبير أو باهظ الثمن، يجب وضع خطة عمل كاملة، تأخذ في اعتبارها الجوانب الاقتصادية والبيئية والاجتماعية واللوجستية.

وحدة زراعة أحيومائية مبسطة



الفوائد ونقط الضعف لإنتاج الغذاء من الزراعة الأحيومائية

الفوائد الرئيسة لإنتاج الغذاء من الزراعة الأحيومائية

- نظام إنتاج غذائي مستدام ومكثف.
- يتم إنتاج نوعين من المنتجات الزراعية (السمك والخضار)، من مصدر نتروجيني واحد (الأسماك)
- كفاءة عالية للغاية في استهلاك المياه.
- لا يتطلب التربة.
- لا تستخدم الأسمدة أو المبيدات الكيماوية.
- عوائد مرتفعة، وإنتاج نوعي.
- الإنتاج والإدارة شبيها بالإنتاج العضوي.
- مستوى أعلى من الأمن الحيوي، وانخفاض المخاطر الناجمة عن الملوثات الخارجية.
- سيطرة عالية على الإنتاج؛ مما يؤدي إلى انخفاض الخسائر.
- يمكن تطبيقها على الأراضي غير الصالحة للزراعة، مثل: الصحاري، التربة المتدهورة، أو المالحة في الأماكن الحضرية، والجزر الرملية.
- يخلف مخلفات قليلة.
- يوفر العمالة في المهام اليومية والحصاد والزرع، وبالتالي يمكن أن تُشرك جميع الأجناس والأعمار.

- إنتاج اقتصادي للمحاصيل سواء لإنتاج الغذاء للأسرة، أو للحصول على مدخول مالي في العديد من المواقع.
- يمكن إنشاؤها بنواح كثيرة وفقا للمواد المتاحة.

نقاط الضعف الرئيسة لإنتاج الغذاء من الزراعة الأحيومائية

- تكاليف بدء التشغيل الأولية باهظة مقارنة مع إنتاج التربة أو الزراعة المائية.
- هناك حاجة إلى المعرفة بشأن الأسماك والبكتيريا والإنتاج النباتي لكل فلاح؛ ليكون المشروع ناجحا.
- متطلبات الأسماك والنباتات لا تتطابق دائما تماما.
- لا يوصى به في الأماكن التي لا تستطيع الأسماك، والنباتات المستزرعة أن تلبي درجة الحرارة المثلى لها.
- مقارنة أنظمة تربية الأحياء المائية القائمة بذاتها أو أنظمة الزراعة المائية (لا مبيدات للنباتات ولا مضادات حيوية للأسماك)
- الأخطاء أو الحوادث يمكن أن تسبب انهيارا كارثيا للنظام.
- الإدارة اليومية إلزامية.
- كثرة المطالب على الطاقة.
- يتطلب مصدرا موثوقا للكهرباء، وإصبعيات الأسماك، وبذور النباتات.
- لا يمكن الاعتماد على الزراعة الأحيومائية لتوفير نظام غذائي كامل.

مقدمة فنية

- الزراعة الأحيومائية نظام إنتاج يجمع بين تربية الأسماك والإنتاج الخضري بدون تربة في نظام واحد مغلق.
- البكتيريا الآزوتية تحول مخلفات الأسماك (الأمونيا) إلى عناصر غذائية للنباتات (نترات) .
- عملية النترجة ا لتي تحدث في التربة تحدث أيضا في نظام الزراعة الأحيومائية.
- أهم جزء في الزراعة الأحيومائية البكتيريا، وهي غير مرئية بالعين المجردة.
- العوامل الرئيسة للحفاظ على البكتيريا صحية: هي درجة حرارة الماء، ودرجة الحموضة، والأكسجين المذاب، والمساحة الكافية للبكتيريا.
- أنظمة الزراعة الأحيومائية الناجحة متوازنة، ونسبة معدل التغذية هي دليل توجيهي رئيس؛ لتحقيق التوازن بين كمية أعلاف الأسماك ومنطقة زراعة النباتات، والتي تقاس بمعدل غرامات من العلف يوميا لكل متر مربع من المساحة المزروعة بالنباتات.
- نسبة معدل التغذية للخضراوات الورقية هي 20 – 50 غراما/م 2/يوم؛ والخضراوات الثمرية تتطلب 50 – 80 غراما/م 2/يوم.
- المراقبة الصحية اليومية للأسماك والنباتات ستقدم بيانات حول توازن النظام كالمرض، ونقص التغذية، والوفاة بشكل رئيس، وهي أعراض نظام غير متوازن.
- اختبار النتروجين أسبوعيا سيوفر معلومات عن توازن النظام. ونسبة الأمونيا العالية أو النتريت يشير إلى عدم كفاية الترشيح الحيوي، ويشير انخفاض النترات إلى وجود الكثير من النباتات، أو عدم كفاية الأسماك/الأعلاف. كما أن الزيادة في النترات أمر مرغوب فيه، ويشير إلى وجود عناصر غذائية كافية للنباتات، على الرغم من أن الماء يحتاج إلى أن يتم تغييره نسبيا عندما تكون تركيزات النترات أعلى من 150 ملغم/لتر.

جودة المياه في الزراعة الأحيومائية

- الماء هو شريان الحياة لنظام الزراعة الأحيومائية، وهذا هو الوسط الذي من خلاله تستقبل النباتات العناصر الغذائية وتتلقى الأسماك الأكسيجين. ومن المهم جدا فهم جودة المياه والكيمياء الأساسية للمياه؛ من أجل إدارة الزراعة الأحيومائية بشكل صحيح.
- هناك خمسة عناصر لجودة المياه في الزراعة الأحيومائية: الأكسجين المذاب (DO) ، ودرجة الحموضة ،(pH) ودرجة حرارة المياه، ومجموع تركيزات النتروجين، وعسر الكربونات (صلابة الكربونا) (KH)، ومعرفة الآثار المترتبة من كل عنصر على الأسماك والنباتات والبكتيريا.
- يتم إجراء تسويات بالنسبة لبعض عناصر جودة المياه؛ لتلبية احتياجات كل كائن حي في الزراعة الأحيومائية.
- النطاق المستهدف لكل عنصر كما يلي:

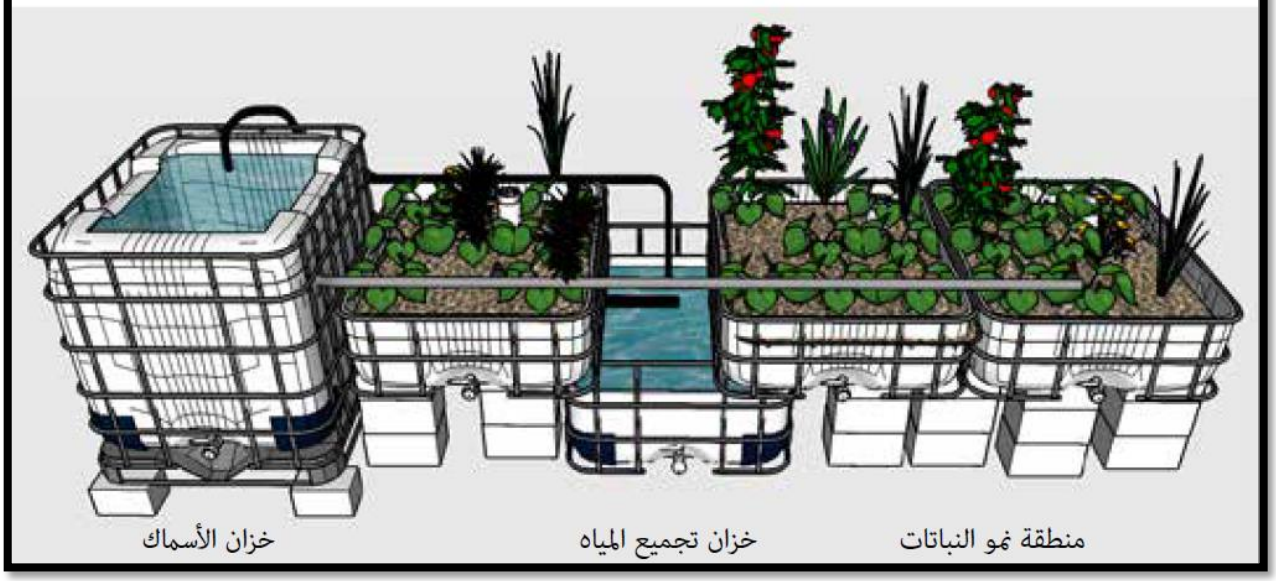
درجة الحموضة (pH)	7–6
ودرجة حرارة المياه	30–18°م
الأكسيجين المذاب	8–5 ملغم/لتر
الأمونيا	0 ملغم/لتر
النتريت	0 ملغم/لتر
النترات	150–5 ملغم/لتر
عسر الكربونات (صلابة الكربونات)	140–60 ملغم/لتر

- هناك طرق بسيطة لضبط درجة الحموضة والقواعد، وفي قليل من الأحيان يمكن للأحماض أن تضاف بكميات صغيرة في الماء؛ من أجل زيادة أو خفض درجة الحموضة على التوالي، وينبغي دائما أن تضاف الأحماض والقواعد ببطء وبعناية. ويمكن أن تستخدم مياه الأمطار بدلا من ذلك؛ للسماح للنظام بخفض درجة الحموضة بشكل طبيعي من خلال البكتيريا الآزوتية المستهلكة لقلوية النظام. وكربونات الكالسيوم من الحجر الجيري، والصدف، أو قشر البيض يزيد عسر الكربونات، ويقاوم تغير درجة الحموضة التي تنشأ؛ بسبب التحمض الطبيعي.
- بعض جوانب المعرفة بجودة وكيمياء المياه اللازمة للزراعة الأحيومائية يمكن أن تكون معقدة، ولا سيما العلاقة بين درجة الحموضة والصلابة، ولكن تستخدم اختبارات جودة المياه الأساسية؛ لتبسيط إدارة جودة المياه.
- اختبار الماء ضروري؛ للحفاظ على نوعية المياه الجيدة في النظام. قم باختبار وتسجيل عناصر جودة المياه
- التالية كل أسبوع: درجة الحموضة، ودرجة حرارة المياه، والنترات، وعسر الكربونات. كما أن اختبارات الأمونيا والنيتريت ينبغي أن تستخدم بالخصوص عند بدء تشغيل النظام، وعند ملاحظة وفيات غير طبيعية للأسماك تثير المخاوف من السمية.

تصميم وحدة الزراعة الأحيومائية

- العوامل الرئيسة التي ينبغي مراعاتها عند البت في مكان وضع الوحدة هي: استقرار أرض الموقع، والحصول على أشعة الشمس والتظليل، وحمايتها من التعرض للرياح والأمطار، وتوفر المرافق، وتوفر البيت المحمي أو التظليل.
- هناك ثلاثة أنواع رئيسة من الزراعة الأحيومائية: تقنية سرير وسائط النمو التي تعرف أيضا باسم سرير
- الجسيمات. وتقنية غشاء المغذيات(NFT) ، وتقنية المياه العميقة(DWC) ، المعروف أيضا باسم تقنية
- الطوافات أو النظام العائم.
- المكونات الأساسية لجميع وحدات الزراعة الأحيومائية هي: حوض الأسماك، والمرشح الميكانيكي والحيوي، ووحدة نمو النباتات، سرير وسائط النمو، وأنابيب غشاء المغذيات، أو قنوات المياه العميقة ، ومضخات المياه/الهواء.
- يجب أن تكون أسرة وسائط النمو كالتالي: (أ) مصنوعة من مادة خاملة وقوية. (ب) لديها عمق حوالي 30 سم. (ج) أن تملأ بوسائط النمو التي تحتوي على مساحة سطح عالية. (د) أن توفر الترشيح الميكانيكي والحيوي الكافي. (ه) أن توفر مناطق منفصلة للكائنات الحية المختلفة للنمو. (و) أن ترطب بما فيه الكفاية، من خلال عملية الإغراق والاستنزاف أو تقنيات الري الأخرى؛ لضمان الترشيح الجيد.
- بالنسبة لوحدات غشاء المغذيات (NFT) وتقنية المياه العميقة (DWC)فإن مكونات الترشيح الميكانيكي والترشيح الحيوي تعد ضرورية؛ من أجل إزالة المواد الصلبة العالقة، وأكسدة المخلفات الذائبة) تحويل الأمونيا إلى نترات.)
- بالنسبة لوحدات غشاء المغذيات (NFT) فإن معدل التدفق لكل أنبوب نمو يجب أن يكون 1– 2 لتر/دقيقة؛
- لضمان نمو جيد للنباتات.
- بالنسبة لقنوات وحدات المياه العميقة (DWC)ينبغي أن يكون لكل قناة وقت؛ للاحتفاظ بالماء مقداره
- 4 –1ساعات.
- التركيز العالي للأكسيجين المذاب أمر ضروري؛ لتأمين أسماك جيدة، ونمو جيد للنباتات والبكتيريا. وفي حوض الأسماك يتم توفير الأكسيجين المذاب بواسطة حجارة الهواء. وحدات سرير وسائط النمو لديها سطح بيني يقع بين المنطقة الرطبة والمنطقة الجافة، التي توفر نسبة عالية من الأكسيجين الجوي. وفي وحدات غشاء المغذيات (NFT) يتم توفير تهوية إضافية في المرشح الحيوي، بينما في وحدات المياه العميقة (DWC)يتم وضع حجارة الهواء في المرشح الحيوي وقنوات النباتات.

رسم توضيحي لوحدة سرير وسائط نمو صغيرة



خزان الأسماك　　خزان تجميع المياه　　منطقة نمو النباتات

البكتيريا في الزراعة الأحيومائية

- في الزراعة الأحيومائية، يجب أن تتأكسد الأمونيا إلى نترات؛ لمنع سُمية الأسماك.

•إن عملية النترجة هي عملية بكتيرية من خطوتين، حيث البكتيريا المؤكسدة للأمونيا تحول الأمونيا (NH3) إلى النتريت (NO2) ثم تقوم البكتيريا المؤكسدة للنترات بتحويل النتريت إلى نترات (NO3)

- أهم العوامل الخمسة للنترجة الجيدة هي: وسائط لديها مساحة سطح كبيرة؛ للسماح للبكتيريا كي تنمو وتستعمر، ودرجة الحموضة (6– 7)، ودرجة حرارة الماء (17 – 34 °م)، والأكسجين المذاب (4– 8 ملغم/لتر) ، وتغطية من التعرض المباشر لأشعة الشمس.
- تدوير النظام هي عملية أولية لبناء مستعمرة البكتيريا الآزوتية في وحدة الزراعة الأحيومائية الجديدة، وهذه العملية تستغرق من 3– 5 أسابيع تنطوي على إضافة مصدر الأمونيا في النظام) أعلاف الأسماك، والأسمدة القائمة على الأمونيا حتى يصل التركيز في الماء 1– 2 ملغم/لتر (؛ من أجل تحفيز نمو البكتيريا الآزوتية. وهذا ينبغي أن يكون القيام به ببطء وباستمرار. ويتم رصد الأمونيا والنتريت والنترات؛ لتحديد حالة المرشح الحيوي: الذروة وانخفاض لاحق للأمونيا يتبعها نمط مماثل للنتريت قبل أن تبدأ النترات في التراكم. وتضاف الأسماك والنباتات فقط عندما تكون مستويات الأمونيا والنيتريت منخفضة ويبدأ مستوى النترات في الارتفاع.
- تستخدم اختبارات الأمونيا والنيتريت؛ لمراقبة وظيفة البكتيريا الآزوتية وأداء المرشح الحيوي. وفي وجود نظام فاعل يجب أن تكون مستويات الأمونيا والنتريت قريبة من 0 ملغم/لتر. وعند وجود مستويات عالية من الأمونيا أو النتريت، يتطلب ذلك تغييرا للمياه وإجراءات إدارية. عادة النترجة الرديئة تنتج عن تغير في درجة حرارة الماء والأكسيجين المذاب أو مستويات درجة الحموضة.
- هناك فئة أخرى من الكائنات الحية الدقيقة، التي توجد بشكل طبيعي في الزراعة الأحيومائية هي البكتيريا المتغايرة، تعمل على تحلل المخلفات السمكية الصلبة، والإفراج عن بعض العناصر الغذائية في الماء في عملية تسمى التمعدن.

النباتات في الزراعة الأحيومائية

- المزايا الرئيسة للزراعة الأحيومائية على الزراعة في التربة هي: (أ) عدم إضاعة الأسمدة (ب) تخفيض استهلاك المياه (ج) زيادة الإنتاجية/الجودة؛\ (د) القدرة على الاستفادة من الأراضي غير الصالحة للزراعة (هـ) الاستغناء عن الحراثة، وإزالة الأعشاب غير المرغوب فيها، والمهام الزراعية التقليدية الأخرى.
- النباتات تتطلب أشعة الشمس والهواء والماء والعناصر الغذائية للنمو. والعناصر الغذائية الأساسية تشمل: النتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت. وتشتمل العناصر الغذائية الدقيقة على: الحديد، والزنك، والبورون، والنحاس، والمنغنيز، والموليبدينوم. كما يتعين معالجة أوجه القصور التي تظهر من خلال تزويد المغذيات القاصرة بالأسمدة التكميلية.
- إن أهم عنصر لجود ة المياه للنباتات هي درجة الحموضة؛ لأنها تؤثر على توافر العناصر الغذائية الأساسية.
- تتراوح درجة الحرارة المناسبة لمعظم الخضراوات بين 18 و 26 °م، رغم أن الكثير من الخضراوات الموسمية والخضراوات الشتوية تتطلب درجة حرارة تتراوح بين 8 و 20 °م، والخضراوات الصيفية درجات حرارة من 17إلى 30 °م.
- الخضراوات الورقية والأعشاب تعمل بشكل جيد للغاية في الزراعة الأحيومائية، وهذا ينطبق أيضا على الخضراوات الثمرية، بما في ذلك: الطماطم، والفلفل، والباذنجان، والخيار، والبازلاء، والفاصوليا، وزراعة المحاصيل الجذرية والدرنات أقل شيوعا وتتطلب اهتماما خاصا.
- للإنتاج المتكامل ولمكافحة الآفات/الأمراض تُستخدم الممارسات الفيزيائية والميكانيكية والثقافية؛ للحد من الآفات/مسببات الأمراض. ومن ثم تستخدم العلاجات الكيميائية والحيوية الآمنة للأسماك في التطبيقات المستهدفة عند الضرورة.
- يمكن للتصميم الذكي في الزراعة تعظيم استغلال الفضاء المتاح، وتشجيع الحشرات المفيدة وتحسين الإنتاج.
- توفر الزراعة المتداخلة الحصاد المستمر فضلا على الامتصاص المستمر للعناصر الغذائية وجودة المياه أكثر اتساقا

الأسماك في الزراعة الأحيومائية

- يُنصح باستخدام أعلاف الأسماك المصنعة في الزراعة الأحيومائية؛ لأنها تغذية كاملة وتحتوي على التوازن الصحيح من البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون، والفيتامينات، والمعادن اللازمة للأسماك.
- البروتين هو العنصر الأكثر أهمية لبناء كتلة جسم الأسماك. والأسماك النهمة (متعددة التغذية) مثل سمك البُلطي، وسمك الشبوط الشائع تحتاج إلى حوالي 32 % من البروتين في نظامها الغذائي، والأسماك آكلة اللحوم تحتاج إلى أكثر.
- لا تتخم الأسماك أبدا، وقم بإزالة الطعام غير المأكول بعد 30 دقيقة؛ للحد من مخاطر الأمونيا أو سمية كبريتيد الهيدروجين.
- هناك حاجة للمحافظة على جودة المياه؛ من أجل الحفاظ على الأسماك، كما يجب أن تكون الأمونيا والنيتريت قريبة من 0 ملغم/لتر، وهي سامة في أي من المستويات التي يمكن اكتشافها. وينبغي أن تكون النترات أقل من 400 ملغم/لتر، والأكسيجين المذاب يجب أن يكون من 4– 8 ملغم/لتر.
- البُلطي والشبوط والسّلور مناسبة للغاية للزراعة الأحيومائية في الظروف الإستوائية أو الجافة؛ لأنها تنمو بسرعة، ويمكن أن تبقى على قيد الحياة في أسوأ حالات المياه، وفي المستويات الدنيا للأكسيجين المذاب.
- سمك السلمون المنقط ينمو جيدا في الماء البارد، ولكن يحتاج إلى جودة مياه أفضل.
- ينبغي رصد صحة الأسماك يوميا، والتقليل من الإجهاد. جودة المياه الرديئة و/أو المتغيرة والاكتظاظ والاضطراب البدني يمكن أن يسبب الإجهاد، والذي قد يؤدي إلى تفشي الأمراض.
- التصرفات الشاذة أو التغيرات في السلوك البدني، يمكن أن تشير إلى الإجهاد، والمياه سيئة الجودة، والطفيليات أو المرض. خذ متسعا من الوقت لمراقبة ورصد الأسماك؛ من أجل التعرف على أعراض الأمراض في وقت مبكر، وتقديم العلاج.

تحقيق التوازن بين الأسماك والنباتات: حسابات المكونات

تحتاج أنظمة الزراعة الأحيومائية إلى أن تكون متوازنة؛ وبالتالي فإن أعلاف الأسماك يجب أن تعمل على توفير العناصر الغذائية الكافية للنباتات، ويجب أن يكون عدد النباتات كافيا لاستخدام جميع العناصر الغذائية المفرج عنها في النظام، ولكن ليس بزيادة؛ لمنع أي خطر من أوجه القصور. والمرشح الحيوي يحتاج إلى أن يكون كبيرا بما يكفي؛ لمعالجة كافة مخلفات الأسماك، وهناك حاجة إلى ما يكفي من المياه؛ لتدوير هذا النظام. وهذا التوازن يمكن أن يكون من الصعب تحقيقه في النظام الجديد، ولكن يوفر هذا القسم الحسابات المفيدة؛ لتقدير الأحجام من كل المكونات. والطريقة الأكثر نجاحا لتحقيق التوازن في نظام الزراعة الأحيومائية هي استخدام نسبة معدل التغذية التي تم وصفها في القسم 4.1.2 من هذا الدليل. وهذه النسبة هي الحسبة الأهم للزراعة الأحيومائية، بحيث إن الأسماك والنباتات يمكن لها أن تزدهر في تناغم تام داخل النظام الإيكولوجي للزراعة الأحيومائية.

وتقدر هذه النسبة كمية علف الأسماك التي ينبغي أن تضاف كل يوم إلى النظام، ويتم حسابه على أساس المساحة المتاحة لنمو النباتات. وهذه النسبة تعتمد على نوع النبات الذي يزرع. وتتطلب الخضراوات الثمرية عناصر غذائية أعلى بحوالي ثلث مما تتطلبه الخضار الورقية؛ لدعم الزهور وانعقاد الثمار. كما أن نوع العلف أيضا يؤثر على نسبة معدل التغذية، وجميع الحسابات المقدمة هنا تفترض استخدام أعلاف الأسماك القياسية المصنعة بنسبة بروتين مقدارها 32 %، وعند استخدام غذاء بنسبة بروتين منخفضة ويمكن التغذية بمعدلات أعلى.

النباتات الورقية الخضراء	الخضراوات الثمرية
40–50 من أعلاف الأسماك لكل متر مربع	50–80 من أعلاف الأسماك لكل متر مربع

والخطوة الأولى الموصى بها في الحساب هي تحديد عدد النباتات اللازمة. وعلى الأرجح فالنباتات هي الجزء الأكثر ربحية في الزراعة الأحيومائية التي على نطاق صغير؛ بسبب معدل الإنتاج العالي. وفي المتوسط يمكن زراعة النباتات بالكثافة التالية. وهذه الأرقام هي متوسطات فقط، وهناك العديد من المتغيرات وفقا لنوع النباتات وحجم الحصاد؛ وبالتالي يجب أن تستخدم فقط بمثابة مبادئ توجيهية.

النباتات الورقية الخضراء	الخضراوات الثمرية
20–25 نبتة لكل متر مربع	4 نبتة لكل متر مربع

قم باختيار مقدار مساحة نمو النباتات التي بحاجة إليها باستخدام المقياس المذكور أعلاه) الورقية مقابل المثمرة (. ويجب أن تلبي مساحة السطح التي سيتم اختيارها من قبل المزارع، أهداف السوق أو إنتاج الغذاء. وهذا يعتمد أيضا على المحاصيل؛ لأن بعض النباتات تحتاج إلى مساحة أكبر وتنمو ببطء أكثر من غيرها. وعندما يتم اختيار العدد المطلوب من النباتات، فمن الممكن بعد ذلك تحديد مقدار مساحة النمو اللازمة؛ وبالتالي فإن تقدير كمية أعلاف الأسماك، التي ينبغي إضافتها إلى النظام كل يوم أمر في غاية الأهمية.

وعندما يتم حساب كمية أعلاف الأسماك، فمن الممكن تحديد الكتلة الحيوية من الأسماك اللازمة لأكل هذه الأعلاف. والأسماك مختلفة الحجم لديها متطلبات وأنظمة غذائية مختلفة، وهذا يعني أن العديد من الأسماك الصغيرة تأكل قدر عدد قليل من الأسماك الكبيرة. ومن حيث تحقيق التوازن بين وحدة الزراعة الأحيومائية، فإن العدد الفعلي للأسماك ليس مُهما بقدر إجمالي الكتلة الحيوية من الأسماك في الخزان. وفي المتوسط فإن الأسماك تستهلك 1– 2% من وزن الجسم يوميا خلال مرحلة التسمين، والتي تتوافق مع كتلة الجسم فوق 50 غراما. والعكس تماما فإن الأسماك الصغيرة/الشابة تأكل أكثر من الأسماك الكبيرة، كنسبة مئوية من وزن الجسم.

النباتات الورقية الخضراء	الخضراوات الثمرية
20–25 نبتة لكل متر مربع	4 نبتة لكل متر مربع

يوضح المثال التالي كيفية إجراء هذه المجموعة من الحسابات: من أجل إنتاج 25 رزمة خس في الأسبوع، ينبغي أن يكون نظام الزراعة الأحيومائية به 10 – 20 كغم من الأسماك، ويتم تغذيته ب 200 غرام من العلف يوميا، ولديه منطقة لزراعة النباتات مقدارها 4 م 2. والحسابات هي كما يلي:

يتطلب الخس 4 أسابيع لينمو مرة واحدة بعدما يتم زرع الشتلات في النظام، ويتم حصاد 25 حزمة في الأسبوع لذلك:

25 حزمة/أسبوع × 4 أسابيع = 100 حزمة في النظام

وتتطلب كل 25 حزمة من الخس 1 م^2 من مساحة الزراعة، لذلك:

$$100 \text{ حزمة} \times \frac{1 \text{ م}^2}{25 \text{ حزمة}} = 4 \text{ م}^2$$

كل متر مربع واحد من المساحة المزروعة يتطلب 50 غراما من أعلاف الأسماك يوميا، لذلك:

$$4 \text{ م}^2 \times \frac{50 \text{ غرام علف/يوم}}{1 \text{ م}^2} = 200 \text{ غرام علف/يوم}$$

السمك (الكتلة الحيوية) في النظام تأكل 1–2% من وزن الجسم في اليوم الواحد؛ وبالتالي:

$$200 \text{ غرام علف/يوم} \times \frac{100 \text{ غرام سمك}}{1–2 \text{ غرام علف/يوم}} = 10–20 \text{ كغم من كتلة الأسماك}$$

وعلى الرغم من أنها مفيدة للغاية، فإن نسبة التغذية هذه ما هي سوى دليل، وخاصة بالنسبة للوحدات التي على نطاق صغير. وهناك العديد من المتغيرات تتعامل مع هذه النسبة، بما في ذلك حجم ونوع الأسماك، ودرجة حرارة الماء، ومحتوى البروتين في الأعلاف، ومطالب العناصر الغذائية من النباتات، والتي قد تتغير بشكل كبير خلال موسم النمو. وقد تتطلب هذه التغييرات من المزارع أن يضبط معدل التغذية. إن اختبار معدل النتروجين في المياه يساعد على تحديد ما إذا كان لا يزال النظام في حالة توازن. وإذا كانت مستويات النترات منخفضة جدا) أقل من 5ملغم/لتر) ، فيجب أن تزيد ببطء معدل التغذية يوميا بدون إتخام الأسماك، وإذا كانت مستويات النترات في حالة مستقرة، قد يكون هناك نقص في العناصر الغذائية والمكملات الأخرى خاصة للكالسيوم والبوتاسيوم والحديد. وإذا كانت مستويات النترات تتزايد، فإن تغيير نسبة من المياه بين الحين والآخر سيكون ضروريا مع ارتفاع النترات فوق 150 ملغم/لتر، وقد تشير زيادة مستويات النترات إلى أن تركيزات العناصر الغذائية الأساسية الأخرى غير كافية.

الدليل العملي لتصميم نظام وحدات الزراعة الأحيومائية، على نطاق صغير

سعة خزان الأسماك (لتر)	الكتلة الحيوية القصوى للأسماك[1] (كغم)	معدل التغذية[2] (غرام/يوم)	معدل التدفق للمضخة (لتر/ساعة)	سعة المرشحات[3] (لتر)	السعة الأدنى لوسائط الترشيح الحيوي[4] (لتر)		منطقة زراعة النباتات[5] ($م^2$)
					الحصى البركاني (الطف)	الكريات الحيوية (®Bioball)	
200	5	50	800	20	50	25	1
500	10	100	1200	50–20	100	50	2
1000	20	200	2000	200–100	200	100	4
1500	30	300	2500	300–200	300	150	6
2000	40	400	3200	400–300	400	200	8
3000	60	600	4500	500–400	600	300	12

ملحوظات:

1. تستند كثافة الأسماك الموصى بها على كثافة التخزين القصوى 20 كغم/ 1000 لتر. والكثافات المرتفعة ممكنة مع مزيد من التهوية والترشيح الميكانيكي، ولكن هذا لا ينصح به للمبتدئين.
2. معدل التغذية الموصى به هو 1% من وزن الجسم يوميا للأسماك، والتي لديها كتلة الجسم أكثر من 100 غرام. ومعدل نسبة التغذية هو 40 – 50 غرام/م 2 للخضر الورقية، و50 – 80 غرام/م 2 للخضار المثمرة.
3. يجب أن تكون أحجام الفاصل الميكانيكي والمرشح الحيوي 10 – 30 % من إجمالي حجم خزان الأسماك. في الواقع اختيار الحاويات يعتمد على حجمها، والتكلفة، والتوفر. وهناك حاجة فقط للمرشحات الحيوية لوحدات غشاء المغذيات (NFT) ووحدات المياه العميقة. (DWC) والفواصل الميكانيكية هي قابلة للتطبيق في وحدات غشاء المغذيات (NFT) ووحدات المياه العميقة (DWC) ووحدات سرير وسائط النمو مع كثافة الأسماك لأكثر من 20 كغم/ 1000 لتر.

4. تفترض هذه الأرقام بأن البكتيريا في الظروف المثلى في كل وقت. وإن لم يكن كذلك لفترة معينة (لشتاء)، قد تحتاج لوسائط ترشيح إضافية؛ لتضاف كمنطقة عازلة. ويتم توفير قيم مختلفة لاثنين من وسائط الترشيح الحيوي الأكثر شيوعا على أساس المساحة المحددة لكل منها.
5. تشمل أرقام مساحة زراعة الخضر الورقية فقط، وسوف تكون مساحة الخضراوات الثمرية أقل قليلا.

مواضيع إضافية في الزراعة الأحيومائية

- شاي السماد العضوي يمكن استخدامه لتكملة العناصر الغذائية للنباتات، وأن ينتج على نطاق صغير من سماد المخلفات النباتية.
- يمكن زراعة أعلاف الأسماك البديلة والتكميلية وإنتاجها بكميات صغيرة الحجم، بما في ذلك الطحلب البطي،الآزولا النيابة، والحشرات والمورينغا.
- يمكن جمع البذور وتخزينها باستخدام تقنيات بسيطة؛ لتقليل تكاليف إعادة زرع النبتة.
- جمع مياه الأمطار وتخزينها يوفر وسيلة فاعلة من حيث التكلفة لتجديد مياه الزراعة الأحيومائية.
- ينبغي استخدام التكرار (الأجهزة الاحتياطية) والأساليب المأمونة الجانب؛ لمنع كارثة الخسارة من المياه التي من الممكن أن تقتل الأسماك.
- مياه الزراعة الأحيومائية يمكن استخدامها لتسميد وري أنشطة البستنة الأخرى.
- هناك أنواع وطرق أخرى تتعدى الأمثلة الواردة في هذا الدليل.

عشرة مبادئ توجيهية أساسية للزراعة الأحيومائية الناجحة

- مراقبة ورصد النظام كل يوم.
- ضمان التهوية الكافية، وتوزيع المياه بمضخات الماء ومضخات الهواء.
- الحفاظ على نوعية المياه الجيدة: درجة الحموضة 6– 7، الأكسيجين المذاب > 5ملغم/لتر، مجموع الأمونيا النتروجين (TAN) > 1 ملغم/لتر؛ -NO2> 1 ملغم/لتر؛ -NO3 5– 150 ملغم/لتر، درجة الحرارة 30° – 18م.
- اختيار الأسماك والنباتات وفقا للمناخ الموسمي.
- لا تزحم الخزانات بالأسماك(< 20 كغم/ 1000 لتر) .
- تجنب الفرط في التغذية، وأزل أي طعام غير مأكول بعد 30 دقيقة.
- أزل المخلفات الصلبة، وحافظ على الخزانات نظيفة ومظللة.
- حقق التوازن في عدد النباتات والأسماك، وحجم المرشح الحيوي.
- قم بتطبيق الحصاد المتداخل، وإعادة تخزين الأسماك/إعادة زرع النباتات للحفاظ على التوازن.
- لا تدع الجراثيم تدخل النظام من الأشخاص أو الحيوانات، وعدم تلويث المنتجات عن طريق السماح لمياه، النظام بترطيب أوراق النباتات.

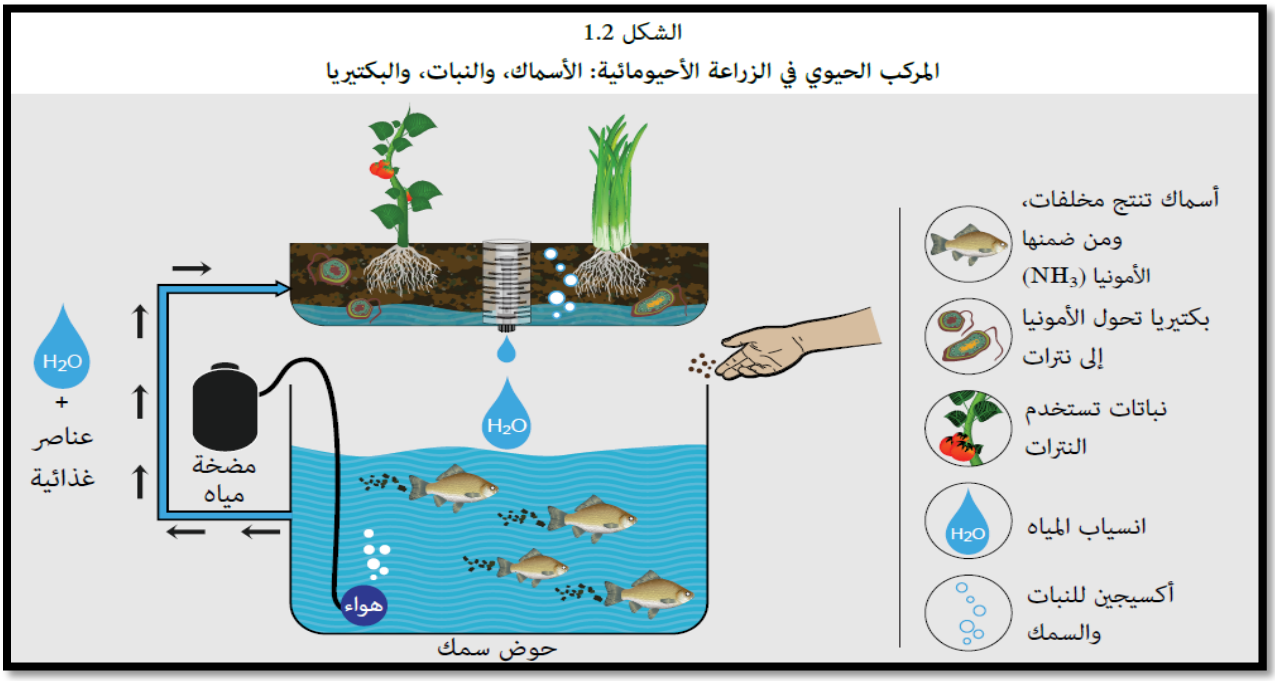
بناءً على التفسير الذي تمت مناقشته لمفهوم الزراعة الأحيومائية في الفصل الأول، فإن هذا الفصل سيناقش العمليات الحيوية التي تحدث داخل وحدة الزراعة الأحيومائية عبر مناقشة المفاهيم والعمليات الرئيسة المعنية، بما في ذلك عملية النترجة، ومن ثم سيتطرق للدور الحيوي للبكتيريا، والعمليات الحيوية الرئيسة. وأخيرا سيتناول أهمية تحقيق التوازن بين النظام البيئي للزراعة الأحيومائية الذي يتكون من الأسماك والنباتات والبكتيريا، بما في ذلك كيفية تحقيقه مع الحفاظ على وحدة الزراعة الأحيومائية مع مرور الوقت.

2.1 المكونات الحيوية المهمة للزراعة الأحيومائية

كما هو موضح في الفصل الأول أن الزراعة الأحيومائية هي شكلٌ من أشكال الزراعة المتكاملة التي تجمع بين اثنتين من التقنيات الرئيسة: تربية الأحياء المائية، والزراعة المائية. في وحدة واحدة تقوم بإعادة التدوير بشكل مستمر، تعيش الأسماك في حوض يحتوي على المخلفات الأيضيّة للأسماك، ومن أجل ذلك فإن هذه العملية تسير وفق الخطوات التالية: أولاً يمر الماء من خلال مرشح ميكانيكي يلتقط المخلفات الصلبة، ومن ثم يمرمن خلال مرشح حيوي يقوم بأكسدة الأمونيا إلى نترات، ثم ينتقل الماء عبر الأوساط التي تنمو فيها النباتات فتمتصّ النباتات المواد المغذية منه، وأخيرا يعود الماء إلى حوض الأسماك منقى) الشكل 1.2 (. ويوفر المرشح الحيوي موئلاً للبكتيريا التي تعمل على تحويل مخلفات الأسماك إلى عناصر غذائية سهلة الوصول للنباتات، وهذه العناصر الغذائية تذوب في الماء، ثم يتم امتصاصها من قبل النباتات، ومن فوائد هذه العملية التي تقوم على إزالة العناصر الغذائية، المساعدة على تنظيف الماء، ومنع تسممه بالأشكال الضارة من النتروجين الأمونيا والنتريت (، وبالتالي فإنه يسمح للأسماك والنباتات والبكتيريا بأن تزدهر في تناغم تام. وهكذا تعمل كل الكائنات الحية معا لخلق بيئة صحية متزايدة لبعضها البعض، شريطة أن يكون نظاما متوازنا.

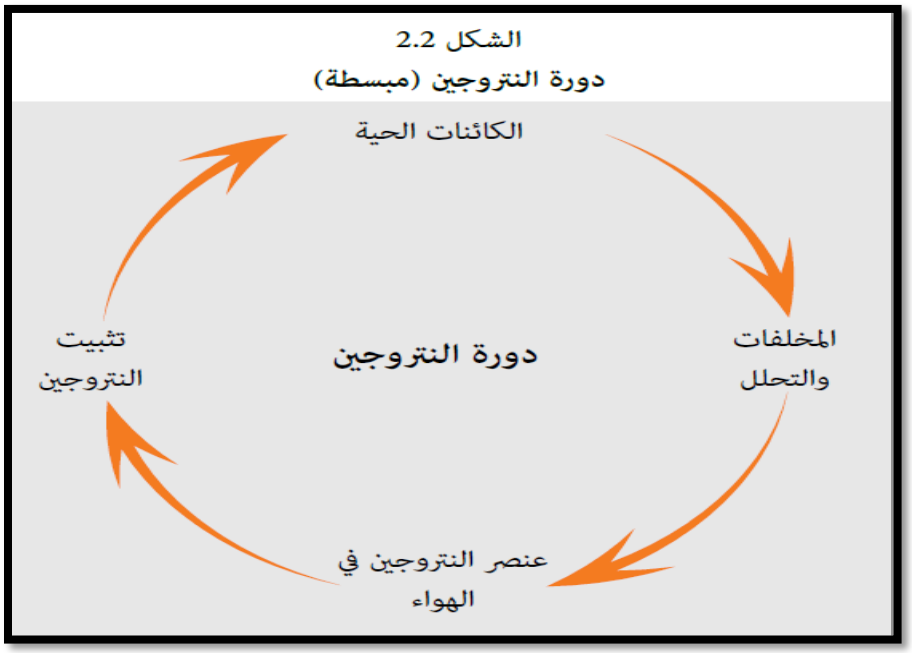
الشكل 1.2

المركب الحيوي في الزراعة الأحيومائية: الأسماك، والنبات، والبكتيريا



دورة النتروجين

تعتبر هذه الدورة العملية الحيوية الأكثر أهمية في عملية النترجة، والتي هي عنصر أساسّي في دورة النتروجين الشاملة التي تشاهد في الطبيعة. والنتروجين (N) هو عنصر كيميائي ولبنة أساسية لجميع أشكال الحياة. ويوجد هذا العنصر في جميع الأحماض الأمينيّة، التي تشكل جميع البروتينات الضرورية للعديد من العمليات الحيوية المهمة للحيوانات، مثل: تنظيم الأنزيمات، والأوامر التي تصدر من الخلية، وبناء الهياكل، ويشكل النتروجين واحد من العناصر الغذائية غير العضوية الأكثر أهمية للنباتات.



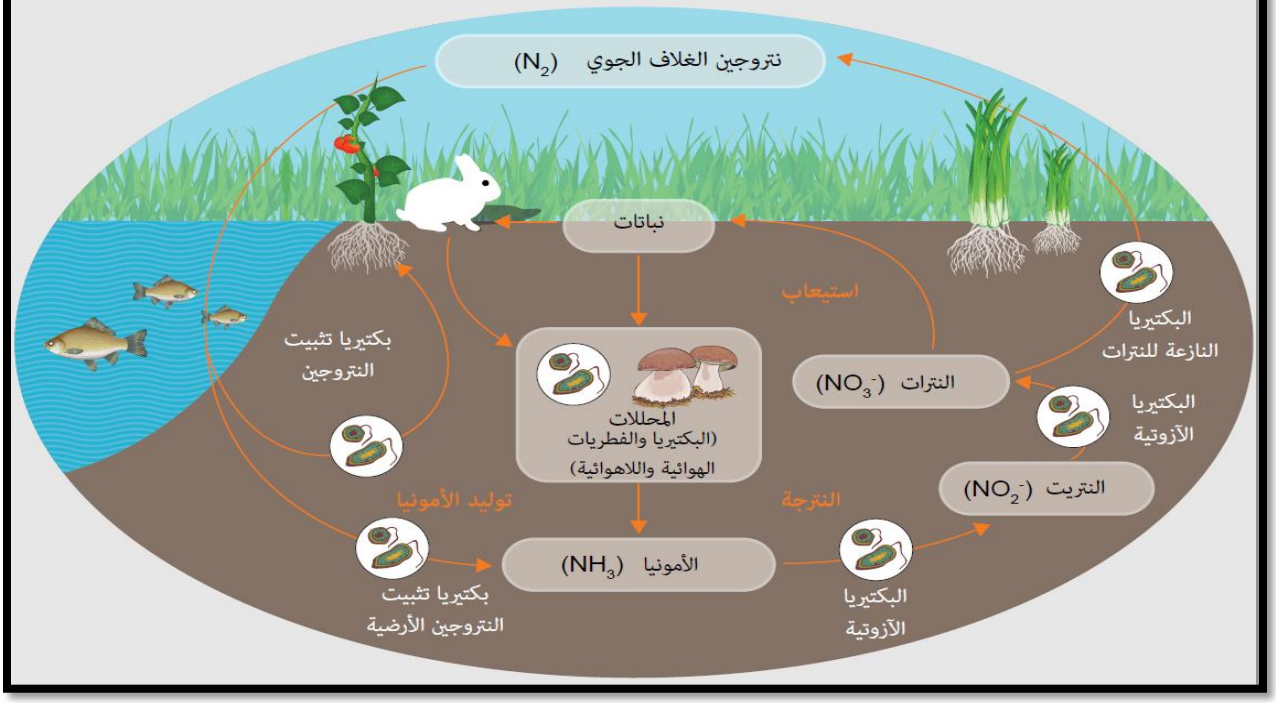
الشكل 2.2
دورة النتروجين (مبسطة)

يعد عنصر النتروجين الغازيّ الأكثر وفرة في تكوين الغلاف الجوي للأرض، حيث يشكل نحو 78 في المائة منه، إلى جانب الأكسيجين الذي يشكل فقط نسبة 21 في المائة. وعلى الرغم من أن النتروجين يتوافر بنسبة عالية إلا أنه يكون في الغلاف الجوي على هيئة النتروجين الجزيئي(N2)، وهي رابطة ثلاثية من ذرات النتروجين) غير قابلة للوصول إلى النباتات) . لذا لابد من تغييره من صورة (N2) قبل استخدام النباتات له لنموها، وتسمى هذه العملية تثبيت النتروجين. وهو جزء من دورة النتروجين) الشكل 2.2)، والذي يُشاهد في شتى أنحاء الطبيعة الشكل (3.2). إن تثبيت النتروجين يحصل بواسطة البكتيريا التي تقوم بتغيير (N2) كيميائياً عن طريق إضافة عناصر أخرى مثل الهيدروجين أو الأكسيجين وتخلق مركبات كيميائية جديدة والتي يمكن للنباتات مثل الأمونيا (NH3) والنترات (-NO3) استخدامها بسهولة. أيضا يمكن أن يكون تثبيت النتروجين الجوي من خلال عملية التصنيع المكثف للطاقة) عملية هابر أوHaber Process) ، المستخدم لإنتاج الأسمدة الاصطناعية.

إن الحيوان الظاهر في الشكل (3.2) ينتج مخلفات) البراز والبول) ، والتي هي متكونة إلى حد كبير من الأمونيا .(NH3) أما المواد العضوية الأخرى المتحللة الموجودة في الطبيعة، مثل النباتات أو الحيوانات النافقة، فإنها تتحلل بواسطة الفطريات ومجموعات مختلفة من البكتيريا إلى الأمونيا. وتتم عملية الاستقلاب أو التمثيل الغذائي للأمونيا من قبل مجموعة معينة من البكتيريا تدعى البكتيريا الآزوتية. وهو أمر مهم جدا للزراعة ثم أخيرا إلى مركبات الأحيومائية، وتقوم هذه البكتيريا أولا بتحويل الأمونيا إلى مركبات النتريت ((NO2 وتمتلك تلك النباتات المقدرة على استخدام كل من الأمونيا والنترات لأداء عمليات النمو، إلا النترات-(NO3 (أن النترات يتم امتصاصه بسهولة أكبر بواسطة الجذور. إن البكتيريا الآزوتية التي تعيش في بيئات متنوعة، مثل: التربة، والرمال، والماء، والهواء، هي عنصر أساسٌ في عملية النترجة؛ التي خلالها يتم تحويل المخلفات النباتية والحيوانية إلى عناصر غذائية يمكنها الوصول إلى النباتات. والشكل (4.2)، يظهر العملية نفسها التي تم إيضاحها في الشكل (3.2)، إلا أنه يشتمل على رسم توضيحي أكثر تعقيدا يوضح جميع مراحل دورة النتروجين. وهذه العملية الطبيعية للنترجة بواسطة البكتيريا

الشكل 4.2

الرسم البياني لتدفق النتروجين في التربة

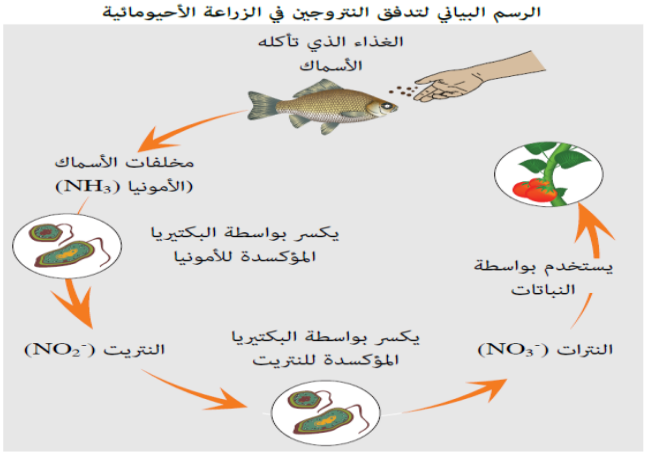


الشكل 3.2

الرسم البياني لتدفق النتروجين في الطبيعة

والتي تحدث في التربة تحدث أيضا في المياه بالطريقة نفسها. أما في الزراعة الأحيومائية فإن المخلفات الحيوانية هي إفرازات الأسماك التي يتم إطلاقها في خزانات التربية، مع الإشارة إلى أن البكتيريا الآزوتية نفسها التي تعيش على الأرض توجد بشكل طبيعي في الماء أو على كل سطح رطب. وتعمل على تحويل الأمونيا من مخلفات الأسماك إلى نترات يمكن امتصاصها بسهولة بواسطة النباتات. إن عملية النترجة في الزراعة الأحيومائية توفر العناصر الغذائية للنباتات، وتعمل على إزالة أمونيا النتريت السامة الشكل (5.2)

الشكل 5.2
الرسم البياني لتدفق النتروجين في الزراعة الأحيومائية

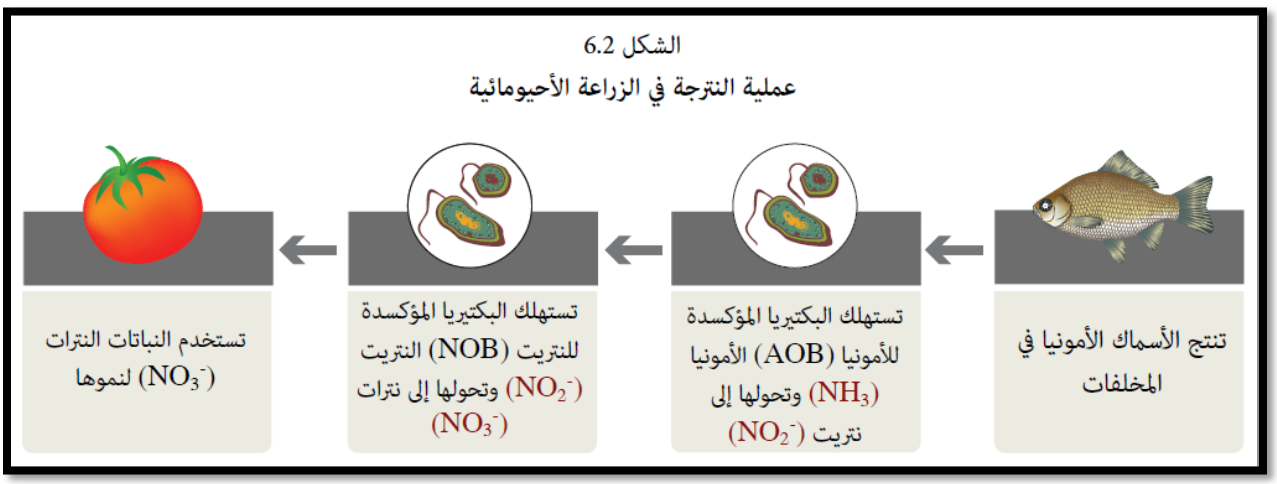


المرشح الحيوي

تعتبر البكتيريا الآزوتية مهمة للأداء العام لوحدة الزراعة الأحيومائية، والفصل الرابع من هذا الدليل يوضح كيفية عمل العنصر الحيوي لكل طريقة للزراعة الأحيومائية، ويبين الفصل الخامس مجموعات البكتيريا المختلفة التي تعمل في وحدة الزراعة الأحيومائية، وفي هذا السياق نشير إلى تشارك مجموعتين رئيستين من البكتيريا الآزوتية في عملية النترجة،وهما: 1) البكتيريا المؤكسدة للأمونيا (AOB) ، و 2)البكتيرياالمؤكسدة للنتريت (NOB)، والشكل (6.2) يبين ذلك. وتتم عملية استقلاب الأمونيا، أو تمثيلها كما في الترتيب التالي:

- تعمل البكتيريا (AOB) على تحويل الأمونيا(NH3) إلى نتريت (NO2-)
- تعمل البكتيريا (NOB) على تحويل الأمونيا(NO2) إلى نتريت (NO3-)

الشكل 6.2
عملية النترجة في الزراعة الأحيومائية



ملخص

- الزراعة الأحيومائية هي نظام إنتاج يجمع بين تربية الأسماك وإنتاج الخضر بدون تربة في نظام مغلق واحد.
- تحول البكتيريا الآزوتية مخلفات السمك (الأمونيا) إلى عناصر غذائية للنبات (نترات).
- عملية النترجة التي تحدث في التربة تحدث أيضا في نظام الزراعة الأحيومائية.
- أهم جزء في الزراعة الأحيومائية هي البكتيريا، ولا يمكن مشاهدتها بالعين المجردة.
- العوامل الرئيسة للحفاظ على البكتيريا صحية هي درجة حرارة الماء، ودرجة الحموضة، والأكسيجين المذاب، وتوافر مساحة كافية لنمو البكتيريا.
- أنظمة الزراعة الأحيومائية الناجحة في حالة توازن. معدل نسب التغذية (feed rate ratio) هي الخط التوجيهي الرئيس لتحقيق التوازن بين كمية أعلاف الأسماك ومساحة زراعة النباتات، والتي تقاس بوحدة غراما من العلف/يوم/متر 2 مساحة زراعة النباتات.)
- نسبة معدل تغذية الخضراوات الورقية هي: (40 – 50 غراما/م 2/اليوم)، أما الخضراوات الثمريّة فنسبتها)80 – 50 غراما/م 2/اليوم.)
- المراقبة الصحية اليومية للأسماك والنباتات ستعطي نتائج عن التوازن في النظام، فالمرض، ونقص التغذية، والموت هي أعراض نظام غير متوازن.
- اختبار المياه يوفر معلومات عن توازن النظام، فارتفاع الأمونيا أو النتريت يشير إلى عدم كفاية الترشيح الحيوي، وانخفاض النترات يشير إلى وجود العديد من النباتات، وكذلك وجود نسبة غير كافية من الأسماك. كما أن زيادة النترات مرغوب فيه، ويشير إلى وجود وفرة في العناصر الغذائية الكافية للنباتات، على الرغم من ذلك فإنه يجب تغيير الماء عندما يصل مستوى النترات إلى أكثر من 150 ملغم/لتر.

جودة المياه في الزراعة الأحيومائية

يتناول هذا الفصل المفاهيم الأساسية لإدارة المياه داخل نظام الزراعة الأحيومائية. فيبدأ بإطار وملحوظات عن نوعية المياه وجودتها لإنتاج الغذاء الناجح من الزراعة الأحيومائية. ثم يتطرق إلى عناصر جودة المياه الرئيسة بالتفصيل. ويتعرضُ كذلك إلى مناقشة طرق التحكم في إدارة هذه العناصر، لا سيما فيما يتعلق بمصادر المياه عندما يتم تجديد وحدة الزراعة الأحيومائية.

الماء هو شريان الحياة بالنسبة لنظام الزراعة الأحيومائية. وهو الوسط الذي يتم من خلاله نقل جميع العناصر الغذائية الدقيقة الأساسية للنباتات. والوسط الذي من خلاله تحصل الأسماك على الأكسيجين. وبهذا فهو واحد من أهم النقاط التي يجب فهمها فهما جيدا في هذا النظام، والتعامل معها بوعي تام. ولمزيد من الفهم في هذا الجانب ستتم مناقشة خمسة عناصر رئيسة لجودة المياه، وهي: الأكسيجين المذاب (DO) ودرجة الحموضة (pH)، ودرجة الحرارة، ومجموع النتروجين، وقلويّة الماء. وكل عنصر من هذه العناصر له تأثير على جميع الكائنات الثلاثة في الوحدة:) الأسماك – النباتات – البكتيريا) ، وفهم الآثار الناتجة عن كل عنصر هو أمر ذو أهمية. ورغم أن بعض جوانب المعرفة حول كيمياء المياه اللازمة للزراعة الأحيومائية تبدو معقدة، إلا أن إدارتها الفعلية بسيطة نسبيا بمساعدة أدوات اختبار جودة المياه البسيطة. اختبار جودة المياه يبقى مهما لتوفير نوعية جيدة للمياه في النظام.

وكل كائن في وحدة الزراعة الأحيومائية لديه نطاق محدد لتحمل التغير في كل عنصر من عناصر جودة المياه) الجدول 1.3). ورغم أن نطاقات التحمل تتشابه نسبيا لجميع الكائنات الثلاثة، إلا أن هناك حاجة إلى حل وسط، وبالتالي بعض الكائنات الحية قد لا تعمل بالمستوى الأمثل.

الجدول 1.3

مدى تحمل الأسماك (المياه الدافئة أو المياه الباردة) ونباتات الزراعة المائية والبكتيريا الآزوتية لعناصر جودة المياه

نوع الكائن	درجة الحرارة (°م)	pH	الأمونيا (ملغم/لتر)	النتريت (ملغم/لتر)	النترات (ملغم/لتر)	الأكسيجين المذاب (ملغم/لتر)
أسماك المياه الدافئة	32–22	8,5–6	3>	1>	400>	6–4
أسماك المياه الباردة	18–10	8,5–6	1>	0,1>	400>	8–6
نباتات	30–16	7,5–5,5	30>	1>	–	3<
بكتيريا	34–14	8,5–6	3>	1>	–	8–4

ويوضح الجدول(2.3)الحل الوسط الأمثل لعناصر جودة المياه المهمة في الزراعة الأحيومائية. ويتضح أن أهم عنصرين لتحقيق التوازن، هما: درجة الحموضة، ودرجة الحرارة. ومن المستحسن أن يتم الاحتفاظ بالرقم الهيدروجيني عند مستوى وسط بين الحمضية والقلوية(6– 7)، أو أن يكون حامضيا قليلا.

الجدول 2.3

العناصر المثالية للزراعة الأحيومائية كحل وسط للكائنات الثلاثة

نوع الكائن	درجة الحرارة (°م)	pH	الأمونيا (ملغم/لتر)	النتريت (ملغم/لتر)	النترات (ملغم/لتر)	الأكسيجين المذاب (ملغم/لتر)
الزراعة الأحيومائية	30–18	7–6	1>	1>	150–5	5<

7.3ملخص الفصل

- الماء هو شريان الحياة لنظام الزراعة الأحيومائية. وهذه هي الوسيلة التي تحصل من خلالها النباتات على العناصر الغذائية، وتحصل من خلالها الأسماك على الأكسيجين. ومن المهم جدا أن نفهم نوعية المياه والكيمياء الأساسية للمياه؛ من أجل الإدارة السليمة لوحدة الزراعة الأحيومائية.
- هناك خمسة عناصر رئيسة لجودة المياه في الزراعة الأحيومائية: الأكسيجين المذاب (DO) ، ودرجة الحموضة (PH) ، ودرجة حرارة المياه، ومجموع تركيزات النتروجين وصلابته، وقلويّة الماء. كما أن معرفة الآثار المترتبة عن كل عنصر من هذه العناصر على الأسماك والنباتات والبكتيريا هو أمر في غاية الأهمية.
- يتم إجراء حلول وسط بالنسبة لبعض عناصر المياه لتلبية احتياجات كل كائن حي في الزراعة الأحيومائية.
- يتراوح الهدف لمعدل عناصر جودة المياه كما يلي:

درجة الحموضة (pH)	7–6
درجة حرارة الماء	30–18°م
الأكسيجين المذاب	8–5 ملغم/لتر
الأمونيا	0 ملغم/لتر
النتريت	0 ملغم/لتر
النترات	150–5 ملغم/لتر
عسرالكربونات (صلابة الكربونات)	140–60 ملغم/لتر

- هناك طرق بسيطة لضبط درجة الحموضة. ففي المحاليل القاعدية، يمكن أحيانا إضافة الأحماض بكميات صغيرة في الماء؛ من أجل زيادة أو خفض درجة الحموضة على التوالي. وينبغي دائما أن تضاف الأحماضُ والقواعد بكميات بسيطة، وبعناية واهتمام؛ من أجل رفع أو

خفض معدل الحموضة. ويمكن أن تستخدم مياه الأمطار بدلا من ذلك للسماح للنظام بشكل طبيعي بخفض درجة الحموضة من خلال البكتيريا الآزوتية المستهلكة لقلوية النظام. أماكربونات الكالسيوم من الصخر الجيري، والصدف، أو قشر البيض فتزيد من صلابة الكربونات، وتقاوم أو تحافظ على درجة الحموضة ضد التحمّض الطبيعي

- بعضُ جوانب المعرفة بجودة المياه وكيمياء المياه اللازمة للزراعة الأحيومائية يمكن أن تكون معقدة، لا سيما العلاقة بين درجة الحموضة والعُسر، ولكن يمكن إجراء اختبارات المياه الأساسية؛ لتبسيط إدارة جودة المياه .اختبار الماء ضروري للحفاظ على نوعية المياه الجيدة في النظام.
- واختبار وتسجيل عناصر جودة المياه لكل أسبوع أيضا ضروري، لكل من: درجة الحموضة، ودرجة حرارة المياه، والنترات، وصلابة الكربونات(عسر الكربونات) ، مع الأخذ في الاعتبار أن فحص معدلات الأمونيا والنيتريت ينبغي أن يجرى خصوصا عند بدء تشغيل النظام، وكذلك إذا كان نفوق الأسماك غير طبيعي مثير للمخاوف المترتبة على السُّمية.

النباتات في الزراعة الأحيومائية

سيناقشُ هذا الفصل النظرية والتطبيق اللازمين لإنتاج ناجح للنباتات في أنظمة الزراعة الأحيومائية، ثم سيسلط الضوء على بعض الاختلافات الرئيسة بين إنتاج المحاصيل التي تزرع في الأرض وتلك التي تنبت بدون تربة، ومن ثم سيناقش بعض المفاهيم الحيوية للنباتات، مع التركيز على الجوانب الأكثر أهمية للزراعة الأحيومائية، وسيعقبُ ذلك موجز عن التوصيات لاختيار الخضراوات التي تنمو في وحدات الزراعة الأحيومائية، وسيغطي القسمان الأخيران الصحة النباتية، وطرق الحفاظ عليها، وبعض النصائح عن كيفية تحقيق الاستفادة القصوى من المساحة المتوافرة لنمو النباتات.

وفي العديد من مشاريع الزراعة الأحيومائية التجارية يكون إنتاج الخضراوات أكثر ربحية من الأسماك، ولكن توجد بعضُ الاستثناءات حيث أن بعض المزارعين يكسبون المزيد عندما يقومون بتربية أسماك ذات قيمة عالية. والتقديرات لعدد من وحدات الزراعة الأحيومائية التجارية في الغرب تشير إلى أن ما يصل إلى90 في المائة من المكاسب المالية يمكن أن تأتي من إنتاج النباتات. وأحد الأسباب هو معدل الدوران السريع من الخضار مقارنة مع السمك.

ومزيد من المعلومات عن الإنتاج النباتي للزراعة الأحيومائية، سيُغطى في الفصل الثامن وفي الملاحق. كما سيناقش الفصل الثامن أيضا الممارسات الإدارية للإنتاج النباتي خلال المواسم، وكذلك طريقة الزراعة بواسطة المياه العميقة(DWC) ، وسيقدم الملحق (1)وصفاً تقنياً لاثني عشر صنفاً من الخضراوات الأكثر شعبية في الزراعة الأحيومائية. في حين أن الملحق (2) سيقتصر على الأوصاف لعدة علاجات عضوية للآفات والأمراض.

الاختلافات الرئيسة بين إنتاج المحاصيل من التربة وبدون تربة

هناك العديد من أوجه التشابه بين الزراعة القائمة على التربة في الأرض والقائمة بدون تربة، في حين أن بيولوجيا النباتات الأساسية هي دائما نفسها (الشكلين 1.6 و 2.6)، ومع ذلك فإنه يحسن التأمل في الاختلافات الكبيرة في الإنتاج بين الزراعة في التربة والزراعة بدون تربة (الجدول 1.6)؛ وذلك من أجل سد الفجوة بين الممارسات التقليدية في الأرض والتقنيات الحديثة للزراعة بدون تربة، ويمكن اختزال هذه الاختلافات في: استخدام الأسمدة، واستهلاك المياه، والقدرة على استخدام الأراضي غير الصالحة للزراعة، والإنتاجية الشاملة، بالإضافة إلى ذلك فإن الزراعة بدون تربة عادة ما تتطلب عمالة أقل. وأخيرا فإن تقنيات الزراعة بدون تربة تدعم الزراعات الأحادية أفضل من الزراعة المستعملة للتربة.

الشكل 2.6

السلق السويسري (*Beta* sp.) ينمو في نظام أحيومائي

الشكل 1.6

طماطم (*Solanum* sp.) تنمو في التربة

الجدول 1.6

جدول ملخص لمقارنة إنتاج النبات القائم على التربة وبدون تربة

الفئة		مستند على التربة	غير مستند على التربة
الإنتاج	المحصول	متغير، يعتمد على خصائص التربة والإدارة.	عال جدا، مع إنتاج محاصيل كثيفة
	جودة الإنتاج	تعتمد على خصائص التربة والإدارة. يمكن أن تكون المنتجات أقل جودة؛ بسبب عدم كفاية المخصبات/العلاجات.	السيطرة الكاملة على إيصال العناصر الغذائية المناسبة في مختلف مراحل نمو النبات. إزالة العوامل البيئية الحيوية وغير الحيوية التي تعيق نمو النبات في التربة (بنية التربة، كيمياء التربة ومسببات الأمراض والآفات).
	الصحة الوقائية	خطر التلوث؛ بسبب استخدام مياه منخفضة الجودة، أو استخدام المواد العضوية الملوثة كسماد.	الحد الأدنى من خطر التلوث على صحة الإنسان.
المغذيات	توصيل العناصر الغذائية	تقلبات عالية تعتمد على خصائص التربة والبنية. يصعب السيطرة على مستويات العناصر الغذائية.	التحكم في العناصر الغذائية ودرجة الحموضة للنباتات في منطقة الجذر في الزمن الحقيقي. توصيل متجانس ودقيق للعناصر الغذائية وفقاً لمراحل نمو النباتات. يحتاج إلى رصد وخبرات.
	كفاءة استخدام المغذيات	الأسمدة موزعة على نطاق واسع مع الحد الأدنى من السيطرة على العناصر الغذائية وفقا لمرحلة النمو. مع احتمال عالٍ لفقدان المغذيات؛ بسبب الرشح والجريان السطحي.	يستخدم الحد الأدنى. توزيع موحد وتدفق قابل للتعديل من العناصر الغذائية في الزمن الحقيقي. لا يوجد رشح.
استخدام المياه	كفاءة النظام	حساسة جدا لخصائص التربة، والإجهاد المائي يمكن حدوث إجهاد على النباتات، وتشتت عالٍ للمواد المغذية.	إلى أقصى حد، ويمكن تجنب كل أشكال فقدان المياه. يمكن السيطرة على إمدادات المياه بالكامل من قبل أجهزة الاستشعار. لا توجد تكاليف عمالة للسقي، وتوجد زيادة في الاستثمار.
	الملوحة	عرضة لتراكم الملح ، اعتمادا على خصائص التربة والمياه. يتطلب استخدام كميات كبيرة من الماء لتنظيف الملح.	يعتمد على خصائص الأوساط والمياه . يمكن استخدام المياه المالحة ، لكنه يحتاج لتنظيف الملح والذي يتطلب كميات أكبر من المياه.
الإدارة	العمال والمعدات	عمالة بمستوى معياري، ولكن هناك حاجة للآلات لمعالجة التربة (الحرث) والحصاد والتي تعتمد على الوقود الأحفوري. بحاجة إلى مزيد من القوى العاملة اللازمة للتشغيل.	عمالة ذو خبرة ورصد يومي باستخدام معدات مكلفة وهما أمران أساسيان. تكاليف الإعداد الأولي عالية. عمليات الحصاد أكثر بساطة.

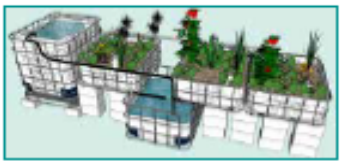
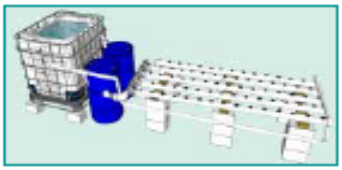
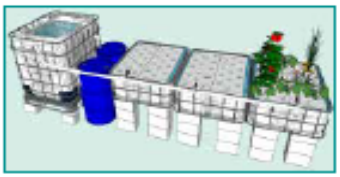
ملخصُ

- المزايا الرئيسة للزراعة الأحيومائية المقامة على الزراعة في التربة هي: أ) لا أسمدة ضائعة. ب) استهلاك المياه منخفض. (ج) زيادة الإنتاجية مع جودتها. (د) القدرة على الاستفادة من الأراضي غير الصالحة للزراعة. (ه)الاستغناء عن الحراثة والتعشيب والمهام الزراعية التقليدية الأخرى.
- إن النباتات تتطلب أشعة الشمس والهواء والماء والعناصر الغذائية للنمو، وتشمل المغذيات الأساسية الكبيرة :النتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت، وتشمل المغذيات الدقيقة الحديد، والزنك، والبورون، والنحاس، والمنغنيز، والموليبدينوم. ويحتاج النقص لهذه العناصر الغذائية إلى معالجة أوجه القصور من خلال تزويد الوحدة بالمغذيات الناقصة وبالأسمدة التكميلية أو زيادة التمعدن.
- إن أهم عنصر في جودة المياه هو درجة حموضة المياه (pH) ؛ لأنه يؤثر على توافر المواد المغذية الأساسية.
- إن درجة الحرارة المناسبة لمعظم الخضراوات تتراوح بين) 18 – 26 °م) ، على الرغم من أن العديد من الخضراوات موسمية، وتتطلب الخضراوات الشتوية درجة حرارة تتراوح بين) 8– 20 °م)، والخضار الصيفية درجات حرارة (17 – 30 °م.)
- إن الأعشاب الورقية الخضراء والخضراوات تعمل بشكل جيد للغاية في الزراعة الأحيومائية. وينطبق هذا أيضا على الخضراوات الثمرية الكبيرة، بما في ذلك: الطماطم، والفلفل، والباذنجان، والخيار، والبازلاء، والفاصوليا، وتزرع المحاصيل الجذرية والدرنات بشكل أقل شيوعا، وتتطلب اهتماما خاصا.
- إن الإنتاج المتكامل يستخدم ممارسات فيزيائية وميكانيكية وثقافية لمكافحة الآفات والأمراض؛ وللحد من الآفات ومسببات الأمراض، ومن ثم يستخدم مواد كيميائية آمنة للأسماك والمعالجة الحيوية في التطبيقات المستهدفة عند الضرورة.
- إن التصميم الذكي للزراعة يعظم المساحة، ويشجع الحشرات المفيدة، ويحسن الإنتاج.
- إن الزراعة المتداخلة توفر الحصاد المستمر فضلاً عن امتصاص العناصر الغذائية المستمر، وتصبح جودة المياه أكثر اتساقا.

تصميم وحدات الزراعة الاحيومائية

الجدول 2.4

نقاط القوة والضعف للتقنيات الرئيسة في الزراعة الأحيومائية

نوع النظام	القوة	الضعف
وحدة سرير وسائط النمو 	تصميم بسيط ومتسامح مثالي للمبتدئين يمكن استخدام أجزاء بديلة أو معاد تدويرها يتم دعم الخضراوات الثمرية طويلة القامة جميع أنواع النباتات يمكن زراعتها تقنيات ري متعددة يمكن استخدام العديد من أنواع وسائط النمو عالية التهوية عند استخدام تقنية الشفط بالجرس طاقة كهربائية منخفضة نسبيا إلتقاط وتمعدن متوسط للمواد الصلبة	ثقيل جدا، وهذا يتوقف على اختيار وسائط النمو يمكن لوسائط النمو أن تكون مكلفة يمكن لوسائط النمو أن تكون غير متوافرة غير عملي على نطاق واسع التبخر أعلى من غشاء المغذيات (NFT)، وكذلك المياه العميقة (DWC) يتطلب عمالة مكثفة يتطلب حذرا لحساب كمية المياه لإنشاء دورات الإغراق والاستنزاف وسائط النمو يمكن أن تنسد فعند الكثافات العالية يتطلب عمالة مكثفة لإعادة زرع النبات؛ نظراً للحاجة إلى نقل وسائط النمو إذا كان توصيل المياه ليس موحدا قد يختلف نموالنبات من سرير إلى سرير
غشاء المغذيات (NFT) 	أكثر فاعلية من حيث التكلفة من النطاق الواسع مثالية للأعشاب والخضار الورقية الخضراء فقدان الماء عن طريق التبخر عند الحد الأدنى نظام خفيف الوزن أفضل طريقة لأسطح المنازل طرق الحصاد بسيطة جدا تباعد الأنابيب يمكن تعديلها لتناسب مع النباتات المختلفة مدروسة جيدا من قبل المشاريع المائية التجارية كمية المياه المطلوبة أصغر يتطلب عمالة عند الحد الأدنى للزراعة والحصاد	طريقة الترشيح أكثر تعقيدا مضخة مياه ومضخة الهواء إلزامية لا يمكن وضع البذور مباشرة كمية المياه المنخفضة تضخم قضايا جودة المياه يزيد التباين في درجة حرارة الماء مع التأثير على الأسماك أنابيب مدخل المياه يمكن أن تسد بسهولة عرضة لانقطاع التيار الكهربائي
المياه العميقة (DWC) 	طريقة فاعلة أكثر من حيث التكلفة عن وسائط النمو على نطاق واسع كمية كبيرة للمياه تخفف التغييرات في جودة المياه يمكن أن تتحمل انقطاعا قصيرا في الكهرباء فقدان الماء عن طريق التبخر عند الحد الأدنى مدروسة جيدا من قبل المشاريع المائية التجارية طوافات البوليسترين تعزل المياه من خسارة / مكسب الحرارة وتسهم في الاحتفاظ بدرجات حرارة ثابتة يمكن لعملية نقل الطوافات تسهيل الزراعة والحصاد توفر الطوافات مساحة للترشيح الحيوي قنوات المياه العميقة (DWC) يمكن أن تكون ثابتة مع بطانات البلاستيك باستخدام (تقريبا) أي نوع من جدار (الخشب، أو إطارات الصلب، أو عوارض معدنية) يمكن استخدامها في كثافات أسماك متعددة	طريقة الترشيح أكثر تعقيدا وحدة ثقيلة جدا نسبة الأكسجين المذاب مطلوبة بنسبة عالية في القناة تتطلب مضخة هواء أكثر تطورا يجب أن تكون المواد البلاستيكية آمنة للاستهلاك الآدمي يتم تشقق عوازل البوليستيرين بسهولة النباتات طويلة القامة هي أكثر صعوبة للدعم زيادة كمية المياه ترفع من نسبة الرطوبة وخطر الإصابة بأمراض فطرية

- إن العوامل الرئيسة التي يجب وضعها في الاعتبار عند اختيار مكان إنشاء الوحدة، هي: استقرار موقع الأرض، وصول أشعة الشمس، ومستوى التظليل، ونسبة التعرض للرياح والأمطار، وتوافر المرافق، وتوافر البيت المحمي أو هيكل التظليل.
- هناك ثلاثة أنواع رئيسة في الزراعة الأحيومائية: طريقة سرير وسائط النمو التي تعرف أيضا باسم سرير الجسيمات، وتقنية الوحدات التي تعمل بطريقة غشاء المغذيات (NFT) ، وكذلك الوحدات التي تعمل بطريقة الزراعة بواسطة المياه العميقة (DWC) المعروفة أيضا باسم الطوافات العائمة.
- المكونات الأساسية لجميع وحدات الزراعة الأحيومائية، هي: حوض الأسماك، والترشيح والميكانيكي والحيوي، وحدات نمو النباتات) سرير وسائط النمو، وأنابيب الوحدات التي تعمل بطريقة غشاء المغذيات(NFT) ، أو الوحدات التي تعمل بطريقة الزراعة بواسطة المياه العميقة (DWC)، ومضخات المياه والهواء.
- يجب على أسرة وسائط النمو: أ)أن تكون مصنوعة من مادة خاملة قوية. (ب)أن يكون لديها عمق حوالي (30سم). (ج)أن تُلأ بوسائط نمو النباتات التي تحتوي على مساحة سطح عالية. (د) أن تقوم على توفير الترشيح لميكانيكي والبيولوجي الكافي. (ه)أن توفر مناطق منفصلة للكائنات الحية المختلفة للنمو. (و) أن ترطب بما فيه الكفاية من خلال الإغراق والاستنزاف أو تقنيات الري الأخرى؛ لضمان الترشيح الجيد.

- بالنسبة لوحدات نمو النباتات، سرير وسائط النمو وأنابيب الوحدات التي تعمل بطريقة غشاء المغذيات،(NFT) أو الوحدات التي تعمل بطريقة الزراعة بواسطة المياه العميقة (DWC) فإن الترشيح الميكانيكي والترشيح الحيوي ضروري؛ من أجل إزالة المواد الصلبة العالقة، وأكسدة المخلفات الذائبة) تحويل الأمونيا إلى نترا.
- بالنسبة للوحدات التي تعمل بطريقة غشاء المغذيات (NFT) يجب أن يكون معدل التدفق لكل أنبوب نمو هو (2 –1/ لتر/دقيقة) ؛ لضمان نمو النباتات جيداً.
- بالنسبة للوحدات التي تعمل بطريقة الزراعة بواسطة المياه العميقة (DWC) ينبغي أن يكون لكل قناة إمكانية الاحتفاظ بالمياه لفترة من 2– 4 ساعات.
- إن التركيز العالي من الأكسيجين المذاب أمر ضروري؛ لضمان بقاء الأسماك والنباتات بحالة جيدة، ونمو البكتيريا، ويتم توفير الأكسيجين المذاب في حوض الأسماك بواسطة حجارة تذويب الهواء، إضافة إلى أن وحدات أسرة وسائط النمو تسهم في توفير الأكسيجين المذاب من الغلاف الجوي بكمية عالية، وذلك من خلال منطقة التماس بين المنطقة الرطبة والمنطقة الجافة. وفي الوحدات التي تعمل بطريقة غشاء المغذيات (NFT) يتم توفير تهوية إضافية في المرشح الحيوي، بينما في الوحدات التي تعمل بطريقة الزراعة بواسطة المياه العميقة (DWC) يتم وضع حجارة الهواء في كل من المرشح الحيوي وقنوات النبات.

دليل تصميم النظام العملي لوحدات الزراعة الأحيومائية

الجدول 1.8

دليل تصميم النظام العملي لوحدات الزراعة الأحيومائية على نطاق صغير

حجم الخزان (لتر)	كتلة الأسماك القصوى[1] (كغم)	معدل التغذية[2] (غرام/يوم)	معدل تدفق المضخة (لتر/ساعة)	سعة المرشح[3] (لتر)	حجم وسائط المرشح الحيوي الدنيا[4] (لتر)		مساحة زراعة النباتات[5] ($م^2$)
					الطف البركاني	الكريات الحيوية (Bioballs ®)	
200	5	50	800	20	50	25	1
500	10	100	1200	50–20	100	50	2
1000	20	200	2000	200–100	200	100	4
1500	30	300	2500	300–200	300	150	6
2000	40	400	3200	400–300	400	200	8
3000	60	600	4500	500–400	600	300	12

الجدول 4.8

استكشاف الأخطاء وإصلاحها للمشاكل الشائعة في أنظمة الزراعة الأحيومائية

الحالة	السبب	المشكلة	الحل
1) الطاقة الكهربائية/المضخة ومشاكل النظام			
المضخة لا تعمل، الكهرباء مغلقة.	لايوجد كهرباء	انخفاض مستوى الأكسيجين المذاب.	1) إذا كان التيار الكهربائي لا يمكن الاعتماد عليه، ينبغي أن يكون هناك نظام الطاقة الاحتياطية من التيار المستمر DC موصولا. 2) خذ الماء من خزان تجميع المياه وقم بصبه في حوض الأسماك، وبالتالي سيتم تجديد مستويات الأكسيجين. كرر هذه المعالجة كل 1-2 ساعات حتى تعود الطاقة. 3) ثبت وعاء بحجم 200 لتر فوق خزان الأسماك؛ لإطلاق تيار بطيء من الماء في حوض الأسماك، وخلق الفقاعات.
المضخة لا تعمل،الكهرباء في وضع التشغيل.	إما أن تكون المضخة معطلة،أو بها خلل أو انسداد.	انخفاض مستوى الأكسيجين المذاب.	فحص وإزالة أي عوائق في مرحلة ما قبل التصفية أو في الأنابيب. استبدال المضخة على الفور، إذا كانت معطلة.
خزان الماء تحت مستوى النظام أو المياه منخفضة بشكل غير عادي.	تسريبات أو شقوق.	جميع المياه ستستنزف،ومؤكد في نهاية المطاف موت الأسماك والنباتات.	إصلاح أي تسرب أو ثقوب على الفور. استعمال صنبور؛ لمنع حوض الأسماك من فقدان المياه. تجديد المياه.
المياه في النظام وجوانب حوض الأسماك تبدو خضراء.	ازدهار الطحالب.	انخفاض مستوى الأكسيجين المذاب.	تظليل النظام، وإزالة الازدهار الناضج من الطحالب.

الجدول 4.8 (تابع)

الحالة	السبب	المشكلة	الحل
2) مشاكل جودة المياه			
الأمونيا أو النتريت >1 ملغم/لتر.	1) البكتيريا لا تعمل. 2) عدد كبير جدا من الأسماك مقارنة بحجم المرشح الحيوي. 3) تراكم الكتلة الحيوية غير الحية، الغذاء غير المأكول، الأسماك الميتة، والمخلفات الصلبة.	إجهاد الأسماك وموتها.	1) تغيير فوري لـ 1/3 – 1/2 مياه النظام بالماء الجديد. 2) إزالة جميع المواد الغذائية غير المأكولة، أو السمك الميت، وتراكم المخلفات الصلبة من الخزان. 3) وقف التغذية حتى تنخفض المستويات. 4) تأكد من أن درجة الحموضة ودرجة الحرارة هي الأمثل للبكتيريا. 5) إذا كانت النتريت عالية، يجب إضافة 1 غرام من الملح لكل لتر فورا؛ لتحييد تهديد السمية من جودة المياه. بعد ذلك يستبدل الماء بأكمله خلال فترة أسبوعين. 6) إعادة حساب نسب المكونات، حجم المرشح الحيوي ونظام التغذية.
مستويات النترات >120 ملغم/لتر لعدة أسابيع	نسبة معدل التغذية عالية	لايوجد أي مشاكل فورية، ولكن السميّات قد تحدث إذا استمرت النترات في الارتفاع.	تغيير المياه واستخدامها لري المحاصيل.
صلابة الكربونات (KH) 0 ملغم/لتر	كل الكربونات مستخدمة من قبل الحمض الناشئ في وحدة الزراعة الأحيومائية.	الرقم الهيدروجيني للمياه سيتغير بسرعة، ويجهد الأسماك والنباتات.	إضافة كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري، أو الحصى، أو الأصداف) إلى الوحدة.
3) مشاكل الأسماك			
الأسماك تلهث في سطح الماء.	مستويات الأكسيجين منخفضة جدا.	الأسماك مجهدة للغاية وتموت.	1) تأكد من توفر الكهرباء وعمل المضخة بشكل كامل. 2) تأكد من عمل تقنية الشفط بالجرس ومضخات الهواء. 3) تأكد من أن الخزانات مغطاة بشكل كامل؛ للحد من درجة الحرارة. 4) إضافة تهوية إضافية.
الأسماك لا تأكل.	1) مستوى الأكسيجين المذاب منخفض. 2) الأمونيا و/أو النتريت مرتفعة جدا. 3) درجة الحموضة عالية جدا أو منخفضة. 4) تكون الأسماك مريضة.	الأسماك مجهدة للغاية، وتصاب بالمرض وتموت.	1) إجراء اختبارات جودة المياه للأمونيا، ودرجة الحموضة، والنتريت والنترات. 2) تحديد سبب إجهاد الأسماك (ارتفاع الرقم الهيدروجيني، والأمونيا أو زيادة النتريت، انخفاض الأكسيجين، والتلوث العضوي، المرض) وعلاج هذه المشكلة.
درجة حرارة الماء مرتفعة جدا (>33 م°) أو منخفضة جدا (<15 م°).	المناخ.	إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة جدا: ستتوقف الأسماك عن الأكل وستبدأ النباتات في الذبول وتموت. إذا كانت درجة الحرارة منخفضة للغاية: ستتوقف البكتيريا عن العمل، وقد لا تأكل بعض الأسماك.	1) في الصيف تأكد من تظليل الخزانات؛ حتى تبقى المياه نسبيا باردة. 2) في فصل الشتاء، عزل خزانات الأسماك وتوفير العزل الحراري لها. ثم استخدم الطاقة الشمسية أو السخانات الكهربائية، وتقليل كمية غذاء الأسماك والخضراوات التي تنمو في الوحدة. 3) تغيير أنواع الأسماك بأخرى أكثر مناسبة للمناخ.
4) مشاكل النباتات			
النباتات لا تنمو و/أو الأوراق متغيرة اللون.	النباتات تعاني من نقص في بعض العناصر الغذائية الأساسية (أو درجة الحرارة عالية جدا لبعض النباتات، النباتات مريضة).	لن تنمو النباتات أو لاتنتج الثمار.	1) التأكد من أن جودة المياه هي الأمثل للنباتات. 2) فحص مستويات النترات: إذا كانت منخفضة جدا، يجب زيادة أعلاف الأسماك يوميا ببطء. 3) معرفة ما إذا كان هناك أي مرض في الجذر/الساق. 4) إضافة الأسمدة الآمنة لنباتات الزراعة الأحيومائية.
مستويات النترات مرتفعة لكن أوراق النباتات في اصفرار	1) الرقم الهيدروجيني ليس في المستوى الأمثل (عال جدا أو منخفض). 2) النباتات تعاني من نقص في بعض العناصر الغذائية الأساسية.	لن تنمو النباتات بشكل كامل أو لا تنتج الثمار.	1) معرفة ما إذا كان الاصفرار على الأوراق الجديدة أو القديمة. إذا على الجديدة، يتم إضافة 3 ملغم/لتر من الحديد. 2) تحقق من درجة الحموضة وضبطها إذا لم تكن الأمثل. 3) إضافة الأسمدة الآمنة لنباتات الزراعة الأحيومائية مثل مزيج الأسمدة العضوية أو شاي الأعشاب البحرية للنباتات.
الخضراوات التي تحيط بأنابيب دخول المياه مزدهرة في حين أن غيرها من الخضراوات الأبعد تكافح.	الخضراوات التي تحيط بأنابيب دخول المياه تستخدم جميع العناصر الغذائية.	النمو غير المتكافئ للخضار في سرير وسائط النمو.	1) نشر المياه على جميع أنحاء سرير النمو باستخدام أنابيب الري مع الثقوب الصغيرة. 2) إزالة الأنبوب الرأسي في سرير وسائط النمو كل يوم؛ لطرد المياه من السرير إلى خزان تجميع المياه. 3) فحص مستويات النترات. إذا كان منخفضا جدا، يتم زيادة تغذية الأسماك اليومية ببطء.

ملخص

الجوانب العشرة الأهم لإدارة وحدة الزراعة الأحيومائية هي:

- مراقبة ورصد النظام كل يوم.
- ضمان التهوية الكافية وتوزيع المياه بمضخات الماء ومضخات الهواء.
- الحفاظ على نوعية المياه الجيدة: درجة الحموضة (6– 7)، الأكسيجين المذاب (>5 ملغم/لتر)، مجموع النيتروجين والأمونيا (TAN) (<واحد ملغم/لتر) والنتريت (-NO2) (<واحد ملغم/لتر)
- اختيار الأسماك والنباتات وفقا للمناخ الموسمي.
- لا تزحم خزانات الأسماك، ويجب أن تكون بمعدل تخزين) <20 كغم/ 1000 لتر)
- تجنب الفرط في التغذية، وإزالة أي طعام غير مأكول بعد 30 دقيقة.
- أزل المخلفات الصلبة، وحافظ على الخزانات نظيفة ومظللة.
- تحقيق التوازن في عدد النباتات والأسماك وحجم المرشح الحيوي.
- قم بتطبيق الحصاد وإعادة التخزين المتداخل/وإعادة الزراعة للحفاظ على التوازن.
- لا تدع الجراثيم تدخل إلى النظام من الأشخاص أو الحيوانات، وعدم تلويث المنتجات بمياه النظام عن طريق
- السماح لمياه النظام بترطيب الأوراق.

السمك في الزراعة الأحيومائية

تضمن القسم الأول من هذا الفصل معلومات حول تشريح الأسماك وعلم وظائف الأعضاء فيها، بما في ذلك كيفية التنفس، وهضم الطعام، وفرز المخلفات. كما يتضمن معلومات عن نسبة التحويل الغذائي (FCR) وهي ذات أهمية بالنسبة للأحياء المائية، والذي يشير إلى مدى كفاءة الأسماك في تحويل الغذاء إلى كتلة الجسم، ويخصص كذلك اهتماما لدورة حياة الأسماك وتكاثرها، حيث إنه ذو صلة بالتناسل والحفاظ على المخزونات. ويناقش القسم الثاني رعاية الأسماك وصحتها في وحدات الزراعة الأحيومائية، وسيغطي جودة المياه، والأكسجين، ودرجة الحرارة، والضوء، والتغذية. أما القسم الثالث من هذا الفصل سيفصل الحديث عن عدد من أنواع الأحياء المائية التجارية المناسبة للزراعة الأحيومائية، مع التركيز على البُلطي، والشبوط، وسمك السِّلور، وسمك السَّلمون المنقط، والقاروص، والجمبري النهري العملاق) الشكل 1.7). وفي ختام المطاف العلمي لهذا الفصل سيكون التركيز على صحة الأسماك، والأمراض التي تصيبها، وطرق الوقاية من تلك الأمراض.

الشكل 1.7

صغار أسماك البلطي (أ)، وأسماك كبيرة (ب) في وحدة الزراعة الأحيومائية

تلخيص

- يُنصح باستخدام أعلاف الأسماك المصنعة التجارية في الزراعة الأحيومائية؛ لأنها تغذية كاملة تحتوي على التوازن الصحيح لكل من البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون، والفيتامينات، والمعادن اللازمة للأسماك.
- البروتين هو العنصر الأكثر أهمية لبناء كتلة جسم الأسماك، فالأسماك متعددة التغذية، مثل: البُلطي، والشبوط الشائع يحتاج كل منهما إلى البروتين بنسبة حوالي) 32 %) في نظامها الغذائي، والأسماك آكلة اللحوم تحتاج إلى أكثر من ذلك.
- لا تتخم الأسماك بالغذاء أبدا، وقم بإزالة الطعام غير المأكول بعد(30 دقيقة) ؛ للحد من مخاطر الأمونيا، أو سُمية كبريتيد الهيدروجين.
- ينبغي الحفاظ على جودة المياه؛ للحفاظ على الأسماك، ويجب أن تكون معدلات الأمونيا والنيتريت عند (0ملغم/لتر) ، حيث إنها سامة في أي المستويات التي يمكن اكتشافها، وينبغي أن تكون النترات أقل من (400 ملغم/لتر) ، ومستوى الأكسيجين المذاب عند (4– 8 ملغم/لتر)
- البُلطي، والشبوط، وسمك السِّلور مناسبة للغاية للزراعة الأحيومائية في المناطق الحارة أو الجافة؛ لأنها تنمو بسرعة، ويمكن لها البقاء على قيد الحياة في جودة المياه الرديئة، وفي حالات انخفاض مستويات الأكسيجين المذاب، أما سمك السلمون المرقط فإنه ينمو جيدا في الماء البارد، ولكن يحتاج إلى جودة مياه أفضل بصورة مستمرة.
- ينبغي رصد صحة الأسماك يوميا، وينبغي التقليل من مسببات الإجهاد، وينبغي الحذر من تغير جودة المياه، والاكتظاظ، والاضطراب البدني، والتي قد تؤدي إلى تفشي الأمراض.
- شذوذ السلوك أو تغيرات في السلوك البدني يمكن أن يشير إلى الإجهاد، وتغير جودة المياه، والطفيليات، أو المرض، وهنا ينبغي تخصيص وقت للملاحظة ورصد سلوك الأسماك؛ للتعرف على الأعراض في وقت مبكر وتقديم العلاج المناسب.