10.21608/meae.2024.335460.1340

المجلة المصرية للإقتصاد الزراعى
ISSN:2735-4040(Online), 1110-6832 (print)
https://meae.Journals.ekb.eg/

دراسة اقتصادية لنظام الأكوابونيك في مصر: دراسة حالة بمحافظة الإسماعيلية

د/ رشا عبدالهادي نايل
باحث بمعهد بحوث الاقتصاد الزراعى– مركز البحوث الزراعية – مصر

المستخلص

يعتبر نظام الأكوابونيك أحد صور الاستزراع المتكامل، والذي يتم فيه استغلال وحدة الحجم من المياه لإنتاج أكثر من محصول (أسماك – محصول نباتي)، حيث يتم استغلال مياه صرف الأحواض التي تربى بها الأسماك في ري المحاصيل النباتية المزروعة بدون تربة مع إعادة المتبقي من المياه إلى الأحواض السمكية مرة أخرى كنظام مغلق. ومع عدم كفاية الإنتاج الزراعي لسد الاحتياجات الغذائية للسكان مع تناقص المتاح من الموارد المائية ومحدودية مساحات الأراضي الزراعية، بالإضافة إلى العجز النوعي في البروتين الحيواني وزيادة فاتورة الاستيراد لسد هذا العجز سواء من اللحوم أو منتجات الألبان أو الأسماك، لذا يهدف البحث دراسة اقتصاديات نظام الأكوابونيك في مصر للإنتاج المتكامل بين الأسماك والنباتات كنظام موفر في استخدام موردي المياه والأرض للإسهام في زيادة الإنتاج من بعض المحاصيل والأسماك بما يقلل من حدة العجز في هذه المنتجات. اعتمد البحث على بيانات أولية لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية كدراسة حالة خلال الموسم الإنتاجي 2023-2024، وتبين من النتائج أن جميع مؤشرات الكفاءة الاقتصادية لمزرعة الأكوابونيك إيجابية، حيث قدر ربح المنتج حوالي 13.19 جنيها للكيلو جرام من الأسماك، وبلغ هامش المنتج حوالي 23.65% من سعر بيع الأسماك كمنتج رئيسي. مما يشير إلى توافر حوافز مشجعة للتوسع في هذا النشاط حيث يتلاشى هذا الربح في المدى الطويل لو بلغ السوق حالة التوازن، كما بلغ معدل العائد الداخلي 39.50 %، وهو معدل مرتفع الربحية حيث يفوق أعلى سعر فائدة بنكية سواء على القروض أو المدخرات، وبالتالي يسمح بصافي ربح مناسب للاستثمار في هذا النشاط. وتبين أن نظام الأكوابوبيك يوفر حوالي 166.308 مليون متر مكعب مقارنة بنظام الاستزراع السمكي في أحواض مستقلة خلال موسم تربية من 6 إلى 8 شهور.

بيانات البحث

استلام 2024 /11/11
قبول 2024 /12 /7

الكلمات المفتاحية:
نظام الأكوابونيك، استزراع سمكي متكامل، كفاءة الاستثمار، تحليل الحساسية، المستويات الحرجة

الباحث المسئول: رشا عبدالهادي نايل
البريد **الإلكتروني:** rashanaiel@gmail.com

10.21608/meae.2024.335460.1340

Egyptian Journal Of Agricultural Economics
ISSN:2735-4040(Online), 1110-6832 (print)
https://meae.Journals.ekb.eg/

An economic study of the aquaponic system in Egypt a case study in Ismailia Governorate

Dr. Rasha Abd El-Hady Naiel
Researcher at Agricultural Economics Research Institute, Agricultural Research Center, Egypt.

ARTICLE INFO

Article History
Received:11-11- 2024
Accepted:7 **-12 - 2024**

Keywords:
Aquaponic system؛ integrated aquaculture؛ investment efficiency؛ sensitivity analysis؛ critical levels.

ABSTRACT

The aquaponic system is one of integrated aquaculture, that cultivates several crops and fish in one cubic meter of water. Aquarium wastewater is used to irrigate soilless crops before being returned to fish ponds in a closed system. With insufficient agricultural production to meet the population's food needs, depleting water supplies, and limited arable land. In addition to a shortage of animal protein and the increase in import costs to provide it, whether of meat, dairy products, or fish, The research aimed to study the economics of Egypt's aquaponic system, which integrated agriculture between fish and plants, as a technique that saves water and land resources, also contributing to increased crop and fish production, which helps to reduce the deficit. The research relied on raw data from an aquaponic system in Ismailia Governorate, which was used as a case study for the 2023-2024 production season. The results showed that all indicators of aquaponic systems' economic efficiency are positive. The producer's profit was 13.19 pounds per kilogram of fish. The producer's margin for fish as the main product was 23.65%. It indicates the availability of incentives that promote activity, while profit fades in the long run if the market achieves equilibrium. the internal rate of return was 39.50%, which is a very profitable rate because it is higher than the highest bank interest rates on savings or loans, and it gives an acceptable net profit for investment in this activity It was estimated that the aquaponic system saves about 166.308 million cubic meters compared to the aquaculture system during a season of 6 to 8.

Corresponding Author: Rasha Abd El-Hady Naiel
Email: rashanaiel@gmail.com

10.21608/meae.2024.335460.1340

مقدمة:

بدأت الزراعة المائية في آسيا وأمريكا الجنوبية والشمالية وأوروبا في أواخر السبعينيات، حيث كانت تستخدم فضلات الأسماك كمادة عضوية لإنتاج النباتات بدون تربة، ثم تطور هذا الشكل من الزراعة المائية إلى أنظمة إنتاج الغذاء الحديثة اليوم. ومع التقدم التكنولوجي في الثمانينيات حققت معظم محاولات الدمج بين أنظمة الزراعة المائية وتربية الأحياء المائية نجاحا محدوداً، ثم شهدت الثمانينيات والتسعينيات تقدماً في تصميم النظام والترشيح الحيوي وتحديد النسب المثلى من الأسماك إلى النبات، والتي أدت إلى إنشاء أنظمة مغلقة تسمح بإعادة تدوير المياه واستخدام المغذيات لنمو النباتات. وقد أثبتت التجارب بجامعة ولاية كارولينا الشمالية (الولايات المتحدة الأمريكية) لأنظمة الزراعة المائية أن استهلاك المياه في الأنظمة المتكاملة كان يمثل 5% فقط من استهلاك المياه المستخدمة في الاستزراع في الأحواض لاستزراع أسماك البلطي. بالإضافة إلى مدى ملائمة الاستزراع المائي المتكامل وأنظمة الزراعة المائية لتربية الأسماك وزراعة الخضروات معاً، لا سيما في المناطق القاحلة والفقيرة بالمياه، وعلى الرغم من استخدامها منذ الثمانينيات، إلا أن نظام الأكوابونيك لا يزال حديث نسبيا يمارسه عدد قليل من المراكز البحثية وذوي الخبرة في الزراعة المائية في جميع أنحاء العالم.

وتعد مصر واحدة من الدول التي تعاني من تحديات في مجال الأمن الغذائي واستدامة الموارد. إذ تعتمد بشكل كبير على الزراعة التقليدية، وتلك الأساليب التقليدية تستخدم كميات كبيرة من المياه ومساحات كبيرة من الأرض، هذا إلى جانب العديد من المشاكل في إنتاج المحاصيل والأسماك. وتشير الاحصاءات الصادرة عن جهاز حماية وتنمية البحيرات والثروة السمكية إلى بلوغ الإنتاج من الأسماك حوالي 2.002 مليون طن، يساهم الاستزراع السمكي بحوالي 78.73% من إجمالي الإنتاج أي بما يقدر بحوالي 1.576 مليون طن، وعلى الرغم من أهمية الاستزراع السمكي المكثف من حيث إنتاجيته العالية والتي تصل إلى أكثر من 100 كيلو جرام للمتر المكعب، إلا أن مساهمته بلغت حوالي 2042 طن لعام 2021، تمثل حوالي 0.13% من حجم الإنتاج من الاستزراع السمكي، واستخدام حجم مائي بلغ 168.850 ألف متر مكعب (جهاز حماية وتنمية البحيرات والثروة السمكية)، ومن هنا يأتي دور نظام الأكوابونيك، ونشأ مصطلح الأكوابونيك (Aquaponics) من خلال الدمج بين مصطلحي (Hydroponics) وهو يعني الاستزراع المائي للنباتات، و(Aquaculture) وهو الاستزراع السمكي. ويهدف هذا النظام إلى تحقيق استخدام فعال للموارد المتاحة من خلال تربية الأسماك وزراعة النباتات في نفس البيئة المائية. ويعتبر نظام الأكوابونيك أحد صور الاستزراع المتكامل وهو نوع من الاستزراع المكثف، والذي يتم فيه استغلال وحدة الحجم من المياه لإنتاج أكثر من محصول (أسماك – محصول نباتي)، فهو نظام يتم فيه استغلال مياه صرف الأحواض التي تربى بها الأسماك في ري المحاصيل النباتية المزروعة بدون تربة مع إعادة المتبقي من المياه إلى الأحواض السمكية مرة أخرى. أي إنتاج متكامل بين استزراع الأسماك والنباتات المزروعة مائيا في نظام دائري، وهي إدارة كاملة لنظام بيئي يشمل ثلاث مجموعات رئيسية من الكائنات الحية وهم (الأسماك - النبات -البكتريا) ولابد أن تنمو مع بعضها البعض نمو تكافلي، ويتم تطبيق هذا النظام من خلال زراعة النباتات على مياه الأسماك حيث تستخدم المياه في تربية الأسماك ثم تذهب للنبات ثم يتم تنقية المياه من فضلات وإفرازات الأسماك التي تكون في نفس الوقت مصدر لزيادة إنتاج النبات وتعود للأسماك مرة أخرى، وجدير

10.21608/meae.2024.335460.1340

بالإشارة إلى أنه لا توجد بيانات تفصيلية عن هذا النظام أو أماكن انتشاره رغم منافعه العديدة خاصة في استخدام المياه.

مشكلة البحث:

يعاني القطاع الزراعي المصري من تحديات اقتصادية كبيرة تتمثل في عدم كفاية الإنتاج الزراعي لسد الاحتياجات الغذائية للسكان مع تناقص المتاح من الموارد المائية بما يسمى بالفقر المائي بالإضافة إلى محدودية مساحات الأراضي الزراعية، وعلى الجانب الآخر يوجد عجز نوعي في البروتين الحيواني وزيادة فاتورة الاستيراد لسد هذا العجز سواء من اللحوم أو منتجات الألبان أو الأسماك، مما يتطلب منا البحث عن حلول لتحسين الإنتاجية واستغلال الموارد المتاحة لأقصى درجات الإستفادة، ونظام الأكوابونيك في مصر أحد الحلول التطبيقية المناسبة نحو تحسين استخدام الموارد وزيادة الإنتاجية بشكل مستدام.

هدف البحث:

دراسة اقتصاديات نظام الأكوابونيك في مصر للإنتاج المتكامل بين الأسماك والنباتات كنظام موفر في استخدام موردي المياه والأرض للإسهام في زيادة الإنتاج من بعض المحاصيل والأسماك بما يقلل من حدة العجز في هذة المنتجات، وذلك من خلال:

1- من خلال تقدير الكفاءة الاقتصادية لمشروع الأكوابونيك
2- تقدير الجدوى الاستثمارية في تلك المشروعات وتحليل الحساسية المشروع للتغيرات المفاجئة في السوق المحلي، وتحديد المستويات الحرجة.
3- المقارنة بين كمية المياه المستخدمة بين نظام الأكوابونيك ونمط الاستزراع المكثف في أحواض تربية الأسماك خلال موسم من 6 إلى 8 شهور لإنتاج حجم معين من الأسماك.
4- التعرف على إمكانية التوسع في هذا النظام ومتطلبات التوسع.

مصادر البيانات والطريقة البحثية:

اعتمد البحث بصفة أساسية على بيانات أولية ومن خلال عدد من الزيارات الميدانية لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية كدراسة حالة خلال الموسم الإنتاجي 2023-2024، وذلك نظرا لعدم توفر احصاءات منشورة أو غير منشورة عن النظام وأماكن تواجده، تلك الحالة أحد النماذج المستقرة والنموذجية لنظم الأكوابونيك في مصر. وفيما يتعلق بالطريقة البحثية فقد استند البحث على أسلوبين تحليلين هما: أسلوب تحليل الميزانية المزرعية، واستنباط بعض مؤشرات الكفاءة الاقتصادية للمزرعة ومنها إجمالي الهامش فوق التكاليف المتغيرة، وصافي الدخل، وصافي ربح المنتج، وهامش المنتج (Brown,1979;Ronald,1981). وأسلوب تحليل قائمة الاستثمار لتقدير معايير جدوى الاستثمار في المشروع وتضم معدل العائد الداخلي IRR ويعرف بأنه سعر الخصم الذى تكون عنده القيمة الحالية للمنافع الصافية الإضافية (التدفق النقدي الصافي للمشروع) مساوية للصفر، أو هو سعر الخصم الذى عنده تكون نسبة المنافع الحالية إلى التكاليف الحالية مساوية للواحد الصحيح، ويكون الاستثمار ذا جدوى عندما يزيد معدل العائد الداخلي عن سعر الخصم الذى يمثل تكاليف الفرصة البديلة المتاحة لرأس المال. $IRR = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0$ ،

10.21608/meae.2024.335460.1340

ونسبة المنافع الحالية إلى التكاليف الحالية $\frac{B}{CR}$ وتمثل النسبة بين التدفقات الداخلة الحالية إلى التدفقات الخارجة الحالية للمشروع وذلك باستخدام سعر خصم معين يمثل نفقة الفرصة البديلة المتاحة لاستثمار رأس المال في المجتمع، حيث يمثل سعر الخصم أحسن فرصة بديلة متاحة لاستثمار رأس المال في المجتمع (وغالبا ما يؤخذ سعر الفائدة على القروض)، ويكون المشروع مربح إذا كانت تلك النسبة أكبر من الواحد الصحيح. $\frac{B}{CR} = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t} \div \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}$، وصافي القيمة الحالية NPW تمثل إجمالي القيمة الحالية لإجمالي المنافع – إجمالي القيمة الحالية لإجمالي التكاليف طول العمر الإنتاجي للمشروع، فإذا كانت القيمة موجبة دل ذلك على جدوى الاستثمار في هذا المشروع، ويعتبر هذا المقياس مكمل لمعدل العائد الداخلي ويستخدم لمقارنة المشروعات ذات العائد الداخلي الأكبر من 50%. $NPW = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$ ، وفترة استرداد رأس المال وتقدر بعدد السنوات اللازمة لاسترداد رأس المال المستثمر من خلال العوائد المتحققة بعد خصم النفقات أي صافي العائد، وإذا كان هذا الصافي ثابتا كل سنة فإن فترة الاسترداد = إجمالي الاستثمارات / صافي العائد النقدي السنوي المتوقع.

حيث: Bt= المنافع لكل سنة من عمر المشروع، Ct = التكاليف لكل سنة من عمر المشروع، t = 1، 2، 3، n من السنوات، n = عدد السنوات، i = معدل الفائدة (الخصم)، بالإضافة إلى أسلوب تحليل الحساسية وإشتقاق المستويات الحدية (Switching Value) وهي أقل مستويات سعرية تحقق معدل عائد داخلي يتساوى مع سعر الفائدة على المدخرات في البنوك (18.25 %). واستندت الدراسة في معايير جدوى الاستثمار على معادلات وطرق الحساب من (Gittinger,1948)، (عامر، 2016).

النتائج والمناقشة:

وصف عام للمزرعة:

تقع مزرعة الأكوابونيك بمحافظة الأسماعيلية وتم انشائها منذ 2014، والتي تم دراستها كحالة لعدم توفر بيانات عن النظام وعدم انتشاره بمصر، المشروع مقام على مساحة فدان تضم صوبة زراعية مقامة على 1000 متر مربع وهي المساحة الاقتصادية والتي توصل لها صاحب المزرعة والتي تحقق أعلى عائد وأقل تكاليف، وخمسة أحواض خرسانية للاستزراع السمكي، ويتبع نظام وحدة الأكوابونيك النسبة 1:1 في تربية النباتات والأسماك حيث لكل نبات سمكة، ويتم تصميم الأحواض على هذا الأساس أو كم متر مكعب مياه يغذي كم متر مربع نبات. ووصلت المزرعة في التكثيف إلى 80 سمكة في المتر المكعب (تنتج حوالي 20 كيلو أسماك في المتوسط)، أما معدل تحميل النباتات لكل متر مربع (22 وحدة خس، و66 كرفس، ومن 60-66 بصل) أي تتباين وفقا لنوع النبات، مصدر مياه الري للنظام بالكامل هي ترعة الإسماعيلية وهي مياه نظيفة جدا ويصلح معها تلك الكثافة. تقوم فكرة النظام على أساس استخدام المياه من أحواض الأسماك بعد أن تمر على فلاتر فيزيائية وبيولوجية يتم خلالها عملية تحويل النيتروجين، تستخدم بعدها المياه المشبعة بالنيترات إلى الصوبة الزراعية، هذا النظام يتميز بقدرته على توفير أكثر من 90% من المياه، كذلك توفير الطاقة حيث تدار المزرعة بالكامل بعدد 2 طلمبة فقط وبللور هواء لضخ أكسجين في

10.21608/meae.2024.335460.1340

الماء، ولا يتطلب عمالة وتكلفة التغذية منخفضة إلى جانب جودة الإنتاج النهائي من النباتات والأسماك.

أهم مكونات وحدة الأكوابونيك:

وحدة الهيدروبونيك: تتكون من صوبة بها 12 حوض مستطيل لزراعة النباتات، حيث مساحة الحوض الواحد 2*35 متر مربع، والصوبة مغطاة بمشمع، والأحواض مبطنة بالمشمع للحفاظ على المياه فلا تتسرب، فالنظام يحافظ على كل قطرة مياه، ارتفاع الحوض بمقدار طوبتين أو 20 سنتيمتر مياه، يضاف للمياه المغذية للنباتات واحد جرام من عنصر الحديد لكل متر مكعب مرة واحدة في الشهر، أما عناصر الكالسيوم والبوتاسيوم يضاف بدائل لهما في صورة طبيعية حيث يربي صاحب المزرعة نوع من الدود مثل دودة الأرض في الزلط الموجود بالصوبة، حيث يتغذى الدود على المخلفات التى تحتوي على العناصر المطلوبة فللحصول على الكالسيوم يتغذى على قشر البيض المفروم وقشر الموز أو ورق الموز لعنصر البوتاسيوم، يفرز الدود تلك العناصر كسماد يستخدم في تغذية النبات، تبلغ متوسط دورة الإنتاج من شهر إلى 45 يوم لإنتاج النباتات، ويصلح النظام لزراعة العديد من المحاصيل كالبسلة والثوم والبصل والقرع والبطيخ والفاصولياء واللوبيا والملوخية والخس والكرفس والنعناع فيما عدا البطاطس لم يصلح إنتاجها بشكل اقتصادي وإنما صغيرة الحجم جدا وتشغل مساحات كبيرة في الصوبة لذا فهي غير مجدية بخلاف باقي المحاصيل والتي تزرع كبذور أو شتلات في صفايات، ويعتمد النظام بشكل كلي على البيئة الطبيعية بخلاف الإضاءة ليلا داخل الصوبة وتزرع المحاصيل الصيفية والشتوية كلا في وقتها. الصوبة يزرع بها 20 ألف نبات متنوعة بين الأنواع السابق ذكرها كل منها في موسم زراعتها.

أحواض الاستزراع السمكي: خارج الصوبة توجد خمس أحواض خرسانية لتربية الأسماك حوض للقراميط مساحته 35 متر* 35 متر وعمق الحوض 2.5 متر وحوضين لأسماك البوري بمساحة 350 متر مربع، وحوضين للبلطي بنفس المساحة لتحضين زريعة الأسماك حتى الوصول لحجم التسويق خلال موسم تربية 6 شهور للبلطي والبوري و8 شهور لأسماك القراميط، تمر المياه من الترعة إلى أحواض الأسماك القراميط والبوري والبلطي على الترتيب ثم إلى الصوبة الزراعية وقبل ذلك تمر المياه على فلتر ميكانيكي لترسيب الشوائب منها ثم إلى الفلتر البيولوجي حيث يتم تحويل الأمونيا الناتجة من الأسماك إلى نيترات، ومنها إلى الصوبة، أما مخلفات الأسماك فتخرج من الفلاتر إلى حوض صرف أو بركة تستخدم المادة عضوية في تنمية الأزولا وهي (نبات سرخسي صغير يعيش طافيا على أسطح المجاري المائية ويتكاثر ويتم حصاده يوميا)، وبها نسبة بروتين تصل إلى 30% تدخل في تغذية الأسماك، والمياه التي تخرج من الصوبة بواسطة موتور غاطس تدخل مرة أخرى لأحواض الأسماك وهكذا.

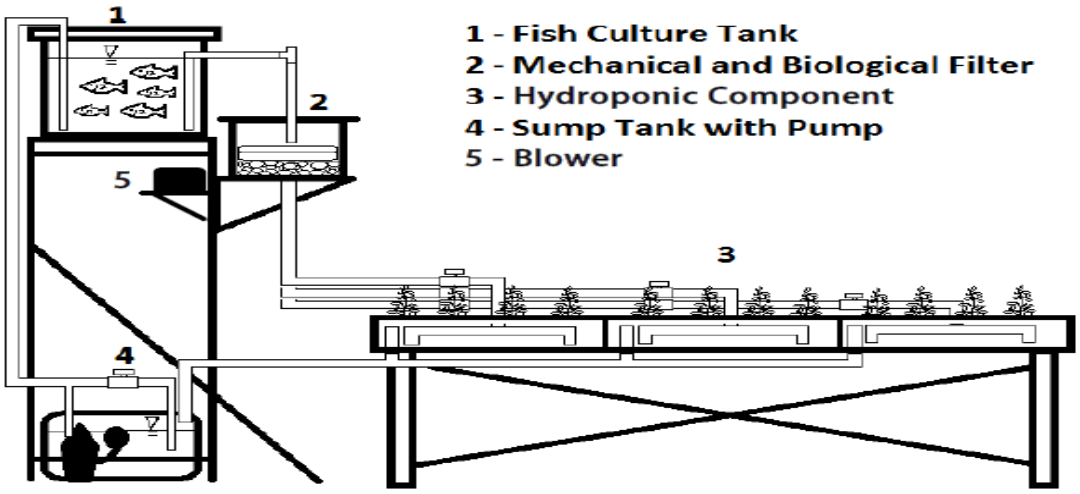
الفلتر الميكانيكي والبيولوجي: الغرض من الترشيح الميكانيكي هو فصل وإزالة مخلفات الأسماك الصلبة والمعلقة من أحواض الأسماك. ومن الضروري إزالة هذه النفايات من أجل جودة النظام، لأن الغازات الضارة يتم إطلاقها بواسطة البكتيريا اللاهوائية وإذا تُركت النفايات الصلبة تتحلل داخل أحواض السمك. علاوة على ذلك، يمكن للنفايات أن تسد النظام وتعطل تدفق المياه، مما يسبب نقص الأكسجين في جذور النباتات. أما الترشيح الحيوي فهو عملية تحويل الأمونيا والنتريت إلى نترات بواسطة البكتيريا الحية. معظم مخلفات الأسماك غير قابلة للتصفية باستخدام مرشح

10.21608/meae.2024.335460.1340

ميكانيكي لأن المخلفات تذوب مباشرة في الماء، وحجم هذه الجزيئات صغير جدًا بحيث لا يمكن إزالتها ميكانيكيًا. لذلك، من أجل معالجة هذه النفايات المجهرية، يستخدم نظام الأكوابونيك البكتيريا المجهرية. يعد الترشيح الحيوي ضروريًا في نظام الأكوابونيك لأن الأمونيا والنتريت سامة حتى عند التركيزات المنخفضة، بينما تحتاج النباتات إلى النترات لتنمو.

ملحقات أخرى: وبرجين لتربية الحمام تتغذي بشكل أساسي على الأزولا وتستخدم مخلفاتها كسماد للنبات.

شكل (2): رسم توضيحي لمكونات وحدة أكوابونيك



1- حوض استزراع الأسماك، 2- الفلتر الميكانيكي والبيولوجي، 3-وحدة الهيدروبونيك، 4-حوض جمع المياه مزود بموتور، 5- بلور هواء لتوليد أكسجين للأسماك.

Source: *Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No._589. Rome, FAO.

معدلات التغذية وكثافة النباتات المزروعة

يعتمد نجاح نظام الأكوابونيك على تحقيق التوازن الغذائي بين كمية علف الأسماك إلى نطاق زراعة النباتات، والتي تقاس بالجرام من العلف اليومي لكل متر مربع من مساحة زراعة النبات، ونسبة معدل التغذية لنظام الاكوابونيك كالآتي:

40 – 50 جراما من العلف اليومي للمتر المربع الواحد في حالة زراعة الخضر الورقية مثل الخس والكرفس والنعناع والملوخية.

50 – 80 جراما من العلف اليومي للمتر المربع الواحد في حالة زراعة الخضر المثمرة مثل الطماطم والبسلة والفاصوليا والقرع .

- معدل تغذية الأسماك (1– 3 %) من وزن جسم الأسماك يوميا.
- كثافة تخزين الأسماك 80 سمكة في المتر المكعب (تنتج حوالي 20 كيلو أسماك في المتوسط).

ينتج الحمام 80 كيلو جرام مخلفات يوميا تستخدم كسماد للبناتات وأحواض الأسماك وإنتاج الآزولا بحيث كل 1.5 كيلو جرام مخلفات حمام تنتج واحد كيلو جرام آزولا تستخدم في تغذية الأسماك والحمام، وفيما يلي جدول رقم (1) كدليل لمعدلات التحميل والتغذية وفقا للسعات المختلفة، ومعدل تدفق المياه، وسعة المرشح، حيث تتكامل كل تلك المكونات في منظومة واحدة.

جدول (1): يوضح دليل تصميم النظام العملي لوحدات الاكوابونيك 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] (م²)
					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

1- تعتمد كثافة الأسماك الموصى بها على كثافة تخزين قصوى تنتج 20 كجم/1000 لتر .ومن الممكن تحقيق كثافات أعلى مع مزيد من التهوية والترشيح الميكانيكي. 2 - معدل التغذية الموصى به هو 1% من وزن الجسم يوميًا للأسماك التي يزيد وزنها عن 100 جرام من كتلة الجسم، ونسبة معدل التغذية هي: 40-50 جرام/م2 للخضروات الورقية، و50-80 جرام/م2 للخضروات المثمرة. 3 - يجب أن تكون أحجام الفلتر الميكانيكي والفلتر الحيوي من 10 إلى 30 بالمائة من إجمالي حجم حوض الأسماك . 4 - تفترض هذه الأرقام أن البكتيريا في ظروف مثالية طوال الوقت .وإذا لم يكن الأمر كذلك، فقد يلزم إضافة وسائط ترشيح إضافية كمواد عازلة لفترة معينة (الشتاء) .يتم توفير قيم مختلفة لوسائط الفلتر الحيوي الأكثر شيوعًا بناءً على مساحة سطحها المحددة. 5 - تشمل الأرقام الخاصة بمساحة زراعة النباتات الخضروات الورقية فقط، أما الخضروات المثمرة فستكون مساحتها أقل قليلاً.

Source: Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No._589. Rome, FAO.

الكفاءة الاقتصادية للمزرعة:

يوضح جدول (2) هيكل التكاليف للمزرعة موضع الدراسة خلال الموسم الإنتاجي 2023- 2024، ومنه يتبين أن التكاليف المتغيرة تمثل حوالي 69.36% من التكاليف الكلية، وأهم بنودها تكاليف التغذية للأسماك والتي تمثل حوالي 67.56% من التكاليف المتغيرة، أي حوالي 46.86% من التكاليف الكلية، يليها تكلفة شراء البذور والشتلات والتي تمثل حوالي 14.64% من التكاليف المتغيرة، وتمثل حوالي 10.15% من التكاليف الكلية، يليها تكلفة شراء زريعة واصباعيات الأسماك والتي تمثل حوالي 13.22% من التكاليف المتغيرة، وتمثل حوالي 9.17% من التكاليف الكلية. أما التكاليف الثابتة تمثل 30.64% من التكاليف الكلية، وأهمها الفائدة على رأس المال وتمثل حوالي 55.97% من التكاليف الثابتة الكلية، وحوالي 17.15% من التكاليف الكلية، وتمثل التكاليف المباشرة حوالي 11.03%، بينما التكاليف غير المباشرة تمثل 19.62% من التكاليف الكلية. وبلغت إجمالي التكاليف لإنتاج كيلو جرام من الأسماك بالجنيه حوالي 42.58 جنيها.

10.21608/meae.2024.335460.1340

جدول (2): هيكل متوسط تكاليف الإنتاج بالجنيه لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية

بنود التكاليف	التكاليف بالجنيه	%من البند	% من التكاليف الكلية
-التكاليف المتغيرة المباشرة			
بذور وشتلات	246960	14.64	10.15
اصباعيات أسماك البلطي	26880	1.59	1.10
زريعة بوري	196000	11.62	8.06
زريعة قراميط	110.25	0.01	0.005
أعلاف أسماك	1140000	67.56	46.86
كهرباء	20000	1.19	0.82
أجور عمالة	50000	2.96	2.06
-إجمالي التكاليف المتغيرة المباشرة	1679950	99.56	69.05
-التكاليف المتغيرة غير المباشرة			
إحلال ربع قطيع الحمام	7500	0.44	0.31
-إجمالي التكاليف المتغيرة غير المباشرة	7500	0.44	0.31
-إجمالي التكاليف المتغيرة الكلية	1687450	100.00	69.36
-التكاليف الثابتة المباشرة			
الصيانة الدورية	70000	9.39	2.88
إهلاك الأصول الاستثمارية ونبات الأزولا	87050	11.68	3.58
إهلاك آلات ومعدات	111200	14.92	4.57
-إجمالي التكاليف الثابتة المباشرة	268250	35.98	11.03
-التكاليف الثابتة غير المباشرة			
إدارة صاحب المزرعة	60000	8.05	2.47
الفائدة علي رأس المال المستثمر	417240	55.97	17.15
-إجمالي التكاليف الثابتة غير المباشرة	477240	64.02	19.62
-إجمالي التكاليف الثابتة الكلية	745490	100.00	30.64
-إجمالي التكاليف الكلية	2432940		100.00

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات عينة الدراسة للموسم الإنتاجي 2024/2023.

جدول (3): متوسط الإيراد الكلي بالجنيه لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية

البيان	الكمية	السعر بالجنيه للوحدة	إجمالي القيمة بالجنيه
الايرادات :			
-إيراد رئيسي:-			
بيع أسماك بلطي (بالكيلو جرام)	14000	75	1050000
بيع أسماك بوري (بالكيلو جرام)	7000	90	630000
بيع أسماك قراميط (بالكيلو جرام)	24500	35	857500
تسويق محاصيل خضر			411600
- إيراد ثانوي:-			
بيع حمام بالزوج	600	140	84000
إجمالي الايرادات			3033100

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات عينة الدراسة للموسم الإنتاجي 2024/2023.

10.21608/meae.2024.335460.1340

جدول (4):مؤشرات الكفاءة الاقتصادية لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية

المؤشر	الوحدة	إجمالي القيمة
إجمالي الايرادات	جنيها	3033100
إجمالي إيرادات الأسماك	جنيها	2537500
حجم الإنتاج	كيلو جرام	45500
سعر بيع الكيلو جرام أسماك	جنيها	55.77
إجمالي التكاليف لإنتاج الأسماك	جنيها	1937340
تكلفة إنتاج الكيلو جرام أسماك	جنيها	42.58
إجمالي التكاليف المتغيرة المباشرة للمزرعة	جنيها	1679950
إجمالي التكاليف المتغيرة المباشرة لإنتاج الأسماك	جنيها	1337737
إجمالي التكاليف المتغيرة المباشرة لإنتاج كيلو جرام من الأسماك	جنيها	29.40
إجمالي التكاليف الثابتة المباشرة للمزرعة	جنيها	268250
إجمالي التكاليف الثابتة المباشرة لإنتاج الأسماك	جنيها	213606
إجمالي التكاليف الثابتة المباشرة لإنتاج كيلو جرام من الأسماك	جنيها	4.69
إجمالي التكاليف الكلية المباشرة للمزرعة	جنيها	1948200
إجمالي التكاليف الكلية المباشرة لإنتاج الأسماك	جنيها	1551344
إجمالي التكاليف الكلية المباشرة لإنتاج كيلو جرام من الأسماك	جنيها	34.10
إجمالي التكاليف الكلية للمزرعة	جنيها	2432940
إجمالي الهامش فوق التكاليف المتغيرة للمزرعة (1)	جنيها	1353150
إجمالي الهامش فوق التكاليف المتغيرة للأسماك	جنيها	1199763
إجمالي الهامش فوق التكاليف المتغيرة للكيلو جرام من الأسماك	جنيها	26.37
صافي دخل المنتج من المزرعة (2)	جنيها	1084900
صافي دخل المنتج من الأسماك	جنيها	2323894
صافي دخل المنتج للكيلو جرام من الأسماك	جنيها	51.07
ربح المنتج من المزرعة (3)	جنيها	600160
ربح المنتج للكيلو جرام من الأسماك	جنيها	13.19
هامش المنتج من سعر بيع الأسماك (4)	%	23.65

(1) إجمالي الهامش فوق التكاليف المتغيرة المباشرة = الايراد الكلي - إجمالي التكاليف المتغيرة المباشرة

(2) صافي الدخل المزرعي= الايراد الكلي – (إجمالي التكاليف المتغيرة المباشرة + إجمالي التكاليف الثابتة المباشرة)

(3) صافي الربح المزرعي = الايراد الكلي – إجمالي التكاليف الكلية

(4) هامش المنتج % من سعر بيع الأسماك = (متوسط سعر البيع للكيلو جرام - متوسط تكلفة انتاج الكيلو جرام) / متوسط سعر البيع للكيلو جرام)

المصدر: جمعت وحسبت من جداول أرقام (2)، (3) بالدراسة.

ويتضح من الجدولين رقمي (3)، (4) إيرادات ومؤشرات الكفاءة الاقتصادية وتحليل الدخل لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية خلال الموسم الإنتاجي 2023- 2024، حيث تبين أن إنتاج المزرعة يتمثل في أسماك البلطي والبوري والقراميط كإنتاج رئيسي للمزرعة وتنتج حوالي 45.5 طن من الأسماك في الموسم، وقد بلغت إجمالي الإيرادات منها حوالي 2.537 مليون جنيها للمزرعة، كما تنتج المزرعة بعض محاصيل الخضر منها الخس والكرفس والبصل وبلغ إجمالي الإيرادات منها 411.6 ألف جنيها للمزرعة خلال الموسم، كذلك إيراد إنتاج ثانوي من الحمام بلغ حوالي 84 ألف جنيها، لتقدر إجمالي إيرادات المزرعة حوالي 3.033 مليون جنيها. وقدر ربح

حائز المزرعة حوالي 13.19 جنيها للكيلو جرام من الأسماك، وقد تبين أن جميع مؤشرات الكفاءة الاقتصادية المستخرجة من قائمة تحليل الدخل المزرعي لمزرعة الأكوابونيك إيجابية، ويوجد صافي ربح موجب، مما يشير إلى توافر حوافز مشجعة للتوسع في هذا النشاط حيث يتلاشى هذا الربح في المدى الطويل لو بلغ السوق حالة التوازن، في حين بلغ هامش المنتج حوالي 23.65% من سعر بيع الأسماك كمنتج رئيسي.

كفاءة الاستثمار للمزرعة:

اعتمدت الدراسة على الفروض التالية لتحليل كفاءة الاستثمار في المزرعة

قدرت إجمالي التكاليف الاستثمارية للمزرعة وفقا لقيم الأصول الرأسمالية، ولقد تضمنت تلك التكاليف قيمة المباني والإنشاءات (الأحواض والمخازن والاستراحات) والتجهيزات (شبكات الري والصرف والتهوية والكهرباء)، والأدوات والمعدات (آلات تهوية وري وفلاتر وطلمبات وموتور)، وأخري (صفايات للنباتات، وغذايات وسقايات للحمام).

تم الاعتماد على متوسطات التكاليف الكلية والإيرادات الكلية للمزرعة خلال الموسم الإنتاجي 2024/2023، حيث خصصت السنة الأولى للإنشاءات التي تظل طوال العمر الإنتاجي للمشروع من مباني وأحواض متمثلة في وحدة الهيدروبونيك والتي تشمل الأحواض داخل الصوبة وتغطية الصوبة بالمشمع وتبطين الأحواض، وأحواض خارج الصوبة لتربية الأسماك ومخزن واستراحه وأبراج الحمام، وشبكات الري والصرف والتهوية والكهرباء، ثم يتم شراء المعدات والأدوات اللازمة للمشروع في العام الثاني، وفى العام الثالث يتم شراء حمام التربية، والأزولا.

تظهر تكاليف التشغيل من العام الثالث مع بداية عمل المزرعة، كما اعتمد التحليل على أساس العمر الإنتاجي للمشروع 20 سنة يبدأ التشغيل من العام الثالث.

تم استخدام سعر خصم 18.25% صادر عن البنك المركزي المصري للعام 2023، وهو يمثل تكلفة الفرصة البديلة المتاحة لاستثمار رأس المال في المجتمع، وذلك في تقدير القيمة الحالية لكل من التدفقات الداخلة والتدفقات الخارجة طول عمر المشروع.

تم حساب قيمة الخردة للأصول الرأسمالية للمزرعة والتي تباينت بين صفر و20% في نهاية عمر الأصل الرأسمالي من قيمة كل بند من بنود التكاليف الاستثمارية، كما هو موضح بالجدول (5).

تم تصميم جدول التدفقات النقدية الداخلة والخارجة والصافية طوال عمر المشروع الإنتاجي، تضمنت التدفقات الخارجة كل مصروفات المشروع (التكاليف الاستثمارية، وتكاليف التشغيل)، وتضمنت التدفقات الداخلة كل عوائد المشروع (عائد بيع المحاصيل وأسماك البلطي والبوري والقراميط، بالإضافة إلى عائد بيع الحمام كإنتاج ثانوي)، كما هو موضح بالجدول (7).

10.21608/meae.2024.335460.1340

جدول (5): هيكل التكاليف الاستثمارية بالجنيه لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية

الأصل	سنة الشراء من بداية المشروع	قيمة الشراء	العمر الإنتاجي بالسنوات	قيمة الخرده	قسط الاهلاك
وحدة الهيدروبونيك					
-أحواض داخل الصوبة للزراعة وهيكل الصوبة	1	400000	20	0	20000
-مشمع للصوبة وتبطين الأحواض لمنع تسرب المياه	1	384000	5	0	76800
أحواض الأسماك	1	700000	20	0	35000
حوض صرف مخلفات الأسماك وتنمية والأزولا	1	4000	20	0	200
شبكة ري وصرف	1	60000	20	0	3000
شبكة تهوية	1	60000	20	0	3000
شبكة كهرباء	1	50000	20	0	2500
مخازن واستراحة	1	350000	20	0	17500
برجين حمام	1	60000	20	0	3000
طلمبات	2	50000	5	10000	8000
موتور غاطس	2	30000	5	6000	4800
بلاور	2	10000	5	2000	1600
فلاتر	2	60000	20	3000	2850
صفايات	2	100000	5	0	20000
شراء الحمام ونبات الأزولا	3	40500	0	0	0
إجمالي التكاليف الاستثمارية		2358500			

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات عينة الدراسة للموسم الإنتاجي 2024/2023.

وتشير بيانات الجدول رقم (6) لمؤشرات قياس كفاءة الاستثمار لمزرعة أكوابونيك وكانت النتائج التالية: بلغ معدل العائد الداخلي 39.50 %، وهو معدل مرتفع الربحية حيث يفوق أعلى سعر فائدة بنكية سواء على القروض أو المدخرات وبالتالي يسمح بصافي ربح مناسب للاستثمار في هذا النشاط. كما بلغت قيمة نسبة المنافع إلى التكاليف 1.30 وهذا يعني أن كل جنيه منفق في هذا النشاط سوف يعطي منافع صافية قدرها 30 قرشا. وبلغت قيمة صافي القيمة الحالية حوالي 2.638 مليون جنيها خلال عمر المشروع، كما بلغت فترة الاسترداد حوالي 2.53 أي أن رأس المال المستثمر في هذا النشاط يمكن استرداده في سنتين ونصف السنة تقريبا.

جدول (6): مؤشرات كفاءة الاستثمار لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية خلال عمر المشروع

المؤشر	الوحدة	مزرعة الأكوابونيك
معدل العائد الداخلي	%	39.50
نسبة المنافع الحالية إلى التكاليف الحالية	-	1.30
صافي القيمة الحالية	جنيها	2638312
فترة استرداد رأس المال	سنة	2.53

المصدر: حسبت من قائمة التدفقات السنوية بجدول (6).

10.21608/meae.2024.335460.1340

جدول (7): قائمة التدفقات النقدية بالجنيه لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية

السنوات	1	2	3	(7-4)	8	(12-9)	13	(17-14)	18	19	20
التدفقات الخارجة											
وحدة الهيدروبونيك											
أحواض داخل الصوبة وهيكل الصوبة	400000										
مشمع	384000				384000		384000		384000		
أحواض الأسماك	700000						0		0		
شبكة ري وصرف	60000				0		0		0		
شبكة تهوية	60000				0		0		0		
شبكة كهرباء	50000				0		0		0		
مخزن واستراحة وحوض صرف	354000				0		0		0		
عدد برجين حمام	60000				0		0		0		
طلمبات		50000			50000		50000		50000		
موتور غاطس		30000			30000		30000		30000		
بلاور		10000			10000		10000		10000		
2 فلتر		60000			0		0		0		
أخرى(صفايات)		100000			100000		100000		100000		
الأزولا			500		0		0		0		
حمام			40000		0		0		0		
اجمالي التكاليف الاستثمارية	2068000	250000	40500	0	574000	0	574000	0	574000	0	0
التكاليف التشغيلية											
قيمة البذور والشتلات			246960	246960	246960	246960	246960	246960	246960	246960	246960
قيمة اصباعيات البلطي			26880	26880	26880	26880	26880	26880	26880	26880	26880
قيمة زريعة البوري			196000	196000	196000	196000	196000	196000	196000	196000	196000
قيمة زريعة القرامبط			110.25	110.25	110.25	110.25	110.25	110.25	110.25	110.25	110.25
أعلاف أسماك			1140000	1140000	1140000	1140000	1140000	1140000	1140000	1140000	1140000
تكاليف كهرباء			20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
تكاليف اصلاحات للآلات			70000	70000	70000	70000	70000	70000	70000	70000	70000
أجور عمالة			50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
اجمالي التكاليف التشغيلية	0	0	1749950	1749950	1749950	1749950	1749950	1749950	1749950	1749950	1749950
اجمالي التدفقات الخارجة	2068000	250000	1790450	1749950	2323950	1749950	2323950	1749950	2323950	1749950	1749950
التدفقات الداخلة											
قيمة بيع المحاصيل			411600	411600	411600	411600	411600	411600	411600	411600	411600
قيمة أسماك البلطي			1050000	1050000	1050000	1050000	1050000	1050000	1050000	1050000	1050000
قيمة أسماك البوري			630000	630000	630000	630000	630000	630000	630000	630000	630000
قيمة أسماك القرامبط			857500	857500	857500	857500	857500	857500	857500	857500	857500
قيمة بيع الحمام			84000	84000	84000	84000	84000	84000	84000	84000	84000
قيمة الخردة للأصول الرأسمالية			0	0	114800	0	114800	0	114800	0	80000
اجمالي التدفقات الداخلة	0	0	3033100	3033100	3147900	3033100	3147900	3033100	3147900	3033100	3113100
صافي التدفقات النقدية	-2068000	-250000	1242650	1283150	823950	1283150	823950	1283150	823950	1283150	1363150

المصدر: جمعت وحسبت من بيانات عينة الدراسة للموسم الإنتاجي 2024/2023.

10.21608/meae.2024.335460.1340

تحليل الحساسية للمزرعة:

يعتبر تحليل الحساسية من أهم المؤشرات التي يمكن من خلالها التعرف على الجوانب الأكثر حساسية للتغيرات المفاجئة السلبية خلال عمر المشروع، وأثرها على ربحية المشروع، فالمشروعات الزراعية بصفة عامة والإنتاج الحيواني بصفة خاصة تتأثر بمجموعة من المخاطر الناجمة عن التغيرات في أسعار بيع المنتجات الرئيسية، وأسعار المدخلات أو مستلزمات الإنتاج وأهمها الأعلاف، لذا فقد تم إجراء تحليل الحساسية لقياس أثر بعض التغيرات السلبية على مؤشرات جدوى الاستثمار المقدرة، حيث تم افتراض:

1- زيادة أسعار الأعلاف بنسبة 10% أي من 30000 جنيها إلى 33000 جنيها للطن
2- زيادة تكلفة شراء البذور والشتلات بنسبة 10% من أسعار شرائها
3- زيادة تكلفة شراء زريعة واصباعيات الأسماك بنسبة 10% من أسعار شرائها
4- انخفاض أسعار بيع الأسماك بنسبة 10% من أسعار بيعها
5- حدوث كل التغيرات معا

ويوضح الجدول رقم (8) نتائج تحليل الحساسية وفقا لتلك التغيرات، ومنه يتبين أن المشروع يتحمل تلك التغيرات مع تحقيق معدل عائد داخلي يفوق في أدناه 32.65% في حالة انخفاض أسعار الأسماك بنسبة 10%، بل أكثر من ذلك فإن المشروع يتحمل أثر إجمالي تلك التغيرات مجتمعة، ويحقق معدل عائد داخلي قدر بحوالي 27.95%، وهو يفوق كل عوائد الفرصة البديلة كاستثمار مالي في البنوك.

اشتقاق المستويات الحدية (الحرجة) من المتغيرات الهامة المؤثرة على كفاءة مزرعة الأكوابونيك: من بيانات جدول (8) أمكن تحديد المستويات الحرجة للمتغيرات موضع الدراسة، وهي أقل مستويات سعرية تحقق معدل عائد داخلي يتساوى مع سعر الفائدة على المدخرات في البنوك (18.25 %)، وتبين أنها تتحقق عند ارتفاع إجمالي تكلفة شراء الأعلاف لتصل إلى 1.847 مليون جنيه، أي بنسبة زيادة تصل إلى 62% عن القيمة الحالية، وعند زيادة تكلفة شراء البذور والشتلات، وتكلفة شراء زريعة واصباعيات الأسماك معا بنسبة تصل إلى 150% عن القيمة الحالية، وعند انخفاض في أسعار بيع الأسماك بنسبة تصل إلى 28% عن القيمة الحالية.

مميزات وعيوب نظام الأكوابونيك:

مميزات إنتاج الغذاء من نظام الأكوابونيك :

يعتبر الأكوابونيك نظام إنتاج غذائي مستدام ومكثف، حيث يتم إنتاج منتجين زراعيين (أسماك وخضروات) من مصدر نيتروجين واحد (غذاء الأسماك)، أي إنتاجية عالية وإنتاج نوعي. هذا النظام لا يتطلب تربة، وذو كفاءة عالية في استخدام المياه. كما أنه لا يعتمد على استخدام الأسمدة أو المبيدات، ويعتمد على الإنتاج العضوي، وينتج القليل من المخلفات، ويحقق مستوى عالي من الأمن البيولوجي ومخاطر أقل من الملوثات الخارجية. ويمكن مع النظام السيطرة على الإنتاج مما

يؤدي إلى انخفاض الخسائر. إلى جانب ذلك يصلح انشاء النظام في الأراضي غير الصالحة للزراعة، مثل الصحاري أو التربة المتدهورة أو الرملية أو المالحة. ولا تتطلب المهام

جدول (8): تحليل الحساسية لمزرعة أكوابونيك بمحافظة الإسماعيلية خلال عمر المشروع

التغير	المؤشر	الوحدة	الوضع الحالي	بعد التغير	نسبة التغير %
زيادة أسعار الأعلاف بنسبة 10%	معدل العائد الداخلي	%	39.50	36.50	-7.60
	نسبة المنافع الحالية إلى التكاليف الحالية	-	1.30	1.24	-4.65
	صافي القيمة الحالية	جنيها	2638312	2213446	-16.10
	فترة استرداد رأس المال	سنة	2.53	2.74	8.23
زيادة تكلفة شراء البذور والشتلات بنسبة 10%	معدل العائد الداخلي	%	39.50	38.86	-1.62
	نسبة المنافع الحالية إلى التكاليف الحالية	-	1.30	1.29	-1.04
	صافي القيمة الحالية	جنيها	2638312	2546273	-3.49
	فترة استرداد رأس المال	سنة	2.53	2.57	1.65
زيادة تكلفة شراء زريعة واصباعيات الأسماك بنسبة 10%	معدل العائد الداخلي	%	39.50	38.92	-1.47
	نسبة المنافع الحالية إلى التكاليف الحالية	-	1.30	1.29	-0.94
	صافي القيمة الحالية	جنيها	2638312	2555206	-3.15
	فترة استرداد رأس المال	سنة	2.53	2.57	1.49
انخفاض أسعار بيع الأسماك بنسبة 10%	معدل العائد الداخلي	%	39.50	32.65	-17.34
	نسبة المنافع الحالية إلى التكاليف الحالية	-	1.30	1.19	-8.33
	صافي القيمة الحالية	جنيها	2638312	1692612	-35.84
	فترة استرداد رأس المال	سنة	2.53	3.06	20.98
الأثر الإجمالي لحدوث المتغيرات معا	معدل العائد الداخلي	%	39.50	27.95	-29.26
	نسبة المنافع الحالية إلى التكاليف الحالية	-	1.30	1.12	-14.23
	صافي القيمة الحالية	جنيها	2638312	1092601	-58.59
	فترة استرداد رأس المال	سنة	2.53	3.58	41.36

المصدر: حسبت من جداول (6)، (7) بالبحث.

اليومية والحصاد والغرس أي عمالة فنية أو مهارات خاصة. ويحقق النظام الإنتاج الاقتصادي قدر من الإكتفاء الغذائي الأسري أو المحاصيل النقدية. مع توفر مواد البناء وقاعدة المعلومات عن النظام على نطاق واسع. إلا أن أهم ما يميز هذا النظام هو الوفر في استخدام المياه، وقد تم في هذه الدراسة تقدير مقارنة بين كمية المياه المستخدمة لنظامي الاستزراع السمكي في أحواض مستقلة ونظام الأكوابونيك لتربية الأسماك كما هو موضح بالجدول رقم (9) حيث تبين أن نظام الأكوابونيك يوفر أكثر من 95% من كمية المياه المستخدمة مقارنة بنظام الاستزراع السمكي في أحواض مستقلة حيث يعتمد على إعادة استخدام المياه بشكل متكرر، مما يقلل من الحاجة إلى إضافة مياه جديدة بشكل كبير، وقد تم تقدير كمية المياه التي يتم توفيرها خلال موسم مدته من 6 إلى 8 شهور بحوالي 166.308 مليون متر مكعب، مع مراعاة أن ذلك يعتمد على عدة عوامل منها إدارة جودة المياه وكثافة الأسماك في الأحواض وحجم النظام ومستويات التلوث بالأمونيا فقد تحتاج إلى تغيير المياه بمعدلات أكبر وذلك في نظام الاستزراع السمكي في أحواض مستقلة.

أما الأنظمة المتقدمة تستخدم تقنيات مثل الترشيح البيولوجي أو المعالجة الكيميائية لتقليل الحاجة إلى تغيير المياه، فنظام الأكوابونيك يوفر أكثر من 95% من كمية المياه المستخدمة مقارنة نظام الاستزراع السمكي المنفصل حيث يعتمد على إعادة استخدام المياه بشكل متكرر، مما يقلل من الحاجة إلى إضافة مياه جديدة بشكل كبير، مع مراقبة جودة المياه وإجراء التغيير عند الضرورة للحفاظ على التوازن.

جدول (9): يوضح مقارنة بين كمية المياه المستخدمة لنظامي الأستزراع السمكي المكثف والأكوابونيك لتربية الأسماك خلال موسم من 6 إلى 8 شهور

النظام	نوع الأسماك	عدد الأحواض	مساحة الحوض م2	كمية المياه اللازمة للأحواض م3	كمية التغيير اليومي للمياه م3	كمية الفقد نتيجة البخر والترسيب م3	كمية المياه المطلوبة للمزرعة في اليوم م3	مدة التربية باليوم	كمية المياه المطلوبة للمزرعة للموسم بالمليون متر مكعب
الاستزراع السمكي المستقل	بلطي	2	350	1750	87.5	17.5	153142	180	27.566
	بوري	2	350	1750	87.5	17.5	153142	180	27.566
	قراميط	1	1225	3062.5	153.12	30.65	468976	240	112.554
إجمالي كمية المياه للمزرعة في مدة التربية م3									167.686
الأكوابونيك	بلطي	2	350	1750	0	17.5	1767.5	180	0.318
	بوري	2	350	1750	0	17.5	1767.5	180	0.318
	قراميط	1	1225	3062.5	0	30.65	3093.15	240	0.742
إجمالي كمية المياه للمزرعة في مدة التربية م3									1.378
الفرق بين كمية المياه الكلية للنظامين م3									166.308

- تم الاعتماد في حساب كمية المياه المطلوبة للمزرعة في اليوم[1]= كمية المياه المطلوبة للأحواض * نسبة التغيير اليومي (تمثل 5% من حجم المياه بالحوض) + 1 % نتيجة البخر والترسيب
- كمية المياه المطلوبة للحوض= عدد الأحواض * مساحة الحوض * عمق المياه 2.5 م
- (1) البرنامج التدريبي في هندسة الاستزراع السمكي، العباسة، أبوحماد، مصر، أبريل 2008.

المصدر: حسبت بواسطة الباحث.

عيوب أو نقاط الضعف لإنتاج الغذاء من نظام الأكوابونيك :

تعتبر تكاليف بدء التشغيل الأولية باهظة مقارنة بإنتاج الخضروات في التربة أو الزراعة المائية. ويتطلب النظام أن يتمتع صاحب المشروع بقدر من المعرفة بتربية الأسماك والبكتيريا والإنتاج النباتي لنجاح المشروع، حيث تختلف احتياجات الغذائية والكثافة باختلاف الأنواع من الأسماك والنباتات، كما لا ينصح بإنشائه في الأماكن التي لا تتوفر فيها درجات الحرارة المناسبة للأسماك والنباتات المستزرعة. يتطلب توفر مصدر للطاقة، والحصول على زريعة الأسماك وبذور النباتات من مصدر موثوق. كما أن المتابعة اليومية ضرورية جدا حيث أي أخطاء يمكن أن تتسبب في انهيار للنظام. كما أن النظام لا يوفر وحده نظام غذائي كامل.

أهم نتائج وتوصيات الدراسة: في ضوء ما توصلت إليه الدراسة من نتائج:

تبين أن التكاليف المتغيرة تمثل حوالي 69.36% من التكاليف الكلية، وأهم بنودها تكاليف التغذية للأسماك والتي تمثل حوالي 67.56% من التكاليف المتغيرة، أي حوالي 46.86% من التكاليف الكلية، أما التكاليف الثابتة تمثل 30.64% من التكاليف الكلية، وأهمها الفائدة على رأس المال وتمثل حوالي 55.97% من التكاليف الثابتة الكلية، وحوالي 17.15% من التكاليف الكلية. كما بلغت إجمالي التكاليف لإنتاج كيلو جرام من الأسماك بالجنيه حوالي 42.58 جنيها. وقدر ربح حائز المزرعة حوالي 13.19 جنيها للكيلو جرام من الأسماك، وقد تبين أن جميع مؤشرات الكفاءة الاقتصادية المستخرجة من قائمة تحليل الدخل المزرعي لمزرعة الأكوابونيك إيجابية، ويوجد صافي ربح موجب، مما يشير إلى توافر حوافز مشجعة للتوسع في هذا النشاط حيث يتلاشى هذا الربح في المدى الطويل لو بلغ السوق حالة التوازن، في حين بلغ هامش المنتج حوالي 23.65% من سعر بيع الأسماك كمنتج رئيسي.

كما بلغ معدل العائد الداخلي 39.50 %، وهو معدل مرتفع الربحية حيث يفوق أعلى سعر فائدة بنكية سواء على القروض أو المدخرات وبالتالي يسمح بصافي ربح مناسب للاستثمار في هذا النشاط. كما بلغت قيمة نسبة المنافع إلى التكاليف 1.30 وهذا يعني أن كل جنيه منفق في هذا النشاط سوف يعطي منافع صافية قدرها 30 قرشا. وبلغت قيمة صافي القيمة الحالية حوالي 2.638 مليون جنيها خلال عمر المشروع، كما بلغت فترة الاسترداد حوالي 2.53 أي أن رأس المال المستثمر في هذا النشاط يمكن استرداده في سنتين ونصف السنة تقريبا. وتبين من نتائج تحليل الحساسية أن المشروع يتحمل تغيرات تمثلت في زيادة أسعار الأعلاف بنسبة 10%، زيادة تكلفة شراء البذور والشتلات بنسبة 10%، وزيادة تكلفة شراء زريعة واصباعيات الأسماك بنسبة 10%، وانخفاض أسعار بيع الأسماك بنسبة 10%، وحدوث كل التغيرات معا مع تحقيق معدل عائد داخلي يفوق في أدناه 32.65% في حالة انخفاض أسعار الأسماك بنسبة 10%، بل أكثر من ذلك فإن المشروع يتحمل أثر إجمالي تلك التغيرات مجتمعة، ويحقق معدل عائد داخلي قدر بحوالي 27.95%، وهو يفوق كل عوائد الفرصة البديلة كاستثمار مالي في البنوك. ومن نتائج اشتقاق المستويات الحدية (الحرجة) وهي أقل مستويات سعرية تحقق معدل عائد داخلي يتساوى مع سعر الفائدة على المدخرات في البنوك (18.25 %) وتبين أن المشروع يتحمل تغيرات وصلت إلى ارتفاع تكلفة شراء الأعلاف لتصل إلى 1.847 مليون جنيه، أي بنسبة زيادة تصل إلى 62% عن القيمة الحالية، وزيادة تكلفة شراء البذور والشتلات، وتكلفة شراء زريعة واصباعيات الأسماك معا بنسبة تصل إلى 150% عن القيمة الحالية، وانخفاض في أسعار بيع الأسماك بنسبة تصل إلى 28% عن القيمة الحالية.

وأخيرا تم تقدير مقارنة بين كمية المياه المستخدمة لنظامي الاستزراع السمكي في أحواض مستقلة ونظام الأكوابونيك لتربية الأسماك وتبين أن نظام الأكوابوبيك يوفر أكثر من 95% من كمية المياه المستخدمة مقارنة بنظام الاستزراع السمكي في أحواض مستقلة حيث يعتمد على إعادة استخدام المياه بشكل متكرر، مما يقلل من الحاجة إلى إضافة مياه جديدة بشكل كبير وقد تم تقدير كمية المياه التي تم توفيرها لنفس وحدة المساحة ولتربية نفس أنواع الأسماك وخلال نفس مدة موسم التربية من 6 إلى 8 شهور بحوالي 166.308 مليون متر مكعب، مع مراعاة أن ذلك يعتمد على عدة عوامل منها إدارة جودة المياه وكثافة الأسماك في الأحواض وحجم النظام ومستويات التلوث

10.21608/meae.2024.335460.1340

بالأمونيا فقد تحتاج إلى تغيير المياه بمعدلات أكبر وذلك في نظام الاستزراع السمكي في أحواض مستقلة.

لذا توصي الدراسة بما يلي: في ضوء ما توصلت إليه الدراسة من نتائج تؤكد ثبوت الكفاءة الاقتصادية والاستثمارية لمثل هذا النوع من المشروعات، لذا توصي الدراسة بحل المشكلات التي تواجه النظام وبالتالي المساهمة في حل مشكلة البروتين الحيواني، فنظام الأكوابونيك هو حل مبتكر لمواجهة التحديات الزراعية والبيئية، ويعزز من استدامة البيئة بإعتباره أحد التقنيات الزراعية الصديقة للبيئة، لما له من مميزات في إنتاج غذاء صحي حيث يوفر إمكانية إنتاج الخضروات والأسماك بشكل عضوي، مما يقلل من استخدام المبيدات، وكفاءة استخدام المياه حيث يعتمد دورة مغلقة للمياه، مما يقلل من استهلاكها بنسبة تصل إلى أكثر من 95% مقارنة بالزراعة للنباتات والأسماك بشكل منفصل، كذلك إمكانية زيادة الإنتاجية بزراعة عدد أكبر من المحاصيل في مساحة صغيرة، مما يعزز من إنتاجية وحدة المساحة الأرضية، إمكانية تطبيق النظام في مساحات صغيرة، يساعد في تقليل تكاليف شراء الخضروات والأسماك، حيث يمكن إنتاجها وتحقيق الإكتفاء الذاتي منها للأسرة، كما يمكن ان تساعد هذه المشروعات في تحقيق الأمن الغذائي والمساهمة في زيادة الإنتاج المحلي وتقليل الواردات، كما يمكن أن يساهم في توفير فرص عمل جديدة في مجالات الزراعة والتكنولوجيا.

المراجع

البرنامج التدريبي في هندسة الاستزراع السمكي، العباسة، أبوحماد، مصر، أبريل 2008.

رئاسة مجلس الوزراء، جهاز حماية وتنمية البحيرات والثروة السمكية، كتاب الاحصاءات السمكية السنوي، عام 2021

محمد جابر عامر(2016)."دراسات جدوى المشروعات الزراعية"، الطبعة الأولى، المهندس للطباعة -الزقازيق.

Gittinger J. Price. (1948). "Economic Analysis of Agricultural Projects" Baltimore, the John Hopkins press for the Economic Development institution, the World Bank, USA.

Brown, M. L. (1979). "Farm Budget from Income Analysis to Agricultural Project Analysis", First Edition, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Ronald D. Kay (1981). "Farm Management Planning, Control and Implementation" International Student Education McGraw-Hill international Book Company, Auckland London, Inc., Tokyo Japan.

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. (2014). Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant

10.21608/meae.2024.335460.1340

farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No._589. Rome, FAO. 262_pp.