ثالثا: التقنيات الحديثة في مجال الإنتاج السمكي

المحتويات

مقدمة

1- الموارد السمكية ومساهمتها في تحقيق الأمن الغذائي

2- محددات تنمية واستدامة الموارد السمكية

2-1 المصايد الطبيعية

2-2 - المزارع السمكية

3- التقنيات الحديثة المشتركة في المصايد والمزارع السمكية في بعض الدول ومصر

3-1 نظم المعلومات الجغرافية (الاستشعار عن بُعد)

3-2 إستخدام الطاقة الشمسية.

3-3 إستخدام الروبوت.

3-4 إستخدام التليفون المحمول.

4- تطبيقات التكنولوجيا الحديثة فى قطاع الإستزراع السمكي

5- مقترحات وسياسات تطبيق التقنيات الحديثة.

المراجع

مقدمة

تؤضح معدلات الزيادة في الإنتاج المحلى من الأسماك خلال العقد الماضي إمكانية الإعتماد على مواردنا الذاتية في تحسين موقف الإكتفاء الذاتي من الأسماك، وتقليل مخاطر الإعتماد على الواردات خاصة مع الأخذ في الإعتبار أن العوامل التي تسببت في حدوث أزمة الغذاء العالمية ما زالت قائمة، وتخلق عدم يقين عن مدى إتاحة المنتجات الغذائية وإمكانية الوصول إليها في المستقبل. وعليه فإن زيادة معدلات الإكتفاء الذاتي من الأسماك يمكن تحقيقيها من خلال إزالة المعوقات التي تواجه تنمية الإنتاج السمكي وإستغلال الموارد الغير مستغلة من خلال إتباع سياسات وتطبيق حزمه من الإجراءات التصحيحية والتنموية والإستفادة من التجارب المحلية والإقليمية والعالمية فى مجال التقنيات الجديثة والتي وفرت مخزون من المعارف والخبرات يمكن الإستفادة منها في التوسع وتطوير هذا القطاع.

1- الموارد السمكية ومساهمتها في تحقيق الأمن الغذائي

تعتبر قضية الأمن الغذائي من القضايا الهامة التي تحظى بإهتمام كبير نتيجة للعديد من العوامل التي تؤثر في عرض الغذاء والطلب عليه، وقد دفعت الأزمات العالمية خلال العقود الماضية إلى الاهتمام بمراجعة وتحليل للنماذج الإقتصادية السائدة، وذلك بهدف البحث عن مسارات جديدة للتنمية المستدامة للحد من الفقر ومحاربة الجوع وزيادة الرفاهية البشرية.

وتوفر النظم البيئية المائية في العالم مجموعة واسعة من الموارد والخدمات تساهم في تحقيق التنمية الإجتماعية والإقتصادية والتي يطلق عليها الإقتصاد الأزرق أو النمو الأزرق.

ويعتبر قطاع المصايد وتربية الأحياء المائية أحد أهم قطاعات الإقتصاد الأزرق، حيث تعتبر من المكونات الحيوية لسلسلة الإمداد الغذائي وتوليد الدخل لأعداد كبيرة من السكان بإعتبارها السلعة الغذائية الأكثر تداولاً، وأن دولة متقدمة مثل اليابان قد تعاني فقرًا غذائيًا إذا لم تمتلك أسطولها الكبير من سفن الصيد.

وتعتبر الأسماك عنصرًا هامًا في النظام الغذائي المتوازن بما توفره من بروتين حيواني، وأحماض دهنية، والمغذيات الدقيقة الأساسية مثل الكالسيوم، واليود، والفيتامينات وهي عناصر حيوية للتغذية.

وفى مصر تعتبر الأسماك سلعة غذائية تقليدية وعنصر هام في غذاء المصريين، حيث يمكن الحصول عليها في جميع الأوقات بأسعار تتناسب مع القدرة الشرائية وأذواق المستهلكين المختلفة.

وتتنوع مصادر الإنتاج السمكي في مصر، حيث تشمل المصايد الطبيعية والمزارع السمكية. وطبقا لتصنيف الهيئة العامة للثروة السمكية تشمل المصايد الطبيعية المصايد البحرية (البحر المتوسط والبحر الأحمر وفروعه

خليج السويس وخليج العقبة)، ومصايد البحيرات (المنزلة، البرلس، البردويل ادكو، قارون، منخفض وادى الريان، مريوط، بحيرة ناصر، البحيرات المرة والتمساح ،والمياه العذبة (نهر النيل وفرعي رشيد ودمياط)

وتشمل المزارع السمكية كل من المزارع الحكومية، والخاصة (المملوكة والمؤجرة والمؤقتة) والأقفاص السمكية وتربية الأسماك في حقول الأرز.

والجدول الآتي يوضح تتطور كمية وقيمة الإنتاج السمكي خلال الفترة 2017 – 2021

جدول (1-3)

تطور كمية وقيمة الإنتاج السمكي 2017 – 2021

السنوات	2017	2018	2019	2020	2021
الكمية بالمليون طن	1.8	1.9	2.03	2.01	2.0
القيمة بالمليار جنيه	43.8	48.3	61.1	61.9	66.4

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء – النشرة السنوية لإحصاءات الإنتاج السمكي عام 2021

وتقدر مساحة المسطحات المائية المستغلة في الإنتاج السمكي بأكثر من 13 مليون فدان (ثلاث عشر مليون)، وبلغت كمية الإنتاج السمكي 2،00 مليون طن عام 2021 مقابل 2؛01 مليون طن عام 2020 بنسبة انخفاض قدرها 43،%، وقدر متوسط نصيب الفرد من الإنتاج المحلي للأسماك بأكثر من 20 كجم في عام 2020، منها 16.1 كجم من الاسترزاع السمكي يمثل 82% من إجمالي الإستهلاك. وتقدر نسبة الإكتفاء الذاتي من الأسماك بحوالي90.1 %.كما تساهم الأسماك بحوالي 38% من إجمالي إستهلاك الفرد السنوي من البروتين. وهناك توقعات بزيادة الطلب على إستهلاك الأسماك ليس فقط بسبب الزيادة السكانية ولكن أيضا بسبب زيادة الفجوة السعرية بين الأسماك وبدائل البروتين الحيواني الأخرى مثل اللحوم والدواجن. وهذا ما يؤكده معدل الزيادة المستمر في متوسط استهلاك الفرد من الأسماك من 8.3 كجم في عام 1991 إلى 11.31 كجم عام 2000 وصولا إلى أكثر من 20 كجم عام 2020. وعلى الرغم من زيادة الإنتاج المحلى من الأسماك خلال السنوات الماضية، فإن مصر ما زالت تواجه عجزا في الإنتاج المحلى لسد إحتياجات الإستهلاك، يتم تغطيته عن طريق الواردات والتي قدرت بحوالي 372 ألف طن عام 2021. (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، 2021)

2- محددات تنمية وإستدامة الموارد السمكية

2-1 المصايد الطبيعية

- قصور الإدارة البيو إقتصادية للمصايد

ترجع خاصية تجدد الموارد السمكية إلي الطبيعة الديناميكية لهذه الموارد والتي هي عملية تبادل للأجيال علي مر الزمن تتضمن ولادة للأجيال المتتابعة ثم نموها ثم هلاكها، وذلك من خلال نظام إنضباطي يتكيف بصورة آليه مع أي تغير في الظروف البيئية، والإستغلال الرشيد لهذا النظام البيئي من قبل الإنسان من خلال عمليات الصيد يجب أن تكون متوازنة مع عملية إستعادة الموارد السمكية لعناصرها بواسطة النمو والتوالد، فإذا لم يتحقق هذا التوازن أي كانت معدلات الإستغلال أعلى من معدلات التعويض لعناصر الموارد السمكية أدى هذا إلي تناقص هذه الموارد ثم إنقراضها في النهاية، لذا فإن تحقيق النمو المستدام والمتوان للموارد السمكية يعني الحفاظ وصيانة البيئة من خلال إدارة الإنسان للنظم البيئية المنتجة بحيث تتواصل القدرة علي الإنتاج والعطاء للأجيال الحالية والمقبلة.

وبناءً على ذلك فإن عملية الصيد من حيث طبيعة تأثيرها على الموارد السمكية تعتبر عاملًا هامًا من عوامل التأثير على إستدامة الإنتاج، إذ يجب ان تكون عملية الصيد متوازنة مع عملية إستعادة الموارد السمكية لعناصرها من خلال التكاثر والنمو، فإذا لم يتحقق هذا التوازن، أي كانت معدلات الصيد تفوق معدلات تعويض الموارد السمكية لعناصرها، تكون النتيجة تناقص هذه الموارد ثم إنقراضها في النهاية. لذا فإن المهمة الأولى للإدارة العلمية للمصايد هي تحديد مستوى الإستغلال البيولوجي الأمثل والذى يعنى أكبر كمية من الإنتاج يمكن الحصول عليها على المدى الطويل والذى يسمى المستوى الحرج للإستغلالCritical Exploitation level . وهذا يعنى أنه لضمان إستدامة الإنتاج يجب توفر الحد الأدنى من المخزونات السمكية Stocks الذى يسمح بإنتاج غير متناقص. وعلى هذا فإن الصيد الجائر هو الذى يتخطى المستوى الحرج للإستغلال، مما يؤدى إلى خفض حجم الحد الأدنى للمخزون السمكي، وبالتالي قدرته على إستعاضة عناصره.

وتواجه المصايد الطبيعية المصرية مشكلة تناقص الطاقة الإنتاجية نتيجة التهديدات السابقة وغياب الأساليب العلمية للإدارة، سواء من الجانب البيولوجي أو الإقتصادي، والتي تهدد بإستنزاف الموارد السمكية فيها، مما يؤدى إلى إضعاف قدرة الموارد السمكية على التجدد، وبالتالي إنخفاض مستوى الإستغلال الحرج، ومع ثبات جهد الصيد دون تغيير يحدث الصيد الجائر والذى يضاعف من آثار التهديدات الحادثة، مما يتطلب إتباع سياسات تصحيحية أو ما يطلق عليه الإدارة العلمية للمصايد، ذلك إن ترك الأمور على ماهي عليه سوف يؤثر بشكل حاد على إنتاجنا من الأسماك خلال السنوات القادمة، مما يضعف من قدرتنا على إنتاج أحد المكونات الغذائية الهامة وما يترتب علها من أثار اقتصادية واجتماعية تهدد الأمن الغذائي.

وإستغلال مصايد الأسماك في المصايد الطبيعية، يعتمد على توفر قاعدة دقيقة من البيانات الإحصائية عن المخزونات السمكية، وجهد الصيد Fishing Effort، بهدف الوصول إلى العلاقة الصحيحة بين جهد الصيد والمخزونات السمكية Stocks Fish.

- **التغيرات المناخية**

أدت الممارسات الغير صديقة للبيئة على مدى العقود الماضية، إلى زيادة التركيزات العالمية من غاز ثاني أكسيد الكربون وغيرها من الغازات التي تسببت في حدوث ما يعرف بظاهرة الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي وما يسببه من إرتفاع في درجة حرارة الأرض، وذوبان الجليد وإرتفاع مستوى مياه البحار والمحيطات، وتهديد مناطق واسعة من الأراضي الساحلية والمنخفضة ودلتا الأنهار، وكذلك حدوث موجات جفاف شديدة في بعض المناطق وفيضانات عارمة في مناطق أخري، وتناقص الفترات شديدة البرودة، مقابل تزايد الفترات شديدة الحرارة. وكل هذه التغيرات تؤثر على نطاق واسع على النظم الإيكولوجية، وأنظمة إنتاج الغذاء والتنوع البيولوجي، بما في ذلك المصايد الطبيعية والإستزراع المائي.

وتشير التوقعات إلى أن مصر واحدة من أكثر الدول التي تواجه تحدي التغير المناخي، فإرتفاع منسوب مياه البحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر، يهدد بغرق أجزاء من الدلتا المصرية، والمناطق الساحلية مصدر الإنتاج السمكي الرئيسي، علاوة على الضغوط التي يفرضها إرتفاع درجات الحرارة على الشعاب المرجانية الموطن الطبيعي للكثير من الأسماك والكائنات البحرية الأخرى، وأنشطة السياحة البحرية (الصيد والغطس).

إن قدرة الموارد السمكية على تجاوز ضغوط التغيرات المناخية ضعيفة، خاصة بالنسبة للمجتمعات الساحلية والريفية حيث تنتشر أنشطة الصيد والإستزراع السمكي، والتي تعتبر من أكثر المجتمعات تضررًا من التغيرات المناخية لضعف البنية التحتية القادرة على التكيف مع تلك التقلبات أو مواجهة إنعكاساتها السلبية.

إن أبرز التداعيات الإقتصادية والإجتماعية للتغيرات المناخية المحتملة على قطاع الإنتاج السمكي تتمثل فيما يلى:

- الفاقد في كميات وقيمة الإنتاج من المصايد الطبيعية والمزارع السمكية.
- الفاقد من الإستثمارات في أنشطة الصيد والقطاعات المعاونة وعناصر البنية التحتية.
- الفاقد من فرص العمل.
- إنكشاف الأمن الغذائي من الأسماك بسبب إنخفاض نصيب الفرد السنوي منها وما توفره من البروتين الحيواني.
- النقص في الصادرات والعملات الأجنبية.
- الخسائر الناتجة عن تدهور الموائل البحرية (الشعاب المرجانية، وأشجار المانجروف والحشائش البحرية).

وعلى الرغم الجهود التى تبذل لمواجهة التغيرات المناخية، تظل هناك حاجة للمزيد من الإجراءات المُكملة، خاصة على مستوى البحث العلمي، وتنمية الوعي المجتمعي، وتفعيل دور المجتمع المدني كشريك ضروري في مواجهة هذه التداعيات، وذلك من خلال التوسع في المشروعات الصديقة للبيئة، والتحول نحو الإقتصاد الأخضر، وإعداد خطة متكاملة لإدارة المخاطر والكوارث في المناطق الساحلية ومنطقة الدلتا، مع التوسع في إقامة حواجز الأمواج لحماية الشواطئ، وإقامة محطات إنذار مبكر على أعماق مختلفة داخل البحر المتوسط والأحمر، للحصول على البيانات المتعلقة بموجات العواصف والأمواج والظواهر الطبيعية المفاجئة، مع تبني سياسات إستباقية ووقائية معتمدة على الدراسات الخاصة بالتغيرات المناخية وإحتياطات التخفيف المختلفة، خاصة في مجال التركيب النوعي للإنتاج، وتطوير سلالات جديدة من للأسماك والكائنات المائية الأخرى، تكون قادرة على التكيف مع التغيرات في النظم البيئية المائية المختلفة، وتطوير الإدارة المتكملة للمناطق الساحلية.

2-2 المزارع السمكية

على مدى السنوات الأخيرة، أصبح من الواضح أن هناك تراكم للعديد من المشاكل والمحددات التي تعوق تنمية مشروعات المزارع السمكية، وتهدد إستدامتها، والتي تشمل:

- **محدودية ألأرض**

إن أهم المحددات التي تواجه التوسع الأفقي لتنمية المزارع السمكية، محدودية الأرض في منطقة الوادي والدلتا، والذى يتطلب البحث عن مناطق أخرى خاصة في المناطق الصحراوية والبحرية الغير مستغلة.

- **الميــاه:**

يوجد نقص في الموارد المائية المتاحة للمزارع السمكية ،حيث لا يصرح باستخدام مياه الري (مياه النيل) في تربية الأسماك، ويعتمد بدلًا من ذلك علي مياه الصرف الزراعي، كما تعتمد بعض المزارع علي مياه البحيرات والمياه الجوفية، كما أن بعض المزارع تواجه مشاكل في جودة المياه، مما يتطلب البحث عن تقنيات حديثة لتعظيم العائد من وحدة المياه المتاحة.

- **الأعـلاف:**

تمثل الأعلاف نسبة عالية في تكاليف الإنتاج والتي تقدر بأكثر من 60% في المتوسط، وأن معظم مكونات أعلاف الأسماك مستوردة، وتمثل زيادة أسعار الأعلاف مشكلة لمزارعي الأسماك، حيث تؤثر بشكل مباشر علي الأرباح من النشاط، مما يتطلب البحث عن تقنيات حديثة في مجال تغذية الأسماك.

- **الزريعة:**

في بعض الحالات قد تكون جودة الزريعة التي تنتجها بعض مفرخات أسماك البلطي منخفضة، مما يؤدي إلي إنخفاض معدل التحول الغذائي وإرتفاع معدلات إستهلاك الأعلاف التي تستخدمها الزريعة، وأن إنخفاض جودة زريعة المفرخات قد يكون بسبب عدم كفاية المعرفة التقنية لأفضل ممارسات إدارة المفرخات.

كما أن المصايد البحرية تعتبر المصدر الوحيد لإمداد المزارع بزريعه أسماك البوري وجزئيا أسماك الدنيس والقاروص، مما قد يؤثر علي إنتاجية المصايد الطبيعية.

- **الطاقة:**

كثير من المزارع السمكية غير متصلة بشبكة الكهرباء الحكومية، في نفس الوقت غير مسموح لها بإقامة تجهيزات كهربائية علي أرض مؤجره، مما يضطر المزارعين إلي إستخدام المولدات الكهربائية لتوفير الطاقة لطلمبات المياه والتي تستخدم الوقود السائل، والذي قد يصعب توفيره في بعض الأماكن والأوقات، بالإضافة الى ما قد يسببه من تلوث، مما يتطلب توفير مصادر للطاقة اقل تكلفة ونظيفة.

- **الإرشاد**

يوجد قصور في مجال الإرشاد والتدريب لمزارعي الأسماك، خاصة فيما يتعلق بالجوانب المتعلقة بالإدارة والهندسة المزرعية.

- **التغيرات المناخية**

إن مواجهة التداعيات المتوقعة للتغيرات المناخية يتطلب تبني سياسات إستباقية ووقائية معتمدة على الدراسات الخاصة بالتغيرات المناخية وإحتياطات التخفيف المختلفة، خاصة في مجال التركيب النوعي للإنتاج، وتطوير سلالات جديدة من للأسماك والكائنات المائية الأخرى، تكون قادرة على التكيف مع التغيرات في النظم البيئية المائية المختلفة، وإستحداث أساليب جديدة في مجال التغذية والإدارة المزرعية تكون أكثر تكيفًا وكفاءة في التعامل مع التحديات المناخية المتنوعة.

3- التقنيات الحديثة المشتركة في المصايد والمزارع السمكية في بعض الدول ومصر

تتعدد طرق ووسائل التكنولوجيات الحديثة التي تم إكتشافها وتطبيقها على مستوى العالم، والتي ساعدت على تنمية النظم الغذائية المائية (مصايد ومزارع الأسماك) وجعلها مستدامة إجتماعيًا واقتصاديًا وبيئيًا على المدى الطويل. ونعرض فيما يلى أهم هذه التقنيات وتأثيرها على كل من المصايد الطبيعية والمزارع السمكية.

3-1 نظم المعلومات الجغرافية (الاستشعار عن بُعد) [1]

[1] http://www.survey1.org.eg/forum/showthread

إن معظم المشكلات الحالية التي تواجه المسئولين عن زيادة الموارد الغذائية من البحار والمحيطات ترجع أساسًا إلى عدم توفر البيانات والمعلومات اللازمة لتحديد مناطق التجمعات السمكية وتحركاتها حتى يمكن توجيه وحدات الصيد اللازمة لصيدها.

ويعتبر إستخدام تكنولوجيا الإستشعار عن بُعد لجمع المعلومات عن المصايد الطبيعية من أنجح الوسائل العلمية لتوفير معلومات تستخدم لتحقيق الإدارة البيو اقتصادية للمصايد، وإجراء الدراسات البيئية على المستويات المحلية والإقليمية، وبسرعة فائقة وتكاليف منخفضة نسبيًا. وتحقق هذه التكنولوجيا نتائج يستفاد منها في المحافظة على البيئة وصيانة الموارد الطبيعية، وإدارتها، كما يحقق الإستشعار عن بُعد دورية وإنتظام المعلومات، فالقمر الصناعي يمر على المنطقة نفسها على فترات دورية ثابتة، وبالتالي يمكن قياس التغيرات التي تحدث في الموارد السمكية.

ويستخدم الإستشعار عن بُعد في إجراء عمليات رصد دقيقة ومتكررة للمجموعات السمكية لدراسة تحركاتها أو هجرتها الموسمية، ومواعيدها، وخصائصها المختلفة، وعلاقة ذلك بالظروف البيئية والمناخية المحيطة بها. ويتضمن ذلك تحديد ما يلي:

- مواقع تكاثر الأسماك وإمتدادها وتحركاتها.
- كثافة الأنواع المختلفة من الأسماك في مناطق تكاثرها
- أعماق المياه التي تتواجد فيها تجمعات الأسماك
- الممرات المائية الحرة الموجودة بين مناطق تجمعات الأسماك.
- الأنواع المختلفة من الأسماك التي تتعايش في كل منطقة.
- الخصائص الطبيعية للمسطح المائي الذي تتواجد فيه هذه التجمعات السمكية، مثل درجة الحرارة، ونسبة الملوحة بها.
- الظروف الجوية التي تؤثر في تجمعات الأسماك، مثل درجة الحرارة، وإتجاه الرياح وسرعتها، وكمية السحب والأمطار والثلوج وغيرها.
- العوامل البيئية المختلفة التي تؤثر في حياة الأسماك، مثل النباتات المائية والمواد العالقة بالمياه، وتلوث البحار والمحيطات.
- كمية وتوزيع الكلووفيل.

وبالتالي يمكن من توجيه أساطيل صيد السمك في الإتجاه الصحيح.

وفى مصر أعدت الهيئة القومية للإستشعار من بُعد وعلوم الفضاء التابعة لوزارة البحث العلمي، وبالتعاون مع الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية والجهات المعنية عام 2015 مشروعًا قوميًا لتنمية الثروة السمكية في المصايد

الطبيعية والمزارع السمكية، يهدف إلى إستخدام تقنيات الإستشعار عن بُعد في تحديد تجمعات الأسماك وحالة البحر، ومواعيد النوات وغيرها، وكذلك تحديد مجالات التوسع في الإستزراع السمكي داخل البحيرات والمجاري المائية المصرية.[2]والمناطق غير صالحة للزراعة النباتية بمناطق شمال ووسط وجنوب سيناء، وأراضي السبخات والمناطق الساحلية والأراضي غير الصالحة للزراعة على مستوى الجمهورية. إلا أنه لم يتم تنفيذ الاتفاق حتى تاريخه رغم أهميته.

3-2 استخدام الطاقة الشمسية.[3]

توجد العديد من المميزات التي تعود من إستخدام الطاقة الشمسية في مصايد الأسماك والمزارع السمكية ، نذكر منها ما يلي:

أ- الطاقة الشمسية أرخص من الوقود الأحفوري

حيث توفر الطاقة الشمسية على المدى الطويل التكاليف المرتفعة نسبيا للوقود الأحفوري وعليه يتم تخفيض تكاليف الكهرباء بشكل كبير.

ب- الطاقة الشمسية تساعد على تخزين الطاقة

حيث يتم تركيب بطاريات الليثيوم مع نظام الطاقة الشمسية ويتم تخزين الطاقة بها لإستهلاكها في المساء أو عند انقطاع التيار الرئيسي.

ج- الطاقة الشمسية صديقة للبيئة

حيث لا تعمل على الإحتراق ولا تنتج الغازات الضارة مثل التي تخرج من الوقود؛ وذلك لأن هذه الغازات الضارة قد تضر الكائنات النباتية والحيوانية الموجودة في الوسط المائي، وهي بذلك تعد من أفضل الحلول للبيئة النظيفة في المسطحات المائية سواء مصايد طبيعية أو مزارع سمكية.

تجربة الهند في إستخدام الطاقة الشمسية لتشغيل وحدات الصيد

تستهلك وحدات الصيد الآلية (المجهزة بمحركات) العاملة في المصايد المختلفة فى الهند كميات كبيرة من الوقود، ويمثل الديزل وأنواع الوقود الأخرى جزءًا كبيرًا من نفقات الصيد. وكان يتم إستخدام الطاقة الشمسية لتشغيل وحدات الخدمات الموجودة على الشاطئ، مثل وحدات التبريد والثلاجات، إلا أن إستخدامها في وحدات الصيد لم يكن مطبق. وقد بدأت فكرة إستخدام الطاقة الشمسية في قوارب الصيد لأول مرة في عام 2010 من قبل رابطة الصيادين الحرفيين بسبب إرتفاع تكلفة الوقود مما أدى إلى إنخفاض الدخل. حيث كانت تكلفة الوقود تمثل حوالي

[2]: http://www.survey1.org.eg/forum/showthread
[3] https://times of india.indiatimes.com

70% من إجمالي التكاليف التشغيلية. بالإضافة إلى الأثار السلبية للكربون الناتج عن تشغيل وحدات الصيد. وقد تم صُنع نموذج أولي لقارب (3 أقدام) مزود بألواح ومعدات شمسية وأثبت تشغيله جدواه الفنية والاقتصادية، حيث ثبت أن الطاقة الشمسية بديل قابل للتطبيق لتقليل تكلفة الوقود في عمليات الصيد وحماية البيئة المائية من التلوث. وبناءًا على هذه المؤشرات وافق المجلس الوطني لتنمية مصايد الأسماك على تنفيذ مشروع لتصنيع قوارب صيد الأسماك تعمل بالطاقة الشمسية.

وفى مصر تستهلك وحدات الصيد الألية (التي تعمل بالمحركات) كميات كبيرة من الطاقة، وطبقا لبيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء قدرت كمية الوقود المستخدمة (بنزين وسولار وزيوت) بواسطة مراكب الصيد الألية عام 2021 بحوالي 97 مليون لتر بلغت قيمتها حوالى 653 مليون جنيه. ويمكن خفض هذه التكاليف عن طريق التحول إلى الألواح الشمسية لإستخراج الطاقة المطلوبة لتشغيل هذه الوحدات.

وفى مجال الإستزراع السمكي، تقوم الطاقة الشمسية بتزويد عدد كبير من مشروعات الإستزراع السمكي في العديد من دول العالم بالطاقة، وتعتبر الصين من أكبر دول العالم إستخداما للطاقة الشمسية في المزارع السمكية، حيث تعد الصين أكبر دولة في العالم في هذا المجال ، تليها هولندا والنرويج وتايوان، حيث يوجد عدد كبير من الألواح الشمسية العائمة أو الثابتة المتمركزة على المياه في المزارع السمكية.[4]

تجربة مصر فى إستخدام الطاقة الشمسية في المزارع السمكية:

تتجه محافظة شمال سيناء إلى إستخدام الطاقة الشمسية في الإنارة، بالتجمعات والقرى بمناطق وسط سيناء، وذلك من خلال برنامج منحة المشروعات التنموية التي تمولها دولة الإمارات العربية المتحدة.

وتنفذ المحافظة، تجربة جديدة للتوسع في إستخدام الطاقة الشمسية في المشروعات الزراعية والإنتاجية بما يعمل على إستثمار المقومات الطبيعية والسطوع الشمسي في سيناء، وتوفير الطاقة البديلة في مشروعات الإنتاج ، وأن العمل جار في توفير الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية في مزرعة على مساحة 275 فدانا بمنطقة الخربة لعمل أحواض سمكية.[5]

كما تنفذ محافظة البحر ألأحمر خطة لتحويل وادى «حوضين» بمدينة شلاتين لمجتمع زراعي عمراني بهدف إقامة مجتمعات حديثة مستقرة وخلق فرص عمل في النشاط الزراعي للسكان في هذه المناطق.

وتشمل خطة العمل بالوادي تنفيذ مشروع المزارع المتكاملة والتي تضم المزارع السمكية والنباتية باستخدام المياه الجوفية المستخرجة من باطن الأرض بواسطة الطاقة الشمسية وإستخدام نظام متكامل لمعالجة وتحلية المياه الجوفية بالمنطقة.

[4] https://www.shorouknews.com/news
[5] https://www.elbalad.news/3740619

وأنه تم الإنتهاء من إنشاء المزرعة السمكية، بعد أن تم تركيب محطة طاقة شمسية بقدرة 32 كيلووات لزوم تشغيل المزرعة السمكية نهارًا، وجار تسلم مولدين بقدرة 50 كيلووات لتشغيل المزرعة السمكية ليلًا.[6]

كما يقوم المركز الدولي للأسماك بمصر بتنفيذ مشروع لإستخدام الطاقة الشمسية في المزارع السمكية بالتعاون مع النرويج، بتكلفة تصل إلى 2 مليون دولار على مدى 4 سنوات، وأيضا يشارك فى المشروع جهاز حماية وتنمية الثروة السمكية، والمعمل المركزي لبحوث الأسماك، بالإضافة إلى منتجي الأعلاف، والمفرخات السمكية، بهدف إختبار تطبيق الطاقة المتجددة وإمكانية التوسع فيها لدعم القطاع السمكي، مما يعزز التحول إلى سلاسل غذائية أكثر كفاءة وصديقة للبيئة.[7]وأنه من المخطط تقديم الدعم إلى ٥ آلاف من مزارعي ومنتجي ومصنعي الأسماك وآخرين في سلاسل القيمة مما سيمكن من دعم التحول نحو أنظمة الطاقة الصديقة للبيئة في سلاسل القيمة الغذائية.

3-3 إستخدام الروبوت

هناك إتجاه نحو إستخدام الروبوتات والطائرات بدون طيار كأجهزة إستشعار للحصول على البيانات بإستخدام أجهزة الإستشعار تحت الماء المتصلة بالإنترنت، ويمكن لهذه الأجهزة تحديد حالة الأسماك. وفي الوقت الحاضر، تقوم العديد من معاهد البحوث والشركات الناشئة في مجال تكنولوجيا الأسماك بدراسة وتطبيق الذكاء الاصطناع (AI) لإتخاذ قرارات أفضل وأسرع لإدارة أنشطة الصيد والإستزراع السمكي. ومن التقنيات المستخدمة في هذا المجال ما يلى:

أ- **الروبوت المائي:** تمكن خبراء من جامعة "كورولوف" الروسية من تطوير روبوت مائي على هيئة سمكة بحرية ليستخدم في عمليات البحث والمراقبة البيئية ويبلغ طوله 85 سم ، ويمكنه تقليد حركات الأسماك والتنفل بشكل مستقل تحت الماء وتغيير إتجاهاته. والروبوت مجهز بأنظمة مراقبة بصرية، وبتقنيات تعتمد على الذكاء الإصطناعي لمساعدته في إجتياز العوائق تحت الماء، وإكتشاف الأجسام المراد البحث عنها. وتشير المعلومات المتوفرة إلى أن الروبوت يمكنه الغوص لعمق 5 أمتار تحت الماء، وقد تم اختباره بنجاح.[8]

ب-**نظام "نايل بوت:**[9] تم تطوير نظام "نايل بوت" من قبل شركة ناشئة مصرية يمتلكها مهندسون حديثو التخرج، وتمكنت منذ العام الماضي من تسويقه في 12 مزرعة سمكية داخل مصر وخارجها لمراقبة مياه

---

[6] المصدر السابق

[7] **Mohsen Saad**17 2023 ،سبتمبرhttps://www.agri2day.com/2023/09/17/

[8] https://arabic.rt.com/technology/1495413:

[9] دينا محمد نجيب الشريف، نظام "نايل بوت" **(**التطبيقات الذكية في صيد الأسماك وإدارة المزارع السمكية، المعهد القومي لعلوم البحار والمصايدhttps://www.elmawke3.com

المزارع السمكية من بُعد، والنظام عبارة عن جهاز يُمكن المستخدم من مراقبة جودة المياه بإستخدام أجهزة إستشعار، حيث يقوم بقياس عوامل جودة المياه مثل:

- درجة الحموضة
- تركيز الأكسجين الذائب
- الملوحة
- درجة الحرارة

ويقوم الجهاز المتصل بالإنترنت بإرسال القياسات إلى التطبيق الخاص بالنظام على الهاتف الذكي لتنبيه المستخدم لمتابعة حالة مياه مزرعته، كما يُمكِن أيضا "نايل بوت" صاحب المزرعة من ضبط خاصية إرسال القياسات بصورة دورية، وفي حال حدوث أي خلل طارئ يتم إرسال تنبيهًا لحظيًّا على الهاتف المحمول الخاص بالمستخدم فيتمكن من التعامل مع المشكلة حين حدوثها، مثل إعطاء أمرًا لتوربينات الهواء بالعمل في حال نقص نسبة الأكسجين في المياه، أو يعطي أمرًا للسخانات بالعمل في حال حدوث إنخفاض شديد في درجات الحرارة، ويعمل الجهاز من خلال وحدات الطاقة الشمسية لإعادة الشحن تلقائيًّا وبسهولة، متفاديًا بذلك انقطاعات الكهرباءو إرتفاع تكلفة الطاقة.

3-4 إستخدام الهاتف المحمول

أصبح الهاتف المحمول من أكثر تكنولوجيات المعلومات والإتصالات إنتشارًا في جميع أنحاء العالم، وأصبح إستخدام تطبيقات الهاتف المحمول أمرًا ضروريًا في عدة مجالات. وقد ساهمت هذه التقنية في زيادة دخل الصيادين ومزارعي الأسماك، وساعدت في حمايتهم من المخاطر التي يسببها سوء الأحوال الجوية. حيث يتم إستخدام الهاتف المحمول للحصول على أحدث المعلومات حول الطقس، وتلك التي تتعلق بالأسعار في الأسواق، والتواصل مع الأطراف ذات العلاقة في سلسلة القيمة.

وتساعد تطبيقات الهاتف المحمول في نشر المعلومات المطلوبة بشكل صحيح وفي الوقت المناسب. وفى دراسة ميدانية عن إستخدام التليفون المحمول في المزارع السمكية في عدد من المزارع السمكية في محافظة دمياط (فراج السبيعي، 2022) للتعرف على مدى إستخدام مربي الأسماك للهاتف المحمول في الحصول على التوصيات الفنية المتعلقة بتربية الأسماك بمحافظة دمياط، أوضحت الآتي:

- أن90% من المبحوثين يستخدمون الهاتف المحمول للحصول على التوصيات الفنية المتعلقة بتربية الأسماك بدرجة متوسطة ومرتفعة.

- أن أهم المصادر المعلوماتية التي يتواصل بها المبحوثين من خلال الهاتف المحمول للحصول على التوصيات الفنية المتعلقة بتربية الأسماك هي: الطبيب البيطري، وخبرات المزارعين القدامى، وتجار الأسماك، وهيئة الثروة السمكية، والاصدقاء والجيران.

4- تطبيقات التكنولوجيا الحديثة فى قطاع الإستزراع السمكي

مقدمة

تحتل مصر المركز السادس على مستوى العالم في الإنتاج السمكي من الإستزراع، وتحتل المركز الثالث على مستوى العالم في إنتاج سمكة البلطي، والمركز الأول في العالم في إنتاج سمكة البوري ، والمركز الأول على دول أفريقيا في الإنتاج السمكي من الاستزراع.

وتشكل المحددات التي يواجهها قطاع الإستزراع السمكي والسابق تناولها تحديات كبيرة. تهدد إستدامة النشاط، ومع التقدم العلمي والتكنولوجي، تم إستخدام العديد من التقنيات الحديثة لمواجهة العديد من التحديات التي تعوق تنمية الإستزراع السمكي وإستدامته فى العديد من دول العالم، وهناك تقنيات نجح إستخدامها في مصر ، وهناك ما فشل تشغيله ، وأيضا هناك ما لم يُجرب بعد، ويرجع ذلك لأسباب عدة أهمها:

أ- أن الغالبية العظمى من مزارعي الأسماك في مصر يمارسون هذه المهنة في أراضي لا تصلح إلا للإستزراع السمكي، وهم يمارسون المهنة بنفس الأساليب القديمة مع قليل من التطوير حيث تحولت طريقة الإنتاج من الإستزراع المخفف إلى شبه المكثف مع إستخدام أعلاف الأسماك المصنعة جزئيا، وكذلك آلات التهوية مثل البدالات الميكانيكية، ولكنهم لا يهتمون بإستخدام التقنيات الحديثة بسبب تحقيق عوائد أقتصادية كافية مع تطبيق الأساليب التقليدية (من وجهة نظرهم).

ب- إرتفاع تكلفة الطاقة والمحروقات تدريجيا منذ عقدين تقريبًا مما أثر سلبيا على ممارسات الإستزراع السمكي مما يعوق إستخدام التقنيات الحديثة التى قد تتطلب زيادة في إستهلاك الطاقة.

ج- أدى إنخفاض قيمة العملة إلى إرتفاع كبير في أسعار بيع الأعلاف المصنعة، حيث أن معظم المواد الأولية يتم إستيرادها من الخارج، وفي نفس الوقت لم ترتفع أسعار الأسماك بنفس المعدل، مما أدى بالمستزرعين إلى إستخدام الطرق التقليدية في التغذية والتي تعتمد على تخصيب المياه.

د- بعض تقنيات الإستزراع الحديثة قد يصبح إستخدامها غير مجدى إقتصاديا إذا ما أستخدمت لإستزراع الأسماك ذات القيمة التسويقية المنخفضة والأكثر إنتاجا في مصر (البلطي، المبروك، القرموط) وهي الأسماك التي تستهلك محليا أو ما يطلق عليها الأسماك الشعبية.

ويتخذ الإبتكار وتطبيق التكنولوجيا الحديثة في قطاع الإستزراع السمكي أشكالًا عديدة على طول سلسلة الإنتاج والتوريد. والتي يمكن إيجازها فيما يلى:

أولا في مجال زيادة الإنتاج

التفريخ الصناعي

ساهم التفريخ الإصطناعي في الإعتماد على المفرخات في إنتاج أنواع كثيرة من الأسماك والأحياء المائية بدلا من جمعها من المصايد. كما ساعدت هذه التقنيات على توفير الزريعة لفترة أطول وفي فترات غير فترات التكاثر الطبيعي. وقد ترتب على هذه التقنية إنتشار المفرخات وإنخفاض أسعار الزريعة. كما أعتمدت الكثير من المفرخات على تكنولوجيا التحكم في الجنس، بهدف الحصول على معظم الزريعة ذكور أو إناث، حيث يمكن أن يكون نمو الذكور أعلى من الإناث في بعض الأنواع والعكس. وقد ساهم ذلك في تحسين معامل التحويل الغذائي والحصول على أوزان تسويقية في مدة أقل وتجانس أحجام الأسماك المستزرعة.

وفي مصر فإنه يتم تطوير عمليات التفريخ الصناعي لتشمل أنواعًا غير تقليدية عالية القيمة التسويقية من أسماك المياه المصرية مثل أنواع اللوت Meagre، الوقار Groupers، والبهار Red Snapper، والشعور Emperor، والعضاض Dentex، والمرجان Pagrus، وغيرها، وجميعها قابلة للتفريخ الصناعي.

تقنية إنتاج الأسماك أحادية الجنس

تقنية إنتاج الأسماك أحادية الجنس هي تقنية تستخدم لإنتاج أسماك ذات جنس واحد فقط، سواء ذكور أو إناث، بدون إستخدام الهرمونات والتي لا يفضلها المستهلكين ، ويمكن إستخدام هذه التقنية لتحسين معدلات النمو والإنتاج لبعض الأنواع التي تظهر اختلافات بين الجنسين في هذه الصفات، مثل أسماك البلطي، التي تميل إلى أن تكون الذكور أكبر حجما وأسرع نموًا من الإناث، وتحتاج إلى كمية أقل من الأعلاف لإنتاج وحدة وزن. والمبروك تكون الإناث أكثر قدرة على التحمل للظروف المحيطة وأقل عرضة للأمراض من الذكور، وتحتفظ بالدهون في جسدها بشكل أفضل. لذلك، يفضل إنتاج أسماك مبروك إناث فقط لزيادة الإنتاجية.

وقد تم إدخال تقنية تفريخ البلطي وحيد الجنس في مصر فى بداية التسعينات مما أدى إلى تحقيق طفرة كبيرة في قطاع الإستزراع. فقبل إدخال هذه التقنية كان ينظر إلى سمكة البلطي على أنها سمكة غير مرغوب في إستزراعها بسبب سرعة تكاثرها في الأحواض مما يترتب عليه إرتفاع معامل التحويل الغذائي وعدم وصول معظم الأسماك للحجم التسويقي قبل حلول فصل الشتاء، حيث إن سمكة البلطي حساسة للبرودة، وبالتالي فإن تشتيتها في ذلك الوقت كان يسبب خسارة كبيرة للمزارعين، وطبقا للإحصاءات الرسمية فقد زاد إنتاج البلطي من حوالي 22 ألف طن في سنة 1995 إلى حوالي مليون طن في السنوات الأخيرة وأصبحت السمكة الأكثر انتاجاً في المزارع السمكية في مصر، حيث تمثل أكثر من 60% من إجمالي إنتاج الإستزراع السمكي.

الأعلاف

يمثل العلف أكبر بنود التكلفة في الإستزراع السمكي ويعتمد تطوير الأعلاف على كفاءة العلف. والمقياس الشائع للكفاءة هو نسبة تحويل العلف، والتي يتم حسابها على أنها نسبة تناول العلف إلى زيادة الوزن.

إن أهم تطور في تكنولوجيا الأعلاف هو إنتاج الأعلاف الاكسترودر، من خلال تعرض المكونات لدرجات حرارة وضغط عالية خلال فترة زمنية قصيرة، مما يؤدي إلى طبخ المكونات وجلتنة النشا وبالتالي التخلص من أي مضادات غذائية في المكونات وزيادة الإقبال على تناول العلف، وهضم العناصر الغذائية بشكل أفضل، وبالتالي تحسين معدلات نمو الأسماك. بالإضافة إلى ذلك، تساعد هذه التكنولوجيا على إضافة مستويات عالية من الدهون في الأعلاف، كما تحفز عملية جلتنة النشا من زيادة هضم البروتين والطاقة في الأعلاف، وإنتاج علف أكثر تماسكًا، وقدرة على تغيير الخصائص الفيزيائية للحبيبات من حيث الطفو أو الغطس.

وفى سياق التطوير تجري محاولات لتوفير بدائل خامات مستدامة مثل بروتينات الخلية الواحدة والطحالب ومسحوق الحشرات كبدائل لتغذية الأسماك، بالإضافة إلى الزيوت النباتية مثل زيت النخيل وزيت بذور اللفت كبديل لزيت السمك. كما يتم معالجة مصادر البروتين بالكائنات الحية من خلال عملية التخمير (fermentation) مما يحسن من القيمة الغذائية وتقليل تكاليف الأعلاف، بالإضافة لإستخدام الإنزيمات والتي تحسن هضم الأعلاف وإنخفاض المخلفات وزيادة معدلات النمو.

وقد أدي إستخدام هذه التكنولوجيا في مصر إلى إنخفاض معامل التحويل الغذائي للأسماك من حوالي 2:1 (كل 2 كجم علف تنتج 1 كجم سمك بلطي) إلى حوالي 1.3: 1، كما ساهمت في زيادة إنتاجية البلطي بالفدان في النظام شبه المكثف من حوالي 2–3 طن إلى حوالي 5–8 طن. حيث تساهم هذه النوعية من الأعلاف في تقليل الحمل البيئي مما يساعد في زيادة كثافة الأسماك المستزرعة في وحدة المساحة.

وقد إنتشرت هذه التكنولوجيا في مصر على نطاق واسع، حيث تستثمر 6 شركات متعددة الجنسيات في هذا القطاع ويمثل إنتاجها نحو 50% من حجم سوق أعلاف الإكسترودر في مصر. وبصفة عامة يمكن القول أنه توجد صناعة أعلاف للأسماك ذات كفاءة عالية في مصر.

اللقاحات

واجه قطاع الإنتاج السمكي على مستوى العالم مشاكل إقتصادية خطيرة نتيجة للأمراض البكتيرية والفيروسية وغيرها. وقد ثبت أن إستخدام المضادات الحيوية والبروبيوتيك تكون أقل فاعلية عندما تتطور سلالات جديدة من الأمراض وتصبح الكائنات الفعالة في الأمراض مقاومة للمضادات الحيوية التي يتم إستخدامها. وقد تم تطوير اللقاحات بإستخدام تقنيات الجزيئات المتقدمة الحديثة كوسيلة للوقاية والسيطرة على أمراض الأسماك. وهي تقنية تستخدم للتقليل من إستخدام المضادات الحيوية في تربية الأسماك.

ثانيا: التقنيات الحديثة في نظم الإستزراع المائي

إعتمد تطوير التقنيات المستخدمة في نُظم الإستزراع السمكي على المحاور الأتية:

- زيادة الإنتاج من وحدة المساحة
- توفير المياه وتحسين جودتها
- إنتاج بدائل أعلاف الأسماك
- التكامل بين عدة أنواع حفاظا على البيئة

ونعرض فيما يلى أهم التقنيات التي تحقق هذه المحاور:

➢ **تقنية الاستزراع المكثف:** Intensive

يتم فى هذا النظام تربية ألأسماك بكثافة عالية تتراوح بين 10 – 100 سمكة فى المتر الربع فى أحواض غالبا أسمنتية أو فيبرجلاس صغيرة المساحة مع وجود متابعة مستمرة لجودة المياه والوقاية من الأمراض.

ودخلت هذه التقنية مصر فى منتصف الثمانينات ، وقد أنشئت مزارع عديدة مكثفة مثل مزرعة "رولا" التابعة لشركة "وادي فود" والتي تميزت بإنتاج أسماك القاروص بكثافة إنتاج تصل إلى 38 كجم في المتر المكعب الواحد.كما تم تحقيق أقصى إنتاج من المزارع المكثفة المصرية (25كجم من البلطي/م^3) في أحد المزارع الخاصة (مزرعة المهندس محمد الجزار)، ويقدر المتوسط العام للإنتاج في باقي المزارع من 10–15 كجم/م^3 من البلطي ولا توجد أنواع أخرى تنتج بهذه التقنية في الوقت الحاضر.

➢ **نظام البيوفلوك (Biofloc)**

تقنية البيوفلوك في عمليات الإستزراع تعتمد على إستخدام بكتريا غير ذاتية التغذية Heterotrophic تستهلك النيتروجين فتتخلص من الأمونيا التي تسبب مشاكل كبيرة للأسماك وهذه البكتريا نفسها تكون كمصدر بروتيني مرتفع لتغذية الأسماك وبذلك تتحسن خواص جودة المياه و تنخفض تكاليف التغذية .

ويعمل نظام البيوفلوك على تحسين خواص الماء من خلال إضافة عنصر الكربون بكميات إضافية في نظام الاستزراع أو من خلال رفع مستويات الكربون في الغذاء المقدم للأسماك مع ضخ كميات كبيرة من الأوكسجين، حيث تعتمد تقنية البيوفلوك على التوازن ما بين الكربون و النيتروجين في المحلول و بالتالي نجد أن الأمونيوم مع المخلفات النيتروجينية العضوية سوف تتحول إلى كتلة بكتيرية حيوية و بإضافة الكربوهيدرات إلى الحوض فإن البكتريا غير ذاتية التغذية يزداد نموها و إستهلاكها للنيتروجين أثناء إنتاجها للبروتين الميكروبي.

ومن أهم مميزات تقنية البيوفلوك مايلى:

- خفض معدلات تغيير المياه في نظم الإستزراع مقارنة بالطرق التقليدية الأخرى وذلك من خلال التحسين المستمر في نوعية المياه في نظام الإستزراع.

– يعتبر إنتاج البيوفلوك منخفض التكاليف فضلاً عن إرتفاع محتواه من البروتين و الذى يستخدم بعد ذلك كمصدر غذائي للكائنات المائية .

– خفض تكاليف إستهلاك المياه بنحو 30% وتزيد من كفاءة إستهلاك البروتين.

ورغم مزايا هذا النظام فلازال تطبيقه في مصر على نطاق تجريبي بسبب إرتفاع تكاليف الطاقة وإنخفاض العائد على الإستثمار.

- **<u>نظام إعادة تدوير المياه (RAS)</u>**

الإستزراع السمكي بإعادة التدوير يعتبر طريقة جديدة لتربية الأسماك بكثافة عالية في تنكات متواجدة داخل مكان مغلق تحت ظروف بيئية محكمة، هذه التنكات تخضع للرقابة المستمرة، حيث يتم معالجة المياه وإعادة إستخدامها مرة أخرى. وتوجد أنواع عديدة من الأسماك تصلح لإاستزراع بنظام (RAS) مثل السالمون و الثعبان و البلطى و سمك موسى و كذلك الجمبرى و خيار البحر. وعند إستخدام هذه الأنظمة يجب توفير كافة الظروف الملائمة للحفاظ على صحة ونمو الأسماك بشكل جيد، حيث تحتاج الأسماك إلى إمدادات مستمرة من المياه النظيفة عند درجة حرارة مثلى لكل نوع من الأسماك المستزرعة، وكذلك يجب أن يكون المحتوى الأكسجينى المذاب مناسب لنمو الأسماك بشكل جيد. كما أن التعقيم يعتبر من أساسيات نظام (RAS) للإستزراع السمكي و ذلك لتنقية المياه و إزالة النفايات منها قبل إعادتها مرة أخرى لتنكات النظام حتى تتوفر بيئة صحية مناسبة للأسماك، ويجب توفير الغذاء المناسب لكل نوع من الأسماك المستزرعة يومياً للعمل على نموها بشكل سريع و بقائها على قيد الحياة وفى حالة صحية جيدة. ويحتاج هذا النظام إلى بنية أساسية مثل تنكات تربية الأسماك ومضخة تدوير المياه، والمرشح الفيزيائي للتخلص من المخلفات الصلبة، و ماكينة فصل الرغاوى، و المرشح الحيوى، و وحدة التعقيم والأكسجين السائل.

ومصدر إمدادات المياه فى هذا نظام هى المياه الجوفية التي يتم الحصول عليها من الآبار العميقة أو الينابيع، وهي أفضل مصدر للمياه لتربية الأسماك، فهى بصفة عامة خالية من الملوثات ، وكقاعدة عامة ، هناك حاجة إلى توفر الحد الأدنى لحجم المياه من 12 إلى 60 لتر لكل كيلوجرام من الأسماك التي يتم تربيتها، على أن يكون الحد الأدنى من تدفق المياه من 20–60 لتر فى الدقيقة و ذلك لزراعة 10000 كيلوجرام من الأسماك سنويا.

ونظام (RAS) للإستزراع السمكى يعتبر طريقة مثلى لتعظيم الإنتاج من كمية محدودة من المياه والأراضي، حيث يتم تربية أعداد كبيرة من الأسماك في مساحة صغيرة نسبيًا مع توفر مراقبة بيئية كاملة للأسماك من حيث معدل نموها على مدار العام ، مما يؤدى بالتالى لزيادة الإنتاج و إمكانية المكافحة السريعة و الفعالة للأمراض التى تصيب الأسماك مما يؤدى إلى خفض نسبة الفاقد منها. و يعتبر نظام (RAS) أكثر كفاءة بالمقارنة مع نظام

الإستزراع السمكى التقليدى فى الأحواض ، والتى يتم فيها تربية الأسماك بكثافات منخفضة فى ظروف بيئية غير ملائمة مما يعرض الأسماك للأمراض والملوثات والإجهاد و هو ما قد يؤدى إلى خسارة كبيرة .

ومع ذلك، فإن متطلبات هذه التقنية من الطاقة وانبعاثات الغازات الدفيئة (GHG) يمثلان تحديًا كبيرًا لهذا النظام. وأنه على الرغم من هذه الإمكانات لم يتم حتى الآن ممارسة RAS على نطاق واسع، خاصة في البلدان النامية، بسبب تصميمات النظام المعقدة والمكلفة (Badiola et al., 2018). وإن تطبيقه في مصر محدود للأسباب الآتي:

1. أنها تقنية معقدة تجمع ما بين علم الكيمياء العضوية والكيمياء الحيوية وعلم فسيولوجيا الأسماك، مع ضرورة توفر خبرة في تشغيل النظام، وهو غير متوفر في الوقت الحالي.
2. أنها تتطلب طاقة كهربائية عالية وبشكل مستمر، وبالتالي فإنها تعتبر تقنية عالية التكلفة.
3. أن الأسماك التي تصلح هذه التقنية لإنتاجها هى الأنواع الشعبية مثل البلطي والقرموط وهي منخفضة القيمة التسويقية ، وعليه فإن إستخدام هذه التقنية لا يحقق جدوى اقتصادية.

- **<u>النظم المتكاملة للإنتاج الزراعي والسمكي (IAAS)</u>**

يتم تعريف الزراعة المتكاملة على أنها الروابط المتسلسلة بين أثنين أو أكثر من الأنشطة الزراعية. وفي هذا النظام المتكامل، تصبح المخلفات أو المنتجات الثانوية من نشاط، مدخلاً لنظم لنشاط آخر. والذي يوفر كفاءة أكبر في إستخدام الموارد، ويقلل من المخاطر عن طريق تنويع المحاصيل، تحسين خصوبة التربة. ولهذا النظام أشكال عديدة منها:

<u>(1) التربية المتكاملة للأسماك والمحاصيل الزراعية والإنتاج الحيواني على المياه الجوفية</u>

نظراً لأهمية المياه الجوفية في المناطق الصحراوية، فإن المحافظة عليها وإستغلالها الاستغلال الأمثل يمثل أهمية كبيرة في إستغلال الأراضي الصحراوية. ويساهم الإستزراع السمكي في تعظيم العائد من المياه الجوفية في هذه المناطق، حيث يتم إستغلال نفس كمية المياه المستخدمة في الزراعة للحصول علي منتج سمكي ونباتي وحيواني.

ويوجد نموذجين لهذا النظام التكاملي تم تطبيقهما فى مصر وهما:

<u>الأول: نظام الكرام المتكامل للإنتاج الزراعي والسمكي المكثف في مركز بدر – محافظة البحيرة</u>

أثبت الإستخدام المتعدد للمياه في نظام الكرام نجاحاً كبيراً ، حيث يتم إستخدام وحدة المياه في أكثر من نشاط كالتالي:

- تضخ المياه الجوفية العذبة من الآبار العميقة إلي أحواض إستزراع أسماك البلطي النيلي موفرة بيئة نظيفة للإستزراع.

- تصرف المياه بعد إستخدامها في إستزراع أسماك البلطي النيلي ليعاد إستخدامها مرة ثانية في إستزراع أسماك القراميط.
- يعاد إستخدام مياه تربية القراميط المحملة بالعناصر الغذائية المخصبة للتربة في ري البرسيم الحجازي ومحاصيل زراعية أخري.
- يستخدم البرسيم الحجازي كعلائق خضراء لتربية الإغنام والماشية.
- يتم إستخدام وحدة بيوجاز لتحويل المخلفات الحيوانية إلي وقود منخفض التكلفة تتمثل في غاز المثيان بالإضافة إلي سماد عضوي معقم.
- وأخيراً توفر الغلاية المبتكرة المياه الدافئة اللازمة للمفرخ السمكي.

وبإدخال الإستزراع السمكي كأول حلقة في سلسلة الأنشطة المستخدمة للمياه يساعد علي تحسين كفاءة إستخدام المياه، وذلك أن الأسماك تستخدم المياه كوسط للتربية ولا تستهلكها، أي لا يوجد في النظام تنافس علي المياه، كما أنه مع إتباع أساليب الإستزراع السمكي المكثف يتلاشى تقريبًا فاقد المياه نتيجة التبخر، وبهذا يمثل إنتاج الأسماك قيمة اقتصادية بالإضافة لإستغلال المياه قبل إستخدامها في ري المحاصيل، أي أن وحدة مياه واحدة في نظام الكرام تحقق ثلاث وحدات في النظم الأحادية، كما أثبتت الممارسة في هذا النظام أن الري بإستخدام مياه تربية الأسماك المحملة بالعناصر مخصبة للتربة يؤدي إلي زيادة إنتاج البرسيم الحجازي بأكثر من 30%، وكذلك إنخفاض إحتياجات البرسيم من مياه الري بنسبة 30% من المعدلات المعتادة. وهذا بدوره يؤدي إلي زيادة عدد رؤوس الماشية والأغنام التي يمكن تربيتها علي نفس وحدة المساحة من المراعي الخضراء.

وعلي هذا فقد أثبتت التجربة ان زراعة الأسماك في المناطق الصحراوية ترشد إستخدام المياه وترفع كفاءتها.

الثاني: نظام د/ اسماعيل رضوان (منطقة النوبارية – محافظة البحيرة)

وتقوم فكرة هذا النظام علي تكثيف الإنتاج السمكي من وحدة المياه (م^2)، من خلال تدوير المياه المستخدمة، وهذا النظام مطبق في الأراضي الجديدة الرملية (النوبارية) حيث يتم تربية الأسماك في أحواض أسمنتية إما بإستخدام المخصصات المائية للزراعة، أو إستخدام مياه الآبار علي عمق 10 – 15 متر من السطح بشرط أن تكون ملوحتها مناسبة للزراعة ولا تؤثر ملوحتها علي تربية الأسماك. ويتم تمرير مياه صرف الأحواض السمكية علي فلاتر بيولوجية وميكانيكية لحجز المخلفات الناتجة عن تغذية الأسماك وتنقية المياه التي يتم إعادتها إلي الأحواض السمكية مرة أخري. وعند الحاجة إلي استخدام مياه صرف الأحواض السمكية في الزراعة النباتية يتم سحب المياه من الفلتر حيث المخلفات المتراكمة علي شكل سائل كثيف يتم دفعه في شبكة وذلك بإستخدام طلمبات خاصة لتوليد الضغط اللازم لري الأراضي الزراعية بإستخدام نظام الري بالرش.

وقد أثبت هذا النظام أنه يمكن مضاعفة إنتاجية وحدة المياه بأكثر من عشرة أضعاف بالمقارنة بنظم الإستزراع شبه مكثف.

مما سبق يمكن القول أن نُظم الإنتاج المتكاملة يمكن إستخدامها لرفع الكفاءة الإقتصادية والإنتاجية للأراضي الزراعية ،كما أثبتت التجارب أن أي نشاط زراعي لا يدخل ضمن تنفيذه مكون الإستزراع السمكي يهدر الموارد المائية المتاحة، فالأسماك تستخدم المياه ولا تستهلكها.

(2) تربية الأسماك في حقول الأرز

يعتبر الإستزراع السمكي في حقول الأرز من النظم المتكاملة التي تهدف إلي إستغلال كميات المياه المستخدمة في ري حقول الأرز في الإستزراع السمكي، حيث تساعد الأسماك في زيادة معدلات الأوكسجين بالمياه نتيجة حركة الأسماك، وكذلك تساعد علي تخصيب التربة بالمخلفات العضوية التي تنتجها الأسماك مما يؤدي إلي زيادة محصول الأرز. والتي يمكن أن تساهم في زيادة إنتاجية محصول الأرز بحوالي 4-7%. وإنتاج من 450-1500 كجم من الأسماك في الفدان. وقدر إنتاج الأسماك في حقول الارز بحوالي 5525 طن عام 2021 طبقا لبيانات الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية.

(2)زراعة القمح في أحواض الأسماك:

إن زراعة القمح في الأحواض السمكية تعتمد على الإستفادة من العناصر السمادية المشبعة بها تربة الأحواض السمكية كنتيجة للمخلفات السمكية،ونظرا لأن موسم تربية الأسماك يمتد خلال موسم الربيع والصيف ويتم حصادها في أوائل الشتاء (في نوفمبر) فإن أحواض المزارع السمكية تظل بدون إستغلال حتى بداية موسم الربيع التالى.وقد قام المعمل المركزي لبحوث الثروة السمكية بالعباسة بإ ستغلال جزء من أحواض المزارع السمكية خلال فصل الشتاء في زراعة محصول القمح ، وبناءا عليه إنتشرت بالمزارع السمكية الموجودة بمنطقة الدلتا ، حيث قامت بعض مزارع الأسماك بإستغلال بعض الأحواض – خلال فصل الشتاء وحتى نهاية شهر أبريل- في زراعة القمح وذلك بعد إنتهاء موسم تربية الأسماك، وذلك للفوائد التي يحققها هذا التكامل بين الإنتاج السمكي والإنتاج النباتي والتي من أهمها تحقيق دخل إضافي أعلى من زراعته بالأراضي الزراعية، وذلك لإنخفاض تكاليف تجهيز الأرض للزراعة وتكلفة التسميد وإنخفاض إستهلاك المياه، كما أن زراعة القمح في الأحواض السمكية تثبت التربة، بالإضافة إلى أن بقايا محصول القمح تستخدم في تغذية الأسماك. وطبقا لبيانات الجهاز المركزى للتعبئة العامة والأحصاء فقد

بلغت مساحة مزارع المزارع السمكية في مصر عام 2021 حوالي 251.5 ألف فدان ، وفي حالة زراعة هذه المساحة بمحصول القمح فإنه من المتوقع أن يزيد الإنتاج المحلي ونسبة الاكتفاء الذاتي، وتقل الفجوة الغذائية والواردات من القمح في مصر، حيث قدر متوسط مساحة الأحواض المنزرعة بالقمح حوالي ٤,١٢٥ فدان' وأن هذا النظام يؤدي إلى إنتاج محصول إضافي (2 إلى 3 طن قمح من الفدان) من نفس المساحة وبدون إستخدام مياه للري تقريبا، كما أن زراعة القمح في الأحواض السمكية لا تؤثر على إنتاجية الأسماك، بل بالعكس فهي تساهم في تحلل المادة العضوية في قاع الأحواض مما يحسن من جودة الأحواض وبالتالي تقل فرص إصابة الأسماك بالأمراض مما يساهم في زيادة إنتاجية الأسماك بحوالي 5% بالمقارنة بالنظام التقليدي المعتمد على إستزراع الأسماك فقط.

(4) تربية البط في أحواض الأسماك

يعتبر البط من أكثر الطيور المائية التى تفضل التواجد فى المياه، ولهذا تقوم بعض المزارع السمكية بتربية أنواع من البط سريع النمو فوق أحواض تربية الأسماك بها، ومن مميزات هذا النظام مايلى:

1) إستغلال أحواض التربية بالمزارع السمكية لإنتاج كل من البط (سلالات اللحم وأكثرها انتشارا البط البكيني) والأسماك (المبروك والبلطي وغيرها) معا.

2) تساعد تربية البط فوق أحواض تربية الأسماك على التخلص من بعض الحشائش والأعشاب وبعض الأعداء الطبيعية الضارة والتي يتغذى عليها البط بطبيعته .

3) إن تربية البط فوق أحواض تربية الأسماك تزيد من إنتاجية الأسماك نظرا لاستمرارية توافر الغذاء الطبيعي بالأحواض والنمو السريع للأسماك.

وتقدر السعه التحميلية للفدان من 100 – 125 بطه في المتوسط، كما يستخدم أكثر من نوع من الأسماك Poly Culture حتي يتم الإستفادة من الغذاء الموجود بطول عمود الماء، وعادة يتم تربية أسماك البلطي والبوري والمبروك. ولم تتوفر بيانات عن تطبيق هذا النظام فى مصر.

- **نظام الإستزراع المائي المتكامل متعدد التغذية (IMTA)**

هو نظام زراعي جديد لزيادة إنتاج الغذاء من خلال الإستخدام الفعال للمستويات الغذائية بطريقة مستدامة مما يضمن تحسين التنوع البيولوجي والأمن البيولوجي والنظام البيئي (Jena et al., 2017). ويعتمد هذا النظام على التربية المتزامنة لأنواع متعددة ذات مستويات غذائية ومتطلبات غذائية مختلفة، بحيث

تصبح مخرجات أحد الأنواع المستزرعة مدخلات لنوع آخر يقوم بإعادة تدويرها من خلال التغذية عليها، مما يقلل الآثار البيئية السلبية وفى ذات الوقت يحقق الكفاءة في إستخدام الموارد، يزيد العائد المالي. (Knowler et al.,2020).

ومن أشهر التطبيقات لهذا النظام إستزراع الأسماك البحرية في الأقفاص وبجانبها يتم إستزراع المحار والطحالب البحرية. وفي هذا النظام يتم تخفيض الآثار البيئية للأسماك من خلال تدوير المخرجات من خلال المحار والطحالب. ويمكن لمزرعة متكاملة على مساحة نحو 2.4 فدان أن تنتج سنويا 25 طنًا من الأسماك، و50 طنًا من ذوات الصدفتين، و30 طنًا من الطحالب (Neori et al., 2004).

وبسبب عدم ممارسة الإستزراع السمكي في المياه الساحلية فى مصر ، فإن هذه التقنية غير مطبقة فى مصرحتى الأن.

المزارع السمكية في المياه المفتوحة (Offshore fish farming)

تتميز المواقع البحرية في المياه المفتوحة بإتساع مساحتها ، وأن نوعية المياه بها أفضل من المناطق الساحلية، وأصبح إستكشاف مواقع لتربية الأسماك في المياه المفتوحة خيارا لا مفر منه للحفاظ على الإستدامة وإنتاج أسماك بجودة عالية، إلا أن هذا النظام يتطلب تكاليف تشغيل عالية، بما في ذلك تكاليف مراقبة الظروف البيئية، والتي قد تسبب مشاكل بيئية كثيرة كالتأثير على التنوع البيولوجي، وزيادة الطلب على الأكسجين نتيجة عدم قدرة الكائنات القاعية على إستيعاب المواد العضوية الناتجة عن الأسماك المرباه ، وخطر هروب الأسماك، كما أنها تواجه ظروف بيئية شديدة الصعوبة (الرياح والأمواج). وبالتالي فهي تتطلب توفر الكفاءات الهندسية البحرية لتصميم البنية التحتية (المعدات وسفن الخدمة).

وبسبب تكاليف الإستثمار العالية في هذا النظام فإن مصر لم تبذل أي جهود لتطبيقه حتى الأن، وإن كانت مزاياه تستدعي دراسة إمكانات وفرص الإستثمار في هذا النظام بالمشاركة مع شركات دولية كبرى متخصصة.

نظام الإستزراع السمكي العضوي

نشأ نظام الإستزراع السمكي العضوي كرافد لحركة الزراعة العضوية. وقد تم تطوير هذا النظام كبديل محتمل لمعالجة القيود البيئية التي يواجهها الإستزراع المائي المكثف (Ahmed et al., 2020). ويحظر في هذا النظام إستخدام المدخلات الإصطناعية والكيميائية للحد من التأثيرات البيئية، ولذلك فإن الأسماك المنتجة من خلال هذا النظام تتميز بإرتفاع قيمتها الغذائية وذات مذاق أفضل، وحتى الآن لم يحقق هذا النظام انتشارًا كبيرًا.

- **نظام الأكوابونيك (Aquaponic) (زراعة النباتات علي مياه الأسماك بدون تربه)**

هو نظام يجمع بين تربية الأسماك وزراعة النباتات بدون تربة، حيث يتم إستخدام مياه صرف الأسماك الغنية بالمغذيات كسماد للنباتات، ولذلك يشار إليه كنظام متكامل. في هذا النظام، يتم إعادة تدوير مخلفات الأسماك والتخلص من الأمونيا، ومن ثم إعادة إستخدام المياه مرة أخرى للأسماك. وبالتالي، يعتبر نظاما لا يتطلب تغيير المياه بكميات كبيرة، بل حوالي 2% فقط يوميًا (Rakocy et al., 2016). وقد حظي هذا النظام بإهتمام كبير نظرًا لكونه ينتج غذاء صحيًا بدون أثار بيئية سلبية (Gott, 2019). بالإضافة إلى ذلك، يعتبر نظام الأكوابونيك سهل التشغيل، حيث لا يتطلب مستوى عالٍ من المراقبة، نظرًا لأن عنصر الأمان به أعلى. ويمكن تشغيله على نطاق صغير أو على نطاق تجاري كبير (Rakocy et al., 2016). ويعتبر الأكوابونك من أنظمة الإنتاج المتكامل بين الإستزراع السمكي Aquaculture والهيدرويونك Hydroponics وهو زراعة النباتات في الماء فقط بدون تربه.

وقد إنتشر هذا النظام بشكل كبير حول العالم نظراً للمميزات التي يحققها بالمقارنة بغيرة من الأنظمة، خاصة توفير إستهلاك المياه وعدم محدودية حجم ومساحة النظام المستخدم .

وقد أظهرت كثير من التجارب المنشورة حول هذا النظام (تجربة المملكة العربية السعودية) قدرته علي توفير كمية كبيرة من المياه تصل إلي حوالي 90%، وهذا يعني أن هذا النظام يمكن أن تستهلك 10% فقط من كمية المياه المستهلكة لإنتاج نفس كمية النباتات والأسماك المنتجة بالطرق السابقة. وقد تم تطبيق هذا النظام في مصر على نطاق محدود لكنه لم يحقق إنتشارا بسبب إرتفاع تكلفة الطاقة.

- **نظام الاستزراع في المياه الجارية بالأحواض (IPRS)**

يعد هذا النظام نظاما مكثفا فعالا لتربية الأسماك في المناطق التي تواجه ندرة في المياه والأرضي(Li et al., 2019). وقد تم الترويج له من قبل مجلس تصدير فول الصويا الأمريكي (USSEC). وقد تم إستخدامه لزيادة إنتاج الأسماك مع المحافظة على البيئة، حيث يتم تركيز الأسماك المستزرعة في منطقة صغيرة من الحوض في الخلايا أو المجاري المائية مع تدوير مستمر للمياه للحفاظ على جودتها وتقليل تحميل النفايات الصلبة في البركة عن طريق تركيزها في نهاية المصب ليتم سحبها. ويواجه هذا النظام بعض التحديات التي تشمل إحتمال تفشي الأمراض بسبب الكثافة العالية، والحاجة إلى طاقة كهربائية احتياطية (Arana et al., 2018).
وقد تم تنفيذ هذه التقنية في المركز الدولي للأسماك بالعباسة فى مصر إلا أنه لم يحقق إنتشارًا واسعًا بين المزارعين، وساهم في إنتاج 70 طنًا فقط في عام 2021. مما يتطلب تطويره لتقليل تكاليف التشغيل.

- **تقنية الاستزراع في أقفاص عائمة داخل البحر:**

لا يوجد في مصر أقفاص داخل البحر، فقد ظل هذا الأمر محظورا لفترة طويلة لأسباب أمنية ، وحتى الآن لا يمنح ترخيص لأي أقفاص في أي موقع من البحرين المتوسط أو الأحمر، إلا أنه في الفترة الأخيرة ومع إقامة القوات المسلحة لمشروع الفيروز في سيناء، تم إستيراد عددا من الأقفاص البحرية من الصين وتقرر تثبيتها داخل البحر ، ولم ينجح تشغيل هذه الأقفاص بسبب عدم مناسبة موقع المشروع.

وقامت الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية مؤخرا باختيار تسعة عشر موقعا تصلح للأقفاص العائمة البحرية في كلا من البحرين الأبيض والأحمر، وطرحت هذه المواقع للإستثمار عبر الهيئة العامة للإستثمار، ولكن حتى الآن لا زال الأمر متوقف بدون معرفة السبب. وعليه ويجب الإهتمام بهذه التقنية والإستفادة منها في المناطق الساحلية الملائمة.

5- مقترحات وسياسات تطبيق التقنيات الحديثة

- إنشاء مركز تطوير ودعم التكنولوجيا والإبتكارات، على أن يتبع هذا المركز جهاز حماية وتنمية البحيرات والثروة السمكية. وتكون له هيئة تنفيذية تضم في عضويتها خبراء الإستزراع السمكي الممارسين، والمسئولين عن تحديد مجالات المشاريع البحثية في المعهد القومي للبحار والمصايد، والمعمل المركزي لبحوث الثروة السمكية وزارة البحث العلمي. ويتولى هذا المركز وضع خطة تطوير التكنولوجيا في هذا القطاع والتنسيق مع أصحاب المصلحة، على أن يكون للجهات الحكومية المعنية (وزارة الزراعة وجهاز تنمية البحيرات والثروة السمكية ومراكز البحوث التابعة لها) دور قيادي وهام في إختيار التطبيقات، وتشجيع الإستخدام السليم للتكنولوجيات المناسبة من خلال تنفيذ مشروعات إسترشادية تستخدم التقنيات المستهدف تطبيقها. يتم على إساسها دراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لها.
- تنفيذ المشروع القومي لتنمية الثروة السمكية في مصر، والذى يهدف إلى توسيع مجال الإستزراع السمكي داخل البحيرات والمجاري المائية المصرية بإستخدام الأقمار الصناعية، والذى سيق ان أعدته الهيئة القومية للاستشعار من بعد وعلوم الفضاء التابعة لوزارة البحث العلمي المصرية، وبالتعاون مع جهاز تنمية البحيرات والثروة السمكية (الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية سابقًا).
- تقييم تجربة محافظة البحر الأحمر في إستخدام الطاقة الشمسية في المزارع السمكية، وتطبيقها في مناطق أخرى عند ثبوت جدواها فنيا واقتصاديًا.
- قيام كل من الهيئة العامة للطاقة الجديدة والمتجددة وجهاز تنمية البحيرات والثروة السمكية بتنفيذ مشروع استرشادي (Pilot Project) لإستخدام الألواح الشمسية على وحدات الصيد الألية بهدف خفض كمية وتكاليف الطاقة والتي تقدر بحوالي 97 مليون لتر(بنزين وسولار وزيوت) تقدر قيمتها بحوالى 653 مليون جنيه.

- تحفيز مزارعي الأسماك على إستخدام نظام "تايل بوت" والذى تم استخدامه في 12 مزرعة سمكية داخل مصر وخارجها لمراقبة مياه المزارع السمكية من بُعد
- إنشاء مركز اتصالات(Call Centre) يتبع جهاز تنمية البحيرات وتنمية الثروة السمكية للحصول على الإرشادات الفنية المتعلقة بتربية الأسماك.
- توفير الخبراء في مجالات التقنيات الحديثة، من خلال مراكز البحوث وكليات الثروة السمكية.
- تدريب المنتجين على كيفية إستخدام التقنيات الحديثة وإكتساب المهارات اللازمة في توظيف التكنولوجيا في أنشطة الصيد ولإستزراع السمكي والأنشطة الأخرى المساعدة. وعرض المعلومات وتقديمها للمستخدمين بشكل سهل.
- تشجيع القطاع الخاص، على تطبيق التقنيات الحديثة وإستخدامها، وذلك من خلال توفير الدعم المالي اللازم لشراء الأجهزة والمعدات اللازمة من خلال بنك التنمية الزراعي وغيره من مؤسسات التمويل المحلية والأجنبية، ذلك إن توفير الإئتمان بوسائل وشروط مناسبة سيساهم بدرجة كبيرة في إنتشار التكنولوجيا بحيث يمكن للمزارع أو صاحب المفرخ الحصول على المعدات والأجهزة بالتقسيط على فترات مناسبة بدون فوائد، ويتطلب ذلك التعاون بين جهاز حماية وتنمية البحيرات والثروة السمكية والبنوك الحكومية والشركات والمزارعين لوضع أليات مناسبة لحصول المزارعين أو أصحاب المفرخات على الإئتمان. ولنشر التكنولوجيا على نطاق واسع في وقت قصير، يتعين إجراء دورات تدريبية بالتعاون بين جهاز حماية وتنمية البحيرات والثروة السمكية والمركز الدولي للأسماك ومهندسي الدعم الفني بشركات الأعلاف والإضافات والأجهزة والمعدات.
- جذب الإستثمارات الأجنبية، وذلك من خلال تقديم حوافز (أراضي مجانية، إعفاءات ضريبية لمدة 10 سنوات، للشركات الأجنبية لممارسة بعض أنشطتها في مصر بالشراكة مع شركاء مصريين، مثل بعض الشركات التي لديها سلالات أسماك بحرية وأسماك مياه عذبة سريعة النمو ومقاومة الأمراض وخلافه، وكذلك شركات إنتاج أجهزة ومعدات التهوية والري ومراقبة جودة المياه والتغذية وصحة الأسماك وشركات إنتاج إضافات الأعلاف والبروبيوتك واللقاحات.
- منح التراخيص للمزارع والمفرخات السمكية لمدة لا تقل عن 25 عامًا، وتجدد تلقائيا في حالة عدم وجود ما يمنع. حيث تساهم هذه الإجراءات في تيسير الحصول على الإئتمان وتحقيق الإستقرار للمزارعين وتشجيعهم على تبني إستخدام التكنولوجيا ، خاصة أن حوالي 15% من المفرخات السمكية وأقل من 10% من المزارع فقط حاصلين على تراخيص، كما أن ما يقرب من 50% من المزارع هي مزارع مؤقتة وصدر قرارات بإزالتها وتحويلها للإستزراع النباتي، ويمكن السماح لها بالإستمرار ومنحها تراخيص لمزاولة النشاط.

- إدراج المواد التعليمية الخاصة بتقنيات الإستزراع السمكي في البرامج الدراسية في كليات ومعاهد الثروة السمكية، مما سيساهم في توفير موارد بشرية بكفاءة تمكنها من التعامل مع التقنيات الحديثة و تطبيقها.

المراجع

أولا: مراجع باللغة العربية

- أحمد برانية، التداعيات المحتملة للتغيرات المناخية ومقترحات مواجهتها والتخفيف من آثارها، سلسلة أوراق السياسات في التخطيط والتنمية المستدامة، الإصدار رقم (13) – ديسمبر 2021
- أحمد برانية، دكتور على نصار، الإدارة البيو إقتصادية للمصايد مع التطبيق على مصايد خليج السويس، مذكرة خارجية رقم **1388**– معهد التخطيط القومي، 1984
- أحمد عبد الوهاب برانيه وآخرين – الأسس العلمية والعملية لتفريخ ورعاية الأسماك والقشريات في الوطن العربي – الدار العربية للنشر والتوزيع 1970.
- إسماعيل رضوان – تكثيف الإنتاج السمكي من وحدة المياه من خلال تدوير المياه المستخدمة – تقرير غير منشور
- جمال السيد عبد العزيز عزازي وأخرين، دراسة إقتصادية لزراعة محصول القمح في الأحواض السمكية في مصر، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي – المجلد السادس والعشرون – العدد الثاني – يونيو 2016
- جمال مختار علي محمد – نظم الإنتاج المتكاملة للاستزراع السمكي والزراعة ودورها في الاستغلال الاقتصادي الامثل للمياه والاراضي – دراسة مقارنه لنيل درجة دكتوراه الفلسفة في الاقتصاد – كلية التجارة – جامعة عين شمس 2010.
- حسين جنيدي خلف الله، مستشار الاستزراع السمكي "تقرير عن التقنيات الحديثة الخاصة بالمزارع السمكية" (غير منشور) 2023 ،
- محمود عبد الهادي، خبير الاستزراع السمكي " تطبيقات التكنولوجيا الحديثة على امتداد سلسلة القيمة لقطاع الاستزراع السمكي (، تقرير غير منشورة) 2023
- فراج محمد عوض السبيعي قسم العلوم الاقتصادية والاجتماعية الزراعية – كلية الزراعة – جامعة دمياط "دراسة ميدانية للتعرف على مدى استخدام مربي الأسماك للهاتف المحمول في الحصول على التوصيات الفنية المتعلقة بتربية الأسماك بمحافظة دمياط، 2022"
- دينا محمد نجيب الشريف، نظام "نايل بوت" (التطبيقات الذكية في صيد الأسماك وإدارة المزارع السمكية، المعهد القومي لعلوم البحار والمصايدhttps://www.elmawke3.com
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء – النشرة السنوية لإحصاءات الإنتاج السمكي عام2021

ثانيا: المراجع باللغة الإنجليزية

- Mahmoud M. Abdel-Hady , Ahmed A. Barrania , Ahmed F. El-Karashil , Shaimaa M. Haggag, (Benefits, Challenges, and Strategies of Integrated Wheat-Fish Farming Practices in Egypt), Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Zoology

- . FAO, world. Fisheries and aquaculture Report of 2021,2023
- Ahmed, N., & Turchini, G. M. (2021). Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. Journal of Cleaner production, 297, 126604.
- Ahmed, N., Thompson, S., & Turchini, G. M. (2020). Organic aquaculture productivity, environmental sustainability, and food security: insights from organic agriculture. Food Security, 12, 1253-1267.
- Aich, N., Nama, S., Biswal, A., & Paul, T. (2020). A review on recirculating aquaculture systems: Challenges and opportunities for sustainable aquaculture. Innovative Farming, 5(1), 017-024.
- Arana, E., Chappell, J., Hanson, T., Amezquita, J., Romellon, F., Quiñonez, A., … & Quintero, H. (2018). Commercial demonstration of in-pond Raceways. Global Aquac. Advocate.
- Badiola, M, Mendiola, D & Bostock, J (2012) Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: main issues on management and future challenges, Aquacultural Engineering, 51, pp. 26-35.
- Badiola, M., Basurko, O. C., Piedrahita, R., Hundley, P., & Mendiola, D. (2018). Energy use in recirculating aquaculture systems (RAS): a review. Aquacultural engineering, 81, 57-70.
- Budd, A. M., Banh, Q. Q., Domingos, J. A., & Jerry, D. R. (2015). Sex control in fish: approaches, challenges and opportunities for aquaculture. Journal of Marine Science and Engineering, 3(2), 329-355.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. Aquaculture, 356, 351-356.
- Dalsgaard, J., Bach Knudsen, K. E., Verlhac, V., Ekmann, K. S., & Pedersen, P. B. (2016). Supplementing enzymes to extruded, soybean-based diet improves breakdown of non-starch polysaccharides in rainbow trout (O ncorhynchus mykiss). Aquaculture Nutrition, 22(2), 419-426.
- De Silva, S. S., & Soto, D. (2009). Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 530, 151-212.
- Garcia, M., Sendra, S., Lloret, G., & Lloret, J. (2011). Monitoring and control sensor system for fish feeding in marine fish farms. IET communications, 5(12), 1682-1690.
- Gott, J. (2019). Practicing ecologies: aquaponics and intervention in the Anthropocene (Doctoral dissertation, University of Southampton).

- Hargreaves, J. A. (2006). Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. Aquacultural engineering, 34(3), 344-363.
- Jena, A. K., Biswas, P., & Saha, H. (2017). Advanced farming systems in aquaculture: strategies to enhance the production. Innovative Farming, 1(1), 84-89.
- Jones, S. W., Karpol, A., Friedman, S., Maru, B. T., & Tracy, B. P. (2020). Recent advances in single cell protein use as a feed ingredient in aquaculture. Current opinion in biotechnology, 61, 189-197.
- Khanjani, M. H., & Sharifinia, M. (2022). Biofloc technology with addition molasses as carbon sources applied to Litopenaeus vannamei juvenile production under the effects of different C/N ratios. Aquaculture International, 30(1), 383-397.
- Khanjani, M. H., Mohammadi, A., & Emerenciano, M. G. C. (2022). Microorganisms in biofloc aquaculture system. Aquaculture Reports, 26, 101300.
- Knowler, D., Chopin, T., Martínez-Espiñeira, R., Neori, A., Nobre, A., Noce, A., & Reid, G. (2020). The economics of Integrated Multi-Trophic Aquaculture: where are we now and where do we need to go?. Reviews in Aquaculture, 12(3), 1579-1594.
- Kumar, G., Engle, C., & Tucker, C. (2018). Factors driving aquaculture technology adoption. Journal of the world aquaculture society, 49(3), 447-476.
- Li, W., Cheng, X., Xie, J., Wang, Z., & Yu, D. (2019). Hydrodynamics of an in-pond raceway system with an aeration plug-flow device for application in aquaculture: an experimental study. Royal Society open science, 6(7), 182061.
- Martinez-Porchas, M., & Martinez-Cordova, L. R. (2012). World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives. The Scientific World Journal, 2012. 9 PP.
- Nagarajarao, R. C. (2016). Recent advances in processing and packaging of fishery products: A review. Aquatic procedia, 7, 201-213.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A. H., Kraemer, G. P., Halling, C., … & Yarish, C. (2004). Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. Aquaculture, 231(1-4), 361-391.
- Parra L, Sendra S, García L, Lloret J (2018) Design and deployment of low-cost sensors for monitoring the water quality and fish behavior in aquaculture tanks during the feeding process. Sensors 18(3):750.
- Rahman, A., Hamid, U. Z. A., & Chin, T. A. (2017). Emerging technologies with disruptive effects: A review. Perintis eJournal, 7(2), 111-128.
- Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2016). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture. Oklahoma Cooperative Extension Service.

- Sarker, P. K. (2023). Microorganisms in Fish Feeds, Technological Innovations, and Key Strategies for Sustainable Aquaculture. Microorganisms, 11(2), 439.
- Sørensen, M. (2012). A review of the effects of ingredient composition and processing conditions on the physical qualities of extruded high-energy fish feed as measured by prevailing methods. Aquaculture nutrition, 18(3), 233-248.
- Van der Heijden, P. G. M., Nasr Alla, A., & Kenawy, D. (2012). Water use at integrated aquaculture-agriculture farms: Experiences with limited water resources in Egypt. global aquaculture advocate, 28-31.
- Yue, K., & Shen, Y. (2022). An overview of disruptive technologies for aquaculture. Aquaculture and Fisheries, 7(2), 111-120.
- Zajdband, A. D. (2011). Integrated agri-aquaculture systems. Genetics, biofuels and local farming systems, 87-127.

ثالثًا: مواقع الكترونية

- http://www.survey1.org.eg/forum/showthread
- http://www.survey1.org.eg/forum/showthread
- http://www.survey1.org.eg/forum/showthread
- https://times of india.indiatimes.com
- https://www.shorouknews.com/news
- https://www.elbalad.news/3740619
- https://www.agri2day.com/2023/09/17
- https://arabic.rt.com/technology/1495413