



لجنة مصايد الأسماك

اللجنة الفرعية المختصة بتربية الأحياء المائية

الدورة العاشرة

تروندهايم، النرويج، 23-27 أغسطس/آب 2019

الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية وتوسيع نطاقها ونقل التكنولوجيا لزيادة الكفاءة
ومكافحة تدهور البيئة والتكيف مع تغير المناخ

موجز

تشمل الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية التكنولوجيات التي تؤدي إلى تنويع الاقتصاد وإنتاج الأغذية، وتحسين الكفاءة على مستويي المفرخ أو المزرعة مع التخفيف في الوقت نفسه من الأثر المترتب على البيئة؛ والتكنولوجيات التي تخفف من حدة ظهور الأمراض الحيوانية أو الطفيليات، أو التي تفضي إلى التقليل من استخدام المضادات الحيوية لعلاج الحيوانات أو إزالتها، وأوجه التقدم في التكنولوجيا الخاصة بالاستزراع في عرض البحر أو إعادة استخدام المياه في البر؛ والمكونات العلفية الجديدة؛ وعمليات الحد من بصمة الكربون عن طريق تحسين كفاءة الطاقة والتجديد؛ والبرامج الاجتماعية التي تهدف إلى تحسين ظروف العيش والعمل على مستويي المزارع أو التجهيز. ويمكن أيضا تحقيق مكاسب مهمة في الكفاءة عن طريق الحد من الفاقد والمهدر خلال الانتاج ومرحلة ما بعد الصيد.

وقد اعتمدت الابتكارات التكنولوجية في مجال تربية الأحياء المائية من أجل (1) تنمية اقتصاد القطاع وإصلاحه؛ (2) وتنويع سبل العيش وإنتاج الأغذية؛ (3) وتحسين كفاءة إدارة الموارد؛ (4) ومكافحة تدهور البيئة؛ (5) والتكيف مع تغير المناخ. وقد ساعدت الابتكارات التكنولوجية في مجال تربية الأحياء المائية التقليدية على تبني ممارسات أفضل أو إقامة قطاع ناشئ يشجع نمو اقتصاد أزرق في الكثير من البلدان.



na401

يمكن الاطلاع على هذه الوثيقة باستخدام رمز الاستجابة السريعة (QR)، وهذه هي مبادرة من منظمة الأغذية والزراعة للتقليل إلى أدنى حد من أثرها البيئي وتشجيع اتصالات أكثر مراعاة للبيئة. ويمكن الاطلاع على وثائق أخرى على موقع المنظمة www.fao.org

وتسلط هذه الوثيقة الضوء على الابتكارات التكنولوجية في مجال تربية الأحياء المائية التي تؤدي إلى زيادة الكفاءة ومكافحة تدهور البيئة والتكيف مع تغير المناخ في مختلف أنحاء العالم، مع الإشارة إلى الجهود والآليات المتعلقة بتوسيع نطاق الابتكارات التكنولوجية في مجال تربية الأحياء المائية ونقل التكنولوجيا، ولا سيما الدعم الفني المقدم من المنظمات الدولية، والتعاون الإقليمي وتبادل المعرفة، والعمليات التجريبية القطرية، والبحوث والتكيف مع الظروف المحلية في البلدان النامية.

الإجراءات التي يقترح اتخاذها من جانب اللجنة الفرعية

إن اللجنة الفرعية مدعوة إلى القيام بما يلي:

- ◀ إقرار المساعدة الفنية في مجال نقل الابتكارات التكنولوجية وتكييفها مع الظروف المحلية وتوسيع نطاقها من خلال آليات مختلفة، مثل إقامة شبكات، وبرامج التعاون الفني، والتعاون في ما بين بلدان الجنوب، وغير ذلك.
- ◀ تشجيع المزيد من التدخلات والبحوث بشأن الابتكارات التكنولوجية في مجال تربية الأحياء المائية لأغراض تحقيق الكفاءة ومكافحة التدهور البيئي وتغير المناخ.
- ◀ تبادل الخبرات (بما في ذلك التجارب الناجحة والدروس المستخلصة) بخصوص الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية.

مقدمة

1- تعتبر تربية الأحياء المائية من الأنشطة الضاربة في القَدَم التي ظهرت وتطورت في تكامل تام مع نظم الاستزراع والممارسات التقليدية في المناطق الريفية. ومع مرور الوقت، أدت ابتكارات المستزرعين¹ إلى إنشاء نظم أغذية مائية على درجة من التعقيد مثل الاستزراع المتعدد للأسماك أو الجمع بين الزراعة وتربية الأحياء المائية.

2- كما شهد القطاع خلال القرنين العشرين والحادي والعشرين ابتكارات كبرى، مع تطوير أنواع جديدة وتكنولوجيات جديدة ونظم جديدة في بيئات جديدة، مما سمح لتربية الأحياء المائية بأن تصبح قطاعًا علميًا رئيسيًا لإنتاج الأغذية. ومع اضطلاع تربية الأحياء المائية الآن بدور رئيسي في توفير الأغذية وتحقيق التنمية الريفية والحد من الفقر في الحاضر والمستقبل، تظهر تحديات جديدة: تحسين مستوى كفاءة استخدام الموارد المنخفض ومواجهة الآثار غير المتكافئة لتغير المناخ والتدهور البيئي على قاعدة الموارد.²

3- وثمة حاجة إلى الابتكار إذا أُريد تنفيذ خطة التنمية المستدامة لعام 2030، لا سيما أهداف التنمية المستدامة 1 و2 و3 و5 و6 و8 و9 و11 و12 و13 و14 و15 و16 و17³ وكذلك الصكوك والنهج والمفاهيم الدولية المعترف بها على نطاق واسع، مثل مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد⁴ ونهج النظام الإيكولوجي في تربية الأحياء المائية⁵ والزراعة الإيكولوجية.⁶

4- ويشكّل تغير المناخ تحدياً آخر سيعتبر من أجله القيام بابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية. ويقر اتفاق باريس بشأن المناخ لعام 2015 بالحاجة إلى استجابات فعالة وتدرجية لمواجهة التهديد الملح الذي يطرحه تغير المناخ، من خلال تدابير التخفيف والتكيف، مع مراعاة أوجه الضعف الخاصة لنظم الإنتاج الغذائي. ويوفر التقييم العالمي لمواطن الضعف مؤشرات ذات قيمة عالية بشأن المجالات التي قد تحدث فيها آثار تغير المناخ المتصلة بتربية الأحياء المائية، والمجالات التي قد يكون فيها من المفيد إجراء المزيد من البحوث لتطوير ابتكارات تمكن من مواجهة آثار تغير المناخ، ولكن ينبغي تكميلها بدراسات تحمل طابعاً محلياً أكبر من أجل تزويد أصحاب المصلحة بمعارف يحتاجون إليها لوضع الاستراتيجيات الخاصة بهم وتطبيق ابتكاراتهم.⁷

¹ "الابتكار هو عملية أو منتج جديد أو محسن (أو الاثنان معاً) يختلف اختلافاً كبيراً عن المنتجات أو العمليات السابقة للوحدة وأصبح متاحاً للمستخدمين المحتملين (المنتج) أو أصبح مستخدماً من قبل الوحدة (العملية)". OECD/Eurostat (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

² FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: <http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf>

³ The 2030 agenda and the sustainable development goals: the challenge for aquaculture development and management, <http://www.fao.org/cofi/38663-0a3e5c407f3fb23a0e1a3a4fa62d7420c.pdf>

⁴ مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد <http://www.fao.org/3/a-v9878a.pdf>

⁵ Building an ecosystem approach to aquaculture <http://www.fao.org/3/a-i0339e.pdf>

⁶ العناصر العشرة للزراعة الإيكولوجية <http://www.fao.org/3/i9037ar/i9037ar.pdf>

⁷ Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S., Poulain, F. (eds). Impacts of climate change on fisheries and aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 627. Rome. FAO. ISBN 978-92-5-130607-9 <http://www.fao.org/3/I9705EN/i9705en.pdf>

5- وقد كان الابتكار وعوامله الممكنة محط الكثير من الدراسات. فهو يمكن أن يكون ثمرة عملية بحث أو تطوير مصممة بدقة بهدف معالجة بعض القضايا المحددة (مثل إزالة القيود أو الاستفادة من الفرص المتاحة أو تحسين الكفاءة أو الإنتاجية وغير ذلك) أو نتيجة اكتشاف بالصدفة أو حصيلة فضول أصحاب المصلحة أو احتياجاتهم أو خبرتهم المكتسبة أو تعاونهم.⁸

6- وتشمل الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية التكنولوجيات التي تحسّن كفاءة الإنتاج على مستويي المفرخ أو المزرعة مع التخفيف في الوقت نفسه من الآثار المرتبة على البيئة (مثل التقليل من التلوث، وهروب الأسماك، والحصول على الأعلاف، والتحكم في المفترسات، والحد من الفاقد والمهدر، وغير ذلك)؛ والتكنولوجيات التي تحول دون ظهور الأمراض الحيوانية أو الطفيليات، أو التي تؤدي إلى التقليل من استخدام المضادات الحيوية أو المواد الكيماوية لعلاج الحيوانات أو إلى إزالته؛ وأوجه التقدم في نظام الاستزراع (مثل الأقفاس في عرض البحر وتكنولوجيا إعادة استخدام المياه في البر)؛ والمكونات العلفية الجديدة؛ وعمليات الحد من بسمّة الكربون عن طريق تحسين كفاءة الطاقة والتجديد؛ والبرامج الاجتماعية التي تهدف إلى تحسين ظروف العيش والعمل على مستويي المزارع أو التجهيز.⁹

الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية: الاتجاهات وأوجه التقدم الرئيسية

استخدام الموارد على أمثل وجه

7- إن التخطيط والإدارة في مجال تربية الأحياء المائية أمر أساسي لاستخدام الموارد على أمثل وجه على المستوى الإقليمي، وقد شكّل اعتماد أدوات مكانية في هذا المجال¹⁰ أحد أهم أوجه التقدم المسجّلة لدعم موقع مرافق تربية الأحياء المائية بالاستناد إلى الظروف الطبيعية والجغرافية، مع استخدام الموارد البرية والمائية بكفاءة، وأثر محدود على البيئة. ويجمع هذا النهج بين الممارسات الجيدة لتحويل المرتفعات والأراضي الرطبة إلى برك وخزانات لتجميع المياه، والحوكمة المحسّنة لممارسات تربية الأحياء المائية،¹¹ وكذلك الأحكام المتعلقة بتغير المناخ. وتشمل الابتكارات الأخرى في هذا المجال استخدام الموارد الوراثية المائية البرية والبحرية، ومجمّعات تربية الأحياء المائية،¹² ومناطق الصون، وتراخيص الحيازة، ونظم التصاريح التي أدت إلى تحسين كفاءة إدارة الموارد، والتقليل من أثر مرافق تربية الأحياء المائية على الموائل الطبيعية، والسماح بمعالجة النفايات السائلة بكفاءة.

8- وتشكل تربية الأحياء المائية المتكاملة والتكنولوجيات الأخرى الفعالة المتعلقة بالأراضي/المياه استراتيجية أخرى تسمح باستخدام الموارد بكفاءة. وفي المناطق الساحلية التي أثار فيها استخدام تربية الأحياء المائية للموارد البحرية

Sanginga, P. C., Waters-Bayer, A. Kaaria, S., Wettasinha, C., Njuki, J. 2009. Innovation Africa: Enriching Farmers' 8
Livelihoods. Earthscan, 2009 – 405p

<https://www.aquaculturealliance.org/blog/what-is-an-aquaculture-innovation/> 9

Aguilar-Manjarrez, J. Soto, D. Brummett, R. 2017. Aquaculture zoning, site selection and area management under the 10
ecosystem approach to aquaculture, a handbook <http://www.fao.org/3/a-i6834e.pdf>

Costa-Pierce, B.A., Bartley, D.M., Hasan, M., Yusoff, F., Kaushik, S.J., Rana, K., Lemos, D., Bueno, P. & Yakupitiyage, 11
A. 2012. Responsible use of resources for sustainable aquaculture. In R.P. Subasinghe, J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De
Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan & P. Sorgeloos, eds. Farming the Waters for People and Food. Proceedings
of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket, Thailand. 22–25 September 2010. pp. 113–147. FAO, Rome and
NACA, Bangkok. <http://www.fao.org/3/i2734e/i2734e03a.pdf>

<https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2013/05/2013implementation.pdf> 12

والساحلية المخاوف، فإن دمج تربية الأحياء المائية مع أشجار المنغروف في فييت نام،¹³ والاستزراع في أعماق البحر في خليج المكسيك والنرويج والصين،¹⁴ ومنصات تربية الأحياء البحرية،¹⁵ أو تربية الأحياء المائية المتكاملة المتعددة المستويات الغذائية في البحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلسي¹⁶، اجتذب قدرا كبيرا من الاهتمام. وفي المناطق الداخلية، يؤدي التوافر المحدود للأراضي وندرة المياه العذبة إلى تعزيز تربية الأسماك في حقول الأرز، وتربية الأحياء المائية في المياه المالحة، والاستزراع النباتي والسمكي، واستخدام الحاويات لتربية الأسماك¹⁷ ونظم المجاري المائية في البرك¹⁸ وغير ذلك.

9- وأفضى النهوض بدمج الزراعة وتربية الأحياء المائية من خلال الزراعة الإيكولوجية إلى تشجيع عدد أكبر من المزارعين على الجمع بين إنتاج الأرز والأسماك في غينيا واستزراع الطحالب البحرية في تنزانيا، حيث سجلت النظم استقرارا وقدرة أفضل على الصمود وأثرا بيئيا أقل بكثير، ولذلك فإن دمج الزراعة وتربية الأحياء المائية سيضطلع بدور مهم في تحقيق التنمية المستدامة لتربية الأحياء المائية في المستقبل.

هندسة تربية الأحياء المائية

10- ينصب تركيز هندسة تربية الأحياء المائية على تصميم مرافق تربية الأحياء المائية. وتشمل الابتكارات الكبرى تصميم البرك من أجل تحسين الإنتاج، والرفق بالحيوانات والأمن الحيوي، ومشاريع تربية الأحياء المائية الآمنة في عرض البحر، وتصميم نظم تربية الأحياء المائية التي تقوم على إعادة تدوير المياه من أجل تربية الأسماك في البر، ومجموعة من الخبرات الهندسية في ما يتعلق بمعامل تصنيع أعلاف تربية الأحياء المائية، ومصانع التجهيز، وغير ذلك. وقد ظهرت الابتكارات الهندسية أيضا كعلاج غير طبي للطفيليات على غرار قمل البحر في تربية سمك السلمون (مثل التربية المتعددة باستخدام أسماك الراس وأشعة الليزر والعلاجات الحرارية وغير ذلك).^{19,20}

11- وباتت مزارع تربية الأسماك أكبر حجما وأكثر أمانا وتقع في أماكن أكثر بعدا عن الشواطئ. فعلى سبيل المثال، تقوم إحدى الجهات النرويجية العاملة في مجال تربية أسماك السلمون حاليا باختبار نظام أقفاص في أعماق المحيط مصمم لاستيعاب 1.5 مليون من أسماك السلمون. وبلغ القفص الضخم، المسمى "Ocean Farm 1"، منتصف مدة فترته التجريبية البالغة سنة واحدة، وتبين النتائج المسجلة معدلات نمو جيدة ونفوق منخفضة.²¹ وعلاوة على ذلك، فمع تزايد انتقال القائمين على تربية الأسماك إلى أعالي البحار، يتزايد مستوى التطور لتشجيع القدرة على العمل بشكل مستقل باستخدام آلات تصوير عالية الوضوح ووسائل تغليف آلية للحد من الحاجة إلى ذهاب البشر إلى الأقفاص. ويضطلع في

¹³ http://www.snv.org/public/cms/sites/default/files/explore/download/mam_091014.pdf

¹⁴ [/https://www.innovasea.com](https://www.innovasea.com)

¹⁵ [/https://www.mariculture-systems.com](https://www.mariculture-systems.com)

¹⁶ <http://www.idreem.eu/cms/what-is-imta/>

¹⁷ <http://innovatedevelopment.org/2014/06/25/fishing-for-change>

¹⁸ [/https://ussoy.org/in-pond-raceway-system-a-technology-transfer-success-story](https://ussoy.org/in-pond-raceway-system-a-technology-transfer-success-story)

¹⁹ منظمة الأغذية والزراعة. 2019. حالة التنوع البيولوجي للأغذية والزراعة في العالم (The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture). تقييمات هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة. روما. 572 صفحة.

²⁰ <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>
<https://globalsalmoninitiative.org/en/what-is-the-gsi-working-on/biosecurity/non-medicinal-approaches-to-sea-lice-management/>

²¹ [/https://www.salmar.no/en/offshore-fish-farming-a-new-era](https://www.salmar.no/en/offshore-fish-farming-a-new-era)

الوقت الحالي بهذه التجارب من خلال منصة "Deep Blue 1" في الصين، ونظم "Aquatraz" لنظم الاستزراع البحري النروجية، ونظام التربية المغلقة "Aquapod" في الولايات المتحدة.

12- وأصبحت نظم تربية الأحياء المائية التي تقوم على إعادة تدوير المياه أكثر شيوعاً أيضاً لأنها تسمح بإعادة تدوير المياه وإعادة استخدام المخلفات كأسمدة زراعية مع آثار محدودة على محيطها الطبيعي، وبالتالي بالحد من المخاطر البيئية بالنسبة إلى النظم الإيكولوجية وحدوث الأمراض خلال عملية الاستزراع. كما أدى هذا النوع من نظم تربية الأحياء المائية إلى الحد من بصمة الكربون للأغذية البحرية بنسبة تصل إلى 50 في المائة²² ويمكن للأسماك النمو في هذه النظم في بيئة متحكم فيها ويمكن تتبعها بدون استخدام الهرمونات أو المضادات الحيوية. ويمكن إنشاء هذه النظم في أي مكان تقريباً، بما في ذلك بالقرب من المراكز الحضرية؛ وتمخض أحد مرافق الاختبار، التي أنشئت في عام 2011، في الدانرك، عن أكبر مرفق لنظم تربية الأحياء المائية التي تقوم على إعادة تدوير المياه في العالم، يقع في ميامي، فلوريدا. وسيتمولى هذا المرفق، الذي يسمى "Bluehouse" (البيت الأزرق) لميامي، تربية سمك سلمون المحيط الأطلسي. وهناك ابتكار هندسي آخر في مجال نظم تربية الأحياء المائية التي تقوم على إعادة تدوير المياه يتمثل في عمود الرفع بواسطة مضخة هوائية الذي لا يقوم فحسب بالتحكم في الغاز المذاب ولكن أيضاً بنقل كميات هائلة من المياه بتكلفة طاقة منخفضة وبفصل المواد العالقة عن المياه.²³

البيولوجيا وعلم الوراثة

13- لقد لوحظت ممارسات مبتكرة في ما يتعلق بتدجين أنواع أو إدخال أنواع جديدة للاستجابة لطلب السوق المحلية أو لتعزيز الأرصدة السمكية (المصايد القائمة على الاستزراع والتربية البحرية). وأصبحت غالبية الأصناف المستزرعة مدجنة اليوم رغم أن ذلك حديث نسبياً بالنسبة إلى معظم الأنواع، خاصة بالمقارنة مع الأنواع المستخدمة في الزراعة البرية. ويمكن للخصائص البيولوجية لنوع ما أن تحدد مدى قدرتها على التكيف مع نظم تربية متنوعة وأن تؤثر على سمات مثل المتانة أو القدرة على الصمود، والقدرة على التكاث، والمستوى الغذائي للعلف ولدونة العلف. ويمكن استخدام التكنولوجيات الوراثية لتعديل السمات المهمة تجارياً لأنواع الأحياء المائية.

14- وهكذا، فإن علم الوراثة وعلم الجينوم يعتبران مجالاً ينطوي فيه الابتكار على إمكانات هائلة أصبحت واعدة أكثر بفعل ما شهدته، العقود الأخيرة، من تحسن في فهم تكنولوجيات تفاعل الجينوم (على سبيل المثال البروتيوميات والترانسكربتوم وعلوم الأيض) التي يعزز فيها تزايد معرفتنا بالأداء البيولوجي للكائنات قدرتنا على زيادة تكييف هذه الكائنات مع نظم إنتاج الأغذية الخاصة بنا. وتشمل الابتكارات الوراثية في مجال تربية الأحياء المائية التربية الانتقائية²⁴ لخصائص جديدة، مثل النمو السريع، ومقاومة عوامل محددة مسببة للمرض، والقدرة على النمو بالاستعانة بأعلاف

²² <https://aquaculturemag.com/2018/08/28/technological-innovation-in-aquaculture>

²³ <http://www.coldep.com/en>

²⁴ <https://doi.org/10.1111/raq.12202>

نباتية،²⁵ والقدرة على تحمل البرد، ومقاومة الإجهاد أو كفاءة العلف.²⁶ وقد أتاح تكييف أساليب جديدة مع تربية الأحياء المائية، مثل التربية بمساعدة واسم، والتربية المقطرة المتصلة بأفضل تنبؤ خطي غير متحيز المسماة بـ "BLUP"²⁷، والتربية الموسومة الجزئية²⁸،²⁹،³⁰، نهجا سريعا وموثوقا.

15- ويتيح الحفظ الناجح بالتحميد للأمشاج (الحيونات المنوية والبويضات) والأجنة فرصا تجارية جديدة مع إنتاج غير محدود لزريعة الأسماك والأصبعيات جنبا إلى جنب مع أسماك أكثر صحة وفي حالة أفضل وإدارة وراثية لقطيع التفريخ. كما يمكن أن يساعد في الصون خارج المواقع الطبيعية لجينوم الأنواع المهددة والمعرضة للانقراض.

16- وتم تطبيق التحويل الجنسي الكيماوي أو البيئي،³¹ والتحكم في العوامل الجنسية الوراثية،³² والتلاعب بالمجموعة الكروموسومية (الكائنات المستخدمة في الاستيلاذ التي لها كروموسومات Y Y،³³ وكروموسومات الصيغ الصبغية الثلاثية،³⁴ وغير ذلك)، أو التهجين داخل النوع الواحد / بين الأنواع/ بين الأجيال،³⁵ على عدد من الأنواع المستزرعة، مثل أسماك البلطي والترس والشبوط، وغيرها.

17- كما طبق التحوير الوراثي، مثل توصيل الجينات وتحرير الجينات، على عدة أنواع لأغراض تجريبية ولكن السمك الوحيد المحور وراثيا الموافق عليه حتى الآن للاستهلاك البشري هو سلمون معدل وراثيا.³⁷ وتستطيع تكنولوجيا "تفاعل الجينوم" الجديدة أن تؤثر تأثيرا بالغا على إنتاج وإدارة الموارد الوراثية السمكية. وعلى وجه الخصوص، يمكن لتكنولوجيا المتكررات المتكاملة بانتظام القصيرة التواتر³⁸ أن تضيف سلالات جديدة للنمو المحسّن، والقدرة على تحمل البرودة، ومقاومة الأمراض، وغير ذلك.

Le Boucher, R., Quillet, E., Vandeputte, M., Lecalvez, J. M., Goardon, L., Chatain, B., ... & Dupont-Nivet, M. (2011).²⁵ Plant-based diet in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum): Are there genotype-diet interactions for main production traits when fish are fed marine vs. plant-based diets from the first meal?. *Aquaculture*, 321(1-2), 41-48.

<https://doi.org/10.1111/raq.12202>²⁶

Best Linear Unbiased Prediction²⁷

De Verdal, H., Komen, H., Quillet, E., Chatain, B., Allal, F., Benzie, J. A., & Vandeputte, M. (2018). Improving feed efficiency in fish using selective breeding: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 833-851. <https://doi.org/10.1111/raq.12202>²⁸

Beardmore, J.A.; Porter, J.S. Genetically modified organisms and aquaculture. *FAO Fisheries Circular*. No. 989. Rome, 2003. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/006/y4955e/Y4955E00.pdf>. 38p.²⁹

<http://www.fao.org/3/mc856a/mc856a.pdf> تطبيق التكنولوجيا الوراثية في تنمية الأحياء المائية وإدارتها³⁰

Baroiller, J. F., & D'Cotta, H. (2018). Sex control in tilapias. In: *Sex Control in Aquaculture*. Hanping Wang, Francesc Piferrer, Songlin Chen (eds). John Wiley & Sons, 888 p.³¹

Mair, G. C., Abucay, J. S., Beardmore, J. A., & Skibinski, D. O. (1995). Growth performance trials of genetically male tilapia (GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L.: On station comparisons with mixed sex and sex reversed male populations. *Aquaculture*, 137(1-4), 313-323.³²

Mair, G. C., Abucay, J. S., Beardmore, J. A., & Skibinski, D. O. (1995). Growth performance trials of genetically male tilapia (GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L.: On station comparisons with mixed sex and sex reversed male populations. *Aquaculture*, 137(1-4), 313-323.³³

Peruzzi, S., & Chatain, B. (2000). Pressure and cold shock induction of meiotic gynogenesis and triploidy in the European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L.: relative efficiency of methods and parental variability. *Aquaculture*, 189(1-2), 23-37.³⁴

De Verdal, H., Rosario, W., Vandeputte, M., Muyalde, N., Morissens, P., Baroiller, J. F., & Chevassus, B. (2014). Response to selection for growth in an interspecific hybrid between *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* in two distinct environments. *Aquaculture*, 430, 159-165.³⁵

West, J. L., & Hester, F. E. (1966). Intergeneric hybridization of centrarchids. *Transactions of the American Fisheries Society*, 95(3), 280-288.³⁶

<https://aquabounty.com>³⁷

التغذية والتعليف

18- تعتبر الأعلاف مكونا رئيسيا في تربية الأحياء المائية، فهي العامل الرئيسي والمصدر الأساسي للأداء والرياح والأثر البيئي^{39,40}. وتشمل الابتكارات في هذا المجال الزيت المتأني من الطاحب المجهريه باعتباره بديلا لزيت السمك يحتوي على مستويات الأحماض الدهنية أوميغا-3 العالية الجودة (حمض الايكوسابتينويك وحمض الدوكساهيكسانويك) المطلوبة من معظم أنواع الأسماك. وتعكف أعمال تجارية زراعية كبيرة على تطوير أعلاف سمكية من خلال عملية تضع بكتيريا في صهاريج التخمر وتغذيها ميثانا. وتشكل الحشرات السريعة النمو، مثل الذباب الجندي الأسود الذي يتغذى على النفايات الغذائية أو المنتجات الثانوية للحبوب، مصدرا مستداما ممتازا آخر للبروتين للأعلاف السمكية، وتمت بالفعل الموافقة من جانب الاتحاد الأوروبي على استخدامها في الأعلاف المائية (موافقة إدارة الأغذية والعقاقير جارية).⁴¹

19- وتوفر الدراسة المتعلقة بتغذية الأسماك (التركيبية وتركيبية اللحم والمعينات الحيوية والجراثيم المعوية وغيرها) ابتكارات في مجال إنتاج علف الأسماك، مثل البدائل للمساحيق السمكية باستخدام مصادر بروتينات أكثر استدامة مثل المساحيق النباتية أو طحين بكتيريا أو طحين حشرات، أو استخدام مكونات محلية أو إعادة تدويرها من خلال تحويل مخلفات أول أكسيد الكربون أو الميثان أو المخلفات العضوية إلى مكونات علفية، واستخدام الكربون والمواد الأولية الهيدروجينية من التحويل الغازي للفحم، والعلف المتمدد والعائم، واستخدام النماذج الرياضية وعلم الوراثة التغذوية في تركيب الأعلاف وغير ذلك.

20- وهكذا، يمكن للابتكار في مجال علف الأسماك، مثل التوزيع بمساعدة الحاسوب والعلف الوظيفي، من قبيل الأعلاف المعالجة طبييا، والعلف الأولي والأعلاف بحسب مراحل النمو وغير ذلك، أن يؤدي إلى تحقيق مكاسب كبرى، وفي ما يتعلق بتربية أسماك السلمون، على سبيل المثال، توصل De Verdal وآخرون (2018) إلى أن نسبة تحسن في كفاءة استخدام العلف بين 2 و5 في المائة من شأنها أن تحقق وفورات تتراوح بين 42.9 و107 ملايين دولار أمريكي في السنة.⁴²

التكنولوجيات البيولوجية

21- يمكن للتكنولوجيات البيولوجية المائية التي تنطوي على تطبيقات أساسية وعرضية أن تضطلع بأدوار محورية في تعزيز الإنتاجية وزيادة الكفاءة، وضمان استدامة تربية الأحياء المائية. ويمكن تعظيم الجوانب الرئيسية لدورة عملية التربية (التي تنطوي على النمو والتغذية والصحة والتكاثر) من خلال تطبيقات التكنولوجيات البيولوجية بما في ذلك تحسين معدل النمو وكفاءة تحويل العلف، وجودة التغذية والمنتج، وتعديل الإجهاد، والتحصين، ومقاومة الأمراض، والعمليات الحديثة لتشخيص وعلاج الأمراض، والانتقاء الوراثي، وتوصيل الجينات، وغير ذلك.

Robb, D.H.F., MacLeod, M., Hasan, M.R. & Soto, D. 2017. Greenhouse gas emissions from aquaculture: a life cycle assessment of three Asian systems. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 609. Rome, FAO. <http://www.fao.org/3/a-i7558e.pdf>

Hasan, M.R. & Soto, S. 2017. Improving feed conversion ratio and its impact on reducing greenhouse gas emissions in aquaculture. FAO Non-Serial Publication. Rome, FAO. <http://www.fao.org/3/a-i7688e.pdf>

De Verdal, H., Komen, H., Quillet, E., Chatain, B., Allal, F., Benzie, J. A. and Vandeputte, M. (2018), Improving feed efficiency in fish using selective breeding: a review. Rev Aquacult, 10: doi:10.1111/raq.12202 .851-833

22- وفتحت تكنولوجيايات النانو أفقا جديدا لتحليل الجزيئات الحيوية وتطوير نواقل غير فيروسية لعلاج الجينات، كوسيلة لنقل الحمض النووي أو بروتينات أو خلايا، وتقديم مستهدف لعقاقير، والتشخيص السريري، وعلاجات الأمراض وغير ذلك. وتبشر التدخلات التكنولوجية البيولوجية بخير كبير في ما يتعلق بتطبيق أدوات العلاج بالوسائل البيولوجية والمعينات الحيوية في التحكم البيئي في النفايات السائلة والمواد السمية والعوامل المسببة للمرض. ومن شأن الاستخدام الحالي والمستقبلي للتكنولوجيايات البيولوجية أن يؤدي إلى تطوير أسماك ذكية عالية الأداء.

23- وتؤدي الكائنات الحية الدقيقة التي تظهر بصورة طبيعية دورا رئيسيا في البيئات المائية، إذ تستطيع تأدية طائفة واسعة من الأدوار، بما في ذلك إعادة تدوير المغذيات، وتحلل المواد العضوية، وحماية الأسماك من الإصابة بالأمراض. ويحقق استخدام الكائنات الحية الدقيقة الفعالة والمرشحات البيولوجية والمعينات الحيوية في إدارة جودة المياه أداءا عاليا في البيئة والموائل الحية المثلثي.⁴³

24- ويشكل التطعيم ابتكارا آخر يحتمل أن يسفر عن فوائد اقتصادية كبرى. وتم الإقرار بالتطعيم باعتباره وسيلة أساسية للحد من استخدام المضادات الحيوية في قطاع تربية الأحياء المائية في المملكة المتحدة والنرويج.⁴⁴ فعلى سبيل المثال، أثبت تحليل اقتصادي للتطعيم ضد بكتيريا العقديّة القاطعة للدر (*Streptococcus agalactiae*) في مزارع سمك البلطي في البرازيل أن من شأن الأسماك المطعّمة أن تستفيد من زيادة في معدل البقاء بنسبة تتراوح بين 60 و80 في المائة وتظهر تزايد معدل تحويل العلف بنسبة تتراوح بين 5 و10 في المائة، مما يؤدي إلى تحقيق وفورات ومبيعات وأرباح كبيرة.⁴⁵

التكنولوجيايات الرقمية وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات

25- إن المستقبل بالنسبة إلى النظم الغذائية ونظم الاستزراع والصحة والبيئة مستقبلي رقمي. فهذه المجالات باتت مدفوعة بشكل متزايد بالبيانات والابتكارات التكنولوجية المتقدمة باستخدام التكنولوجيايات الجديدة، وأجهزة الاستشعار، وأجهزة التشغيل الآلي والذكاء الاصطناعي، التي ستدفع تطورات تقنية في مختلف الجوانب المتعلقة بتربية الأحياء المائية، مثل استخدام مركبات غواصة مستقلة لإدارة أفصاص الأسماك، والتعليق المصمم لكل حالة على حدة، والسلامة الصحية للأسماك المخصّصة لكل حالة على حدة، والتوصيف الوراثي، والمنتجات الغذائية الجديدة، والرصد الفعال للتأثير المتوقع للتغيرات البيئية والمناخية.

26- ويمكن لنظام لصنع القرارات بمساعدة الحاسوب في مجال تربية الأحياء المائية أن يساعد على تحديد دورات الاستزراع المناسبة استنادا إلى أداء النمو القائم على المدخلات بحسب التغيرات المناخية والبيئة. وساعدت عملية وضع النماذج الاقتصادية البيولوجية لتحسين أداء تربية الأحياء المائية، وهي أداة سهلة الاستخدام لصنع القرار في مجال الاستثمار في تربية الأحياء المائية (UTIDA)، المستزرعين على ترشيد أداء قطاع تربية الأحياء المائية في ظل مختلف

⁴³ Fishes 2018, 3, 33; doi:10.3390/fishes3030033

⁴⁴ Norwegian Ministries, Norwegian Government's National Strategy against Antimicrobial Resistance, Norwegian Ministry of Health and Care Services, 2015-2020 Publication number: I-1164

⁴⁵ Marina K.V.C. Delphino, Rafael S.C. Barone, Carlos A.G. Leal, Henrique C.P. Figueiredo, Ian A. Gardner, Vítor S.P. Gonçalves, 2019. Economic appraisal of vaccination against *Streptococcus agalactiae* in Nile tilapia farms in Brazil. Preventive Doi:10.1016/j.prevetmed.2018.12.003 . 135-131 Veterinary Medicine 162:

الفرضيات.^{47,46} ويتم تطوير تطبيقات تستخدم الهواتف المحمولة لإدارة عملية الإنتاج، وللرصد عن بعد، وتيسير التسويق، مثل التجارة الإلكترونية والتسويق على شبكة الإنترنت.

27- ويكسب الابتكار الذي يتمحور حول البنية التحتية للاستزراع أهمية بالغة نظرا إلى أن أجهزة الاستشعار وما يتصل بها من خدمات مستمدة من البيانات تستهدف كفاءة المزارع. وتشمل التطورات الأخيرة في تطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات طائرات بدون طيار أو أجهزة آلية (روبوتات) مائية أو أجهزة استشعار مائية وآلات تصوير لتفتيش المعدات والمراسي، والرصد الآني لجودة المياه والبيئة والأسماك، والمساعدة في ترشيد عمليات الاستزراع البرية وفي الأقفاص البحرية. وإن تثبيت جهاز UmiGarden لنظام إدارة تربية الأحياء المائية على جهاز لمزور الأسماك يسمح بالبت المباشر لسلوك الأسماك من أجل إجراء رصد عن بعد لأسراب الأسماك في أي وقت من الأوقات عن طريق أجهزة الاستشعار وطبقة برمجيات الإدارة. ويؤدي جهاز Umitron وظيفة حوسبة متقدمة من أجل التمكن من ترشيد تكاليف التعليف من خلال تحليل أسراب الأسماك.⁴⁸

المعايير وإصدار الشهادات

28- تمثل أحد الابتكارات الرئيسية التي شهدتها السنوات الأخيرة، في ما يتعلق بإنتاج وتسويق منتجات تربية الأحياء المائية، في وضع مخططات تنظيمية تقودها السوق وتستند إلى وضع اشتراطات معيارية يتوجب على المستزرعين اتباعها وتهدف إلى إبراز توقعات المستهلكين النائيين (النائيون بالمعنيين الجغرافي والثقافي) في ما يخص مستوى الإنتاج.⁴⁹ وأثبتت التجارب في مجالات المراقبة الحكومية وإصدار شهادات الأطراف الثالثة والاعتماد التجاري والأندية المائية نجاحها في تحسين إدارة المزارع وتبادل المعلومات والعلاقات مع أصحاب المصلحة الآخرين في سلسلة الإمداد.^{50,51}

29- وتعد مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد، التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة قبل خمس وعشرين سنة تقريبا، أحد الصكوك الأولى التي تدون المبادئ المتفق عليها على الصعيد الحكومي الدولي لدعم تحقيق تنمية مستدامة لتربية الأحياء المائية. وتمت بلورة أحكام ذات صلة في عدة خطوط توجيهية فنية بشأن الصيد الرشيد صادرة عن المنظمة⁵²، ولكن أيضا في العديد من الخطوط التوجيهية الخاصة والجماعية التي تتناول الممارسات الجيدة في تربية الأحياء المائية، وتشير إلى تحسينات عملية في الممارسات، مثل الأنواع وكثافة الاستزراع وإدارة جودة المياه والوقاية من الأمراض والنقل والتعليف، والنماذج التجارية وما بعد الصيد. وتوفر الخطوط التوجيهية للممارسات الجيدة في تربية الأحياء المائية ممارسات محسنة بالاستناد إلى الأسس العلمية والعبء المستخلصة والتجارب المكتسبة، ولكن أيضا إلى أهداف الجهة المروجة لها.

⁴⁶ <http://www.fao.org/3/i8442en/I8442EN.pdf>

⁴⁷ <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/utida/en>

⁴⁸ <https://thebridge.jp/en/2018/06/umitron-jpy920-funding>

⁴⁹ Mialhe, F., Morales, E., Dubuisson-Quellier, S., Vagneron, I., Dabbadie, L., & Little, D. C. (2018). Global standardization and local complexity. A case study of an aquaculture system in Pampanga delta, Philippines. *Aquaculture*, 493, 365-375.

⁵⁰ <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.09.043>

A qualitative assessment of standards and certification schemes applicable to aquaculture in the Asia-Pacific region, ⁵⁰ <http://www.fao.org/3/ai388e/AI388E00.htm>

⁵¹ Padiyar, P.A., Phillips, M.J., Bhat, B.V., Mohan, C.V., Ravi, B.G., Mohan, A.B.C. & Sai, P. 2008. Cluster level adoption of better management practices in shrimp (P. monodon) farming: an experience from Andhra Pradesh, India. In: M.B. Reantaso, C.V. Mohan, M. Crumlish & R. Subasinghe, eds. *Diseases in Asian Aquaculture VI*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society

⁵² Technical Guidelines on aquaculture certification. <http://www.fao.org/3/a-i2296t.pdf>. 2011 IFAO.

ويوصى باعتماد نهج الأمن البيولوجي وتحليل المخاطر⁵³ والنهج الحصيفة⁵⁴، خاصة في ما يتعلق بحركة الحيوانات المائية الحية العابرة للحدود.^{55,56}

30- وتشير شهادات برامج GlobalGAP و AquaGAP و BAP وإنشاء مجلس التوجيه في مجال تربية الأحياء المائية إلى الالتزام بإنتاج سمك بنغاسيوس (السلور) بطريقة رشيدة من الناحية البيئية في فييت نام، والرقابة على المساحيق السمكية ومصادر الزيوت السمكية، والمسؤولية الاجتماعية. ويهدف تطبيق الممارسات الجيدة إلى تحسين المعايير المتعلقة بجودة اليرقات (الزريعة) وجودة الأعلاف وإنتاجها، مع التركيز على سلامة الأغذية، وإمكانية التتبع، والصحة الحيوانية، والحماية البيئية والمعايير الاجتماعية. وقد اعتمدت الشركات الكبرى عمليات تمكنها من مراقبة كل مرحلة من مراحل عملية الإنتاج.⁵⁷

نقل التكنولوجيا وتوسيع نطاقها

31- يتوقف الفرق بين تكنولوجيا أو عملية واحدة وعملية ابتكار على نجاح نقلها وتوسيع نطاقها بنجاح.⁵⁸ وبات يعترف الآن بأن الطريقة التي تقدم بها جداول أعمال مختلف أصحاب المصلحة خلال تطوير التكنولوجيا تؤثر في مدى "ملاءمة" التكنولوجيا الجديدة واعتمادها اللاحق.^{59,60} وكرد على ذلك، ظهرت عمليات مشاركة المستزرعين وتم وضع نهج تفكير أكثر شمولاً.⁶¹ وتكتسي تدفقات المعرفة والتفاعلات بين مختلف أصحاب المصلحة في منظومة الابتكارات الزراعية إضافة إلى تنمية القدرات التي بواسطتها توضع ترتيبات جديدة لسياقات محلية معينة، أهمية خاصة.⁶²

32- ومن الأمثلة الناجحة على نقل التكنولوجيا وتوسيع نطاقها تربية سمك بنغاسيوس في فييت نام. ففي منتصف تسعينات القرن الماضي، كانت الأنواع الرئيسية المستزرعة في الأقفاص العائمة تتمثل في بنغاسيوس بوكورتي (*Pangasius bocourti*)، الذي يلقب بسمك "ca ba sa" باللغة الفيتنامية، بإنتاج سنوي قدره 15 000 طن. وعلى خلاف سمك *P. hypophthalmus* ("ca tra")، وهو سمك فيتنامي آخر يستزرع في معظم الأحيان في البرك والذي تم لسنوات عديدة استزراعها بطريقة اصطناعية، لم يبلغ قط عن أي إكثار اصطناعي لسمك بنغاسيوس بوكورتي، وكان المستزرعون يعتمدون

Arthur, J.R. and Bondad-Reantaso M.G. 2012. Introductory training course on risk analysis for movements of live aquatic animals. FAO SAP, Samoa. 167p. <http://www.fao.org/3/a-i2571e.pdf>

Bondad-Reantaso, M.G., Arthur, J.R. & Subasinghe, R.P., eds. 2012. Improving biosecurity through prudent and responsible use of veterinary medicines in aquatic food production. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 547. Rome, FAO. 207 pp. <http://www.fao.org/3/ba0056e/ba0056e.pdf>

FAO. 2007. Aquaculture development. 2. Health management for responsible movement of live aquatic animals. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 5, Suppl. 2. Rome, FAO. 2007. 31p. <http://www.fao.org/3/a-a1108e.pdf>

Arthur, J.R.; Bondad-Reantaso, M.G.; Subasinghe, R.P. Procedures for the quarantine of live aquatic animals: a manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 502. Rome, FAO. 2008. 74p. <http://www.fao.org/3/a-i0095e.pdf>

Miriam Greenwood, Seafood Supply Chains: Governance, Power and Regulation, Routledge, 2019

Valvåg, O.R. Technology transfer through networks: experiences from the Norwegian seafood industry. FAO Fisheries Circular. No. 1004. Rome, FAO. 2005. 14p. <http://www.fao.org/3/a-a0012e.pdf>

Asopa, V.N., Beye, G. 1997. Management of agricultural research: A training manual. Module 8: Research-extension linkage. Alternative research and extension systems technology transfer models. Rome: FAO. <http://www.fao.org/3/W7508E/w7508e0d.htm>

FAO. 2018. Upscaling climate smart agriculture. Lessons for extension and advisory services. Occasional papers on innovation in family farming. Rome: FAO. 66 p. http://www.fao.org/uploads/media/Climate_Smart_Agriculture_draft08.pdf

Impact of Research in the South <https://impress-impact-recherche.cirad.fr/>

Making Agricultural Innovation Systems (AIS) Work for Development in Tropical Countries <http://www.fao.org/uploads/media/sustainability%20paper.pdf>

على مصيد سنوي قدره 20 مليون من الأصبعيات من النهر.⁶³ وبعد فترة قصيرة من تمكن بحث ناجح من التوصل إلى استزراع أول نوع متحكم فيه من سمك بنغاسيوس بوكورتي،⁶⁴ بدأ الإنتاج الوطني لفييت نام في الارتفاع بشكل كبير، إذ بلغ قرابة 1.3 ملايين طن في عام 2017، ولكن الأنواع المستزرعة الرئيسية انتقلت من سمك بنغاسيوس بوكورتي إلى سمك *P. hypophthalmus*. وبرز هذا الأمر مدى تعقيد عمليات الابتكار وأهمية الاكتشافات بالصدفة. ويبدو أن البحث الذي أجري على سمك بنغاسيوس بوكورتي لم يؤد فحسب إلى استزراع هذا النوع بطريقة مستحثة ولكن أيضا إلى إزالة حواجز أخرى بطريقة غير مباشرة أمام تنمية تربية سمك *P. hypophthalmus*.

استراتيجية التنمية الوطنية

33- يشكل إنشاء نظام ابتكار وطني (يتألف من تجمع للصناعات والأوساط الأكاديمية والحكومية ورابطة المنتجين) مخصص لقطاع تربية الروبيان البحري، في تايلند في أوائل تسعينات القرن الماضي، مثالا عن تجمع ابتكاري على الصعيد الوطني لوضع حلول لمجموعة من المشاكل.

34- وقد وضعت بلدان تعتبر فيها تربية الأحياء المائية تقليدا متبعها استراتيجية التنمية الوطنية الخاصة بها بشأن تنمية تربية الأحياء المائية المستدامة. وبلاستناد إلى التطور التكنولوجي والبحوث الفعالة وتنمية القدرات، قامت بابتكارات تكنولوجية في مجال تربية الأحياء المائية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

35- ويمكن اعتبار مقاصد هذه الحكومات عوامل رئيسية تكمن وراء تزايد إسناد الأولوية إلى تكنولوجيا تربية الأحياء المائية في الصين اعتبارا من عام 2010. وتم الترويج لتطوير التكنولوجيا لمنع تلوث المياه الناجم عن الأعلاف في قطاع تربية الأحياء المائية لغرض حماية البيئة في الخطة الخماسية الثانية عشرة للصين (2011-2015).⁶⁵ وبالإضافة إلى ذلك، أسندت حكومة الصين أولوية قصوى لتطوير التكنولوجيا في مجال تربية الأحياء المائية في الخطة الخماسية الثالثة عشرة (2016-2020) من أجل إحراز تقدم على الصعيد الوطني. وتشجع هذه الخطة تطوير تكنولوجيات جديدة في مجال تربية الأحياء المائية في ما بين معاهد البحوث والجامعات.

36- ولا يشمل تعاون القطاع الطابع الفني للمشكلة فحسب بل أيضاً الجوانب السياسية والتنظيمية والإدارية إضافة إلى تلك المتعلقة ببناء القدرات. وقد وضعت الصين، وهي أكبر منتجي تربية الأحياء المائية، استراتيجية وطنية بشأن الابتكار في مجال تربية الأحياء المائية من خلال إنشاء نظام للابتكار التكنولوجي الزراعي. وشمل هذا النظام خمس مجموعات أنواع اقتصادية رئيسية في الصين، وهي أسماك الشبوط والبلطي والترس والصدفيات والريبان (الجمبري). وفي خطة العمل الثالثة عشرة، تشجع الصين الابتكارات التكنولوجية التي تحترم البيئة في مجال تربية الأحياء المائية، مثل تربية الأحياء المائية الإيكولوجية ونظام إعادة التدوير المفتوح والجمع بين زراعة الأرز واستزراع الأسماك. ويشير إلى أن مجموع

Cacot, P., Legendre, M., Dan, T. Q., Tung, L. T., Liem, P. T., Mariojouis, C., & Lazard, J. (2002). Induced ovulation of *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) with a progressive hCG treatment. *Aquaculture*, 213(1-4), 199-206. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00033-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00033-9)

Cacot, P. (1999). Étude du cycle sexuel et maîtrise de la reproduction de *Pangasius bocourti* (sauvage, 1880) et *Pangasius hypophthalmus* (sauvage, 1878) dans le delta du Mékong au Viêt-Nam. Doctoral dissertation. Institut national d'agronomie de Paris Grignon, Paris, France: 317 صفحة.

China Agriculture Yearbook, 2015, <http://english.agri.gov.cn/service/ayb/201701/W020170105346858276040.pdf>

مساحة النظم المتكاملة لزراعة الأرز واستزراع الأسماك بلغ 2 مليون هكتار في عام 2018. وتبين الممارسات الصينية مدى فعالية تنظيم التعاون بين الحكومة والقطاع والأوساط العلمية بالتركيز على مشكلة ما. ويشير إلى الحاجة إلى إقامة رابط ذي طابع مؤسسي (على عكس رابط مخصص أو مدفوع بمشروع) بين الجهات الفاعلة الرئيسية في قطاع ما لمعالجة قضايا واسعة النطاق ومحددة ومستمرة وناشئة.

37- وبادرت البلدان الأفريقية بشكل متزايد، إقراراً منها بأهمية تخطيط تربية الأحياء المائية من أجل التنمية، إلى وضع استراتيجيات وطنية لتنمية تربية الأحياء المائية. وتعتبر الشراكة الجديدة من أجل تنمية أفريقيا (نيباد)، التي تحولت مؤخراً لتصبح وكالة الاتحاد الأفريقي للتنمية، برنامجاً للتنمية الاقتصادية للاتحاد الأفريقي. وأنشأت دول أفريقية متعددة هيكل وطنية لشراكة نيباد مسؤولة عن التنسيق مع المبادرات القارية المتعلقة ببرامج الإصلاحات والتنمية الاقتصادية. وقدمت المنظمة وعدد من الشركاء يد المساعدة إلى الكثير من البلدان الأفريقية التي أعدت أو تقوم بإعداد وثائق أو خطط استراتيجية محددة تخص تربية الأحياء المائية. وهذه الخطط المحددة القطاع تساعد على خلق الوعي بأهمية وضع مقاصد لقطاع تربية الأحياء المائية وعلى تحديدها.⁶⁶⁻⁶⁷

38- ويتمثل أحد أمثلة الارتقاء الناجح بتربية الأحياء المائية نتيجة استراتيجية وطنية في استزراع الأسماك في حقول الأرز في مدغشقر. فعقب عدة عقود من المحاولات غير الناجحة لتطوير استزراع الأسماك في البرك، بدأت المنظمة اعتباراً من عام 1985 تنفيذ سلسلة⁶⁸ من المشاريع التي غيرت تماماً الوضع السائد. وبدلاً من أن تشجع هذه المشاريع استزراع الأسماك في البرك، فإنها ركزت على تحسين الجمع التقليدي بين زراعة الأرز واستزراع الأسماك. وتم تطوير تكنولوجيات جديدة والترويج لها من خلال تخزين أسماك الشبوط الشائع بدلاً من الأسماك البرية وعن طريق حفر قناة ملاذ وتعزيز الحواجز الجانبية، وهو ما سمح حسبما بلغ عنه بإنتاج ما يتراوح بين 200 و300 كيلو غرام من السمك للهكتار الواحد مع زيادة غلات الأرز بنسبة تتراوح بين 10 و30 في المائة. كما تم تشجيع إشراك القطاع الخاص من أجل إمداد سوق يرقات الأسماك. وكان لجميع هذه الأنشطة تأثير هام على الإنتاج الوطني من الأسماك الذي ارتفع بما يتراوح بين 10 و15 مرة، من 200 طن قبل عام 1990 إلى أكثر من 2 500-3 000 طن سنوياً بعد عقد من الزمن.⁶⁹

39- وفي بعض البلدان (جمهورية بنن وجمهورية الكاميرون وجمهورية كوت ديفوار وجمهورية غانا وجمهورية كينيا وجمهورية نيجيريا الاتحادية وجمهورية أوغندا وجمهورية جنوب أفريقيا وجمهورية زامبيا) يتزايد استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، بما في ذلك الهواتف المحمولة للتسويق من أجل الحد من عدم التوازن المعلوماتي بين التجار والمنتجين، وذلك

Brugere, C., Aguilar-Manjarrez, J., Halwart, M.2009. Formulation of a development plan for sustainable aquaculture in 66
25-24Cameroon. FAO Aquaculture Newsletter 43:

Moehl, J.; Halwart, M.; Brummett, R. Report of the FAO-WorldFish Center Workshop on Small-scale Aquaculture in 67
SubSaharan Africa: Revisiting the Aquaculture Target Group Paradigm. Limbé, Cameroon, 23-26 March 2004. CIFA
54p. .2005Occasional Paper. No. 25. Rome, FAO.

MAG/76/002, MAG/82/014, MAG/86/005, MAG/88/005, MAG/92/004, MAG/058/6023 68
Dabbadie L., Mikolasek O. 2017. Rice-Fish Farming in the Malagasy Highlands, Twenty Years after the FAO Projects. 69
<http://www.fao.org/3/a-i7171e.pdf> .36-33FAO Aquaculture Newsletter (FAN) 56 (April 2017):

لصالح المنتجين. وشُجِلت زيادة شاملة في استخدام أدوات الاتصالات الجديدة من قبل المهنيين والعديد من مجموعات أصحاب المصلحة للحصول على المعلومات اللازمة لتحسين مخرجات عملياتهم.⁷⁰

40- واضطلع القطاع الخاص بدور رئيسي في التقدم والابتكارات في مجال البحث. وإن الاستثمارات في البحث والتطوير، وخاصة من جانب القطاع الخاص في الاقتصادات المتقدمة، توجهها القيمة الاقتصادية العالية وربحية منتج أو خدمة. وفي بعض الحالات، تم بنجاح تبادل نتائج البحث والتطوير مع البلدان والأقاليم الأقل نمواً. ففي مجال صحة الحيوان، على سبيل المثال، أدت تحسينات في مجالات تطوير التطعيم والتشخيص والعلاج إلى تخفيض ملحوظ في الخسائر ذات الصلة بالأمراض في قطاع تربية الأحياء المائية. وقد أقرّ القطاع الخاص بأهمية البحوث المشتركة مع الحكومات والأوساط الأكاديمية والوكالات الدولية والمنظمات غير الحكومية من أجل تحسين إمدادات يرقات الأسماك والأعلاف السمكية، وهو ما يمكن بدوره من التقليل من الضغط على التوافر من الأسواق المحلية، وتحسين إنتاجية تربية الأحياء المائية وأدائها البيئي.

الدعم الفني المقدم من المنظمات الدولية

41- تلمس العديد من السلطات القطرية، سعياً منها إلى مواجهة التحديات المتزايدة المتعلقة باستخدام الموارد وتدهور البيئة وتغير المناخ، الدعم الفني من المنظمات الدولية، مثل منظمة الأغذية والزراعة والصندوق الدولي للتنمية الزراعية والجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، والمنظمات غير الحكومية، وغيرها.

42- وقد أنشئ برنامج التعاون التقني من أجل تمكين المنظمة من إتاحة درايته وخبرتها الفنية للبلدان الأعضاء بناء على طلبها، بالاستفادة من الموارد التي تتمتع بها. ويقدم برنامج التعاون التقني المساعدة في جميع المجالات المتصلة بولاية المنظمة واختصاصاتها التي يشملها الإطار الاستراتيجي لتلبية الاحتياجات ذات الأولوية للحكومات. وقامت المنظمة بنشاط بإسراع وتيرة نقل التكنولوجيا وتوسيع نطاق الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية إلى بلدانها الأعضاء عن طريق مشاريع برنامج التعاون التقني. وإن تربية سمك الشبوط في قيرغيزستان أو معالجة أمراض الروبيان في فييت نام أو استزراع الأعشاب البحرية وأسماك السلماني (milkfish) في زنبار أو "ممارسة تربية الأحياء المائية باعتبارها عملاً تجارياً" لبناء القدرات في أفريقيا هي فقط بعض الأمثلة على المساعدة التي قدمتها المنظمة إلى السلطات القطرية لاعتماد الابتكارات التكنولوجية في مجال تربية الأحياء المائية بما يعود بالنفع على المستزرعين ومنظمات المستزرعين والتنمية الاقتصادية المستدامة لمصايد الأسماك. وتؤثر مشاريع برنامج التعاون التقني أيضاً بصورة غير مباشرة على تنمية تربية الأحياء المائية كما هو الحال بالنسبة إلى اعتماد التخطيط المكاني بالنسبة إلى الأقفاس البحرية في جمهورية إيران الإسلامية، والتكيف مع تربية الأحياء المائية الذكية مناخياً في بيرو.

43- ويغطي برنامج التعاون في ما بين بلدان الجنوب والتعاون الثلاثي التعاون في ما بين بلدان الجنوب والتعاون الثلاثي. وأثبتت هذه البرامج فعاليتها في خلق فرص العمل وبناء البنية الأساسية وتعزيز التجارة في مختلف بلدان الجنوب.

70 FAO. 2017. Regional review on status and trends in aquaculture development in sub-Saharan Africa – 2015, by Benedict P. Satia. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1135/4. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-i6873e.pdf>

وهي تسعى إلى تعزيز إطار واسع النطاق للتعاون في ما بين البلدان النامية وتتيح نموذجاً مكملاً للعلاقة التقليدية بين الجهات المانحة والجهات المستفيدة. وفي الوقت الذي يضطلع فيه التعاون في ما بين بلدان الجنوب بدور أكبر من أي وقت مضى في معالجة انعدام الأمن الغذائي، يبلغ الطلب العالمي على حلول إغائية تأتي من بلدان الجنوب ويتم اختبارها وإثبات فعاليتها، أعلى مستوى له على الإطلاق. وأقيم هذا النوع من التعاون في ناميبيا وأوغندا وجنوب أفريقيا وغيرها، وتعلق بمركز التربية، ومصنع أعلاف في شكل كريات واستزراع الأسماك في حقول الأرز، ونقل الابتكارات التكنولوجية في مجال تربية الأحياء المائية من البرازيل والصين وفيت نام وغيرها إلى بلدان نامية أخرى.

44- وتكمن الشراكات والشراكة بين القطاعين العام والخاص، مثل الشراكة بين منظمة الأغذية والزراعة والاتحاد الأوروبي بشأن التنمية المتكاملة لتربية الأحياء المائية في البحر الأبيض المتوسط (MedAID)، نهج النظم الإيكولوجية لإفساح المجال لتربية الأحياء (Aquaspace) وغير ذلك، في صلب مهمة المنظمة المتمثلة في المساعدة على بناء توافق في الآراء من أجل عالم خالٍ من الجوع. وإن فعالية ومصداقية المنظمة كمنتهدى لصنع السياسات وكمركز فريد للامتياز وللمعارف والخبرات الفنية، تعتمدان إلى حد كبير على قدرتها على العمل وإقامة شراكات استراتيجية. ولا سبيل إلى دحر انعدام الأمن الغذائي إلاّ من خلال التعاون الفعال مع الحكومات والمجتمع المدني والقطاع الخاص والأوساط الأكاديمية ومراكز البحوث والتعاونيات، واستفادة البعض من المعارف والمزايا النسبية للبعض الآخر.

المستوى الإقليمي

45- تشكل إقامة الشبكات أحد الخيارات لتيسير تبادل المعارف ونشرها. وقد دعمت المنظمة إقامة شبكات معنية بتربية الأحياء المائية في الكثير من الأقاليم، مثل شبكة مراكز تربية الأحياء المائية في إقليم آسيا والمحيط الهادئ، وشبكة تربية الأحياء المائية في أفريقيا، وشبكة مراكز تربية الأحياء المائية في أوروبا الوسطى والشرقية، وجمعية ميكرونيزيا لتربية الأحياء المائية المستدامة، وشبكة تربية الأحياء المائية في الأمريكيتين. كما توجد شبكات إقليمية للترويج للابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية، مثل منصة الابتكار في مجالي مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية (FAIP) واتحاد الأغذية البحرية الترويجي وغير ذلك. وقد أنشئت هذه الشبكات بهدف تحسين الاتصالات بين جمعيات البحوث والقطاع، والاضطلاع بدور هام بشأن المسائل التي ينبغي أن تولى لها الأولوية في برامج البحوث والتبادل ذات الصلة بالقطاع. وكان هناك أثر آخر طويل الأجل للتعاون بين الشبكات تمثل في اعتماد قطاع الأغذية البحرية بشكل تدريجي لموقف على درجة أكبر من الإيجابية باتجاه البحث والتطوير بصفة عامة.⁷¹

46- وتشكل إقامة اتحادات نهجا مهما آخر للترويج للابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية في الإقليم الواحد أو عبر الأقاليم. وتوجد في مختلف أنحاء العالم اتحادات في مجال تربية الأحياء المائية، من قبيل تكثيف تربية الأحياء المائية الخضراء في أوروبا (GAIN)، ومنصة تربية الأحياء المائية التابعة للاجتماع الآسيوي الأوروبي، واتحاد التعاون المتعلق بالتعليم والتدريب في المجالين التقني والمهني التابع لرابطة أمم جنوب شرق آسيا والصين (ACCTC). وتعد شبكات التواصل الاجتماعي حالة خاصة من إقامة الشبكات التي يمكن أن تتيح لأصحاب مشاريع تربية الأحياء المائية والعاملين

71 Valvåg, O.R. Technology transfer through networks: experiences from the Norwegian seafood industry. FAO Fisheries Circular. No. 1004. Rome, FAO. 2005. 14p, <http://www.fao.org/3/a-a0012e.pdf>

في هذا القطاع فرصا لتبادل المعارف والبقاء على اتصال بأسرهم ومجموعاتهم الاجتماعية، وهو ما يكتسي أهمية بالغة عندما يكونوا في عرض البحر أو بحاجة إلى الهجرة لأغراض الصيد/الاستزراع.

47- وتكمن إحدى الصعوبات المستجدة أمام نقل الابتكارات وتوسيع نطاقها في تزايد الشكوك في ما يتعلق بتغيير المناخ والتغيرات العالمية الأخرى.⁷² وتعتبر تنمية القدرات إحدى الوظائف الرئيسية للمنظمة تحت إطار "تقديم الدعم الفني لنقل التكنولوجيا وبناء القدرات" ويمكن أن توفر حلولاً. فهي "العملية التي يقوم من خلالها الأفراد والمنظمات والمجتمع ككل بإطلاق قدراتهم وتعزيزها وخلقها وتطويرها والمحافظة عليها بمرور الوقت". وجرى العادة على أن ترتبط بنقل المعرفة وتدريب الأفراد، ولكنها عملية تغيير معقدة، وغير خطية، وطويلة الأجل لا يستطيع فيها أي عامل بمفرده (مثل المعلومات، والتثقيف والتدريب، والمساعدة الفنية، والمشورة في مجال السياسات وغيرها) أن يكون في حد ذاته تفسيراً لتنمية القدرات.⁷³ وقد طبق نقل الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية في ميادين مختلفة من خلال مدارس المزارعين الحقلية.^{74,75}

48- ويُقترح إقامة شبكات محلية للابتكار في مجال الأعلاف (FIN) في الأمريكتين والصين وجنوب شرق آسيا. ويمكن لهذه الشبكات المحلية توجيه عملية تقييم المكونات في ما يتعلق بالأنواع المحلية وتبادل بيانات الأداء في قاعدة بيانات خاصة بالمكونات. وستنظم اجتماعات ومؤتمرات إقليمية عن بعد بشكل دوري من أجل توفير منتدى لتبادل المعارف.

المنتجات المعرفية وتبادل المعرفة

49- تركز المنظمة جهودها، باعتبارها مركزاً للمعرفة، لتجميع الابتكارات التكنولوجية في مجال تربية الأحياء المائية في منتجات معرفية، مثل معارف وأدوات إلكترونية، وأشربة فيديو، وكتب، ومداولات، وملصقات، وكتيبات، وأدلة، ومجموعات تدريب محمولة، وغير ذلك. كما تبذل جهوداً دؤوبة لتيسير عمليات تبادل المعلومات والمعارف في ما بين الأعضاء من خلال تنظيم ندوات عالمية أو إقليمية بشأن الابتكارات الزراعية، والحوار في مجال السياسات، والمؤتمرات وحلقات العمل للتوعية بالابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية، وتبادل الممارسات الجيدة، وتجريب مشاريع لغرض الإيضاح. ومن جهة أخرى، تقوم المنظمة بنشر منتجات معرفية من أجل الحصول عليها بسهولة وعلى نطاق واسع، وتجعل مطبوعات مهمة متوفرة بلغات الأمم المتحدة كافة ومتاحة للترجمة إلى اللغات المحلية.

50- وتنشر المنظمات والوكالات الدولية والوطنية، مثل الوكالات التابعة لمنظمة الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، والوكالات الحكومية، والأوساط الأكاديمية والجامعات، ومراكز الإيضاح الفني والمدارس المهنية العديد من المنتجات المعرفية المتعلقة بالابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية وغالباً ما تهدف إلى زيادة الموارد البشرية في القطاع

⁷² Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S., Poulain, F. (eds). Impacts of climate change on fisheries and aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 627. Rome, FAO. ISBN 978-92-5-130607-9 <http://www.fao.org/3/I9705EN/i9705en.pdf>

⁷³ استراتيجية المنظمة لتنمية القدرات. <http://www.fao.org/3/a-k8908a.pdf>

⁷⁴ Halwart, M., Settle, W. 2008. Participatory training and curriculum development for Farmer Field Schools in Guyana and Suriname. A field guide on Integrated Pest Management and aquaculture in rice. Rome, FAO. 122p. <http://www.fao.org/3/a-ba0031e.pdf>

⁷⁵ Building capacity for integrated rice-fish systems through the regional rice initiative and South-South Cooperation <http://www.fao.org/3/a-i7239e.pdf>

الخاص وعدد مستزرعي الأسماك التجارية من أصحاب الحيازات الصغيرة الذين لهم معارف محسنة في مجال تربية الأحياء المائية ومهارات عملية حديثة. وغالبا ما تكون المعلومات مشتتة ومتناثرة، وفي ما يتعلق بمنصات الابتكارات الشاملة ومراكز المعرفة على وجه الخصوص، ما يزال من الممكن تحسين تمثيل وربط تربية الأحياء المائية.⁷⁶ ويمكن للتعاون والشراكات زيادة فرص الحصول الواسع النطاق على المنتجات المعرفية الخاصة بالابتكار بما يعود بمنافع على عدد أكبر من أصحاب المصلحة. وتشجع المنظمة زيادة تبادل وتقاسم المعارف بشأن الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية.

التوجيهات المطلوبة

51- إن اللجنة الفرعية مدعوة إلى القيام بما يلي:

- ◀ الإقرار بأهمية تربية الأحياء المائية في زيادة الكفاءة والحد من الأثر المترتب على البيئة ومكافحة تغير المناخ.
- ◀ تبادل الخبرات (بما في ذلك التجارب الناجحة والدروس المستخلصة) بخصوص الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية.
- ◀ إسداء المشورة وتشجيع المجتمع الدولي، ولاسيما شبكات تربية الأحياء المائية القائمة، على تحسين التعاون بشأن تجميع المنتجات المعرفية المتعلقة بالابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية وتحديثها وتبادلها من أجل زيادة كفاءة استخدام الموارد ومعالجة تغير البيئة والمناخ.
- ◀ تقديم توجيهات والدعوة إلى زيادة توفير الموارد المالية وتخصيصها لتعزيز المساعدة الفنية لتوسيع نطاق الابتكارات في مجال تربية الأحياء المائية من خلال شتى الآليات، مثل برنامج التعاون التقني وإقامة الشبكات أو التعاون في ما بين بلدان الجنوب والشراكات بين القطاعين العام والخاص.