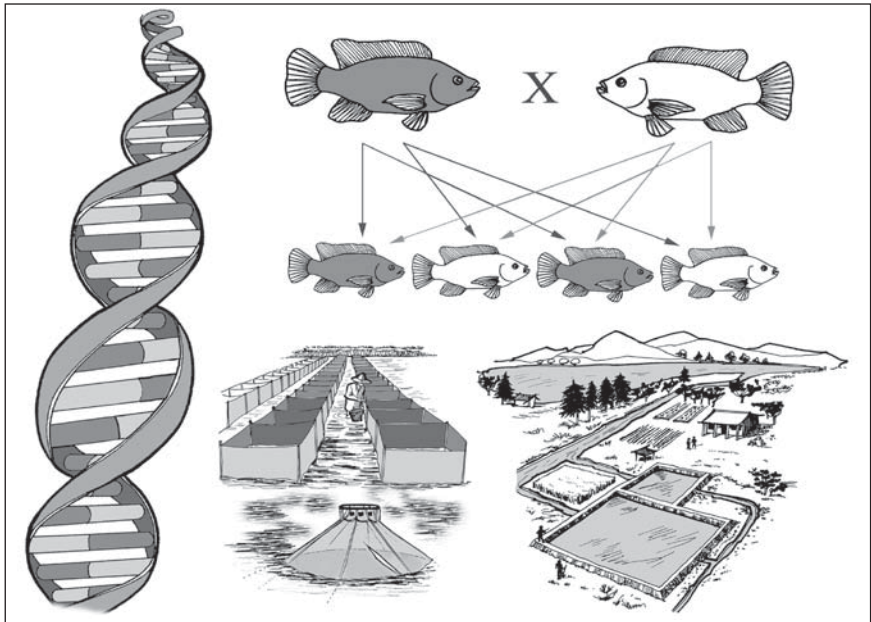


الخطوط التوجيهية الفنية لتحقيق الصيد الرشيدي



ملحق رقم ٣

تطوير تربية الأحياء المائية ٣- إدارة الموارد الوراثية



الخطوط
التوجيهية الفنية
لتحقيق الصيد
الرشيد

٥

ملحق رقم ٣

تطوير تربية الأحياء المائية

٣- إدارة الموارد الوراثية

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

روما، ٢٠١٠

الأوصاف المستخدمة في هذه المواد الإعلامية وطريقة عرضها لا تعبر عن أي رأي خاص لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة في ما يتعلق بالوضع القانوني أو التنموي لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة، أو في ما يتعلق بسلطاتها أو بتعيين حدودها وتخومها. ولا تعبر الإشارة إلى شركات محددة أو منتجات بعض المصنعين، سواء كانت مرخصة أم لا، عن دعم أو توصية من جانب منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أو تفضيلها على مثيلاتها مما لم يرد ذكره.

تمثل وجهات النظر الواردة في هذه المواد الإعلامية الرؤية الشخصية للمؤلف (المؤلفين)، ولا تعكس بأي حال وجهات نظر منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة.

ISBN 978-92-5-606045-7

جميع حقوق الطبع محفوظة. وإن منظمة الأغذية والزراعة تشجع نسخ ونشر المواد الإعلامية الواردة في هذا المطبوع. ويجوز عند الطلب استخدامه مجاناً لغير الأغراض التجارية. وقد يتوجب دفع رسوم مالية لقاء نسخه بغرض إعادة بيعه أو لأغراض تجارية أخرى، بما في ذلك للأغراض التعليمية. وتقدم طلبات الحصول على إذن بنسخ أو نشر منتجات المنظمة المحمية بموجب حقوق الطبع وغيرها من استفسارات عن الحقوق والتراخيص بالكتابة على عنوان البريد الإلكتروني: copyright@fao.org أو إلى:

Chief
Publishing Policy and Support Branch
Office of Knowledge Exchange, Research and Extension
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy

© FAO 2010

إعداد هذه الوثيقة

أعدت إدارة مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية لدى منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (المنظمة) هذه المبادئ التوجيهية التقنية، تحت إشراف ديفين م. بارتلي (كبير مسؤولي مصادر صيد الأسماك) وذلك بدعم من البرنامج الدوري للمنظمة وهيئة المنظمة للموارد الوراثية للأغذية والزراعة وبرنامج منظمة الأغذية والزراعة المعني بالشراكات العالمية من أجل الصيد الرشيد والجمعية التعاونية العالمية لمصايد الأسماك. ساهم خبراء إدارة الموارد الوراثية التاليون في بعض فصول المبادئ التوجيهية: ديفين م. بارتلي ومالكولم ك. م. بيفيريدج ورنالد أ. بروميت ويواكيم كارولسفلد و ر. ج. لوتون وبريان ج. هارفي وأن كابسينسكي وغراهام ماير وراؤول جورج بونزوني وروجر س. ف. بولين ودوغلاس تاف وألفارو توليدو. المحرر العام للإرشادات هو ديفين م. بارتلي بمساعدة من الخبراء المذكورين أعلاه. تخطيط التنسيق: خوسيه لويس كاستيا؛ تصميم الغلاف: إيمانويلا دي أنتوني.

تم تنسيق طباعة وترجمة هذه المبادئ التوجيهية التقنية من قبل م. هالوارت من دائرة تربية الأحياء المائية (FIRA) التابعة لإدارة مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في المنظمة. الغالبية العظمى من التنسيق والتحرير لإنتاج هذه المبادئ التوجيهية تم إنجازها بينما كان المحرر العام في دورة تدريب في مجال التطوير لموظفي المنظمة في فيكتوريا، كولومبيا البريطانية، بإشراف الجمعية التعاونية لمصايد الأسماك العالمية. دعم اللجنة الاستشارية بالمنظمة لشؤون التدريب الخارجي والجمعية التعاونية لمصايد الأسماك مشهود له بالتقدير والعرفان.

منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠١٠. تطوير تربية الأحياء المائية. ٥. إدارة الموارد الوراثية. الخطوط التوجيهية الفنية لتحقيق الصيد الرشيد الصادرة عن منظمة الأغذية والزراعة. رقم ٥، الملحق ٣. روما، منظمة الأغذية والزراعة. ٢٠١٠. ١٤١ صفحة.

الخلاصة

هذه الخطوط التوجيهية الفنية طورت لدعم اقسام مصطلحات مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد لدى منظمة الأغذية والزراعة في الجوانب المتعلقة بإدارة الموارد الوراثية في تربية الأحياء المائية. التوجيه مقدم بشأن إدارة قطعان التفريخ والتدجين وبرامج التحسين الوراثي ونشر برامج الأسماك المحسنة وراثيا والاعتبارات الإقتصادية في برامج التحسين الوراثي وتقييم المخاطر ورصدها ومصايد الأسماك القائمة على الإستزراع والحفاظ على الموارد الوراثية للأسماك وبنوك الجينات والمنهج الوقائي والعلاقات العامة. الإدارة الفعالة للموارد الجينية وتقييم المخاطر ورصدها يمكن ان تساعد على تعزيز إستزراع مائي رشيد عن طريق زيادة مردود الإنتاج وفاعليته وتساعد في التقليل من الآثار الضارة على البيئة. ينبغي لهذه الفوائد المستقاة من التطبيقات الرشيدة للمبادئ الوراثية في تربية الأحياء المائية، ان تصل إلى المستهلكين وصانعي السياسات والعلماء وغيرهم من المهتمين في مجال مصايد الأسماك الرشيدة وتربية الأحياء المائية.

المحتويات

صفحة			
iii		إعداد هذه الوثيقة	
iv		الخلاصة	
ix		قائمة المساهمين	
xi		خلفية	
١		مقدمة	١
٢		١-١ قيمة التنوع الوراثي والحاجة إلى إدارة الموارد الوراثية	
٣		٢-١ المواد المتعلقة بالدونة	
٧		المعايير الدولية	٢
١٣		إدارة قطعان التفريخ: التهجين الذاتي والإنجراف الوراثي والتدجين	٣
١٣		١-٣ مقدمة	
١٣		٢-٣ التهجين الذاتي	
٢١		٣-٣ الإنجراف الوراثي	
٣٠		٤-٣ التدجين	
٣٢		٥-٣ المعوقات والفرص	
٣٤		منهجيات التحسين الوراثية المتبعة في تربية الأحياء المائية	٤
٣٤		١-٤ مقدمة	
٣٤		٢-٤ التحسين الوراثي في تربية الأحياء المائية	
٣٥		٣-٤ نهج التحسين الوراثي	
٣٦		١-٣-٤ الانتخاب الوراثي	
٤٢		٢-٣-٤ التهجين والتزاوج الخلطي	
٤٤		٣-٣-٤ التلاعب بمجموعة الكروموسومات	
٤٦		٤-٣-٤ التحكم بنوع الجنس	
٤٩		٥-٣-٤ التعديل الوراثي	
٥٢		٦-٣-٤ الواسمات الوراثية والانتخاب بمساعدة الواسمات	
٥٤		٤-٤ الوضع الحالي لتعزيز الصفات الوراثية والسيناريوهات المستقبلية	

٥٨	نشر السلالات المحسنة وراثياً وإتفاقيات نقل المواد	٥
٥٨	مقدمة	١-٥
٦٠	نقل سلالة محسنة من بلد إلى بلد آخر	٢-٥
٦٠	١-٢-٥ مقدمة	
٦٠	٢-٢-٥ توجيهات بشأن النقل	
٦٢	٣-٢-٥ إتفاقيات نقل المواد	
٦٢	٤-٢-٥ بروتوكولات للنقل	
	نشر سلالة محسنة داخل البلد كجزء من إستراتيجية عقلانية لتطوير تربية	٣-٥
٦٦	الأحياء المائية	
٦٧	٤-٥ مناقشة	
٦٩	ملحق ١-٥ إتفاقية نقل المواد	
٧٠	الاعتبارات الإقتصادية ذات الصلة ببرامج التحسين الوراثي	٦
٧٠	الأدلة حول التحسين الوراثي	١-٦
٧٠	العوامل التي تحد من اعتماد واسع النطاق للتكنولوجيا	٢-٦
٧١	أهداف التكاثر	٣-٦
٧٣	التكاليف والمنافع لبرنامج التحسين الوراثي	٤-٦
	العوامل التي تؤثر على المنافع الإقتصادية ونسبة المنافع/ التكلفة لبرامج التحسين	٥-٦
٧٤	الوراثي	
٧٤	الجدوى العامة للنتائج	٦-٦
٧٦	تحديد المواقع على قاعدة قيم المؤشر في سياق الحياة الحقيقية	٧-٦
٧٦	تحليل الحساسية	٨-٦
٧٧	المؤشرات البيولوجية	١-٨-٦
٧٨	المؤشرات الإقتصادية	٢-٨-٦
٧٩	الكفاءة التشغيلية	٣-٨-٦
٧٩	موجز تحليل الحساسية	٤-٨-٦
٨٠	فرصة النجاح	٩-٦
٨٠	ملاحظات ختامية	١٠-٦
٨٣	تقييم ورصد الخطر في برامج التحسين الوراثي	٧
٨٣	مقدمة	١-٧

٨٤	مدونة السلوك	٢-٧
٨٥	المبادئ	٣-٧
٩٠	تقييم التأثيرات الوراثية	٤-٧
٩١	تقييم الآثار الإيكولوجية	٥-٧
٩٣	تحليل عدم اليقين	٦-٧
٩٣	إدارة الخطر الإيكولوجي	٧-٧
٩٤	الحبس للكائنات المعدلة وراثياً	١-٧-٧
٩٤	رصد وجود تأثيرات إيكولوجية للكائنات المعدلة وراثياً	٢-٧-٧
٩٦	المعوقات والفرص	٨-٧
٩٧	الإستنتاج	٩-٧
٩٨	مصايد الأسماك القائمة على الزراعة	٨
٩٨	مبادئ عامة	١-٨
٩٩	خطة لإدارة الموارد الوراثية لمصايد الأسماك القائمة على الإستزراع	٢-٨
٩٩	مواد المخزون مع الأنواع المحلية	١-٢-٨
٩٩	مصايد الأسماك القائمة على إستزراع المواد المخزونة حيث من المفترض أن تتزاوج	٢-٢-٨
١٠١	المفترض أن تتزاوج مع بعضها البعض، ولكن ليس مع الأنواع المحلية	٣-٢-٨
١٠١	مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع حيث المواد المخزونة ليس	
١٠٢	مقصود منها أن تتكاثر	
١٠٣	الرصد والتقييم والإبلاغ	٣-٨
١٠٥	المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك و تربية الأحياء المائية	٩
١٠٥	مقدمة	١-٩
١٠٥	الموارد الوراثية للأسماك البرية	٢-٩
١٠٧	أهمية تربية الأحياء المائية	٣-٩
١٠٨	نهج الإدارة	٤-٩
١٠٨	تصنيف وترتيب الأولويات	١-٤-٩
١١٠	منظورات بين القطاعات	٢-٤-٩
١١٢	التوأمة بين تربية الأحياء المائية والمحافظة	٣-٤-٩

١١٣	المحافظة في الموقع الطبيعي	٤-٤-٩	
١١٤	المحافظة خارج الموقع الطبيعي	٥-٤-٩	
١١٦	المعلومات	٥-٩	
١١٨	تربية الأحياء المائية للمحافظة على الأسماك المهددة بالإنقراض	٦-٩	
١١٩	ملخص	٧-٩	
١٢١	الموارد البنكية المائية الوراثة		١٠
١٢١	مقدمة	١-١٠	
١٢١	بنوك الجينات في الموقع الطبيعي وخارج الموقع الطبيعي	٢-١٠	
١٢٢	التاريخ	٣-١٠	
١٢٢	التوجيه لبنوك حفظ الأمشاج والأجنة بالتجميد	٤-١٠	
١٢٤	توجيهات بشأن بنوك الجينات الحية (مجموعات مخزون التفريخ)	٥-١٠	
١٢٤	إدارة البيانات	٦-١٠	
١٢٥	سياسة النتائج	٧-١٠	
١٢٥	إنشاء بنك للجينات المائية	٨-١٠	
١٢٧	نهج وقائي		١١
١٢٧	نهج	١-١١	
١٣٠	الإستنتاجات	٢-١١	
١٣١	العلاقات العامة وتوعية المستهلك		١٢
١٣١	مقدمة	١-١٢	
١٣٢	إستراتيجية الإتصال	٢-١٢	
١٣٣	إعرف جمهورك	١-٢-١٢	
١٣٣	إقامة شراكات للمساعدة على تعزيز برامج الإدارة الوراثة	٢-٢-١٢	
١٣٥	التعلم من القطاعات الأخرى	٣-٢-١٢	
	استخدام مصطلحات دقيقة بما يتفق مع التشريعات الوطنية والدولية	٤-٢-١٢	
١٣٦			
١٣٧	الإستنتاج	٣-١٢	
١٣٨	إعلان نيروبي		الملحق ١

قائمة المساهمين

- ديفين م. باركلي
إدارة مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية
منظمة الأغذية والزراعة
Viale delle Terme di Caracalla 00153
Rome, Italy
البريد الإلكتروني : devin.bartley@fao.org
- برايين هارفي
755 Emerson St. Victoria,
B.C.Canada V8R 2C2
البريد الإلكتروني : bjharvey@telus.net
- غراهام ماير
مدرسة العلوم البيولوجية
جامعة فلندرز
GPO Box 2100 Adelaide,
South Australia 5001
Australia
البريد الإلكتروني :
graham.mair@flinders.edu.au
- مالكولم س. م. بيفيريدج
المركز العالمي للأسمك
ص.ب ١٢٦١ المعادي
١١٧٢٨ القاهرة، مصر
البريد الإلكتروني : m.beveridge@cgiar.org
- راؤول و. بونزونى
المركز العالمي للأسمك
Jalan Batu Maung 1960 Batu
MaungPenang, Malaysia
البريد الإلكتروني : r.ponzoni@cgiar.org
- راندا ل. بروميت
PO Box 228 (Messa)
Yaoundé, Cameroon
البريد الإلكتروني : r.brummett@cgiar.org
- ر. ج. لاوتون
المركز العالمي للأسمك
٣، شارع أبو الفدا، الطابق السادس، الزمالك،
القاهرة، مصر
- آن كابوسينسكي
إدارة مصائد الأسماك، الحياة البرية وعلوم الأحياء
المحافظة، جامعة مينيسوتا
200 Hodson Hall 1980 Folwell Ave.
St. Paul, MN 55108
United States of America
البريد الإلكتروني : kapus001@umn.edu
- راؤول و. بونزونى
المركز العالمي للأسمك
Jalan Batu Maung 1960 Batu
MaungPenang, Malaysia
البريد الإلكتروني : r.ponzoni@cgiar.org
- روجر س. ف. بولين
خبير منظمة الأغذية والزراعة
7A Legaspi Park View
134 Legaspi St
Makati City, Philippines
البريد الإلكتروني : karoger@pacific.net.ph
- دوغلاس تاف
نيو مكسيكو لجنة التدفق بين الولايات
121 Tijeras NE, Suite 2000
Albuquerque, NM 87102
United States of America
البريد الإلكتروني : douglas.tav@state.nm.us

١. ظل صيد الأسماك منذ أقدم الأزمنة مصدراً رئيسياً لغذاء الإنسان ومصدر عمل ومنافع اقتصادية للقائمين بهذا النشاط. غير أنه مع إزدياد المعرفة الاقتصادية للقائمين بهذا النشاط، غير انه مع ازدياد المعرفة والتطوير الديناميكي لمصايد الأسماك تبين أن موارد الأحياء المائية، رغم تجددتها، ليست أولية ولا بد من إدارتها بشكل رشيد إذا أردنا أن تساهم على الدوام في تحسين الأوضاع الغذائية والإقتصادية لسكان هذا العالم الذين يتزايد عددهم بإطراد.

٢. لقد وفر تبني ميثاق الأمم المتحدة لقانون البحار في عام ١٩٨٢ إطاراً جديداً لإدارة أفضل لمصادر الثروة البحرية، إذ أن النظام القانوني الجديد لحماية المحيطات منح الدول الساحلية حقوقاً ومسئوليات لإدارة مصادر الثروة السمكية في المناطق الخاضعة لسيطرتها التي تشمل حوالي ٩٠٪ من الثروة السمكية العالمية، والإنتفاع منها.

٣. لقد أصبح صيد الأسماك في السنوات الأخيرة قطاعاً ديناميكياً التطور في صناعة الأغذية. وبذلت الكثير من الدول جهداً كبيراً للإستفادة من الفرص الجديدة المتاحة لها في هذا المجال بالإستثمار في أساطيل سفن الصيد الحديثة وفي معاميل التصنيع إستجابة للطلب المتزايد على الأسماك والمنتجات السمكية. على أي حال فقد أصبح واضحاً أن كثيراً من مصادر الثروة السمكية لم تعد قادرة على تلبية الزيادة في الإستغلال الذي كان بلا رقابة.

٤. لقد أصبح جلياً أن الإفراط في إستغلال مخزون الثروة السمكية الهامة، والتغيرات في الأنظمة البيئية التي تسبب إقتصادية جسيمة، والنزاعات الدولية على إدارة وتجارة الأسماك، باتت تهدد إستمرارية توفر هذه الثروة على المدى البعيد ومساهمتها بالتالي في مصادر الغذاء. ولهذا أوصت لجنة مصايد الأسماك التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة في دورتها التاسعة عشرة التي عقدت في مارس/آذار ١٩٩١ بأن الحاجة ملحة إلى إعتناء نهج إدارة جديدة في إدارة مصايد الأسماك تأخذ بعين الإعتبار المحافظة على الثروة السمكية والعوامل البيئية والإجتماعية والإقتصادية. وطلبت من المنظمة تطوير مفهوم الصيد الرشيد والتوسع في صياغة قواعد السلوك بهذا الشأن لتعزيز تطبيقها.

٥. وبعد ذلك قامت حكومة المكسيك، بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة، بتنظيم مؤتمر دولي في كانكون في شهر مايو/ آيار ١٩٩٢. وقد رفع " إعلان كانكون" الذي وافق عليه المؤتمر المذكور إلى مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتطوير الذي عقد في البرازيل في يونيو/حزيران ١٩٩٢، فأيد ذلك المؤتمر إعداد مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد. علاوة على ذلك، أوصت هيئة المشاورات الفنية بشأن صيد الأسماك في أعالي البحار، التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة، التي إنعقدت في سبتمبر أيلول ١٩٩٢، بوضع قواعد تعالج الأمور المتعلقة بصيد الأسماك في أعالي البحار.

٦. وقد قام مجلس المنظمة في دورته الثانية بعد المئة، التي عقدت في نوفمبر/تشرين الثاني ١٩٩٢، ببحث وصياغة تلك القواعد وأوصى بإعطاء الأولوية لمواضيع الصيد في أعالي البحار، وطلب أن تقدم الإقتراحات بشأن تلك القواعد إلى لجنة المنظمة لمصايد الأسماك في دورتها لعام ١٩٩٣.

٧. قامت لجنة مصايد الأسماك في دورتها العشرين التي عقدت في شهر مارس/آذار بدراسة عامة لإطار وفحوى القواعد المذكورة، بما في ذلك الخطوط التوجيهية، ووافقت على جدول زمني لمزيد من العمل في إعداد تلك القواعد. كما طلبت من المنظمة أن تقوم على وجه السرعة بإعداد مقترحات لمنع سفن الصيد من تغيير أعلامها بقصد التمويه، وهو تصرف يؤثر على إجراءات الحفاظ على الثروة السمكية وحسن إدارتها في أعالي البحار بالإجراءات الدولية للحفاظ على الثروة السمكية وحسن إدارتها، والتي تشكل بموجب قرار مؤتمر المنظمة رقم ١٥/٩٣ جزءاً لا يتجزأ من القواعد السالفة الذكر.

٨. تمت صياغة القواعد بحيث يكون تفسيرها وتطبيقها وفقاً لأحكام القوانين الدولية ذات الصلة كما هي واردة في ميثاق الأمم المتحدة لقانون البحار الصادر عام ١٩٨٢، ومطابقاً كذلك للإتفاقية الخاصة بتطبيق أحكام مؤتمر الأمم المتحدة لقانون البحار الصادر في ١٥ ديسمبر/كانون أول ١٩٨٢ والمتعلق بصيانة وإدارة مخزون الأسماك المنتشر في المناطق البحرية ومخزون الأسماك الكثيرة الترحال في عام ١٩٩٥، وعلى ضوء إعلان كانكون لعام ١٩٩٢، ضمن أمور أخرى، وإعلان ريو الخاص بالبيئة والتطوير، خصوصاً الفصل ١٧ من جدول الأعمال الحادي والعشرين.

٩. وقد قامت منظمة الأغذية والزراعة بإعداد هذه القواعد بالتشاور والتعاون مع وكالات الأمم المتحدة ذات الصلة والمنظمات الدولية الأخرى، بما فيها المنظمات غير الحكومية.

١٠. تتألف قواعد السلوك هذه من خمسة بنود تمهيدية هي : الطبيعة والمجال، الأهداف، العلاقات بإتفاقات أخرى، التنفيذ والمراقبة والتجديد، المتطلبات الخاصة للدول النامية. ويتلو هذه البنود التمهيدية بند عن المبادئ العامة التي تسبق الستة بنود الجزرية الخاصة بإدارة الثروة السمكية، وعمليات صيد الأسماك، وتطوير الأحياء المائية، ودمج المصايد السمكية ضمن إطار المناطق الساحلية، وأعمال ما بعد الصيد والتجارة، والأبحاث الخاصة بالمصايد. وكما ذكر سابقاً فإن الإتفاقية الخاصة بتشجيع تطبيق الإجراءات الدولية للحفاظ على الثروة السمكية وحسن الإدارة من قبل سفن صيد الأسماك في أعالي البحار تشكل جزءاً لا يتجزأ من هذه القواعد.

١١. والتقييد بهذه القواعد طوعي، إلا أن أجزاء معينة منها وضعت على أساس الأحكام الواردة في القانون الدولي الذي يتضمنه ميثاق الأمم المتحدة الخاص بقانون البحار بتاريخ ١٥ ديسمبر/كانون أول ١٩٨٢. كما تتضمن القواعد أحكاماً قد تكون ملزمة معقودة بين الأطراف المعنية، مثل إتفاقية عام ١٩٩٣ الخاصة بتشجيع التزام سفن الصيد في أعالي البحار بأحكام إجراءات الحفاظ على الثروة السمكية وحسن إدارتها.

١٢. في ٣١ أكتوبر/تشرين الأول ١٩٩٥ تبنت المؤتمر العام لمنظمة الأغذية والزراعة الدولية في جلسته الثامنة والعشرين مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد بموجب القرار رقم ٩٥/٤. وقد كلف نفس القرار منظمة الأغذية والزراعة الدولية أن تضع خطوطاً توجيهية فنية مناسبة لدعم هذه القواعد بالتعاون مع الدول الأعضاء والمنظمات الأخرى المهتمة بالموضوع.

لقد صار دور تربية الأحياء المائية معترف به الآن في الانتاج الغذائي والتطوير الإقتصادي والأمن الغذائي. وكأسرع قطاع إنتاج غذائي نمواً، يبشر تربية الأحياء المائية بالمساعدة في توفير الطعام للعدد المتزايد من السكان حيث أن العديد من ثروات مصايد الأسماك في العالم قد وصلت إلى الحدود البيولوجية للإنتاج أو قد نضبت بسبب الإفراط في الصيد وتدهور البيئة الطبيعية. دور تربية الأحياء المائية في المحافظة وإنعاش الأنواع المهددة والمعرضة للانقراض، معترف به بشكل أقل. في الواقع، وفي كثير من الأحيان، تورط تربية الأحياء المائية في المساهمة في تعريض التنوع البيولوجي المائي للخطر.

قطاع تربية الأحياء المائية حقق تقدماً كبيراً في زيادة الإنتاج وحماية البيئة. ومع ذلك، فإن القطاع يتعرض الآن لإنتقادات لتسببه بتدهور البيئة المائية من خلال إطلاق النفايات السائلة والتي تشمل المواد الغذائية غير المأكولة والنفايات والمستحضرات الدوائية، ومن خلال هروب الأسماك المستزرعة. هناك إمكانية لتحسين الإنتاجية والكفاءة والإستمرارية البيئية لهذا القطاع، والإدارة الفعالة للموارد الوراثية المائية يمكن أن تساعد في معالجة جميع المسائل السابقة الذكر. الأسماك المحسنة وراثياً (الفصل ٤؛ وه ٦) تنمو على نحو أسرع وتستهلك الغذاء بفاعلية أكثر، مما سينتج نفايات أقل. الأسماك المقاومة للأمراض تتطلب علاجات دوائية أقل. يمكن تعقيم بعض الأسماك المستزرعة للحد من فرصة تكاثرها مع الأنواع المحلية أو إنشاء عشائر سائبة. إدارة قطع التفريخ (الفصل ٣ و ٨)، وبرامج التحسين الوراثي (الفصل ٤؛ وه ٦)، وبنوك الجينات (الفصل ١٠) ستساعد على تحسين الإنتاج والربح، فضلاً عن المساعدة في حماية وصون الموارد البرية (الفصل ٩). سيساعد تقييم المخاطر (الفصل ٧)، والالتزام بالمبادئ التوجيهية الدولية (الفصل ٢) والنهج الوقائي (الفصل ١١) على ضمان القرارات الواعية التي من شأنها حماية المجتمع والبيئة، بينما تسمح في نفس الوقت بتطوير القطاع.

الموارد الوراثية في مصايد الأسماك (FiGR) تشمل جميع المواد الوراثية للأسماك الزنغية واللافقاريات المائية التي لها قيمة فعلية أو محتملة لثروات مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية. ويشمل ذلك الحمض النووي والجينات والأمشاج، والكائنات الفردية والبرية والمزرعة ومجموعات البحث، والأصناف والكائنات الحية التي تم تغييرها وراثياً (على سبيل المثال عن طريق التكاثر الانتقائي والتهجين والتعديل الكروموسوماتي ونقل الجينات). موضوع هذه المبادئ التوجيهية هو كيف يمكن لهذه الموارد أن تستخدم للمساعدة في تربية الأحياء المائية لإدراك الإمكانيات الكاملة والحفاظ على قيمة التنوع الوراثي البري.

الغرض من هذه المبادئ التوجيهية هو توفير مجموعة مقتضبة من التعليمات كإطار عمل يمكن أن يرشد واضعي السياسات وكبار مديري الموارد لتحسين إدارة الموارد الوراثية في مصايد الأسماك. من المفهوم ان الإدارة تشمل، طوال هذه المبادئ التوجيهية، الاستعمال والمحافظة. إدارة الموارد الوراثية تقارب بمنظور شمولي يدمج الإقتصاد والمحافظة وتحليل المخاطر وعدم اليقين فضلا عن زيادة الانتاج والربح.

١-١ قيمة التنوع الوراثي والحاجة إلى إدارة الموارد الوراثية

من أكثر من ٢٣٠ نوعاً من الحيوانات المائية والنباتات المستزرعة الخاضعين لإحصاءات المنظمة، قلة قليلة فقط هي التي كانت موضوعاً مدروساً لبرامج إدارة الموارد الوراثية. سمك الترع القطبية والبلطي النيللي وسلمون الأطلسي والعديد من أسماك المبروك المستزرعة هي حالات تبرهن على مكاسب كبيرة في الإنتاج بفضل برامج التحسين الوراثي. فقط عدد قليل من المصايد القائمة على الإستزراع وعادة ما تكون السلمونيات، يتم اختيار إطلاق مخزونها، عن عمد، حيث أنها إما مطابقة أو مختلفة تماماً عن الأسماك الأصلية. أحد التقييمات التي قدمها أحد العلماء البارزين في علم الوراثة أشارت إلى أن العجز في العرض بسبب تدني الإنتاج من المصايد الطبيعية وزيادة عدد السكان يمكن أن يسد ببساطة عن طريق دمج برامج التحسين الوراثي مع نظم تربية الأحياء المائية القائمة بالفعل (مثلاً بدون نظم إستزراعية إضافية، إستخدام الأرض أو المياه مطلوب).

إدارة الموارد الوراثية في مصايد الأسماك (FiGR) ضرورية لأكثر من مجرد زيادة الإنتاج. إضافة إلى كونها أساسية لبرامج التحسين الوراثي في تربية الأحياء المائية، فإنّ الموارد الوراثية هي المكونات الخام الضرورية التي تسمح للأنواع بالتكيف، في المديين القصير والطويل، على التغيير في بيئتها؛ أنها توفر للأنواع والعشائر والأفراد المرونة في التعامل والتكيف مع تغييرات بيئتها، أكانت الأسباب بشرية أو طبيعية. وهكذا فإنّ التنوع الوراثي أمر ضروري لاستمرار تطور الأنواع. التنوع الوراثي يتفاعل مع التغيير البيئي لإنتاج مجموعة متنوعة من الأشكال والأحجام وتاريخ حياة الصفات والسلوك والألوان التي تجعل الأنواع المائية قيّمة ومثيرة للاهتمام. بعض من هذه الاختلافات تظهر بشكل ألوان مختلفة للأسماك أو بشكل أنماط حراشيف مختلفة، في حين أن الاختلافات الأخرى تظهر بشكل أنماط الهجرة المختلفة أو السلوك التناسلي. من دون أي تنوع وراثي، لن يكون هناك تعدد ولا تكيف ولا تناسل ولا تطور للأنواع، وفي نهاية المطاف، سيكون مصيرها الانقراض بسبب تغير المناخ والموائل، نتيجة للأعمال الطبيعية أو البشرية.

سمك المبروك العادي له، ومن بعيد، أطول تاريخ من التدجين والتحسين الوراثي في تربية الأحياء المائية. أسماك السلمون الأطلسي وأسماك الترع القطبية والبلطي النيلي المستزرعة قد حسنت وراثياً في الآونة الأخيرة. مع ذلك، ومع نجاح برامج التفريخ هذه (مثلاً تغيير التركيبة الوراثية لسمكة برية) والإستخدام الحتمي لهذه السلالات المحسنة في كثير من النظم الإستزراعية، تأتي المشكلة من التفاعل بين مخزون تربية الأحياء المائية المحسنة وراثياً وأقاربه البريين. كثيراً ما يدعم هؤلاء الأقارب البريون تربية الأحياء المائية الناجح بتوفير مواد وراثية جديدة يمكن أن تكون مفيدة للإستزراع المائي. قطاع تربية الأحياء المائية هو في وضع مساعد لتقليل خطر انقراض الأقارب البريين للأصناف المستزرعة، كما حدث كثيراً في قطاعي الثروة الحيوانية والمحاصيل الزراعية.

يجب على إدارة الموارد الوراثية المائية أن تحدد أهداف من أجل التخطيط للبرامج والحكم على مدى النجاح والتأثير. هذه الأهداف سوف تعتمد على الغرض من مرفق تربية الأحياء المائية : سواء كانت زيادة الإنتاج أو زيادة الكفاءة أو التوفير أو إطلاق الأسماك لمصايد الأسماك المستزرعة أو المساعدة في تجديد أنواع المخزون السمكي المهددة أو المعرضة لخطر الانقراض. كل من هذه الأهداف يتطلب برامج مختلفة للإدارة المائية للموارد الوراثية.

١-٢ المواد المتعلقة بالمدونة

هذه المبادئ التوجيهية منظمة حسب أهمية المجالات العامة للموضوع، لإدارة الموارد الوراثية، وليس حسب مواد محددة في المدونة. هذا سيتيح لصانعي القرارات ولخططي الموارد العثور بشكل أسرع على توجيهات بشأن مجال محدد من علم الوراثة في تربية الأحياء المائية. نظراً لأهمية إدارة الموارد الوراثية لمجموعة متنوعة من أهداف تربية الأحياء المائية، هناك عدة مواد من المدونة يمكن لفصل معين أن يساعد بالتنفيذ. هذه المبادئ التوجيهية تقدم معلومات عن المواد التالية للمدونة (أدرجت الفصول ذات الصلة).

المادة ٢ - أهداف المدونة

٢ هـ تسهيل وتشجيع التعاون التقني والمالي وما إلى ذلك للحفاظ على مصايد الأسماك (بما في ذلك تربية الأحياء المائية)، وإدارة وتطوير موارد مصايد الأسماك (الفصول ٢ و ٥ و ٦ و ٧ و ٩ و ١٠ و ١١).

٢ و تشجيع حماية الموارد المائية الحية وبيئاتها الساحلية (الفصول ٢ و ٥ و ٧ و ٩ و ١٠ و ١١).

المادة ٦ - المبادئ العامة

٦-٢ ينبغي على إدارة مصايد الأسماك تشجيع الحفاظ على الجودة والتنوع وتوافر الموارد السمكية بكميات كافية من أجل الحاضر والأجيال المستقبلية في سياق الأمن الغذائي، والتخفيف من حدة الفقر وتحقيق التطوير المستمرة. تدابير الإدارة لا يكفي أن تكفل المحافظة على الأنواع المستهدفة فقط ولكن أيضاً الأنواع المنتمية إلى نفس النظام الايكولوجي أو المرتبطة به أو التي تعتمد على الأنواع المستهدفة (الفصول ٧ و ٩ و ١٠ و ١١).

٦-٨ ينبغي حماية وتأهيل كل موائل الأسماك الحرجة في النظم الايكولوجية البحرية والمياه العذبة، مثل الأراضي السبخة، والمنجروف والشعاب المرجانية والبحيرات ومناطق الحضانة والتبويض، قدر الإمكان، وحيثما كان ذلك ضرورياً. وينبغي بذل جهد خاص لحماية هذه الموائل من التدمير والتحلل والتلوث وغيرها من الآثار الهامة الناجمة عن الأنشطة البشرية التي تهدد صحة وسلامة الموارد السمكية (الفصول ٩ و ١٠).

٦-١٢ ينبغي على الدول، كل في نطاق اختصاصه وفقاً للقانون الدولي، التعاون على الأصدع الإقليمية الفرعية والإقليمية والعالمية من خلال منظمات إدارة مصايد الأسماك، وغيرها من الإنتفاقات الدولية أو الترتيبات الأخرى لتعزيز المحافظة والإدارة وضمان الصيد الرشيد وضمان محافظة فعالة وحماية موارد الكائنات الحية المائية على مدى نطاق توزيعها، مع الأخذ في الاعتبار الحاجة إلى اتخاذ تدابير متوافقة في مناطق داخل وخارج حدود الولاية الوطنية (الفصل ٢ و ٩).

المادة ٧ - إدارة مصايد الأسماك

٧-٢-٢-د المحافظة على التنوع البيولوجي للموائل المائية والنظم الإيكولوجية وحماية الأنواع المهددة بالانقراض (الفصول ٩ و ١٠).

٧-٤ جمع البيانات وتقديم المشورة الإدارية (الفصل ٩ و ١٠)

٧-٥-١ ينبغي على الدول أن تطبق النهج الوقائي على نطاق واسع للمحافظة وإدارة واستغلال الموارد المائية الحية من أجل حماية البيئة المائية ومحافظة عليها. لا ينبغي أن يستخدم عذر غياب المعلومات العلمية الكافية كسبب لتأجيل أو لعدم اتخاذ تدابير المحافظة والإدارة (الفصل ١١).

٧-٦-٨ فعالية تدابير المحافظة والإدارة والتفاعلات الممكنة ينبغي أن تظل قيد المراجعة المستمرة. وينبغي أن يتم تنقيح أو إلغاء هذه التدابير، حسب الاقتضاء، في ضوء المعلومات الجديدة (الفصول ٨ و ٩ و ١١).

المادة ٩ - تطوير تربية الأحياء المائية

٩-١-٢ يتعين على الدول تعزيز التطوير والإدارة الرشيدة للإستزراع المائي، بما في ذلك إجراء تقييم مسبق لآثار تطوير تربية الأحياء المائية على التنوع الوراثي وسلامة النظم الإيكولوجية، على أساس أفضل المعلومات العلمية المتاحة (جميع الفصول).

٩-١-٣ ينبغي على الدول أن تنتج وتجدد بانتظام إستراتيجيات وخطط تطوير تربية الأحياء المائية، كما هو مطلوب، لضمان إستمرار تطوير تربية الأحياء المائية بيئيًا، والسماح بالإستخدام الرشيد للموارد المائية وغيرها من الأنشطة (الفصول ٧ و ٨ و ٩ و ١١).

٩-٣-١ ينبغي على الدول الحفاظ على التنوع الوراثي والحفاظ على سلامة المجتمعات والنظم الإيكولوجية المائية بواسطة إدارة ملائمة. وبوجه خاص، ينبغي بذل الجهود للتقليل من الآثار الضارة لإدخال الأنواع غير الأصلية أو المعدلة وراثيًا المستخدمة لتغيير مخزونات تربية الأحياء المائية بما في ذلك الإستزراع القائم على مصايد الأسماك في المياه، ولا سيما عندما تكون هناك إمكانية كبيرة لإنتشار الأنواع غير الأصلية أو المخزونات المعدلة

وراثيا في المياه الخاضعة لنطاق سلطة دولة أخرى، فضلا عن المياه الخاضعة لنطاق سلطة دولة المنشأ. وينبغي على الدول، كلما كان ذلك ممكناً، تشجيع الخطوات اللازمة لتقليل سلبيات الأمراض الوراثية، والآثار الأخرى لهرب الأسماك المستزرعة إلى المخزون السمكي البحري (الفصول ٢ و ٥ و ٨ و ٩ و ١٠).

٩-٣-٣ ينبغي على الدول، من أجل تقليل مخاطر انتقال الأمراض وغيرها من الآثار السلبية على المخزونات الطبيعية والمستزرعة، تشجيع اعتماد الممارسات الملائمة في التحسين الوراثي لقطيع التفريخ وإدخال أنواع غير أصلية وفي إنتاج وبيع ونقل البيض واليرقات أو الزريعة و قطع التفريخ أو غيرها من المواد الحية. وينبغي على الدول تيسير إعداد وتنفيذ قوانين وطنية مناسبة للممارسات والاجراءات في هذا الشأن. (الفصل ٣ و ٤ و ٥ و ٨ و ٩).

٩-٣-٥ ينبغي على الدول، عند الاقتضاء، تشجيع البحوث وعندما يكون ممكناً تطوير تقنيات زراعة الأنواع المعرضة للإنقراض من أجل حماية وتأهيل وتعزيز مخزوناتها، آخذة في الاعتبار الحاجة الماسة إلى الحفاظ على التنوع الوراثي للأنواع المهتدة بالانقراض (الفصول ٣ و ٩).

مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد (CCRF) والمجتمع الدولي قد إعترفا بالدور الحيوي الذي تلعبه الموارد الوراثية، بما في ذلك الموارد الوراثية في مصايد الأسماك، في استمرارية التطوير والمحافظة. نتيجة لذلك، تم تطوير الآليات الدولية والمبادئ التوجيهية ومدونات الممارسة. نشأت إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD) من مؤتمر قمة الأرض في عام ١٩٩٢ وعدد الذين وقعوا عليه أكبر من أي عدد من الموقعين على أي من التشريعات الدولية. هي وسيلة ملزمة قانوناً تتطلب المحافظة والإستخدام المستمرين للتنوع البيولوجي (بما في ذلك التنوع الوراثي)، والتقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن هذا الاستعمال. كإعتراف بالحاجة لتقديم المشورة العلمية والتكنولوجية من أجل تنفيذ مواد الإتفاقية أنشأت إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD) الهيئة الفرعية المعنية بالمشورة العلمية والتقنية والتكنولوجية (SBSTTA). أنشأت إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD)، بعد ذلك، بروتوكول قرطاجنة بشأن السلامة الأحيائية^١، الذي يتكوّن من مجموعة من البروتوكولات الدولية الملزمة للحركة الدولية للكائنات الحية المعدلة، والتي تتضمن الكائنات الحية المعدلة وراثياً (مثل الكائنات الحية المحورة وراثياً (GMOs)). كمدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد (CCRF)، تعترف إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD) بالحاجة إلى إستخدام التنوع البيولوجي والحفاظ عليه.

النهج الوقائي للتطوير هو سمة أساسية من سمات كل من مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد (CCRF) وإتفاقية التنوع البيولوجي (CBD). بغض النظر عن الإتفاق على توشي الحذر وإستخدام أفضل المعلومات المتاحة، هناك مجموعة متنوعة من الآراء بشأن ما يعني هذا النهج في الممارسة العملية، وهو يشكل أساس الفصل ١١.

الإتفاقية بشأن التجارة الدولية في الأنواع المهددة بالانقراض من مجموعات الحيوان والنبات البرية (CITES) هي وسيلة أخرى هامة تؤثر على إدارة الموارد الوراثية في مصايد الأسماك (FiGR). الإتفاقية بشأن التجارة الدولية في الأنواع المهددة بالانقراض من مجموعات الحيوان والنبات البرية (CITES) تقيد التجارة الدولية للأنواع المعرضة للخطر في البرية - درجة التهديد أو التعرض للخطر تشير إلى كيفية تقييد التجارة. بعض الأنواع المائية البرية المعرضة للخطر هي مستزرعة أيضاً، مثل سمك الحفش (جنس عائلة الحفش)، وأسماك عظمية اللسان (arowana) أو السمك التنين (*Scleropages formosus*). التجارة الدولية لهذه الأنواع عليها أن

^١ www.biodiv.org

^٢ http://www.cbd.int/biosafety/default.shtml. اعتباراً من آب/أغسطس ٢٠٠٨، لم تكن هناك كائنات حية مائية معدلة وراثياً (GMOs) تنتج للاستهلاك البشري.

تضمن أن الأنواع التي يجري تداولها مصدرها مزارع مرخصة وليس من البرية، وأن تجارة الأنواع المستزرعة لا تخلق سوقاً للأنواع المهددة بالانقراض في البرية. يستخدم تحديد الهوية بالعلامات الوراثية وبالمخزون الوراثي للمساعدة في تمييز الأنواع والمخزونات من الأنواع البرية والمستزرعة.

إتفاقية رامسار بشأن ولاية البلدان على الأراضي السبخة على تحديد وحماية الأراضي السبخة، بما في ذلك المناطق الساحلية والمناطق المشتركة بين المد والجزر التي هي ذات أهمية وطنية. المعايير الأساسية لوضع أهمية حيث الأراضي السبخة تلعب دوراً في الحفاظ على التنوع البيولوجي للبرية والطيور المائية في المقام الأول. ومع ذلك، وسعت رامسار المعايير لتشمل الإستخدام التاريخي للأراضي السبخة باعتباره مصدر سمكي^٣ وتسمح حالياً بتربية الأحياء المائية للأنواع المحلية كنشاط مقبول في مواقع رامسار. ومع ذلك، تربية الأنواع المحلية يمكن أن تؤدي في نهاية المطاف إلى تدهورها وتعديلها وراثياً من خلال الانتقاء الطبيعي للبيئات الزراعية وبرامج تحسين النسل.

طورت المنظمة وغيرها من الجهات المزيد من المبادئ التوجيهية المحددة التي تنطبق بصورة غير مباشرة على إدارة الموارد الوراثية في مصائد الأسماك (FiGR). المبادئ التقنية التوجيهية بشأن تربية الأحياء المائية طورت من أجل القضايا العامة المتصلة بالموارد الوراثية في مصائد الأسماك (FiGR)^٤. المنظمة، والمركز العالمي للأسماك (WFC) وشركاء آخرون أنشؤوا إعلان نيروبي (ملحق ١) بناءً على التوصيات بشأن إستيراد أسماك البلطي المحسنة وراثياً إلى أفريقيا. هذه القرارات غير الملزمة صممت إطار عمل موضح هنا في هذه المبادئ التوجيهية في ما يخص الإستخدام الرشيد للأسماك المحسنة وراثياً في تربية الأحياء المائية.

الإهتمامات الصحية للأسماك تلعب دوراً رئيسياً في حركة التجارة والتنقل للأنواع المائية. نشر المخزونات المحسنة وراثياً (الفصل ٥) يتطلب الإنضمام إلى المنظمة العالمية لصحة الحيوان (OIE) فيما يتعلق بمسببات الأمراض العابرة للحدود. تم تأسيس^٥ التوجيهات التقنية بما يتفق مع احتياجات المنظمة العالمية لصحة الحيوان (OIE) ومنظمة التجارة العالمية (WTO).

^٣ http://www.ramsar.org/res/key_res_vi.2.htm

^٤ المنظمة. ١٩٩٧. تطوير تربية الأحياء المائية. الخطوط التوجيهية الفنية لتحقيق الصيد الرشيد. رقم ٥. روما، منظمة الأغذية والزراعة.

^٥ المنظمة. ٢٠٠٧. تطوير تربية الأحياء المائية. ٢. الإدارة الصحية للحركة الرشيدة للحيوانات المائية الحية. الخطوط التوجيهية الفنية لتحقيق الصيد الرشيد التابعة للمنظمة. رقم ٥. ملحق ٢. روما، منظمة الأغذية والزراعة.

في الآونة الأخيرة، أحرزت المنظمة تقدماً فيما يتعلق بالموارد الوراثية المائية. في الواقع عدم وجود وإدارة وسياسات متماسكة للموارد الوراثية للأسماك، أصبح مشكلة في ظل التوسع السريع الذي حدث مؤخراً للإستزراع المائي. مما قد دعا الدول الأعضاء في المنظمة والمجتمع الدولي إلى الدعوة إلى الإنتقال إلى إستزراع مائي أكثر مسؤولية واستدامة وإنتاجية. نجاح هذه الدعوة سيعتمد إلى حد كبير على الإدارة الفعالة للموارد الوراثية للأسماك.

في دورتها الحادية عشرة، إعترفت اللجنة الحكومية الدولية التابعة للمنظمة والمعنية بالموارد الوراثية للأغذية والزراعة بأهمية هشاشة الموارد الوراثية المائية، ودورها في نهج النظام الإيكولوجي للأغذية والزراعة، وبما قدمته من مساهمات في مواجهة التحديات المناخية. واتفقت على أن برنامجاً متعدد الأعوام من ١٠ أعوام من العمل ينبغي أن يشمل تغطية الموارد الوراثية المائية من أجل تطوير مستدامة ورشيده لمصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية في التعاون مع المحافل والمنظمات الأخرى، مثل لجنة مصايد الأسماك أو إتفاقية الأمم المتحدة بشأن قانون البحار^٦.

^٦ منظمة الأغذية والزراعة/هيئة الموارد الوراثية. ٢٠٠٧. تقرير الدورة العادية الحادية عشرة لهيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة. <ftp://ftp.fao.org/ag/cgrfa/cgrfa11/r11repe.pdf> CGRFA-11/07/REPORT

المربع ١. المصطلحات

المصطلحات المستخدمة لوصف الكائنات الحية المختلفة وراثياً عن الأنواع البرية امر في غاية الأهمية لأن لها آثار قانونية وسياسية و لأنها تؤثر على مدى تقبل الجمهور لمنتج أو عملية. لذلك، وبطريقة ما، يجب وصف الأسماك المستزرعة التي عدلها وراثياً البشر بدقة ووضوح. للأسف، استخدمت مجموعة متنوعة من المصطلحات لوصف الأسماك المعدلة وراثياً. الإستخدام غير موحد، ويمكنه أن يؤدي إلى ارتباك المستهلكين وإلى مشاكل تنظيمية، مثل ما قد يحدث عند التقدم بطلب تراخيص للزراعة أو تصاريح للتجارة. يجب أن يكون مستزعو الأسماك والمنظمون الحكوميون على دراية لهذه الآثار.

الأسماك المنتجة من خلال الإستزراع المائي لديها القابلية على أن تصبح مختلفة وراثياً عن أسلافها البرية من خلال اختيار التفريخ والبيئة الزراعية (الفصل ٣ و٩)، و/أو من خلال برامج تهدف إلى التحسين الوراثي (الفصل ٤). في الإستزراع المائي، يسعى مزارعو الأسماك إلى إستزراع الأسماك المتاحة الأفضل والأكثر ربحية وإبراز صورة للمستهلكين أن المنتج صحي وطبيعي؛ أصبح المستهلكون أكثر سعياً إلى هذه الصفات في غذائهم. هذا الرابط عادة يدار من خلال الموسم والتسويق. المبادئ التوجيهية في هذا الكتاب لا تتناول قضايا الموسم للمستهلك إلا في صورة عامة (الفصل ١٢). ومع ذلك، من المهم للإشراف الحكومي على الأسماك المستزرعة وتسويقها، أن تفهم التكنولوجيات الوراثية المستخدمة والتغيرات التي تنقلها تلك التكنولوجيات إلى الكائنات الحية المستزرعة.

المصطلح العام لجميع التغيرات التي يسببها الإنسان لكائن حي هو *معدل وراثي*. ينبغي أن يستخدم هذا المصطلح بطريقة محايدة من دون الحكم على ما إذا كان التعديل جيداً أو سيئاً، سواء كان ذلك نتيجة للتكنولوجيا الحيوية الحديثة أو الأساليب التقليدية، أو ما إذا كان التغيير متعمداً أو عرضياً. يقصد من هذا أن يكون المصطلح عاماً جداً، وأن يعكس احتمال أن الكائنات الحية المعدلة وراثياً يمكن أن يكون لها مخاطر بيئية أو سكانية، بشكل مستقل عن كيفية تعديلها (الفصل ٧).

من المهم استخدام المصطلحات التالية إستخداماً صحيحاً لأنها ترتبط مع إدراك المستهلك ورقابة الحكومة. مصطلحات إضافية يمكن العثور عليها في مسرد المنظمة^١.

الكائنات الحية المعدلة وراثياً (GMO): هو كائن عدل البشر فيه المادة الوراثية عن طريق الجينات أو تكنولوجيا الخلايا. الأسماك المعدلة وراثياً عادة ما تكون أسماك منقولة الجينات (مثلاً إدماج أحد الجينات لكائن حي في سمكة بطريقة لم تكن ممكنة من خلال العمليات الطبيعية). في الوقت الحاضر، الأسماك معدلة وراثياً ليست متاحة للمستهلك بعد. هناك حالياً العديد من القيود على الحركة الدولية للكائنات الحية المعدلة وراثياً. هذه الفئة من الكائنات الحية ينظمها بروتوكول قرطاجنة في إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD)^٢. بالإضافة إلى ذلك، العديد من جماعات المستهلكين حالياً، هي ضد إستخدام الكائنات الحية المعدلة وراثياً، بما في ذلك *الأسماك المعدلة وراثياً*. وبالتالي، مزارع السمك الذي يرغب في استيراد الأسماك

^١ http://www.fao.org/biotech/index_glossary.asp و <http://www.fao.org/fi/glossary/default.asp>

^٢ <http://www.cbd.int/biosafety/default.shtml>

محسنة وراثياً من خلال الإنتخاب الوراثي، لا ينبغي له استخدام مصطلح *المعدلة وراثياً*، ولكن بدلاً عن ذلك يستخدم المحسنة وراثياً من خلال الإنتخاب الوراثي (أو من خلال التناسل الطبيعي).

الهجين: نسل ناتج عن التزاوج بين أهل من أنواع أو أصناف مختلفة. النسل الناتج عن التزاوج بين أهل من نفس النوع هو **الهجين من نفس النوع**، في حين أن النسل الناتج عن التزاوج بين أهل من أنواع مختلفة هو **الهجين بين أنواع مختلفة**. هذا التمييز مهم لأن بعض المناطق لديها قوانين ضد التزاوج بين الأنواع المختلفة، أو إستيراد الهجين بين أنواع مختلفة، في حين أن التزاوج أو الاستيراد من نفس الأنواع قد لا ينظم.

الكائنات الحية المعدلة (LMO): "الكائن الحي الذي يمتلك مزيحاً جديداً من المواد الوراثية التي تم الحصول عليها من خلال استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة". هي مرادف للكائنات الحية المعدلة وراثياً تستخدم في المقام الأول في إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD).

متضاعف عدد الكروموسومات: النباتات أو الحيوانات التي لها أكثر من مجموعتين من الكروموسومات (تسمى ثنائي الكروموسوم وتسمى (2N). الكائنات الحية التي لها 3 مجموعات من الكروموسومات تسمى ثلاثي الكروموسومات (3N)، وتلك التي لها 4 مجموعات تسمى رباعي الكروموسومات (4N). هذا التمييز مهم لأن ثنائي ورباعي الكروموسومات عادة ما تكون خصبة حين ثلاثي الكروموسومات عادة ما تكون عقيمة. فمن الممكن تزاوج ثنائي الكروموسومات مع رباعي الكروموسومات للحصول على ثلاثي الكروموسومات.

التكاثر التقليدي: يشير إلى برامج الإنتخاب الوراثي التي لا تستخدم تكنولوجيات حديثة لمعالجة الجينات (الفصل 4). مورس التكاثر التقليدي لآلاف السنين في مجال الزراعة الأرضية.

أعلن فريق من الخبراء الدوليين أن فهم التغيرات الفعلية التي يسببها التغيير الوراثي للأسماك المستزرعة أكثر أهمية من التقنيات المستخدمة لإنتاج هذا التغيير^٢. وذلك بطرح اسئلة مثل هل تستهلك الأسماك كمية أكثر من الغذاء وهل لها كفاءة أفضل في التحويل وهل لها قدرة تحمل بيئية أكبر وهل هي خصبة وهل هي مغذية أكثر وهل يمكنها أن تصبح عدوانية وهل تنتج مواد جديدة لا تنتجها الأسماك غير المغيّرة ولها أهمية أكبر في تقويم الخطورة (الفصل ٧) بدلاً عن ما هي التكنولوجيا التي تم إستخدامها لإنشاء هذا الكائن الحي. السياسة الحالية والممارسات الإستزراعية والتصور العام لا تدرك بالضرورة هذه الحقيقة؛ فمن المستحسن أن تستخدم شروح تثقيفية أكثر لوصف التغيرات الفعلية لكائن حي نتيجة التكنولوجيات الوراثية.

^٢ الصفحة ٢٥٣، في بولين، ر. س. ف.، بارتلي، د. م.، كويمان، جي. (نشرة). ١٩٩٩. Towards Policies for

Conservation and Sustainable Use of Aquatic Genetic Resources. المركز الدولي لإدارة الموارد المائية الحية (ICLARM) مؤتمر الإجراءات رقم ٥٩. مانبلا، الفلبين. "... في صياغة سياسة سلامة الكائنات الحية واللوائح المتعلقة بالكائنات الحية المعدلة، فإن خصائص الكائنات واحتمال الوصول إلى البيئات هي اعتبارات أهم من العمليات المستخدمة لإنتاج تلك الكائنات.

٣-١ مقدمة

تربية الأحياء المائية ليس فقط قطاع حاسم في إنتاج الأغذية، بل إنه أيضاً يشكل عنصراً ضرورياً لمصايد الأسماك الترفيهية والتجارية وأداة إدارية مطلوبة لبرامج المحافظة. كما هو الحال بالنسبة لجميع أنواع تربية الحيوانات، تربية الأحياء المائية يعني أن على البشر التدخل وإدارة دورة الحياة للأنواع. لحظة حدوث ذلك، فإننا عادة ما نتسبب في إجراء تغييرات لا يمكن عكسها في جينات مجموع العشرة. هذه التغييرات يمكن أن تكون مرغوبة، الأمر الذي يحدث في برامج الانتخاب الوراثي المستعملة لتحسين النمو (الفصل ٤)، أو عندما ينتج التدجين أسماكاً تتكيف بصورة أفضل مع البيئة الحاضنة. للأسف، فإننا أيضاً ننتج تغييرات غير مرغوب فيها ونلحق الضرر بالجينوم من خلال التهجين الذاتي والإنجرف الوراثي (القسم ٣-٣)، وهو ما يقلل قابلية الحياة والنمو ويزيد من عدم استقرار النمو. بينما التدجين مفيد في الأسماك المستزرعة للغذاء، فهو مضر لمخزون الأسماك في البرية، لأن الأسماك التي قد تحسن التكيف في المفرخ قد لا تتكيف في البرية (الفصل ٨). في هذا الفصل، إدارة قطع التفريخ تنطوي على التحكم بالتهجين الذاتي والإنجرف الوراثي وعملية التدجين.

٣-٢ التهجين الذاتي

التهجين الذاتي هو التزاوج بين الأقارب. التهجين الذاتي هو واحد من ثلاثة برامج تقليدية للتكاثر، وقد استخدمت لتطوير سلالات جديدة وكذلك يمكن استخدامها مجتمعة مع التزاوج الخلطي لإنتاج أفراد متجانسة ومتميزة (الفصل ٤). على الرغم من التهجين الذاتي المخطط له والموجه يمكن أن يكون مفيداً، فإن التهجين الذاتي غير المقصود وغير المخطط له قد يسبب مشاكل.

وراثياً، التهجين الذاتي يزيد التركيب الوراثي المتماثل في النسل (مثل التشابه الوراثي) وهو ما يعني أنه يقلل أيضاً من التركيب الوراثي المتباين (مثل التنوع الوراثي). التركيب الوراثي المتماثل يحدث أيضاً عند تزاوج غير الأقارب ووراثياً، شكلاً التركيب الوراثي المتماثل متطابقان. على الرغم من تطابق شكلي التركيب الوراثي المتماثل، هناك تمييز بينهما حسب الطريقة التي تم إنتاج التركيب الوراثي المتماثل ونتاجه.

^٧ بمساهمة دوغلاس تاف.

الأقارب أكثر تشابهاً وراثياً من غير الأقارب. وبالتالي، عندما يتزاوج الأقارب، فإنها تنتج نسلًا ذات تركيب وراثي متماثل أكثر مما هو متماثل عند تزاوج غير الأقارب، كلما زادت القرى بين المتزاوجين، كلما زاد عدد التركيب الوراثي المتماثل في النسل.

هذا يبعث على القلق، لأن جميع الحيوانات تحتوي على عدد صغير من الأليلات المتنحية الضارة أو المؤذية^٨. في معظم الحالات لا يتأثر الفرد وينجو لأن لديه نسخة واحدة فقط من الأليل الضارة، والموروثة من أحد الوالدين (إنه التركيب الوراثي المتباين)؛ نسختان من الأليل (واحد من كلا الوالدين) تنتجان التأثير الضار أو المميت (إنه التركيب الوراثي المتماثل). ولأن الأقارب أكثر تشابهاً من غير الأقارب، فإنها تميل إلى المشاركة بنفس الأليلات المتنحية الضارة. اثنان من غير الأقارب قد يتشاركان بأليل واحد فقط أو اثنين، في حين أن الأقارب عادة يتشاركون بعدد أكبر، وكلما زادت القرابة كلما زاد عدد الأليلات المشتركة. عندما يتزاوج الأقارب تكون النتيجة المقترنة واللاحقة لهذا التزاوج أليلات متنحية ضارة في ذريتها تنتج تدهوراً في التهجين الذاتي - انخفاض معدل النمو وقابلية الحياة والخصوبة وزيادة في عدد حالات التشوهات. دراسات الأسماك قد أظهرت أن الأسماك المتزاوجة داخلياً تعاني من العلامات السريرية التقليدية من تدهور التهجين الذاتي^٩، فضلاً عن انخفاض معدل العائد عندما تخزن في البرية^{١٠}.

الأثار السلبية للتهجين الذاتي لا تحدث على الفور عادة. تدهور التهجين الذاتي غالباً ما يتأخر ظهوره (أي أنه قد لا يحدث حتى عدة أجيال من بدء التهجين الذاتي). سرعة حدوث تدهور التهجين الذاتي تتوقف على مقدار التهجين الذاتي الذي تم وسماته.

^٨ الأليل هو نموذج بديل من الجين.

^٩ مثل كنيكيد هـ.ل. ١٩٧٦. Effects of inbreeding on rainbow trout populations. لصايد الأسماك ١٠٥: ٢٧٣-٢٨٠، كنيكيد هـ.ل. ١٩٧٦. Inbreeding in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada ٣٣: ٢٤٢٠-٢٤٢٦، سو، ج. س.؛ ليلجدهال ل. إ. غال، ج. أ. إ. ١٩٩٦. Effects of inbreeding on growth and reproduction traits in rainbow trout. *(Oncorhynchus mykiss)*. Aquaculture ١٤٢: ١٣٩-١٤٨.

^{١٠} ريمان، ن. ١٩٧٠. A genetic analysis of recapture frequencies of released young salmon. L. Hereditas, (*Salmo salar*) ١٥٩: ٥-١٦٠.

الأفكار التي تم وصفها أعلاه يمكن أن تعطي المزارعين فكرة خاطئة بأن التهجين الذاتي هو السبب الرئيسي وراء العديد من مشاكل إنتاجهم، فيصلون إلى الاستنتاج الخاطئ بأن التهجين الذاتي قد تم وأن قطعانهم لم تعد ذات نوعية جيدة عند ملاحظتهم فرداً مشوهاً أو انخفاضاً بالإنتاج. التشوهات الخلقية وانخفاض الإنتاج غالباً ما تكون بسبب عوامل غير وراثية مثل أخطاء تنموية أو السموم أو نقص التغذية أو الطقس ويمكن أن لا تكون نتيجة للتهجين الذاتي.

لأن التهجين الذاتي هو تزاوج الأقارب، إذا كان من الممكن إعطاء علامات تعريف للأفراد فريدة، فمن الممكن منع أو تقليل التهجين الذاتي بمنع نسل الآباء والإخوة والإخوات والأخوة غير الأشقاء من التزاوج. أقرب تزاوج يتم السماح به هو تزاوج بين الأقارب من الدرجة الثانية، فلن يصبح التهجين الذاتي مشكلة أبداً.

عند تنظيم برامج الانتخاب الوراثي، التهجين الذاتي أمر لا مفر منه، لأنه عندما تسمح للأفضل فقط بالتكاثر، فغالباً ما يتزاوج الأقارب. تقليل التهجين الذاتي خلال برنامج الانتخاب الوراثي أمر مهم، لأنك لا تريد استخدام الريح الوراثي الناتج عن الإنتقاء فقط لمواجهة تدهور التهجين الذاتي. لتفادي ذلك، العديد من برامج التناسل صممت لتقليل التهجين الذاتي خلال برامج التناسل^{١١}. بينما من المهم منع التهجين الذاتي المنهجي للأقارب المقربون في برامج الانتخاب الوراثي، التزاوج العرضي (العشوائي) للأقارب المقربين (مثل، تزاوج الأشقاء) في برامج التناسل الواسعة النطاق ليس بمشكلة كبيرة كما هو الحال في العشائر الصغيرة، لأنه من المرجح أن يتزاوج النسل الناتج عن هذا التزاوج مع غير الأقارب في الجيل التالي، مما سينتج سمك بدون تزاوج تهجين ذاتي^{١٢}.

^{١١} دويون- نيفيه، فاندبوت، م. هافري، ب.، شوفاسيس، ب. ٢٠٠٦. Effect of different mating designs on inbreeding, genetic variance and response to selection when applying individual selection in fish breeding programs. تربية الأحياء المائية، ١٦١: ١٧٠-٢٥٢؛ غالاردو، ج.أ.، لورنت، ج. ب.، غارسيا، س.، نيرا، ر. ٢٠٠٤. Effects of nonrandom mating schemes to delay the inbreeding accumulation in cultured populations of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *المجلة الكندية لصايد الأسماك والعلوم المائية*، ٦١: ٥٤٧-٥٥٣؛ غيارد، ب.، غيون هـ.م.، فيلانويفا، ب. ١٩٩٦. Optimum designs for fish breeding programmes with constrained inbreeding. Mass selection for a normally distributed trait. الإنتاج الحيواني، ٤٧: ٥٩-٧٢؛ التهجين الذاتي وإدارة قطع التفرخ. سلسلة دراسات مصايد الأسماك. رقم ٣٩٢. روما، منظمة الأغذية والزراعة.

^{١٢} دويون- نيفيه، فاندبوت، م. ٢٠٠٥. Does avoiding full sibs matings preserves genetic variability in a selection scheme? Case of single pair matings. *تربية الأحياء المائية*، ١٢: ٢٤٧.

في حين أنه من السهل أن إعطاء علامات تعريف فردية للماشية، وبالتالي منع الأقارب من التزاوج، فمن الصعب فعل ذلك للأسماك. ولذلك، يجب على مستزعي الأسماك إدارة العشيرة ككل للحد من تراكم التهجين الذاتي. للقيام بذلك، يجب أن يدير مستزعو الأسماك عدد التكاثر الفعّال (N_e)^{١٣}.

إحدى الطرق لتحديد عدد التكاثر الفعّال (N_e) هي بعدد الذكور وعدد الإناث التي تتكاثر وتنجب نسل حي:

$$N_e = \frac{(\text{عدد الإناث}) (\text{عدد الذكور})}{(\text{عدد الإناث}) + (\text{عدد الذكور})}$$

وبالتالي، يحدد عدد التكاثر الفعّال (N_e) بعدد الذكور الذي ينجب نسلاً حياً وعدد الإناث التي تنجب نسلاً حياً، والنسبة بين الجنسين في أسماك التفريخ. وهذا يعني أن عدد التكاثر الفعّال (N_e) زادت إلى أقصى حد ممكن من خلال زيادة كل من عدد الذكور والإناث التي أنتجت وعن طريق تقريب النسبة بين الجنسين كأقرب نسبة ممكنة ل ١:١. الخلل في النسبة بين الجنسين والتي غالباً ما تستخدم في تربية الأحياء المائية، يجعل عدد التكاثر الفعّال (N_e) أقل بكثير من عدد أسماك التفريخ المنتجة. يكون عدد التكاثر الفعّال (N_e) أشد تأثراً بالجنس الأقل تمثلاً (مثلاً عندما يتم استخدام عدد قليل من الذكور، عدد التكاثر الفعّال (N_e) يقترب من عدد الذكور بدلاً من المجموع).

السبب الذي من أجله يحتاج مستزعو الأسماك وعلماء بيولوجيا مصايد الأسماك إدارة عدد التكاثر الفعّال (N_e) هو أنها مرتبطة ارتباطاً عكسياً بالتهجين الذاتي: $F = 1/2N_e$ حيث F هو مقدار التهجين الذاتي المنتج (٠-١٠٠٪) في جيل واحد؛ مقدار التهجين الذاتي (F) هو الزيادة المؤبقة في التركيب الوراثي المتماثل. تبين هذه المعادلة في حال نقصان عدد التكاثر الفعّال (N_e)، يزيد مقدار التهجين الذاتي (F) (الشكل ٣-١)؛ $٥٠ < \text{عدد التكاثر الفعّال } (N_e) \text{ تنتج كميات كبيرة من التهجين الذاتي لكل جيل.}$

بمجرد بدء حدوث التهجين الذاتي، في عشيرة مغلقة، فإنه يقلل من عدد التكاثر الفعّال (N_e) للجيل القادم:

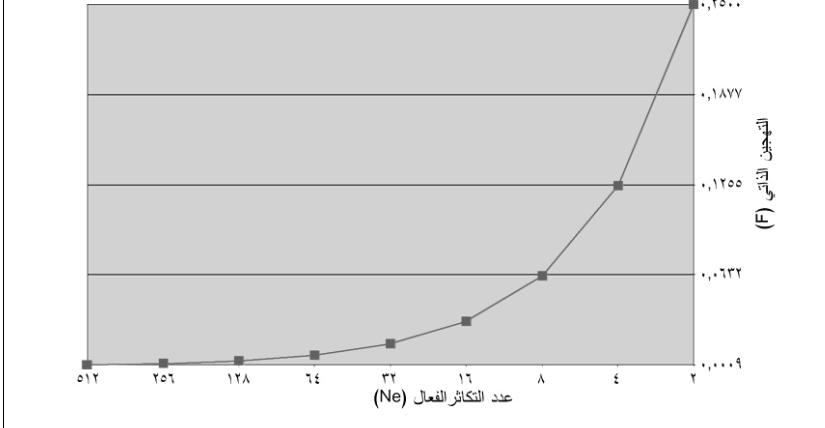
$$N_{ef} = N_e / (1 + F)$$

^{١٣} هارمان أي. أ. ٢٠٠٣. Inbreeding. الصفحات ٢١٥-٢٣٧ في أ.م. هارمان، نشرة Population genetics: Principles and Applications for Fisheries Scientists. بيثيسدا، ماريلاند، الجمعية الأميركية لمصايد الأسماك؛
 تاف. د. ١٩٩٣. Genetics for Fish Hatchery Managers. النسخة الثانية. نيويورك، فان نوستران رايونلد؛ انظر

حيث (N_{ef}) هو عدد التناسل الفعال في عشيرة مغلقة مع $\%0 >$ مقدار التهجين الذاتي (F). لأغراض عملية، مجموع مقدار التهجين الذاتي (F) الذي تم إنتاجه على مدى سلسلة من الأجيال يمكن أن يحتسب عن طريق جمع مقدار التهجين الذاتي (F) الذي تم إنتاجه في كل جيل، دون إعتبار التهجين الذاتي السابق.

الشكل ٣-١

العلاقة بين عدد التكاثر الفعال (N_e) و (F). (F) هو كمية التهجين الذاتي (الزيادة المئوية في التركيب الوراثي المتماثل) المنتج في جيل واحد في عشيرة بدون تهجين ذاتي سابق.

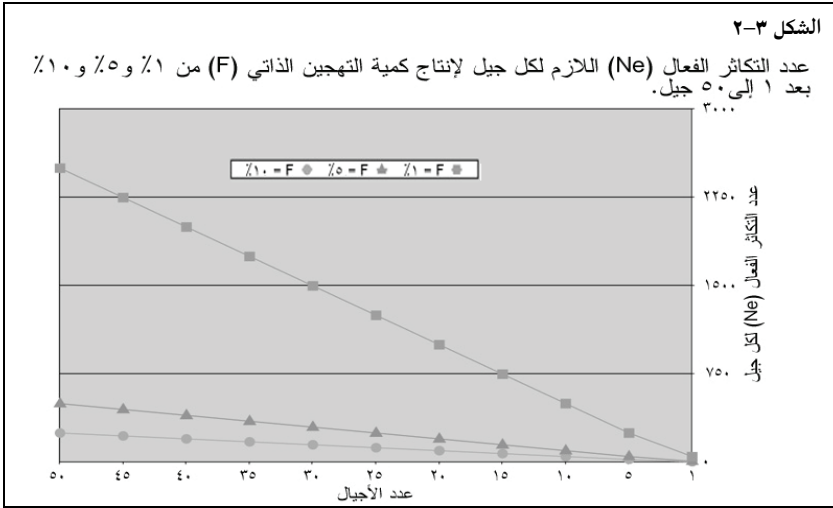


ما الحجم الذي يجب أن يكون عليه عدد التكاثر الفعال (N_e) للتقليل من التهجين الذاتي؟ للأسف، ليس هناك قيمة عالمية لمقدار التهجين الذاتي (F) يمكن لمستزري الأسماك وعلماء بيولوجيا مصايد السمك أن يتجنبوها، الأمر الذي يعني عدم وجود عدد التكاثر الفعال (N_e) عالمي. يتراوح عدد التكاثر الفعال (N_e) الموصى به بين 30-500، 50 هو الأكثر شيوعاً¹⁴. لإحتساب عدد التكاثر الفعال (N_e) المطلوب، لا بد من تحديد مستوى المخاطر الوراثية المقبولة، الذي هو في هذه الحالة، الحد الأقصى من كمية التهجين الذاتي المطلوبة بعد عدد محدد من الأجيال¹⁵. وبالإضافة إلى ذلك، فإن القلق حول التهجين الذاتي، إذا ما كان عدد التكاثر الفعال (N_e) بحاجة إلى المعالجة، ومدى حجم عدد التكاثر الفعال (N_e)، يتوقف على الغرض/الهدف من التفريخ أو مزرعة الأسماك، وإذا تم إنتاج الأسماك، وكيف ستتم إدارة قطيع التفريخ.

¹⁴ أنظر الحاشية رقم ١١ و١٣.

¹⁵ أنظر الحاشية رقم ١١ و١٣.

الشكل ٣-٢ يشير إلى أعداد عدد التكاثر الفعّال (N_e) الثابتة اللازمة لإنتاج مقدار التهجين الذاتي (F) من ١٪ و ٥٪ و ١٠٪ للأجيال من ١ إلى ٥٠. التوصية العامة لعدد التكاثر الفعّال (N_e) = ٥٠ تعد فعالة في التقليل من التهجين الذاتي لجيل واحد (مقدار التهجين الذاتي (F) = ١٪)، ولكن دورها يصير هامشياً بعد ١٠ أجيال (مقدار التهجين الذاتي (F) = ١٠٪).



المزارعون الذين يحصلون على أسماك تفريخ من مركز تكاثر (الفصل ٥)، تفرخ لهم مرة واحدة ومن ثم يتطلب الحصول على أسماك تفريخ جديدة، أما بالنسبة للمزارعين الذين يحصلون فقط على الإصبعيات المحسنة وراثياً للنمو من المفرخات "المضاعفة" كل موسم نمو (الفصل ٦) ليس لديهم ما يدعو للقلق بشأن التهجين الذاتي وإدارة عدد التكاثر الفعّال (N_e). مراكز التفريخ أو المفرخات المضاعفة يجب عليها إدارة قطعاتها للتقليل من التهجين الذاتي، ولكن لا داعي لهؤلاء المزارعين أن يقلقوا من التهجين الذاتي.

قد يكون من الصعب على المزارعين الصغار والمعتاشين الذين يرعون ويقومون بتوليد قطيع التفريخ الخاص بهم إدارة التهجين الذاتي، ولكن ينبغي تشجيعهم للمحاولة، وذلك لأن تحسين مهاراتهم في تربية الحيوانات سوف يؤدي إلى زيادة الإنتاجية. إذا حافظوا على ثبات عدد التكاثر الفعّال (N_e) = ٥٠ لمدة ٥ أجيال، فسوف يبقيون $\leq ٥\%$ مقدار التهجين الذاتي (F). هذه التوصية تنتج إدارة جيدة على المدى القصير (٥ أجيال) وهذه التوصية ليست مفرطة، لذلك يمكن لكثير من صغار المزارعين أن يدمجوها في خطط عمل سنوية. كبار المزارعين التجاريين

الذين ينتجون الإصباغيات أو يديرون برامج الانتخاب الوراثي، عليهم أن يحاولوا الحفاظ على مقدار التهجين الذاتي (F) من ٥ إلى ١٠٪، مع العلم أن مقدار التهجين الذاتي (F) = ٥٪ هو الهدف المنشود من ١٠ إلى ٢٠ جيل، وذلك حتى لا يكون الانتخاب والتدجين يستخدمان فقط لمواجهة تدهور التهجين الذاتي. الذين يربون الأسماك لمصايد الأسماك أو برامج المحافظة عليهم أن يحاولوا الحفاظ على مقدار التهجين الذاتي (F) من ١ إلى ٥٪، مع العلم أن مقدار التهجين الذاتي (F) = ١٪ هو الهدف المنشود لمدة لا تقل عن ٢٠ جيل، بما أن الجهد الأكبر في إدارة هذه الشركات هو لمنع التغييرات في مجموعة الجينات على المدى الطويل.

وثمة مفهوم حاسم في الشكل ٣-٢ هو أن عدد التكاثر الفعّال (N_e) هو عدد التكاثر الفعّال (N_e) ثابت. يمكن لعدد التكاثر الفعّال (N_e) أن يكون أكبر من العدد المطلوب، ولكن إذا كان أصغر لجيل واحد فقط، فإن هدف التهجين الذاتي لا يمكن تحقيقه. وذلك لأن متوسط عدد التكاثر الفعّال (N_e) عبر سلسلة من الأجيال (t) ليس المتوسط الحسابي، ولكن التوافقية تعني :

$$N_{e\text{متوسط}} = 1/t(1/Ne1 + 1/Ne2 + \dots 1/Net)$$

هذه المعادلة تدل على أن الجيل الذي له أصغر عدد التكاثر الفعّال (N_e) له أثر غير متناسب على متوسط عدد التكاثر الفعّال (N_e).

هناك عدد من الأساليب الإدارية التي يمكن أن تستخدم لزيادة عدد التكاثر الفعّال (N_e). الطريقة الأكثر وضوحاً لزيادة عدد التكاثر الفعّال (N_e) هي عن طريق زيادة عدد الأسماك التي ولدت وأنتج نسل حي وتوليد نسبة ١:١ بين الجنسين. إحدى الطرق لزيادة عدد أسماك التفريخ المنتجة من أجل الحصول على حصص إنتاج مرضية هي الحفاظ على جزء صغير فقط من كل عائلة. هذه الأفكار البسيطة تتعارض مع معايير إدارة استزراع الأسماك؛ مستزرعو الأسماك يميلون إلى إنتاج أقل عدد ممكن من الأسماك نظراً لخصوبة الأسماك، وغالباً ما يستخدمون نسبة منحرفة جداً بين الجنسين لأن ذلك يمكنهم من الحفاظ على عدد أقل من أسماك التفريخ.

تقنية أخرى هي التحول من التزاوج العشوائي (الممارسة المعتادة في معظم المفرخات) إلى التزاوج المؤصل^{١١}. في التزاوج المؤصل، كل أنثى تترك ابنة واحدة وكل ذكر يترك ابن واحد كقطع تفريخ للجيل التالي (يمكن أن

^{١١} تاف د. ١٩٨٤. Effective breeding efficiency: An index to quantify the effects that different Progressive Fish-breeding programs and sex ratios have on inbreeding and genetic drift

يكون أكثر من واحد ما دامت كلها تترك نفس العدد). التزاوج المؤصل يزيد بشكل كبير من عدد التكاثر الفعّال (N_e)، وعندما تكون النسبة بين الجنسين هي ١:١، عدد التكاثر الفعّال (N_e) هو ضعف العدد الذي يفرض. لكن، للقيام بذلك، كل عائلة يجب أن تربي في وحدة منفصلة من وحدات الإستزراع حتى يصبح في الأماكن وضع علامات تعريف للأسماك لضمان أن كل من الوالدين يترك نسل من الجنس الصحيح.

تقنية ثالثة هي مساواة عدد النسل من كل تزاوج، لأن نجاح عدم المساواة في عدد النسل يخفض عدد التكاثر الفعّال (N_e)^{١٧}. ومع ذلك، للقيام بذلك، لا بد من تربية كل عائلة في وحدة إستزراع منفردة حتى يتساوى حجم العائلات.

تقنية رابعة هي تعديل ممارسة الحلب^{١٨}. إذا تم حلب الأسماك، ينبغي أن لا يتم تجميع أو إضافة السائل المنوي بطريقة متسلسلة. هذه الممارسات تتسبب منافسة الأمشاج ويمكن ان يخصب ذكر واحد معظم البيض منتجاً عدد التكاثر الفعّال (N_e) أصغر بكثير من المتوقع.

تقنية خامسة هي تمديد الأجيال. عدد التكاثر الفعّال (N_e) المرجو في الشكل ٣-٢. يعطى للأجيال وليس للسنوات. الجيل هو الفاصل الزمني للاستعاضة عن الآباء بنسلهم. إذا كان الهدف هو الحفاظ على التهجين الذاتي أقل من قيمة معينة، لمدة ٢٠ عاماً وإذا كان الإجراء المعتاد هو استخدام سنتين كوحدة زمنية للجيل، سيتم إنتاج ١٠ أجيال خلال فترة خطة العشرين عاماً. لكن إذا أمكن تمديد الوحدة الزمنية للجيل لتمتد لمدة ٣ سنوات، سوف ينتج ٧ أجيال فقط خلال الـ ٢٠ عاماً، وهو ما يعني إمكانية استخدام عدد التكاثر الفعّال (N_e) أصغر لتحقيق الهدف المنشود.

التقنية السادسة، تغير السكان من عشيرة مغلقة إلى عشيرة مفتوحة. المناقشة أعلاه تفترض أن العشيرة مغلقة. إذا من ١٠ إلى ٢٥٪ من أسماك التفريخ يتم استيرادها في كل جيل، فمقدار التهجين الذاتي الذي سينتج يمكن أن

^{١٧} فيوميرا، أ.ك.، بورتر، ب.أ.، لوني، ج. ؛ أسميوسن، م.أ.، أفايس، ج.ك. ٢٠٠٤. Maximizing offspring production while maintaining genetic diversity in supplemental breeding programs of highly fecund managed species. المحافظة البيولوجية، ١٨ : ٩٤-١٠١.

^{١٨} ويتلر، ر. إ. ١٩٨٨. Genetic consequences of fertilizing Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) eggs with pooled milt. تربية الأحياء المائية، ٨٥ : ٣٢٦.

ينخفض إنخفاضاً جذرياً^{١٩}. في إدارات مصايد الأسماك والمحافظة، أحد النهج هو صيد وتفريخ الأسماك البرية أو جمع البيض البري و إستزراعها. يجب الحرص عند جمع أسماك التفريخ لتفادي أستنزاف قطيع التفريخ (مثلاً تقليل عدد السمك التي سوف تنتج طبيعياً في البرية، لحدود خطرة).

سابعاً، يمكن أن يحافظ مستزراع الأسماك على عشيرتين غير مترابطين وينتج هجيناً. يساوي التهجين الذاتي للتهجين صفرًا؛ التهجين كثيراً ما يستخدم في برامج تزاوج النباتات والحيوانات للحد من أو إبطال التهجين الذاتي. إذا تم الحفاظ على خطوط عدة غير مترابطة، يمكن إستخدام برنامج للتناوب بالتزاوج لمنع التهجين الذاتي لعدة أجيال^{٢٠}.

أخيراً، يمكن استخدام نمط تزاوج مضروب لزيادة عدد التكاثر الفعّال (N_e)، والتي سوف تقلل التهجين الذاتي^{٢١}.

٣-٣ الإنجراف الوراثي

الإنجراف الوراثي هو التغيرات العشوائية في التردد الجيني – التغيرات التي لا تكون بسبب الإنتخاب أو الهجرة أو الطفرات. يمكن لأسباب التغيرات العشوائية أن تكون طبيعية، مثل إنهيار أرضي يقسم العشيرة أو عاصفة تقتل نسبة كبيرة من العشيرة أو تدمر أجزاء من بيئتها أو يمكنها أن تكون من صنع الإنسان، والتي تحدث عندما يحصل مستزعو الأسماك أسماكهم أو يولدوها.

في ظل الظروف العادية، فإن أعداد الأسماك التي تتكاثر وتترك ذرية حية هي أقل بكثير من أعداد البالغين وهذا ينطبق بشكل خاص على تربية الأحياء المائية. عندما تتكاثر هذه العينات الثانوية، فهناك فرصة لأن تكون

^{١٩} بارتلي، د.م.؛ كينت، د.ب.؛ دراويريدج، م.أ. ١٩٩٥ Conservation of genetic diversity in a white seabass hatchery enhancement program in southern California. ندوة جمعية مصايد الأسماك، ٢٥٨ - ٢٤٩.

^{٢٠} كنكيد، هـ.ل. ١٩٧٧. Rotational line crossing: An approach to the reduction of inbreeding accumulation in trout brood stocks ٣٩ : ١٧٩ - ١٨١؛ انظر الحاشية ١١.

^{٢١} بوساك، ك.؛ كنودسن، ك.م. ٢٠٠٧. Using factorial mating designs to increase the effective number of breeders in fish hatcheries. تربية الأحياء المائية، ٢٧٣ : ٢٤ - ٣٢.

ترددات واحد أو أكثر من الجينات مختلفة في النسل على ما كانت عليه في جيل الآباء، وكلما قل عدد المنتجين كلما زاد احتمال حدوث التغيير. الأثر الأساسي للإنجراف الوراثي هو فقدان الأليلات، وكلما أنخفضت وتيرة الجينات كلما زاد احتمال ضياع أليل بواسطة الإنجراف الوراثي. يسبب مستزعو الأسماك الإنجراف الوراثي أيضاً عندما يختارون الأسماك التي سيشترونها لتأسيس عشيرتهم. إقتناء الأسماك أمر بالغ الأهمية والعينات الصغيرة غالباً ما تنتج ما يسمى تأثير مؤسس - وهي حالة حيث يخلق الإنجراف الوراثي عشيرة تكون فيها ترددات الجينات تختلف اختلافاً كبيراً عن تلك التي في العشيرة التي تنبثق منها. مخزون المؤسس يحدد أقصى تباين وراثي يوجد في عشيرة مغلقة.

خسارة التباين الوراثي يجعل العشيرة البرية أكثر عرضة للإنقراض. لأنها فقدت التباين الوراثي الذي قد يمكنها من التكيف مع التغييرات في البيئة. لقد تمّ تقييم عدد من مخزونات المرفحات، ومهما كان الجهد الذي أنفق في منع الإنجراف الوراثي، فإنه قد حدث وحُفّض التباين الوراثي^{٢٢}. فقدان التباين الوراثي عبر الإنجراف الوراثي قد عرض لمنع الانتخاب في زيادة معدل النمو^{٢٣}، وقد تبين أنه يزيد عدد الأسماك التي تعاني من خلل بالنمو^{٢٤}. العلاقة بين عدد التكاثر الفعّال (N_e) والإنجراف الوراثي هي:

$$\sigma^2_{\Delta q} = pq/2N_e$$

- ^{٢٢} أندورف، ف.و.؛ فيلبس، س.ر. ١٩٨٠. Loss of genetic variation in a hatchery stock of cutthroat trout. معاملات الجمعية الأمريكية لمصايد الأسماك، ١٠٩: ٥٣٧ - ٥٤٣؛ هالمان، إ.م.؛ دنهام، ر. أ؛ سميثمان، ر. أو. ١٩٨٦. Selection or drift—isozyme allele frequency changes among channel catfish selected for rapid growth. معاملات الجمعية الأمريكية لمصايد الأسماك، ١١٥: ٦٠ - ٦٨؛ فيورين، ج. ١٩٨٤. Reduction of genetic variability in a hatchery stock of brown trout, *Salmo trutta*. مجلة بيولوجيا الأسماك، ٢٤: ٣٣٩ - ٣٤٨.
- ^{٢٣} تاف د. سميثمان، ر. أ. ١٩٨٠. Predicted response to selection for early growth in *Tilapia nilotica*. معاملات الجمعية الأمريكية لمصايد الأسماك ١٠٩: ٤٣٩ - ٤٤٥؛ تيتشرت - كودينغتون، د.ر. سميثمان، ر. أو. ١٩٨٨. Lack of response by *Tilapia nilotica* to mass selection for rapid early growth الأمريكية لمصايد الأسماك ١١٧: ٢٩٧ - ٣٠٠.
- ^{٢٤} ليري، ر.ف.؛ أندورف، ف.و.؛ كنودسن، ك.ل. ١٩٨٥. Developmental instability as an indicator of reduced genetic variation in hatchery trout. معاملات الجمعية الأمريكية لمصايد الأسماك: ١١٤: ٢٣٠-٢٣٥.

حيث $\sigma^2_{\Delta q}$ هي تباين التغيير في تردد الجين (الطريقة التي يقاس بها الإنجراف الوراثي) و p و q هما ترددات الأليلات p و q لجين معين.

كما كان الحال مع التهجين الذاتي، الإنجراف الوراثي مرتبط عكسياً بعدد التكاثر الفعّال (N_e)؛ ومن الأرجح أن الإنجراف الوراثي سوف يغير ترددات الجين، كلما كان عدد التكاثر الفعّال (N_e) أصغر. تأثير خفض عدد التكاثر الفعّال (N_e) يمكن أن يكون فورياً عبر الإنجراف الوراثي.

لأنه من الصعب منع الإنجراف الوراثي في العشائر المدارة، فيجب تقسيم الإنجراف الوراثي إلى تغييرات مقبولة وغير مقبولة لأغراض إدارية. إن تغييراً في تردد أليل ما مثلاً من ٠,٤ إلى ٠,٣٨ قد لا يكون حاسماً بحيث يمكن تصنيفه كمقبول، ولكن تردد الأليل إلى ٠,٠ هو حالة حرجة ويجب منعها، مما يعني أنه يصنف على أنه غير مقبول. وبالتالي، يجب أن يدار عدد التكاثر الفعّال (N_e) لتقليل الخسائر في الأليلات؛ بما أن احتمال فقدان الأليلات النادرة أكثر من احتمالات فقدان الأليلات الشائعة، فينبغي أن يكون هدف الإدارة منع فقدان الأليلات النادرة عبر الإنجراف الوراثي.

إحتمال فقدان أليل تردده q عن طريق الإنجراف الوراثي في جيل واحد هو :

$$P = (1 - q)^{2N_e}$$

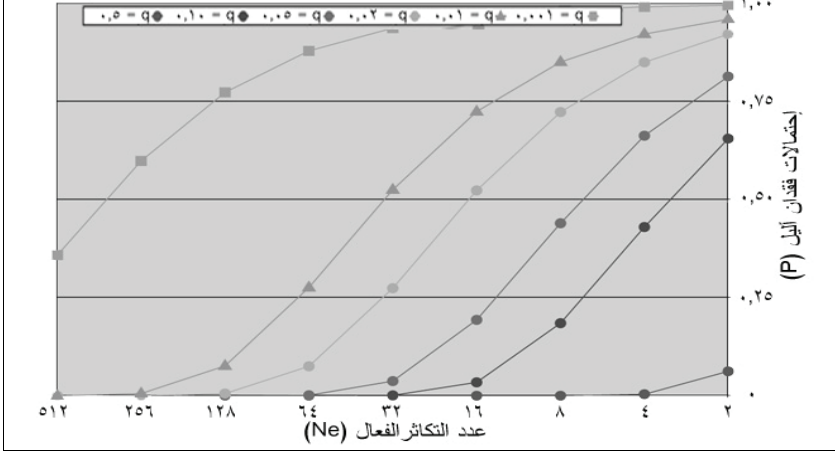
إحتمالات فقدان أليل (٠,٠٠١ إلى ٠,٥ = التردد f) لجيل واحد مبيّنة في الشكل ٣-٣. الشكل ٣-٣ يبين أن هناك حاجة إلى أن يكون عدد التكاثر الفعّال (N_e) صغير لمنع فقدان الأليلات الشائعة ($f \geq ٠,٢$ ، التردد f)، في حين أن هناك حاجة إلى أن يكون عدد التكاثر الفعّال (N_e) كبير للأليلات النادرة ($f \geq ٠,٠١$ ، التردد f).

للحد من الإنجراف الوراثي عند إدارة عدد التكاثر الفعّال (N_e) لعشيرة ما، يجب تحديد المخاطر الوراثية المقبولة، في هذه الحالة، فإن المطلوب هو ضمان الإبقاء على وجود أليل (١,٠ - الإحتمال P) من تردد معين بعد عدد أجيال معين^{٢٥}. علماء الوراثة وبيولوجيا العشيرة يعتبرون أن الأليل الذي لديه ٠,٠١ = التردد (f) يساهم في تعدد الأشكال، وبالتالي فإن الهدف من برامج إدارة مصائد الأسماك والمحافظة عليها يجب أن يكون لإنقاذ الأليلات التي لديها ٠,٠١ = التردد (f) (إذا تم ذلك، سيتم حفظ الأليلات الأكثر شيوعاً).

^{٢٥} أنظر الحاشية رقم ١١.

الشكل ٣-٣

إحتمالات فقدان أليل f (= ٠,٠٠١ إلى ٠,٥) لعدد تكاثر فعال (N_e) متباين، هذه الإحتمالات هي لحدث واحد (موسم الإنتاج أو إقتناء قطيع التفريخ)



الحفاظ على الأليلات النادرة ليس مهماً لمزارع أسماك الطعام. إذا كانت الأليلات النادرة تحسن قابلية الحياة والنمو وسمات الإستزراع الأخرى، فإن التددجين يزيد من ترددها. وبسبب ذلك، فالخطر الوراثي لمستزاعي أسماك الطعام يكون في حفظ الأليلات التي لديها $f = 0.05$ التردد (f).

عدد التكاثر الفعّال الثابت (N_e) لضمان حفظ ٩٥٪ من الأليلات (٠,٠٠٥ إلى ٠,١ = التردد f) من أجل الأجيال ١ إلى ٥٠ ترد في الشكل ٣-٤. المنهجية المستخدمة لحساب عدد التكاثر الفعّال (N_e) هذا، موصوفة في كتاب المنظمة بشأن إدارة التهجين الذاتي والإنجراف الوراثي في مفرخات العشائر^{١١}. من السهل الحيلولة دون فقدان أليل له $f \geq 0.05$ ، ولكنه يمكن أن يكون صعباً عندما $f \leq 0.005$ التردد f .

كما كان الحال بالنسبة لإدارة التهجين الذاتي، المزارعون الذين لا يفرخون الأسماك أو الذين يفرخون الأسماك مرة واحدة ومن ثم يحصلون على مخزون جديد لا يحتاجون إلى إدارة عشيرتهم للحد من الإنجراف الوراثي. رغم أن معظم المعتاشين أو صغار المزارعين لن يفهموا الإنجراف الوراثي وعواقبه، يمكن لكثيرين منهم وبسهولة إدراج

^{١١} أنظر الحاشية ١١.

إدارات من شأنها التقليل من آثار الإنجراف الوراثي. إذا حافظوا على $e = 40$ = عدد التكاثر الفعّال (N_e) ثابت لمدة ٥ أجيال، فإنهم سيضمنون حفظ ٩٥٪ من الأليلات التي لديها ٠,٠٥ = التردد (f). هذه التوصية ليست مفرطة وتحدث نتائج جيدة على إدارة وراثية قصيرة المدى (٥ أجيال).

لكبار المزارعين التجاريين، وأولئك الذين ينتجون الإصباغيات أو يتولون برامج الانتخاب الوراثي، فإنه من السهل تحقيق الهدف من حفظ الأليلات التي لديها ٠,٠٥ = التردد (f)؛ $e = 59$ = عدد التكاثر الفعّال (N_e) سوف تنتج ضمان ٩٥٪ لمدة ٢٠ جيل. الهدف المتمثل في حفظ الأليلات التي لديها ٠,٠١ = التردد (f) والتي ينبغي أن يكون قابلاً للتحقيق لمصايد الأسماك/برامج المحافظة؛ $e = 297$ عدد التكاثر الفعّال (N_e) سوف تنتج ضمان ٩٥٪ لـ ٢٠ جيل. القيم في الشكل ٣-٤ هي لأليل واحد. إذا كان هناك ١٠٠ من الأليلات الماثلة، ضمان ٩٥٪ تعني أن ٩٥ منها سيتم حفظها، في حين أن ٥ سوف تضيع. تقنيات الإدارة التي تم وصفها في قسم التهجين الذاتي يمكنها أن تستخدم أيضاً لزيادة عدد التكاثر الفعّال (N_e) من أجل تقليل الإنجراف الوراثي.

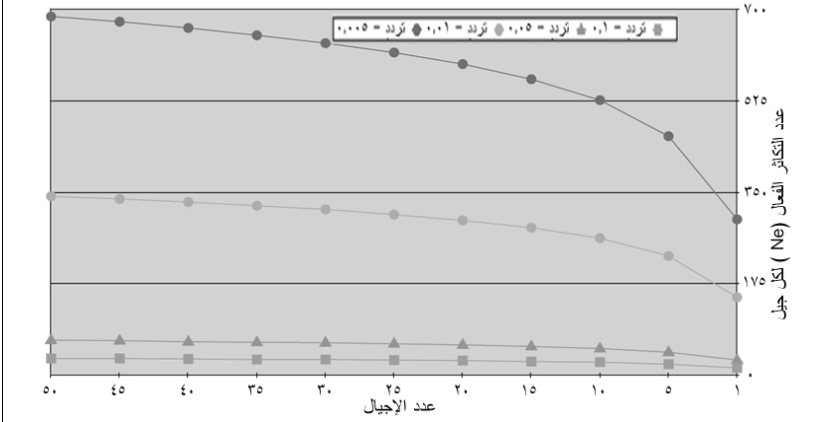
عدد التكاثر الفعّال (N_e) الموصى به للحد من الإنجراف الوراثي يتراوح بين ٥٠٠ و ٥٠٠٠٠ وال ٥٠٠ هي الأكثر شيوعاً^{١٧}. يبين الشكل ٣-٤ أن التوصية المشتركة لـ $e = 500$ = عدد التكاثر الفعّال (N_e) وسوف تقوم بعمل جيد في الحد من الإنجراف الوراثي؛ وسوف تنتج ضمان حفظ ٩٥٪ من الأليلات التي لديها ٠,٠١ = التردد (f) لأكثر من ٥٠ جيل. ومع ذلك، وبالإعتماد على الهدف الوراثي (خطر)، فإن عدد التكاثر الفعّال (N_e) المطلوب يمكن أن يكون أقل من ٥٠٠، والذي غالباً ما يكون الحال بالنسبة لإستزراع أسماك الطعام.

لأن علاقة كلاً من التهجين الذاتي والإنجراف الوراثي هي علاقة تناسب عكسية لعدد التكاثر الفعّال (N_e)، فإنه ينبغي العمل للحصول على أدنى حد للإثنين على حدٍ سواء. يمكن جمع المعلومات الواردة في الأشكال ٣-٢ و ٣-٤ لإنشاء عدد التكاثر الفعّال (N_e) ثابت لتحقيق الهدفين معاً؛ لتحقيق الهدفين معاً، يجب إستعمال عدد تكاثر فعّال (N_e) أكبر. الأرقام في الأشكال ٣-٥ و ٣-٦ تعطي عدد التكاثر الفعّال (N_e) الثابت اللازم لأسماك الطعام وللمصايد السمكية/المحافظة على تربية الأحياء المائية، بناءً على مستويات مختلفة من المخاطر الوراثية.

^{١٧} لاند. ر. ١٩٩٥. Mutation and conservation. Conservation Biology. ٩: ٧٨٢ - ٧٩١؛ هارمان، إ. ٢٠٠٣. Random genetic drift. صفحة ١٩٧-٢١٤ في إ.م. هارم، نشرة Population genetics: Principles and Applications for Fisheries Scientists. م.د.، الجمعية الأمريكية لمصايد الأسماك، المجلس الوطني للبحوث. ٢٠٠٢. Science and the Endangered Species Act. واشنطن العاصمة. أكاديمية الصحافة الوطنية؛ انظر الحاشية ١١ و ١٣.

الشكل ٣-٤

عدد التكاثر الفعال (N_e) المطلوب في كل جيل، للأجيال من ١ إلى ٥٠ لإنتاج ٩٥٪ تضمن حفظ الأليلات التي لديها $f = 0.005 - 0.1$.



الشكل ٣-٥ يبين أن عدد التكاثر الفعال (N_e) اللازم للتقليل من الآثار المتلفة للتهجين الذاتي والإنجراف الوراثي ليس مفرطاً ويمكن إدراجه في معظم عمليات أسماك الطعام. رغم أنه في كثير من الأحيان تعتبر الإدارة الوراثية إما ذات قيمة قليلة أو تكنولوجيا غير ملائمة للمعتاشين أو صغار المزارعين، أولئك الذين يرعون ويفرغون قطع التفريخ الخاص بهم يمكنهم بسهولة إدراج "المخاطر المعتدلة"، (الشكل ٣-٥) على المدى القصير (٥ أجيال) إدارة في إطار خطط العمل الروتيني. $50 =$ عدد التكاثر الفعال (N_e) سيبقي ٥٪ \leq مقدار التهجين الذاتي (F) سيتم أيضاً إنتاج ضمان حفظ ٩٥٪ من الأليلات التي لديها $0.005 =$ التردد (f) لخمسة أجيال. في هذه الحالة، عدد التكاثر الفعال (N_e) المطلوب لإدارة التهجين الذاتي أكبر من عدد التكاثر الفعال (N_e) المطلوب لإدارة الإنجراف الوراثي، بحيث يتم استخدام عدد التكاثر الفعال (N_e) للتهجين الوراثي. بسبب هذا تحتاج العوامل المحققة فقط أن تشرح الإدارة الوراثية بشرط تقليل التهجين الذاتي، وهو مفهوم يسهل فهمه، لأن معظم المجتمعات تحرم زواج الأقارب (قربة الدم).

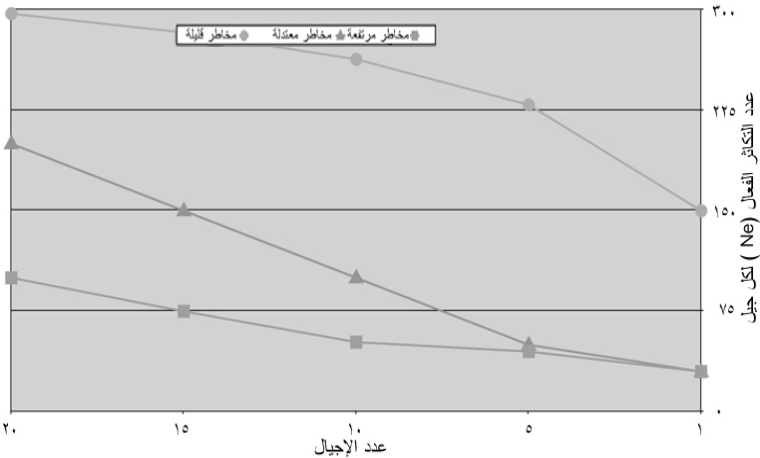
إذا حافظ كبار المزارعين التجاريين، الذين ينتجون الإصبعيات، أو أولئك الذين ينظمون برامج الانتخاب الوراثي على $100 =$ عدد التكاثر الفعال (N_e) ثابت (هذا يتضمن المخزون الأساسي)، يمكنهم التخفيف من المشاكل الوراثية لـ ١٠ أجيال (٥٪ \leq مقدار التهجين الذاتي (F) و ٩٥٪ ضمان المحافظة على الأليل $0.005 =$ التردد (f)

"المخاطر المعتدلة" في الشكل ٣-٥). ومع ذلك، إذا ما حصلوا على مخزونهم من مزرعة حيث عدد التكاثر الفعّال (N_e) أقل من ١٠٠، سوف يستوردون أسماك راكمت مستوى عالٍ من التهجين الذاتي أو عانت من تناقص بالتنوع الوراثي وضعف بالأداء بسبب الإنجراف الوراثي.

عدد التكاثر الفعّال (N_e) في الشكل ٣-٦، يعتبر الأكبر، وذلك لأن إدارة جينات العشيرة لفترة طويلة من الوقت (أكثر من ١٠ أجيال، مع ٢٠ جيلاً كحد أدنى مطلوب) يجب أن تكون الهدف الأساسي لمصايد الأسماك/برامج المحافظة المستندة على تربية الأحياء المائية، والمخاطر الوراثية القليلة يجب أن تكون مقبولة. عدد التكاثر الفعّال (N_e) القابل للزوم لـ ٢٠ جيلاً هو من ٣٧٨ إلى ١٠٠٠، اعتماداً على المخاطر الوراثية.

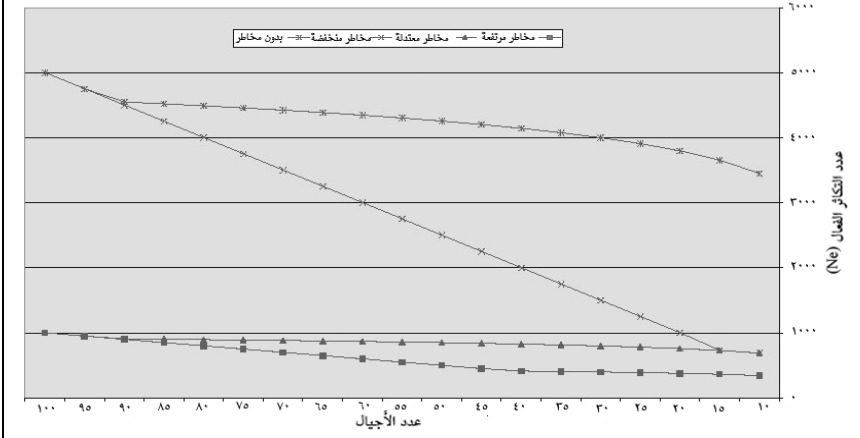
الشكل ٣-٥

عدد التكاثر الفعّال (N_e) اللازم لكل جيل للحد من التهجين الذاتي والإنجراف الوراثي في عشائر المفرخة في مزارع أسماك الطعام. عدد التكاثر الفعّال (N_e) لها ثلاثة خيارات هي (مستوى المخاطر الوراثية):
 مخاطر عالية - كمية التهجين الذاتي $F \geq 10\%$ و 95% تضمن المحافظة على الأليل $f = 0.05$ ؛ مخاطر معتدلة (مقبولة) - كمية التهجين الذاتي $F \geq 5\%$ و 95% تضمن المحافظة على الأليل $f = 0.05$ ؛ مخاطر منخفضة - كمية التهجين الذاتي $F \geq 5\%$ و 95% تضمن المحافظة على الأليل $f = 0.05$.



الشكل ٣-٦

عدد التكاثر الفعال (N_e) اللازم لكل جيل للحد من التهجين الذاتي والإنجراف الوراثي في عشائر المفرخة التي تستخدم لمصادر الأسماك أو مشاريع إدارة المحافظة. عدد التكاثر الفعال (N_e) هي لأربعة خيارات (مستوى المخاطر الوراثية): مخاطر معتدلة - كمية التهجين الذاتي $F \geq 0.5\%$ و 0.99% تضمن المحافظة على الأليل $f = 0.01$ ؛ مخاطر منخفضة - كمية التهجين الذاتي $F \geq 0.5\%$ و 0.99% تضمن المحافظة على الأليل $f = 0.005$ ؛ مخاطر قليلة - كمية التهجين الذاتي $F \geq 0.1\%$ و 0.99% تضمن المحافظة على الأليل $f = 0.005$ ؛ بدون مخاطر - كمية التهجين الذاتي $F \geq 0.1\%$ و 0.99% تضمن المحافظة على الأليل $f = 0.001$.



على الرغم من أن الخيار "بدون مخاطر" في الشكل ٣-٦ هو المطلوب من وجهة نظر وراثية تماماً، فمن غير المرجح أنه يمكن إدراجه من منظور الإدارة. بالتالي فإن خيار "مخاطر منخفضة" أو "مخاطر قليلة" في الشكل ٣-٦ هي تلك التي ينبغي إدراجها في هذا النوع من العمل. خيار "مخاطر منخفضة" في الشكل ٣-٦ يجمع $1\% \leq$ مقدار التهجين الذاتي (F) مع 99% ضمان حفاظ على الأليل (f) = 0.005 بدلاً من f) = 0.01 ، لأنه عند الجيل الـ ٢٠، أعداد التكاثر الفعال (N_e) تكون متطابقة. إذا كان المطلوب الجمع بين $1\% \leq$ مقدار التهجين الذاتي (F)، $0.01 = f$ لأقل من ٢٠ جيل، فيمكن استخدام عدد التكاثر الفعال (N_e) في الأشكال ٣-٢ و ٣-٤ لإنتاج عدد التكاثر الفعال (N_e) المطلوب.

ولقد تم إقتراح أن ≥ 1000 عدد التكاثر الفعّال (N_e) سيجعل العشيرة "آمنة وراثياً"^{٢٦}. $1000 =$ عدد التكاثر الفعّال (N_e) سيحقق الأهداف "معتدلة المخاطر" و"منخفضة المخاطر" ل ١٠٠ جيل وسوف يحقق هدف "مخاطر قليلة" ل ٢٠٠ جيل (الشكل ٣-٦).

المناقشة حول إحتساب عدد التكاثر الفعّال (N_e) يفترض أن العشيرة إلى حد ما مستقرة، الذي هو غالباً الحال في المرفخة. عندما يكون هذا هو الحال، فإن عدد التكاثر الفعّال (N_e) للتهجين الذاتي والإنجراف الوراثي يحسب على النحو المبين سابقاً. ومع ذلك، عندما تكون العشيرة صغيرة، تحدث تقلبات عنيفة على مر الأجيال. أو تتدنى، فإن عدد التكاثر الفعّال (N_e) للتهجين الذاتي يختلف عن عدد التكاثر الفعّال (N_e) الإنجراف الوراثي، وذلك لأن تأثير عدد التكاثر الفعّال (N_e) على العشيرة يمكن أن يكون فورياً (الإنجراف الوراثي) أو متأخراً (التهجين الذاتي). عندما يكون هذا هو الحال، عدد التكاثر الفعّال (N_e) للإنجراف الوراثي يسمى عدد التباين الفعّال (N_{ev}) وهو :

$$N_{ev} = \frac{4N - 2}{V_k + 2}$$

حيث N عدد الأسماك في جيل الآباء و V_k هو تباين إنتاج النسل.

عدد التباين الفعّال (N_{ev}) هو أكثر أهمية بكثير لمصايد الأسماك وإدارة المحافظة مما هو عليه لأسماك الطعام المستزرعة، وذلك لأن الإنجراف الوراثي يمكن أن يكون له تأثير أكثر ضرراً على قدرة الأنواع على البقاء في البرية. إذا كان الهدف الوراثي الوحيد من مصايد الأسماك/برامج المحافظة هو التقليل من الإنجراف الوراثي، فيجب إدارة عدد التباين الفعّال (N_{ev})، يقدر عدد التباين الفعّال (N_{ev}) لكل جيل بصورة مستقلة عن الأجيال السابقة. في هذه الحالة، التوصية العامة لعدد التباين الفعّال (N_{ev}) $= 500 = N_e$ تقوم بعمل جيد في الحد من الإنجراف الوراثي من الآباء إلى النسل لأكثر من ٥٠ جيل (الشكل ٣-٤). ومع ذلك، إذا كان عدد التباين الفعّال

^{٢٦} المجلس الوطني للبحوث. ٢٠٠٢.

^{٢٧} وايلز، ر.س. ٢٠٠٢. Definition and estimation of effective population size in the conservation of endangered species. الصفحات ١٤٧-١٦٨ في ر.س. بايسنغر، د.ر. مكلوغ، نشرة Population Viability Analysis. شيكاغو. مطبعة جامعة شيكاغو.

(N_{ev}) من العشيرة صغيراً في الأجيال السابقة، فإن عدد التباين الفعّال (N_{ev}) = ٥٠٠ سوف يمنع فقط مشاكل الإنجراف الوراثي من التزايد لكن لن يعكس التلف الوراثي الذي حدث بالفعل في الأجيال السابقة .

أحد أسباب معرفة عدد التباين الفعّال (N_{ev}) للأسماك المنتجة بالمفرخة التي هي مخزون المصيد أو مشاريع الاستصلاح وعدد التباين الفعّال (N_{ev}) العشيرة البرية التي يخزنها هو أن يمكن لبرنامج التخزين تقليل إجمالي عدد التباين الفعّال (N_{ev})^{٢٠}. على سبيل المثال، إذا كان عدد التباين الفعّال (N_{ev}) مخزون الأسماك صغيراً، لكن إذا كانت تساهم بنشؤ عدد غير متناسب من النسل للجيل القادم، فيمكن لعدد التباين الفعّال (N_{ev}) العشيرة البرية التراجع. وسيلة أخرى يمكنها أن تخفض عدد التباين الفعّال (N_{ev}) إذا ما كان تفريخ الأسماك ينتج عائلات كبيرة، في حين أن الآباء في البرية ينتجون عائلات صغيرة، وهذا يزيد من التباين في إنتاج النسل، والتي يمكن أن تنتج إجمالي (N_{ev}) أصغر من كل ال (N_{ev}) مجتمعة.

٣-٤ التدجين

التدجين هو شكل من أشكال الانتخاب الذي يجعل كائناً ما أكثر تكيفاً للبيئة المستزرعة، لكل أشكال الإدارة التي يتم استخدامها لتربيته (مثلاً أنه يغير من مجموعة الجينات لعشيرة ما من خلال إنتخاب الأليلات القادرة على ظروف الإستزراع ومن خلال القضاء على الأليلات التي هي أقل صلاحاً في المفرخة). التدجين هو مزيج من الإنتخاب المتعمد وغير المتعمد. التدجين يغير مجموعة الجينات، بطريقة أن هذه التغيرات تنقل إلى الأجيال اللاحقة، وبمرور الزمن، تصبح العشيرة مختلفة بشكل ملحوظ. في الزراعة، جميع النباتات والحيوانات الهامة التي تربي للتغذية أصبحت مدجنة؛ المستزرعون المائيون، من جانب آخر، يربون حيوانات ونباتات غير مدجنة. التدجين هو المصطلح الذي من الصعب تحديد كميته، لأنه لا يوجد في المطلق خط فاصل يقسم البري من المدجن؛ بدلا من ذلك إنه عملية مستمرة (يتم تعريف التدجين على أنه التكاثر المستمر المخطط له لأكثر من ثلاثة أجيال)^{٢١}. يمكننا أن نرى المنتج النهائي (المدجن) والأولي (البري)، ولكن كل كائن مستزرع مائياً موجود في مكان

^{٢٠} رايمن، ن؛ لايفر، ل. ١٩٩١. Effects of supportive breeding on the genetically effective population size, ٣٢٥ - ٣٢٩، وايلز، ر.س. وثيقة ج. ١٩٩٤. Genetic risk associated with supplementation of Pacific salmonids: captive broodstock programs. المجلة العلمية الكندية لمصايد الأسماك والعلوم المائية، ٥١ (الملحق ١): ٣١٠ - ٣٢٩.

^{٢١} بيليو، م. . Controlled reproduction and domestication in aquaculture. The current state of the art. Part II. تربية الأحياء المائية أوروبا، ٣٢ (٣): ٥-٢٣.

ما على طول السلسلة؛ معظمها أقرب إلى الأولي من النهائي. التدجين يبدأ عندما يتحكم مستزرعو الأسماك بدورة حياة الاسماك، ويحدد الشروط التي بموجبها سيتم تربية السمك (نوع العلف الذي يتم استخدامه ومعدل التخزين وإدارة نوعية المياه، الخ) وعلى الأخص، أي أسماك ستولد.

يمكن للتدجين أن يغير العشيرة بطرق خفية بسبب إنتخاب غير مقصود إذ يتكيف السمك على طريقة تشغيل المزارع أو مدير التفريخ للمرفق. على سبيل المثال، الطريقة التي يولد بها مزارع أسماكه يمكن أن تنتج مخزوناً يتجاوب بسهولة أكبر لحقن الهرمون، أو بإمكان موسم التفريخ أن يتبدل إذا كان مدير تفريخ الاسماك يولد الأسماك فقط في بداية موسم التفريخ. إختيار أسماك التفريخ من شبكة السحب الأولى يمكنه إنتخاب أسماك يسهل حصادها، في حين ان إختيار الأسماك التي لا تزال في البركة بعد عدة عمليات سحب للشبك يمكنه إنتخاب أسماك تتقن فنون الهرب. تربية الأسماك في ظل حالة إستزراع مكثفة يمكنه إنتخاب أسماك متحملة للظروف المعيشية المتدهورة والضاغطة. نبد مخزون الأسماك المهيجة والتي من الصعب التعامل معها يمكن أن ينتج أسماكاً سهلة الانقياد.

تعديلات بسيطة في السلوك قد تكون أو لا تكون عنصراً من عناصر التدجين. مثل، الأسماك تعلم متى سيتم تغذيتها وتتجاوب مع صوت شاحنة الأعلاف أو ضجيج الذي يحدثه المغذي. هذا السلوك مرغوب فيه، لأنه يضمن أن التغذية سيتم تناولها بسرعة بالتالي كمية أقل ستهدر. إذا كان مثل هذا السلوك لديه أساس جيني، إذاً هو جزء من التدجين، ولكن إذا كان هذا السلوك المتعلم ليس له أساس جيني فإنه لن ينتقل الى الجيل التالي، فلا يكون تدجيناً.

التدجين مفيد في إستزراع أسماك الطعام، لأنه ينتج أسماكاً أكثر إنصياعاً، تلك التي تزدهر على التغذية الإصطناعية مما يزيد معدل النمو، وتلك التي تتسامح مع الزحام، والمعاملة، وتدهور شروط نوعية المياه التي يمكنها أن تسبب الإجهاد والمرض لاحقاً. لقد تبين أن التدجين زاد معدل نمو الأسماك المستزرعة من ٢ إلى ٦٪ في كل جيل^{٢٢}.

^{٢٢} دنهام، ر.أ. سميثرمان، ر.أ. ١٩٨٣. Response to selection and realized heritability for body weight in three strains of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, grown in earthen ponds. تربية الأحياء المائية،

ومع ذلك، يستزرع تربية الأحياء المائية أيضاً أسماكاً سيتم خزنها في البرية لدعم مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (الفصل ٨) وفي برامج إستعادة الأنواع المهددة بالانقراض (الفصل ٩)، وبالنسبة لهذا النوع من الإدارة، التدجين ضار لأنه قد يحدث تغييرات غير مرغوب فيها في الجينوم^{٣٣}. لسوء الحظ، فمجرد تكثير الأسماك، والطريقة التي ولدت بها، أو تربيتها يخلق إنتخاب التدجين، والتي يمكن أن تنتج أسماكاً أقل ملاءمة في البرية. مثل، البقاء على قيد الحياة في البرية هشّ وأكثر الأسماك تموت عندما تكون زريعة. المستزوعون المائيون يهيؤن بيئات تسمح بتحقيق أقصى قدر من البقاء على قيد الحياة، لذلك الصفات الوراثية غير القادرة على التأقلم في البرية لا تكون قاتلة في المفرخة. تحسين البقاء على قيد الحياة في وقت مبكر في المفرخة وممارسة روتينية في تربية الأحياء المائية، هو شكل من أشكال إنتخاب التدجين الذي تبين أن له تأثير غير مباشر في إنتخاب حجم أصغر للبيض، الذي بدوره، يقلل البقاء على قيد الحياة في البرية. حتى لو كان الشكل الوحيد من أشكال الاستزراع السمكي هو جمع البيض من البرية، وتربية الزريعة/الإصبعيات لفترة وجيزة، ومن ثم، فإن إنتخاب التدجين سوف يحدث إذا كان البقاء على قيد الحياة ونجاح تكاثر المخزون السمكي يختلفان في البرية عن نظرائهما البرية.

ممارسات الإدارة التي تقلل من تدجين الأسماك التي يتم خزنها في البرية مذكورة في الفصل ٨.

٣-٥ العوقات والفرص

ثمة عائق رئيسي لتحسين الإدارة في هذا المجال هو في الحقيقة أن معظم المستزعين المائيين يفتقرون إلى التدريب في مجال علم الوراثة ويشعرون أن هذا النوع من الإدارة ليس ضرورياً، غالباً، لأنهم لا يفهمون ذلك. العائق الثاني هو أن كثير من المستزعين المائيين لا يدركون الفوائد على المدى الطويل التي يمكن جنيها من إدماج برامج إدارة علم الوراثة (الفصل ٤؛ ٦)، وتربية الأسماك بشكل روتيني التي يتم تكثيرها أو لها قصور في التنوع الجيني بذلك لا تقوم بدور جيد كالمخزون غير المتضرر وراثياً. كما أنهم لا يدركون أن التحسينات في جوانب أخرى من تربية الأسماك (مثل تحسين الأعلاف) قد تعوض فقط النقص في الإمكانيات الوراثية. هناك زيادة في التكاليف المرتبطة بالتقليل من التهجين الذاتي والإنجرف الوراثة، ولكن سيعوض عنها تحسن الإنتاج (الفصل ٦). عائق آخر

^{٣٣} اراكي، هـ؛ كوبر، ب؛ بلوين، م. س. ٢٠٠٧. Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the wild. العلوم، ٣١٨: ١٠٠ - ١٠٣، هيث، د. د؛ هيث، جي دبليو؛ برايدن، س. أ؛ جونسون، ر. م؛ فوكس، سي. دبليو. ٢٠٠٣. Rapid evolution of egg size in captive Science. salmon، ٢٩٩: ١٧٣٨ - ١٧٤٠.

عندما يكافأ عن طريق الخطأ مديرو المفرخات والموارد لإنتاجهم الكثير من الأسماك، ولكن هذه الأسماك لا تقوم بالضرورة بإداء جيد لأن الإدارة الوراثية السليمة وتقييمها لم يتم تنفيذها. مزارعو الأسماك ومديرو الموارد عليهم فهم أن إنتاج عدد أقل من الأسماك التي تؤدي بشكل أفضل، يحسن في الواقع زيادة الإنتاجية وإدارة الموارد. هناك عقبة ثالثة تتمثل في الوضع المالي الذي لا يمكن الكثير من المفرخات من توسيع نطاقها، وإعادة بنائها، ولا يمكن زيادة عدد العمالة المتعاقد معهم، ولذا فمن غير الممكن تفريخ العدد المطلوب من الأسماك أو تقليل التدجين في مصايد الأسماك/برامج الحفاظ. أخيراً، إدماج إدارة علم الوراثة في استزراع الأسماك يجب أن يسير جنباً إلى جنب مع تربية جيدة في تربية الأحياء المائية والتطورات في مجال التغذية وصحة السمك.

لحسن الحظ، بدأ العديد من القادة وصناع السياسة بفهم إن إدارة الموارد الوراثية ليست مفهوماً مجرداً، بل وسيلة لتحسين الأمن الغذائي والاستقرار البيئي.

٤-١ مقدمة

مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد لدى المنظمة تحتوي على العديد من المواد التي تتناول قضايا محددة لتطبيق منهجيات تحسين الصفات الوراثية في تربية الأحياء المائية (المواد ١-٩-٢ و ٣-٩-١ و ١-٣-٩ و ٣-٣-٩). هذه المواد تشير إلى المخاطر المصاحبة لتطوير تربية الأحياء المائية، وبالتحديد تطور وانتشار المخزونات المعدلة وراثياً والسلامة الوراثية والبيئية للنظم الإيكولوجية الطبيعية. هذا الفصل يركز على استعراض المنهجيات المستخدمة في التحسين الوراثي لأنواع تربية الأحياء المائية ومدى تطبيقها الحالي والمحتمل الوصول إليه في المستقبل. تدرس هذه المنهجيات بمنظور قصير وطويل المدى لصالح تطوير تربية الأحياء المائية ولكن بالإشارة إلى المخاطر الناجمة عن اعتمادها وتطبيقها. هذه المخاطر موصوفة بمزيد من التفصيل في الفصلين ٧ و ٩. وترد المبادئ التوجيهية لدرس هذا التطبيق في مختلف تكنولوجيات التحسين الوراثي في تربية الأحياء المائية.

كما هو مبين في فصول أخرى معظم أشكال التدخل البشري في أكثر من جيل واحد من دورة حياة الأنواع المستزرعة سوف يغير وراثياً المخزون من خلال التغييرات في ترددات الجينات. الفصل ٣ قد حدد أطر هذه العمليات التي بموجبها يمكن أن يحدث التعديل الوراثي، غالباً من خلال التهجين الذاتي والانجراف الوراثي وتغيير ترددات الجين والأليل (وما يرتبط بهما من الصفات المظهرية) من خلال الاختيار غير المقصود. هذه التغييرات الوراثية هي عموماً نتيجة للجهل بالعواقب الوراثية لإدارة مخزونات بالأسر عبر الأجيال المتعاقبة. هذا الفصل يركز على الآثار الإضافية المرتبطة بالتغير الوراثي المتعمد للمخزونات المستزرعة من خلال تطبيق مجموعة من تكنولوجيات التحسينات الوراثية.

٤-٢ التحسين الوراثي في تربية الأحياء المائية

بدأ العصر الحديث لتحسين الصفات الوراثية في تربية الأحياء المائية منذ منتصف ١٩٧٠ مع الشروع في تنفيذ برامج الانتخاب الوراثي في السلمون النرويجي. فقط خلال العقد الماضيين بدأ القبول الواسع النطاق بأن

^{٣٤} بمساهمة غراهام ك. ماير.

التحسين الوراثي له دور هام في تطوير تربية الأحياء المائية وأن له مكاسب وراثية كبيرة جدا لا يمكن أن تتحقق إلا من خلال التطبيق الملائم لبرامج وراثية مخططة جيداً في تربية الأحياء المائية.

نتيجة لذلك هناك الآن العديد من برامج التهجين يجري تنفيذها في جميع أنحاء العالم.

هناك أيضا تغير لتصور دور الوراثة في تربية الأحياء المائية والتوقيت المناسب للتدخلات الوراثية. لقد صار مفهوماً الآن وعلى نطاق واسع أنه من المهم إدارة التباين الوراثي ابتداءً من الوقت الذي يتم فيه تدجين المخزون (أو تقدم) من أجل تجنب تدهور المخزون من خلال التهجين الذاتي، والانجراف الوراثي الإنتخاب غير المقصود (انظر الفصل ٣)، للاستفادة من إنتخاب التدجين وزيادة إمكانات التحسين الوراثي اللاحقة (الشكل ٤-١).

مع وجود العديد من الكائنات الحية المائية المستخدمة في تربية الأحياء المائية هناك في الواقع الكثير من الخيارات المتاحة لتحسين الصفات الوراثية التي يمكن أن تطبقها بسهولة على الكائنات الحية نتيجة مميزات البيولوجية وخصائصها.

وهكذا تقنيات مثل التلاعب بمجموعة الكروموسوم والتحكم بنوع الجنس وتحول النشأة يمكن أن تطبق بتمكين إكتشاف العديد من خيارات التحسن المثيرة للاهتمام.

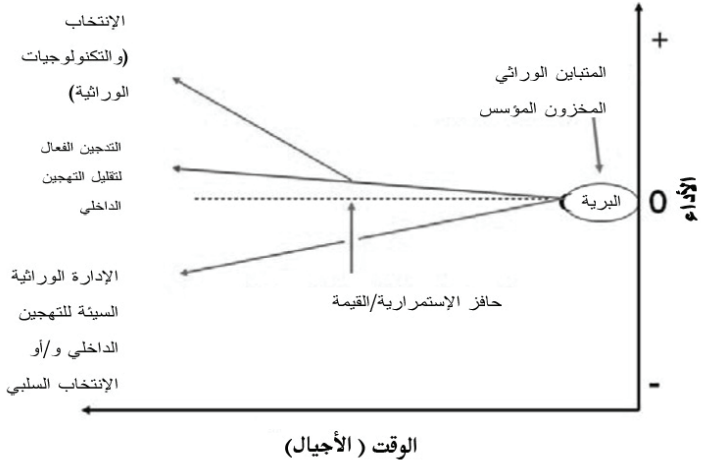
وبالرغم من التقدم الملموس الذي تحرزته المخزونات المحسنة وراثياً التي أصبحت متوافرة بسهولة في تربية الأحياء المائية، فإن غالبية الأسماك المستزرعة لا تزال تشبه الى حد بعيد الأنماط البرية. هناك طريق طويل لنقطعه قبل أن يصل تربية الأحياء المائية إلى المكانة التي وصلت إليها تربية الماشية وانتاج المحاصيل حيث تقوم بشكل حصري تقريباً على الأصناف المستزرعة المحسنة وراثياً للمادة الوراثية البرية.

٤-٣ نهج التحسين الوراثي

هذا القسم يصف وصفاً موجزاً مختلف منهجيات التحسين الوراثي التي يمكن تطبيقها على الأنواع المائية المستزرعة، ويلخص التقدم المحرز للإستزراع المائي في العصر الحديث، ويحدد القضايا الرئيسية لتحقيق أقصى الفوائد للإستزراع المائي والتقليل من المخاطر على السلامة الوراثية والبيئية من المخزونات الطبيعية.

الشكل ٤ - ١

رسم التوضيح الافتراضي لمختلف السيناريوهات التي يمكن أن تنشأ مع سوء مقابل حسن الإدارة الوراثية. الجهد في المسائل المتعلقة بالإدارة الوراثية في مناسبات عديدة أدت إلى حدوث هبوط في أداء المخزون المستزرع. ينبغي أن يكون الهدف من تطوير قطاع الإستزراع المائي هو الإدارة الفعالة للتنوع الوراثي في المخزونات المدجنة التي تمكن من الاستفادة من إنتخاب التنجين الذي يجب تحقيقه. الإدارة والإحتفاظ بالتنوع الوراثي يوفر المواد الخام لنجاح الإنتخاب الوراثي في وقت تصل فيه مؤسسة أو منتج إلى مستوى من النضج والقيمة و/ أو الاستدامة الإقتصادية لتحفيز الإستثمار على التحسين الوراثي المخطط له.



٤-٣-١ الإنتخاب الوراثي

أساس الإنتخاب الوراثي هو إختيار أفراد تمتلك كأهل قيمة مضافة وراثية عالية لأنماط ظاهرية مطلوبة (سمة) بحيث يمكن أن تنقل جيناتها المتفوقة إلى ذريتها في الأجيال التالية. بهذه الطريقة يكون من الممكن تحويل القيمة المتوسطة للسمة المستهدفة للعشيرة المستزرعة في الاتجاه المطلوب في كل من الأجيال المتعاقبة. من الضروري في برامج الإنتخاب الوراثي التقليل من الخسائر في التباين الوراثي (مثل التي قد تنشأ من خلال التهجين الذاتي) خلال هذه العملية لضمان تحقيق مكاسب وراثية ومستدامة لأجيال عديدة.

نظراً للالتزام الطويل الأجل الضمني في الشروع في الإنتخاب الوراثي، فمن المحتم أن تحسّين المخزون هو جزء تجاري كبير ومستدام لقطاع تربية الأحياء المائية. ولذلك فمن المهم إستعراض التطوير والإمكانية المستقبلية لهذا القطاع قبل الاستثمار في أي إستراتيجية طويلة المدى للتحسين الوراثي.

هناك عدد من الشروط الأخرى يجب الوفاء بها قبل الشروع في برنامج التكاثر. أولاً، يجب أن تكون دورة حياة الأنواع الموجودة في الاسر مغلقة. ومن ثم من الضروري تحديد السمة أو السمات القِيمة تجارياً للهدف من خلال عملية تقدير القيم الإقتصادية للسمات التي يمكن تعديلها واقعياً من خلال التحسين الوراثي. هذه السمات ينبغي أن تكون متغيرة ضمن العشيرة ويفضل أن تكون قابلة للقياس الكمي في تناسل الحيوانات الحية (السمات مثل شرائح المحصول التي تقاس بشكل أمثل في الحيوانات التي تم التضحية بها، تمثل حالياً تحديات أكبر لإدراجها في برامج الإنتخاب الوراثي). ينبغي للسمات المثالية للإنتخاب أن يكون مستواها الوراثي من معتدل إلى عال، وبالتالي من المرجح أن تستجيب بسهولة للإنتخاب الوراثي. الوراثة هي مقياس مقدار التغير في سمة معينة تحددها الوراثة ويختلف من صفر (لا يوجد تأثير وراثي) إلى واحد (حيث الوراثة تسيطر على سمة بأكملها). بعبارة رسمية أكثر، الوراثة هي نسبة التباين بين الصفة الظاهرية للسمة ساهم بها التباين الوراثي المضاف، وتعكس إمكانات توليد استجابة لإنتخاب تلك السمة. الوراثة من ٠,١٥ إلى ٠,٥ تشير إلى وجود سمة سوف تستجيب جيداً للاختيار على الرغم من وجود إجراءات وتحليلات إحصائية يمكنها أن تكون فعالة لإنتخاب سمات منخفضة الوراثة^{٣٥}. من المهم أيضاً تحديد الصفة الظاهرية والوراثة المتبادلة بين سمات خاصة عند وضع مؤشرات على الإنتخاب يمكن دمج سمتين فيها أو أكثر في قيمة مؤشر واحد.

خطوة أولى حيوية في بدء برنامج الإنتخاب الوراثي، هي تحديد أو تطوير مخزون مؤسس مناسب. لزيادة إمكانات الريح الوراثي على المدى الطويل وتحسين أداء الإستزراع، يجب أن يكون هذا المخزون المؤسس غني بالتنوع الوراثي ويجب أن يركز أساساً على أفضل المخزونات المتاحة (حيث بيانات الأداء معروفة أو يمكن الحصول عليها). في الواقع من المرجح أن ينطوي ذلك على إنشاء مخزون مركب مؤسس باستخدام مصدر المادة الوراثية متباين المنشأ، وكثيراً ما تتأتى من عشائر منفصلة مختلفة وراثياً (المدجنة و/أو البرية) كما كان الحال

^{٣٥} جيديرم، ت. ٢٠٠٥. Selection and Breeding Programmes in Aquaculture. سبرنغر، هولندا. فان فليك، ل. د. (١٩٩٣)، « Selection Index and Introduction to Mixed Model Methods » سي. آر. سي، فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية.

عند بدء برنامج كبير لتكاثر أسماك البلطي المعروفة ب(GIFT)^{٣٦}.

لذا، من المهم أن نفهم جيداً أن تشييد مخزونات مؤسسة جيداً لبرامج الانتخاب الوراثي سوف يكون متميزاً وراثياً عن أية عشيرة برية فردية، وبالتالي يمثل تهديداً محتملاً للسلامة الوراثية لتلك العشائر، بمرور الوقت، إذ يمكنه تغيير ترددات الجينات في البرية تغييراً نوعياً كبيراً للبري مع مخزون مستزرع معدل وراثياً.

مع تقدم الانتخاب الوراثي يكون من المرجح أن تتباعد الهوية الوراثية للمخزون المنتخب تدريجياً عن المخزون البري (انظر الفصول ٣ و ٤ و ٨ و ٩). إحدى وسائل التصدي لهذا الخطر هو وضع خطوط منتخبة فقط من مخزونات الأنواع المحلية (مثل المؤسسين المأخوذ من ضمن عشائر محلية منفصلة) وذلك للحد من إستزراعها في مواقع داخل التوزيع الطبيعي لتلك العشائر. غير أن هذا الخيار من المرجح أن تكون تكلفته باهظة. الانتخاب الوراثي يركز على تحسين السمات الكمية (أي تلك الصفات الظاهرة التي هي ذات طابع كمي ومستمر في التوزيع) ومعدل النمو يعتبر عامة السمة الأولى للتحسين. السمات النوعية (مثل اللون أو الجسم أو شكل الزعانف أو الجنس) عادة ما يتحكم بها موقع جيني أو اثنين ويمكن أن تتأثر من خلال اكتساب فهم وراثتها. هذا أمر شائع في قطاعات تربية الأحياء المائية للزينة ولكن ليس له أهمية تذكر في تربية الأحياء المائية لإنتاج الأغذية.

معدل النمو في كثير من الأحياء هو السمة الرئيسية لأعلى قيمة إقتصادية في معظم قطاعات تربية الأحياء المائية، وهذا ينطبق بشكل خاص في الأنظمة الموسعة وشبه المكثفة حيث تباع الأسماك الكاملة أو منزوعة الأحشاء والمبردة بدلا من المصنعة. الانتخاب الناجح للنمو يمكن حصاد السمك في حجم أكبر وأكثر قيمة، لتقصير فترة الإستزراع أو ربما لزيادة كثافة المخزون مع الحفاظ على حجم الحصاد. نظم الإنتاج الأكثر كثافة غالباً ما تعطي أولوية أكبر نسبياً لصفات مثل التحويل الغذائي وشرائح المحصول نظراً لأهميتها الإقتصادية الأكبر نسبياً، على الرغم من أن هذه السمات هي أكثر صعوبة بالانتخاب.

^{٣٦} إكناث، أ. إ.، بنتسن، ه.ب. ، بوزنوني، ر. و. راي، م.، نجوين، ن. هـ، تودسون ج. وجيريد، ب. ٢٠٠٧. Genetic improvement of farmed tilapias: Composition and genetic parameters of a synthetic base population of *Oreochromis niloticus* for selective breeding. تربية الأحياء المائية

تفاصيل استعراض طرق الإنتخاب المختلفة وتصاميم برامج التكاثري هي خارج نطاق هذا الفصل^{٣٧}. اتخاذ قرار بشأن طريقة الإنتخاب المستخدمة يعتمد على مجموعة من العوامل بما في ذلك وراثة السمة المستهدفة (إذا كانت معروفة)، ونوع السمة، وسهولة القياس في الكائنات الحية المتناسلة والبيولوجيا وتكاثر الأنواع (بما في ذلك الخصوبة). يلخص الجدول ٤-١ السمات الرئيسية لنهج مختلفة للإنتخاب الوراثي. والهدف من أي برنامج إنتخاب هو إنتخاب أفضل الأفراد لاستخدامها في إنشاء الجيل التالي من دون فقدان التنوع الوراثي. تصميم برنامج التكاثري الثابت ينطوي دائماً على سلسلة من التنازلات بشأن أي سمات أو مجموعة سمات يتم إختيارها. التصميم المثالية تشمل التزاوج المؤصل الكامل ولكن نادراً ما يكون ذلك ممكناً ومحدداً بالموارد المادية والبشرية وبعدها الحيوانات وأنظمة التعليم/الوسم (أو القدرة على فصل العائلات والأفراد) وخصائص الأنواع (مثل الخصوبة ووقت التكاثري وسهولة التحكم بالتكاثري).

مع البدء مؤخراً بالعديد من برامج الإنتخاب الوراثي، بدأت بعض النتائج الرائعة في الظهور من حيث الإستجابة للإنتخاب، مع إمكانية تحقيق مكاسب في السمات الرئيسية من ١٣ إلى ١٥٪ في الجيل بواسطة برامج التكاثري الحسنة الإدارة والموارد. هذه المكاسب أكبر من تلك التي تحقق عادة في برامج تكاثري الماشية ويمكنها أن تكون عامل المستويات العالية في التنوع الوراثي الموجودة في الأنواع المائية المستزرعة والخصوبة العالية لكثير من الأنواع مما يسمح بإختيار أعلى كثافة مما هو ممكن في الماشية الأقل خصوبة. من الواضح أن القيمة الإقتصادية لتحقيق مكاسب مهمة من هذا القبيل، على مر أجيال عديدة، كبيرة جدا وتقدير جيدرم^{٣٨} أن نسبة عائد ١٥:١ في الاستثمار في برنامج تكاثري سمك السلمون الترويجي ليست غير واقعية (أنظر أيضا الفصل ٦).

بالرغم من الحدائة النسبية للإنتخاب الوراثي في تربية الأحياء المائية فإن المخزون المنتخب الذي يجري تطويره، ليس لديه صفات ظاهرية متباينة للغاية عن الأنواع البرية في معظم الحالات وما زال قادراً على الحياة في البرية والتزاوج مع أقاربه البريين التي هربت أو تم إدخالها في البيئة التي أشتقت منها. بمرور الوقت ومع استمرار إنتخاب السمات الهامة تجارياً، هذا المستوى من التباين في الصفات الظاهرية سيزيد إلى حد أن الخطوط المنتخبة ستكون متكيفة بشكل محدد لتعتمد على بيئة الإستزراع، وغير قادرة على النمو أو التكاثري بعيداً عنها ذلك كما هو الحال في الوقت الحاضر بالنسبة للعديد من أنواع المحاصيل والماشية. من الصعب تقدير الوقت الذي

^{٣٧} توجد كتيبات مفصلة على سبيل المثال تاف، د. ١٩٩٥. Selective breeding programmes for medium-

sized fish farms. سلسلة دراسات مصايد الأسماك لدى المنظمة ٣٥٢. منظمة الأغذية والزراعة، روما.

^{٣٨} جيدرم، ت. ٢٠٠٠. Genetic improvement of cold-water fish species. بحوث تربية الأحياء المائية

نوع الانتخاب	الوصف	الزايا	الساوئ
انتخاب فردي أو جماعي	كل الأفراد يتم جمعها وقياسها. يتم انتخاب تلك التي سيتم استخدامها في المستقبل كحيزون تفریح. إستناداً فقط على القيمة الظهورية للصفة المستهدفة في الفرد.	يتم تحقيق مكاسب للصفات ذات الوراثة العالية منخفضة التكلفة نسبياً	يقتصر على السمات العالية الوراثة يمكن تطبيقه فقط على السمات التي يمكن أن تثار على البرشح للتكاثر من الصعب التحكم بالتوجهين الذاتي من المهم التحكم بالأثر البيئي، الرئيسية مثل العمر والحجم عند التخزين ونوعية المياه والتغذية وما إلى ذلك. إحتمال مساهمة ذرية متباينة بدرجة كبيرة بالأجيال المستقبلية، مما يعزز الإحزاف الوراثي
ضمن انتخاب المجموعة	هناك تباين في مخزون التفریح الذي يتم تقييمه بشكل عشوائي إلى مجموعات مع انتخاب الأفراد من ضمن المجموعات. يتم تجنب التوجهين الذاتي بالتفاضل التفاضلي للأفراد المنتخبة من المجموعات الأخرى.	التحكم بالتوجهين الذاتي التزاوج التفاضلي غير مطلوب تحديد الهوية الفردية وسجلات الأصول غير مطلوبة يزول الأثر البيئي على الأداء الوردي ضمن المجموعات	لا يمكن تطبيقه إلا على السمات التي يمكن قياسها على البرشح للتكاثر لا تترافق تتطلب التحكم بالعمر ضمن المجموعات
ضمن الانتخاب العائلي	يتم الحفاظ على عائلات متعددة مع الأفراد المنتخبة بشكل مستقل داخل كل عائلة على أساس إحزاف قيم سماتها من متوسط العائلات.	يمكن التحكم بالتوجهين الذاتي بالتفاضل التفاضلي بين العائلات سهل الإدارة نسبياً مفيد حيث التباين البيئي عازوف لأفراد العائلة من السهل التحكم بالتباين البيئي لكل عائلة يسمح بانتخاب عالي الكثافات	لا تستعمل الوراثة بالكامل وبالتالي تنخفض الاستجابة للإنتخاب لا تداخل في الإختيار القوي في الأداء بين العائلات لا يمكن تطبيقها إلا على أساس السمات التي يمكن قياسها على البرشح للتكاثر يجب الحرس على فصل العلاقات أو تعليم الأفراد تبعاً للعائلي

^١ ملخص مقتبس من السمات الرئيسية لهذه النتائج لإنتخاب الوراثة، ترو، ٢٠٠٦، جوين، ٥٠، هـ، وغانو، ٢٠٠٦، وأهمية تنفيذ برامج بسيطة ومقدمة للإنتخاب الوراثة لأغراض الأبحاث العائلية في البلدان النامية. أفعال المؤتمر العالمي حول علم الوراثة التطبيقية لإنتاج الفروة الحيوانية، ١٣-١٨ آب / أغسطس ٢٠٠٦، بيلو هوريزونتي، ٢٠٠٦، البرازيل. الموقع الإلكتروني: http://www.wcgalp8.org.br/wcgalp8/articles/paper/9_683-1814.pdf

الجدول 4-1 (تتمتع) ملخص الخصائص الأساسية لاختلاف الخيارات لتصميم الإنتخاب الوراثة.

نوع الإنتخاب	الوصف	الزايا	المساوي
الإنتخاب الدنج	إنتخاب الأفراد يركز على المعلومات من الأفراد والأقارب. يتم تحديد القيم الوسطية لكل عائلة ويتم الاحتفاظ بالاماتلات بأكثرها أو إعدامها اعتماداً على هذه الوسيلة.	يستغل بالكامل الثمين الوراثة الضايف يمكن التحكم بالتوجهين الذاتي جيد للسمات ذات الوراثة المنخفضة لا يمكن قياسها في تكاثر الأفراد (مثل إنتاجية الفراخ) أو التي تسبب الخطر مثل إختبارات تحدي المرض، حين إنتخاب الأبناء، على النتائج الطرة الأخر في الأختيار كل الآثار التهجية للسمات المستجدة	يتطلب التزاوج القائي وتحديد هوية الاماتلات مشكلة عموماً وتتطلب مراقب كبيرة وكثافة عمالية. تتخلف التكاليف إنخفاضاً ملحوظاً إذا تم تعليم الاماتلات وتجزئتها في بيئة مشتركة. تتطلب مستويات عالية من الخبرة الوراثة ينبغي تقليل الآثار البيئية المشتركة والمحافظة على حجم الاماتلات يتطلب سجلات مفصلاً بما في ذلك حفظ الانساب
القيمة المقاسة على الإنتخاب	حيث توجد علامات وراثية تنتج الإحالة إلى النسب، يمكن أن تكون الأفراد المتبخرون مجتمين في مرحلة مبكرة ويتم تحديد أصل الاماتلات عند الحصاد.	تضارب الاماتلات التي ترضى في بيئة مشتركة خلال دورة الإنتاج ترجع بعض التكاليف حتى موسم الحصاد مثالة الخاطر الوارد الطويلة أقل	تباين في البقاء على قيد الحياة عند الوفيات المجمعة، ولا سيما الأملر المبكرة يمكن أن تؤدي إلى تفاوت في مساهمة العائلة. يتم الحصول على بيانات العائلة فقط عند الحصاد الحاجة إلى تحديد الأسماك المنتجة بينما تجرى تحليل الاماتلات الوراثة
مؤثرات الإنتخاب	مؤثر الإنتخاب يمكن إنشاؤه على أساس عدة سمات هامة تجارياً مرجحة حسب أهمية أقرابها. تستخدم كمعيار في الإنتخاب القتلر.	تحسن الكاسب لإنتخاب السمات المتعددة	يتطلب أهمية إقتصادية للسمات في أهداف التكاثر

ستستغرقه المرحلة الانتقالية ولكن من المرجح أن تكون لعدة عقود قبل أن تكون غالبية مخزونات تربية الأحياء المائية أصبحت متباينة عن أنواع الحياة البرية. خلال هذه المرحلة الانتقالية تمثل المخزونات المتكاثرة إنتقائياً خطراً على سلامة المخزونات الوراثية البرية ويجب إتخاذ خطوات لتقييم وإدارة هذا الخطر والحد منه (الفصل ٧ و٩).

٤-٣-٢ التهجين والتزاوج الخلطي

التهجين هو تربية الأفراد من نوعين منفصلين في حين أن التزاوج الخلطي هو تزاوج اثنين من الأصناف/المخزونات المختلفة ضمن نفس النوع. يستعمل عادة كلا الخلطين بهدف استغلال التباين الوراثي غير المضاف من خلال تعريف مدى إيجابية الهجين، المعروف أيضاً باسم "قوة الهجين"، من أجل السمات الهامة تجارياً. تتحقق إيجابية الهجين عندما يكون أداء الهجين أو المتوالد خلطياً أفضل من متوسط أداء نوعي الأهل أو المخزون. بمصطلحات عملية قوة الهجين تكون فقط فعالة عندما يكون أداء الهجين أو المتوالد خلطياً أفضل من كلاً من نوعي الأهل أو المخزون. عند تقييم الهجين من المهم تقييم الإختلاطات المتبادلة، إذ يمكن للهجين أن يختلف تبعاً لأنواع/المخزون الأهل من أم أو أب.

تقنيات التهجين والتوالد الخلطي هي نسبياً تقنيات سهلة الإتقان ويمكن أن يكون لها تأثير مباشر على الأداء في غضون جيل واحد. ومع ذلك، منافعها محدودة ومستفاد منها بشكل أمثل تحديداً في إختلاط خطوط الأهل الأصلية للهجين المستهدف، ما لم يتم إختيار قدرات عامة أو خاصة عبر خطوط الأهل على مر الأجيال العامة، مما يسفر عن برامج تكاثر معقدة وبطيئة نسبياً. يمكن الإبقاء على بعض قوة التهجين في أجيال لاحقة إذا كانت العشيرة المهجنة كبيرة. التزاوج الخلطي عادة ما ينظر إليه على أنه تكملة محتملة لبرنامج تحسين الصفات الوراثية المضافة، على النحو المذكور أعلاه. على سبيل المثال من الممكن أن تبطل آثار التهجين الذاتي التي قد تحدث في إختيار خطوط الإنتاج الجماعية من خلال بدء إنتاج المخزون عن طريق التقاطع بين الخططين. وجود أدلة على وجود قوة هجين كبيرة للسمات الهامة تجارياً تعد نادرة نسبياً على الرغم من الأدلة المادية لنمو الهجين القوي يشير إلى وجود دور للتزاوج الخلطي في التحسن التجاري للمحار^{٣٩}.

^{٣٩} هجكوك، د.، ماكغولدريك، د.ج.، وباين، ب.ل. ١٩٩٥. Hybrid vigor in Pacific oysters: An experimental approach using crosses among inbred lines. ٢٨٥-٢٩٨.

نظراً لبساطتها النسبية فقد بذل الكثير من الجهد البحثي لتقييم محاولات إختلاطات الهجن بين الأنواع المتعددة مع مئات من إختلاطات الهجن، على مدى العقود الثلاثة الماضية. نظراً لهذا الجهد البحثي، وخاصة مع المبروكيات بتربية الأحياء المائية الآسيوي، هناك عدد قليل نسبياً من الهجن في الإنتاج التجاري. في حين أنه تمت الإفادة إلى حد ما من استخدام الهجن في تربية الأحياء المائية، هذا المعدل الضعيف نسبياً للعائد من التهجين يشير إلى أن المنافع التجارية لمعظم الهجن محدودة أو غير موجودة. هناك أمثلة قليلة حيث جرى امتصاص تجاري للهجن مثل الهجين البلطي (البلطي النيلي. البلطي الحساني) (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) في الصين وإسرائيل، وهجين سمك القرموط (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) في تايلاند وجنوب شرق آسيا، وهجين القاروص المقل (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). يعزى نجاح هذه الهجن إلى "التأثير المكمل" (مثل الخصائص المحددة للتسويق لمجموعة من أنواع الأهل مثل نسبة الذكور المرتفعة في هجين البلطي وحسن جودة المنتج مثل سمات سمك السلور الهجين) عوضاً عن قوة الهجين الإيجابية للسمات الكمية.

حيث يتم إنتاج الهجن تجارياً، يشكل خطر التهجين النوعي لمخزونات الأهل للأنواع النقية عن طريق التلوث من الهجينة (مثل التجانس مع الأصل للهجن مع الأهل) تحدياً كبيراً. ينبغي تجنب هذا، بمجرد أن تحدث الهجن النوعية فإن النظام سينهار وأداء هجن F_1 المفترضة (الذي قد يكون في الواقع مزيج من هجن F_2 والمختلطة مع أصلها) سوف تصبح غير متناسقة وغير متوقعة.

نظراً للسهولة النسبية للتهجين بين الأنواع السمكية وثيقة الصلة، يمكن أن يكون التهجين عشوائياً، كما لوحظ على سبيل المثال في إنتاج المبروك الكبير في بعض البلدان. هجن F_1 قد تستعمل إما عن طريق الخطأ أو عمدًا كمخزون تفريخ في الإختلاط مع الأصل أو في إنتاج خليط F_2 . على مدى عدة أجيال سوف يؤدي هذا إلى خلط عام وعزل جينات من أنواع الأهل الأصلية المعروفة باسم الهجن النوعية. مع هذا العزل المستقل للجينات، التنوع المظهري المنتج متنوع إلى حد كبير وبعض الأسماك التي تحمل جينات الهجين النوعي لا يمكن تمييزها بسهولة من الأنواع النقية الأصلية. الهجن النوعية الآن شائعة نسبياً في البلطي وغيرها من مجموعات الأنواع المتكاثرة ذاتياً، حيث يمكن إنتاج الهجين بسهولة إما بطريقة إصطناعية أو طبيعية. حيث يتم هذا في المبروك الكبير

الصيني والهندي (مثلاً في بنجلادش^٤ حيث تم إنتاج الهجن في الأساس، إما بسبب الفضول العلمي أو بسبب نقص مخزون التفريخ لبعض الأنواع) من المحتمل جداً أن يكون للتهجين النوعي عواقب سلبية على الإستزراع المتنوع للمبروك على نطاق واسع نتيجة لفقدان إستراتيجيات تغذية متميزة للأنواع النقية ويؤدي إلى انخفاض في كفاءة التغذية والإنتاج. حيث أحداث التهجين غير المخطط له أمر لا مفر منه وحيث يمكن التقليل من العواقب على المدى الطويل لمثل هذا التهجين إذا كانت النظم المعمول بها تستبعد إستخدام الهجن كمخزون تفريخ.

بالتالي، فمن المستحسن أن يتم تجنب التهجين في تربية الأحياء المائية ما لم يكن جزءاً من إستراتيجية منهجية لاستغلال قوة الهجين أو تكميلية لآثار سمات هامة تجارياً. التحدي الرئيسي في التزاوج الخلطي المخطط والتهجين هو ضمان أن يتم استخدامهما بشكل مناسب وأن يكون هناك فوائد إقتصادية حقيقية لبرنامج التهجين ومراعاة ان لا ينتج الهجين النوعي غير المرغوب فيه أو غير المنضبط في المزارح أو المخزونات البرية.

٤-٣-٣ التلاعب بمجموعة الكروموسومات

من الممكن التعامل مع مجموعات كاملة من الكروموسومات في السمك والمحار من خلال تعطيل عملية إنقسام الخلية في البويضة المخضبة حديثاً. هذه التقنيات بشكل عام ليست ممكنة في الكائنات العليا. هناك أربعة أنواع من التلاعب يتم تطبيقها بشكل شائع، التوالد الأنتوي، حث الذكورة، ثلاثية الكروموسومات ورباعية الكروموسومات.

حث الذكورة والتوالد الأنتوي هي أشكال من حث التوارث الوحيد - الأهل أو التوالد البكري حيث يتم تعطيل المساهمة الوراثية الذكورية أو الأنتوية على التوالي من خلال تشجيع الأمشاج والمكمل الكروموسومي من الذكور أو الإناث ومن ثم مضاعفته. مضاعفة عدد مكمل عدد أحادي الكروموسومات يتحقق من خلال تطبيق صدمات

^٤ ميا، م.ي.، تاغارت، ج.ب.، جيلمور، أ.إ.، غياث، أ.أ.، داس، ت. ك.، كوهينور، أ.ه.م.، رحمن، م. أ.، ستار، م. أ.، حسين، م. ج.، مازيد، م. أ.، بنمان، د.ج. وماكندرو، ب.ج. ٢٠٠٥ Detection of hybridization between Chinese carp species (*Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys nobilis*) in hatchery broodstock in Bangladesh, using DNA microsatellite loci. ٢٤٧ : ٢٦٧-٢٧٣.

سيمونسن، ك.، هانسن، م.م.، منسبرج، ك.ل.د.، ساردر، ر.إ.، وآلام، س. ٢٠٠٥. Widespread hybridization among species of Indian major carps in hatcheries, but not in the wild. *J. Fish Biol.*

فيزيائية (في الأسماك) أو في بعض الأحيان كيميائية (بشكل رئيسي في الرخويات) لإستعادة ثنائية الكروموسومات. الذرية الناشئة، الثنائية الكروموسومات والأنثوية التوالد أو الذكورية الحث عالية أو كاملة التهجين الذاتي اعتماداً على كيفية إستعادة ثنائية الكروموسومات. متماثل الكروموسومات (أي بنسبة ١٠٠٪ تهجين ذاتي) يمكن أن يستخدم الأفراد كأساس لإنتاج سلالات مستنسخة متطابقة وراثياً تكون فيها كل الأسماك متطابقة وراثياً. التوالد الأنثوي وإلى حد أقل حث الذكورة تم تطبيقهما على مجموعة واسعة من أنواع الأسماك والمحار ولهما عدد من البحوث والتطبيقات العملية مثل الكشف عن الأساس الوراثي لتحديد نوع الجنس، وإحداث التهجين الذاتي السريع، والتخطيط الوراثي وتحليل خصائص موقع الصفة الكمية (QTL). حث الذكورة يمكن أن يستخدم أيضاً من حيث المبدأ لاستعادة الصفات الوراثية للحيوانات المنوية المحفوظة بالتجميد عندما يكون البيض من نفس النوع غير متاح. مع ذلك ليس هناك إلا عدد قليل جداً من التطبيقات التجارية لهذه التكنولوجيات.

متعددة الكروموسومات المنتجة بطريقة ماثلة مع تطبيق الصدمات الفيزيائية أو الكيميائية للبيض العادي المخضب مع عرقلة الإنقسام الثاني مما يسفر عن ثلاثية الكروموسومات مع كروموسومين من الأم وكروموسوم واحد من الأب. عرقلة الإنقسام الميتوزي ينتج رباعية الكروموسومات مع مكمل ثنائية الكروموسومات مكررة. ثلاثية الكروموسومات تم إنتاجها في مجموعة واسعة من أنواع الأسماك والرخويات ويمكن أن تتحقق على نطاق تجاري لبعض الأنواع بشرط امكان إنتاج الإخصاب الإصطناعي للبيض على نطاق واسع. رباعية الكروموسومات الحية لم تنتج إلا في عدد قليل من الأنواع ذات الأهمية التجارية، ومعظمها من السلمونيات والمحار. التطبيق الرئيسي للتلاعب بمجموعة الكروموسومات في تربية الأحياء المائية يرتبط بعقم ثلاثية الكروموسومات المستحثة التي تم إنتاجها في أنواع كثيرة من الأسماك وعدة أنواع من الرخويات ذات المصراعين. الأسماك العقيمة لها جاذبية للإستزراع المائي. أولاً لأنها قد تضع نسبياً المزيد من الطاقة للنمو الجسدي وثانياً أنها توفر فوائد إحتمال الإحتواء البيولوجي مسهلة زرع الأنماط الوراثية الغربية، وربما في المستقبل، إستزراع الأسماك المعدلة وراثياً ذات النمو المعزز. ومع ذلك، فالأسماك الثلاثية الكروموسومات عموماً لا تنمو بمعدلات أسرع من نظيرتها الثنائية الكروموسومات^{١١} على الرغم من أن هذا قد يحدث ما بعد مرحلة النضوج حين يمكن أن يكون لثلاثية الكروموسومات نسب أكثر تناسقاً. كل الأسماك الإناث الثلاثية الكروموسومات المستحثة المنتجة حتى الآن أظهرت أنها عقيمة تماماً؛ الذكور الثلاثية الكروموسومات اظهرت زيادة في تطور الجهاز التناسلي مما هو عند الإناث، وغالباً ما تكون عقيمة ولكن في حالات خصوبة نادرة يجعل من غير الممكن إستبعاد الذكور الثلاثية

^{١١} تيوارى، ب.ك. كيراجاران، ر. وراي، أ.ك. ٢٠٠٤. *The biology of triploid fish. Reviews in Fish*.

الكروموسومات. على العكس من ذلك، لقد أظهرت دراسات عديدة أن ذوات المصراعين ثلاثية الكروموسومات، وإن لم تكن عقيمة تماماً في العديد من الأنواع، فإنها تظهر تحكماً أفضل بالأداء من ثنائية الكروموسومات.

وأهم تطبيق تجاري للتلاعب بمجموعة الكروموسومات هو في المحار ذو المصراعين حيث يتم إستزراع ثلاثية الكروموسومات على نطاق واسع، على سبيل المثال ما يقرب من ٥٠ في المئة من المحار المستزرع المنتج في الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا هي ثلاثية الكروموسومات. لم تثبت البحوث قابلية القشريات للتلاعب بالكروموسومات بسبب التحدي المتمثل في الحصول على بيض ناضج للإخصاب الإصطناعي. ومع ذلك، كان من الممكن التلاعب ببعض الأنواع بما في ذلك تقارير عن ثلاثية الكروموسومات بعد أن تم حثها بنجاح في الجمبري البحري. ثلاثية الكروموسومات يمكن أن تنتج أيضاً من تزاوج ثنائية الكروموسومات × رباعية الكروموسومات في أنواع قليلة تكون فيها رباعية الكروموسومات قد أنتجت وأظهرت قابلية للحياة، وعلى الأخص في المحار^{٤١} وهذا من المرجح سيمثل وسائل مجدية أكثر تجارياً وموثوق بها لإنتاج أعداد كبيرة قابلة أكثر للحياة لإنتاج ثلاثية الكروموسومات بالجملة.

من المرجح أن تزداد أهمية ثلاثية الكروموسومات العقيمة في تربية الأحياء المائية من أجل حماية حقوق المربين وللإحتواء البيولوجي. لهذا التطبيق الأخير سيكون من الضروري التحقق من معدلات حث وتقييم إمكانية وفعالية الخصوبة للأسماك الثلاثية الكروموسومات بسرعة من حيث التكلفة. هذه العوامل حيوية في تحديد مخاطر أن يكون تناسل الأسماك المستزرعة الهاربة والمطلقة تكاثر قابل للحياة. التحديات الرئيسية لهذه التكنولوجيا هي إنتاج مجموعة واسعة من الأنواع الهامة تجارياً بطريقة موثوقة ويمكن التحقق منها لإنتاج أسماك ١٠٠٪ عقيمة، وخاصة تلك التي تكون فيها الخيارات الناتجة عن الإحتواء البيولوجي و/أو حماية الملكية الفكرية لها قيمة كبيرة.

٤-٣-٤ التحكم بنوع الجنس

هناك حافز تجاري قوي لإستزراع عشائر الجنس الوحيد (هجين وحيد الجنس) في الأنواع التي يوجد فيها تباين جنسي للسماح للتجارة تجارياً حيث الأنواع تصبح ناضجة جنسياً داخل بيئات الإستزراع قبل بلوغ حجم

^{٤١} جيو، س. وألن، س.ك. ١٩٩٤. Viable tetraploids in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg) produced by inhibiting polar body 1 in eggs from triploids. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* ٣: ٤٢-٥٠.

الحصاد. وقد تكون هناك أيضاً تطبيقات للإحتواء البيولوجي لمخزونات الهجين وحيد الجنس على الرغم من أن هذه الطريقة هي أقل فعالية من إستخدام مخزونات عقيمة. هذه العوامل مجتمعة يمكن أن تؤثر تأثيراً كبيراً في ربحية الإستزراع في بعض الأنواع، وعلى الأخص في البلطي.

هجين وحيد الجنس أو العشائر القريبة من هجين وحيد الجنس يمكن توالدها من خلال الفحص الجنسي اليدوي والتهجين والإنتخاب والإستخدام المباشر وغير المباشر للتحويل الجنسي الهرموني. فحص الجنس اليدوي يعتمد على العمالة المكثفة وغير الفعالة والهجين الخلطي ينطبق فقط على مجموعات محددة من الأنواع، ومرة أخرى بدرجة ملحوظة في البلطي. كما ظهر مؤخراً أن هناك أساساً وراثياً للإعتماد على درجة الحرارة للتمايز في الجنس في البلطي مثل زيادة النسبة المئوية للذكور بالإنتخاب الوراثي نتيجة المعالجة برفع درجة حرارة الزريعة^{٤٣}. أكثر الأساليب المطبقة لإنتاج مخزونات هجين وحيد الجنس هي عن طريق التحويل الجنسي بإستخدام الهرمونات أو غير مباشرة من خلال برامج التناسل الوراثية. التحويل الجنسي المباشر يمكن أن يطبق بصورة عامة بغض النظر عن نظم تحديد الجنس التي تم تحقيقها بنجاح في مجموعة من الأنواع عن طريق غمر البيض واليرقات في محلول هرموني أو من خلال نظام غذائي معالج^{٤٤}. النهج غير المباشر خلال تطبيق برامج التكاثر يتطلب فهم للآليات الوراثية لتحديد نوع الجنس في الأنواع، العامل الرئيسي للنجاح هو النظام الأحادي الجين مثل تباين الأمشاج في الذكور (إناث XX، الذكور XY) كما هو الحال في السلمونيات وسماك البلطي أو تباين الأمشاج في الإناث (WZ الإناث؛ ZZ الذكور) كما هو الحال في بعض أسماك البلطي والقشريات. يوضح الشكل ٤-٢ برامج التكاثر البديلة لإنتاج نسل الذكور في جميع الأنواع مع تباين الأمشاج في الإناث وجميع ذرية الإناث مع الذكور في تباين الأمشاج في الأنواع .

الفوائد المحتملة لمخزونات الإناث من هجين وحيد الجنس في تربية الأحياء المائية للسلمون قد ثبتت منذ زمن طويل ولها صلة بزيادة توافر إناث قطيع التفريخ وتجنب النضج المبكر للذكور والذي ينتج إنخفاضاً في النمو ونسبة البقاء على قيد الحياة وكذلك فقدان جودة اللحم بعد النضج. إستخدام كل ذرية الإناث المنتجة بإستخدام

^{٤٣} فيسيلز، س. وهورستجن - شوارك. ٢٠٠٧. Selection experiments to increase the proportion of males ، in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by means of temperature treatment Aquaculture 272

المالحق ١: ٨٠س-٨٧.

^{٤٤} بايفير، ف. ٢٠٠١. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish تربية

الأحياء المائية ١٩٧: ٢٢٩-٢٨١.

التحول الجنسي (الجدد من الذكور) لقطع التفريخ ليس عالمياً ولكن هناك بعض القطاعات في الدول التي توجد فيها نسبة كبيرة من الإنتاج هي لهجين وحيد الجنس.

بعض أنواع مخزونات الذكور من الهجين الوحيد الجنس لها منافع تجارية كبيرة، وعلى الأخص في البلطي بسبب المشاكل التي أظهرتها تلك الأنواع في النضوج المبكر والانجاب غير المرغوب فيه داخل منظومة الإنتاج. ويمكن أيضاً إنتاج ذلك إما بالتذكير المباشر أو غير المباشر. التحول الجنسي إلى ذكور قد تم تحقيقه في مجموعة واسعة من الأسماك، من خلال تطبيق الاندروجينات الخارجية مثلاً من خلال إدارة نظام غذائي معالج بالتسترون الميثيل أثناء السنوات الأولى من حياة الحيوان ويعد شائعاً في مفرخات البلطي في جميع أنحاء العالم. برامج التكاثر لإنتاج الذكور فقط يتم تحقيقها نسبياً بسهولة في أنواع الإناث المتباينة الأمشاج مثل البلطي الأزرق (البلطي الحساني) (*Oreochromis aureus*) وجميري المياه العذبة العملاق (*Macrobrachium rosenbergii*). في أنواع الذكور المتباينة الأمشاج فإنه من الممكن أيضاً إنتاج وراثياً كل ذرية الذكور من خلال جيل جديد YY "ذكور خارقة"، برنامج التكاثر هذا قد تم تطويره تجارياً مع البلطي النيل *O. niloticus*^{٤٥}.

برامج التحكم بنوع الجنس هي مهمة فقط بالنسبة لبعض الأنواع التي ستجمع مزايا اقتصادية كبيرة من إستزراع مخزونات هجين وحيد الجنس. الحث المباشر لتغيير الجنس عن طريق إستخدام الهرمونات من المرجح أن يلقي رفضاً اجتماعياً من المستهلكين المحتملين للأسماك المعالجة على الرغم من أن الدراسات أظهرت أن زيادة هرمون الخارجية تختفي من أنسجة الأسماك بعد فترة قصيرة من وقف العلاج. إستخدام نهج سليمة بيئياً وأخلاقياً سيكون أكثر قبولاً (مثل التلاعب البيئي بنوع الجنس بدلاً من العلاج الهرموني). النهج غير المباشرة، مثل برامج التكاثر لإنتاج هجين وحيد الجنس من المرجح أن تلقى قبولاً أوسع لكن يجب مواجهة التحدي الرئيسي لأنها تستند إلى فهم شامل لآليات وراثية لتحديد نوع الجنس التي يمكن أن يتطلب قدرًا كبيراً من الجهد البحثي.

التحكم بنوع الجنس يمكن أن يستخدم كشكل من أشكال الإحتواء البيولوجي، على أساس أن أي دخول أو هروب من تربية الأحياء المائية لن يكون قادراً على التكاثر مع بعضها البعض، وبالتالي يكون غير قادر على تشكيل عشيرة مستدامة سائبة. سيكون من الضروري ان يكون المخزون المستزرع مضمون ١٠٠٪ للهجين وحيد

^{٤٥} ماير، ج.ك.، أبوكاي، ج.س.، سكينسكي، د.أ.ف.، أببلا، ت.أ. وبريدمور، ج.أ. ١٩٩٧. Genetic manipulation of sex ratio for the large scale production of all-male tilapia *Oreochromis niloticus*. L. مجلة العلوم المائية ومصايد الأسماك الكندية ٥٤، ٣٩٦-٤٠٤.

الجنس لهذه التكنولوجيا سيكون شكلاً فعالاً من الإحتواء وسيكون قابلاً للتطبيق فقط حيث لا توجد أنواع متوافقة للتناسل في البيئة المتلقية.

٤-٣-٥ التعديل الوراثي

التعديل الوراثي هو تكنولوجيا الهندسة الوراثية حيث يعزل تسلسل وراثي عن كائن حي ويوضع بداخل كائن حي آخر لمنحه سمة جديدة أو معدلة. هذا التسلسل الوراثي المعزول يسمى المنشأ وهو مكون من جين وظيفي وجين مؤسس الذي يعمل بمثابة مفتاح لتفعيل الجين الوظيفي. الكائنات الحية الناجمة عن التعديل الوراثي الناجح تصنف مثل الكائنات المعدلة وراثياً (GMO)، وبالتالي تخضع لإهتمامات المجتمعية والتنظيمية. الأبحاث المبكرة إستخدمت جينات غريبة من أنواع أخرى، بما في ذلك الأنواع الأرضية. من المهم جداً عند التخطيط لبحوث التعديل الوراثي إدراك المخاطر والمخاوف الأخلاقية والصحة البشرية والأثر البيئي للأسماك المعدلة وراثياً وفهم السياسة البيئية التي ستكون ستجرى البحوث فيها والتي بموجبها سوف ينظم أي منتج من منتجات البحوث. الإستجابة الموصى بها للمخاطر والمخاوف من الأسماك المعدلة وراثياً هي التركيز على البحوث والتطوير حيثما كان ذلك مناسباً لإنتاج كائنات ذاتية التعديل الوراثي التي يكون فيها التسلسل الوراثي المدخل مستمد من نفس الأنواع.

كان التعديل الوراثي مجالاً رئيسياً في مجالات البحوث في مجال علم الوراثة السمكية منذ أوائل التسعينات. البحث في هذا المجال هو أكثر تقدماً منه في المخزون الحيواني بسبب السهولة النسبية للتلاعب ببيولوجيا التناسل في الأنواع المائية. حث التعديل الوراثي ينبغي أن يشمل بعض الخطوات: تحديد الجينات المناسبة المستهدفة وبناء التطوير؛ إدخال الجين في بويضات مخصبة حديثاً، عادة عن طريق الحقن أو الحفر الكهربائي؛ تحديد دمج التعديل الوراثي في الجينوم المضيف وتحديد مقدار التعديل وتحديد الوراثة من التعديل والتحديد الكمي للأثر من التعديل على السمات المستهدفة وغير المستهدفة. الخطوة النهائية في هذه السلسلة هي ذات أهمية حاسمة لأنه سيكون من الضروري التمييز الكلي لخصائص الأسماك المعدلة وراثياً من أجل تمييز تقييم المخاطر المحتملة المرتبطة بالاستزراع. السمة الرئيسية المستهدفة حتى الآن من بحوث التعديل الوراثي في الأسماك هي تعزيز معدل النمو في تربية الأحياء المائية من خلال إدخال الجين المنشأ لهرمون النمو. إستهدفت البحوث أيضاً سمات أخرى مثل المرض والتحكم في الإنجاب وتركيز بحوث التعديل الوراثي يجب أن يكون على السمات التي يصعب تعديلها من خلال تعزيز المناهج الكمية. الأسماك المعدلة وراثياً يمكن أيضاً أن تعتبر نماذج مفيدة لدراسات تنظيم الجينات ومقدار الجينات ولها قدرات كمصانع بيولوجية لإنتاج المستحضرات الدوائية القيمة.

خطوات التطوير الآتية الذكر قد أنجزت بنجاح في عدد من أنواع الأسماك والسلالات المعدلة وراثياً المنتجة في بعض الأحيان مع زيادات هائلة في أداء النمو^{٤٦}. من الواضح أن التعديل الوراثي لديه القدرة على إحداث تغييرات سريعة نوعاً ما في السمات الهامة تجارياً ولكن الوعي بما يرتبط به من مخاطر أمر هام للغاية لتخطيط وتنفيذ مثل هذه البحوث (انظر الفصل ٧).

على الرغم من أن تعزيز الأداء في ظل ظروف الإستزراع قد تم برهنته بوضوح لعدد من الأنواع فلا توجد أسماك طعام معدلة وراثياً قيد الإنتاج التجاري حالياً. المثل الوحيد في السوق في الوقت الحاضر هو GloFish®، وهي أسماك الزرد الفلورسنتية المعدلة وراثياً التي قد تمت الموافقة على بيعها وتباع فقط في الولايات المتحدة الأمريكية. في وقت كتابة هذا التقرير يجري اختبار هام في إدارة الأغذية والعقاقير في الولايات المتحدة (FDA) حيث يتم تقييم طلب الحصول على رخصة لتسويق نوع من سمك السلمون المعدل وراثياً لإستخدامه في تربية الأحياء المائية. بينما هذه العملية هي عملية طويلة أي الموافقة المشروطة من قبل إدارة الأغذية والعقاقير في الولايات المتحدة (FDA) (من المرجح أن تكون أنظمة الإنتاج على البرّ محددة أو مغلقة) وسيمثل ذلك نموذجاً للنظر في الموافقات على التسويق التجاري لسلالات أسماك أخرى معدلة وراثياً في دول أخرى.

في حين أن هناك بعض الأسباب التقنية وراء عدم وجود تسويق للأسماك المعدلة وراثياً فالسبب الرئيسي هو القلق إزاء الأخلاقيات ورعاية الحيوان وسلامة الأغذية والمخاطر البيئية المرتبطة بإستزراع الأسماك المعدلة وراثياً. يجب أن تصبح قضايا تقييم المخاطر البيئية وإدارة الأسماك المعدلة وراثياً مألوفة جداً لدى واضعي السياسات ومديري الموارد وأولئك الذين يفكرون في إستخدام الكائنات المعدلة وراثياً (GMO)، سواء في البحوث أو في الإنتاج التجاري المحتمل^{٤٧}.

مع وجود حلول مطورة الآن بالنسبة لكثير من القيود التقنية للتطبيق الناجح للتعديل الوراثي في الأسماك، التحديات الرئيسية تكمن في تقييم كامل للمخاطر البيئية والأخلاقية والصحية التي تحدد التسويق التجاري لهذه التكنولوجيا.

^{٤٦} المنظمة. ٢٠٠٠. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2000*. Rome. ١٤٢ ص.

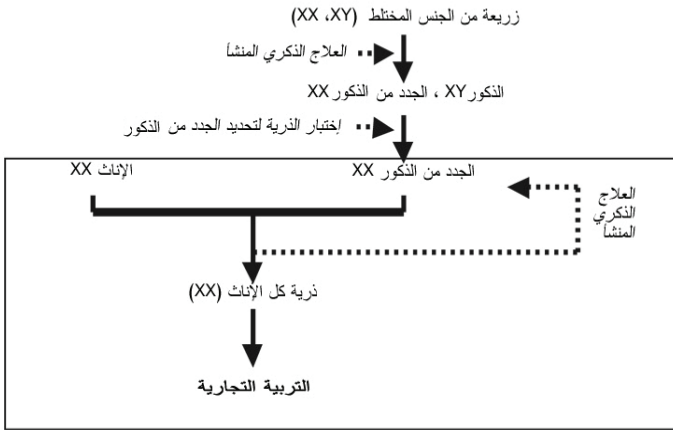
^{٤٧} كابونسكي، أ.ر، هايز، ك، ر، لي، س. و دانا، ج. (نشرة). (م.إ). هالمان و ب.ج. شاي. سلسلة ناشرين). ٢٠٠٧.

Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Organisms, Vol 3: Methodologies for Transgenic Fish. ناشرو CABI ٣١٠ ص.

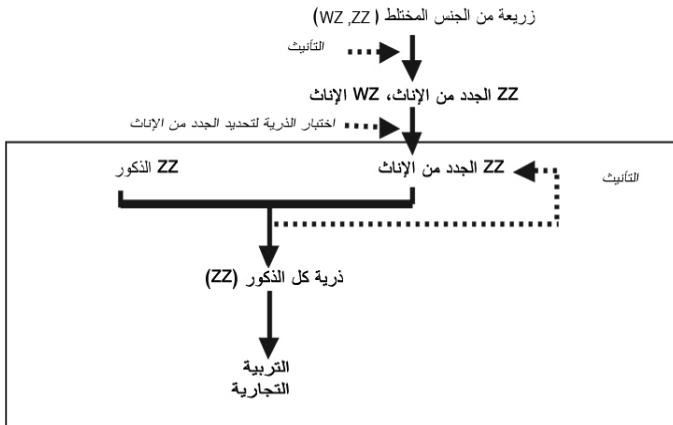
الشكل ٤ - ٢

الرسوم التوضيحية لبرامج التكاثر لإنتاج إناث وحيدة الجنس (أ) بالنسبة لأنواع تباين الأمشاج الذكورية وذكور وحيدية الجنس (باء) في أنواع تباين الأمشاج الأنثوية. المكونات داخل المربعات هي تلك الخطوات التي يمكن أن تتكرر في دورات كجزء من الإنتاج التجاري من أجل المحافظة على إمدادات بنوع الجنس بالتلاعب بجنس قطع التفريخ.

أ. لإنتاج كل الإناث



ب. لإنتاج كل الذكور



الواسمات الوراثية هي الإختلاف في الجينات أو تسلسل الحمض النووي التي يمكن تحديدها عن طريق التقنيات الجزيئية وإستخدامها للسماح بتحديد المورثات وبالتالي تحديد الأفراد أو الجماعات المهتمة. قبل التقدم في علم الوراثة الجزيئي كانت واسمات الإختيار هي الأيزوزايم والبروتينات الأخرى.

في الوقت الحاضر هناك مجموعة متنوعة من واسمات الحمض النووي، مثل الحمض النووي الميتوكوندري (mtDNA) ومحدد تعدد أشكال الشظايا (RFLP) والحمض النووي المتعدد الأشكال الكبير عشوائياً (RAPD) وواسمات متسلسلة متكررة (بالدرجة الأولى الصغرى منها) تعدد أشكال الشظايا الكبيرة (AFLPs) وشكّالة لمكون بروتينين نووي واحد (SNPs). الواسمات الأكثر إستخداماً في مجال علم الوراثة وتربية الأحياء المائية هي مواقع وراثية متعددة الأشكال بالرغم من تعدد أشكال الشظايا الكبيرة (AFLPs) وشكّالة لمكون بروتينين نووي واحد (SNPs). يلخص الجدول ٤-٢ التطبيقات المحتملة للواسمات الوراثية في وحول تربية الأحياء المائية ويسرد الواسمات المفضلة لألويات مختلفة.

لقد تم تطوير واسمات الحمض النووي المتعددة الشظايا الآن من مكتبات الحمض النووي لغالبية الأنواع الهامة بما في ذلك تربية الأحياء المائية للمبروك والبلطي والجمبري والسلمون وسمك السلور. هذه الواسمات لديها عدد من التطبيقات الهامة التي يتزايد إستخدامها في تربية الأحياء المائية (معظمها في البحوث ولكن هناك زيادة في التطبيقات التجارية)، ولأن المزيد من الشركات تستثمر في البرامج الوراثية وتكلفة التحليل الواسمات الوراثية تنخفض.

الطلب الأكثر شيوعاً للواسمات حالياً في البرامج الوراثية هو في إحالة النسب التي يمكن بها تعزيز كفاءة برامج الإلتخاب الوراثي بإستخدام واسمات وراثية لتحديد الأسماك المختارة للتكاثر، وبالتالي الأهل الفرديين. إزالة الحاجة إلى إبقاء العائلات منفصلة (إما خلال تقييم الأداء، أو على الأقل حتى إمكانية تعليمها جسدياً) ينبغي أن تقلل من مشكلة الآثار البيئية على أداء العائلة، وتمكن من تقييم عدد أكبر من العائلات مما يمكن أن يزيد كثافة الإلتخاب ويزيد من التجاوب للإنتخاب.

في برنامج تكاثر مثالي، يمكن إستخدام الواسمات الوراثية في ما يلي: (١) تمييز مؤسس المخزون (المخزونات) المحتمل (٥) للإطلاع على تطور قاعدة العشيرة المتباينة وراثياً؛ (٢) لفهم بنية العشيرة الطبيعية للإطلاع على كل

من تكوين المخزونات المؤسسة وتقييم المخاطر التي يشكلها إستزراع المخزونات المعدلة وراثياً؛ (٣) لتعزيز كفاءة من الإنتخاب الوراثي من خلال إحالة الأصل و(٤) لتميز الأثر على المدى الطويل للتدجين والإدارة الوراثية (أو سوء الإدارة) للمخزونات المأسورة (مثل تحديد فقدان التنوع الوراثي حيث حجم العشيرة الفعال هو البديل الأمثل).

الواسمات الوراثية يمكن أن تستخدم أيضاً لإعداد الخرائط الوراثية التي تعين فيها الواسمات المحالة للمجموعات المرتبطة وفي النهاية للكروموسومات الفردية.

الواسمات الوراثية مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالجينات التي تسهم في السمات الكمية المعروفة بإسم مواقع صفات كمية (QTLs). برامج تخطيط الجينات الجارية الآن للإستزراع المائي للعديد من الأنواع الهامة بما في ذلك محار المحيط الهادئ والسلمونيات وأسماك الترع القطبية والبلطي النيلي وأسماك ذئب البحر الأوروبي^{٤٨}. بمجرد تطور خرائط الربط، يمكن فرزها لتحديد مواقع صفات كمية (QTLs) مثيرة للإهتمام.

عندئذٍ يمكن قياس تأثير موقع صفة كمي (QTL) عن طريق الربط بين وراثة الأليلات الموسومة مع الأداء الفردي للسمات المستهدفة. تم تحديد عدد من السمات الهامة مواقع صفات كمية (QTLs) في الأسماك مثل درجة إحتمال الحرارة والنمو ومقاومة الأمراض (مثل تحمل البرودة في البلطي^{٤٩}).

الإنتخاب بمعاونة واسم (MAS) هو إدراج واسمات وراثية مرتبطة بمواقع صفات كمية (QTLs) في برامج التحسين الوراثي ولديه القدرة على تعزيز الإنتخاب، لا سيما بالنسبة للسمات التي لها وراثة منخفضة أو التي لا يمكن قياسها بصورة مباشرة على تكاثر الأفراد. في حين أن هناك عدداً من الجهود البحثية لتطوير وتقييم موقع صفة كمي (QTL) مع ذلك لا يوجد مخزونات تجارية تقوم بالاستفادة من الإنتخاب بمعاونة واسم (MAS).

^{٤٨} غاربر، أ.ف. وسوليفان، س.ف. ٢٠٠٦. Selective breeding for the hybrid striped bass (*Morone*

chrysops, Rafinesque x *M. saxatilis*, Walbaum) industry: status and perspectives

الأحياء المائية (٣٧): ٣٣٨-٣١٩.

^{٤٩} كنعاني، أ. هيلرمان، إ.م. رون، م. ويلر، ج.إ. إندلمان، م. كاشي، ي.، غال، ج. أ. وهولاتا، ج.، ٢٠٠٣. Detection of a chromosomal region with two quantitative trait loci, affecting cold tolerance and fish size, in an F2 tilapia hybrid. تربية الأحياء المائية، ٢٢٣ (٤-١): ١١٧-١٢٨.

الفوائد المحتملة لواسمات وراثية في غالبية التطبيقات غير معترض عليها على الرغم من أن الإمكانية الحقيقية لإدماج الواسمات بمعاونة الإنتخاب في برامج التكاثر والإنتاج وتحقيق مكاسب إقتصادية التي سوف تتحقق ما زال يتعين التحقق منها، وهذا يمثل تحدياً كبيراً للبحوث في الوقت الراهن.

٤-٤ الوضع الحالي لتعزيز الصفات الوراثية والسيناريوهات المستقبلية

من الصعب تقدير نسبة الإنتاج المدجن حالياً من الإنتاج العالمي للإستزراع المائي ولكن أفضل التقديرات تشير إلى أن حوالي ٣٥٪ من إنتاج تربية الأحياء المائية هو غير مدجن، بالأساس المخزونات البرية هي التي ليست متأقلمة مع بيئات الأسر. ويقارن هذا مع أشكال أخرى من الإنتاج الزراعي التي هي على وجه الحصر تقريباً من المدجنات والمواد الوراثية المحسنة. فوائد التدجين من حيث التكيف مع بيئات الأسر هو بالشكل أنه من الموصى به أن أي صناعة إستزراع مائي مستدامة كبيرة يحتمل أن تكون طويلة الأمد ينبغي عليها البدء ببرامج تدجين حيث يدار التنوع الوراثي للمخزونات بفعالية.

نسبة من إنتاج الإستزراع العالمي الذي يقوم على أساس المخزون المحسن وراثياً (معظمه تكاثر بالإنتخاب الوراثي ولكن يتضمن أيضاً الهجين وحيد الجنس والمخزون ثلاثي الكروموسومات) تقدر فيما بين ١٠ و ٢٠٪ لذلك من الواضح أن هناك مجالاً لزيادة كبيرة جداً في مجالي الإنتاج والكفاءة الإنتاجية من خلال تنفيذ برامج التحسين الوراثي الفعال على نطاق واسع مع التركيز على الإنتخاب الوراثي.

من بين التحديات التي تواجه التطوير المستقبلي لعلم الوراثة في تربية الأحياء المائية هو النقص النسبي للموارد اللازمة لدعم تطوير برامج التكاثر. المصادر الواقعة بالعجز تشمل الموارد المادية والبشرية والإقتصادية. برامج التكاثر المدارة جيداً تحقق مكاسب وراثية كبيرة وتستفيد من تسهيلات لتمكين تربية عدة عائلات من الأسماك. ونظراً لطبيعتها الطويلة الأجل، فإنها تتطلب تمويلاً مستداماً لأنه يمكن أن تمر عدة سنوات قبل تحقيق كامل لعوائد الإستثمار في البرامج الوراثية عن طريق زيادة الدخل من إنتاج البذور أو من خلال تحسين الكفاءة الإنتاجية (الفصل ٦). وثمة قيد آخر يكمن في الموارد البشرية ولا سيما في مجال علم الوراثة الكمية الذي عادة ما يتطلب تدريب متخصص على مستوى عال نسبياً.

التقنية	الوصف	التطبيقات	ملاحظات
تعريف السلالة/الخزونة	مجموعة من الواسمات الوراثية يمكن أن تستخدم لتحديد الواسمات التفضيلية للأزواج أو الخزونات. الواسمات المفصلة: جزيئات توابع وسكالة لكون، بروتينين نووي واحد (SNP) تعدد أشكال مفصلي الحفص النووي الكبرى (AFLP) والأيوزايم وحفص نووي متعدد الأشكال مكثراً عشوائياً (RAPD)	تمييز الخزونات المستزرعة المختلفة بما في ذلك حماية حقوق المستزعين في الخزونات المحسنة وتحديد الهجن التوجيهية المقصودة أو غير مقصودة تحديد أو تأكيد الهروب من تربية الأحياء المائية. تحديد معدلات الإسترداد في مصائد الأسماك المرزرة	تشخص الواسمات (من أصناف مختلفة) للأزواج قد تطور لكثير من الأوزاع الهجينة تجارياً وسهل الوصول إليه. الواسمات للخزونات أو السلالات المختلفة عموماً تحتاج إلى تطوير. هذه الواسمات قد أصبحت ذات أهمية متزايدة للبيع أثر مخزونات تربية الأحياء المائية.
القياس الكلي أو توصيف التباين الوراثي	الواسمات الوراثية يمكن أن تستخدم لتحديد القياس الكلي وتوصيف مستويات التباين الوراثي ، مثل عدد الأليلات في المكان الوراثي ونسبة الأليلات متعددة الأشكال ويعتبر تباين التراكيب الوراثية. الواسمات المنفصلة : تعدد أشكال مفصلي الحفص النووي الكبرى (AFLP) وجزيئات توابع.	تحديد احتمال ورمدة التجهين الذاتي تقدير أحجام العشيرة الفعالة عدد الكائنات القاتل (Ne) الحالية والتاريخية مقارنة مزايا الرشح المؤسس للمخزون المعاصر الأساسية لإنتخاب الوراثي تأكيد تباين التركيب الوراثي في أحادي الكروموسومات الأزوجة	من المفيد أن يكون للبرامج الوراثية مجموعة معيارية من الواسمات الوراثية لتحديد أساس مستويات التباين (جنباً إلى جنب مع تطبيقات أخرى) للموسم الخزونات بحيث يمكن قياس الأثر طويلة الأجل لإدارة التجهين كميًا.
تحديد العلاقات الوراثية من بين الخزونات	واسمات يمكن أن تستخدم لإنشاء علاقات وراثية بين الخزونات المتعددة مثل حجر النسب. الواسمات المفصلة : الحفص النووي الميتوكوندري (mtDNA) وجزيئات توابع وتعدد أشكال مفصلي الحفص النووي الكبرى (AFLP).	تحديد الأصل (مثل مصم العشيرة) من الخزونات المستزرعة تحديد التركيبة الوراثية المعاصر الهجينة	من المفيد جداً أن تفهم التركيبة الوراثية للأسماك البرية من أجل تقييم مخاطر التلوث الوراثي للإنتزاع الناتج إستناداً إلى الخزونات المعدلة وراثياً والملم بخطط التطور في النباتات. أيضاً العنومات مفيدة عند تشكيل مؤسس مخزونات متباين وراثياً.

^١ مقتبس من ليونز، ج. وكورنيس، ج. ف. ٢٠٠٤ تقنيات واسمات الحفص الحفص النووي وتطبيقاتها في علم الوراثة تربية الأحياء المائية. ٣٢٨ : ١-٣٧٨.

الجدول ٤-٣ (تتمة) وصف التطبيقات العملية للراسمة الوراثية في تربية الأحياء المائية

التقييمية	الوصف	التطبيقات	ملاحظات
إحالة النسب (تحديد الأصل)	إستخدام مجموعة من الوراثة للتحديد احتمال وجود ذرية فردية مشتقة من خلط عمل محددين الوراثة المقتولة : جزيئات توابع وشكالة لكون بروتينين نووي واحد (SNP)	تحديد أعداد مخزون التفرخ المساهمة في الذرية في التفرخ المجمع ، وبالتالي تقدير عدد التكاثر الفعال (Ne) تحديد عائلة النشأ في إختيار مخزون التفرخ التالي لتقليل التجهين الذاتي	تكلفة تطبيق نظم الوراثة لإحالة النسب تتدني (لا سيما بالنسبة لشكالة لكون بروتينين نووي واحد (SNP) وهي تستخدم بشكل متزايد لتحديد العائلات في برامج التكاثر. يمكن أن تكون المكثفة في كيفية تحديد الأسماء عندما تكون مركبة وراثية لإحالة
إنتخاب بعبارة الوراثة	إنتخاب واسعة ومعدة معروفة بأنها تتوافق مع السمات الهامة تجارياً (المعروفة بومفها موقع صفة كمي (QTL) بدلاً من السمات نفسها. يتطلب إنشاء خرائط وراثية الوراثة المقتولة : شكالة لكون بروتينين نووي واحد (SNP) وجزيئات توابع وغيرها	لا يوجد حالياً أي تطبيق تجاري للإستزراع المائي عدد قليل من الأنواع قد تم تخطيطه على نحو كاف من الصعب تحسين السمات المحتملة التي يتعين تطويرها بإستخدام النهج التقليدي	الإنتخاب بعبارة واسم (MAS) يتم استخدامه للتصميم الوراثي لعدد صغير من السمات في تكاثر الخزونات الحيواني ولكن حتى الآن لم يتطور بشكل كاف أو مثبت في تربية الأحياء المائية.

يبدو أن هناك بعض الشك في أن الطلب المتزايد باستمرار لإنتاج تربية الأحياء المائية سيواصل دفع البحث عن تحسين فاعليات الإنتاج، والتحسين الوراثي أصبح عنصراً رئيسياً في هذه الجهود. برامج التحسين الوراثي صممت لتحويل مخزونات تربية الأحياء المائية على مدى العقود المقبلة مع الإنتخاب الوراثي في جوهر هذه البرامج ولكن مع تكنولوجيات أخرى تضيف قيمة إلى هذه الجهود، حيث يبدو أن هناك فوائد واضحة. حيث تشجع الدول على الترويج و/أو الإستثمار في التوسع في تربية الأحياء المائية، من المهم أن العلم بالمبادئ الأساسية للإدارة الوراثية وتكلفة معظم النهج الفعالة لتحسين الصفات الوراثية والمخاطر البيئية والايكولوجية المرتبطة بالإقبال على نطاق واسع من قبل المنتجين على إستخدام المخزون المحسن. الى جانب هذه العوامل التكنولوجية توفير الموارد الكافية لدعم تنفيذ إستراتيجيات طويلة الأجل للتحسين الوراثي أمر بالغ الأهمية أيضاً.

١-٥ مقدمة

يغطي هذا الجزء كل من (أ) نقل السلالات المحسنة وراثياً من بلد إلى آخر و(ب) مضاعفة ونشر المادة الوراثية داخل البلدان. على الرغم من أنها ذات صلة، هناك أيضاً قضايا محددة لكل منها بالتالي يتم التعامل معها بشكل منفصل.

المادة ٩-١-٢ من مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد تتطلب أن "يتعين على الدول تعزيز التطوير والإدارة الرشيدة للإستزراع المائي، بما في ذلك إجراء تقييم مسبق لآثار تطوير تربية الأحياء المائية على التنوع البيولوجي وسلامة النظم الإيكولوجية، بناءً على أفضل المعلومات العلمية المتاحة". في المادة ٩-٣، فإنها تكمل: "ينبغي على الدول المحافظة على التنوع البيولوجي والحفاظ على سلامة المجتمعات المائية... وينبغي أن تتعاون على تحسين وإعتماد وتنفيذ مدونات السلوك الدولية والإجراءات اللازمة للدخول والنقل..." و"تقليل مخاطر إنتقال الأمراض والآثار السلبية الأخرى على المخزونات البرية والمستزرعة... الإرشادات التقنية لتنفيذ المادة ٩ (تطوير تربية الأحياء المائية) من المدونة في ١٩٩٧^١ ومجموعة واسعة من الوسائل والأدوات وضعت منذ ذلك الحين في إطار السعي لتطوير الإستزراع الوراثي الرشيد والمستدام. هذه المبادئ التوجيهية أيضاً تسعى جاهدة لتحقيق الإتساق مع إتفاقية التنوع البيولوجي"^٢ (أنظر أيضاً الفصل ٢) سياسات إستشارية أخرى مصممة لضمان

^١ بمساهمة ر.إ. بروميت، م.ك.م. بفرديج، ر. و بونزني، ر.ج. لاونتون ود.م. بارثلي.

^٢ المنظمة (١٩٩٧). الخطوط التوجيهية الفنية لتحقيق الصيد الرشيد. رقم ٥،

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/W4493e/W4493e00.pdf>.

^٢ <http://www.cbd.int/default.shtml>

الإستخدام الحكيم للمصادر البرية و المحسنة وراثياً^{٤٣}.

المقاطع التالية تعطي توجيهات عامة بشأن نشر سلالات محسنة وراثياً بين البلدان وداخلها، مع التركيز بوجه خاص إلى الإشارة إلى سلالات الأسماك المحسنة من خلال تحسين الإنتخاب الوراثي التقليدي كعقائل للكائنات الحية المعدلة (LMO's)^{٤٤} أو الهجن المعدلة وراثياً، والتي قد يكون من الأفضل إعتبارها كإدخال أنواع غريبة. هذه المبادئ التوجيهية ينبغي أن تكون بمثابة نقطة إنطلاق لتطوير مزيد من المبادئ التوجيهية لحالات محددة. المعلومات المقدمة هي ذات طابع تقني، وهي مركز هذه المبادئ التوجيهية. وهي لا تغطي بعض الجوانب السياسية والقانونية، مثل إذن الدخول وتقاسم المنافع أو الملكية الفكرية، كذلك تنظيم الوصول، والشروط اللازمة لإستخدام الموارد الوراثية للأسماك.

كما ذكر من قبل، هذا الفصل لا يركز على تبادل الموارد الوراثية البرية، والتي يمكن أن تقدم إلى بلدان أخرى لأغراض البحوث التكاثر والتدريب وتربية الأحياء المائية. آليات تبادل الموارد الوراثية للأغذية والزراعة في القطاعات الأخرى، مثل المحاصيل، تلقت حتى الآن الكثير من الإهتمام الدولي أكثر مما تلقت الموارد الوراثية للأسماك للإستزراع المائي. هذه الآليات تفصل حقوق وواجبات المورد والمتلقي فيما يخص المواد التي يجري نقلها. يمكن توقع أن تزيد إتجاهات مماثلة في السنوات القادمة في تربية الأحياء المائية وتبادل الموارد الوراثية السمكية مع برامج التكاثر في جميع أنحاء العالم.

^{٤٣} المجلس الدولي لإستكشاف البحار (ICES) (٢٠٠٤) *Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms*، <http://www.ices.dk/reports/general/2004/ICESCOP2004.pdf>، هيويت، ك.ل.، كامبل، م.ل. و غولاش، س. (٢٠٠٦). *Alien Species in Aquaculture. Considerations for Responsible Use*. <http://www.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2006-036.pdf>. الإتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) غلاند، سويسرا: المركز العالمي للأسماك (٢٠٠٢) *Nairobi Declaration on Aquatic Biodiversity and Use of Genetically Improved and Alien Species for Aquaculture in Africa*. http://www.worldfishcenter.org/cms/list_article.aspx?catID=39&ddIID=109. المركز العالمي للأسماك (٢٠٠٣) *Dhaka Declaration on Ecological Risk Assessment of Genetically Improved Fish*، http://www.worldfishcenter.org/Pubs/Dhaka%20booklet/Dhaka_booklet.pdf

^{٤٤} بروتوكول قرطاجنة بشأن السلامة البيولوجية يعرف الكائنات الحية المعدلة (LMO) ككائن حي ناتج عن التلاعب المباشر بالحمض النووي أو دمج خلايا من خارج العائلة التصنيفية.

٥-٢ نقل سلالة محسنة من بلد إلى بلد آخر

٥-٢-١ مقدمة

المدونة تشجع على إستخدام مدونة التطبيق بشأن إدخال ونقل الكائنات البحرية ٢٠٠٤ التي وضعها المجلس الدولي لإستكشاف البحار (ICES) والمبادئ التوجيهية التقنية بشأن الإستخدام الرشيد والتحكم في الأنواع الغريبة على حركة الأسماك الهادفة من بلد إلى آخر وتشجيع الدول على تنفيذ تلك التنقلات بأقل قدر من المخاطر التي قد يتعرض لها التنوع البيولوجي والوراثي الأصلي. هناك العديد من الحالات الموثقة عن الأضرار الناجمة عن إدخال الأنواع الغريبة من التنافس والافتراس ونقل الأمراض وتدمير السكن ويجب التعامل مع هذه الأمور بأقصى درجات الحذر^{٥٥}. في حالة السلالات المنتخبة، هناك أدلة على تعديل ترددات الجينات في السلمونيات في الأسماك المستزرعة لتعزيز المخزون أو المستخدمة في تربية الأحياء المائية التي يمكن، عند إطلاقها في البرية، وتختلط بالجينوم البري، أن تحد من كامل عمر اللياقة للعشائر المحلية التي هي من نفس النوع أو من الأنواع ذات الصلة من خلال التدخل الوراثي (مثل إدخال الأليلات في العشائر البرية من سلالة محسنة)^{٥٦}.

٥-٢-٢ توجيهات بشأن النقل

بدلاً من الحدود المحلية أو الإقليمية أو السياسية الدولية، فإن الوحدة الجغرافية البيولوجية الأكثر أهمية عند

^{٥٥} سيدرنام، ك.ج. ١٩٩٣. Disease risks associated with importation of non-indigenous marine

animals. *Marine Fisheries Review* ١٠٠-٥٤،١، ماكفيكار أ.هـ. (١٩٩٧) Disease and parasite implications of the coexistence of wild and cultured salmon populations. *ICES Journal of Marine Science* ٥٤، ١٠٠٨-٩٩٨.

^{٥٦} ماكجيني ي و آل. ٢٠٠٣. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of

Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farmed salmon. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* ٢٧٠ : ٢٤٤٣-٢٤٥٠ ؛ جونسون، ب. وجونسون،

ب. (٢٠٠٦). Cultured salmon in nature: a review of their ecology and interactions with wild fish.

ICES Journal of Marine Science ٦٣ : ١١٦٢-١١٨١ ؛ فيرسيور، إ.، سترادامير، ل.، نيلسون، ج. ل. (نشرة)

٢٠٠٧. *The Atlantic Salmon. Genetics, Conservation and Management*. بلاكويلز، أوكسفورد.

التفكير في نقل المادة الوراثية المائية المحسنة هي التجمعات المائية^{٤٧}. على الرغم من أن الوكالات الحكومية ينبغي أن تأخذ بعين الاعتبار كل من التحويلات داخل وخارج الدولة، فإن اقتراح نقل الأسماك ضمن التجمع المائي عبر الحدود السياسية هو أقل خطورة من النقل من تجمع مائي إلى آخر ضمن نفس السلطة السياسية أو البلد.

في ظل غياب سلطة وطنية مخصصة لنقل المادة الوراثية، يجب تقديم طلبات إدخال سلالات محسنة إلى أعلى المسؤولين عن مصايد الأسماك الرسمية في البلد المستورد (مثل مدير مصايد الأسماك والبيئة أو الزراعة) على أسس بيئية سليمة تقيم الأثر البيئي (EIA) والتكاليف: تحليل المنافع.

تقييم الأثر البيئي (EIA) والمبادئ التوجيهية وتحليل التكاليف السلبية المحتملة المرتبطة بأي إستيراد يجب أن تأخذ بعين الاعتبار:

- وجود تنوع وراثي متجانس محتمل للمواد الجديدة التي سيتم إستيرادها في التجمعات المائية المحددة.
- وجود تنوع بيولوجي مائي آخر نادر أو مهدد بالانقراض قد يتأثر سلباً جراء التطبيق.
- وجود أنواع محلية متوطنة مناسبة أو إستراتيجيات وراثية لتحسين الأسماك المستزرعة الموجودة لإستخدامها إدخال كبديل.

مدونة المجلس الدولي لإستكشاف البحار (ICES) توصي بوضع إطار لإدخال الكائنات المائية الحية تشمل كل الأنواع الغريبة والسلالات المحسنة. هذه المدونة بسيطة المفهوم وتحتوي على متطلبات يجب أن يتبعها أي شخص أو وكالة أو خطة عمل تستخدم المادة الوراثية غير المتوطنة. المتطلبات تبدأ مع إعداد مقترح سيجري إستعراضه من قبل هيئة مستقلة. وستقدم نتائج هذا الإستعراض إلى المؤيدين للموافقة عليها أوتنقيحها أو رفضها. إذا تمت الموافقة على إقتراح إدخال أنواع جديدة، فستدعو المدونة الإدارة الصحية للأسماك، للرصد و التبليغ.

^{٤٧} المصطلح تجمعات مائية يستخدم هنا للإشارة إلى المسطحات المائية المتداخلة، والتي قد تكون معرفة كتجمعات مائية أو ما دون مستوى التجمعات المائية.

٥-٢-٣ إتفاقيات نقل المواد (MTAs)

إذا تمت الموافقة على طلب الإدخال، ينبغي أن يكون النقل متسق مع القوانين الدولية والوطنية ذات الصلة مثل تلك المتعلقة بالمنافذ أو تقاسم المنافع أو حقوق الملكية أو الأمن البيولوجي. شروط الوصول إلى المنافذ واستخدام مثل تلك المادة الوراثية يتم عادة من خلال تعيين إتفاقية نقل المواد. ينبغي أن تكون إتفاقية نقل المواد (MTA) مصدقة من سلطة الدولة المستوردة وإبلاغها إلى قاعدة بيانات المنظمة بشأن إدخال الأنواع المائية (DIAS)^{٩٨}.

إتفاقيات نقل المواد يمكن أن تكون إتفاقيات ملزمة قانوناً تسجل عادةً في وثيقة لوصف الشروط اللازمة لنقل المواد البيولوجية والمادية، بما في ذلك المواد المستخدمة في مجال البحث والأسماك المحسنة وراثياً، من كيان إلى آخر. مثال على إتفاقيات نقل المواد (MTA) مبين في الملحق ٥-١.

٥-٢-٤ بروتوكولات للنقل

البروتوكولات التالية تستند على مدونات تطبيق دولية، والتي قد تشمل واحدة أو أكثر من البروتوكولات الموجودة في بلدان مختلفة، ويتم تضمينها لتكون بمثابة مبادئ توجيهية عامة. يمكن أن ينظر إليها باعتبارها إضافة إلى المتطلبات الوطنية لكل بلد، أو أنها قد تشكل الأساس لعناصر الأنظمة الوطنية.

٥-٢-٤-١ البلد أو المنظمة المصدرة (الناقلة)

المعلومات التقنية الملحقه بمادة إتفاقية النقل يجب أن تكون محددة بشأن المادة الوراثية المطلوبة، ولاسيما:

- الأسماء العلمية والمحلية للمخزون المنقول؛
- المعالم البارزة للمخزون المنقول التي تجعله مرغوباً للإستيراد؛
- الغرض من إستخدام المخزون المنقول والمكان المحدد لذلك الإستخدام؛
- عدد الأفراد المنقولة،

^{٩٨} قاعدة بيانات المنظمة بشأن إدخال الأنواع المائية (DIAS)

- عدد وصفن (مثل الأشقاء وغير الأشقاء) العائلات المثلثة في النقل؛
- العمر أو مرحلة النمو (مثل البيض واليرقات وبعد اليرقات والبرقات والسابعة والإصبعيات) للأفراد المنقولة؛
- المرض و/أو تاريخ التعرض المخزون لمسببات المرض؛
- الصفات الوراثية والمظهرية للجنس للمخزون المنقول (مثل الإناث الطبيعية والذكور الطبيعية وأجناس مختلطة طبيعية وأجناس مختلطة وراثياً ولكن ظاهرياً كلها ذكور – معالجة بالهرمونات).

المواد التي سيتم نقلها يجب أن يرفق معها شهادة طبيب بيطري تفيد خلوها من الطفيليات المنصوص عليها وأي مسببات للأمراض والأحياء الأخرى التي تصدرها السلطة المختصة. شحنة المياه، إن وجدت، ينبغي أن تكون نظيفة وخالية من الجسيمات العالقة. يجب تطهير المخزون المنقول قبل الشحن إذا كان ذلك ممكناً. معظم هذه المعلومات ينبغي أن تكون قد قدمت في طلب الإستيراد الأصلي للأنواع إلى داخل البلاد. ويمكن نسخه مع إتفاقيات نقل المواد (MTA) للمساعدة على ضمان الإمتثال لشروط الإتفاق.

٢-٤-٥-٥ البلد أو المنظمة المستوردة (المستقبلية)

مصدر القلق الرئيسي بالنسبة للبلدان المستوردة هو صحة الأسماك والوقاية من مسببات الأمراض العابرة للحدود. الأقسام ذات الصلة من المبادئ التوجيهية التقنية^{٥٥} تدعو لوضع إستراتيجية وطنية مائية للصحة الحيوانية وبرد هنا الموجز. إستراتيجية صحة الحيوانات المائية الرسمية توفر للبلدان ب "خارطة طريق"، على أساس الإحتياجات والأولويات الوطنية، من أجل تحقيق وضع صحة الحيوانات المائية المطلوب. المكونات لإستراتيجية وطنية تشمل: مسببات الأمراض التي يتعين دراستها وتشخيص الأمراض وإصدار الشهادات الصحية وتدابير الحجر الصحي وتقسيم الأمراض والإشراف والإبلاغ عن الأمراض والتخطيط للطوارئ وتحليل المخاطر والإستيراد وأطر السياسة العامة وبناء القدرات الإقليمية.

بالإتساق مع منظمة التجارة العالمية (WTO)، والإتفاق بشأن تطبيق التدابير الصحية والصحة النباتية (الإتفاقية الصحية والصحة النباتية) (SPS)، فإن جميع البلدان تحتفظ بالحق في اتخاذ التدابير الصحية والصحة النباتية

^{٥٥} المنظمة. ٢٠٠٧. تطوير تربية الأحياء المائية. ٢. الإدارة الصحية للتحرك الرشيد للحيوانات المائية الحية. الخطوط

التوجيهية الفنية لتحقيق الصيد الرشيد. رقم ٥. ملحق ٢. روما، المنظمة.

اللازمة لحماية الإنسان والحيوان والنبات. وتحديد المستوى المناسب من الحماية (ALOP)، والعوامل الإقتصادية والاجتماعية والبيئية ذات الصلة يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار.

بدلاً من فراخ السمك البالغ، ينبغي أن تكون المخزونات المستوردة بشكل بيض أوغيره من المراحل المبكرة من تاريخ الحياة. كلما طالت حياة السمكة، كلما زاد احتمال أن تتعرض لمسببات مرض. كما أن مراحل تاريخ الحياة المبكرة تحمل التهابات تحت مرضية أقل من البالغين، وصيانتها أسهل في الحجر الصحي والبيض لا يمكن ان ينقل بعض مسببات الأمراض، مثل الطفيليات الخيشومية.

قبل الاستيراد، ينبغي أن يستشير الموظفون المؤهلون في البلد المستورد المنظمة العالمية لصحة الحيوان (OIE) التي هي جسم معايير أطر منظمة التجارة العالمية لمسببات أمراض الأسماك، والكتابات الموجودة وشبكة خدمات الأمراض^{٦٠} لتحديد المجالات التي يمكنها أن تثير القلق في ما يتعلق بصحة الأسماك. وينبغي بذل كل جهد ممكن للحصول على سمك من مفرخات معتمدة تطبق جيداً الإدارة الصحية للأسماك وتضمن نوعية الشهادات البيطرية للبلد المصدر. ينبغي أن يكون فحص الشحنات لدى وصولها، من أجل التأكد من خلوها من مسببات الأمراض المنصوص عليها، مثل تلك المدرجة رسمياً من قبل منظمة صحة الحيوان (OIE) والطفيليات وغيرها من المواد البيولوجية غير الموافق عليها، مثل الأنواع المتطفلة التي لم يكن استيرادها مطلوباً. إذا تم تحديد الأمراض، ينبغي تدمير الشحنة والتخلص منها بطريقة مناسبة، إلا في حالة ضمان العلاج الفعال.

الحجر الصحي يجب أن يبقي مجموعة الحيوانات المائية في عزلة بدون أي اتصال مباشر أو غير مباشر مع الحيوانات المائية الأخرى، من أجل الخضوع للرصد لفترة محددة من الزمن وللخضوع للفحوص والعلاج وإذا كان ذلك مناسباً، بما في ذلك العلاج المناسب من مياه الصرف^{٦١}. مستوى الحجر الصحي ينبغي أن يناسب مخاطر انتشار المرض. عند القيام باستيراد أنواع غريبة لأول مرة أو أنواع تم جمعها من مصادر برية أو مصدر حالته الصحية غير معروفة، قد يتطلب مستويات أكثر صرامة في الحجر الصحي.

^{٦٠} http://www.oie.int/eng/en_index.htm؛ الشبكة الاستشارية الدائمة للأمراض في تربية الأحياء المائية

(PANDA؛ <http://www.europanda.net/>)، الحيوانات المائية ومسببات الأمراض نظام المعلومات الحجر الصحي (AAPQUIS، <http://www.aapqis.org/main/main.asp>).

^{٦١} المنظمة العالمية لصحة الحيوان OIE. ٢٠٠٥. مدونة صحة الحيوانات المائية. المنشورة الثامنة. باريس. http://www.oie.int/eng/normes/fcode/A_summry.htm

ينبغي أن يكون مفهوماً أن التفقيش المادي والحجر الصحي، هما محدودا الفعالية في منع نقل الجراثيم. إذا كان المخزون الذي يتم إستيراده مناعة على أي بكتيريا أو فيروس أو يظهر فقط الأعراض تحت المرضية، مثلاً يظهر بصحة جيدة، يمكن اكتشاف البكتيريا أو الفيروس من خلال التجارب واختبارات المناعة ولكن لا يمكن القضاء عليهما عن طريق عزلهما. الاختبارات والرصد في الحجر الصحي قد تنطوي على تجارب معاشة مع أنواع محلية أو وضع الحيوانات في الحجر الصحي لضغوط متزايدة لمعرفة ما اذا كانت ستبدي مشاكل مرضية.

مع ذلك، الحجر الصحي يتيح للسجلات الفرصة لرصد المخزون لفترة من الزمن، والتي قد تعطي المؤشرات عن المشاكل. الحجر الصحي في منشأة مناسبة يجب أن يكون لمدة ٢٨ يوماً على الأقل ولكن يجب أن تحدده العوامل المسببة للمرض الموضوعه قيد النظر. لدى الوصول إلى الحجر الصحي، ينبغي تطهير الداخلين في حمام وقائي، إذا كان ذلك ممكناً، ووضعهم على جرعات من المضادات الحيوية واسعة الطيف. كل المياه ومواد التغليف والحاويات أو غيرها من المواد المرتبطة بالشحن ينبغي أن تعقم أو تتلف.

مواقع الحجر الصحي يجب أن تكون آمنة ضد الهروب وتصريف المياه. يجب أن تم التخلص من المياه بشكل آمن. إذا عانت وحدة الحجر الصحي من تفشي المرض يكون العلاج ممكناً في بعض الأحيان. لكن العلاج الكيميائي يمكن أن يسبب مشاكل أخرى مثل المقاومة للمضادات الحيوية وينبغي أن يستخدم تحت مشورة الخبراء. إذا كان التفشي لا يمكن السيطرة عليه، فينبغي أن يتم تدمير المخزونات المريضة والتخلص منها بعد التعقيم بطريقة مقبولة. ينبغي أن يتم رصد نوعية المياه في وحدة الحجر الصحي على فترات منتظمة وإجراء فحوص دورية للطفيليات المدخلة والأمراض السارية. ينبغي الحفاظ على قائمة بالطفيليات المعروفة والأمراض وبمسببات الأمراض ونصح المصدر في حالة وجود طفيليات أو مسببات الأمراض غير متوقعة.

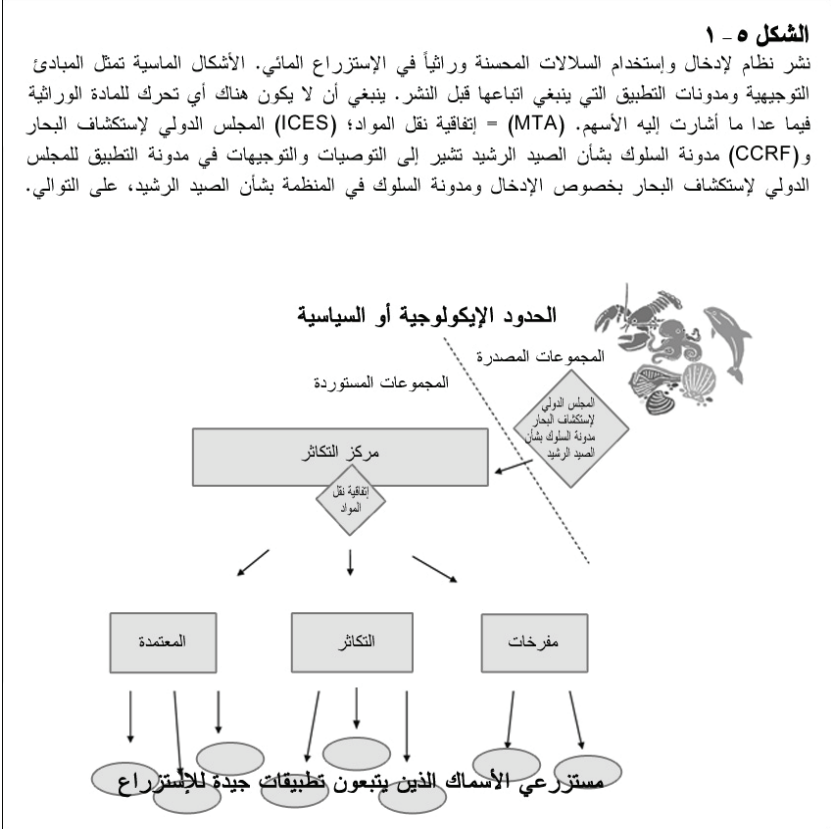
الواردات الأصلية لاينبغي تحويلها إلى بيئات طبيعية. مدونة المجلس الدولي لإستكشاف البحار (ICES) توصي بتوزيع مقدار التهجين الذاتي المنتج لأول جيل (F1) فقط من الأنواع المستوردة بعد الحجر الصحي للوالدين الأصليين.

تقسيم استخدام مناطق استخدام تربية الأحياء المائية والمحافظة (الفصل ٩) ينطبق أيضاً على الإدارة الصحية للأسماك. يمكن للبلدان أن تنشئ مناطق معروف أن فيها بعض مسببات الأمراض ومناطق خالية من المرض؛ المناطق يجب أن تستند على المعايير الايكولوجية بدلاً من التركيز على الحدود السياسية. حركة الحيوانات بين

المناطق حيث توجد نفس مسببات المرض أو من منطقة خالية من المرض لن يكون مشكلة. لا يجب أن تنتقل الحيوانات من منطقة توجد فيها مسببات الأمراض إلى منطقة لا توجد فيها نفس مسببات المرض.

الشكل ٥ - ١

نشر نظام لإدخال وإستخدام السلالات المحسنة وراثياً في الإستزراع المائي. الأشكال الماسية تمثل المبادئ التوجيهية ومدونات التطبيق التي ينبغي اتباعها قبل النشر. ينبغي أن لا يكون هناك أي تحرك للمادة الوراثية فيما عدا ما أشارت إليه الأسهم. (MTA) = إتفاقية نقل المواد؛ المجلس الدولي لإستكشاف البحار (ICES) ومدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد تشير إلى التوصيات والتوجيهات في مدونة التطبيق للمجلس الدولي لإستكشاف البحار بخصوص الإدخال ومدونة السلوك في المنظمة بشأن الصيد الرشيد، على التوالي.



٣-٥ نشر سلالة محسنة داخل البلد كجزء من إستراتيجية عقلانية لتطوير تربية الأحياء المائية

بالنظر إلى أن الواردات الأصلية لا ينبغي نقلها إلى بيئات طبيعية، يجب أن تتم عملية التكاثر قبل نشر البذور

من السلالات المحسنة وراثياً^{٦٦}. السلالات المحسنة ينبغي نشرها من خلال نظام إعتقاد المرخات ومراكز التكاثر (الشكل ٥-١). اعتماد المرخات التي تعمل على تكاثر المخزونات المحسنة ينبغي أن يضطلع بها فريق تقييم للمركز الاقليمي للتكاثر. المرخات المعتمدة يجب أن تلي المتطلبات التقنية المحددة من قبل فريق التقييم ويكون لديها إتفاق مع مركز التكاثر بشأن الإجراءات التشغيل القياسية الإدارية ونشرها.

الهدف الرئيسي من وضع نظام اعتماد للتفريخ هو ضمان تنفيذ المبادئ التوجيهية بشأن المحافظة على الجودة الوراثية للإصبعيات التي قدمتها المرخات للمزارعين وحماية الموارد الوراثية المحلية. فمن المستحسن أن:

- من أجل الحصول على البذور المحسنة وراثياً يجب على مشغلي المرخات التقدم للاعتماد لدى مركز التكاثر؛ سيتم استعراض الطلبات على أساس مجموعة من المعايير التي يمكن أن تشمل العناصر المدرجة هنا، وكذلك المعلومات الأخرى ذات الصلة (مثل المرافق، والخبرة والموقع والأداء السابق).
- مخزون التفريخ سيتم توريده من قبل مراكز التكاثر للمرخات المعتمدة ويتم إستبداله تبعاً للبروتوكول المحدد جيداً، وعلى أساس الاحتياجات.
- المرخات التي يتم النظر في اعتمادها ينبغي أن تدار جيداً وتتبع أفضل تطبيقات تربية الأحياء المائية وفقاً لحكم الموظفين الفنيين المؤهلين.
- وضع نظام لرصد مخزون التفريخ أو الزريعة الموردين للمرخة وينبغي على المرخة تنفيذه.
- يجب تنفيذ نظام لرصد توزيع الإصبعيات من المرخات المعتمدة إلى المنتجين من أجل رصد التوزيع الجغرافي للمخزونات المحسنة وراثياً. هذا من شأنه تمكين تقدير الإمكانيات الاقتصادية والبيئية وآثار السلالات المحسنة التي تم نشرها.
- تدابير رصد الجودة، وحالة اعتمادها يجب أن تراجع بانتظام.

٥-٤ مناقشة

كانت هناك حركة كبيرة لأنواع الغريبة والسلالات بهدف تربية الأحياء المائية^{٦٧}، ولكن التقييم لآثارها قد تم

^{٦٦} الإدارة الرائدة للموارد الوراثية السمكية وبرامج نشر البذور لافريقيا : التكيف مع مبادئ التربية الانتقائية لتحسين تربية الأحياء المائية في حوض فولتا. وقائع ورشة عمل، ٢٧-٣٠ آذار / مارس ٢٠٠٧ المنظمة، روما.

^{٦٧} الإدارة الرائدة للموارد الوراثية السمكية وبرامج نشر البذور لافريقيا : التكيف مع مبادئ التربية الانتقائية لتحسين تربية الأحياء المائية في حوض فولتا. وقائع ورشة عمل، ٢٧-٣٠ آذار / مارس ٢٠٠٧ المنظمة، روما.

بشكل قليل جداً، سواء كانت الآثار جيدة أو سيئة^{٦٤}. يطلب من الحكومات الاحتفاظ بسجلات بشأن إدخال والتوزيع اللاحق للأصناف الغريبة والمخزونات المحسنة وراثياً في بلدانها وتقديم تقرير عن المعلومات للمنظمة. تحتفظ المنظمة بقاعدة بيانات عن إدخال الأصناف المائية (DIAS) والتي تتضمن أيضاً معلومات عن الآثار. تغطية الأصناف الغريبة آخذة في الازدياد، وتسمح باتخاذ قرارات أفضل بشأن إدخال الأصناف الغريبة، لا يوجد مصدر لمقارنة المعلومات عن آثار السلالات المحسنة وراثياً.

السيطرة على العديد من تحركات المخزونات المحسنة والأصناف الغريبة ضعيفة، حتى ولو كان هناك اعتراف واسع بأن هناك حاجة إلى السيطرة بسبب المخاطر التي تنطوي عليها. ويجري الترويج لنظام نقاط المراقبة الحرجة وتحليل المخاطر^{٦٥} (HACCP) لتجارة أسماك الزينة وعلماء الأسماك والحياة البرية في بعض المناطق، أساساً للحد من المخاطر في البلدان المستوردة في جلب الكائنات المتطفلة ومسببات الأمراض، وتحسين الوعي العام. نقاط المراقبة الحرجة وتحليل المخاطر (HACCP) يجري الترويج له أيضاً لتشجيع مزارعي السلمون من أجل الحد من احتمال الهروب. إتفاقيات نقل المواد (MTAs) تقدم وسيلة للمساعدة في تحسين الضوابط، ولكن حتى الآن كان استخدامها ضئيلاً في تنقلات تربية الأحياء المائية ومصائد الأسماك.

^{٦٤} كان الاستثناء الملحوظ هو، تقييم الأثر للتنمية في البلطي المستزرع المحسن وراثياً ونشرها في بلدان مختارة من قبل بنك

التنمية الآسيوي. بنك التنمية الآسيوي عام ٢٠٠٥؛ متاحة على شبكة الانترنت. www.adb.org/publications.

^{٦٥} أنظر لتوجيهات بشأن تطبيق مبادئ تحليل المخاطر في الأصناف المائية الغازية.

http://seagrant.umn.edu/downloads/ais-haccp_manual.pdf

إتفاقية نقل المواد^١

المثل التالي من إتفاقية نقل المواد يركز على المثل المستخدم حالياً من قبل المركز العالمي للأسماك.

إلى: طلب المادة الوراثية المحسنة يجب ان يتم لسلطة مختصة لديها السلطة القانونية والسياسية لنشر هذه المواد.

أنا/نحن نطلب المواد التالية:

قائمة من المواد المطلوبة يجب أن ترفق هنا بما في ذلك وصف مفصل لهذه المواد، والمقصود من الإستخدام وموقع الاستخدام على النحو الوارد في النص.

أنا/نحن نوافق على

- التقيد بالأحكام الواردة في إتفاقية التنوع البيولوجي؛
- الحيلولة دون مزيد من توزيع المواد الوراثية إلى الأماكن الممكن أن يكون لها أثر بيئي سلبي؛
- عدم المطالبة بملكية المواد التي وردت، وعدم التماس حقوق الملكية الفكرية على المادة الوراثية أو ما يتصل بها من معلومات؛
- التأكد من أن أي شخص أو مؤسسة لاحقة أنا/نحن أعطيها عينات من المادة الوراثية المتاحة، خاضعة للحكم ذاته؛
- أن مسؤولية الأمتثال للسلامة البيولوجية للبلاد وقواعد الاستيراد وكل قوانين البلد المتلقي التي تحكم إطلاق المواد الوراثية، هو ملكنا تماماً؛
- متابعة بروتوكولات الحجر الصحي الذي اقترحتها المنظمة والمبادئ التوجيهية التقنية بشأن إدارة الشؤون الصحية للتحرر الرشيد للحيوانات المائية الحية، والمركز العالمي للأسماك؛
- أنه عندما يتم نقل المادة الوراثية خارج حدود بلدنا، فإننا سوف نلتزم بالمدونات والمبادئ التوجيهية الدولية ذات الصلة، مثل مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد (CCRF) والمجلس الدولي لإستكشاف البحار (ICES) والمنظمة العالمية لصحة الحيوان (OIE).

التاريخ:

اسم الشخص أو المؤسسة الطالب المادة الوراثية:

العنوان:

عنوان الشحن (إذا كان مختلفاً عن المذكور أعلاه):

التوقيع المخول:

^١ من الشبكة الدولية لعلم الوراثة في مجال تربية الأحياء المائية (INGA) www.worldfishcenter.org

٦-١ الأدلة حول التحسن الوراثي

برامج التحسين الوراثي للحيوانات الأرضية والنباتات أسهمت إسهاماً كبيراً في زيادة الإنتاجية والجدوى في الصناعة. على النقيض من ذلك، فإن معظم مخزون تربية الأحياء المائية المستخدم حالياً في البلدان النامية متشابه وراثياً أو أدنى من نظيره البري غير المدجن^{٦٧}. هناك أدلة تشير إلى أن تنفيذ برامج التحسين الوراثي في الأنواع الحيوانية المائية يمكن أن يكون له نفس التأثير الإيجابي كما للماشية والمحاصيل. البلطي المستزرع والمحسن وراثياً (GIFT)^{٦٨} (البلطي النيل) (*Oreochromis niloticus*) وسمك جاينتي رهو^{٦٩} (*Labeo rohita*) هما مثالان في البلدان النامية، وتنفيذ برامج التحسين الوراثي في هذين النوعين كانت على غرار مشروع ناجح مع سمك السلمون الأطلسي (سلمون سالار) (*Salmo salar*) الذي بدأ في السبعينات في الترويج. هذه السلالات المحسنة هي جذابة جداً وقيمة للمزارعين نظراً لزيادة معدلات النمو والبقاء على قيد الحياة.

٦-٢ العوامل التي تحد من اعتماد واسع النطاق للتكنولوجيا

يمكن الحصول على إثبات حول التحسين الوراثي بسهولة في ظل ظروف تجريبية خاضعة للرقابة، التي يتم فيها الإحتفاظ بالسجلات اللازمة بصورة منتظمة. مع ذلك، فإن 'وضوح' المكاسب الوراثية في الحيوانات المائية في ظل ظروف الإستزراع، منخفض للغاية. السمات الهامة من وجهة نظر الإنتاج، مثل معدل النمو والبقاء على

^{٦٦} بمساهمة راؤول و. بونزوني.

^{٦٧} ناغا، المركز العالمي لإدارة الموارد المائية الحية (ICLARM) الفصلية ٧٣٨ : ١٣-١٤.

^{٦٨} بروميت، ر.إ.، أنجوني، د. إ. وبوموجون ف ٢٠٠٤. On-farm and on-station comparison of wild and domesticated Cameroonian populations of *Oreochromis niloticus*. Aquaculture ١٦٤-١٥٧، ٢٤٢.

^{٦٩} غوبتا، م. وأكوستا ب. ٢٠٠٤. From drawing board to dining table: The success story of the GIFT.

project. NAGA, WorldFish Center Quarterly ٢٧، (٣ و٤)، ١٤-٤.

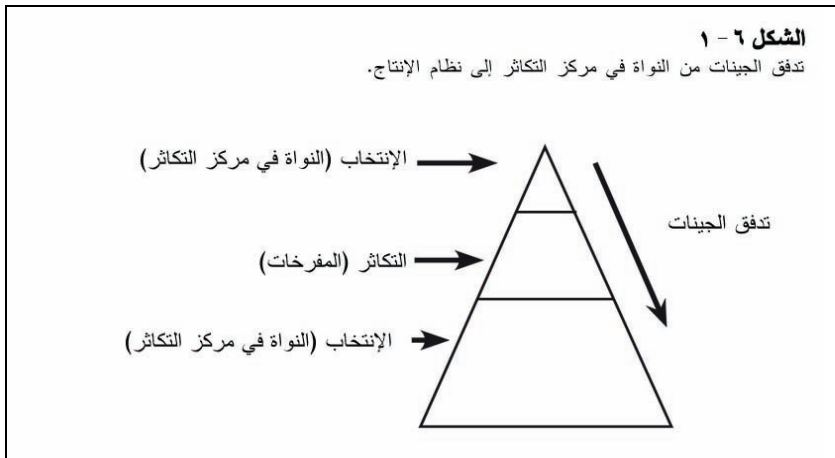
^{٧٠} ماهابترا، ك.، جانا، ر.ك.، ساها، ج.ن.، جيريد، ب. و سارانجي ن. ٢٠٠٦. الدروس المستفادة من برنامج تكاثر الروهو. في: بونزوني، ر.و.، أكوستا، ب.، بونيا، أ.ج. (نشرات)، Development of aquatic animal genetic improvement and dissemination programs: Current status and action plans, WorldFish Center Conference Proceedings 73، بينانغ، ماليزيا، ص. ٤٠-٣٤.

قيد الحياة والخلو من المرض، ليست فقط متأثرة بعلم الوراثة، ولكن أيضاً، وإلى حد كبير، بالبيئة. هذا يجعل من الصعب، إن لم يكن من المستحيل، التأكد على وجه التحديد من سبب التغييرات الملحوظة في نظام الإنتاج. علاوة على ذلك، برامج التحسين الوراثي تتطلب استثماراً أولياً وكذلك نفقات سنوية متكررة لتشغيلها.

في ضوء هذه التكاليف، لا تزال المؤسسات الحكومية غير مقتنعة بالحكمة من الاستثمار في برامج من هذا القبيل ما لم تكن المنافع المتوقعة موثوق بها وواضحة للأمة. من أجل إنتاج المعلومات التي يمكن أن تساعد في اتخاذ قرارات منطقية حول التحسين الوراثي، يجب أن تتم الإعتبارات الإقتصادية على مستويين هاميين، وهما عند تحديد أهداف برنامج التربية وعند تقييم تكاليف وفوائد تنفيذ هذا البرنامج ضمن فترة زمنية معقولة. هذان المستويان، بطبيعة الحال متصلان ولكن الأفضل أن يتم التعامل معهما بشكل منفصل.

٦-٣ أهداف التكاثر

في الإنتاج الحيواني، التحسين الوراثي يحدث عادة في جزء صغير للغاية من العشيرة. تحسين الصفات الوراثية المحقق في تلك 'النخبة' أو 'النواة' من الحيوانات المتفوقة يتم مضاعفتها وتوزيعها على أنظمة الإنتاج (الفصل ٥). تدفق الجينات بيانياً مبيناً في الشكل ٦-١. تنفيذ برنامج التحسين الوراثي في عدد صغير نسبياً من الحيوانات يمكن ان يكون كافياً لخدمة عدد كبير من العشيرة الواقعة في مجال الإنتاج. نواة يؤمن مخزون التفريخ للمفرخات (مضاعفات للمخزون المحسن وراثياً). في المقابل، الزريعة التي تنتجها المفرخات تربي في قطاع الإنتاج.



مع هيكل هذه الصناعة (الشكل ٦-١، وانظر أيضاً الفصل ٥) ينتج المزارعون تقريباً كل الأسماك المستهلكة. وبالتالي، يجب أن يكون هدف التكاثر محدداً وفقاً لمصالح المزارعين، آخذاً بعين النظر، النواة والمفرخات التابعة وقطاعات خدمة المزارعين.

السمات البيولوجية المشمولة في هدف التكاثر يجب أن تكون تلك التي تؤثر في الأرباح، مثل الإيراد والمصروفات أو الإئنين، على مستوى المزرعة. وهي معروضة في حالة بسيطة في الجدول ٦-١.

صيغة معادلة الربح:

$$\text{ربح (P)} = \text{الإيرادات} - \text{المصروفات}$$

يمكن التعبير عن هذه المعادلة كوظيفة للسمات البيولوجية في الجدول ١. مع تحجيمها لتصل وحدة إنتاج الأسماك إلى ١٠٠٠ سمكة مخزون يمكن أن نكتب:

$$P = 1000 [W/S] - (FI - K) \text{ (سعر وحدة وزن الأسماك) (سعر وحدة وزن التغذية)}$$

حيث: (W) هو الوزن عند الحصاد، (S) هي نسبة البقاء على قيد الحياة في وقت الحصاد، (FI) هو المجموع الإجمالي للتغذية المستهلكة من الأسماك في وقت الحصاد، و (K) تمثل التكاليف الثابتة. التكاليف الثابتة هي تلك التي يتكبدها المنتج بغض النظر عن مستوى الإنتاج، ويمكن تجاهلها عند استخلاص القيمة الاقتصادية لكل سمكة. هذه المعادلة تحوّل تقدير القيمة الاقتصادية لكل سمكة مستهدفة بالتكاثر. القيم الاقتصادية عادةً ما تفرق بين السمات بسبب وحدة القياس ومصطلحها في نظام الإنتاج وبسبب للأهمية النسبية الاقتصادية. مثلاً معدل البقاء على قيد الحياة يعبر عنه في كل مخزون الأسماك ولكن الوزن في السوق يكون فقط للأسماك التي تبقى على قيد الحياة حتى الوصول إلى السوق. أيضاً، إذا كان ثمن الطعام منخفض (عالي) نسبةً إلى سعر الأسماك، فستكون القيمة الاقتصادية لمدخل الطعام أقل (أكبر) من الوزن الحصاد.

إسناد قيم اقتصادية للسمات في أهداف التكاثر يمكن من حساب المكاسب الوراثية في الوحدات الاقتصادية. من المهم جداً إدراج السمات المرتبطة بالمصروف وكذلك تلك المرتبطة بالإيراد لأنه إذا تم إدراج دخل السمات فقط، فقد يتم المغالاة بالقيمة الاقتصادية من الكسب الوراثي. القيم الاقتصادية لكل سمكة يمكن تقييمها عددياً بحساب الفرق $P - P^*$ ، حيث (P) هي الربح على متوسط قيمة جميع السمات، و (P^*) هي القيمة الماثلة بعد زيادة

السمة موضع السؤال بقيمة وحدة، في حين تترك السمات الأخرى في القيمة المتوسط. باستخدام صيغة معادلة الريح (P) أعلاه، نجد أن القيم الإقتصادية لوزن الحصاد (W) ولعدل البقاء على قيد الحياة (S) ولإستهلاك الغذاء (FI) هي ٠,٨٥ دولار أمريكي و ٣,٠٠ دولار أمريكي و ٠,٥٦ دولار أمريكي، على التوالي.

الجدول ١-٦ السمات البيولوجية المدرجة في أهداف التكاثر

التأثير على الريح	السمات	منطق الإدراج
الإيراد	وزن الحصاد (W)	الأسماك يتم تسويقها على أساس الوزن، والأسماك الأثقل عامةً ما تجلب سعر أكبر. الأسماك التي تنمو سريعاً تصل لوزن معين أسرع من الأسماك البطيئة النمو.
	معدل البقاء على قيد الحياة (S)	معدل أكبر للبقاء على قيد الحياة في عدد أكبر من الأسماك المتاحة للاستهلاك أو للبيع.
المصرف	إستهلاك الغذاء (FI)	التغذية هي تكلفة الإنتاج الرئيسية. زيادة معدل النمو قد تؤدي إلى زيادة استهلاك الغذاء.

٦-٤ التكاليف والمنافع لبرنامج التحسين الوراثي

في حين أن هناك عدة طرق للتلاعب الوراثي للحيوانات المائية (مثل تعدد المجموعات الكروموسومية والتهجين الذاتي)، الإنتخاب الوراثي هو النهج الوحيد الذي بمقتضاه يتم مضاعفة المكاسب المحققة، التي أحييت إلى حيوانات أخرى وتنتقل من جيل إلى آخر. هذه الورقة تركز حصرياً على الإنتخاب الوراثي. الإستجابات السنوية للإنتخاب غالباً ما تبدو ضئيلة بالمقارنة مع المكاسب التي يمكن تحقيقها من خلال التوسع وتحسين التغذية وتكثيف العمل لنظام الإنتاج. ومع ذلك، الإستجابة للإنتخاب المقاسة في عشيرة واحدة لا توفر مقياساً جيداً للتأثير المحتمل للمكاسب الوراثية. مع وجود هيكل صناعة دولي مناسب، يمكن للإستجابات الصغيرة ولكن التراكمية للإنتخاب المحقق في النواة الخاضعة للتحسين الوراثي، أن تنتقل إلى طبقة مضاعفة من المفرخات وبدورها، من المفرخات إلى المزارعين (الشكل ٦-١؛ الشكل ٥-١١ الفصل ٥). هذه الإحتمالات للتعبير عن التغيرات الصغيرة المتراكمة في الآلاف أو الملايين من الحيوانات هي ما تجعل من برامج التحسين الوراثي واحدة من أقوى وأرخص وسائل زيادة كفاءة تربية الأحياء المائية.

٦-٥ العوامل التي تؤثر على المنافع الإقتصادية ونسبة المنافع/التكلفة لبرامج التحسين الوراثي

هناك منهجية منشأة تستخدم عموماً في الدراسات حول العواقب الإقتصادية المترتبة على تنفيذ برامج التحسين الوراثي.^{٧١} ونتائج هذه الدراسات تعتمد على افتراضات عن العديد من العوامل التي قد تؤثر على المحصلة. الجدول ٦-٢ يسرد مثل هذه العوامل ويوفر القيم العددية التي تغطي مجموعة واسعة من السيناريوهات المعقولة. في التطبيق العملي، يمكن للمرء إختبار متانة الافتراضات من خلال اختبار حساسية النتائج لإفتراضات إنحرافات واقعية.

القيم المبينة في الجدول ٦-٢ استخدمت في حساب المنفعة الإقتصادية (EB) ونسبة المنفعة/التكلفة (BCR) الناتجة عن برنامج التحسين الوراثي. عندما تظهر عدة قيم لمؤشر ما، القيمة المكتوبة بالخط العريض تستخدم كمرجع لإنتاج "قاعدة النتائج" (الجدول ٦-٣)، والقيم الأخرى تستخدم في تحليل الحساسية (انظر القسم ٦-٨).

٦-٦ الجدوى العامة للنتائج

إجراء التقييمات الإقتصادية لبرامج التحسين الوراثي تكون مفيدة بشكل خاص من منظور وطني، حيث يركز صانعو القرار على حساب المكسب الإضافي للأمة الذي يمكن أن ينبثق عن تنفيذ مثل هذا البرنامج.

هذه النتائج تنطبق أيضاً على شركة متكاملة عمودياً متحكمة في نواة مركز التكاثر والمفرخات وقطاع الإنتاج (الشكل ٦-١). النتائج تشير بقوة إلى أن عوائد الاستثمار من التحسين الوراثي مباشرة جداً (الجدول ٦-٣). حتى بالنسبة للقيم المتحفظة جداً المفترضة لمستوى القاعدة من العوامل في الجدول ٢، الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/التكلفة (BCR) كانت واعدة للغاية، على أربعة ملايين دولار أمريكي و٨.٥ على التوالي، بعد ١٠ سنوات من تنفيذ البرنامج. "نقطة التعادل"، التي هي، اللحظة التي يتحول الربح من السلبية إلى الإيجابية، تحدث بعد ٣ سنوات.

^{٧١} بوتزونى ر.و، نجوين، ه.ن. هوي لينغ خاو. ٢٠٠٧. Investment appraisal of genetic improvement.

Aquaculture ٤ programs in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). ٢٦٩-١٨٧، ١٩٩.

الجدول ٦-٢ مؤشر القيم للتقييم الاقتصادي لبرنامج الانتخاب الوراثي.

المؤشر	القيمة (القيم) ^أ
المؤشرات الاقتصادية	
الإستثمار المبدئي في البرنامج	٥٠٠٠٠ ، ٧٥٠٠٠ ، ١٠٠٠٠٠ دولار أمريكي
معدل الخصم	٠,٠٥ ؛ ٠,١٠ ؛ ٠,١٥ d (كسور)
عامل الخصم	محسوبة من قيم $r = 1 / (1+d)$ d
التكاليف (المتكررة) السنوية	٣٠٠٠٠ ؛ ٦٠٠٠٠ ؛ ٩٠٠٠٠ دولار أمريكي
سعر الأسماك (في المزرعة)	٠,٠٠١ ؛ ٠,٠٠١٥ ؛ ٠,٠٠٢ دولار أمريكي/غرام
تكلفة الغذاء	٠,٠٠٠٥٦ دولار أمريكي/غرام
عدد السنوات التي قيّم خلالها المخطط	١٠ سنوات
المؤشر البيولوجي	
الفواصل بين الأجيال عند الإناث	١,٠ سنة
الفواصل بين الأجيال عند الذكور	١,٠ سنة
تقديرات الوراثة	قيم الوزن عند الحصاد $(W) = ٠,٢ ؛ ٠,٣ ؛ ٠,٤$ ؛ قيم نسبة البقاء على قيد الحياة في وقت الحصاد $(S) = ٠,٠٥ ؛ ٠,٠٨ ؛ ٠,١٢$ ؛ قيم المجموع الإجمالي للتغذية المستهلكة من الأسماك في وقت الحصاد $= ٠,١٦ ؛ ٠,٢٥ ؛ ٠,٣$
إستهلاك الغذاء المتراكم	٤٠٠ غرام
المؤشرات التشغيلية	
سنة تحصيل أولى العوائد	٢ و ٣ و ٤ سنوات
عدد الأسماك المسوقة للذبح/السنة ^ب	(١) ٢٠٢٠٥ ؛ (٢) ٦٠٦٢٤٨ ؛ (٣) ٤٧٠٣٢ ؛ (٤) ٣٣٨٠٠ بالملايين
وزن الحصاد	٣٠٠ غرام
معدل البقاء على قيد الحياة	٨٥ %

^أ عندما يتم تقديم العديد من القيم، القيمة المكتوبة بالخط العريض استخدمت كمرجعية خلق "نتائج القاعدة"، في حين أن القيم الأخرى تم استخدامها في تحليل الحساسية.

^ب الأرقام تؤشر إلى مستويات تكاثرية وتكنولوجية مختلفة، من المنخفضة جداً، إلى الأعلى منها. المستوى ١ يؤشر إلى سوء في الإدارة ووضع البيض في البرك الطبيعية؛ المستوى ٢ هو كالمستوى ١ ولكن مع إدارة جيدة؛ المستوى ٣ يستخدم التكاثر في الهابا، جمع البيض من أفواه الإناث والحضانة الاصطناعية في النواة، والتفريخ الطبيعي مع إدارة جيدة في المفرخات؛ المستوى ٤ يفترض أن التكاثر في الهابا (كما هو موضح على المستوى ٣) يستخدم في كل من النواة والمفرخات.

الجدول ٦-٣ التدفقات النقدية المخصومة (d = %٥)، والمنفعة الإقتصادية ونسبة المنفعة /التكلفة لوضع القاعدة.

السنة	عامل الخصم	عوائد الخصم	تكاليف الخصم (آلاف الدولارات الأميريكية)	المنفعة الإقتصادية (آلاف الدولارات الأميريكية)	نسبة المنفعة/ التكلفة
٠	١,٠	٠	٠	-٧٥	-
١	٠,٩٥٢	٠	٥٧,١٤	-١٣٢,١٤	٠
٢	٠,٩٠٧	١٣٠,٥٦	١١١,٥٦	-٥٦,٠١-	٠,٧
٣	٠,٨٦٤	٣٧٩,٢٣	١٦٣,٣٩	١٤٠,٨٤	١,٦
٤	٠,٨٢٣	٧٣٤,٤٨	٢١٢,٧٦	٤٤٦,٧٣	٢,٦
٥	٠,٧٨٤	١١٨٥,٦٠	٢٥٩,٧٧	٨٥٠,٨٣	٣,٥
٦	٠,٧٤٦	١٧٢٢,٦٤	٣٠٤,٥٤	١٣٤٣,١٠	٤,٥
٧	٠,٧١١	٢٣٣٦,٤٠	٣٤٧,١٨	١٩١٤,٢١	٥,٥
٨	٠,٦٧٧	٣٠١٨,٣٥	٣٨٧,٨٠	٢٥٥٥,٥٦	٦,٥
٩	٠,٦٤٥	٣٧٦٠,٦٢	٤٢٦,٤٧	٣٢٥٩,١٥	٧,٥
١٠	٠,٦١٤	٥٤٤٤,٩٠	٤٦٣,٣٠	٤٠١٧,٦٠	٨,٥

٦-٧ تحديد المواقع على قاعدة قيم المؤشر في سياق الحياة الحقيقية

تم اختيار قيم المؤشر الأساسية هنا، لتمثيل سيناريو متحفظ جداً. على سبيل المثال، عندما تم تحديد كل من السعر والكفاءة التناسلية للأسماك قريباً من الحد الأدنى من القيم المتوقعة، تحولت الفائدة الإقتصادية (EB) من السلبية إلى الإيجابية بدءاً من السنة الثالثة من تنفيذ البرنامج (الجدول ٦-٣)، وبحلول العام العاشر كانت نسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) ٨,٥. في التطبيق العملي، فإن سعر الأسماك من المرجح أن يكون أعلى. ومن ثم، الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) المكتسبتان من قيم المؤشر الأساسية يجب الإعتبار أنهما تمثلان الحد الأدنى الذي يمكن توقعه من برنامج التحسين الوراثي، مثل البرنامج موضع السؤال.

٦-٨ تحليل الحساسية

العوامل التي يمكن أن تؤثر على الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) (الجدول ٦-٢) يمكن جمعها في ثلاث فئات: (أ) البيولوجية (توارث القيم وحساب إستهلاك الطعام) و(ب) الإقتصادية (الاستثمار

المبدئي والتكلفة السنوية ونسبة الخصم وسعر الأسماك) و(ج) التشغيلية (سنة تحصيل أولى العوائد والكفاءة التناسلية).

٦-١-١ المؤشرات البيولوجية

تمت دراسة الآثار المترتبة على اثنين من العوامل البيولوجية بشكل أخصّ القيم الوراثية عن السمات المستهدفة من التكاثر والنهج المتبع بشأن استهلاك الطعام. وراثت أكبر أنتجت عائداً وراثياً أكبر وبالتالي فائدة إقتصادية (EB) أكبر ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) أكبر. جزئياً، قيمة الوراثة هي خاصية للسمّة وللعشيرة موضع السؤال، لكنها قد تكون أفضل من خلال تقليل التباين البيئي من خلال وسائل إدارية. على الرغم من أن الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) لهما حساسية معتدلة للتغيرات الكبيرة في الوراثة، ينبغي اعتماد التطبيقات الإدارية التي قد تؤدي إلى تقليص التباين البيئي في النواة كلما كان ذلك ممكناً. إنتاج سلالة من التفريخ متزامنة والنمو التدريجي في ظروف قياسية وموحدة هي أمثلة على مثل هذه التطبيقات.

فيما يتعلق بإستهلاك الطعام، على الرغم من عدم وجود المؤشرات الوراثية لهذه السمّة في معظم الأنواع المستزرعة، فإنه ينبغي إدراجها في هدف التكاثر لأن عموماً الطعام هو التكلفة الرئيسية في إنتاج تربية الأحياء المائية. قيم المؤشر المستخدمة لإستهلاك الطعام استندت على عدد من الافتراضات ويجب ملاحظة أن تجاهل إستهلاك الطعام ينطوي على افتراضات أكثر تطرفاً، وبشكل أخصّ أن متطلبات التغذية لا تزيد مع زيادة معدل النمو، أو أن تكلفة التغذية الإضافية هي صفر؛ الافتراض الأخير هو بالتأكيد ليس صحيحاً. فيما يتعلق بالسابق، هناك دلائل تجريبية لسلمون الأطلسي تشير إلى أن هناك استجابة مترابطة لإستهلاك الطعام وكذلك في كفاءة التغذية، لإنتخاب معدل النمو.^{٧٢} كذلك، في السلمون البني (*S. trutta*) هناك استجابة مترابطة في استهلاك الطعام، ولكن لا يوجد أي تغيير في كفاءة التغذية.^{٧٣} هذه النتائج التجريبية، بالإضافة إلى أهمية تكاليف الطعام في نظام الإنتاج، توفر مبرراً كافياً لإدراج هذه السمات في هدف التكاثر. تجاهل استهلاك الطعام في هدف التكاثر من شأنه أن يؤدي إلى المبالغة الجسيمة من الاستفادة من برنامج تحسين وراثي يشدد على معدل النمو.

^{٧٢} ثودسون، ج. ١٩٩٩. Selection for improved feed utilization in Atlantic salmon. Doctor Sci. Thesis, Agricultural University of Norway

، ص ١٠٨.

^{٧٣} مامبريني، م.، لابي، ل.، رانديماناناسوا، ف. وبوجارد، ت. ٢٠٠٦. Response of growth selected brown trout (*Salmo trutta*) to challenging feeding conditions. Aquaculture

، ٤٢٩-٤٤٠.

هذه النتيجة تتفق مع ما لوحظ في أنواع الحيوانات الأرضية.^{٧٤} على الرغم من أنه من غير المرجح أن استهلاك الغذاء سوف يقاس في أي من برامج التكاثر في البلدان النامية، تقدير المؤشرات المظهرية والوراثية لهذه السمة من قبل المؤسسات البحثية سيكون مرغوباً بشكل كبير جداً لزيادة ثقتنا بقيم المؤشر المستخدمة في عمليات التقييم الوراثي وفي توقع ردود على الانتخاب.^{٧٥}

٦-٨-٢ المؤشرات الإقتصادية

الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) كانتا غير متأثرتين بضخامة الاستثمارات المبدئية، في حين أن التكلفة السنوية للبرنامج لها تأثير أكبر على نسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) منها على الفائدة الإقتصادية (EB). على النقيض من ذلك، فإن نسبة الخصم لها تأثير أكبر على الفائدة الإقتصادية (EB) منها على نسبة الفائدة/ التكلفة (BCR). نسبة الخصم (d، الجدول ٦-٢) هو سعر الفائدة المستخدمة في حساب القيمة الحالية للإستحقاقات المستقبلية المتوقعة والتكاليف. مؤشر الخصم $1/(1+d)^y$ (الجدول ٦-٢) هو المؤشر الذي يحول الفوائد المتوقعة أو تكاليف أي عام في المستقبل 'y' إلى شروط القيمة الحالية. اختيار نسبة الخصم في مثل هذه الدراسة هو دائماً موضع نقاش. في السياقات الحالي، التكاليف والفوائد يجري تقييمهما من وجهة نظر المجتمع ككل (بتميز عن الشركة الفردية أو الشخص) وأسلوب الخصم يستخدم للتعبير عن مثل هذه التكاليف والفوائد من حيث صافي القيمة الحالية. يمكن بعد ذلك مقارنة صافي القيمة الحالية بما تم الحصول عليه من الإستخدامات البديلة للموارد المحدودة التي يمكن أن تستعملها أمة ما في الوقت الحاضر في الاستثمار. في الحالة الراهنة، على الرغم من افتراض معدل التكاثر المنخفض، حتى مع ارتفاع معدل خصم قدره ١٥ في المئة، ظلت الفائدة الإقتصادية (EB) إيجابية جداً، وكانت نسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) حوالي ٧٥ في المئة من الوضع الأساسي.

كان لسعر الأسماك الأثر الكبير على كل من الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR). على الرغم من أن الأسعار هي في معظم الأحيان خارج سيطرة المخططين والمزارعين، الأسماك الأكبر حجماً في كثير من

^{٧٤} بونزوني، ر.و. ١٩٩٢. Genetic improvement of hair sheep. FAO Animal Production and Health . Paper no. 101، ١٦٨ ص. (روما، إيطاليا).

^{٧٥} دوب، ر.ج.، ليمبري، أ.ج. ٢٠٠٣. Toward the genetic improvement of feed conversion efficiency . Soc. 34 . in fish. J. World Aquacult . ٢٥٤-٢٤٥.

الأحيان تجلب اسعاراً أكبر في السوق، وبالتالي فإن ربحاً إضافياً (وليس محسوباً) لبرنامج الإنتخاب يمكن أن يكون سعراً أفضل في المستقبل.

٦-٣ الكفاءة التشغيلية

من الممكن أن تكون سنة تحصيل أولى العوائد انعكاساً لمدى قرب إتمام البرنامج بشكل كامل، بما في ذلك توزيع المخزون على المفرحات. قد يكون هناك تأخير في الأنشطة الأخيرة على الرغم من الكسب الوراثي الجاري في النواة. كلما حدث العائد في وقت أبكر، كلما كان ذلك أفضل، ولكن حتى مع وجود تأخير لمدة سنتين تكون الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) لا تزالان واعدتين للغاية.

الكفاءة التناسلية المفترضة للقاعدة الأساسية (الجدول ٦-٢) كانت تعتبر أدنى مستوى لبرنامج التحسين الوراثي التي يجب الحفاظ عليها، ويمكن أن تتحسن بسهولة بالتكنولوجيا المتوفرة حالياً وبأسعار معقولة. هذا على الرغم من أنها أسفرت عن نتائج واعدة جداً للفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) ل ٨,٥ بعد ١٠ سنوات (الجدول ٦-٣). المستوى ٣ للكفاءة التناسلية يمكن أن يتحقق بتكنولوجيا بسيطة وغير مكلفة، ويمكن بسهولة إستهدافه في برنامج وطني للتحسين الوراثي. في المستوى ٤، ومع المزيد من التحسين للكفاءة التناسلية كلاً من الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) زادت بطريقة غير عادية. ويمكن القول أنه لتحقيق أكبر قدر من الكفاءة التناسلية في المفرحات ستكون هناك حاجة إلى إستثمار حكومي إضافي لنقل التكنولوجيا إلى مديري التفريخ. الصياغة أظهرت أنه بالرغم من الإستثمارات الإضافية الكبيرة لتدريب موظفي المفرحات، الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) لا تزالان واعدتين جداً وتستحقان الاستثمار.

٦-٤ موجز تحليل الحساسية

- من المرجح أن يكون للتطبيقات الإدارية في النواة التي يمكنها أن تقلل التباين البيئي وبالتالي تزيد الموروثات، تأثير معتدل على الربحية.
- ينبغي الأخذ بعين الاعتبار تكلفة زيادة إستهلاك الغذاء بوصفها إستجابة مرتبطة بالإنتخاب لزيادة معدل النمو لتجنب الإفراط الشديد في التقديرات للفائدة الإقتصادية (EB) ولنسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) للبرنامج.

- من المرجح أن يكون للاستثمار المبدئي والتكاليف السنوية وإختيار نسبة الخصم تأثير قليل نسبياً على الفائدة الاقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR)، في حين أن تأثير أسعار الأسماك يمكن أن يكون كبيراً.
- كلما تم تحقيق العائد الأول بوقت أبكر كلما تمّ تحقيق قدر أكبر للفائدة الاقتصادية (EB) ولنسبة الفائدة/ التكلفة (BCR). ومع ذلك، فإن أكبر إسهام في الفائدة الاقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) جاء من تحسينات في الكفاءة التناسلية على مستوى كل من النواة والمفرخات. من المرجح أن يكون لهذا العامل الأخير أي الكفاءة التناسلية، أكبر أثر على الفائدة الاقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR).

٦-٩ فرصة النجاح

النتائج المعروضة في الأقسام السابقة هي ذات طابع حتمي ضمناً (إستخدام المعادلات الرياضية للتنبؤ بنتائج) على إفتراض اليقين الكلي من النتائج. ومع ذلك، التحسين الوراثي عن طريق الإبتخاب هو عملية عشوائية، وبنطوي على أخذ عينات من الجينات عندما يتم إنتخاب الأهل من كل جيل، وعندما يتنج الأهل ذرية. وهناك طريقة لتقييم احتمال نجاح أي برنامج للتحسين الوراثي هي من خلال النظر في التباين المتوقع للإنتخاب.^{٧٦}

معامل التباين المحسوب بإستخدام المعادلات التي قدمها نيكولاس (١٩٨٩) كان منخفضاً بما يكفي لبث الثقة في نتائج البرنامج، وإذا تم وضع حدود للثقة بالفائدة الاقتصادية (EB) وبنسبة الفائدة/ التكلفة (BCR)، فإنها ستندرج ضمن القيم الواعدة حتى لأدنى مستوى من التكاثر المدروس (الجدول ٦-٤). ولذلك، فإن خطر الفشل لإسباب فنية هو منخفض للغاية. بطبيعة الحال، الفشل بسبب الكوارث الطبيعية أو لعدم وجود استمرارية للهدف يمكن أن يحدث ولكن من الصعب جداً التعامل مع هذا النوع من الأسباب بطريقة منهجية.

٦-١٠ ملاحظات ختامية

الإعتبرات الاقتصادية في برامج التحسين الوراثي ضرورية من أجل التعيين المنطقي للتركيز النسبي لسمات

^{٧٦} نيكولاس ف.و. ١٩٨٩. Incorporation of new reproductive technology in genetic improvement programmes. في هيل، وج. ماكاي، نشرة ت.ف.ك. Evolution and animal breeding, CAB International, ولينغفورد، المملكة المتحدة، ص٢٠٣-٢٠٩.

مختلفة في هدف التكاثر. في المقابل، هذه الإعتبارات تسمح بتقييم الأثر الإقتصادي للبرنامج على الصناعة ككل. المنهجية المستخدمة توضح تعدد العوامل التي يمكنها التأثير على برنامج التحسين الوراثي. يمكن تحديد العوامل التي تكون المنفعة الإقتصادية ونسبة المنفعة/التكلفة الأكثر حساسية لها ويمكن إعطاؤها أكبر قدر من الاهتمام. لقد كان كلاً من الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/التكلفة (BCR) الأكثر حساسية للكفاءة التناسلية في النواة والمفرخات، وهذه الكفاءة مؤشر يحدد عدد الأسماك التي يعبر عنها التحسين الوراثي.

الجدول ٦-٤ الحدود العليا والدنيا (إحتمال ٩٥٪) للفائدة الإقتصادية (EB) ولنسبة الفائدة/التكلفة (BCR) للمستويات المختلفة للكفاءة التناسلية.

الكفاءة التناسلية ^أ	حدود الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الربح/التكلفة (BCR)	الفائدة الإقتصادية (EB) (مليون دولار أمريكي)	نسبة الربح/التكلفة (BCR)
المستوى ١	الأعلى	١,١٧	٣,١٧
	الأدنى	٠,٧٩	٢,٤٦
المستوى ٢	الأعلى	٤,٦٠	٩,٥٣
	الأدنى	٣,٤٤	٧,٤٠
المستوى ٣	الأعلى	٣٦,١١	٦٨,٠٨
	الأدنى	٢٧,٩٠	٥٢,٨٢
المستوى ٤	الأعلى	٢٦١,٢٥	٤٨٦,٣٢
	الأدنى	٢٠٢,٥٦	٣٧٧,٣٠

^أ انظر الجدول ٦-٢ لتعريف المستويات من ١ إلى ٤.

هذه النتائج الكمية تتسق مع تصور عام بأن المضاعفة ونشر السلالات المحسنة أو النسل هما ذات أهمية قصوى في النهج الشامل لتحسين الصفات الوراثية. يمكن استخدام النموذج (انظر الحاشية ٧١) للتحقق من العوامل الأخرى التي يمكن الإشتباه بأنها تؤثر على نتائج برنامج التحسين الوراثي (مثلاً تردد أقل لنقل مخزون التفريخ إلى المفرخات، التعبير عن جزء فقط من الاستجابة المنتخبة في نواة بيئة الإنتاج ناتجة عن التركيب الوراثي بسبب التفاعل مع البيئة). ويمكن استخدامه^١ في الاتجاه العاكس^١، للنظر في الحكمة من وراء إقامة برنامج التحسين الوراثي للمفرخات وقطاعات الإنتاج من أحجام معينة.

مع الكفاءة التناسلية المحافظة (المستوى ٢ في الجدول ٦-١)، يمكن الحصول على قيم جذابة للفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR)، أكثر من أربعة ملايين دولار و٨.٥ على التوالي. تنفيذ التكنولوجيا التناسلية المتاحة والمثبتة وغير المكلفة (المستوى ٣ في الجدول ٦-١) الناتجة عن الفائدة الإقتصادية (EB) ونسبة الفائدة/ التكلفة (BCR) تزيد إلى أكثر من ٣٢ مليون دولار و ٦٠، على التوالي. مع الأنواع المستزرعة بسهولة (مثل البلطي)، لما له من جدوى وكفاءة للأثر التناسلي، ينبغي أن يكون المستوى ٣ الهدف الأولي في البرامج الوطنية لتحسين الصفات الوراثية، بهدف الارتقاء إلى المستوى (٤) وتعزيز المهارات في المفرخات.

من وجهة نظر وطنية، الاستثمار في برامج التحسين الوراثي في الحيوانات المائبة المستزرعة يعد قراراً حكيماً. بالإضافة إلى ذلك، تأمين سلالة " أداءها عالي الجودة" للمنتجين يمكن أن يكون بمثابة حافز لإعتماد أفضل التطبيقات في المجالات الأخرى (الإدارة والتغذية والصحة الحيوانية والتسويق).

٧-١ مقدمة

تبرز برامج التحسين الوراثي (الفصل ٤ و ٥ و ٦) الحاجة إلى تقييم وإدارة الأخطار البيئية التي تفرضها الإدخالات المتعمدة والهروب غير المقصود للكائنات الحية المحسنة في النظم الإيكولوجية المائية. تقييم وإدارة الخطر الإيكولوجي هما عملية اجتماعية أساسية موجهة بالمعلومات العلمية والتحليل. أهمية القيم الإنسانية واضحة في تعريفات مصطلحات تقييم الخطر:

- الخطر يشير إلى احتمال وقوع الضرر من مجازفة محددة أو مجموعة مجازفات.
- الضرر يشير إلى نتائج غير مرغوب فيها على البشر والأشياء القيمة.
- المجازفة تشير إلى حدث لديه القدرة على إنتاج ضرر.

يجري تقييم الخطر في مضمات الموارد الطبيعية، لذلك، وغالباً ما يتضمن مداولات أصحاب المصلحة^{٧٨} مع التحليل العلمي. الخبراء الدوليون المشاركون في المشاورات التي تقودها المنظمة قد حددوا بعض العناصر الهامة في تقييم المخاطر البيئية للأسماك المحسنة وراثياً^{٧٩} وفريق دولي أنتج التوليف العالمي الأول للنهج والمنهجيات

^{٧٧} بمساهمة آن ر. كابسونسكي.

^{٧٨} كل من له مصلحة في قضية، أو أي شخص يشارك عبء المخاطر الناجمة عن قرار معين. فرد أو ممثل مجموعة متأثرة أو تؤثر على المسائل المطروحة.

^{٧٩} غوبتا، م.ف.؛ بارتلي، د.م.؛ أكوستا، ب.أ. (نشرة) ٢٠٠٤. *Use of genetically improved and alien species for aquaculture and conservation of aquatic biodiversity in Africa*. WorldFish Center Contribution No. 1707. بينانغ، ماليزيا. ١٠٧. إعلان نيروبي في غوبتا وآخرون، ٢٠٠٤. المركز العالمي للأسماك.

٢٠٠٣. إعلان دكا عن تقييم الخطر الإيكولوجي للأسماك المحسنة وراثياً.

WorldFish Center. 2003. Dhaka Declaration on Ecological Risk Assessment of Genetically Improved Fish. WorldFish Center Contribution No. 1704، بينانغ، ماليزيا. بولين، ر.س.ف. بارتلي،

د.م.؛ كويمان، ج. (نشرة). ١٩٩٩.

1999. *Towards policies for conservation and sustainable use of aquatic genetic resources*.

ICLARM Conf. Proc. 59، ص ٢٧٧.

هذه المبادئ التوجيهية موجهة إلى تقييم الخطر التنبؤي، وذلك لتوقع نوعية وعواقب الأحداث الضارة المحتملة قبل وأثناء نشر الأسماك المحسنة وراثياً. يتم التركيز على الأضرار البيئية المحتملة على المجموعات البرية من الأنواع المائية أو على النظم الإيكولوجية التي تدعم هذه الأنواع؛ الضرر الإيكولوجي يمكن أن ينطوي على تغييرات غير مرغوب فيها على مستوى الوراثة أو السكان أو المجتمع أو على مستوى النظم الإيكولوجية. كما تتناول المبادئ التوجيهية إدارة الخطر، بما في ذلك الرصد، كجزء من نشر البرامج.

٢-٧ مدونة السلوك

برامج التحسين الوراثي لا ينبغي أن تقوض أهداف المحافظة على التنوع الوراثي في الأنواع البرية والمائية التي تحمي سلامة المجتمعات والأنظمة البيئية البحرية، كما ورد في المواد ٢-٦، ٢-٧، ٢-٩، ٢-٩، ١-٣-٩ و ٣-٩-٥ من مدونة السلوك. مشاركة أصحاب المصلحة في عملية تقييم الخطر تدعمه المادتين ١٣-٦ و ١٦-٦. المادة ١-٩-٢ تعطي أساساً واضحاً لإدراج تقييم الخطر البيئي والإدارة في برامج التحسين الوراثي:

يتعين على الدول الترويج للتطوير والإدارة الرشيدة في تربية الأحياء المائية، بما في ذلك إجراء تقييم مسبق لآثار تطوير تربية الأحياء المائية على التنوع البيولوجي وسلامة النظم الإيكولوجية، على أساس أفضل المعلومات العلمية المتاحة.

^{٨٠} يمثل هذا الفصل ويوجه على نطاق واسع أعمال ٤٤ من علماء الطبيعة والاجتماع والمتخصصين في السياسة من ١٩ بلداً، بدأ كورشة عمل في المركز العالمي للأسماك في عام ٢٠٠٥ والتي نشرت في كتاب تحكيم. وخلصوا إلى أن توليفتهم لتقييم الخطر ومنهجيات الإدارة تنطبق على نطاق واسع على أنواع مختلفة من السلالات المحسنة وراثياً في تربية الأحياء المائية. كابسونسكي، أ.ر.؛ هايز، ك.ر.؛ لي، س.؛ دانا، ج. (نشرة) ٢٠٠٧. *Environmental risk assessment of genetically modified organisms: Volume 3, methodologies for transgenic fish*. CAB International، ولينغفورد، المملكة المتحدة، ص ٣٠٤.

٣-٧ ١ أطر عمل لتقييم وإدارة الخطر الإيكولوجي تختلف باختلاف الدول ولكن كل الأطر الفعالة تحتوي على خطوات منهجية مماثلة التي تتكامل مع بعضها البعض.^{٨١}

٣-٧ ٢ ينبغي دمج تقييم الخطر الإيكولوجي وعملية الإدارة بالكامل مع التحليل المتعدد التخصصات العلمية ومداولات أصحاب المصلحة المتعددين

الأطر الموثوق بها لتقييم وإدارة الخطر لها خطوات معينة مشتركة (الجدول ٧-١). ينبغي أن تحدد الوكالات المسؤولة الأشخاص الذين سيجرون مختلف الخطوات في إطار تقييم الخطر وإدارته وتحديد مجالات الخبرة المطلوبة وتحديد أصحاب المصلحة ذوي الصلة واتخاذ قرار بشأن كيفية إشراك الخبراء وأصحاب المصلحة في العملية.^{٨٢} بالربط بين التحليل العلمي ومداولة أصحاب المصلحة المتعددين، ستحتاج كل سلطة سياسية إلى تحديد مستوى مشاركة أصحاب المصلحة الذي يتناسب مع مجتمعها والموارد المتاحة. التداول الشفاف والعاقل بين أصحاب المصلحة ذوي الصلة يمكنه أن يعزز شرعية وثقة الشعب بالإستنتاجات والتوصيات لتقييم وإدارة الخطر وتحسين نوعية التقييم لأنه:

^{٨١} هايز، ك.ر.؛ كابوسينسكي، أ.ر.؛ دانا، ج.؛ لي، س.؛ دفلين، ر.ه. ٢٠٠٧. Introduction to environmental risk assessment for transgenic fish. الصفحات ٢٨-١ في كابوسينسكي وآخرون (نشرة) (انظر الحاشية ٨٠).
نيلسون، ك.س.؛ باساويو، ز.؛ كوير، أ.م.؛ داي، م.؛ لورنزو هرنانديز، م.؛ كونوانس، س.؛ لي، س.؛ فونتيسيللا، د.؛ راتنر، ب.د.؛ توليدو، م.؛ ليلابارتا، و. ٢٠٠٧. Problem formulation and options assessment: science-guided deliberation in risk assessment of transgenic fish. الصفحات ٢٩-٦٠ في كابوسينسكي وآخرون (نشرة) (انظر الحاشية ٨٠).

^{٨٢} للحصول على المزيد من المعلومات حول ضم مداولات أصحاب المصلحة المتعددين:

هايز وآخرون، ٢٠٠٧، ونيلسون وآخرون، ٢٠٠٧ (انظر الحاشية ٨١)؛ ونيلسون، ك.؛ بانكر، م.ج. ٢٠٠٧. *Problem formulation and options assessment handbook: A guide to the PFOA process and how to integrate it into environmental risk assessment (ERA) of genetically modified organisms (GMOs)* مشروع تقييم الخطر البيئي للكائنات الحية المعدلة وراثياً GMO-ERA. متاح في: www.gmoera.umn.edu.

- يسمح بمعرفة كل المخاوف؛
- يدرج معرفة أصحاب المصلحة الهامة عن النظام، مثل المعلومات عن الأسماك البرية في المنطقة، والتي قد تكون غير معروفة، بمحللي الخطر الموجهين تقنياً؛
- يدرج منظورات أصحاب المصلحة في النقاط الرئيسية في هذه العملية؛ و
- يؤكد أن استنتاجات تقييم الخطر، وأساليب إدارة الخطر هي ذات مغزى لأصحاب المصلحة.

٣-٣-٧ يجب على كل تقييم للخطر الإيكولوجي أن ينظم حول سلسلة من الأحداث الخطرة التي تبدأ مع دخول محتمل للكائنات الحية المعدلة وراثياً في النظام الإيكولوجي وأن يعرف الأحداث اللاحقة التي تشكل الضرر المحتمل

الحاجة إلى تقييم المخاطر الوراثية وغيرها من المخاطر البيئية نابعة من التغيرات التي طرأت على التركيبة الوراثية وسمات الكائن الحي المعدلة وراثياً. تتطلب خطوات عديدة في تقييم الخطر بيانات تجريبية بشأن هذه التغيرات مقارنة مع العشيّة (العشائر) المستزرعة حالياً في المنطقة الجغرافية ومقارنتها بأي أقارب برية^{٨٣} في النظم الإيكولوجية المائية، وكيف يمكن لهذه التغيرات أن تؤدي أو لا تؤدي إلى ضرر بيئي. يعرض الشكل ٧-١ مثال معمم عن سلسلة من الأحداث التي من شأنها أن تحدث في نهاية المطاف مع الضرر الإيكولوجي.

٣-٣-٧ في مرحلة مبكرة من عملية تقييم الخطر، ينبغي على الخبراء المعنيين وأصحاب المصلحة التداول لوصف سلسلة الأحداث المعنية، وتحديد وترتيب أولويات المجازفة والاضرار على طول سلسلة الأحداث، والإتفاق على مستويات مقبولة من الخطر

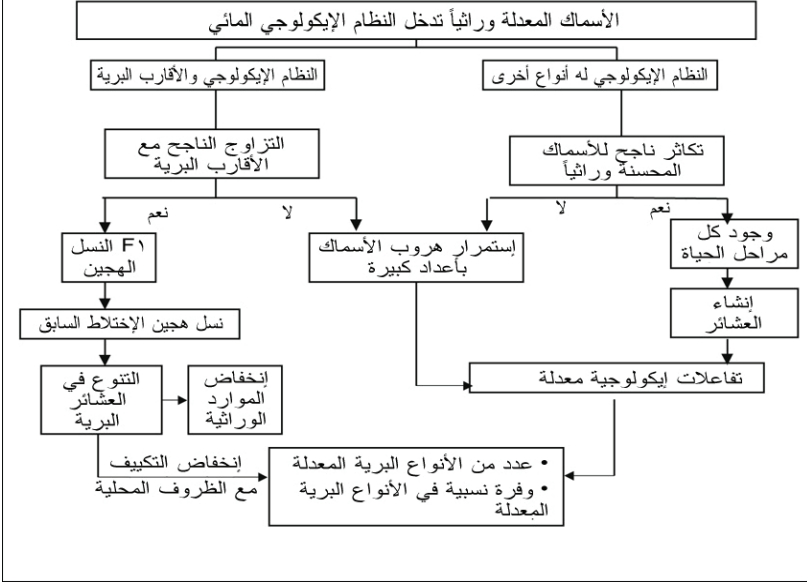
نتائج هذه المداولات بين الخبراء ذوي الصلة وأصحاب المصلحة المهتمين والمحمّل تأثيرهم، تعطي صانعي القرار أساساً موثقاً به اجتماعياً لتخصيص الموارد المحدودة لتقييم الخطر ذي الأولوية والأكثر ضرراً. وبالتالي ما تبقى من تقييم وإدارة الخطر يركز على المجازفة المختارة ذات الأولوية (الجدول ٧-١).^{٨٤}

^{٨٣} أي من الأنواع في النظام الإيكولوجي التي يمكن تهجين الأسماك المعدلة وراثياً منها، بما في ذلك نفس أنواع الأسماك المعدلة وراثياً أو أنواع وثيقة الصلة.

^{٨٤} مزيد من التوجيه بشأن إعطاء الأولوية للمجازفات في هايز وآخرون، ٢٠٠٧ (انظر الحاشية ٨١).

الشكل ٧-١

سلسلة من الأحداث العامة المؤدية إلى تغيرات إيكولوجية نتيجة هروب الأسماك المغيرة وراثياً. يظهر فقط الأحداث التي يمكن أن تؤدي إلى ضرر.



٧-٣-٥ تركيز تقييم الخطر وإدارته على نقطة نهاية قابلة للقياس للمجازفات ذات الأولوية

من الضروري الإختيار بعناية نقطة نهاية للتغيرات الإيكولوجية القابلة للقياس التي يتفق أصحاب المصلحة والمحللين على أنها غير مرغوبة^{٨٥}. يمكن عندئذٍ لمحللي الخطر التركيز على تقدير احتمالات الضرر وشدته لكل نقطة نهاية (الشكل ٧-٢). ينبغي تحديد نقاط نهاية لتقييم الخطر (ما يحاول تقييم الخطر حمايته) لكل من أولويات المجازفة على طول سلسلة الحدث (الشكل ٧-١). عندما يكون من الصعب تقييم نقطة نهاية مهمة، ينبغي على محللي الخطر تحديد وتقييم نقاط النهاية قياسية (ما يمكن فعلاً قياسه) التي هي مؤشرات علمية

^{٨٥} End points explicitly express the valued elements of the ecosystem that the interested parties

are trying to protect by performing the ecological risk assessment (هايز وآخرون، ٢٠٠٧،

انظر الحاشية ٨١).

جيدة عن حدوث أو عدم حدوث ضرر إيكولوجي محدد. على سبيل المثال، إذا كانت أسماك معدلة وراثياً ستصبح فريسة للأنواع البرية التي يوافق على حمايتها أصحاب المصلحة على مستوى عالٍ (تقييم نقطة النهاية)، قد يكون من الأسهل تقييم الآثار المترتبة على بقاء البالغين البريين على قيد الحياة (قياس نقطة النهاية) من توقع تغييرات في نسبة كبيرة من الأنواع البرية.

الجدول ٧-١ الخطوات الموجودة في معظم أطر تقييم وإدارة الخطر. يجب إدراج مشاركة أصحاب المصلحة مع تحليل فني من خلالها، وخاصة لمعالجة الأسئلة بالخط المائل*.

الخطوة	أهم الأسئلة الموجهة في هذه المرحلة
تقييم الخطر	ما هو النظام الذي سيقم (نطاق وحدود)؟ ما هي الأحداث التي يمكن أن تحدث وتشكل عواقب مضرّة؟ ما هي الأحداث والأضرار التي تشكل أولويات لهذا التقييم؟ ما هي مستويات الخطر المقبولة / غير المقبولة؟
تقدير الخطر	ما هو التعرض للمجازفة وما هو احتمال المجازفة؟
تقدير التعرض لكل مجازفة ذات أولوية، واحتمال وقوع أضرار ناجمة عن التعرض للمجازفة.	ماذا سيكون الضرر إذا تحققت المجازفة وما مدى شدتها؟
تقدير كمي (عندما يكون ذلك ممكناً) أو نصف كمي أو نوعي.	ما هي الاستنتاجات التي توصل إليها تقييم المخاطر (مصفوفة الاحتمالات المقدر وقوعها معروضة مقابل شدة الضرر)؟
تحديد وتحليل عدم اليقين	ما مقدار اليقين بالمعرفة المستخدمة لتحديد الخطر، وتقدير الاحتمالات، والتنبؤ بالضرر؟
إدارة الخطر	أي شكوك يمكن إستبعادها؟ أي شكوك تحتاج معالجة خلال التقييم؟
تخطيط الحد من الخطر	ما الذي يمكن فعله لتقليل الخطر إلى مستويات مقبولة، إما عن طريق تخفيض احتمالاته أو بالتخفيف من عواقبه؟ هل تدابير الحد من المخاطر مقبولة؟
تنفيذ الخطة	
الرصد	هل أنشطة الرصد مقبولة؟ ما مدى فاعلية هذه التدابير التي تنفذ للحد من المخاطر؟ هل هي جيدة، أفضل أم أسوأ من المخطط لها؟
الإجراءات العلاجية	ما هي الإجراءات العلاجية (التصحيحية) للملاحقة إذا كانت النتائج غير مقبولة؟ هل يحلّ الإجراءات المشكلة (المشاكل) على نحو كافٍ؟

مدارات أصحاب المصلحة المتعددين في تقاطر رئيسية لكل خطوة

* هايز وآخرون، ٢٠٠٧ ونيلسون وآخرون (أنظر الحاشية ٨١)؛ نيلسون وبانكر، ٢٠٠٧ (أنظر الحاشية ٨٢).

القدرة على تقديم تنبؤات صادقة ودقيقة للخطر تقل كلما زاد طول سلسلة المجازفة نظراً لتفاعلات معقدة ومتعاقبة بشكل متزايد بين الكائنات الحية المعدلة وراثياً والأنواع البرية في موائلها. وبالتالي، فمن الحكمة، إقامة توازن دقيق بين الواقع والتعقيدات واهتمامات أصحاب المصلحة، عن طريق اختيار نقاط نهاية التقييم التي لها صلة واضحة بهذه المخاوف، ولكن تحدث باكراً (وليس آجلاً) في سلسلة الأحداث. ينبغي أن يحدد نقطة النهاية فريق من الخبراء متعددي الاختصاصات (يفضل أن يكون ذلك من خلال المداولات مع عدة حملة أسهم)، ويعرّف أساليب التقييمات الملائمة والبيانات الموجودة. الخبرة ذات الصلة سوف تختلف من حالة إلى أخرى، ويستحسن أن تشمل الأحياء المائية وعلماء البيئة والأشخاص الذين تم تدريبهم في أساليب تقييم الخطر.

الشكل ٧-٢

تخطيط مصفوفة تقييم الخطر النوعي لتقديرات احتمال (المحور العمودي) وشدة (المحور الأفقي) الضرر. تقيّمات الخطر الكميّ مفضّلة عن التقيّمات النوعية أو شبه الكمية لكنها تتطلّب بيانات أكثر.

كبير خطر			
			أدنى خطر

متكرر

إحتمال الضرر

تقريباً
أبداً

عال جداً

منخفض جداً

شدة الضرر

٧-٣-٦ تقييم الخطر وإدارته حالة على حدة

بإمكان أي برنامج إستزراع تغيير التركيبة والسّمات الوراثية للكائنات المستزرعة (الفصل ٣ و٤). لا توجد طريقة لتحسين الصفات الوراثية تشكل خطراً أكبر أو أقل على البيئية من الأساليب الأخرى. بدلا من ذلك، يجب أن

تقسم مخاطر كل حالة على حدة، على أساس خصائص نظام إنتاج تربية الأحياء المائية (خاصة أنماط وتردد الهروب إلى الطبيعة)، والكائنات الحية المعدلة وراثياً والنظام الإيكولوجي المحتمل تأثره.^{٨٧}

٧-٤ تقييم التأثيرات الوراثية^{٨٧}

تدفع الجينات المعدلة وراثياً من الأفراد إلى الأقارب البرية هو عملية رئيسية تؤثر من خلالها الأسماك المعدلة وراثياً على عشائر الأسماك البرية. المخاوف الرئيسية هي ما إذا كان تدفق الجينات ينتج تغييراً نوعياً (اندماج) في الجينات من كائنات محسنة إلى مجتمعات الجينات البرية، وعماً إذا كان هذا سيؤدي إلى عواقب وراثية وبيئية ضارة (الشكل ٧-١). ينبغي على مقيمي الخطر تقييم نقاط نهاية في سلسلة الأحداث التي يجب أن تحدث لتنتهي بتغيير نوعي. يمكنهم القيام بذلك عن طريق تقسيم التقييم إلى نقطتي نهاية كبيرتين، دخول وتغيير نوعي؛ ينبغي أن يسهل التقسيم الإضافي للنقطتين إلى مكونات فرعية، التقييم بدلاً من معالجة الدخول أو التغيير النوعي باعتبارهما تباين واحد.^{٨٨}

توقع احتمال والآثار الوراثية لهذه الأحداث يتطلب بيانات عن كيفية تأثير التحوير الوراثي على لياقة الأسماك المستزرعة، وكيف يمكن أن تتغير هذه اللياقة في حالة هروب الأسماك إلى البيئة وتزاوجها مع الأقارب البرية في البيئة^{٨٩}. مطلوب أيضاً بيانات أساسية محددة حول الأقارب البرية، مثل التركيبة الوراثية للعشيرة والتوزيع

^{٨٧} هناك اتفاق واسع على الحاجة إلى تقييم الخطر البيئي لكل حالة على حدة، مثلاً بروتوكول قرطاجنة بشأن السلامة، والمادة ١٥ والملحق الثالث. انظر أيضاً بيان بيلاجيو في بولين، ر.س.ف.؛ بارثلي، د.م.؛ كويمان، ج. (نشرة) ١٩٩٩. *Towards policies for conservation and sustainable use of aquatic genetic resources*. بيان مؤتمر ICLARM، ٥٩، ص ٢٧٧.

^{٨٧} كابوسينسكي، أ.ر.؛ هارد، ج.ج.؛ بولسون، ك.؛ نيرا، ر.؛ يونيه، أ.؛ كامونرات، و.؛ موانجاه، و.؛ فليمينغ، إ.أ.؛ غلاردو، ج.؛ دفلين، ر.ه.؛ ترينساك، ج. ٢٠٠٧. *Approaches to assessing gene flow*. الصفحات ١١٢-١٥٠ في كابوسينسكي وآخرون. (نشرة) (انظر الحاشية ٨٠).

^{٨٨} التوجيه الشامل النطاق لتقييم العناصر الفرعية، في كابوسينسكي وآخرون، ٢٠٠٧ (انظر الحاشية ٨٧).

^{٨٩} الدرجة التي ينجح فيها الكائن الحي بتمرير جيناته إلى الأجيال المستقبلية. اللياقة يحددها تأثير مشترك للسمات الرئيسية الممتدة لدورة الحياة الكاملة للكائن الحي، مثل قابلية حياة اليافعين والبالغين والتخصيب والخصوبة ونجاح التزاوج والعمر عند النضوج الجنسي. موير، و.م.؛ هوارد، د. ٢٠٠١. *Fitness components and ecological risk*. *of transgenic release: a model using Japanese medaka (Oryzias latipes)* علماء الطبيعة الأمريكيون ١٥٨: ١-١٦.

المكاني لتربية البالغين. جمع البيانات تجريبية المحددة لكل حالة يمكن ان يكون مهمة شاقة لتقييم جميع المكونات الفرعية لتدفق الجينات. للحد من الإحتياجات إلى البيانات، يمكن لمحللي الخطر اتباع إستراتيجية خطوة تلو الأخرى بإفتراض أن حدث معين يؤدي إلى حدوث دخول أو تغيير نوعي (بدلاً من الحصول على بيانات لتقدير إحتمال وقوعه)، ثم الشروع في تقدير الحدث التالي في السلسلة.^{٩٠}

التغيير النوعي للتركيب الوراثي المعدل في العشائر البرية يمكن أن يؤدي إلى إنخفاض في العديد من الموارد الوراثية (الشكل ٧-١) : الترددات المعدلة للأليلات الأصلية وفقدان التمايز الوراثي أو فقدان التباين الوراثي في العشائر البرية المصابة. يمكن أن يؤدي التغيير النوعي إلى إنخفاض التزاوج الخلطي بسبب عرقلة مجمعات الجينات المتكيفة للعشيرة البرية. هذه التغييرات الوراثية يمكن أن تقلل من لياقة العشيرة البرية والحد من قدرتها على التكيف مع التغيير البيئي، كالتغير المناخي أو التحولات في الموائل (مثل تشييد السدود أو غيرها من المنشآت). مثل تلك المخاطر هي مصدر قلق خاص على العشائر البرية الآخذ عددها بالإنخفاض أو في مركزمنشأ الأنواع.

٧-٥ تقييم الآثار الإيكولوجية^{٩١}

قد يكون للكائنات الحية المعدلة وراثياً آثار بيئية خارجة عن الآثار الوراثية المحتملة على العشائر البرية (الشكل ٧-١). الآثار الإيكولوجية تكون ممكنة حتى عندما لا يكون هناك تزاوج بين الأسماك المستزرعة والأنواع البرية. إضافة عنصر جديد إلى النظام الإيكولوجي يمكن أن يسبب بتحول النظام الإيكولوجي من حالة أولية إلى حالة جديدة. الغرض من تقييم المخاطر الإيكولوجية هو التنبؤ بما اذا كانت الحالة الجديدة التي يمكن أن تحدث بإمكانها أن تنطوي على تغييرات غير مرغوب فيها اجتماعياً، مثلاً إنقراض الأنواع وغزارة العشائر المعدلة و/ أو تغيير وظائف النظام الإيكولوجي.

^{٩٠} التوجيه لهذه الإستراتيجية يظهر في كابوسينسكي وآخرون، ٢٠٠٧ (انظر الحاشية ٨٧).

^{٩١} دفلين، ر.ه.؛ ساندستروم، ل.ف.؛ جونسون، ج.إ.؛ إ.أ.فلنغ، إ.أ.؛ هايز، ك.ر.؛ أوجوانغ، و.أ.؛ باميردنيا، ك.؛ زكريا إسماعيل، م. ٢٠٠٧. Assessing ecological effects of transgenic fish prior to entry into nature. الصفحات ١٥١-١٨٧ في كابوسينسكي وآخرون، (نشرة) (انظر الحاشية ٨٠).

ينبغي أن يشمل التقييم التنبؤي للخطر الإيكولوجي أربعة مراحل كل منها يركز على الأخرى.^{٩٢}

- (١) توصيف الخصائص الحيوية وغير الحيوية المحددة للنظام الإيكولوجي (أو النظم الإيكولوجية) المتلقي (ة) التي قد تؤثر عليها الأسماك المعدلة وراثياً؛
- (٢) قياس التغيرات المقصودة وغير المقصودة في سمات الأسماك المعدلة وراثياً، مع التركيز على التغيرات التي يمكن أن تغير تفاعلها مع النظام الإيكولوجي؛
- (٣) تحديد التفاعل المتوقع بين الأسماك المعدلة وراثياً والنظام البيئي، مثل تضارب المنافسة مع أنواع أخرى من الأسماك أو الرعي للنباتات المائية؛ و
- (٤) تقدير نطاق واحتمال حدوث التأثيرات الإيكولوجية الناتجة عن كل تفاعل للأسماك المعدلة وراثياً مع النظام الإيكولوجي.

في كل مرحلة، ينبغي على المقيمين دمج المعلومات من عدة مصادر بما في ذلك الخبراء وأصحاب المصلحة المناسبين، والبيانات الأساسية عن النظم الإيكولوجية المستقبلية المحتملة (مثل المسح الميداني)، والبيانات التجريبية من التجارب المصممة جيداً التي تنطوي على ظروف شبه طبيعية. ينبغي على مقدري الخطر أن يحددوا الحجز المناسب للأسماك المعدلة وراثياً في تجارب تقييم الخطر،^{٩٣} مع الأخذ في الاعتبار الموارد المتاحة وما هو مجهول حالياً حول هذه الأسماك. حتى عندما يكون تطبيق هذه المنهجية ذات الأربعة مراحل، الآثار البيئية لتقييم الخطر التنبؤي ستكون مهمة معقدة تنطوي على مصادر هامة من عدم اليقين. الأسماك المعدلة وراثياً قد تتصرف بشكل مختلف في تجارب تقييم الخطر عنها في الطبيعة، خاصةً بسبب التفاعل بين التركيب الوراثي والبيئة، مخفضة قيمة تطبيق النتائج على البيئات الطبيعية. الدراسات للحصول على بيانات حالة محددة عن العواقب الإيكولوجية ينبغي محاكاة مجموعة من الظروف الإيكولوجية تمثل التأثير المحتمل للنظم الإيكولوجية المائية.

^{٩٢} التوجيه الواسع النطاق لتنفيذ كل مرحلة يظهر في دفلين وآخرون، ٢٠٠٧ (انظر الحاشية ٩١).

^{٩٣} توجيهات بشأن التجارب الشبه-طبيعية وتجارب محدودة تظهر في كابوسينسكي وآخرون، ٢٠٠٧، الفصل ٥ و٦ و٨ (انظر الحاشية ٨٠).

جميع تقييمات الخطر هي عرضة لعدم اليقين. الوثوق بتقييم الخطر الإيكولوجي يعتمد على تحديد ومعالجة مختلف مصادر عدم اليقين. 'علاج' حالة من عدم اليقين يعني التحليل وإزالة (إيجاد حل) أو درسها من خلال سلسلة من العمليات الحسابية والأحكام لكل تقييم الخطر.

التحديد المنهجي ومعالجة أوجه عدم اليقين يمكنهما المساعدة في تحديد وقت تطبيق النهج الوقائي (الفصل ١١). هناك أنواع مختلفة من حالة عدم اليقين الناجمة عن آليات مختلفة وحللو الخطر قد طوروا أساليب رياضية نوعية مناسبة لتحديد ومعالجة وتواصل كل صنف.^{٩٥} من الأهمية الحاسمة بناء القدرات والخبرات العملية بتطبيق هذه الأساليب لتقييم خطر الأسماك المعدل وراثياً. الأطراف المسؤولة عن تنفيذ تقييم الخطر الإيكولوجي ينبغي أن تتلقى تدريباً على:

- التعرف على أوجه عدم اليقين من خلال أساليب المداولات المناسبة لأصحاب المصلحة - الخبراء؛
- علاج حالات عدم اليقين بإستخدام الأساليب الملائمة أو توظيف خبراء مدربين جيداً للقيام بذلك؛
- فهم النتائج من خلال معالجة كل حالة عدم يقين تم تحديدها؛ و
- تمثيل وتواصل علاجات عدم اليقين بطريقة موثوق بها وشفافة.

٧-٧ إدارة الخطر الإيكولوجي

إدارة الخطر الإيكولوجي تهدف إلى الحد من الخطر الذي تم تحديده لمستويات مقبولة.^{٩٦} ويمكن أن تشمل تدابير الحجز وبرامج الرصد. عندما يحدد تقييم الخطر خطراً يمكن إستيعابه، يجب وضع خطة وتنفيذها كجزء لا يتجزأ من نشرها للأسماك المحسنة وراثياً. خطط إدارة الخطر يجب أن تكون مبنية على إستنتاجات تقييم الخطر بحيث تركز على الخطر ذي الأولوية وتكون مدعومة بالفهم المشترك بين هؤلاء الذين شاركوا في التقييم.

^{٩٤} هايز، ك.ر.؛ ريغان، ه.م.؛ بورجمان، م.أ. ٢٠٠٧. Introduction to the concepts and methods of uncertainty analysis. الصفحات ١٨٨-٢٠٨ في كابوسينسكي وآخرون، (نشرة) (انظر الحاشية ٨٠).

^{٩٥} موجز لأساليب معالجة مصادر عدم اليقين توجد في هايز وآخرون، ٢٠٠٧ (انظر الحاشية ٩٤).

^{٩٦} استخدام مداولات أصحاب المصلحة المتعددين إلى الإتفاق على تخفيض مستويات الخطر لدرجة مقبولة تزيد من التقبل الاجتماعي للقرار.

لا يوجد أسلوب حجز فعال بنسبة ١٠٠٪، لذلك على مديري الخطر النظر في استخدام تدابير حجز متعددة ومدعومة وأفضل التطبيقات الإدارية^{٩٨} للحجز. قد تكون هناك حاجة للحجز للحد من عدد الهاربين من نظام للإستزراع المائي مقبول المستويات.

يمكن أن تركز تدابير الحجز على منع الهروب أو الحد من آثار الهروب إذا حدثت. يمكن إستخدام الطرق التالية لمنع الهروب: الحواجز المادية مثلاً درجات حرارة مياه قاتلة أو الرقم الهيدروجيني والحواجز الميكانيكية مثل الشبك والحواجز الجغرافية مثل تربية الأنواع البحرية في المياه الداخلية لنظام مغلق لمياه البحر (الفصل ٩). الحواجز البيولوجية، مثل ثلاثي الكروموسومات المستحث الذي يجعل من البالغين في بعض أنواع الأسماك عقيمة، يمكن استخدام هذه الطريقة للحد من تدفق الجينات (وبالتالي الحد من الخطر الوراثي) وإنشاء عشيرة (وبالتالي الحد من الخطر البيئي). ولكن التعقيم لا يلغي جميع المخاطر البيئية. لا يزال بإمكان الأسماك الهاربة والعقيمة أن تتنافس مع الأسماك البرية على الموارد المحدودة أو الانخراط في سلوك المغازلة والتفريخ، وتعطيل التكاثر في العشائر البرية.^{٩٩}

٧-٧-٢ رصد وجود تأثيرات إيكولوجية للكائنات المعدلة وراثياً^{١٠٠}

أفضل طريقة لكشف الهروب والعلامات المبكرة للتغيرات الإيكولوجية غير المرغوب فيها، هي من خلال برنامج

^{٩٧} ماير، ج.ك.؛ نام، ي.ك.؛ سولار، Risk management: Reducing risk through confinement of transgenic fish. الصفحات ٢٠٩-٢٣٨ في كابوسينسكي وآخرون، (نشرة) (انظر الحاشية ٨٠).

^{٩٨} أفضل الممارسات الإدارية تختلف تبعاً لنظام تربية الأحياء المائية ولكن يصعب تطبيقها في السياقات ذات الموارد الفقيرة. إرشادات عامة بشأن أفضل إدارة التطبيقات هي في ماير وآخرون، ٢٠٠٧ (انظر الحاشية ٩٧).

^{٩٩} بحوث اللجنة الاستشارية للتكنولوجيا البيولوجية الزراعية (ABRAC). ١٩٩٥. *Performance Standards for Safely Conducting Research with Genetically Modified Fish and Shellfish*. الجزء الأول والثاني، USDA، مكتب التكنولوجيا الحيوية الزراعية، واشنطن العاصمة المتوفر في: www.isb.vt.edu/perfstands/psmain.cfm

^{١٠٠} سنانان، و.؛ هارد، ج.ج.؛ ألكيفار- وارن، أ.؛ تريساك، ج.؛ زكريا-إسماعيل، م.؛ لورنزو هرنانديز، م. ٢٠٠٧. إدارة الخطر: Risk management: post-approval monitoring and remediation. صفحات ٢٣٩-٢٧١ في كابوسينسكي، أ.ر. وآخرون. (نشرة) (انظر الحاشية ٨٠).

رصد محضراً جيداً يدمج أساليب أخذ العينات النموذجية من مصائد الأسماك مع الأساليب الإحصائية واستخدامات الحمض النووي المعتمدة على العلامات الوراثية للكشف عن الأفراد المعدلة وراثياً. الرصد ينبغي أن تصمم لرصد نقطة نهاية أو أكثر عند مستويات بيئية مختلفة:

١. وجود الأفراد المعدلة وراثياً في النظام الإيكولوجي؛
٢. وجود نسل الجيل الأول للهجين (من التكاثر الناجح بين الهاربين والأقارب البرية)؛
٣. وجود نسل هجين الإختلاط السابق (من التكاثر الناجح بين هجن الجيل الأول والأقارب البرية)؛
٤. وجود الأفراد المعدلة وراثياً في جميع مراحل الحياة؛
٥. تغيير أفراد العشيرة المعدلة وراثياً والبرية على حد سواء، و
٦. التغييرات التي طرأت على عدد من الأنواع المائية المحلية ونسبة وفرتها.

نقاط النهاية ١-٥ يمكنها أن تحدث خلال جيل أو عدة أجيال بعد دخول الأسماك المعدلة وراثياً على النظام الإيكولوجي، وتسمح في وقت مبكر نسبياً عن الكشف عن الآثار الإيكولوجية. من الأسهل والأسرع رصد نقاط النهاية هذه من مراقبة التغييرات في تكوين الأنواع على مستوى المجتمع (نقطة النهاية ٦).

نقطة نهاية الأخيرة هذه قد تستغرق عدة أجيال لتتوضح، وهي أصعب في الإكتشاف، ويمكن ان تنتج عن مجازفات أخرى (مثل الأضرار التي تلحق بالموائل)، مما يجعل من الصعب تمييز الآثار الناجمة عن الكائنات الحية المعدلة وراثياً. مثلاً، الكشف في وقت مبكر نسبياً عن الأسماك المعدلة وراثياً في جميع مراحل الحياة في منطقة الرصد (نقطة النهاية ٤) سيشير الى ان تلك الافراد تتكاثر جيداً بما فيه الكفاية للتفاعل الواسع مع الأنواع الأخرى. ستكون هناك حاجة لرصد أطول مدئ وأكثر تعقيداً لتحديد ما إذا كانت التفاعلات بين هذه الأسماك المعدلة وراثياً والأنواع الأخرى تؤدي إلى تغييرات غير مرغوب فيها في مكونات مجتمع الأسماك (نقطة النهاية ٦).

يمكن أن تسمح الرصد المبكرة باستجابات علاجية (أو خطط للطوارئ في الفصل ١١) في أقرب نقطة نهاية ممكنة. الإستجابة العلاجية قد تشمل تحسين تدابير الحجز وإزالة الأسماك المعدلة وراثياً من البرية (نادراً ما تكون مجدية ومكلفة جداً على الأرجح) وفرض قيود على استخدام المزيد من الأسماك المعدلة وراثياً في تربية الأحياء المائية. يجب أن يدرك صناع القرار أنه من الصعب للغاية ومن المكلف، معالجة الآثار البيئية السلبية مرة واحدة لأنها أصبحت واسعة النطاق. يمكن للرصد أيضاً تأكيد إستنتاج تقييم الخطر للسلامة الإيكولوجية. برنامج الرصد

ينبغي أن يكون لديه إحتمال كبير لإكتشاف التغيرات التي قد تحدث فعلاً بالإستخدام في جملة أمور تصاميم أخذ العينات الملائمة والأدوات علمية وتحاليل البيانات.^{١١}

٧-٨ العوقات والفرص

تقييم الخطر الإيكولوجي وإدارة الأسماك المعدلة وراثياً هي أمور معقدة وتتطلب قدراً كبيراً من الموارد. تتطور المنهجيات لكنّ الخبرة العملية فيها محدودة. الحاجة إلى بناء القدرات بشرية ومؤسسية تتوسع، وكذلك الإحتياجات الرئيسية.^{١٢}

- سد الفجوات الرئيسية في البيانات البيئية والوراثية الأساسية وتحسين الوصول إلى قواعد البيانات الموجودة؛
- تطوير أساليب صالحة للإستخدام على نطاق واسع لتقييم الخطر الإيكولوجي وإدارة الأسماك المعدلة وراثياً؛
- تطوير أساليب قابلة للإستخدام على نطاق واسع لتقييم خطر الأسماك المعدلة وراثياً وإدارته؛
- التطوير المعمق لبرامج تدريب الأشخاص المطلوبين لتشغيل عمليات تقييم الخطر (المدراء والعلماء والمسهلين)، وكذلك مساعدة واضعي السياسات على فهم كيف يمكن للنتائج الإفادة في صنع القرار؛
- تعزيز التعاون الدولي من أجل إجراء دراسات لتقييم الخطر في ظل ظروف حجزه طبيعية؛
- تعزيز الأطر المؤسسية اللازمة لتنظيم مخاطر صنع القرار في هذا المجال؛ و
- تشجيع إقامة الشبكات بين المؤسسات ذات الصلة، فضلاً عن برامج دولية متعاونة لمواجهة الإحتياجات المذكورة أعلاه.

سوف تساعد الجهود المبذولة لتلبية هذه الإحتياجات أيضاً في الحفاظ على التنوع البيولوجي للأحياء المائية وتطوير تربية الأحياء المائية الرشيد. يمكن لخط أساس أفضل للبيانات عن المكونات الرئيسية للمجتمعات الطبيعية للأسماك (مثلاً في مجال التنوع الوراثي للأنواع البرية وعلى العوامل التي تؤثر في تكوين الأنواع) أن يساعد في تحديد الأولويات للجهود المبذولة في مجال حفظ التنوع البيولوجي المائي، وإعطاء معلومات حول

^{١١} إرشادات مكثفة عن رصد هذه الجوانب هي في سنانان وآخرون، ٢٠٠٧ (انظر الحاشية (١٠٠)).

^{١٢} إعلان نبروي، إعلان دكا (انظر الحاشية رقم (٢)؛ كابوسينسكي وآخرون. (نشرة)، ٢٠٠٧ (انظر الحاشية (٨٠)).

تصميم مناطق تربية الأحياء المائية ومناطق المحافظة (الفصل ٩)، وإعلام إستراتيجيات التكيف مع تغير المناخ في قطاع مصايد الأسماك. تتطلب المخاطر الأخرى حول التأثيرات الإيكولوجية للإستزراع المائي (مثل تربية الأنواع الغريبة أو مخلفات الصرف السائلة) والأنشطة الإنمائية الأخرى (مثل بناء السدود) أطراً منهجية لتقييم الخطر وبعض المنهجيات الماثلة. وبالتالي، ستحسن الأساليب المستخدمة والبرامج التدريبية تقييم الخطر الإيكولوجي في القطاع المائي بصفة عامة.

٩-٧ الإستنتاج

من الضروري تقييم الخطر الإيكولوجي من الأسماك المحسنة وراثياً قبل نشرها، والرصد الإيكولوجية بعد نشرها، لتحقيق منافع واسعة النطاق دون تقويض المحافظة على التنوع البيولوجي المائي. نهج تقييم الخطر المنهجية تسمح لصناع القرار بتركيز الموارد المحدودة لتقييم الخطر على القضايا ذات الأولوية القصوى. ينبغي دمج التقنيات العلمية المناسبة مع مداوات متعددة مع أصحاب المصلحة. هذا يجعل من الممكن التوصل إلى إتفاق بشأن الخطر ذي الأولوية، وإستخدام أكبر قدر من المعرفة القائمة ذات الصلة، وإختبارات جمع البيانات والتركيز على سد أهم الثغرات في المعلومات، وتطبيق تحليل أوجه عدم اليقين من أجل تحسين نوعية الاستنتاجات، وتحسين فهم القضايا والثقة الاجتماعية في عملية تقييم الخطر والإستنتاجات. الرصد المصممة جيداً، ضرورة للكشف عن العلامات المبكرة للآثار غير مرغوب فيها للأسماك المعدلة وراثياً في النظم الإيكولوجية الطبيعية. مع ذلك، الرصد الفعالة، هي عملية معقدة وتتطلب قدراً كبيراً من الخبرة الفنية والتزام طويل الأمد.

السعي لتقييم وإدارة الخطر أمر معقد ولم يستخدم على نطاق واسع في تربية الأحياء المائية. بما أن تربية الأحياء المائية يتوسع ويستخدم كائنات محسنة وراثياً بشكل أكبر، هناك حاجة ملحة لتحسين وتطبيق عملية تحليل الخطر بالإشتراك مع العلماء وأصحاب المصلحة المتعددين والوكالات الحكومية التنظيمية. تقييم وإدارة الخطر الإستباقي يمكن أن يساعد في توجيه تربية الأحياء المائية للكائنات المحسنة وراثياً تجاه التطبيقات التي تكفل حماية الطبيعة، مع دعم إستزراع الأسماك الناجح.

٨-١ مبادئ عامة

بغرض الإستعمال في هذه المبادئ التوجيهية، مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) تعني مصايد الأسماك المأسورة التي يحتفظ بها بالتخزين مع المواد التي تمت تربيتها داخل منشآت تربية الأحياء المائية. "المادة" عادةً ما تكون المراحل المبكرة في تاريخ الحياة، ولكن يمكن أن تشمل أيضاً الأسماك اليافعة أو البالغة. هناك ثلاث فئات عريضة لمصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF):

١. الحالات التي من المفترض أن تتزاوج فيها مواد المخزون مع بعضها البعض ومع الأنواع المحلية، وبالتالي زيادة أو إعادة إنشاء سوق المخزونات المحلية؛
٢. الحالات التي من المفترض فيها تزاوج مواد المخزون مع بعضها البعض ولكن ليس مع الأنواع المحلية، وبالتالي خلق مخزون مصايد أسماك جديدة؛
٣. الحالات المقصود فيها عدم تزاوج مواد المخزون على الإطلاق.

المصطلحات التي إقترحتها مجموعة دولية تعمل على مصايد الأسماك الساحلية تقترح إستخدام:

- إعادة التخزين، إطلاق الأسماك اليافعة المستزرعة في العشيرة (العشائر) البرية لتعيد كتلة التفريخ الحيوية المستنزفة إلى المستوى الذي تستطيع فيه توفير عوائد منتظمة وكبيرة مرة أخرى؛
- تعزيز المخزون، إطلاق الأسماك اليافعة المستزرعة في العشيرة (العشائر) البرية لزيادة الإمدادات الطبيعية من الأسماك اليافعة والأمثل للحصاد بالتغلب على حدود التوظيف؛ و
- المراسي البحرية، إطلاق الأسماك اليافعة المستزرعة في بيئات بحرية غير مغلقة ومصبات أنهار ليتم حصادها بحجم أكبر في عمليات "ضع وأنشئ وخذ".

من أجل إدارة الموارد الوراثية على نحو فعال في مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF)، من الضروري أن نفهم أي من الأهداف المذكورة أعلاه يجري البحث عنها. فمن المسلم به أن هذه الفئات ليست منفصلة. مثلاً الأسماك في الفئة ٣ قد تتزاوج. هذا ليس مقياساً لنجاح مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF)، ولكن

^{١٣} بمساهمة ديفين م. بارتلي.

يجب أن يؤخذ في الاعتبار تحليل الخطر. نجاح مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع سيتوقف على السياقات الاجتماعية والإقتصادية والإيكولوجية التي يتم تطبيقها. إستخدام المفرخات لدعم مصايد الأسماك هو تكتيك إدارة مصايد الأسماك الذي يجب أن يدمج في خطة شاملة لإدارة مصايد الأسماك أو المسطحات المائية. لن ينجح إطلاق الكائنات الحية في المسطحات المائية ببساطة بدون أية تدابير لإدارة الموارد وبدون التحكم بصيادي الأسماك وتطبيقات الصيد وبدون حماية الموائل. المبادئ التوجيهية المقدمة هنا تركز على إدارة الموارد الوراثية في مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF).

٨-٢ خطة لإدارة الموارد الوراثية لمصايد الأسماك القائمة على الإستزراع

إستخدام الكائنات الحية المرية في المفرخات في إدارة مصايد الأسماك لم يحقق في كثير من الأحيان الأهداف المرجوة من زيادة إنتاج مصايد الأسماك. هذا يعود جزئياً لأن مستزاعي الأسماك ينتجون الأسماك صغيرة التي تجيد البقاء على قيد الحياة في المفرخات ولكن بعد ذلك يطلقونها لتعيش في بيئات برية مختلفة تماماً (الفصل ٣). السمكة المدجنة المتكيفة على وجبات منتظمة ونظام غذائي لن تستطيع غالباً الحياة في الموائل الطبيعية. ولذلك، تخطيط إدارة الموارد الوراثية لمصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) يجب أن يكون مختلفاً جداً عن خطط تحسين التكاثر المبينة في الفصلين ٤-٦. خطط الإدارة العامة موجزة بالعرض أدناه لثلاث فئات رئيسية من مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF).

٨-٢-١ مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع حيث من المفترض أن تتزاوج مواد المخزون مع الأنواع المحلية

عندما يكون هدف مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) تجديد مخزون التكاثر الطبيعي أو الزيادة الطبيعية للعشائر من الأنواع المحلية، يجب على إدارة الموارد الوراثية أن تسعى جاهدة لإعادة المستوى الطبيعي للتنوع الوراثي في المواد المخزنة. بيئة المفرخات يجب أن تكون طبيعية قدر الإمكان بحيث لا يتم إدخال أي ضغوط إنتخاب إصطناعية. وهذا يتطلب إختيار السلالة الصحيحة للمخزون، فضلاً عن تعديل المفرخات وتقنيات النمو التدريجي لتقليل الإنتخاب المصطنع أو غير المقصود.

المواد المخزونة ينبغي أن تكون مطابقة للتنوع الوراثي الطبيعي للعشائر. أفضل طريقة لتحقيق ذلك هي بإستخدام مخزون التفريخ الذي تم جمعه من المصادر البرية. إذا كان هناك نقص في إمدادات مخزون التفريخ البري، كما هو الحال بالنسبة للعديد من العشائر الطبيعية المهدة بالإنقراض أو التي قد إنقرضت محلياً، تحديد المخزون الوراثي ينبغي أن يستخدم لتحديد مخزون مشابه له جداً. حيث البيانات الوراثية ليست متاحة لتحديد المخزون، ويمكن إستخدام المعلومات البديلة، مثلاً: إختيار المخزونات من الموائل المائية نفسها (مسطحات مائية أو مجرى مائي محدد مثل أحد روافد) التي لها تاريخ حياة ونمو ولون وشكل وسلوك متماثلة. ينبغي تجنب نقل المخزون من مجتمع مياه إلى آخر أو من منطقة إيكولوجية إلى أخرى. ينبغي إتباع إدارة مخزون تفريخ (الفصل ٣) لتحسين فعالية وحجم العشيرة والحد من الانجراف الوراثي فور إستعداد الأسماك للتفريخ للتزاوج.

من المرغوب به وضع خطة إستزراع تبادلي للبرامج طويلة الأجل حيث يتم إستخدامها لإنتاج مواد التخزين، ومن ثم يتم إطلاقها وإعادتها إلى البرية، ثم يتم جلب مخزون تفريخ جديد إلى المفرخة. توقيت الإستزراع التبادلي سيعتمد على نجاح البرنامج ومدى توافر مخزون التفريخ الطبيعي. لن يتم تطبيق الإستزراع التبادلي بالنسبة لأنواع التي تفرخ مرة واحدة فقط (مثل سلمون المحيط الهادئ) أو حيث قتل أسماك التفريخ ضروري لتحقيق الإخصاب (مثل بعض أسماك الحفش).

١-٢-٢-٢ إختيار إجراءات المفرخات الصحيحة

سوف تتكيف الأسماك على المدى القصير على تطبيقات إدارة المفرخات وعلى المدى الأطول، سوف تمارس ظروف المفرخات الضغوط الإنتقائية عليها (الفصل ٣). إجراءات المفرخات ينبغي أن تكون مصممة للحد من هذه التأثيرات (أي للحد من إنتخاب التدجين) عندما يكون الهدف من المواد المخزونة البقاء على قيد الحياة و/أو التكاثر في البرية. مبادئ توجيهية بشأن بروتوكولات التكاثر الخاصة للحد من التهجين الذاتي وضياع التنوع الوراثي تناقش في الفصل ٣.

التعديلات النموذجية للمفرخات لتخفيض الإنتخاب الإصطناعي تشمل ما يلي :

- توفير الأغذية الحية، من البرية، إن أمكن، بدلاً من الأعلاف؛

- توفير المزيد من الموائل الأكثر طبيعية من حيث النباتات والحصى والملاجئ، بدلاً من الخزانات والمجاري المائية؛
- توفير قدر محدود من الحيوانات المفترسة لتعليم تجنب الحيوانات المفترسة؛
- الضوء الطبيعي/دورات الظلام؛
- إطلاق سراح الأسماك الأصغر التي لم تتكيف بعد على ظروف المرفحات. ومع ذلك، ينبغي تقدير ذلك لأن ربما الأسماك الأكبر لها فرصة أكبر للبقاء على قيد الحياة؛
- تفريخ الأسماك خلال موسم وضع التفريخ كله (أي ليس مجرد جمع الكثير من النسل عندما يكون ذلك مناسباً من أجل تلبية أهداف الإنتاج)؛
- عدم نقل الأسماك بين المرفحات التي هي في مستجمعات مائية أو روافد مختلفة، من أجل تلبية أهداف الإنتاج.

٢-٢-٨ مصاديد الأسماك القائمة على إستزراع المواد المخزونة حيث من المفترض أن تتزاوج مع بعضها البعض، ولكن ليس مع الأنواع المحلية

يمكن أن ينشأ هذا عندما يكون للأسماك المخزونة من أجل مصاديد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF)، إستراتيجيات إنجابية مختلفة عن الأنواع المحلية، لأنها من أنواع مختلفة، أو إذا كانت من نفس الأنواع المحلية، يكون لها أنماط هجرة مختلفة أو سلوك مختلف مثل أفضليات التزاوج. والمثل الأكثر شيوعاً هو التخزين العادي لمصاديد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) لأنواع غريبة أو سلالات معينة من الأسماك، مثل السلمون. إذا كانت الأسماك خصبة يتم إطلاقها لتكاثر، العشائر ذات الإكتفاء الذاتي من المتوقع أن تتطور ومن ثم تلغي الحاجة إلى التخزين المستمر.

يعتبر إطلاق الأسماك الغريبة الصالحة للحياة القادرة على التكاثر أكثر الأصناف التي تعرض تعزيز المخزون للخطر (الفصل ٧). إدارة هذه المخزونات يتطلب معرفة متعمقة بعلم الوراثة والتاريخ الطبيعي للأنواع أو للمخزونات. رغم ذلك، التاريخ الطبيعي وسلوك السلالة قد تتغير عند مصادفة بيئة جديدة. تم إنشاء مبادئ توجيهية لتقديم المشورة بشأن إجراءات رشيدة لإستخدام الأنواع الغريبة (الفصل ٥).^{١٤} على إفتراض أن هذه المبادئ التوجيهية قد تمّ اتباعها وأنه تم تقرير أن إستناد مصاديد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) على

^{١٤} على سبيل المثال، مدونة التطبيقات للمجلس الدولي لإستكشاف البحار (ICES) المتعلقة بإدخال ونقل الكائنات

أسماك غريبة خيار مقبول إدارياً، يجب أن يتم إختيار المخزون الذي له الخصائص السلوكية المناسبة (مثلاً، توقيت ومكان الهجرة) وتدابير إدارة الموارد الوراثية ينبغي أن يكون تخطيطها وتنفيذها لتحسين عدد التكاثر الفعال (Ne) وتجنب إنتخاب التدرجين (انظر الفصل ٣).

٨-٢-٣ مصادب الأسماك القائمة على الإستزراع حيث المواد المخزونة ليس مقصود منها أن تتكاثر

في كثير من مصادب الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) ليست هناك نية أو إمكانية لإنشاء الاكتفاء الذاتي للعشيرة. في ظل هذه الظروف، يجب أن تسعى إدارة الموارد الوراثية جاهدة لتحسين الإنتاجية والحد من الآثار السلبية على النظام الإيكولوجي. أفضل وسيلة للحد من فرصة أسماك المخزون للتكاثر مع الأنواع المحلية هي إنتاج الأسماك العقيمة. إنشاء ثلاثي الكروموسومات، أي بإضافة مجموعة أخرى من الكروموسومات، هو الأسلوب الأكثر شيوعاً لإنتاج الأسماك العقيمة. يمكن أن تكون ثلاثية الكروموسومات ناجمة عن درجات الحرارة أو الضغط أو العلاجات الكيميائية للأشماج والأسماك والأجنة النامية. من السهل تحقيق ذلك في كثير من الأنواع مثل المحار والسلمون والسلمون المرقط ولكنه من الصعب على نطاق تجاري لأنواع أخرى مثل البلطي.

إطلاق أفراد من جنس واحد، أي هجين وحيد الجنس، تم إستخدامه للحد من فرصة التكاثر. مجموعات الهجين وحيد الجنس يمكن أن تنتج إما بواسطة التلاعب بالجينات أو بإعطاء الهرمونات الجنسية في الوقت المناسب. الجمع بين المستحث ثلاثي الكروموسومات وإنتاج هجين وحيد الجنس من شأنه أن يزيد من فرصة الحد من التكاثر غير المرغوب فيه.

رصد المواد المخزونة أمر ضروري لضمان أن المفرخات تنتج المنتج المطلوب (أي أن المواد المخزونة كلها ثلاثي الكروموسومات أو من الجنس المرغوب فيه).

من الممكن أيضاً التحكم بالتكاثر بالتحكم بجهد الصيد من خلال إختيار الموائل المخزنة. الأسماك غالباً ما تكون مخزنة في مسطحات مائية مؤقتة تجف قبل أن تتمكن من إعادة التكاثر، في المسطحات المائية المغلقة ليس لديها إتصال بموائل التفريخ، أو في مناطق ضغوط صيد كثيفة حيث يصل إلى ١٠٠٪ من مخزون الأسماك. مع ذلك، فإن هذه الشروط ليست دائماً فعالة بنسبة ١٠٠٪ في منع أي تكاثر، وذلك لأن بعض أنواع الأسماك قد تنتقل إلى مناطق يكون من الممكن التكاثر فيها أو يكون صيد الأسماك أقل كثافة. إستخدام الأسماك العقيمة في ظل هذه الظروف من شأنه أن يقلل من فرصة التكاثر غير المرغوب فيه.

كما هو الحال مع جميع مصايد الأسماك، رصد مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) أمر ضروري ولذلك يجب أن تكون مواد المخزون مواداً من الممكن التعرف عليها. برامج وسم المفرخات يوصى بها في الكثير من أنحاء العالم لتقييم مشاركة المفرخات في مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF). السمات المادية يمكن أن تحدد المساهمات الأولية، ولكن إذا تكاثرت مخزون الأسماك في البرية يمكن فقط للسمات الوراثية أن تشير إلى مساهمات المفرخات بالأجيال اللاحقة. زيادة في وفرة الأنواع المخزنة في بعض الأحيان، ولكن ليس دائماً، هو مؤشر على مساهمة المفرخات لمصايد الأسماك، التغيرات الواعدة في البيئة من أجل إدارة مصايد أسماك أفضل قد تعزز أيضاً الزيادات الطبيعية.

بالإضافة إلى ذلك، تبين أن مخزون الأسماك في بعض الحالات يزيح مخزونات محلية معينة. هذه هي الحالة التي يجب تجنبها، وهذا سبب آخر لأهمية التفريق بين مخزونات المفرخات والمخزونات البرية في التقييم الشامل للتخزين بوصفها إستراتيجية الإدارة.

والنهج الوقائي لمصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) يتطلب تطوير النقاط المرجعية (الفصل ١١)؛ النقاط المرجعية المستهدفة تشير إلى حالات مرغوب فيها حيث تسعى مزارع الأسماك جاهدة إلى تحقيق وتحديد نقاط مرجعية للإشارة إلى الشروط التي ينبغي تجنبها ومن ثم رصد منتظمة لرؤية مدى إستيفاء نقاط المرجعية. يجب أن تتصل نقاط المرجعية بالأهداف المعلنة وتقييم المخاطر واتخاذ تدابير النجاح (انظر الفصل ١١).

حيث تطلق المفرخات الكائنات الصالحة للحياة القادرة على التكاثر من أجل دعم مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF)، هناك احتمال بأن تتطور العشائر المكتفية ذاتياً وبالتالي لا يكون هناك حاجة لتخزين المزيد. قد يكون هذا صحيحاً بشكل خاص في برامج إنقاذ الأنواع المهددة بالإنقراض التي من شأنها أن تجمع بين التخزين وتحسين الموائل وتحسين التشريعات. الرصد والمناقشات الصادقة مع أصحاب المصلحة مطلوبة لتحديد ما إذا كان لا تزال هناك حاجة للتخزين بعد إنشاء الإكتفاء الذاتي للعشيرة.

المنظمة تقوم بجمع المعلومات عن الأعداد والأنواع التي تم إطلاقها في المسطحات المائية المفتوحة، بما في ذلك المسطحات المائية الطبيعية وشبه الطبيعية مثل الخزانات والمياه الأخرى المدارة مثل حقول الارز. من أجل تقييم مساهمات مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) الوطنية والعالمية لإنتاج مصايد الأسماك، يجب أن

يبلِّغ مديرو المفرحات مكاتب الإحصاءات الوطنية التابعة لهم وفي الوقت المناسب، معلومات شاملة في جميع نشرات مصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF)، لإحالتها إلى المنظمة.

٩-١ مقدمة

تم اعتماد المدونة بالاجماع، أقرت الدول بأن المحافظة هي عنصر ضروري للإستخدام الرشيد. يتناول هذا الفصل الإستخدام الرشيد للموارد الوراثية للأسماك البرية (FiGR) للإستزراع المائي مع التأكيد على المحافظة. الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية هي مجموعة فرعية قيمة للغاية لجميع الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) المتوفرة للإستخدام الحالي والمستقبلي في تربية الأحياء المائية والبحوث ذات الصلة. الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية هي الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) التي تعيش حرة في طبيعتها، ويصيبها حد أدنى من التغيير بفعل الأنشطة البشرية، على الرغم من أنه أصبح من الصعب العثور على عشائر برية غير متغيرة كلياً (انظر القسم ٩-٢). بناءً على ذلك فإن مصطلح بري هو مصطلح نسبي، يعني بري بقدر الإمكان في ظل الظروف المتغيرة.

مثل كل الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) في تربية الأحياء المائية، الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية تتضمن الحمض النووي والجينات والخلايا التناسلية والكائنات الفردية والعشائر (الفصل ١). على الرغم من عدم إشارتها بشكل واضح إلى الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، فإن المدونة تشملها ضمناً في كل توصياتها عن التنوع البيولوجي ومخزونات الإستزراع والموارد المائية الحية والتنوع الوراثي والمخزونات البرية والمخزونات المستزرعة والمخزونات المعدلة وراثياً، وبالتالي، تدعو إلى إدارتها (أي المحافظة والإستعمال المستدام) وعلى رعاية موائها. الغرض من هذا الفصل هو توفير التوجيه لواقعي السياسات ولصانعي قرار تربية الأحياء المائية حتى يتمكنوا من تعزيز تربية الأحياء المائية الرشيد، وحماية قيم الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، وعند الاقتضاء، المساهمة في إنقاذها.

٩-٢ الموارد الوراثية للأسماك البرية

الصفة البرية في الأسماك هي نوعية خاصة، معترف بها على نطاق واسع من قبل حماة الطبيعة وحماة البيئة، وكذلك من قبل صيادي الأسماك التجاريين والرياضيين ومستهلكي الأسماك. مع ذلك، الحياة البرية المائية

^{١٠٠} بمساهمة روجر س.ف. بولين.

الحقيقية آخذة في التقلص وبرية عشائر الأسماك الحرة تتعرض بسهولة للخطر. مصايد الأسماك العادية وفقدان الموائل وتدهور البيئة المائية تقلل من التنوع الوراثي للعشائر المائية وأنواع التنوع البيولوجي الأخرى. المناطق المائية المحمية تصبح أقل طبيعية كلما زادت كثافتها وإدارتها و زاد تأثيرها بالمناطق غير المحمية من حولها.

العديد من عشائر الأسماك المكتفية ذاتياً في الطبيعة قد نشأت من مخزون هادف، من الأسماك الهاربة من تربية الأحياء المائية ومن الأسماك المتخلص منها في الأحواض المائية. تشمل هذه العشائر الأنواع الغريبة والمحلية.

الأسماك التي تنحدر من الأسماك التي كانت أنواع برية أو قريبة وراثياً من الأنواع البرية لا تزال تمثل الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية. الأسماك السائبة هي الأسماك التي تنحدر من الأسماك التي كانت في مراحل مختلفة من التدجين، بما في ذلك السلالات المتميزة والهجينية والأشكال الأخرى المعدلة وراثياً، وهي مشابهة لتلك الثروة الحيوانية السائبة التي تنحدر من الحيوانات التي هربت من المزارع والمراعي. الأشكال السائبة يعاد إنتخابها طبيعياً من التدجين لتلائم البرية. الأسماك السائبة تمثل موارد وراثية للأسماك (FiGR) قيمة لمصايد الأسماك العادية وتربية الأحياء المائية والبحوث ذات الصلة. هي ليست الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية في حد ذاتها ولكن ينبغي أن تدرج مع الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية لأغراض إدارية.

الأصناف التالية من الأسماك كلها تساهم في تنوع الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية: الأصناف البرية للأنواع المحلية والأنواع الغريبة الحرة والمنحدرة من إدخال وإطلاق الأسماك البرية والعشائر الحرة للأنواع السابقة التي امتدت من المدى الطبيعي عندما تمت إزالة الحواجز، مثل الدخول في البحر الأبيض المتوسط عبر قناة السويس. العديد من عشائر الأسماك البرية في العالم يمكن تمييزها عن أقاربها المستزرعة من مواقعها ومظهرها وسلوكها وقيل كل شيء، بتوصيفها الوراثي البيوكيميائي. على الرغم من أن بعض العشائر من أنواع الأسماك المستزرعة هي أصناف برية لأنها جمعت كنبور برية مثل، بركات الصدفيات، لكن معظمها مختلف وراثياً عن أقاربها التي تعيش حرة في البرية، مع ترددات مختلفة بشكل ملحوظ لأليلات عديدة.^{١٦} وحتى في حالة عدم تطبيق إنتخاب هادف أو غيره من التغيرات الوراثية، الأجيال المتعاقبة من الأسماك المتكاثرة في الأسر تختلف على نحو متزايد عن الأصناف البرية (الفصلان ٣ و ٤).

^{١٦} إلبوت، ن. وإيفانز، ب. ٢٠٠٧. Genetic change in farm stocks: should there be concern? World

بالمعنى الأشمل، الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) للإستزراع المائي البري تشمل، ليس فقط أنواع الأسماك المستزرعة ولكن أيضاً الأنواع الأخرى في جميع النظم الإيكولوجية التي تدعم إنتاج تربية الأحياء المائية، على سبيل المثال، عشائر الأسماك البرية التي تحصد لصناعة أعلاف الأحياء المائية والموالغ والكائنات الحية الدقيقة في المزارع السمكية التي توفر الأعلاف والأكسجين ومعالجة النفايات. لذا، يجب توثيق والمحافظة على الموارد الوراثية لهذه الكائنات الحية، التي يعتمد عليها إنتاج تربية الأحياء المائية من خلال تطبيق التدابير المناسبة لمصايد الأسماك العادية وسلامة النظم الإيكولوجية التي يمارس فيها تربية الأحياء المائية.

٩-٣ أهمية تربية الأحياء المائية

التدجين والتحسين الوراثي لمعظم الأسماك المستزرعة متأخر كثيراً عن تلك المتعلقة بالنباتات المزروعة وتربية الماشية. تم وضع برامج تناسل وتكاثر في الأسر للعديد من أنواع الأسماك المستزرعة ولكن ليس لجميعها.

ولذلك، لا تزال بعض الاسماك القريبة من أنواع الحياة البرية تستزرع كأنواع برية أو عشائر غير مدجنة. زراعة الأعشاب البحرية أيضاً تعتمد اعتماداً كبيراً على إنتشار الأنواع البرية. إذا كان تدجين الأسماك يعرف بأنه التحكم المستمر بالتكاثر لأكثر من ٣ أجيال، فقط ٣٠ نوعاً من الأسماك المستزرعة، من أصل ١٠٣ تجاوز إنتاجها لعام ٢٠٠٤، ألف طن متري، يمكن تسميتها مدجنة (الفصل ٣).^{١٧٧} تربية الأحياء المائية القائم على الصيد (CBA)^{١٧٨} ومصايد الأسماك القائمة على الإستزراع (CBF) - (الفصل ٨) الذي ينطوي على جمع الأسماك البرية أو زريعة الأسماك أو زريعة المفرحات من مخزونات التفريخ المجموعة من البرية، ومصايد الأسماك العادية التي توفر الأعلاف ومكونات الأعلاف للإستزراع المائي كلها تحصد الأسماك البرية. بينما أصبحت التكنولوجيات الجديدة للتكاثر في الأسر متاحة، فإن إستزراع الأسماك السائبة وغير المدجنة يتضائل لكن الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية ستظل مهمة بالنسبة إلى تربية الأحياء المائية، لإستخدامها في برامج تربية الأسماك والبحوث ذات الصلة. هذا مماثل لأهمية استمرار الأقارب البرية للنباتات المستزرعة كمصادر للتنوع الوراثي يمكن استغلالها من قبل مربّي النباتات، على الرغم من التقدم الهائل في علم الجينات

^{١٧٧} بيليو، م. Controlled reproduction and domestication in aquaculture. The current state of the art. Part II. Aquaculture Europe (٣) : ٢٣-٥.

^{١٧٨} أوتولونغي، ف. سيلفستري، ك.، جيوردانو، ب.، لوفاتيلي، أ. ونيو، م. ٢٠٠٨. Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails. المنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، روما، إيطاليا. ٣٠٨ صفحة.

النباتية. وينطبق الشيء نفسه على الأسماك المستزرعة، وحتى عندما تتقدم جينومات الأسماك وتستخدم التقنيات الوراثية الحديثة بشكل متزايد في تربية الأحياء المائية. تربية الأحياء المائية سوف يواجه تحديات لا مفر منها، مثل أمراض جديدة أكثر خبثاً وتغير المناخ والحاجة إلى خفض تكاليف الإنتاج وزيادة الإنتاجية بتحسين واسع المدى من سمات الأداء. معظم الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) التي يمكنها أن تسهم في مواجهة هذه التحديات هي الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية. فهي سلع قيمة للغاية لكنها ضعيفة وفي العديد من المرات تتلاشى. لذا، فمن المهم أن نعترف بأن الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية حيوية أولاً بالنسبة للإستدامة المستقبلية وربحية تربية الأحياء المائية، وثانياً، للاستثمار بشكل مناسب في تصنيفها والمحافظة عليها، وذلك لضمان استمرارية توافرها.

٩-٤ نهج الإدارة

٩-٤-١ تصنيف وترتيب الأولويات

عشائر الأسماك البرية يمكن أن تصبح متفاوتة وراثياً عندما يكون هناك انخفاض في تبادل الجينات (تدفق الجينات) فيما بينها، وعندما تكون هناك ضغوط انتقائية مختلفة من البيئة (الفصل ٣). فهي توجد في عشائر صغيرة ذات معدلات تدفق جينات مرتفعة؛ متفرعات عشائر معزولة جزئياً يكون لها في بعض الأحيان تكييفات محلية؛ عشائر محلية أكثر عزلة غالباً ما لديها تكييفات محلية؛ عشائر معزولة متميزة ومغلقة؛ وعشائر متعددة متصلة من خلال الهجرات. ينبغي أن يكون الهدف العام هو تحقيق أقصى قدر من استمرار توافر أكثر تنوع وراثي بري ممكن في أي نوع من الأنواع المستخدمة في تربية الأحياء المائية.

التنوع الوراثي للأنواع عادة ما يمثله التباين عبر نطاقه الجغرافي، في العشائر الأكثر عزلة وغير المزعوجة غالباً ما تكون الأكثر تميزاً. الحل هو جمع ما يكفي من البيانات الوراثية لتوصيف التنوع الوراثي للأنواع بأكبر قدر ممكن، وبالقيام بذلك لتحديد الأنواع البرية التي تمثل أهم المساهمات لهذا التنوع. في أدبيات المحافظة، يمكن أن تسمى هذه وحدات المحافظة أو وحدات التطوير الكبيرة. فهي تمثل عناصر هامة في التنوع الوراثي الإجمالي من ضمن الأنواع. إضافة إلى ذلك، بعض عشائر الأسماك المحلية، وإن كانت ظاهرياً مشابهة للأنواع الأخرى،

فهي أنواع متميزة وخفية وعلى هذا النحو فهي تملك جينات فريدة وقيمة.^{١٩}

من الصعب إعطاء الأولوية من بين تنوع واسع للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية من أجل المحافظة والوصول الى توافق في الآراء بشأن التدابير الإدارية، لا سيما حيث البيانات الوراثية محدودة. ويوصى باتباع نهج شديد الوقائية، مولياً أولوية كبيرة للمحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) التي تختلف اختلافاً واضحاً وتمثل مساهمات كبيرة في مجمل التنوع الوراثي للأنواع البرية، بقدر ما هو معروف، ولكن أيضاً على افتراض أن جميع الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) الأخرى يحتمل أن تكون هامة. نصيحة من علماء الوراثة المحترفين انه يجب أن يكون هناك سعي للإستفادة القصوى من جميع المعلومات من جهة ومعالجة الفجوات في المعلومات.^{١١١}

الأولوية القصوى للمحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية تشمل العشائر في المسطحات المائية والمجاري المائية المنفصلة، وعلى نحو مختلف الجزر في الخلجان ومصبات الأنهار المختلفة. عادة ما تشير العزلة الجغرافية الى القيمة المميزة والمحتملة للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية. للأنواع الكثيرة الارتحال، هذا المعيار من العزلة ينطبق خصوصاً على العشائر المتكاثرة وتاريخ مراحل الحياة المبكرة. الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية التي يحتمل أن تكون متميزة وذات قيمة تتبين أيضاً من أنماط الهجرة المختلفة ومواسم التفرخ والسلوكيات الأخرى. العشائر القريبة من المراكز الطبيعية للتنوع الوراثي للأنواع عادة ما تكون هامة كالموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية وينبغي أن تعطى أولوية عالية للمحافظة، ولكن من المهم أيضاً الحفاظ على العشائر المثلثة عبر مجموعة الأنواع الطبيعية كلها، ولا سيما تلك القريبة من حدودها وفي الموائل المتطرفة: على سبيل المثال، فإن معظم عشائر الشمال والجنوب وتلك الموجودة في الينابيع الساخنة أو الأماكن ذات الملوحة العالية.

نصيحة خبراء علماء المحافظة على الوراثة هي السعي لإعطاء الأولوية للمحافظة من بين الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية. حيث يصعب الحصول على مثل هذه المشورة، فإنه يمكن الحصول عليها من المنظمات

^{١٩} ثورب، ج.ب.؛ سولي كافا، أ.م. واتس، ب. ٢٠٠٠. Exploited marine invertebrates: genetics and

fisheries. Hydrobiologia، ٤٢٠ : ١٦٥-١٨٤.

^{١١١} بولين، ر. س. ف. ٢٠٠٠. Management of aquatic biodiversity and genetic resources. Reviews in

Fisheries Science، ٨ (٤) : ٣٧٩-٣٩٣.

الدولية، بما في ذلك المنظمة، والاتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN)^{١١١} وأمانات الإتفاقيات الدولية، مثل إتفاقية التنوع البيولوجي،^{١١٢} وإتفاقية التجارة الدولية للأنواع المهددة بالانقراض،^{١١٣} وإتفاقية المحافظة على أنواع الحيوانات البرية المهاجرة.^{١١٤}

٩-٤-٢ منظورات بين القطاعات

المادة ٩-١-٣ تنص على تقاسم الموارد بين تربية الأحياء المائية وغيرها من القطاعات: "ينبغي للدول أن تنتج وتحدث بانتظام إستراتيجيات وخطط تطوير تربية الأحياء المائية، كما هو مطلوب، لضمان تطوير تربية الأحياء المائية المستدام بيئياً، والسماح للإستخدام الرشيد للموارد التي يتقاسمها تربية الأحياء المائية وغيره من الأنشطة." هذا يتطلب منظورات بين القطاعات. المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية هي جزء من الحفاظ على الطبيعة، وهو قطاع له حقوقه الخاصة به. موائل الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية ومياها يستخدمها البشر بدرجات متفاوتة من أجل الزراعة وتربية الأحياء المائية والحفاظ على الحياة البرية والغابات والصناعة والتعددين، والمحافظة على الطبيعة والملاحة وتوليد الطاقة والترفيه والسياحة وإمدادات المياه للمستوطنات البشرية والصناعة ومعالجة النفايات والتخلص منها. المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية يجب أن تتعامل مع إحتياجات جميع هذه القطاعات الأخرى، بما أنه يجب عليها جميعاً أن تتعامل مع إحتياجات بعضها البعض.

التوفيق بين تربية الأحياء المائية والمحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية الحرة أمر صعب بصفة خاصة. بعض المياه التي تتيح الفرص للإستزراع المائي تحتوي أيضاً على موارد وراثية للأسماك (FiGR) البرية الوطنية الكبيرة، وأحياناً ذات الأهمية الدولية. يحتاج مزارعو الأسماك وينبغي أن يسمح لهم بإستزراع أكثر أنواع وسلالات الأسماك إنتاجية وربحاً، كما هو الحال في الزراعة، وتخضع لدى تلاؤمها مع السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي والضمانات البيئية الأخرى والسبل القانونية وحقوق الملكية. مع ذلك، الأسماك التي هربت من المزارع ومسببات الأمراض من المزارع السمكية يمكن أن يكون لها آثار سلبية على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية والتنوع البيولوجي البري والموائل الأخرى.

^{١١١} www.iucn.org

^{١١٢} www.biodiv.org

^{١١٣} www.cites.org

^{١١٤} www.cms.int

بما أن تربية الأحياء المائية يتوسع في المجمعات المائية والمناطق الساحلية والبحار المفتوحة، يجب على صانعي السياسات والمنظمين الأخذ بعين الإختبار على نحو متزايد أية أنواع أسماك سوف يسمح بإستزراعها وفي أية مواقع والمحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية هي أحد العوامل هنا. الخيارات الأربعة، من أجل زيادة التقييد الوقائي من أجل تحقيق أهداف المحافظة، هي: ١. الترخيص بإستزراع أي نوع من الأنواع الأسماك؛ ٢. الترخيص فقط لزراعة أنواع الأسماك المحلية؛ ٣. الترخيص فقط بإستزراع السلالة من الأنواع المحلية التي تعد نموذجاً لهذا الموقع - مع الأخذ بعين الإعتبار، أن سلالة (سلالات) الأسماك المستزرعة ستصبح قريباً مختلفة وراثياً عن السلالة (السلالات) البرية المحلية؛ ٤. حظر كل تربية الأحياء المائية. من الصعب الإختيار من بين هذه الخيارات. مكاسب تطوير تربية الأحياء المائية يجب أن تكون متوازنة مع الخسائر والتغييرات في الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية والتنوع البيولوجي والموائل الأخرى. النهج الموصى به هنا هو إتباع البنود العامة الواردة في المدونة للسماح بتطوير تربية الأحياء المائية الرشيد فقط، مما يدل على الإعداد والسعي إلى تحقيق أهداف المحافظة على الطبيعة، بما في ذلك المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، حماية مصالح القطاعات الأخرى. أخذ وجهة منظور بين القطاعات هو المفتاح لتحقيق التوازن بين التطوير والمحافظة. حتى عندما يقتصر على عدد قليل من القطاعات - على سبيل المثال، تربية الأحياء المائية والمحافظة على الطبيعة وإدارة الموارد المائية - منظور بين القطاعات هنا يفيد تلك القطاعات وغيرها من التي تعتمد على النظم الإيكولوجية المائية والخدمات الصحية.

أصحاب المصلحة في هذه القطاعات وغيرها ينبغي أن يجتمعوا ويناقشوا ويتوصلوا إلى توافق متوازن، يقوم على التنازلات والتضحيات المتبادلة المتفق عليها وتقاسم المنافع. هذا سيكون صعباً في كثير من الأحيان، لأنه من الناحية التاريخية، فإن العديد من مؤسسات تربية الأحياء المائية والمحافظة كانت منفصلة عن تطوير تربية الأحياء المائية والإشراف المتواصل بشكل مستقل عن الإعداد والسعي لتحقيق غايات المحافظة. المؤسسات المعنية بما بين القطاعات ليست متطورة بما يكفي، على الرغم من أن إنشاءها مشار إليه في المدونة لتعزيز المسؤولية في تربية الأحياء المائية. ولذلك، فإن تطوير مؤسسات معنية بما بين القطاعات، للعمل من أجل التآلف بين تربية الأحياء المائية والمحافظة والقطاعات الأخرى، يجب متابعته على وجه السرعة. يجب الحفاظ على المنظور بين القطاعات ليس فقط قبل وأثناء تطوير تربية الأحياء المائية، بل أيضاً من خلال الرصد المستمرة وغير المحدودة للإستزراع المائي وعلاقاته فيما بين القطاعات. هذا معترف به أيضاً في المادة ٧-٦-٨ التي تقضي بأن "ينبغي أن تظل تدابير المحافظة والإدارة وتفاعلاتهما المحتملة قيد الإستعراض المستمر".

التوأمة بين التطوير والإشراف على تربية الأحياء المائية مع إتخاذ التدابير للرصد والمحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، موصى بها كوسائل منطقية لضمان الإستخدام المستدام والمحافظة الطويلة الأجل للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية.^{١١٥} التوأمة تتطلب تقسيم المناطق التي تم تعيينها للإستزراع المائي، ومناطق المحافظة، التي هي خارج حدود ومعزولة تماماً عن تربية الأحياء المائية ومياه مزارع الأسماك، بالإضافة إلى آثار قطاعات اخرى معرقله. في مناطق تربية الأحياء المائية الحسنة الإختيار، هناك خيار واسع من الأسماك التي يمكن زراعتها، شرط المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية بشكل كامل في مناطق التوأمة المحافظة، مثل المحميات الطبيعية والمواقع المقدسة. لكن التوأمة هي أكثر من مجرد التقسيم إلى مناطق منفصلة للإستزراع المائي والمحافظة علي الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية. يجب أن تشمل المشاركة في صنع السياسات والعمل المتكامل والرصد المشتركة وخاصة التمويل المشترك، مع كل من القطاعات المتقدمة بشكل مترابط. الإستعمال والمحافظة في ذلك الحين تصبحان أهداف إدارة متوأمة ويشترك في تمويلهما بإستمرار بعد ذلك.

مناطق المحافظة التي تتلاءم مع معايير صارمة معرفة هنا للتوأمة لن تكون متاحة دائماً. العديد من المحميات الطبيعية والمناطق المحمية المائية وإن كانت تفتقر إلى العزل عن تأثيرات تربية الأحياء المائية وصيد الأسماك وغيرها من القطاعات وتسمح أحياناً بالإستخدام الرشيد لمواردها المائية الحية، بما في ذلك صيد الأسماك، وتلعب دوراً حيوياً في المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR).^{١١٦} حيث، رغم بذل قصارى الجهود، فقد ثبت أنه من المستحيل تحديد وإنشاء واحد أو أكثر من مجالات المحافظة في نظام بيئي معين، مثل مناطق المستجمعات المائية أو الساحلية، وذلك بسبب الظروف التاريخية أو الإيكولوجية والاجتماعية الحالية، مفهوم التوأمة يمكن توسيعه ليكون وطنياً ودولياً. الشرط الرئيسي في تطوير تربية الأحياء المائية في أي مكان، الذي

^{١١٥} بولين، ر.س.ف. في الصحافة. Aquaculture and conservation of fish genetic resources: twinning. Pioneering Fish Genetic Resource Management ، objectives and opportunities and Seed Dissemination Programmes for Africa: Adapting Principles of Selective Breeding to the Improvement of Aquaculture in the Volta Basin and Surrounding Areas. CIFA Occasional Paper No. 29. المنظمة: أكرا، غانا.

^{١١٦} إتفاقية رامسار بشأن الأراضي الرطبة (www.ramsar.org)، والأفرقاء التي تأخذ بعين الإعتبار وجود عشائر أسماك هامة كمعيار لتحديد مواقع رامسار.

يمكنه أن يؤثر سلباً على سلامة الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، مرتبط بالمحافظة في الموقع الطبيعي وخارج الموقع الطبيعي المكمل لتلك الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية في مكان ما.

٩-٤-٤ المحافظة في الموقع الطبيعي الطبيعي

من المتعارف عليه، أن التباينات الواضحة والسلالات وتكاثر النباتات المزروعة والأسماك المستزرعة والمخزون الحيواني تسمى الموارد الوراثية في الموقع الطبيعي عندما تكون في مزارع تكون هي محيطها الطبيعي. أقاربها البرية الحرة في الطبيعة تدعا أيضاً الموارد الوراثية في الموقع الطبيعي. حسن إدارة المناطق المائية المحمية هي بنوك جينات في الموقع الطبيعي للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية (الفصل ١٠)، على الرغم من أنه في الكثير من الأحيان لا يتم الاعتراف بدورها وإدارتها وكثيراً ما تفتقر إلى جمع واستخدام بيانات علم الوراثة الكافيين. الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية في مواقعها الطبيعية توجد فقط في الموائل الطبيعية أو غير المستغلة نسبياً.

الشرطان الرئيسيان للمحافظة في الموقع الطبيعي على أي عشيرة في الحياة البرية في أي منطقة محمية هما: (أ) الحفاظ على الحجم الوراثي الفعال للعشيرة، مثل عدد أصول التكاثر الفعالة (N_e)، وذلك لتجنب تدهور التهجين الذاتي وفقدان التباين الوراثي الذي بدونه، تكون العشائر الصغيرة المنعزلة دائماً عرضة للخطر (انظر أيضاً الفصل ٣)؛^{١١٧} و(ب) إيلاء نفس الإهتمام لإدارة موائلها، وذلك لمنع تدهورها أو خسارتها. في حال عدم نجاح هذا الأخير، فإن الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) المستهدفة للمحافظة ستتغير أو ستفقد. الوجود المستمر وسلامة المياه والعشائر البيولوجية التي تستضيف الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية معينة يجب أن تكون مضمونة، في مواجهة التحديات من خلال، تغير المناخ وبناء السدود والجفاف والفيضانات وإدخال الأنواع الغريبة والأمراض والصيد الجائر والتلوث والإطعام واستخراج المياه. في هذا الصدد، المحافظة في الموقع الطبيعي على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية تواجه نفس قيود كل أنواع المحافظة الطبيعية، ولكن التهديدات التي تتعرض لها الأسماك البرية، وخاصة أسماك المياه العذبة والأسماك الكثيرة الإرتحال، هي أكبر من التهديدات المعرضة لها جميع فئات الفقاريات الأخرى المستخدمة كطعام للبرشر.

لا ينبغي التخلي عن المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية المهددة بالإنقراض والهامة في الموقع الطبيعي لأن العشائر التي لا تزال موجودة لهدف المحافظة لديها N_e منخفض. المجموعات الصغيرة من

^{١١٧} فراهم، ر. ١٩٩٥. Conservation genetics. Annual Review of Genetics. ٢٩ : ٣٠٥-٣٢٧.

الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية المحفوظة في الموقع الطبيعي تساهم في الجهود الشاملة للمحافظة على أنواع معينة لها أهمية خاصة، حيث أنها تمثل أمثلة نادرة أو متبقية وحيدة من مجموعة مميزات وراثية للعشائر المحلية، مثل السلالات التي تعيش في الأنهار أو البحيرات. المحافظة في الموقع الطبيعي على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية لها تكاليف تشغيلية ومناسبتية، ويجب أن يعترف ويشارك فيها المستفيدون من القطاعين العام والخاص.

واحدة من القضايا الرئيسية بالنسبة لكل الموارد الوراثية البرية في الموقع الطبيعي، بما في ذلك الموارد الوراثية للأسماك (FiGR)، يتمثل في كيفية ضمان الجمع الرشيد من الطبيعة، ولا سيما تجنب الإفراط في الجمع الزائد وغير المصرح به، وتبادل هذه الموارد واستخدامها العادل بعد ذلك. في عام ١٩٩٣، تفاوضت الدول الأعضاء في المنظمة على مدونة سلوك دولية لجمع المادة الوراثية النباتية ونقلها.^{١١٨} والأهداف التي يمكن أن تطبق على جميع الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية. الإتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي^{١١٩} - وخاصة مواد: ٨، بشأن المحافظة على الموقع الطبيعي، وخصوصاً ٨ ك، التي تنص على التقاسم العادل للمنافع؛ ١٥، بشأن الحصول على الموارد الوراثية؛ ١٧، على تبادل المعلومات؛ و١٨ على التعاون التقني والعلمي - والعديد من العقود الدولية والوطنية الأخرى تقدم إدارة لكل أنواع التنوع البيولوجي، بما في ذلك ضمناً الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية في مواقعها الطبيعية، ولكن حتى الآن تم تطبيقها على نطاق واسع بالموارد الوراثية البرية الأخرى، وخاصة في الأقارب البرية للنباتات المزروعة.

٩-٤-٥ المحافظة خارج الموقع الطبيعي

المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) كأسماك حية يسمى المحافظة داخل الحيوان. كل المحافظة في الموقع الطبيعي للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية هي داخل الحيوان، كعشائر الأسماك من مختلف الأحجام. المحافظة خارج الموقع الطبيعي للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية يمكن أن تكون إما داخل الحيوان كأفراد أو عشائر محفوظة في المؤسسات البحثية وأحواض تربية الأسماك، أو في المختبر كالحیوانات المنوية المحفوظة بالتجميد، وندراً كأجنة وأنسجة تحتوي على الحمض النووي. المحافظة خارج الموقع / في المختبر على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية كالحیوانات المنوية المحفوظة بالتجميد هي حتى الآن أهم

^{١١٨} المنظمة. ١٩٩٤. مدونة سلوك دولية لجمع المادة الوراثية النباتية ونقلها. المنظمة: روما، إيطاليا. صفحة ٢٠.

الوسائل التكنولوجية المتاحة (الفصل ١٠). غياب تكنولوجيا مشابهة للمحافظة على المادة الوراثية للبيوضات والأجنة لجميع الأسماك المستزرعة وأغلبية اللاقاريات المائية المستزرعة يعني أن الحيوانات المنوية المحفوظة بالتجميد لا يمكن أن تستخدم إلا لإخصاب البيوضات من الإناث الحية. ومع ذلك، حفظ الحيوانات المنوية بالتجميد ما زالت وسيلة مهمة جداً للحفاظ على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، وخاصة الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية مهددة بالإنقراض، وكذلك لتوفير الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية في برامج التربية والبحوث ذات الصلة.

المحافظة خارج الموقع / في الحيوان على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية. في مجموعات البحث وأحواض تربية الأسماك، تواجه نفس القيود ككل أهداف المحافظة بالتكاثر في الأسر في حدائق الحيوان وغيرها من المنشآت: خصوصاً، العشائر التي ربيت في الأسر تصبح مختلفة وراثياً عن أقاربها البرية، والمرافق المتوفرة في كثير من الأحيان تقيد حجم العشائر الفعال (N_e) وتأمين التمويل غالباً ما يكون محدوداً. الشراكات بين القطاعين العام والخاص يمكن أن تساعد على تعبئة المزيد من الموارد للمحافظة خارج الموقع الطبيعي على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، وتقاسم التكاليف والفوائد، على الرغم من أن التمويل العام عادة ما يأخذ زمام المبادرة. مجموعات خارج الموقع / في الحيوان للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية يتم الاحتفاظ بها لأغراض بحثية بتمويل من العديد من المنظمات العامة وخاصة الجامعات وكذلك من قبل القطاع تربية الأحياء المائية الخاص. الأحواض العامة والخاصة هي أيضاً بنوك لجينات الأسماك في الحيوان وبعض من أسماكها يمكنها أن تكون الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) في تربية الأحياء المائية. يجب إدارة خارج الموقع / في الحيوان في مجموعات من الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية بحيث تتم المحافظة عليها وراثياً كأقرب ما يمكن من النوع البري، وللتقليل من الخسائر في التباين الوراثي (الفصل ٣ و ٤ و ١٠).

المحافظة خارج الموقع الطبيعي على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية ينبغي أن تعتبر أولاً مكملة للمحافظة في موقعها الطبيعي، مع التركيز الكبير على هذه الأخيرة. مع ذلك، حيث يوجد القليل أو لا يوجد على الإطلاق، من العشائر الحرة الكامنة التي يمكن الوصول إليها ولها موارد وراثية للأسماك (FiGR) هامة لا تزال قائمة، فالمحافظة خارج الموقع تصبح النهج الرئيسي أو الوحيد لضمان المحافظة الطويلة الأجل عليها ومدى توافرها. على النحو الموصى به أعلاه، وللمحافظة في الموقع الطبيعي، كل الجهود للحفاظ على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية مهددة بالإنقراض والمهمة خارج الموقع هي قيمة وتسهم في المحافظة الشاملة للتنوع الوراثي لنوع معين. كما هو الحال في المحافظة على الحيوانات النادرة في حدائق الحيوان، وجمعيات

تكاثر السلالات النادرة، ينطبق هذا حتى حيث المادة الوراثية المجمدة لا تمثل سوى عدد قليل من الأفراد أو العشرات وحيث العشائر *داخل الحيوان لها* (N_e) منخفض.

أينما تم الإضطلاع بتطوير تربية الأحياء المائية والمحافظة علي الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية للإستزراع المائي، ينبغي إتخاذ التدابير المتزامنة بشكل ضروري للمحافظة الحالية والمتوقعة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، *في الموقع الطبيعي وخارج الموقع الطبيعي*. نهج التوأمة موسى به هنا مرة أخرى، مع التطوير المؤسسية المناسبة وبناء القدرات من أجل أساليب المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) *في كل من الموقع الطبيعي وخارج الموقع الطبيعي*.

٩-٥ المعلومات

معلومات دقيقة ومحدثة لها أهمية قصوى بالنسبة للإدارة الفعالة للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية. لتقسيم فعّال للإستزراع المائي *والموقع الطبيعي* للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية في مناطق المحافظة، الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية يجب أن تكون موثقة بالكامل، بما في ذلك التوصيف الوراثي قدر الإمكان. فقط مع مثل هذه المعلومات يمكن أن تكون الأولوية للمحافظة. بعد ذلك، لا يزال يجب جمع المعلومات لرصد حالة العشائر *في الموقع الطبيعي*، وحيث تنطبق، الجهود التكميلية للمحافظة *في خارج الموقع الطبيعي*. وينبغي أن يتم تقاسم هذه المعلومات ونشرها في مجموعة متنوعة من الأشكال مثل قواعد البيانات الوراثية والمجلات العلمية ومصادر الوصول المفتوحة على الإنترنت. القاعدة السمكية^{١٢٠} هي مثال جيد لنظام المعلومات التي يمكن إستخدامه لتسجيل ونشر هذه المعلومات، من محتوياته الخاصة التي تتصل بالموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية ومن الروابط بقواعد البيانات الأخرى ذات الصلة. برنامج تحديد الأنواع في المنظمة^{١٢١} وصحيفة وقائع تربية الأحياء المائية^{١٢٢} تحتوي على أوصاف تصنيفية، على أساس الصرف، مع بيانات وراثية محدودة فقط. ومع ذلك، نظم المعلومات للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية وغيرها من المرجح أن تتغير بفعل نمو نطاق هذه المعلومات وزيادة الطلب عليها. توجيهات بشأن التطورات الجديدة في الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) يمكن الحصول عليها من لجنة المنظمة المعنية بالموارد الوراثية للأغذية والزراعة. وعلاوة على ذلك، مع

^{١٢٠} www.fishbase.org

^{١٢١} http://www.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=org&xml=sidp.xml

^{١٢٢} http://www.fao.org/fi/website/FISearch.do?dom=culturespecies

تطبيق علم المحافظة الوراثية على نحو متزايد لطائفة واسعة من الأنواع، والمعلومات عن الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية متاحة بشكل متزايد من منظمات المحافظة على الطبيعة وطنية كانت أم إقليمية أم دولية.

قوائم الجرد الوطنية والمحلية، مثل القوائم وقواعد البيانات الإلكترونية للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية ينبغي أن تنشأ من منظور شامل، لتشمل كل عوائل الأسماك التي تعيش حرة - الأسماك البرية والسائبة وغيرها - وأفرادها التي يمكن الوصول إليها، والأشجار، والحمض النووي والجينات. هذا النهج يقر بأن البرية هي سمة نسبية. وينبغي أن تتضمن قوائم الجرد لكل عشيرة، وللأشكال الأخرى للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية: بشكل دقيق ومحدد وموثوق (وحيثما ينطبق ذلك إختلاف النوع نفسه)، تعريفاً وتحديداً للمسميات العلمية، إشارات إلى مصادر المعرفة والمسميات المحلية والأصلية، والخصائص المميزة، وبيانات التوصيف الوراثية، وحالة المحافظة، وتاريخ إستخدامها في تربية الأحياء المائية والتحديات الرئيسية.

إدارة مواقع محددة للمواقع الطبيعية في الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية يتطلب مصادر أوسع للمعلومات وأدوات للتخطيط لأنها تتضمن كلا من إدارة الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) في حد ذاتها، وإدارة موائلها. لذلك يجب أن تكون المعلومات مستمدة من جميع القطاعات التي يمكن أن تكون لها آثار سلبية على الجيل اللاحق، بما في ذلك كل التغييرات المحتملة لمستجمعات المياه المحيطة أو المنطقة الساحلية وخصوصاً أية تغييرات مرتقبة في كمية ونوعية المياه. وبعض الأساليب التي ستطبق هنا، مثل نظم المعلومات الجغرافية قد أنشأت منذ فترة طويلة، على الرغم من أن تطبيقها في مجال علم المحافظة الوراثية هو جديد نسبياً. إدارة الموائل الطبيعية على وجه التحديد للمحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) هي أيضاً جديدة نسبياً، ونشر المعلومات حول التجارب والمبادئ التوجيهية محدودة. الممارسة الطبية تواجه حالة مشابهة في السعي لتجميع ونشر المعلومات الحديثة من أجل إتخاذ تدابير فعالة بالحد الأقصى، وتم الإقتراح أن المحافظة يمكنها أن تتعلم من بعض مناهج معالجة المعلومات^{١١٣}.

مصادر المعلومات عن أنواع مختلفة من موائل الأسماك، هي عموماً أقل تطوراً من تلك التي لبيولوجيا الأسماك، ويكون لكل حالة فردية من موائل الأسماك والموارد الوراثية لأسماكها (FiGR) البرية بعض السمات الفريدة.

^{١١٣} فازي، ج.، سالزبوري، ج.، جي. لندنماير، د.ب. مايندونالد، د.، ور. دوغلاس، عام ٢٠٠٤. Can methods applied in medicine be used to summarize and disseminate conservation research?

الحاجة إلى فهم إيكولوجيا موائل الأسماك، هي مطلب رئيسي للمحافظة^{١١٤} والنصيحة من علماء البيئة المائية التي يمكن تطبيقها في إدارة الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية في مواقعها الطبيعية آخذة في الازدياد. مثال جيد هو قائمة المواقع التي يقوم بتحليلها الطريق الإيكولوجي، والتي اكتملت بصورة معلومات لإدارة النظام الإيكولوجي القائم^{١١٥}. مشورة الخبراء بشأن المعلومات اللازمة لإدارة الموائل في المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية يجب أن تلتزم من علماء البيئة المائيين والجغرافيين المحترفين. حيث من الصعب الحصول على مثل هذه المشورة، يمكن أن تلتزم في المقام الأول من الإتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN).

٩-٦ تربية الأحياء المائية للمحافظة على الأسماك المهددة بالإنقراض

المصطلح معرضة للخطر يستخدم هنا بمعناه الواسع، ويشمل الأنواع المدرجة في إتفاقية التجارة الدولية للأنواع المهددة بالإنقراض،^{١١٦} كل الأنواع المصنفة كمهددة بالإنقراض في القائمة الحمراء في الإتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) (حيث يتم تعريف ثلاث فئات فرعية - الضعيفة والمعرضة للخطر، والمهددة بالإنقراض)،^{١١٧} وجميع الأنواع والأصناف الأخرى التي يطلق عليها مصطلح مهددة بالإنقراض في التشريعات الوطنية. القوائم العالمية مهمة، ولكن ينبغي أيضاً أن تقدم قوائم على المستوى الوطني أو المحلي للأنواع المهددة بالإنقراض والتي هي مهمة محلياً والتي قد تكون معرضة للخطر. صانعو القرار في تربية الأحياء المائية يمكنهم طلب مثل هذه القوائم من مصايد الأسماك الوطنية أو ضباط البيئة. الإستراتيجيات الرئيسية للمحافظة على جميع الأنواع المهددة بالإنقراض هي لحماية وإعادة تأهيل بيئاتها الطبيعية من التدهور ولحماية عشائرها من التأثيرات الضارة.

يمكن استخدام التكاثر في الأسر أيضاً لزيادة العشائر المتبقية في البرية، وحيث هناك إنقراضات محلية، للإدخال من جديد.^{١١٨} عند تطبيقها على الأسماك المهددة بالإنقراض، يمكن أن يطلق عليها مصطلح المحافظة في تربية

^{١١٤} رايس، وجي. ك. ٢٠٠٥. Understanding fish habitat ecology to achieve conservation. Journal of

Fish Biology، ٦٧ (الملحق ب) : ٢٢-١.

^{١١٥} www.ecopath.org

^{١١٦} www.cites.org

^{١١٧} الإتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN). IUCN Red List Categories. ١٩٩٤. الإتحاد الدولي لصون الطبيعة

(IUCN) غلاند، سويسرا. ٢١ ص.

^{١١٨} الإتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN). IUCN Guidelines for Re-introductions. ١٩٩٨. الإتحاد الدولي

لصون الطبيعة (IUCN)، غلاند، سويسرا وكامبريدج، المملكة المتحدة. ١٠ ص.

الأحياء المائية، لكن يجب دمج تدخلاتها في إستراتيجية شاملة لإدارة الموارد التي تشمل، في جملة أمور، مجالات المحافظة وإدارة مصائد الأسماك، والإدارة الجيدة للوصول إلى الموارد الطبيعية. إستخدام التكاثر في الأسر وإنتاج بذور التفريخ للمساعدة في المحافظة واستخدام مجموعة واسعة من الأسماك مهددة بالإنقراض. بما في ذلك: أسماك السلور العملاقة في نهر الميكونج وأسماك الماسير والمحار العملاق وأسماك الزينة مثل الأسماك العظمية اللسان (arowana) والسمك المجذافي وسمك الحفش وعدة أنواع وأنواع فرعية ونماذج من السلمون والسلمون المرقط.

لدى العديد من الأحواض العامة بعض الأسماك المهددة بالإنقراض بين مجموعاتها، ولكن الجهود الكبيرة لحداث الحيوانات، للتكاثر في الأسر للمساعدة على المحافظة على الحيوانات المهددة بالإنقراض، ولاسيما الطيور والثدييات، لم تواكبها جهود مماثلة بالنسبة للأسماك. وقد تم نشر المبادئ التوجيهية للتكاثر في الأسر كوسيلة مساعدة للمحافظة على أنواع الأسماك المهددة بالإنقراض^{١١٩}. كما هو الحال مع تربية الأسماك البرية خارج المواقع الطبيعية، فإن المبدأ الرئيسي للتكاثر في الأسر في حالة المساعدة على المحافظة على الأسماك المهددة بالإنقراض هو المحافظة الوراثية لمخزون التفريخ ونسله بأكبر قدر ممكن من أنواع العشائر البرية التي يجري تعزيزها أو إعادة تأسيسها (الفصل ٣). ومع ذلك، يمكن أن تكون الحالة خطيرة جداً للأسماك المهددة التي هي قريبة من الإنقراض، لدرجة أن أي تكاثر في الأسر، حتى ولو كان يساوم على هذه الأهداف الوراثية ويعتمد على عدد تكاثر فعّال (Ne) منخفض جداً، أفضل من لا شيء.

٩-٧ ملخص

الموارد الوراثية للأسماك البرية (FiGR) تمثل الغالبية العظمى من التنوع الوراثي المتاح من أجل المزيد من التدجين والتحسين الوراثي للأسماك المستزرعة.

الكثير من الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية مهددة بالإنقراض أو التغيير الوراثي. الأقارب البرية لأنواع المستزرعة والأنواع المائية الممكن إستزراعها يجب أن تقدر ويقدم لها الحماية وذلك لضمان توافرها في المستقبل لإستخدامها في تربية الأحياء المائية.

^{١١٩} هنتلي، رفا؛ لانجتون، ر.و. ١٩٩٤. Captive Breeding Guidelines. شبكة المحافظة المائية المحدودة، أوتاوا،

مع الاعتراف الكافي بقيمة الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية وتقاسم التكاليف والفوائد المترتبة على المحافظة عليها، لا يزال هناك وقت وفرص للإستزراع المائي لتجنب الخسائر في الموارد الوراثية البرية في النطاقات التي شهدناها في قطاعي الثروة الحيوانية والمحاصيل.

ينبغي الاعتراف بالمحافظة في الموقع الطبيعي على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية كجزء من قطاع المحافظة على الطبيعة، وينبغي متابعتها من خلال العمل والتعاون بين القطاعات.

المحافظة خارج الموقع الطبيعي للموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية لإستكمال الجهود المبذولة في الموقع الطبيعي للإستزراع المائي هو خيار مهم والتكاثر في الأسر يمكن أن يساعد في المحافظة على بعض الأسماك المهددة بالإنقراض.

المعلومات الدقيقة والحديثة المتعلقة بجميع جوانب إدارة الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، هي ذات أهمية قصوى.

ينبغي إيلاء المحافظة على الموارد الوراثية للأسماك (FiGR) البرية، الأهمية الكافية في مخصصات التمويل وتقاسم الموارد الطبيعية مع القطاعات الأخرى.

١-١٠ مقدمة

بنك الجينات هو مجموعة موارد جينية مدارة. بنوك الجينات ضرورية كلما كانت الموارد الوراثة الأساسية للإستزراع وحصاد الحيوانات والنباتات، مهددة بالإنقراض. في حين أن التقنيات الوراثة الحديثة تجعل من الممكن حفظ أي أنسجة نباتية أو حيوانية تحتوي على الحمض النووي، معظم بنوك الجينات هي إما مجموعة من الكائنات الحية الكاملة وخلاياها التناسلية أو مراحل العمر المبكرة. إشارة جيدة أن مجموعة هي بالفعل بنك هي إمكانية السحب منها. التكنولوجيات المستخدمة للعمل البنكي للجينات المائية يمكن أن تنطبق على الصناعة (مجموعات مخزونات التفرخ، والتنقيب عن مادة وراثية جديدة) بما أنها وسائل حفظ تقليدية.

٢-١٠ بنوك الجينات في الموقع الطبيعي وخارج الموقع الطبيعي

بنك الجينات يمكن أن يكون في الموقع الطبيعي أو خارج الموقع الطبيعي، التمييز يستند إلى حد كبير على الموقع المادي. البنوك خارج الموقع الطبيعي، والتي يمكن أن تكون مجموعات من الحمض النووي أو الجينات أو خلايا وحيدة أو البذور أو الكائنات كاملة، تكون نائية عن موائل الكائن الطبيعية أو المستزرعة، وهي النوع الأكثر شيوعاً في بنوك الجينات والأكثر إلفة للعامة. البنوك في الموقع الطبيعي هي عشائر من الكائنات المحمية في بيئتها الطبيعية أو في الموائل حيث تستزرع؛ وهي أقل شيوعاً من البنوك خارج الموقع الطبيعي، لكنها قد تكون أكثر قبولاً لدى الوكالات والعامة (انظر الفصل ١٢). في حين أن إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD) تنظر إلى البنوك خارج الموقع الطبيعي على أنها "مكملة" لتلك التي في الموقع الطبيعي وكلاهما مذكور بشكل واضح في كل من المواد ٧-٢-٢ و ٩-٣-١ (بنوك في الموقع الطبيعي وخارجه) و ٩-٣-٥ (بنوك خارج الموقع الطبيعي) مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد (CCRF). ولهما نفس القدر من الأهمية للموارد الوراثة المائية.

البنوك الوراثة للكائنات المائية هي أحدث من بنوك البذور ومراكز إخصاب المخزون الحيواني المألوفة لدى الكثير من الناس. الفرق الأكبر هو أنه، خلافاً للنباتات والحيوانات المدجنة، الكائنات الحية المائية لا تزال تأسر من النظم الإيكولوجية البرية أو من المخزونات المستزرعة، لذلك فإن الحفاظ عليها في بنوك الجينات ينبغي

^{١٣} بمساهمة براين هارفي.

أن يشمل الحفاظ على الموائل الطبيعية (نظم تربية الأحياء المائية غير المهددة بالإنقراض بعد). فقدان الموائل يعني أن خيار بنك جينات في الموقع الطبيعي للأنواع البرية لم يعد موجوداً للعديد من النباتات البرية والحيوانات، ولكن لا يزال متوفراً بشكل كبير للأسمك والمحار والنباتات المائية. وبالتالي يجب على مديري بنوك الجينات المائية أن يكونوا واضحين حول إتساع نطاق الخيارات المتاحة للحفاظ على الموارد الوراثية المائية للأنواع المستزرعة، والتي يمكن أن تشمل البنك في الموقع الطبيعي ليس فقط مجموعة حية من صنف معين "على مستوى المزارع"، ولكن أيضاً جزء من موائل الأقارب البرية (الفصل ٩). في هذا الفصل، يتم درس فقط الخيار الأول في الموقع الطبيعي، وهو المحافظة على على مستوى المزارع.

١٠-٣ التاريخ

أولى بنوك الجينات للكائنات المائية كانت مجموعات صغيرة من الحيوانات المنوية المحفوظة بالتجميد التي جمعها الباحثون المهتمون بأنواع الأسماك البرية. المنفعة الأكثر وضوحاً لهم، كانت المحافظة على نتائج برامج التكاثر بتربية الأحياء المائية. العديد من المجموعات التي تلت ذلك كانت قصيرة العمر بسبب سوء تخطيط الإستثمار وضعف التكنولوجيا ونقص الشراء الحكومي. وهناك عدد من "بنوك الجينات الحية" (مرة أخرى، معظمها للأسماك) نشأت على شكل مجموعات مخزون التفريخ المأسور لمفرخات الدولة أو القطاع الخاص.

الآن، توجد مجموعات تدار خارج الموقع الطبيعي من المادة الوراثية للحيوانات البحرية والكائنات الحية الكاملة تحتفظ بها الدول والحكومات المحلية وشركات القطاع الخاص والأكاديميون والمنظمات غير الحكومية. بعضها جزء من جهود وطنية منسقة للمحافظة على الأصول الوراثية المائية. بينما البنوك خارج الموقع الطبيعي منتشرة على نطاق واسع، فمصلحتها وتقنياتها تحتاج إلى أن تكون موحدة وخطوط الإتصال قائمة. ينبغي السعي إلى الشراكات بين المجموعات التي تقوي بشكل كبير أي برنامج.

١٠-٤ التوجيه لبنوك حفظ الأمشاج والأجنة بالتجميد

بنك الجينات يمثل التزاماً طويل الأمد للحفاظ على البنية التحتية. على الرغم من السهولة النسبية لإنشاءها، من الصعب المحافظة على بنوك الجينات على مدى إطارها الزمني الطبيعي الذي يمتد لعقود. يمكن إستخدامها بنجاح على نطاق صغير (مثلاً، في مزرعة واحدة) ولكن نموذج المخزون الحيواني، والذي يستخدم التخزين

والسجلات المركزية (والممولة مركزياً) هو على الأرجح أفضل رهان على المدى الطويل. هذا النموذج المتعدد المستخدمين هو المدروس في المناقشة التالية.

الحيوانات المنوية لأنواع كثيرة من أسماك المياه العذبة قد تم حفظها بالتجميد بنجاح (مجمدة إلى أجل غير مسمى في النيتروجين السائل). خلايا الحيوانات المنوية للأسماك لها القليل من المشاكل التقنية الجدية، على الرغم من أن التقدم قد تم إعاقته بتدني نوعية المؤلفات العلمية حول هذا الموضوع، والتي يعكس محاولات تجريبية كثيرة تتم عن جهل بنظرية التبريد الحيوي. ينبغي أن يراجع الباحثون ومؤسسو بنوك الجينات المنشورات الحديثة^{١٣} للحصول على مزيد من التوجيه التقني المتعمق ويتم تشجيعهم على نشر خبراتهم على نطاق واسع، بما في ذلك مراجعة مطبوعات أقرانهم.

يتم تجميد الحيوانات المنوية للأسماك عامةً وتخزينها في قش من البلاستيك. يمكن الآن إتمام التجميد الفعلي باستخدام معدات محمولة منخفضة التكلفة. ليس من الممكن بعد تجميد بيض الأسماك. مع ذلك، تم بنجاح تجميد الحيوانات المنوية وخلايا البويضات لبعض أنواع المحار. اليرقات ذات المصراعين (المحار والبطلينوس والإسكالوب وبلح البحر) مناسبة للحفظ بالتجميد؛ العديد من برامج البحوث الوطنية حالياً تهدف لإنشاء بنوك وراثية لذات المصراعين. ينبغي لبنوك الجينات في الوقت الراهن أن تستهدف خلايا الحيوانات المنوية للأسماك وأخلايا بويضات ويرقات ذات المصراعين.

الحيوانات المنوية وخلايا البويضات واليرقات المحفوظة بالتجميد يتم تخزينها في النيتروجين السائل. ليكون التخزين آمناً ينبغي السعي للتعاقد مع مراكز إخصاب المخزون الحيواني لتقديم المساحة والقوى العاملة. النسخ في موقع آخر هو لمزيد من الحماية ولكنها عملية فقط للمجموعات الصغيرة. إذا كانت الأنواع التي يتم حفظها لم تحفظ بالتجميد من قبل، فإن التكلفة الرئيسية لهذا النوع من البنوك خارج الموقع الطبيعي هي في تطوير التكنولوجيا أو الحصول عليها؛ المصادر تشمل الباحثين الأكاديميين والحكوميين، على الرغم من أن بعض المزارع السمكية الخاصة قد استثمرت في صقل التقنيات الموجودة.

^{١٣} من الأمثلة الحديثة هو تيرش، ت.، ومازيك، ب. (نشرة). ٢٠٠٠. Cryopreservation in aquatic species. جمعية تربية الأحياء المائية في العالم، باتون روج. صفحة ٤٣٩.

١٠-٥ توجيهات بشأن بنوك الجينات الحية (مجموعات مخزون التفريخ)

مجموعات معزولة من سلالات أسماك التفريخ "النقية" كانت منذ فترة طويلة جزءاً من برامج تفريخ واسعة النطاق تنتج الأسماك للبيع الى المزارع الأخرى، للمحافظة ولإطلاقها في البرية. المتطلبات الرئيسية لهذا النوع من بنوك الجينات الحية أو أي نوع آخر من بنوك الجينات الحية هي المحافظة على المخزون وعلى تنوعه الوراثي. لا بد، مع ذلك، من تكاثرها، والذي يفرض قوات إنتخابية مما يؤدي حتماً إلى تباعدها عن حالتها البرية الأصلية (انظر الفصل ٣ و٩). التكاثر في الأسر لعشائر الأسماك المهتدة بالإنقراض قد أصبح عملاً مألوفاً لبنوك الجينات. يمكن المحافظة أيضاً على مجموعات مخزون التفريخ في مختبرات الأبحاث الأكاديمية والأحواض العامة.

١٠-٦ إدارة البيانات

في حين أنه يتم بذل الكثير من الجهود لتطوير برامج إلكترونية لإدارة بنوك جينات المخزون الحيواني والنباتي، والإنفاقات الدولية القائمة بشأن حث الجينات البنكية لتصل إلى درجة معقولة من التوحيد القياسي، فإن غالبية بنوك جينات الأسماك لا تزال تعتمد على وسائل بدائية لنظم حفظ السجلات على أساس برامج الجدولة الإلكترونية المنتشرة. معظم هذه الأنظمة المحلية تفشل عند طلب تقديم سجلات جيدة للسحوبات والتبادلات والاستبدالات؛ لا يمكن لأي من هذه البرامج إستيعاب النطاق الواسع من البيانات التي تحويها بنوك الجينات النباتية والمخزون الحيواني عادةً. في حين أن متطلبات بنوك جينات الأسماك ستختلف إلى حد ما اعتماداً على موقع ونوع البنك، البيانات التي يجب أن تحسب وعادة ما تشمل المصدر (ماذا الذي تم جمعه وأين ولمن وتحت أي تنظيم قانوني)؛ تحديد الهوية (الأنواع وحيثما أمكن الأصول الوراثية)، والإستخدام التالي (السحب وإعادة إيداع العينات، من قبل من، ولأي غرض).^{١٣٢}

^{١٣٢} حافظ الحيوانات المنوية - إدارة برمجيات بنك الجينات. ٢٠٠٥. الجمعية التعاونية لمصايد الأسماك في العالم، وفيكتوريا كولومبيا البريطانية، كندا. هذا هو الإصدار بيتا للبرنامج الإلكتروني لجينات الأسماك الذي يعالج جميع المجالات المتاحة للجمعية التعاونية لمصايد الأسماك في العالم (www.worldfish.org).

إذا كانت الموارد الوراثية المحفوظة بالتجميد، بالحاويات المناسبة يكون نقلها أسهل بكثير من نقل الموارد الوراثية الحية، لأي مسافة كانت. يجب أن يكون القائمون بالنقل على علم بالتشريعات الوطنية والدولية على الإدخال والتحويلات ومكافحة الأمراض.

عدد قليل من الحكومات، حتى الأعضاء في إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD) لديها سياسات لبنوك الجينات المائية. مع ذلك تركز إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD) على وجه التحديد تلك المبادئ التي تتطلب مثل هذه السياسة - وهي الوصول إلى الموارد الوراثية وتقاسم المنافع المتأتية منها. هذه المبادئ تؤثر على كل المجموعات التي قد تكون مهتمة ببنوك الجينات: مثل المجتمعات وصناعة تربية الأحياء المائية المجموعات المحلية والمنظمات غير الحكومية ومصايد الأسماك ووزارات البيئة. يمكن أن يصبح قريباً من الصعب سياسياً أو قانونياً الوصول إلى الموارد الوراثية، وخصوصاً تلك التي أزيلت من بيئتها الطبيعية وتم تخزينها لإستخدامها لاحقاً. لذلك فعلى كل مجموعة من المجموعات أن تفهم سياسات المجموعات الأخرى المعنية، قبل الشروع في برنامج بنكي للجينات والتوصل إلى إتفاق مبدئي للوصول والتخزين وإستخدام تلك الموارد. لا يوجد حتى الآن أي شكل عياري أو عام لمبادئ محددة لمثل هذه الإتفاقات التي تخص الموارد الوراثية المائية.

إدارة الموارد ووكالات التطوير وخاصة الوكالات الدولية، ينبغي أن تعمل على توحيد المصطلحات والسياسات والتقنيات وحفظ السجلات، قد يكون هناك حاجة إلى تطوير سياسات إضافية في مجال إرتقاء توصيف الموارد الوراثية.

٨-١٠ إنشاء بنك للجينات المائية

أية مجموعة ترغب في إقامة بنك للجينات المائية خارج الموقع الطبيعي، عليها أن تتبع الخطوات التالية:

- العثور على مقر مؤسستي على المدى الطويل للبرنامج (مثل مصايد الأسماك أو وكالات الإستزراع) مقر مادي على المدى الطويل لتأمين التخزين (مراكز إخصاب المخزون الحيواني التابعة للدولة أو القطاع الخاص)؛

- تأمين التمويل القصير الأجل (مثل منح وكالات) لأغراض البحث والتمويل الطويل الأجل (الحكومة في المقام الأول) للتخزين الآمن؛
- الحصول على التكنولوجيا من الأوساط الأكاديمية أو الأبحاث الخاصة الممولة على النحو المبين أعلاه؛
- تدريب الموظفين الميدانيين بانتظام على التكنولوجيا وإدارة البيانات والتصاريف والتشريع؛
- إستطلاع ودمج في خطط إدارة بنك الجينات، كل أنواع التشريعات وأنظمة البيئة ومصائد الأسماك، بما فيها تلك المتعلقة بمكافحة الأمراض، ونقل الحيوانات الحية والأمشاج، والأنواع المهددة بالإنقراض؛
- وضع سياسات بشأن إقتناء وإطلاق المواد وخاصة فيما يتعلق بالوصول إلى الموارد الوراثية وتقاسم المنافع الناشئة عن إستخدامها؛
- إنشاء صلات لمقدمي البيانات المرتبطة بالإنضمام (مثل، تحليل الحمض النووي الحديث يسمح بمستوى عال من التوصيف للتركيبية الوراثية؛ نظام بنكي موحد للجينات المائية من شأنه دمج نتائج هذه التحليلات)؛ و
- وضع بيان بالمهمة وتوظيف متخصص في مجال الإتصالات لتعزيز أهداف وشروط الإستخدام وسياسات بنك الجينات مع جميع الشركاء.

لضمان سير عملية التطوير في تربية الأحياء المائية بطريقة رشيدة، يدعو المجتمع الدولي من خلال العديد من الحكومات الوطنية والمنظمات غير الحكومية وغيرها، إلى اعتماد نهج وقائي، على سبيل المثال إتفاقية التنوع البيولوجي (CBD) ومدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد التابعة للمنظمة.

كل تطوير لها أثر. المجتمع يرغب في الاستفادة من تطور التكنولوجيات الجديدة والأنواع المحسنة وراثياً للاستزراع، بينما وفي نفس الوقت يتوقع المجتمع الحماية من حكومته من أي آثار مضرّة لهذا التطور. تحقيق التوازن بين التقدم التنموي والتأثيرات الضارة الناجمة عن التقدم هو جوهر النهج الوقائي لإستخدام الأنواع المعدلة وراثياً (الفصل ٢) في تربية الأحياء المائية.

ما زال هناك مستوى عالي من الشك والنقاش حول إحتمال وحجم العديد من الآثار السلبية الناجمة عن الأنواع المعدلة وراثياً، على البيئة وعلى التنوع البيولوجي المائي. الفهم الحالي للكثير من الأنواع والنظم الإيكولوجية المائية والقوى التي لها تؤسّسها غالباً لا يكفي للتنبؤ بدقة عن كيفية إستجابة المجتمع البيولوجي أو النظام الإيكولوجي لإدخال الأنواع المعدلة وراثياً.

١١-١ نهج

النهج الوقائي الذي دعت إليه المنظمة وإتفاقية التنوع البيولوجي (CBD)، حيث ينص على أنه حيث هناك تهديدات بوقوع أضرار جسيمة أو لا رجعة فيها، يجب أن لا يستخدم نقص اليقين العلمي الكامل كسبب لتأجيل إتخاذ تدابير فعالة من حيث التكلفة لمنع التدهور البيئي. عناصر النهج الوقائي الموضوعة لمصايد الأسماك العادية والأنواع المدخلة^{١٣٤} تلي ذلك.

^{١٣٣} بمساهمة ديفين م. بارتلي.

^{١٣٤} المنظمة. ١٩٩٦. النهج الوقائي لمصايد الأسماك وإدخال الأنواع. المبادئ التوجيهية التقنية للمنظمة بشأن الصيد الرشيد رقم (٢). المنظمة، روما.

- ينبغي إنشاء نقاط مرجعية للمساعدة في تحديد الحالات المرغوبة والآثار غير المرغوبة، مثلاً إستهداف واحد من نقاط المرجعية. على سبيل المثال الإنتاجية القصوى المستدامة يمكن أن تعتبر نقطة مرجعية مستهدفة، حيث هروب عدد معين من الأسماك المستزرعة إلى البرية سيكون حد نقطة المرجعية. بعض النقاط المرجعية المحتملة مذكورة في الجدول ١١-١. ينبغي أن يضع مديرو الموارد القيم الكمية بالنسبة للنقاط المرجعية المدرجة في الجدول ١١-١.
- ينبغي تحديد النتائج غير المرغوب فيها، وكذلك التدابير التصحيحية أو الوقائية، بما في ذلك حظر أو التوقيف القصري للأنشطة التي تنطوي على مخاطر غير مقبولة أو لديها بالفعل آثار ضارة غير مقبولة. الإجراءات المتفق عليها مسبقاً، أو خطط الطوارئ ينبغي أن تنفذ في الوقت المناسب عند الإقتراب من حدود نقاط المرجعية، أو عندما تظهر التأثيرات الضارة. وبالتالي رصد مرافق تربية الأحياء المائية والأنواع المحلية والبيئة ضرورية لمعرفة متى يتم التوصل إلى نقاط المرجعية. هذه الإجراءات يمكن أن تشمل التحول إلى الأسماك العقيمة إذا كان التكاثر مع الأنواع المحلية هو المشكلة أو تغيير الاحتواء أو موقع المرافق. وبالعكس، إذا استخدمت تطبيقات إستزراع جيدة ولم يتم رصد أي آثار سلبية يمكن أن يخطط لاتباع النهج ذاته لتطوير إضافية.
- ينبغي إعطاء الأولوية للحفاظ على القدرة الإنتاجية للموارد عندما يكون هناك شك في أثر التطوير. في مصايد الأسماك العادية، هذا يعني أن تعطى الأولوية للمحافظة على الأرصدة أكثر من حصاد المخزونات عندما يكون هناك شك. ويمكن تعميم ذلك على تربية الأحياء المائية حيث ينبغي المحافظة على إنتاجية المخزونات المحلية عندما يكون هناك شك بالنسبة لمخاطر الأنواع المعدلة وراثياً التي تؤثر عليها سلباً. قد يتطلب هذا تحديد مواقع المزارع السمكية في المناطق البعيدة عن الموارد المحلية القيمة (الفصل ٩).
- الآثار المترتبة على التطوير ينبغي أن يكون عكسها ضمن الإطار الزمني من ٢ - ٣ عقود. كما أن هذا العنصر يجعل استخدام الأنواع المتناسلة القابلة للحياة المعدلة وراثياً في حالات كثيرة كغير إحترازي، على الرغم من ذلك يمكن اتباع نهج وقائي. الأنواع التي تم إدخالها للإستزراع المائي قد تأقلمت وأنشأت عشائر مكتفية ذاتياً في كثير من الحالات، والقضاء على مثل هذه العشائر (أي عكس الأثر) هو من الصعب أو المستحيل، ولا سيما في المناطق البحرية والمسطحات المائية الداخلية الشاسعة والأراضي الرطبة والنظم النهرية الواسعة النطاق.
- عبء الإثبات ينبغي أن يوضع وفقاً للمتطلبات المذكورة أعلاه، ومعيار الإثبات ينبغي أن يكون متناسباً مع المخاطر والفوائد (مثلاً مستوى أعلى من الإثبات سيكون مطلوباً عندما تكون المخاطر النسبية للفوائد مرتفعة). النهج الوقائي غالباً ما يؤخذ على أنه يعني أن عبء الإثبات يقع على

عاتق الذين يقترحون استخدام أو تطوير الموارد (مثلاً مرفق تربية الأحياء المائية يجب أن يثبت أن الأنواع المعدلة وراثياً لن يكون لها أي أثر سلبي). هذا هو نهج "مذنب حتى يثبت العكس". تطبيق هذا، في حالات حقيقية، معقد للغاية. جميع حالات السماح أو حظر أنشطة تربية الأحياء المائية يجب أن تقوم، بأكبر قدر ممكن، على أساس المعلومات والآراء العلمية السليمة.

الجدول ١١-١ نقاط المرجعية الممكنة لتطبيق نهج وقائي لإدارة الموارد الوراثية في تربية الأحياء المائية. T و L هما الهدف وتحديد نقاط المرجعية، على التوالي.

الهدف من إنشاء نقطة مرجعية	ما الذي يجب قياسه لنقاط المرجعية
وراثي	
لإنشاء مستوى مقبول من التهجين الداخلي (L)	معامل التهجين الداخلي (F) (الفصل ٣)
لإنشاء مستوى مقبول من تدفق/تنوع الجينات بين المخزون المستزرع والبري (L)	عدد الجينات المتبادلة للأسماك البرية والمستزرعة التغير في تردد الجينات في المخزونات البرية
لإنشاء عدد مقبول للأسماك التي ستستعمل كمخزون تفريخ (T)	حجم العشائر الفعال (Ne) (الفصل ٣) لمخزون التفريخ
لضمان منتج إستزراع عقيم	عدد الأسماك ثلاثية الكروموسومات في منتجات المفرخة
للمحافظة على الجينات النادرة بالإستزراع (T)	حجم العشيرة الفعال (Ne) (الفصل ٣) تردد الجينات في مخزونات المفرخة
وفرة المخزون المحلي	
لتقييم تأثير الهرب	عدد الأسماك الهاربة من الإستزراع نسبة الإنخفاض في الأسماك المحلية
لإنشاء مستوى التعرض للخطر (L)	إنخفاض حجم العشيرة خلال فترة معينة (مثلاً ١٠ سنوات أو ٣ أجيال)
لإنشاء آثار مصائد أسماك مقبولة (L و T)	معدل وفيات الصيد؛ الحد الأقصى للإنتاجية المستدامة
لإنشاء مستوى التعرض للإنقراض (L)	حجم العشيرة الفعال إحتمال الإنقراض خلال فترة معينة (مثلاً ٥ سنوات) تقلص حجم العشيرة (مثلاً من أجل تقليل حجمها على مدى فترة من الوقت)
مسببات الأمراض	
لمنع إنتشار الأمراض (L)	مستويات مسببات أمراض معينة في العشائر المستزرعة والبرية (وغالباً ما يتم تعيين الصفر كهدف ونقطة مرجعية للحد من مسببات الأمراض)

النهج الوقائي يقر الشك وينشئ آليات للتعامل مع المشاكل المحتملة. هذه الآليات قد تنطوي على جملة أمور منها سياسات وبرامج الإدارة وإدارة المخاطر ونظم الرصد والتغيرات في الإدارة أو التطوير على أساس الخبرة. وبالتالي، فإن هذا النهج فيه الكثير من القواسم المشتركة مع الإدارة التكيفية. الشرط المطلوب لإجراء تقييم الأثر البيئي أو متابعة مدونات التطبيق، مثل تلك التي وضعها الإتحاد الأوروبي^{١٣٥}، والمجلس الدولي لإستكشاف البحار واللجنة الاستشارية الأوروبية للمصايد الداخلية (ICES/EIFAC) (الفصل ٥) هي أجهزة وقائية ممتازة تساعد على تحديد ما إذا كان ينبغي الاضطلاع باستخدام الأنواع المعدلة وراثياً.

النهج الوقائي هو العمل في مواجهة الشك، قبل ومن خلال التطوير. هذا النهج لا يدعو الى تقليل الأبحاث أو الجهد الممكن للحد من الشك. يجب اتخاذ الإجراءات اللازمة مع أفضل المعلومات العلمية المتاحة، وتحسين المعلومات العلمية المتوفرة.

تطبيق نهج وقائي يجب ان يزن المنافع والمخاطر (الفصل ٧). وهكذا، في المناطق التي تحتاج لزيادة البروتين أو زيادة الفرص الاقتصادية، تربية الأحياء المائية وإستخدام الأنواع المعدلة وراثياً يمكن أن يوفر منافعاً لا توفرها الأنواع الأخرى من الزراعة أو التطوير. وبالتالي، قد يكون هناك مبرر لمستوى أعلى من الخطر عندما تكون المنافع المتوقعة كبيرة لمنطقة فقيرة. مع ذلك، يجب درس إحتياجات الأجيال القادمة، لا سيما إذا كانت التدخلات قصيرة الأجل تشكل مخاطراً على الحفاظ على إتساع نطاق خيارات إتاحة التوافر وإستخدام الموارد الوراثية البرية والنظم الإيكولوجية المائية.

نهج وقائي لإستخدام الأنواع المعدلة وراثياً في تربية الأحياء المائية يتطلب تعبئة جهداً كبيراً في ما يخص إدارة ورصد والبحوث. النقاط المرجعية ستكون حاسمة، في الوقت الحاضر، فهي ليست متفق عليها على مستويات مقبولة من التنوع الوراثي أو بالنسبة لأعداد الحيوانات المستزعة الهاربة اللازمة لإحداث تأثيرات سلبية. ينبغي أن تسعى البلدان جاهدة لتطبيق النهج وتوفير المعلومات لصناع السياسة الوطنية للمنظمة بحيث يتم تقليل الشك، ويمكن الإستفادة من الدروس والمعلومات التي يمكن نشرها على جمهور أوسع نطاقاً.

^{١٣٥} تعليمات الإتحاد الأوروبي ٢٢٠/٩٠، حول إطلاق الكائنات المعدلة وراثياً في البيئة.

١٢-١ مقدمة

قبول المستهلكين للكائنات الحية المعدلة وراثياً من تربية الأحياء المائية أمر بالغ الأهمية لنجاح أي برنامج للتكاثر. لن يقر الناس فقط شراء المنتج المستزرع أم لا، بل يمكنهم أيضاً الضغط على واضعي السياسات مما يمكن أن يؤثر في التشريعات التي تحكم إستيراد وإستخدام الكائنات الحية المعدلة وراثياً.

توعية الجمهور غير مدروسة في مدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد (CCRF)، إلا بصورة عامة جداً. المادة ١٦-٦ المعنية بالمبادئ العامة توصي، "ينبغي للدول... تعزيز الوعي بالصيد الرشيد (بما في ذلك تربية الأحياء المائية) من خلال التعليم والتدريب...". القبول الشعبي للمنتجات المعدلة وراثياً أمر متزايد الأهمية في تربية الأحياء المائية، ودوره في سبل المعيشة وتأثيره المحتمل على البيئة. إتفاقية التنوع البيولوجي وجدول أعمال القرن ٢١ يقرآن بأن التوعية الشعبية حاسمة للتطوير المستدامة وللمشاركة الشعبية الفعالة في صنع القرار.^{١٣٧}

هذا الفصل ينبه صنّاع القرار ببعض القضايا حول العلاقات العامة. المشاكل تنجم عن نقص المعلومات أو إختلاف وجهات نظر. من الممكن تجنب هذه المشاكل إذا أنشاء المستخدمون ومدراء التكنولوجيا الوراثية خطوط إتصال مع أصحاب المصلحة - ومع بعضهم البعض. أهداف هذا الفصل هي إعلام صنّاع القرار ودعاة تطبيق التكنولوجيا الوراثية ببعض المسائل التقنية التي يمكن أن تؤثر على نجاح برامج إدارة الموارد الوراثية، واقتراح عناصر الإتصالات العامة أو إستراتيجية العلاقات العامة للمساعدة على نشر معلومات دقيقة.

^{١٣٦} بمساهمة ديفين م. بارتلي

^{١٣٧} ريموند، ر.د.، ١٩٩٩. Agricultural research and the art of public awareness. الصفحات ٢١٧-٢٢٤ في بولين، ر. س. ف.، د.م. بارتلي وج. كويمان (نشرة) Towards Policies for Conservation and Sustainable Use of Aquatic Genetic Resources. المركز الدولي لإدارة الموارد المائية الحية إعلان مؤتمر (ICLARM). ٥٩. ٢٧٧. ص.

هناك حاجة إلى إستراتيجية للإتصال للمساعدة على تشجيع الإستخدام الرشيد للتكنولوجيات الوراثة لأن المستهلكين والجمهور العام في معظم دول العالم لا يفهمون كيفية إنتاج غذائهم. الخلط بين المصطلحات، وإستخدامها بشكل متضارب، والإدعاءات المبالغ فيها بالنجاح أو بالكارثة والمواضيع المعقدة والمحاولات المتعمدة لإخفاء المعلومات أو التأثير على الرأي العام تزيد من إرتباك المستهلكين، وحتى إنعدام الثقة بالتكنولوجيات الوراثة. هذا أمر مؤسف للغاية لأن الإستخدام الرشيد للتكنولوجيا الوراثة الملائمة يمكن أن يكون مفيداً جداً للمستهلك وللبيئة.

إستراتيجية الإتصال ينبغي أن تكون محددة الأهداف ولها جمهور مستهدف. النهج الناجح للإتصال هو "تأطير"^{١٣٨} منطقة الموضوع. تأطير يركز بشأن على أجزاء معينة من القضية (داخل الإطار)، في حين يحذف الجوانب الأخرى (خارج الإطار)، من أجل تحقيق الهدف وإكتساب الدعم من الجمهور (مثل المستهلك أو صانع السياسة). على سبيل المثال عند وضع إستراتيجية للترويج لقبول الأسماك المحسنة وراثياً، يمكن أن تدرج في إطار التوفير في التكاليف المتزايدة أو شراء الأسماك التي يمكن أن تنتج بكفاءة أكثر، وليس التركيز على التفاصيل التقنية للكيفية التي تم بها إنتاج الأسماك.

إستراتيجية الإتصالات قد تضطر إلى "إعادة تأطير" قضية عن طريق تغيير التركيز الحالي. على سبيل المثال قامت بعض المجموعات "بتأطير" تربية الأحياء المائية بأنه إستخدام لكثير من الأراضي والأسماك الطبيعية في إنتاج الغذاء من تربية الأحياء المائية. بالتشديد على تخفيض الإحتياجات من الأرض والأعلاف المرتبطة بالأسماك المنتجة المحسنة وراثياً من الممكن "إعادة تأطير" المناقشة في ضوء أكثر إيجابية (الجدول ١٢-١).

لا شيء من المذكور أعلاه يقترح أن يقوم المروجون لإدارة الموارد الوراثة بإخفاء، أو حجب أو تشويه المعلومات. ينبغي أن يكونوا نشطاء بنشر المعلومات الإيجابية والدقيقة عن مزايا إدارة الموارد الوراثة.

^{١٣٨} الملحق ٢: Sink or Swim: mobilizing key audiences through strategic communication.

سوزان هوكس وليز سكاتلون IMPACS، أيلول / سبتمبر ٢٠٠٦.
(worldfish.org/images-pdfs/Projects/sinkorswim.pdf)

العناصر الأخرى التي يمكن أن تساعد على تهيئة "الإطار" ترد أدناه.

١٢-٢-١ إعرف جمهورك

تعرف على جمهورك هي القاعدة الأساسية لتوعية الجمهور. "العام" يتألف من مجموعات متنوعة من العديد من المصالح المختلفة. هذه المصالح هي التي ستحدد مختلف إحتياجاتها من المعلومات. البحوث الإجتماعية الحالية قد أثبتت أن الناس كثيراً ما يتخذون القرارات ليس على أساس العلم أو المنطق، ولكن بناء على تصورات مسبقة راسخة وعلى مبادئ بسيطة للغاية. المستهلكون يريدون الشعور بالرضا على ما يشترونه، إما لأنه مفيد لصحتهم أو لأنه جيد للبيئة أو لأن له قيمة جيدة مقابل المال ومستزعو الأسماك يريدون الوصول إلى الأسواق المربحة وواضعي السياسات يريدون فعل ما هو أفضل بالنسبة للغالبية من ناخبهم.

المستهلكون سيتأثرون كثيراً بخفض الأسعار والجودة العالية للأسماك المحسنة وراثياً التي نمت بصورة أكثر كفاءة وأقل تأثيراً على البيئة. واضعو السياسات سيتأثرون بطلب المستهلكين والشركات المتنامي لهذه الصفات. نمو المنتجات "العضوية" للإستزراع ولصايد الأسماك المصدقة إيكولوجياً هي إشارة إلى أن المستهلكين يرغبون في شراء المنتجات التي قد تحد من الآثار البيئية، بالإضافة إلى إقتصادية المنتج.

لأن للمستهلكين مشاعر قوية يصعب تغييرها والقوانين الحالية يصعب تغييرها، ينبغي إجراء دراسات إستقصائية لضمان أن التكنولوجيا الوراثية المستخدمة في الإنتاج مقبولة من قبل المستهلكين ولن يكون هناك أي قيود قانونية أو تجارية. على سبيل المثال، أن يكون التهجين بين الأنواع المختلفة محظور أو يتطلب تصاريح خاصة في بعض المناطق. في الوقت الحاضر على الرغم من عدم وجود كائنات حية مائة معدلة وراثياً (GMO's) (أي الغيرة وراثياً) متاحة للمستهلكين، فمن المحتمل أن يتطور بعضها وتتم الموافقة عليها في المستقبل. وبالتالي، ينبغي قبول المستهلك والشريك التجاري لهذه التكنولوجيا قبل إستخدامها.

١٢-٢-٢ إقامة شراكات للمساعدة على تعزيز برامج الإدارة الوراثية

أنصار التكنولوجيا الوراثية في تربية الأحياء المائية سوف يحتاجون إلى الشراكة مع العديد من أصحاب المصلحة لضمان إعطاء فرصة لإستخدام التكنولوجيا بشكل رشيد وأن تكون مقبولة من جانب المستهلكين وصانعي السياسات (انظر أيضاً الفصل ٩ بشأن النهج المتعددة القطاعات). تربية الأحياء المائية يتعرض للإنتقاد

الجدول ١٢-١ "تأطير" الإدارة الوراثية في تربية الأحياء المائية يساعد في إبراز الجوانب الإيجابية لتعزيز قبول برامج التحسين الوراثي.

التركيز المقترح للإطار الجديد	"الإطار" الحالي المتعلق بالتكنولوجيا الوراثية
التكنولوجيات الوراثية فعالة من حيث التكلفة من خلال إنتاج كائن حي ينمو بشكل جيد ويستخدم مدخلات أقل. التكنولوجيات الوراثية يمكن أن تستخدم لإنتاج لون أو شكل معين من الأسماك من شأنه أن يدفع المستهلك لدفع ثمن أكبر.	التكنولوجيا الوراثية مكلفة
التكنولوجيات الوراثية تركز في كثير من الأحيان على أساس طرق تكاثر الحيوان التقليدية. وبيولوجيا التناسل للأسماك يجعل من السهل تطبيق التكنولوجيات الوراثية.	التكنولوجيات الوراثية معقدة
التكنولوجيات الوراثية في تربية الأحياء المائية يمكن أن تخفض التأثيرات البيئية السلبية. يمكن استخدامها لإنتاج كائنات حية لها قابلية أقل للتفاعل مع الأسماك البرية والنمو بشكل أكثر فاعلية وسيكون هناك مخلفات أقل تذهب إلى البيئة؛ وبامتلاكها مناعة أكبر للأمراض سيكون هناك فرصة أقل للإنتقال الأمراض واستخدام أقل للمستحضرات الدوائية. مدراء الموارد الوراثية في تربية الأحياء المائية يجب أن يظهروا تقديرهم للتنوع الوراثي البري - لأنه المادة الخام لكل برامج التحسين الوراثي.	التكنولوجيات الوراثية سيئة للتنوع البيولوجي المحلي وللبيئة
منافع تكلفة الإنتاج المنخفضة سوف تنتقل إلى المستهلك.	التكنولوجيات الوراثية تفيد الشركات الكبيرة
التكنولوجيات الوراثية يمكن أن تستخدم لإنتاج أسماك صحية ليس فيها مكونات غير موجودة بالأقارب البرية.	التكنولوجيات الوراثية تنتج منتج يخاف منه المستهلك مثلاً أنه غير صحي أو غير طيب المذاق أو غريب
التدجين المحسن وفاعليات الإنتاج من الأسماك المستزرعة المحسنة وراثياً سوف تعني بيئة أقل إجهاداً وتغذية أفضل ومستويات أقل من التفاعلات العدوانية وسوف تكون أقل عرضة للأمراض.	التكنولوجيات الوراثية مؤذية للكائنات المستزرعة

بسبب التسبب في آثار بيئية ضارة وبسبب الإفراط في استعمال بعض المدخلات والتخلص من كميات كبيرة من الملوثات. البرامج الوراثية التي تقلل من هذه الآثار من خلال زيادة كفاءة الإنتاج ينبغي أن تجد قبولاً واسعاً في قطاعي صناعة تربية الأحياء المائية والمحافظة على البيئة.

الشراكة سوف تعزز الثقة في المنتج الذي يتم إنتاجه والمصدقية في المعلومات التي تنشر عن طريق برامج التحسين الوراثي. " إتحاد الروبيان "١٣٩ الذي يتألف من مجموعات دولية للتطوير وللمحافظة على البيئة والمؤسسات المانحة من شأنه أن يكون مثلاً ممتازاً على كيفية عمل هذه الشراكات في مجال تعزيز برامج التحسين الوراثي.

في حين أن الكثير تم إحرازه مؤخراً في دور تربية الأحياء المائية في "سد فجوة العرض" الناشئة عن محدودية الإنتاج من مصايد الأسماك العادية، تربية الأحياء المائية هو الحل الوحيد لهذه المشكلة، وبرامج التحسين الوراثي يمكنها المساعدة. يتطور التضارب بين تربية الأحياء المائية ومصايد الأسماك العادية قائم على التنافس والوصول إلى الموارد، ويمكن أن يشكل تهديداً لكلا القطاعين. ينبغي بذل الجهود لحفظ وحماية الموارد السمكية البرية (الفصل ٩)، للمساعدة في تعزيز الشراكات وتجنب الصراعات.

ينبغي الاعتراف بأن هناك بعض مجالات لا يناسبها تربية الأحياء المائية، بغض النظر عما إذا استخدمت أو لم تستخدم التكنولوجيات الوراثية. فمن الأفضل عدم إضاعة الوقت بهذه المعارك التي قد تنفر الشركاء وتنتج فشلاً في عمليات تربية الأحياء المائية.

ينبغي على إستراتيجيات التوأمة في الفصل ٩ وتحديد المناطق حيث يكون تربية الأحياء المائية محدوداً أو مستبعداً، أن تعتقد بشدة من قبل قطاع تربية الأحياء المائية حيث يمكن لمناطق أخرى أكثر ملاءمة للإستزراع المائي أن تنمو نمواً كاملاً، وذلك بإستخدام أفضل أنواع السلالات المتاحة.

١٢-٣ التعلم من القطاعات الأخرى

قطاعات الزراعة الأرضية هي أكثر تقدماً من تربية الأحياء المائية في إستخدام التكنولوجيات الوراثية، وهناك دروس جيدة يمكن إستخلاصها. بعض الدروس تشمل ما يلي:

أولاً، ينبغي التأكيد على أن فوائد الأسماك المحسنة وراثياً سيتم نقلها إلى المستهلك. قطاع التكنولوجيا الحيوية النباتية يواجه مقاومة قوية من المستهلكين لإستخدام الكائنات الحية المعدلة وراثياً، في حين أن قطاع الصناعات الدوائية يستخدم بشكل روتيني الهندسة الوراثية الحديثة مع مقاومة شعبية قليلة. أحد أسباب ذلك هو أن الجمهور يشعر أنه لا يدرك شيئاً من فوائد الهندسة الوراثية إلا في الصناعة، حيث أن إستخدام التكنولوجيات الحيوية الوراثية من قبل شركات الأدوية يستهدف مصلحة المرضى.

ثانياً، مسألة القضايا الأخلاقية. أبدى المستهلكون مخاوفهم من سوء رعاية الحيوانات المعدلة وراثياً وظروف النمو العامة للحيوانات المستزرعة. مخاوف مماثلة قد نشأت على نطاق محدود للأسماك المستزرعة المعدلة وراثياً. ينبغي تجنب التعديلات الوراثية التي قد تسبب تشوهات، والتشديد على أن الأسماك المحسنة وراثياً سوف تتحسن رعايتها في مجالات الإستزراع وذلك بسبب زيادة التدجين. قضايا الأمن الغذائي وحماية الملكية الفكرية التي يمكن أن تحرم المزارعين من الغذاء الكافي قد نشأت في القطاع الزراعي. البذور الضرورية للمحاصيل الأساسية في المجتمعات الريفية تم تعقيمها وراثياً وذلك كي لا يستطيع المزارعون إعادة زراعتها. دعاة برامج التحسين الوراثي يجب أن يكونوا على علم بكيفية تأثير إدخال تحسينات وراثية على الأمن الغذائي للمجتمعات الريفية.

أخيراً، وضع العلامات هي مسألة مثيرة للجدل تواجهها جميع القطاعات. المبادئ التوجيهية بشأن وضع العلامات الإيكولوجية السمكية قد تم إنتاجها من قبل المنظمة والشركاء والمبادئ التوجيهية بشأن منتجات تربية الأحياء المائية هي قيد التطوير، مجلس الإشراف البحري ومجلس رعاية الغابات قد وضعوا مبادئ توجيهية للقطاع الصناعي الخاص. هذه المبادئ التوجيهية الحالية لا تعالج المعايير الوراثية بعد. بعض المنتديات شبه الحكومية، كلفت وضع العلامات على منتجات أرضية معينة من التكنولوجيا الحيوية الحديثة (مثل الكائنات الحية المحسنة وراثياً)، وبعض نظم التوصيف العضوية لا تسمح ببعض التكنولوجيات الوراثية. في ضوء الطبيعة الحساسة والمعقدة في هذا المجال، المناقشات حول كيفية استخدام المعلومات الوراثية في هذه المبادئ التوجيهية ليست بعد على مستوى كاف من التقدم حيث يمكنها أن تعطي التوجيه في هذا الوقت. فمن المستحسن أن يتبع مديرو الموارد وأنصار التكنولوجيات الوراثية في تربية الأحياء المائية التقدم السريع في هذا الميدان، وإشراك الشركاء على النحو الموصى به أعلاه للمساعدة في التطور والتقدم.

١٢-٢-٤ استخدام مصطلحات دقيقة بما يتفق مع التشريعات الوطنية والدولية

مجال علم الوراثة مسألة معقدة ومثيرة للجدل في كثير من الأحيان. المصطلحات الدقيقة والإستخدام الصحيح للأحكام والمبادئ سوف يساعد في إيصال معلومات دقيقة ومفيدة وتجنب المشاكل المرتبطة بسوء الفهم (انظر الإطار "بعض المصطلحات" في الفصل ٢). المسارد موجودة للمساعدة في فهم هذه الساحة المعقدة.^{١٤٠}

^{١٤٠} مسارد المنظمة حول التكنولوجيا الحيوية (www.fao.org/biotech/index_glossary.asp)؛ مصائد الأسماك (www.fao.org/fi/glossary/default.asp)؛ وتربية الأحياء المائية (www.fao.org/fi/glossary/default.asp)

فوائد برامج الإدارة الوراثية في تربية الأحياء المائية ضرورية، لكن غالباً ما يساء فهمها من قبل الجمهور العام وصناع السياسة. الإتصالات (انظر الحاشية ١٣٨) توضح أن الأفكار الجديدة احتضنت في البدء من قبل عدد صغير من "المبدعين"؛ ثم ببطء من قبل الآخرين. عندما يتبنى ١٥ في المئة من مجموعة فكرة ما، فإنه يمكن نشرها بنجاح. المروجون للتقنيات الوراثية وبرامج التكاثر بحاجة إلى التواصل بجوانب هذه البرامج الإيجابية مع الجمهور الواسع والسعي إلى إقامة شراكات مع المستخدمين الآخرين للموارد المائية والمجتمع المدني للوصول الى مستوى قبول ال ١٥ في المئة. الإستخدام الرشيد للتكنولوجيات الوراثية يمكن أن يساعد تربية الأحياء المائية لإنتاج مزيد من الغذاء بشكل أكثر كفاءة وأقل تأثيراً على البيئة. بمجرد إستيعاب ذلك من قبل عدد كبير من الجمهور فسوف يساعد بدمج تربية الأحياء المائية في خطط التطوير المجتمعية المحلية المتعددة القطاعات. هذه الحقائق يجب أن تكون جزءاً من إستراتيجية شاملة للإتصالات التي تساعد على بناء العلاقات العامة وثقة المستهلكين في الأسماك المحسنة وراثياً.

الملحق ١

إعلان نيروبي^١

المحافظة على التنوع البيولوجي المائي
وإستخدام الأنواع المحسنة وراثياً والأنواع الغريبة
تربية الأحياء المائية في أفريقيا

معلومات أساسية

الأسماك هي مصدر هام للبروتين الحيواني لسكان أفريقيا، والموارد المائية تلعب دوراً محورياً في دعم سبل كسب العيش في الريف والحضر عبر جزء كبير من المنطقة. ومع ذلك، بالنسبة للقارة ككل، نصيب الفرد من إمدادات الأسماك آخذة في الإنخفاض، والتوقعات الحالية للعرض والطلب تشير إلى أن هذه الفجوة سوف تواصل نموها في العقود القادمة. لردم هذه الثغرة، المصايد العادية بحاجة إلى الدعم وإمكانيات تربية الأحياء المائية بالتحقق. بفعل ذلك يجب إعطاء الإهتمام لحماية التنوع البيولوجي المائي الغني في أفريقيا، ولاسيما التنوع الغني لأسماك المياه العذبة، ودورها في الحفاظ على مصايد الأسماك وتوفير الأنواع للإستزراع المائي.

في الوقت الحاضر، إنتاج الأسماك من تربية الأحياء المائية في أفريقيا منخفض. ولكن مع إزدياد عدد السكان بالترافق مع إزدياد الطلب على الأسماك، من المتوقع أن ينمو قطاع تربية الأحياء المائية. لكي يحدث هذا، يجب معالجة مجموعة واسعة من القيود ودرس مجموعة أكبر من التطبيقات الإدارية. إدارة البرك ومخزونات التفريخ سوف تحتاج إلى تحسين وتطوير الغذاء على نطاق أوسع وتحسين الوصول إلى الأسواق.

بالإضافة إلى ذلك، هناك إمكانية كبيرة لتحسين أداء أنواع الأسماك والسلالات المستخدمة. في الوقت الحاضر العديد من الأسماك المستخدمة في تربية الأحياء المائية في أفريقيا مستمدة من مخزونات غير مدجنة. هذا يتناقض مع المحاصيل والمخزون الحيواني والدواجن حيث أن زيادات كبيرة في الإنتاج قد تحققت من خلال تطبيق

^١ غويتا، م.ف،، بارتلي، د.م،، أكوستا، ب.أ. (نشرة) ٢٠٠٤. Use of Genetically Improved and Alien Species for Aquaculture and Conservation of Aquatic Biodiversity in Africa. The WorldFish Conference Proceedings No. 68. الإعلان متاح في www.cta.int/pubs/nairobi/declaration.pdf

برامج التكاثر وغيرها من إجراءات التحسين الوراثي. ومع ذلك، في حين أن تحسين السلالات والأنواع له القدرة على زيادة الإنتاج، هناك خطر واضح من الهرب إلى البرية، والآثار السلبية المحتملة على التنوع البيولوجي. إذا كانت الإمكانات الكاملة للتطوير المستدامة للإستزراع المائي في أفريقيا ستتحقق فيتعين معالجة هذه المخاوف.

التوصيات

١. نوعية البذور

بالنظر إلى أن تربية الأحياء المائية من النظم الصغيرة النطاق ومنخفضة المدخلات إلى النظم الواسعة النطاق المكثفة يمكن تحقيق الفوائد المحتملة من التحسين الوراثي، ينبغي توفير البذور العالية الجودة وإستخدامها بالإشتراك مع مخزون التفريخ الملائم وإدارة المزارع.

٢. علم الوراثة في إدارة مخزون التفريخ

بما أن الموارد الوراثية في العشائر المستزرعة يمكن أن تتدهور نتيجة التكاثر في الأسر، فالجوانب الوراثية لإدارة مخزون التفريخ بحاجة إلى أن تكون عنصراً أساسياً في جميع برامج تربية الأحياء المائية وتعزيز المخزون.

٣. الإدخالات الرشيدة

قد يكون لإدخالات الأسماك، بما في ذلك السلالات المحسنة وراثياً والأنواع الغريبة، دور في تطوير تربية الأحياء المائية. أي حركة للأسماك بين الحدود البيئية الطبيعية (مثلاً المجتمعات المائية) قد تنطوي على مخاطر على التنوع البيولوجي وهناك حاجة لتحسين وتوسيع نطاق تطبيق البروتوكولات وأساليب تقييم المخاطر ورصد برامج إدخال الأسماك، بما في ذلك السلالات المحسنة وراثياً والأنواع الغريبة. على الدول مسؤولية هامة في تطوير وتنفيذ مثل هذه البروتوكولات والأنظمة المرتبطة بها وإنشاء أدوار ومسؤوليات واضحة وبناء القدرات. مثل هذه الجهود ينبغي أن تكون مرتبطة بالإلتزامات وفقاً لمدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد وإتفاقيات التنوع البيولوجي والإتفاقات الدولية الأخرى ذات الصلة.

٤. المحافظة على المخزونات البرية

لا تزال قطعان برية فريدة من أنواع البلطي الهامة، موجودة في كثير من أنحاء أفريقيا. ينبغي أن يتم تحديد المناطق ذات الأولوية وإدارتها كمناطق محافظة يمنع فيها إدخال الأنواع الغريبة والسلالات المحسنة وراثياً.

٥. المشاكل العابرة للحدود في نقل الأسماك

غالبية القضايا والمشاكل المرتبطة بحركة الأسماك واستخدام السلالات المحسنة وراثياً شائعة في معظم البلدان الأفريقية. يتم تشجيع البلدان على: (أ) أن تنظر إلى أبعد من الحدود للإطلاع على أمثلة من التشريعات والسياسات القابلة للتطبيق، وتعتمد عليها عند الإقتضاء لسد الفجوات في السياسات الوطنية ومواثمتها عند الإقتضاء، (ب) استخدام الهيئات الإقليمية القائمة أو تشكيل هيئات جديدة للمساعدة في تنسيق أنشطة خاصة في المجتمعات المائية العابرة للحدود، مع الأخذ في الإعتبار الحقائق البيئية.

٦. تقوية الوصول إلى المعلومات

معلومات أساسية عن التنوع الوراثي للأسماك، والسلامة البيئية وتطبيقات تربية الأحياء المائية موجودة ولكنها ليست شاملة ولا يمكن الوصول إليها بسهولة. هناك حاجة لتقوية الآليات القائمة لجمع ونشر المعلومات.

٧. السيطرة على حركة مسببات الأمراض

الدونات المقبولة دولياً والبروتوكولات للحد من مخاطر حركة مسببات الأمراض (المصطلح المستخدم هنا يشمل الطفيليات) العابرة للحدود عن طريق حركة الأسماك بما في ذلك الأنواع الغريبة موجودة بالفعل ولكنها لا تعالج أي إحتياجات محددة بشأن الأنواع المحسنة وراثياً. يجب أن تقيم الدول والهيئات الأخرى ذات الصلة الرموز والبروتوكولات القائمة للحد من مخاطر تحرك مسببات الأمراض عبر الحدود من خلال حركة الأسماك بما في ذلك الأنواع الغريبة والسلالات المحسنة وراثياً، وتكييفها مع الظروف في أفريقيا.

٨. التوعية على مخاطر إدخال الأسماك

يجب أن يكون واضع السياسات ووكالات الإنفاذ وأصحاب المصلحة وعامة الناس على دراية بالقضايا ذات الصلة والحاجة الماسة إلى وضع خطة لحركة الأنواع الغريبة والأنواع المعدلة وراثياً على جدول الأعمال الوطني.

٩. إشراك أصحاب المصلحة

بعض الخطط ذات الصلة بحركة الأسماك تبدو صعبة التنفيذ وغير معروفة للمستخدمين تخلق تضارب في المصالح أو تعتبر تقييداً في جزء منها لأنها وضعت بالتشاور والمشاركة المحدودة. ينبغي السعي إلى إشراك جميع أصحاب المصلحة في عملية تشاركية في صياغة السياسات والتشريعات المتعلقة بحركة الأسماك. بالإضافة إلى ذلك، يتعين على الحكومات إنشاء مجموعات إستشارية مع تواصل مع هيئات الخبراء العلمية المختصة المستقلة مثل المنظمة

والإتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) والمركز الدولي لإدارة الموارد المائية الحية (ICLARM) (الآن المركز العالمي للأسماك).

١٠. المسؤولية عن الآثار البيئية الضارة

على الرغم من أن الفوائد الإقتصادية التي يمكن أن تستمد في كثير من الحالات من خلال إستخدام الأنواع الغريبة و/أو المحسنة وراثياً في تربية الأحياء المائية، فإن المنافع المتراكمة لا توازي التكاليف المرتبطة بالآثار البيئية الضارة. في ضوء ذلك، ينبغي أن يكون هناك حكم للمسؤولية، والإمتثال (مثل الحوافز) وتجديد في إطار السياسات والتشريعات المتعلقة بحركة وإستخدام الأسماك الغريبة والأنواع المحسنة وراثياً في تربية الأحياء المائية.

هذه المبادئ التوجيهية التقنية طورت لدعم أقسام مصطلحات مدونة السلوك لدى المنظمة بشأن الصيد الرشيد في الجوانب المتعلقة بإدارة الموارد الوراثية في تربية الأحياء المائية. التوجيه مقدم بشأن إدارة قطعان التفريخ والتدجين وبرامج التحسين الوراثي ونشر برامج الأسماك المحسنة وراثيا والاعتبارات الاقتصادية في برامج التحسين الوراثي وتقييم المخاطر ورصدها ومصائد الأسماك القائمة على الاستزراع والحفاظ على الموارد الوراثية للأسماك وبنوك الجينات والمنهج الوقائي والعلاقات العامة. الإدارة الفعالة للموارد الجينية وتقييم المخاطر ورصدها يمكن ان تساعد على تعزيز إستزراع مائي رشيد عن طريق زيادة مردود الإنتاج وفعاليتها ويساعد في التقليل من الآثار الضارة على البيئة. ينبغي لهذه الفوائد المستقاة من التطبيقات الرشيدة للمبادئ الوراثية في تربية الأحياء المائية، ان تصل إلى المستهلكين وصانعي السياسات والعلماء وغيرهم من المهتمين في مجال مصائد الأسماك الرشيدة وتربية الأحياء المائية.

AQUACULTURE DEVELOPMENT
3. Genetic resource management

ISBN 978-92-5-606045-7 ISSN 1020-833X



10283Ar/1/04.10/000