٤

المحافظة على الأنظمة البيئية الخاصة بالمياه العذبة
Sustaining Freshwater Ecosystems

جانيت إن. آبراموفتز

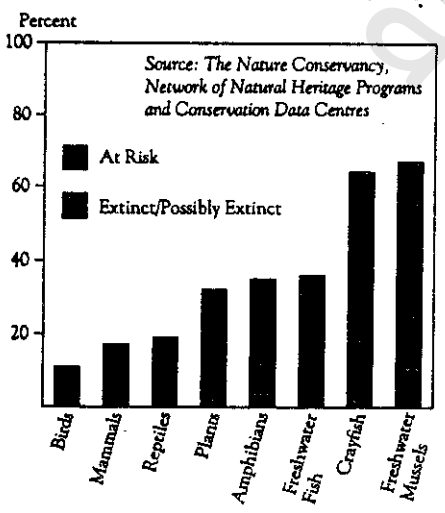
Janet N. Abramovitz

في عام ١٨٨٠، قبل أن تصبح أراضي واشنطن جزءاً من الولايات المتحدة بعقد من الزمان، جرى حصد ١٩٥٠٠ طن من السلمون والتروت ذات الرأس الفولاذي من نهر كولومبيا، أهم نهر في المنطقة. وبعد ذلك بمائة عام، لم يزد المحصول عن مجرد ٥٠ طناً. وفي وقت من الأوقات، كان ١٤ مليون من السلمون تعود كلَّ عام لحوض هذا النهر لتضع بيضها في مجاري المياه التي كانت أسلاف هذا السلمون تضع بيضها فيه؛ وفي عام ١٩٩٢، لم يعد سوى ١,١ مليون منها ومعظمها كان قد تفرَّخ في أماكن التفريخ (الصناعية). وفي ولاية أيداهو، انقرض أحد أنواع سلمون المحيط الباسفيكي الخمسة الموجودة في المنطقة – وهو الكوهو (Coho) – وذلك منذ عام ١٩٨٦ . وفي عام ١٩٩٤، لم يكمل الرحلة من المحيط الهادي صعوداً في نهري كولومبيا وسنيك (Snake) حتى بحيرة السمك الأحمر (Red Fish) في أيداهو سوى ٤٠٠ سمكة من سلمون الشينوك الشتوية وسمكة واحدة فقط من السلمون الأحمر (Sockeye)، والتي أطلق عليها سيسل أندرَس (Cecil Andrus) حاكم ايداهو اسم «لاري الوحيد (Lonesome Larry)»[١].

وبالنسبة لمن لا يعيش في الغرب الشمالي الباسفيكي (من الولايات المتحدة)، فإن هذا التاريخ القصير يبدو وكأنه أحد التقارير الخاصة بالكوارث البيئية المُقْلِقَة، وإن يكنْ هذا تقريراً غير عادي، كتلك التقارير التي تأتي أحياناً من أماكن بعيدة تشوبها الاضطرابات بصورة لا مثيل لها. لكنَّ الحقيقة هي أن ما حدث في حوض نهر كولومبيا يحدث لأنظمة المياه

العـذبـة في كل مكـان على الكوكب - من نهر المسيسبي إلى نهر الميكونغ، ومن بحيرة إيري إلى بحيرة بـايكـال، وفي آلاف مجاري الميـاه التـي لاتحمل أسماءاً وفي الجداول عبر كلِّ قـارة. وقـد تختلف التفـاصيـل، وقـد لا تكـون المأسـاة معـروفـة جيـداً (كما هي الحال بـالنسبـة لسمك السلمون)، ولكنَّ الأسبـاب - وكذلك العـواقب التي تحيق بالاقتصـاديات البشريـة واستقرار أنظمة الأرض البيئية - واحدة إلى حد كبير.

ومعظم الناس لا يدركـون مدى عُرضة المياه العذبـة، التي تشترك فيها المجتمعات في كل مكان، للخطر. وكممتلكات بيولوجية، فإن أنظمة المياه العذبة غنية بصورة لا مثيل لها وعرضة للأخطـار بصورة لا مثيل لها كـذلك. أولاً، فإن ١٢ بالمائة من جميع أنـواع الكائنـات - بما فيها ٤١ بـالمائة من جميع أنـواع الأسماك المعترف بها - تعيـش على واحـد بـالمائة من سطح الأرض الذي يمثل الميـاه العذبة. (أي أن أقل مـن واحد بالمائة من إجمالي حجم الميـاه على الأرض هو مياه عذبة). وفي الوقت ذاته فإن خمس جميع أنواع الكائنات الحية، التي تعيش في المياه العذبة، على الأقل أصبح منقرضـاً أو مهدداً بـالانقراض أو عرضـة للأخطـار في السنوات الأخيرة، كما اختفت أنواع بأكملها من الحياة الحيوانية في المياه العذبة[٢].



الشكل ٤-١: الأنواع المنقرضة أو المعرضة للخطر في أمريكا الشمالية، ١٩٩٥ .

وورطة سلمـون الباسفيـك أبعد مـا تكون عن كونها فريـدة في نوعها. إذ نرى التردي المثير في أنـواع الكائنـات الحية التي تعيش في الميـاه العـذبـة في كل جـزء مـن العـالم. وتـورد هيئـة المحافظـة على الموارد الطبيعية (Nature Conservancy) في أحـد تقـاريرهـا أن في أمـريكـا الشمالية، وهي أكثـر القـارات التي أجـريت عليها الـدراسات الـدقيقة ٦٧ بـالمائة من بلح البحر و٦٤ بـالمائة من الربيـان و٣٦ بالمائة من الأسماك و٣٥ بالمائة مـن البرمائيـات إما أنها في خطـــر أو -كما في بعـض الحالات- اختفت (انظـر الشكل ٤-١). وعلى النقيض من ذلك تأتي الـورطـــة التي يعترف بها على نطـاق واسع والخاصة بالحيـوانات البرية والتي انقرض أو هو عـرضة للخطر منها ١٧ بـالمائة من الثدييات و١١ بالمائة من الطيور. وهذه المستويات العالية من الانقراض أو العرضة للخطر ليست نتاجاً

إصطناعياً لاضطرابات في الأجرام السماوية؛ بل كلها حدثت في الأزمنة الحديثة وآخذة في الازدياد. وقد اختفت عشرة أنواع من الأسماك من شمالي أمريكا خلال العقد الماضي وحده[٣].

والأكثر صعوبة في فهمه من الأعداد الحقيقية للأنواع المنقرضة أو المعرَّضة للخطر هو حقيقة أن المعدل الذي تُفقد عنده الأنواع - الأرضية والمائية معاً - يفوق كثيراً أي معدلات انقراض طبيعية. وتشير الحسابات الجديدة التي نشرها الدكتور ستوارت بيم (Dr. Stuart Pimm) وزملاؤه في مجلة ساينس أن معدلات الانقراض الحديثة أعلى بـ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مرة مما كانت عليه تلك المعدلات قبل ظهور الإنسان. وزيادة على ذلك، فلو أن الأنواع المهددة الآن بالخطر أصبحت منقرضة في القرن القادم، فإن المعدلات ستتسارع إلى ما بين ١٠٠٠ و١٠ الآف مرة عما كانت عليه قبل ظهور الإنسان. واليوم، نحن نسير فيما أطلق عليه جوناثان كودينغتون (Jonathan Coddington) العالم البيولوجي بالمعهد السميثوني (Simthsonian Institute) اسم «عجز التنوُّع البيولوجي (biodiversity deficit): ذلك لأننا نقوم بتدمير الأنواع (والأنظمة البيئية) بأسرع مما تخلق الطبيعة أنواعاً جديدة. ومثل هذا المسار هو حتى أقل قابلية للمحافظة عليه على المدى البعيد من العجز المالي المتزايد - لأن الانقراض حقيقةً هو غياب أبدي[٤].

التهديدات الواقعة على أنظمة المياه العذبة

أصبح تماسك أنظمة المياه العذبة والكائنات الحيَّة التي تقطن فيها، في مختلف أنحاء العالم، مهددة بفعل وردود فعل الكثير من الأنشطة البشرية (انظر جدول ٤-١). وهذه التهديدات تتخذ شكل تردي المواطن وتفككها، والمنافسة على المياه وإدخال الأنواع غير المستوطنة الأصلية والتلوث والاستغلال التجاري وتغير المناخ[٥].

ويمكن أن تعزى الخسائر في حيوانات المياه العذبة إلى عوامل مختلفة تعمل مجتمعة، ويشارك تغيير المواطن الفعلي في ٩٣ بالمائة من التردي، وذلك وفقاً لدراسة على أمريكا الشمالية أجرتها جمعية مصائد الأسماك الأمريكية. ولا يكاد يكون هذا مثيراً للاستغراب، لأنه لم يبق في الولايات المتحدة سوى اثنين بالمائة من الـ ١,٥ مليون كيلومتر من الأنهار ومجاري المياه في البلاد تسير حرة طليقة بدون تطوير. وتجري السيطرة على أكثر من ٨٥ بالمائة من المياه الداخلية في الولايات المتحدة بوسائل اصطناعية، كما جرى سحب مياه نصف الأراضي الرطبة الأصلية في البلاد على الأقل (باستثناء تلك الموجودة في ألاسكا). وقد بلغ متوسط الأراضي الرطبة التي فقدت ما بين الثمانينات من القرن الثامن عشر والثمانينات من القرن

جدول ٤-١ أسماك المياه العذبة: الأوضاع والتهديدات
في مناطق مختارة

المنطقة	أنواع أسماك المياه العذبة المعروفة	نسبة المنقرضة منها	نسبة المهددة منها	التهديدات الرئيسية
	(عدد	(٪)		
عالمياً	+٩٠٠٠[1]	← ٢٠ →		
نهر الأمازون	+٣٠٠٠[1]	لا ينطبق	لا ينطبق	تردي الموطن
آسيا	+١٥٠٠[1]	لا ينطبق	لا ينطبق	تردي الموطن
أمريكا الشمالية	٩٥٠	٤	٣٦	تردي الموطن؛ إدخال أنواع أخرى
المكسيك (الأراضي القاحلة)	٢٠٠	٨	٦٠	المنافسة على المياه؛ التلوث
أوروبا	١٩٣	لا ينطبق	٤٢	تردي الموطن؛ التلوث
جنوب أفريقيا	٩٤	لا ينطبق	٦٣	تردي الموطن؛ المنافسة على المياه؛ التلوث
بحيرة فكتوريا	٣٥٠	٥٧	٤٣	ادخال أنواع أخرى

(١) من المحتمل أن يكون أعلى

SOURCE : See endnote 5.

العشرين أكثر من ٢٤ هكتار (٦٠ فدان) في الساعة في كل ساعة من ساعات المائتي عام هذه[٦].

وتغيِّر عمليات قطع الأشجار والتعدين والرعي والزراعة والتصنيع والتحضُّر من المواطن الأرضية والمائية بطرق تجعلها أقل قدرة على دعم الحياة أو تقديم الخدمات البيئية القيِّمة. وتسبب مثل هذه النشاطات في التعرية والترسُّب وفقدان الخضرة الضفافيَّة والتغيرات على تدفقات المياه ودرجة الحرارة. وهذه لها آثار عميقة على بيولوجيا التكاثر والقدرة على البقاء لدى الكائنات العضوية المائية. ويتوجب على الأنظمة المائية التنافس بصورة مستمرة مع الإنسان للحصول على ما هو أساسي جداً لبقائها - الماء. وفي الحقيقة، لقد جرى تحويل الكثير من الأنهار في جميع أنحاء العالم إلى حد أن الكثير منها يجف قبل وصوله إلى البحر (انظر الفصل الثالث).

ولكن التغيرات المادية ليست الشكل الوحيد من أشكال تردي المواطن. فالنفايات

الصناعية والبلدية ومياه المجاري تضيف التلوث الكيماوي، وتدخل مبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب في المياه الجارية من الحقول والمنازل. كما تضيف مصادر التلوث غير المحددة هذه المواد العضوية والمغذيات الزائدة (مثل النيتروجين والفسفور) التي تستثير نمو النباتات غير المرغوبة والطحالب التي تحرم المياه من الأكسجين المذاب اللازم للحياة المائية؛ والرمْلِ والترسبات التي تخنق مواطن التوالد وتسدُّ خياشيم الأسماك والرخويات؛ وكذلك ناقلات الأمراض التي تحمل الأمراض مثل الكربتوسبوريديوم (Cryptosporidium) المضرّة بالإنسان والحياة المائية.

وادخال الأنواع غير الأصلية، والغريبة، هو ثاني أكثر العوامل انتشاراً في فقد أنواع المياه العذبة الذي يُذكر في ٦٨ بالمائة من الحالات، وفقاً لجمعية مصائد الأسماك الأمريكية. والأنواع الغريبة قد تفترس الأسماك الأصلية وتتنافس معها على الغذاء وأماكن التوالد وتُدخل أمراضاً جديدة. ويمكِنْ لعملية التهجين التي غالباً ما تنجم عندما يتوالد نوع غريب مع سمكة أصلية أن تقضي على السمكة الأصلية وتصبح كائناً عضوياً مميَّزاً. كما أن الأنواع الغريبة يمكن أن تخفي عملية تردي الأنظمة البيئية؛ وأسماك الزينة الغريبة التي تُدخل إلى منطقة ما عن عمد هي نوع من حِيل وخداع مصائد الأسماك. وعندما يرى الناس أسماكاً وفيرة في مجرى مياه أو بحيرة فإنهم لا يدركون أنها ليست أسماكاً أصلية. والكثير منها تنطلق بانتظام من مراكز التفقيس أو تهرب من عمليات زراعة الأسماك (انظر الفصل السادس). والبعض الآخر يضاف عمداً إلى الممرات المائية من قبل صيادي الأسماك للأغراض الترفيهية الذين يضعونها في مجاري المياه المحلية؛ أو عن طريق الناس الذين يقومون بتنظيف أحواض الأسماك في منازلهم. وعلى سبيل المثال، أُدخل إلى أمريكا الشمالية أكثر من ٤٠٠ نوع من أسماك المياه العذبة في الأنظمة المائية من خارج سلسلة الأسماك الطبيعية؛ وأصبح ١٤٠ نوعاً، من بينها ٤٠ نوعاً ليست حتى أصلية في القارة الأمريكية الشمالية، مستقرة في المنطقة. وفي الشرق الأمريكي، فإن الأسماك الغريبة قد تشكِّل ما بين ٥ إلى ١٠ بالمائة من أنواع أسماك أية ولاية ما؛ أما على الجانب الغربي من القارة، فإن هذه الأنواع تشكل أكثر من نصف إجمالي الأنواع[٧].

وتوضح حالة نهر الأمازون التفاعل بين عدد من هذه العوامل، وإلى أي مدى لا زالت المعرفة العامة بذلك قليلة. ويعرف حوض الأمازون على أفضل ما يكون بغاباته المطيرة الاستوائية الشاسعة وسكانها الأصليين. ولكن لم يُعطَ سوى القليل من الاهتمام للنهر نفسه وللأنظمة البيئية الخاصة بالمياه العذبة التي تساعد وتغذِّي الغابات والناس على حدٍ سواء.

ويحتوي نهر الأمازون ، الذي يتدفق بطول ٦٥٠٠ كيلو متر حتى يصل إلى المحيط الأطلسي، على خمس تدفقات العالم من المياه العذبة إلى المحيطات. وخلال نصف العام، تمتلىء أجزاء من الغابات على عمق ٢٠ كيلو متراً من النهر بصورة طبيعية بفيضان النهر على عمق عدة أمتار من الماء. وتشكل هذه الغابات التي تغمرها مياه الفيضان ١٥٠ ألف كيلو متر مربع على الأقل من الخمسة ملايين كيلومتر مربع من الغابات الأمازونية المطيرة[٨].

هذه المساحة الشاسعة أبعد ما تكون عن التجانس- إذ أن الغابات المغمورة بالفيضان لها حيواناتها ونباتاتها الفريدة في نوعها. وعلى سبيل المثال، فإن بعض الأسماك لا تتغذّى إلا خلال موسم الفيضان الذي يدوم ستة أشهر، وتظل بقيـة العام معتمدة على شحمهـا المتراكم. ونهر الأمازون هو موطن لأكثر من ٣٠٠٠ نوع من الأسماك وحدها - أكثر من أي نهر آخر في العالم. وأكثر هذه الأنواع الفريدة هناك والتي يبلغ تعداد أنواعها أكثر من ٢٠٠ نوع تستخدم الغابات المغمورة بالفيضان كمصدر للحصول على الفواكه والبذور. وتعتمد الغابة على الأسماك كموزِّع للبذور، والناس يعتمدون على الغابة والأسماك معاً. ومعظم الـ٢٠٠ ألف طن من الأسماك التي يجري صيدها كل عام من الحوض يتم ذلك على أيدي الصيادين الصغار لضمان العيش وللأسواق المحلية[٩].

غير أن عدداً من النشاطـات يهدد تماسك نظام نهر الأمازون. وكما هي الحال في المناطـق الأخرى، فإن التهديد الرئيسي هو تردي حوض المياه نتيجةً لقطع الأشجار والتعدين وإقامة السدود وتحويل السهل الفيضي إلى الزراعة وتربية الماشية. وفي الثلث الأدنى من نهر الأمازون، لم يبق أكثر من ١٥ - ٢٠ بالمائة فقط من الغابات المغمورة بالفيضان. وأصبح بعض أكـثر أنواع الطعـام السمكي شعبية، مثل سمكة التامباكـوي (tambaqui) التي يبلغ وزنهـا ٣٠كغم، من الصعـب الحصـول عليـه فعلاً. ويحـذر العالـم البيولوجي مايكل غولدنـغ (Michael Goulding)، المتخصص في أنظمة الأمازون البيئية، من أنه لو أن معدلاتِ إزالة الغابات التي تحدث للغابات الاستوائية في البرازيل«جرى توجيهها للسهول الفيضانية، كما توحي عمليات تربية المواشي أنها قد توجَّه لها، عندها فإن الغابات التي تغمر الفيضان ستتم إزالتها تماماً تقريباً في العقد القادم. وتدمير الغابات المغمورة بالفيضان قد يكون أكبر تهديد منفرد يتعرض له التنوع البيولوجي الأمازوني. وقد يسبِّب [هذا التدمير] أفدح الخسائر لأسماك المياه العذبة التي عرفها التاريخ البشري، [وهي الأسماك التي ظلت] المصدر الأول لإنتاج البروتين الحيواني»[١٠].

وما يحدث في أنظمة المياه العذبة المعدَّلة الكبيرة الأخرى يؤكد النتائج غير المتوقعة عادة

والتي لا يمكن الرجوع عنها الخاصة بتردي الأحواض المائية، وتنظيم وهندسة الأنهار، وتلويث المياه وإدخال الأنواع الغريبة. كما أن روايات أنظمة المياه هذه تظهر أن الآثار التراكمية للأعمال الفردية يمكن أن تكلِّف خسائر باهظة. ومثل هذه التغيرات لها آثار واسعة بعيدة المدى على رفاه الاقليم (المَعْني) بيئياً وثقافياً واقتصادياً. وأوضاع الأسماك وغيرها من الأحياء المائية إن هي إلا شواهد على هذا الرفاه.

إقامة السدود على الأنهار، صبُّ اللعنات على المستقبل

أصبحت السدود مَعْلماً رئيسياً من معالم المنظر العام الطبيعي والسياسي. واليوم، هناك أكثر من ٣٨ ألف سدٍ كبير وعدد لا يحصى من السدود الأصغر في مختلف أنحاء العالم. وأكثر من نصف السدود الكبرى مقامة في الصين، والتي تقود العالم كذلك في عدد السدود التي يُشْرع في إقامتها، بما في ذلك مشروع سد الممرات الضيِّقة الثلاثة (Three Gorges Dam) الذي يثار حولَهُ جدل كبير، على نهر يانغتزي (Yangtze River). والسدود، لأول وهلة، هي رمز للتغيير وأدوات في يده. غير أن المشاكل التي تتسبَّب فيها يمكن أن تكون أعمق حتى من المياه الساكنة التي تملأ خزاناتها. وقد أخذ الكثير من هذه المشاكل يطفو على السطح في حوض نهر كولومبيا سنيك (Columbia - Snake River) في أمريكا الشمالية، وهو إقليم إقيمت فيه شبكات تطوير السدود الهيدرو كهربية منذ زمن طويل[١١].

وأسماك السلمون، نظراً لتاريخ حياتها غير العادي، هي مؤشرات جيدة على صحة أنهار وغابات هذا الإقليم. وهذه الأسماك هي من بين الواحد بالمائة من أنواع أسماك العالم المُصَعِّدة (Anadromous) (الصاعدة من البحار إلى الأنهار لكي تلقي بويضها) - وبالتالي تعيش في كل من المياه العذبة والمالحة. إذ يفقِّس السلمون في مجاري المياه والأنهار، وبعد ذلك يشقُّ طريقه عائداً إلى المحيط. وليست أسماك السلمون مجرد حلقة رمزية بين اليابسة والبحر، بل هي حلقة غذائية هامة نظراً إلى أن جُثثها تشكِّل طعاماً للكائنات الحية البريَّة والمائية البعيدة داخل الأرض[١٢].

وفي أفضل الظروف، فإن بويضةً واحدة من ما بين خمسة الآف وعشرة الآف من بيوضاتِ السلمون يمكن أن تخصَّب وتظل على قيد الحياة حتى تصل إلى مرحلة البلوغ التكاثرية. ونظراً إلى أن هذه الأسماك تمرُّ في سلسلة واسعة من المواطن والظروف، عبر مسافات تصل في طولها إلى آلاف الكيلومترات، فإنها (أسماك السلمون) تكون عُرضة إلى كامل سلسلة القوى التي تحدثها كل من الطبيعة والبشرية. وكان لنهر كولومبيا ورافده الرئيسي، سنيك ريفر، أكثر من

٢٤ ألف كيلومتر (١٥ ألف ميل) من الأنهار ومجاري المياه التي كانت في يوم من الأيام موطناً للسلمون. ويتم تصريف مياه الأحواض المائية ٦٧٣٤٠٠ كيلو متر مربع (٢٦٠ ألف ميل مربع) في سبع ولايات غربية من الولايات المتحدة وأجزاء من مقاطعة كولومبيا البريطانية الكندية. ولم يبق أي جزء من النهر بالفعل لم تمسُّه القوى الأربعة المتورطة في تردي السلمون - الطاقة الكهرومائية والموطن وأماكن التفقيس والصيد[١٣].

واليوم، فإن العقبات الكبرى في وجه سلمون المحيط الباسفيكي هي الـ ٥٨ سداً كهرومائياً والـ ٧٨ سداً متعددة الأغراض في حوض نهر كولومبيا - سنيك. ومعظم هذه السدود بنى في أوقات ازدهار تطوير الكهرباء المائية قبل ٢٠ - ٥٠ سنة مضت. وتغير السدود درجات الحرارة وأنظمة تدفقات الأنهار؛ وتشكِّل حواجز أمام الكائنات الحية المهاجرة مثل الأسماك، وأمام الحركة الطبيعية للرسوبيات والمغذيات والمياه - وكلها تغذي السهول الفيضانية المحيطة، وتغذي البحر في خاتمة المطاف. وفي الماضي، كانت رحلة سمكة السلمون الصغيرة إلى المحيط تستغرق اسبوعين؛ أما الآن فإنها تستغرق شهرين. وتخرج التعديلات التي تجري على المواطن - وهي السدود والخزانات بصورة رئيسية - ما يقدر بـ ٩٩ بالمائة من السلمون الذي يُقتل بفعل النشاط البشري في المنطقة. ويتوجب على جزء كبير مما يبقى من السلمون على قيد الحياة أن ينحرف انحرافاً غير طبيعي بصورة كبيرة جداً: إذ يجري نقله حول السدود في شاحنات وسفن. واليوم لم يبق سوى ٧١ كم من الـ ١٩٩٦كم التي تشكل مجرى النهر بدون عوائق من السدود والخزانات[١٤].

وهناك عقبات هامة أخرى تعترض رحلة السلمون كذلك. فقد ساهم كل من قطع الأشجار والرعي وسحب مياه الري والمياه الزراعية وتحويل الأراضي الرطبة كلها في التردي واسع النطاق الذي حدث لمواطن المياه العذبة في شمال غرب الباسفيك. فقد فُقد ما يقرب من ٩٠ بالمائة من غاباتها التي كانت واسعة جداً يوماً ما وذلك نتيجة لأعمال قطع الأشجار. وفي طول الاقليم وعرضه، تقلص عدد السلمون بصورة حادة حتى في مجاري الأنهار التي لم تُقَم عليها سدود وذلك لأن الترسبات ودرجات حرارة المياه الأعلى الناجمة عن عمليات قطع الأشجار تجعل مجاري المياه غير صالحة للسلمون طوال عقود بعد توقُّف تلك العمليات. وأصبح فقدان الموطن حاداً لدرجة أن سلمون الكوهو قد أصبح على قائمة الكائنات المهددة في معظم المسافات التي يتواجد عليها وفق قانون الولايات المتحدة لأنواع الكائنات المعرَّضة للخطر. وعبر الحدود الكندية، أدت آثار الإفراط في الصيد وقطع الأشجار والتعدين في الأنهار

الكبرى التي لا يوجد عليها سدود إلى انخفاض أعداد السلمون إلى أقل من ٢٠ بالمائة من المستويات المسجلة سابقاً[١٥].

ومن المحتمل أن تظل الآثار الخطيرة لاستعمالات مياه الري على أنظمة المياه العذبة مستمرة، طالما أن نصيب الزراعة من استعمال المياه الذي أصبح بالفعل كبيراً على مستوى العالم لا يظهر أي دلائل على أنه سيقلّ عما هو عليه (انظر الفصلين الثالث والخامس). كما أن الأنواع المهاجرة مثل السلمون ليست وحدها فحسب هي التي تتردى. فالكثير من الأنواع التي تقضي حياتها بأكملها في موقع واحد - وهي التي تسمى «الأنواع المقيمة» - هي الأخرى مهددة بالانقراض كذلك[١٦].

وفقدان الأنواع المائية لا يحدث لمجرد أن الأنواع المتضررة تتضاءل أعدادها حتى تختفي. فالكثير من الضرر يحدث تحت مستوى الأنواع، أي بفقد «سلالات» معيَّنة منها. فالكثير من الأنواع، ومن بينها السلمون، تتألف من مجموعات مميَّزة طوَّرت لنفسها تكيُّفات فريدة تتواءم مع بيئتها المحلية. وقد تحكم هذه الخصائص المؤدية إلى تحسين المواءمة وقت ومكان وضع البيض، ومسارات الهجرة وما شابه. ويرى علماء بيولوجيا مواطن الأسماك أن هذه السلالات المختلفة جينياً هي بمثابة لَبِنات بناء للمحافظة على النوع ولإعادة التأهيل. ولسوء الحظ، جرى استنزاف هذه السلالات في شمال غرب الباسفيك بصورة موجِعة. فسلمون الكوهو أصبح منقرضاً في ٥٥ بالمائة في صِنْفه، ومترديا في ٣٩ بالمائة ولا يعتبر مترديا في ٧ بالمائة فقط. أما الشينوك الربيعي والصيفي فيعتبران منقرضين في ٦٣ بالمائة في صنفيهما ومترديين في الجميع منها ما عدا ٦ بالمائة. ووجدت دراسة تقييميَّة للأسماك المُصَعِّدة في شمال غرب الباسفيك أجرتها جمعية مصائد الأسماك الأمريكية أن ٢١٤ سلالة أصلية تضع بيضها بصورة طبيعية هي الآن تتعرض لمتاعب خطيرة. ومن بين ما يقرب من ١٠٠٠ سلالة تاريخية لا يوجد سوى ١٠٠ منها تعتبر سليمة إلى حدٍ ما. وتكاد تكون جميعها مهددة بفعل التردي المستمر لمواطنها. ومع ذلك فلم تمنح حماية رسمية وفق قانون الأنواع المعرضة للخطر إلا إلى أربع مجموعات من السلمون[١٧].

وفي شمال غرب الباسفيك، ساعد السلمون المولَّد في المفاقس على إيصال السلالات الأصلية إلى حافة الانقراض، في الوقت الذي كان يخفى فيه التردي الحقيقي للسلمون البرِّي ويؤخِّر المعالجات الحقيقية. فإطلاق أسماك المفاقس - وهو الاستجابة القياسية لفقدان أعداد الأسماك الطبيعية - جلب معه الأمراض الجديدة والمنافسة الإضافية والأسماك الأصغر والأقل

ملاءمة من الأسماك البرّية. كما أضعف القاعدة الجينية للأسماك البرّية من خلال التهجين. وأصبح نهر كولومبيا الأدنى الآن تحت سيطرة مفاقس الأسماك إلى الحدّ الذي قررت مصلحة مصائد الأسماك البحرية القومية (National Marine Fisheries Service) عنده ألا تضع سلمون الكوهو على قائمة الأنواع المعرضة للخطر في ولاية واشنطن لأن التهجين قضى على فرص إعادة ظهورها كأنواع مميَّزة[١٨].

الترسبات ودرجات الحرارة الأعلى الناجمة عن عمليات قطع الأشجار تجعل مجاري المياه غير صالحة للسلمون طوال عقود بعد توقف تلك العمليات.

وأعداد أنواع السلمون عرضة لبعض التغيُّر الطبيعي نتيجة للتيارات المحيطية ودرجات الحرارة وكميات هطول الأمطار وما شابه. ولكنَّ التردي في أعداده وسلالاته الذي تسبب فيه الإنسان أعاق بصورة حادة قدرة الأنواع على سهولة التكيُّف مع هذه القوى الطبيعية. وتردي أعداد السلمون هو مصدر للنزاع المتزايد بين الصناعات السمكية والصناعات الخشبية، وبين جماعات المحافظة على الطبيعة وجماعات النفع العام وبين الولايات المتحدة وكندا. وأثرت تأثيراً حاداً على فرص العمل والدخل في جميع أرجاء المنطقة وأدت إلى تعليق صيد الأسماك (Fishing Moratoriums) من هذه الأنواع التي كانت وفيرة في يوم من الأيام. كما شكل (هذا التردي) خسارة للقبائل الهندية الأمريكية الأصلية التي كان السلمون جزءاً لا يتجزأ من ثقافتها وحقوقها المنصوص عليها في المعاهدات[١٩].

على أية حال، هناك بعض الدلائل التي تبعث على الأمل في المستقبل. فقد تأسس مجلس تخطيط الكهرباء للغرب الشمالي في عام ١٩٨٠ لموازنة الطلب الاقليمي على الطاقة الكهرومائية مع الحاجة لحماية وتحسين موارد الحياة البرية ومصائد الأسماك. وقامت عدة دراسات تحليلية مفصلة بدراسة التغيرات المحتملة في عمليات السدود وتوليد الكهرباء والزراعة والري التي قد تكون سليمة اقتصادياً وفي الوقت نفسه تفيد باستعادة السلمون. وسوف يؤدي تخفيف الآثار السلبية للممارسات الحالية إلى تحسين فرص هذه الاستعادة في الوقت الذي يجرى فيه اجراء التغيرات الأساسية اللازمة لإدارة الأراضي والمياه وتقييم الموارد. لقد وضعت عدة استراتيجيات لاستعادة تماسك المواطن والأنواع والتحول لإدارة الأنظمة البيئية وبدون اتخاذ الاجراءات على المديَين القصير والبعيد، فقد لا يبقى هناك أسماك كي تستعيد عافيتها[٢٠].

واليوم فإن أعداد السلمون البري الذي يعود إلى نهر كولمبيا هو أقل من ٦ بالمائة مما كان عليه قبل بناء السدود، على الرغم من تطمينات المهندسين في الثلاثينات من أنه «لم يجر التغاضي عن أية احتمالات، أكانت بيولوجية أو هندسية، في تصميم الوسائل اللازمة لضمان استمرارية بقاء سلمون نهر كولمبيا». وإزاء كل تجاوزات التكلفة، وكذلك التكاليف البيئية التي تم تجاهلها زمناً طويلاً، فقد بدأ خلفاء هؤلاء المهندسين يدركون كم كانت كاذبة تلك الوعود. ووفقاً لما يقوله دان بيرد (Dan Beard)، عندما كان مفوضاً لمكتب الاستصلاح الأمريكي، وهي الوكالة المسؤولة عن الكثير من تطوير المياه في البلاد: «إن من الخطأ الفادح لأي إقليم في العالم أن يتخذ ما فعلناه في نهري كولورادو وكولمبيا كمثل يحتذى به»[٢١].

ولسوء الحظ، كان هذا هو ما حدث تماماً. ففي الأربعينات والخمسينات، كان المهندسون، في اندفاعهم في بناء سدود في حوض كولمبيا لم يسبق لها مثيلاً، على استعداد لقبول تحدٍّ جديد. فقد أعدوا خططاً للسيطرة على نهر الميكونغ، الذي يبدأ في الصين ويسحب معه مياه ماينمار (بورما سابقاً) ولاوس وكمبوديا وأجزاء من تايلند وفيتنام. وفي أثناء الصراع الممتد في جنوب شرق آسيا، ظلت الخطط على الرفوف. أما اليوم فلا يوجد نقص في المستثمرين المتلهفين على جني الأرباح من هذا السوق النامي ذي الكثافة السكانية العالية والغني بالموارد الطبيعية.

وإذا كان لتجربة مشروعات السدود الاستوائية الأخرى أن تصمد في نهر الميكونغ، فإن ذلك يعني أن طول أعمار المشروعات المائية وعائداتها الاقتصادية يجري المبالغة فيها من قبل أنصار إقامة السدود، وأنه يجري التقليل من شأن مشاكل الأمان والدمار البيئي والتكاليف الاقتصادية والصحية والاجتماعية. وكما هي الحال في أي مكان آخر، عندما يتبنى المتحمسون للسدود الأمل بتدجين فيضانات نهر الميكونغ، فإنهم يفشلون بصورة عامة في الإشارة إلى أن الفيضان هو جزء طبيعي من دورة الأنهار المعقدة، وليست حالة مَرَضية تحتاج إلى المعالجة[٢٢].

ويأتي ٩٠ بالمائة من تدفقات نهر الميكونغ خلال الأمطار الموسمية ما بين شهري أيار (مايو) وتشرين الأول (اكتوبر) عندما يمتلىء النهر بمقدار ٤٠ مرة من حجمه في موسمه الجاف. وفي أثناء الفيضان تهاجر الأسماك مسافات طويلة بين النهر والمناطق الريفية المحيطة ومن ثم تعود للنهر ومصبه مع انحسار مياه الفيضان. ويقدر بأن ٩٠ بالمائة من الأسماك في حوض الميكونغ لا تضع بيضها في النهر بل في الغابات والحقول الغارقة في المياه وحيث تطوف بحثاً عن الطعام. كذلك فإن مياه الفيضان تثري الحقول الزراعية كذلك. ويعتمد حوالي ٥٢

مليون شخص على نهر الميكونغ في الحصول على طعامهم ومعيشتهم. ورغم أن تدفق وفيضان نهر الميكونغ قد يبدو خارج السيطرة في أعين المهندسين، إلا أن النهر والأسماك والناس يشكلون جميعاً بالفعل نظاماً عالي الانتاجية[٢٣].

وقد يكون مصير مثل هذه الأماكن (والناس الذين يعتمدون عليها) الآن في أيدي هيئة دولية أعيد إحياؤها مؤخراً تسمى لجنة نهر الميكونغ. ولدى هذه المجموعة إمكانية تقديم منبر لتنسيق الاستعمال المستديم للنهر واستثماره من قبل الدول الموقِّعة عليه - تايلند ولاوس وكمبوديا وفيتنام. غير أن ضعف قوانينها الجديدة والتوازن غير السوي بين الكهرباء والديمقراطية في الاقليم والزخم (قوة الدفع) وراء مشاريع السدود تثير التساؤلات حول التعاون أو التنمية المستديمة في نهر الميكونغ التي تَعِد بها الاتفاقية الجديدة[٢٤].

ووفقاً للقوانين القديمة للجنة، كانت الدول الأعضاء تستطيع استخدام حق النقض (الفيتو) ضد تحويل النهر أو إقامة السدود عليه أو على روافده الرئيسية. ولكنَّ القوانين الجديدة لا تطالب بأكثر من «إحاطة اللجنة علماً» بمثل هذه الخطط. وغياب متطلب إجراء مشاورات من شأنه أن يهيىء المجال إلى ظهور مشاكل خطيرة في دول المصب الأقل قوَّة في ماينمار والصين وهما غير موقعتين على الاتفاقية. كما أن هذه الطريقة سوف تتجاهل، في طول المنطقة وعرضها، حقوق وحاجات المستفيدين الصغار من الموارد كمصدر لهم، والذين يشكلون الغالبية من بين السكان[٢٥].

وإحدى القوى المحرِّكة في جنوب شرق آسيا هي تايلند، عملاق المنطقة الاقتصادي. وإحدى أولوياتها المعلنة هي تحويل «الهند الصينية من ميدان معركة إلى سوق تجاري». ويزداد الطلب على الكهرباء في تايلند بـ ١٠-١٥ بالمائة في العام، ولكن ليس لها إمكانية الوصول إلى مياه الميكونغ إلا بقدر أقل من معظم جيرانها. وواردات الكهرباء من مشاريع المياه الهائلة المخطط لها في لاوس قد تعطى تايلند كهرباء رخيصة - وتسمح لها بتجنب الكثير من التكاليف والأعطاب المصاحبة؛ كما أن هذه الواردات قد تساعد الحكومة على تحاشي المجموعة المتزايدة من النقاد في الداخل. وسمحت حرية التعبير النسبية في تايلند للناس بالإفصاح عن مخاوفهم بالنسبة لتدمير الغابات ومواقع صيد الأسماك، والآثار الناجمة عن إعادة تحديد أماكن القرى- وهذا أثر جانبي شائع لبناء السدود[٢٦].

ومن ناحية أخرى، فإنه لا يوجد لدى جيران تايلند سوى القليل من حرية الصحافة. ولم يكن هناك سوى القليل من النقاش العام في لاوس حول قرار الحكومة سدِّ شهية تايلند

للطاقة عن طريق بناء أكثر من ٢٣ سداً بحلول عام ٢٠١٠ . فالقليل من الناس الذين سوف يجبرون على التخلي عن مجتمعاتهم القائمة على الاكتفاء الذاتي - سواء أكان ذلك باغراق أراضيهم أو تجفيفها - لديهم أي أمل في التأثير على هذه الخطط.

لم يكن هناك سوى القليل من النقاش العام في لاوس حول قرار الحكومة سدِّ شهية تايلند للطاقة عن طريق بناء أكثر من ٢٣ سداً بحلول عام ٢٠١٠ .

وقد يعطي سد باك مَن (Pak Mun) في شمال شرق تايلند صورة عن مستقبل المنطقة. فقد بُني هذا السد، الذي يقع على أكبر رافد من روافد نهر الميكونغ في تايلند في أوائل التسعينات على يد سلطة توليد الكهرباء التايلندية وجرى تمويله جزئياً من قبل البنك الدولي على أساس تقييمات مختصرة للتأثيرات البيئية، لم تشمل دراسة هجرة الأسماك أو العلاقة بين النهر والسكان المحليين. ولم يُسأل القرويون عن استعمالهم للنهر كما لم تتح لهم فرصة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمشروع - بل إنهم حتى لم يُعطوا أية خرائط، كان من الممكن أن تُريهم ما كان قد خُطِّط. ونُزِعت الملكية من أكثر من ٢٠٠٠ أسرة، وفقدت آلاف أخرى مصدر غذائها ودخلها. وكما يمكن التنبؤ به، اختفت بالفعل الـ ١٥٠ نوعاً من الأسماك جميعها من نهر مَن (Mun River) منذ استكمال المشروع عام ١٩٩٤ . وفي عام ١٩٩٥ اعترفت سلطة توليد الكهرباء بهذا الدمار ورضخت لمطالب القرويين الخاصة بالتعويضات[٢٨].

إساءة فهم الفيضانات

في كثير من الأماكن، يُنظر إلى الأنهار غير المطوَّرة وسهولها الفيضانية والأراضي الرطبة والمياه الراكدة كما لو كانت مهدورة وغير منتجة. وهذا الرأي هو أبعد ما يكون عن الحقيقة. وإحدى التغيرات الأكثر شيوعاً التي تُجرى على الأنهار، كبيرها وصغيرها، هي محاولة تنظيم طبيعتها القائمة على التدفق الحر. وأنظمة الأنهار ذات توازن ديناميكي بين ملامحها البيولوجية والفيزيائية. والكثير من هذه الأنظمة (ومن بينها المسيسبي والنيل والكانج والأمازون) تتكيَّف مع ما يطلق عليه غالباً اسم اضطرابات «النبض» - أو الحوادث مثل الفيضانات الموسمية التي تحدث بصورة طبيعية. وفي بعض الأماكن قد تدوم هذه الحوادث أسابيع قليلة؛ وفي بعضها الآخر معظم العام[٢٩].

والحيوانات والنباتات تتكيف مع هذا النظام وفق تدرُّج مواطنها. وعلى سبيل المثال، فإن الكثير من الأسماك تستخدم السهول الفيضانية لتضع بيضها وتبني بيت حضانة لصغارها؛

والبعض منها يستهلك البذور ويساعد على توزيعها، بينما البعض الآخر يعتمد على الوفرة الوقتيَّة في الغذاء لإعالته طوال الوقت، والكثير من النباتات يستخدم الفترة الفيضانية ليُنْبِت ويمتص المغذيات الذائبة المتاحة، وتعتمد الطيور المائية المهاجرة على سخاء فترة الفيضان. وتساعد الموجات الفيضانية على المحافظة على التفاعل الطبيعي والبيولوجي بين النهر والسهول الفيضانية المحيطة التي تجعلهما معاً غاية في الإنتاجية والتنوع - بل أكثر إنتاجية وتنوعاً مما لو كان كل منهما بمفرده في معزل عن الآخر. وكما وصف ذلك العالم البيولوجي بيتر بيلي (Peter Bayley) بصورة ملائمة بقوله: «إن نبض الفيضان ليس اضطراباً؛ بل إنَّ الابتعاد الكبير عن النظام المائي المتوسط هو الذي ينبغي اعتباره اضطراباً»[٣٠].

ومعظم النشاطات البشرية تقع تحت فئة الاضطرابات «الضاغطة» - أو التمزُّق المستمر الذي يُعجِّل انهيار التماسك الطبيعي والكيماوي والبيولوجي للنظام، ويمكن أن يؤدي إلى انحلال النظام البيئي بأكمله. والاضطرابات الضاغطة التي يصنعها الإنسان تشمل بناء الانشاءات مثل السدود والحواجز، وعزل الأنهار عن سهولها الفيضانية والأراضي الرطبة والمياه الراكدة؛ وتغيير مستويات التدفقات المائية وتوقيتاتها ودرجة حراراتها؛ وإضافة المواد الكيماوية والمغذيات المفرطة من المخصبات ومياه الصرف؛ وإقامة القنوات الملاحية[٣١].

ففي أوروبا، هناك عدد من المؤشرات الواضحة على أن نهر الراين يعاني من اللوائح والتنظيمات الكثيرة جداً. ويجري نهر الراين مسافة ١٣٢٠كم من بدايته في جبال الألب السويسرية مروراً بليختنشتين (Liechtenstein) وفرنسا وألمانيا وهولندا حتى يخرج إلى بحر الشمال - عبر أكثر أجزاء أوروبا كثافة سكانية وصناعية. إذ يتم انتاج ٢٠ بالمائة من الكيماويات في العالم في تلك المنطقة. ويقدم النهر وروافده مياه الشرب إلى ٢٠ مليون من الناس. ولا عجب أن يتركز معظم الاهتمام العام على مدى العقود القليلة الماضية على تخفيض تلوث المياه[٣٢].

والآن، فقد أشارت دلائل على وجود مشاكل أساسية بصورة كبيرة قد أدت إلى قيام تغيرات مثيرة على الطريقة التي ينظر من خلالها لهذا النهر (الراين) وطرق إدارته. فقد تسبَّب فيضان رئيسي في أوائل عام ١٩٩٥ في إجلاء ٢٥٠ ألف من الناس في هولندا ودفع تكاليف قدِّرت ما بين ١,٥ إلى ١,٧ بليون مارك ألماني (٩٨٠ مليون إلى ١,١ بليون دولار) في ألمانيا وحدها. وفي الحقيقة، ازدادت الفيضانات على مدى العشرين سنة الأخيرة حدَّة وقسوة مع الزيادة الكبيرة في الانتقال للمدن وهندسة الأنهار والإدارة الضعيفة للسهول الفيضانية. ففي كارلزرو (Karlsruhe) على سبيل المثال، وهي بلدة المانية على الحدود الفرنسية، لم يرتفع

منسوب الراين قبل عام ١٩٧٧ بمقدار ٧,٦٢ متراً فوق مستوى الفيضان سوى أربع مرات في هذا القرن. ومنذ عام ١٩٧٧، وصل النهر إلى ذلك المنسوب عشر مرات[٣٣].

وفي وضعه الطبيعي، كان نهر الراين في حالة اكتماله يتلوى هو وروافده عبر سهل فيضاني واسع من الحقول والغابات. وفي منتصف القرن التاسع عشر بدأ مهندس ألماني عملية إنشاء طريق نهري سريع، وحيد وعميق ومحدد تحديداً تاماً، أقصر من النهر الأصلي بـ ١٠٠كم ليسرِّع النقل إلى البحر ويسهِّل النمو والتصنيع. أما التغيرات الأحدث عهداً، فقد خلقت نهراً مُهندساً هندسة تامة مزود بالمحابس (الأقفال) والحواجز والسدود. وشيِّدت عشرة مصانع للطاقة الهيدروكهربائية في منطقة الراين العليا، بالإضافة إلى المحابس والحواجز المتقدِّمة. كما هيَّأ تجفيف أراضي المستنقعات ووضع أسوار بين السهل الفيضاني والنهر بالحواجز الاسمنتية المسلَّحة الأراضي للزراعة والمساكن والصناعة. ولكن ذلك أدى كذلك إلى تخفيض مستويات المياه الجوفية[٣٤].

واليوم أصبح النهر مقطوعاً عن ٩٠ بالمائة من سهله الفيضاني الأصلي في منطقة الراين العليا، وتتدفق مياهه بضعفي سرعته التي كان عليها في السابق. وأخذ النهر الضيِّق سريع التدفق يحفر لنفسهِ حتى مجرى أعمق - يصل إلى أعمق ما كان عليه بثمانية أمتار - وهو يشق طريقه بسرعة صَوب الدول المنخفضة. ومما يدعو للسخرية، أن احتواء النهر بالسدود والخزانات وغيرها من الانشاءات لا يؤدي إلى تخفيض حجم مياه الفيضان. وما يفعله ذلك بالفعل زيادة معدل التدفق بصورة مثيرة، وبالتالي قوة هذه المياه وهي تتدفق في مجراها. ويقول البعض إنه لا ينبغي تسمية هذه الإنشاءات بآليات السيطرة على الفيضانات بل «آليات تحويل تهديد الفيضانات»[٣٥].

وقضت التغيرات المادية والكيماوية في نظام نهر الراين الناجمة عن الفيضانات المدمِّرة، كذلك، على معظم أسماكه. فقد كان الراين في وقت ما يقوم بمدِّ أسباب الحياة إلى مصائد الأسماك النابضة بالحيوية والنشاط التي كانت تغذِّي وتقدم فرص العمل للناس على طول مجراه. وقبل مائة عام مضت، تم اصطياد ١٥٠ ألف سمكة سلمون من هولندا والمانيا وحدهما. وبحلول عام ١٩٢٠ تقلص حصادُ السلمون إلى أدنى من ٣٠ ألف، وبحلول عام ١٩٥٨ اختفى تماماً. والخمسة عشر سمكة سلمون - سمكة وليس نوعاً من الأسماك - التي وجدت في نهر الراين مؤخراً يعتقد بأنها هربت من عملية زراعة أسماك نرويجية. وقد كان أحد الأهداف الرئيسية لبرنامج إقليمي دُشِّن في عام ١٩٨٧ - واسمهُ خطة عمل الراين -،

بجانب تخفيض السموم، هو عودة السلمون بحلول عام ٢٠٠٠[٣٦].

ويتمثل جزء من الخطة في استعادة بعض النظام البيئي للنهر كي يمكن استعادة الفوائد التي يمكن جنيها من وظائفه الطبيعية، مثل تقديم مياه الشرب الآمنة وإعادة شحن إمدادات المياه الجوفية وامتصاص مياه الفيضان وإعادة اطلاقها ببطء. واتفقت المانيا وفرنسا في عام ١٩٨٢ على إنشاء مروج فيضانية في أعالي النهر للتخفيف من فيضانات الجزء الأدنى منه. وحتى الآن، لم تستكمل سوى منطقتين من المناطق العشرين المخصصة لذلك. أما هولندا، التي يقع جزء كبير منها تحت مستوى البحر والنهر والتي تشعر بكامل تأثير قوة فيضان الراين وعبء السموم، فهي تتخذ الخطوات اللازمة لإعادة تأهيل بعض سهلها الفيضاني وأراضي دلتاها. وهدفها النهائي هو عودة ١٥ بالمائة من الأراضي الزراعية إلى السهل الفيضاني العامل. وتأمل المنطقة، عن طريق استخدام بعض الطرق غير الإنشائية في السيطرة على الفيضان، في تخفيض العواقب المدمِّرة التي نجمت عن تنظيم نهر الراين واستعادة بعض الأنظمة الطبيعية والحياة التي تدعمها - والتقليل من تهديد وتكلفة الفيضانات المدمِّرة المستقبلية إلى الحد الأدنى[٣٧].

أحد الأهداف الرئيسية لخطة عمل الراين، بجانب تخفيض السموم - هو عودة السلمون بحلول عام ٢٠٠٠ .

وتظهر التكاليف المتصاعدة وحدَّة الفيضانات وتكرُّرها على طول نهر المسيسبي وروافده في الولايات المتحدة أن الإنفاق الهائل على هندسة الأنهار قد زادت بالفعل من حدَّة ودمار الفيضانات وشلَّتْ قدرة النهر على توفير أسباب الحياة للنباتات والحيوانات الأصلية. وحَدَّ تشييد ١٥٧٦ حاجزاً، وإقامة قنوات ملاحية عميقة والزراعة الموسعة في السهل الفيضاني وتجفيف أكثر من ٦,٩ مليون هكتار (١٧ مليون فدان) من الأراضي الرطبة (وبلغت نسبة ذلك التجفيف أكثر من ٨٥ بالمائة في بعض الولايات) حدَّ من قدرة سهول المسيسبي الفيضانية على امتصاص ومن ثم إسالة الأمطار ومياه الفيضان والمغذيات والرسوبيات تدريجياً. وتأتي سوء إدارة الأنظمة البيئية هذه بتكلفة اقتصادية كبيرة، كما يتضح ذلك من تغوُّر (هبوط) دلتا المسيسبي وتردي الأنواع المائية والخسارة المالية الهائلة التي نجمت عن الفيضان الأخير[٣٨].

منذ عام ١٩٣٠، أنفق سلاح المهندسين في الجيش الأمريكي أكثر من ٢٥ بليون دولار على السيطرة على الفيضانات ومشاريع الملاحة في حوض المسيسبي.

ويعتبر فيضان وسط الغرب (Midwest) الكبير في عام ١٩٩٣ أكبر الفيضانات وأكثرها تدميراً في تاريخ الولايات المتحدة. وقد أُعدت سجلات لكميات الهطل وجريان المياه على الأراضي العالية ومستويات النهر والمدة الزمنية التي أمضاها الفيضان ومساحة المنطقة التي غمرها والخسارة الاقتصادية. وأبطلت مياه الفيضان مفعول أكثر من ١٠٠٠ حاجز على مدى ٩٦٥٠كم (٦٠٠٠ ميل). ومن منظور ادراك الحدث بعد وقوعه، يدرك الكثيرون اليوم أن النهر كان ببساطة - وبالإكراه مع ذلك - يحاول استعادة سهلة الفيضاني[٣٩].

فمشاكل اليوم هي نتيجة للآثار التراكمية لأكثر من ١٥٠ عاماً من العمل، وفق المصالح العامة والخاصة، على التوسُّع في الزراعة وتسهيل الملاحة والسيطرة على الفيضان. وتعمل الحواجز والمحابس والخزانات على إبقاء النهر وروافده مثل نهري ميسوري وإلينوى في مجرى ليس من اختياره. وأكثر من نصف نهر المسيسبي البالغ طوله ٣٧٨٢ كم يتدفق في قنوات صناعية. ومن المفارقات أن هذه التعديلات الصناعية على نظام حوض المسيسبي قد زادت بالفعل من تردي وحدَّة وتكلفة الفيضانات. وتشير السجلات أن فيضانات أعوام ١٩٧٣ و١٩٨٢ و١٩٩٣ كانت أعلى، بدرجة كبيرة، مما كان من الممكن أن تكون عليه قبل بدء السيطرة الإنشائية علي الفيضانات بكل حماس في عام ١٩٢٧ . وبحساب الدولارات الثابتة، قُدِّرت الأضرار الناجمة عن فيضان عام ١٩٢٧ بـ ٢٣٦ مليون دولار، في حين وصلت الأضرار الناجمة عن فيضان عام ١٩٧٣ ٤٢٥ مليون دولار. وقدرت أضرار العقارات من الفيضان الكبير عام ١٩٩٣ ما بين ١٢ بليون و١٦ بليون دولار[٤٠].

كان للتغيرات في الإدارة والسياسات التي بدأت بعد فيضان عام ١٩٢٧ عدد من الآثار العميقة. وأحد هذه الآثار كان نقل تكاليف السيطرة على الفيضان والإغاثة من المستوى المحلي إلى المستوى الفدرالي وهو ما شجع الناس والمزارعين وأصحاب الأعمال، جزئياً، على الاستقرار في المناطق المعرضة للفيضان وهم على علم أنه سيتم كفالتهم من المتاعب على نفقة دافع الضرائب. ومنذ عام ١٩٣٠، أنفق سلاح المهندسين في الجيش الأمريكي أكثر من ٢٥ بليون دولار على السيطرة على الفيضانات ومشاريع الملاحة في حوض المسيسبي. وأُنفقت بلايين إضافية أخرى من قبل المؤسسات الفدرالية وعلى مستوى الولايات والمؤسسات الخاصة الأخرى[٤١].

وأُنشيء البرنامج القومي للتأمين ضد الفيضانات (National Flood Insurance Program) عام ١٩٦٨ لتأمين أولئك الذين يعيشون في المناطق المعرَّضة للفيضان والتي ترى شركات

التأمين الخاصة أنه (أي التأمين) محفوف بالخطر. كما شجَّع هذا التأمين على إعادة البناء في نفس تلك المناطق. وكغيره من الكثير من أشكال الدعم التي تعمل في اتجاه معاكس للمبادىء الاقتصادية والبيئية السليمة، فإن هذا البرنامج الباهظ الثمن لم يَفِد سوى عدد قليل نسبياً[٤٢].

وقدم فيضان عام ١٩٩٣ في نهري المسيسبي الأعلى وميسوري درساً مثيراً ومكلفاً على آثار التقنية (أي حفر القنوات) وعلى النظر إلى تدفق الأنهار الطبيعي كما لو كان حالة مَرَضيَّة. وكما حدث بالنسبة لنهر الراين فقد أدت الخسائر البشرية والاقتصادية إلى إعادة تفكير مثيرة في كيفية إدارة الأنهار الكبرى. فقد أوصت قوة عمل ادارة السهول الفيضانيَّة المشكَّلة من عدة وكالات (Interagency Floodplain Management Task Force) بإنهاء الاعتماد المفرط على الطرق الإنشائية والهندسية للسيطرة على الفيضانات لصالح استعادة السهول الفيضانية وإدارتها. وأكدت قوة العمل هذه على إدارة النهر على أساس أنه نظام بيئي كامل بدلاً من تجزأته إلى أقسام قصيرة. وهذه التوصيات تردد أصداء النتائج التي توصلت لها دراسة موسَّعة أجرتها هيئة رفيعة المستوى من مجلس الأبحاث القومي المستقل عام ١٩٩٢[٤٣].

ولا يساعد استعادة السهول الفيضانية وإدارة حوض النهر كنظام بيئي على الحدِّ من الفيضانات فحسب بل على استعادة خدمات الأنظمة البيئية الأخرى والحياة المائية في النهر كذلك. فقد أدى فصل الأسماك عن مواقع وضع بيضها في السهول الفيضانية والمناطق العليا من مجرى الأنهار بالفعل إلى القضاء على بعض الأنواع وإلى التسبب في تردي أنواع أخرى. وعلى سبيل المثال، فعلى طول منطقة ممتدة من نهر ميسوري (أكبر رافد من بين روافد نهر المسيسبي)، لحق بخسارة ٦٧ بالمائة من مساحة السهول الفيضانية تردي أكثر من ٨٠ بالمائة من حصاد الأسماك. وبعد فيضان عام ١٩٩٣، ذُكرت سنوات وضع بيض قياسية بالنسبة لأنواع الأسماك المتكيِّفة مع الفيضان. وقد وصف الكاتب تيد ويليمز (Ted Williams) ذلك بقوله: «لم يكن عام ١٩٩٣ عاماً جيداً لأي شكل من أشكال الحياة التي تطورت في نهر المسيسبي؛ بل كان عاماً عادياً».

ولا تقضي إنشاءات السيطرة على الفيضاناتِ على «ميِّزة نَبْض الفيضان» التي تستفيد منها أسماك النهر (أي أن الأسماك أكثر انتاجية مع نبض الفيضان) فحسب، بل تؤثِّر بالسَلب على تماسك وإنتاجية دلتا المسيسبي وخليج المكسيك. إذ لمّا كانت هذه الإنشاءات تحتبس الرسوبيات بدلاً من السماح لها باعادة ملء الدلتا، فقد أخذت المناطق الساحلية بالانحسار

بالفعل - مغرقة الأراضي الرطبة ومهددة المجتمعات الساحلية ومصائد الأسماك المنتجة. وعلى سبيل المثال، فإن ولاية لويزيانا لديها ثاني أكبر حجم إنتاج من الأسماك التجارية في البلاد، وهو صيد يتمثل أساساً في الأنواع التي تعتمد على الأراضي الرطبة؛ ومع ذلك فإن هذا الخير الوفير مهدد بالخطر ما بين الخسائر المباشرة الناجمة عن تحويل الأراضي الرطبة والخسائر الناجمة عن هبوط الانتاجية[٤٥].

ويظهر الاعتماد المتبادل بين الأنواع وبيئاتها كذلك في تردي أنواع الرخويات الأصلية. فحوض نهر المسيسبي والأجزاء الشرقية من الولايات المتحدة هي موطن أكثر أنواع رخويات المياه العذبة الحيوانية تنوعاً؛ إذ يوجد هناك ثلث أنواع رخويات المياه العذبة الموجودة في العالم. ولكنها تردَّت من حيث وفرتها وتنوعها على السواء. فقد انقرض ١٠ بالمائة من هذه الأنواع منذ عام ١٩٠٠ . ووجدت دراسة تقييمية لأوضاع رخويات المياه العذبة في الولايات المتحدة وكندا أن ٧٢ بالمائة من الـ ٢٩٧ صنفاً من أصناف رخويات المياه العذبة (٢٨١ نوع رئيسي و١٦ نوع فرعي) إما معرَّضة للخطر أو مهدَّدة أو تلقى اهتماماً خاصاً. وقد يكون الكثير منها قد انقرض الآن فعلاً. ولا يعتبر سوى ٢٤ بالمائة (٧٠ نوعاً) منها في وضع مستقر. وفي حين تعرَّض قانون الأنواع المعرَّضة للخطر، والذي يعترف بأهمية المواطن التي لم تمس، للنقد من قبل السياسيين المحافظين على أساس أنه حماس زائد للمحافظة على الطبيعة، فإن حقيقة أن ٦٠ نوعاً من الرخويات فحسب هي التي حظيت بوصفها بأنها مهددة أو معرضة للخطر رسمياً تشير إلى أن تصنيفات الحكومات تهوِّن بالفعل من المدى الحقيقي للخطر[٤٦].

ورخوياتُ المياه العذبة هي مؤشر ممتاز على نوعية المواطن والمياه. ففي طوال حياتها التي تصل ما بين ٤٠ و٥٠ عاماً، فإن هذه المخلوقات الرسوبية تظل في المنطقة نفسها، ترشِّح المياه وتتغذَّى على البلانكتون متناهي الصِغَر. كما تعمل كغذاء للكثير من الأنواع، وتقوم بترشيح وتنظيف كميات هائلة من المياه كلَّ يوم. وكل نوع من أنواع الرخويات له أنواع خاصة من الأسماك يعتمد عليها خلال فترة قصيرة من دورة حياته. وإذا اختفت تلك الأسماك، لا تستطيع الرخويات التكاثر. وإذا اختفت الرخويات يظل الماء بدون تنظيف. وعلى سبيل المثال، تعتمد الرخويات الصدفية الإبنوسية ورخويات أُذن الفيل على الرنجة الوثابة لتوزيع صغارها وتنميتها. وبعد أن حالَ أحد السدود الذي أقيم على نهر المسيسبي الأعلى دون هجرة الرنجة اختفت الرخويات من النهر في المنطقة الواقعة أعلى السد. وبالنسبة لسلسلة الرخويات بأكملها، فإن التهديد الأكبر لهذه الكائنات التي تشكِّل مؤشرات هامة وحساسة

هو تدمير مواطنها. ولسوء الحظ، فإن انتشار كائنات غير أصلية، مؤخراً، مثل رخويات الحمار الوحشي قد يمثّل ضربة قاضية لما تبقى من أعضاء أكثر الحيوانات الرخوية تنوعاً في العالم والتي تعيش في المياه العذبة(٤٧).

وبتدمير الحياة الحيوانية والنباتية لنظام نهر المسيسبي وكذلك تدمير تماسك النظام البيئي للنهر، فإننا نقضي على الخدمات الحالية القيِّمة التي يقدمها هذا النظام البيئي. كما أننا نمنع كذلك ممرات التطور المستقبلي وخياراته اللازمة للتكيف مع تغيُّر المناخ. ونهر المسيسبي نهر جيولوجي قديم حيث تأخذ الأنواع وقتاً طويلاً للتنوع وخلق تجمُّعات معقدة. وينعكس ثراء هذا النهر في حقيقة كونه موطناً لجميع الرخويات الموجودة في الولايات المتحدة تقريباً وثلث أنواع أسماكها. وهي كذلك موطن لبعض أقدم سلالات أسماك المياه العذبة مثل أبي منقار والحفش وسمك التجذيف. وفي الحقيقة فإنه لم يعد موجوداً من أسرة سمك التجذيف سوى نوعين على قيد الحياة، أحدهما في نهر المسيسبي والآخر في نهر يانغ تسي المصاب بالاضطراب في الصين.

ونهر المسيسبي نهر فريد من حيث أن توجهه من الشمال للجنوب سمح بالهجرة إلى المياه الدافئة خلال العصور الجليدية. واليوم، يسمح النهر كذلك بالهجرة السنوية للطيور المائية وطيور الشواطىء والطيور الكاسرة والطيور المغرّدة بين أماكن تكاثرها الشمالية ومساكنها الشتوية جنوباً حتى أمريكا الجنوبية. وهذا التوجه الشمالي الجنوبي هو الذي يلعب أيضاً دوراً هاماً في التطور المستقبلي والتكيف مع تغيُّر المناخ.

متاعب عظمى في البحيرات العظمى

يمكن أن تعكس البحيرة الواسعة أكثر من منظر طبيعي من حولها. والصورة تحت سطحها أفضل انعكاساً من ذلك بكثير للنشاطات البشرية على الشاطىء. وبالنسبة للكثير من البحيرات الكبيرة، فإن الصورة الأكثر صدقاً هي صورة للتلوث وأنواع الكائنات الغريبة وتردي الأحواض المائية التي تثير اضطراب وعدم استقرار هذه الأنظمة البيئية المغلقة. وينظر إلى البحيرات الكبيرة كبالوعة لا قرار لها لإلقاء كل ما يسعى الجنس البشري للتخلص منه في الماء.

وبدأ أكبر نظام بيئي للمياه العذبة في العالم، البحيرات العظمى في أمريكا الشمالية، يشعر بالفعل بالسلسلة الكاملة للضغوط الانثروبوجينة. فحوضها البالغ ٥٢٠ إلى ٥٩٠كم٢ هو

موطن لأكثر من ٣٨ مليوناً من الناس - وكذلك موطن لأجزاءٍ هامة من النشاط الصناعي والزراعي في أمريكا الشمالية. وعلى مدى المائتي عاماً الماضية، فَقَد حوض البحيرات العظمى ثلثي ما كان في يوم من الأيام من أراضيه الرطبة الواسعة. فقد أزالت الحواجز والقنوات والسدود ومسالك المِّياه أماكن وَضْع بيض أسماك شاسعة. وحدَّد مجلس المحافظة على الطبيعة ١٠٠ نوع من الكائنات و٣١ نموذجاً من نماذج المجتمعات البيئية أصبحت الآن في خطر على أساس عالمي. وأكثر من نصف هذه الأنواع والنماذج لا يوجد في أماكن أخرى (غير البحيرات العظمى). واليوم فإن أقل من ثلاثة بالمائة من خط شاطىء البحيرات في الولايات المتحدة البالغ طوله ٨٦٦١كم (٥٣٨٢ ميل) يصلح للسباحة أو إعطاء مياه الشرب أو حتى مساعدة أية حياة مائية[٤٩].

والتلوث هو سبب رئيسي في ورطة البحيرات العظمى. فقد أضافت مياه الصرف الزراعي والنفايات البشرية والمنظفات المنزلية طوال أكثر من قرن كمية مفرطة الحجم من الفوسفور للمياه الأمر الذي أدى إلى استشارة الطحالب بصورة مفرطة. ويسبب الضمور الناجم عن ذلك مشاكل من مثل استنزاف مستويات الأكسجين بصورة خَطِرة. كما تدخل البحيراتِ كل عام كمياتٌ كبيرةٌ من الكيماويات السامة، على الرغم من التحسينات التي جرت خلال عقود من اللوائح والتنظيمات في الولايات المتحدة وكندا. كما تميل السموميات المتراكمة من السنوات السابقة إلى البقاء في الماء وفي رسوبيات القاع لأن الحوض نظام مغلق نسبياً - إذ لا يتدفق إلى الخارج من المياه سوى واحد بالمائة في العام. ومساحة السطح الواسعة للبحيرات العظمى تجعلها عرضة لترسُّب الملوثات المحمولة في الجو، والتي تشكِّل اليوم معظم المواد السامة التي تدخل على النظام. ويهبُّ بعض التلوُّث طوال طريقه من المزارع في المكسيك ومصانع الإسمنت في تكساس. وهكذا حتى أصبح «مستجمع الهواء» في البحيرات العظمى أكبر من مستجمع مياهها[٥٠].

وصحة أسماك البحيرات مؤشر جيد على صحة النظام بأكمله. ففي عام ١٩٩٣، صدر ثلثا أدلة استهلاك الأسماك التي بلغ عددها ١٢٧٩ دليلاً في مختلف أنحاء البلاد، في منطقة البحيرات العظمى، ويعود السببُ في ذلك في معظمه لظهور الزئبق والـ بي سي بي (PCBs) والكلوردين والديوكسين والدي دي تي (DDT). وعند توافر بيانات أكثر شمولاً ستكون الصورة أكثر سوءاً؛ إذ أنَّه من بين الـ ٣٠ ألف نوع من الكيماويات المختلفة التي تدخل البحيرات، لا تجري مراقبة سوى ٣٦٢ نوعاً منها مراقبة يُعتدُّ بها[٥١].

ويتسبَّب خمير البحيرات السام في بعض الأحيان في قَتْلِ هائل للأسماك، ولكنَّ الآثار الأكثر خفاءً قد تكون على نفس القدر من الخطورة. فالكثير من الكيماويات تصبح أكثر تركيزاً وهي تمر خلال شبكة الغذاء، مع تلقي الحيوانات المفترسة الرئيسية – مثل الإنسان – أكبر الجرعات. وتعرف هذه العملية باسم التراكم البيولوجي والتكبير البيولوجي (bioaccumulation and biomagnification). وعلى سبيل المثال، فإن شخصاً ما سيحتاج إلى شرب مياه البحيرات العظمى لأكثر من ١٠٠٠ عام ليستوعب من ألـ بي سي بي (PCBs) قدراً يساوي ما سيستوعبه من أكل سمكة سلمون مُرقَّطة (تروْت) واحدة وزنها رطلان[٥٢].

وتؤدي الكثير من المركبات مثل الدي دي تي والـ بي سي بي، والكيماويات الزراعية، وحتى بعض مركبات المنظفات والبلاستيك – إلى تمزُّق الغدد الصماء. وحتى بكميات متناهية الصِغر، فإنها تغيّر سلسلةً كاملة من الخصائص التشريحية والفيزيولوجية والتناسلية وتاريخ الحياة. فالأورام الخبيثة والتشوهات الخَلْقية وحالات الشذوذ التناسلية والفرص المنخفضة للبقاء على قيد الحياة كلها واسعة الانتشار بين الأسماك والطيور والثدييات المعرَّضة لتلك الأخطار. ويعزى تردي نسبة السائل المنوي البشري بـ ٥٠ بالمائة في مختلف أنحاء العالم منذ عام ١٩٤٠ (عندما صُنِعت هذه الكيماويات) إلى قدرة الكثير من هذه الكيماويات واسعة الانتشار على محاكاة الإيستروجين، هرمون التأنيث. ويمكن لممزِّق الغدد الصماء المستوعَب في جيل كامل أن يحدث تغيرات في الجيل الذي يليه. ولا تأتي مشاكل التطور الوجداني والحركي والسلوكي التي تلاحظ على أطفال النساء اللواتي يأكلن السمك الملوّث مما أكلْنه أثناء فترة الحمل، بل مما أكلته الأم طوال حياتها[٥٣].

يحتاج شخص ما للشرب من مياه البحيرات العظمى لأكثر من ١٠٠٠ عام ليستوعِبَ من ألـ بي سي بي قدراً يساوي ما يستوعبه من أكل سمكة سلمون مرقطة (تروْت) واحدة وزنها رطلان.

وتعاني البحيرات العظمى من نوع من «التلوث البيولوجي» كذلك: هو انتشار أنواع الكائنات الغريبة. وقبل مائتي عام مضت كان لكلٍ من البحيرات الخمس العظمى مجتمعها المائي المزدهر، مع وفرة في أعضاء المجموعة السلمونية. وفي عام ١٩٠٠ كان ٨٢ بالمائة من الصيد التجاري لا يزال من الأنواع السلمونية الأصلية؛ وبحلول عام ١٩٦٦، لم تزد الأنواع الأصلية على ٢,٠ بالمائة من الصيد. أما الـ ٩٩,٨ بالمائة الباقية فقد كانت من الأنواع الغريبة. كما أن الكثير من الأنواع الأصلية هي من الأنواع التي تربَّى في المفاقس، وليست من

الأنواع التي تعيل نفسها بنفسها[٥٤].

ووضعت بعض الأنواع الغريبة في المنطقة عن عمد، استجابة للتردي في الأسماك الأصلية نتيجة للإفراط في الصيد. وعلى سبيل المثال، فإن برنامجاً لتفقيس أسماك الزينة (أو المتعة) يستطيع دعم صناعة أسماك زينة تساوي بليوني دولار وهو مبلغ تتضاءل معه قيمة ما تبقى في البحيرات العظمى من أسماك تجارية والتي لا تساوي أكثر من ٤١ مليون دولار. ولكنَّ الأكثر من ١٣٠ نوعاً من الأسماك الغريبة وجد طريقهُ إلى النظام المائي عن طريق التحرك في القنوات أو محمولاً على ظهر السفن. وقد دخل إلى النظام المائي أكثر من ثلث الأسماك الغريبة في الثلاثين سنة منذ تدشين طريق سانت لورنس البحري (St. Lawrence Seaway). ويُعْتقد أن القنوات قد فتحت أبواب البحيرات العظمى على مصاريعها للجُلَّكا (Lamprey) البحرية، وهي طفيلية محيطية جلبت الخراب والدمار لمسامك البحيرات العظمى. وفي بحيرتي ميتشيغان وهورون (Huron) يعود الفضل إلى أسماك الجلَّكا في تخفيض حصاد السلمون المرقط (التروت) من ٥٠٠٠ طن في أوائل الأربعينات إلى مجرد ٩١ طن بعد ذلك بخمسة عشر عاماً. وحصل أول تعاون فعَّال بين الحكومات في سبيل محاربة الجلكا، ونجم عنه تشكيلُ لجنة مصائد أسماك البحيرات العظمى (Great Lakes Fishery Commission). ولا زال سمك الجلكا باقياً في البحيرات وتتطلب السيطرة عليه يقظة مستمرة[٥٥].

والتوقعات الخاصة بالسيطرة على غازٍ، وهو الرخويات المخططة (التي تشبه في ذلك حمار الوحش) أقل يقيناً من ذلك بكثير. فقد أدخلتْ هذه الرخويات عن غير قصد إلى البحيرات في عام ١٩٨٨ من مياه موازنة ثاقل السفن، وانتشرت الآن بالفعل إلى معظم الأنهار الرئيسية والبحيرات في الشرق الأمريكي، ووجدت في مناطق بعيدة مثل كاليفورنيا. وتلتصق يرقات هذه الأسماك الغزيرة في توالدها والتي موطنها الأصلي هو بحر قزوين على السطوح الصلبة، مثل الصخور والقوارب والأنابيب والرخويات الأخرى. وتشكِّل مستعمرات كثيفة على السطوح (التحتية) التي تستخدمها الأسماك والرخويات الأصلية أثناء وضع بيضها وتقضي بالفعل على البلانكتون اللازم للأسماك والرخويات الأصلية. ووجد عمال في محطة توليد الكهرباء في ديترويت عدداً يبلغ ٧٥٠ ألف رخوي في كل متر مربع من قناة سحب مياه المصنع. وقد تصل التكلفة التي تتحملها المدن والصناعات لمنع هذه الكائنات الغازية الدَبِقة (اللَزِقة) من سد أنابيب السحب ومغيرات الحرارة إلى خمسة بلايين دولار بحلول عام ٢٠٠٠ في البحيرات العظمى وحدها. ويتوقع أن تكون الرخويات المخطَّطَة، بحلول ذلك الوقت، قد

استعمرت بالفعل جميع أنظمة المياه العذبة في أمريكا الشمالية، نظراً إلى أنه لم يتم بعد التوصل إلى تصميم طريقة للتخلص منها[٥٦].

وظلت محاولات إشفاء البحيرات العظمى مقتصرة إلى حدٍ كبير على قصص معالجة الأزمات. وفي أوائل القرن، عندما كان يجري اقتفاء أثر الأوبئة في مخلفات مياه المجاري كانت أنابيب قنوات الصرف تمتد بعيداً في مياه (البحيرات). وعندما انهارت الأسماك الأصلية، حلَّت الأسماك الغريبة المخزونة بكثافة محلها. وتركزت السيطرة على التلوث على إدارة نهاية الأنابيب بالنسبة لكل من الكيماويات على حدة أكثر من التخفيض الشامل لمصدره. ومع ذلك فقد أُحرز بعض التقدم وإن كان ذلك ببطءٍ شديد. وقد كانت جماعات المواطنين في كل من كندا والولايات المتحدة فعَّالة في أخذ زمام المبادرة لإحداث التغيير. فقد كانت اللجنة المشتركة الدولية (International Joint Commission) ولجنة مصائد البحيرات العظمى (Great Lakes Fishery Commission) واتفاقية نوعية مياه البحيرات العظمى (Great Lakes Water Quality Agreement) لعام ١٩٧٨ تشكل منبراً للتعاون الثنائي - على كل من المستوى الفدرالي ومستوى الولايات. وأدى التعاون وفق اتفاقية نوعية مياه البحيرات العظمى إلى تخفيض المستويات الفسفورية وتراكمات مغذيات الطحالب (eutrophication)[٥٧].

لقد أدت اللوائح والتنظيمات التي تقوم السلطات الفدرالية وسلطات الولايات في الولايات المتحدة إلى تخفيض مدخلات الكثير من الملوِّثات تخفيضاً كبيراً. وقامت الوكالات المختلفة بتطوير إرشادات مرنة لتحقيق المزيد من هذه التخفيضات. وتتبنى استراتيجية الخمس سنوات الجديدة التي أعدتها الوكالات الفدرالية وعلى مستوى الولايات وغير الحكومية. وتقوم على تنسيقها وكالة حماية البيئة نهجاً في الإدارة المتكاملة للأنظمة البيئية لحلِّ المشاكل واتخاذ القرارات في المنطقة. ومع أنه لا زال الوقت مبكراً للحكم على نجاح هذه الاستراتيجية، فإنها تمثل قفزة فكرية هامة[٥٨].

وعلى الجانب الآخر من الكرة الأرضية، فإن إحدى البحيرات العظمى في أفريقيا تعاني هي الأخرى من آثار إدخال نوع من الكائنات فيها. إذ يتآمر فَرْخ النيل (نوع من السمك النهري) مع الاستعمال المتغير للأراضي والتلوث والضغوط السكانية المتزايدة، ويحارب لسلب بحيرة فيكتوريا من ثروتها الحيوانية وحرمان سكانها من مصدر قيِّم للبروتين والعمالة. فأكبر ثلاث بحيرات على شِقِّ الوادي ليست متصلة ببعضها البعض، وتقع في أحواض أنهار

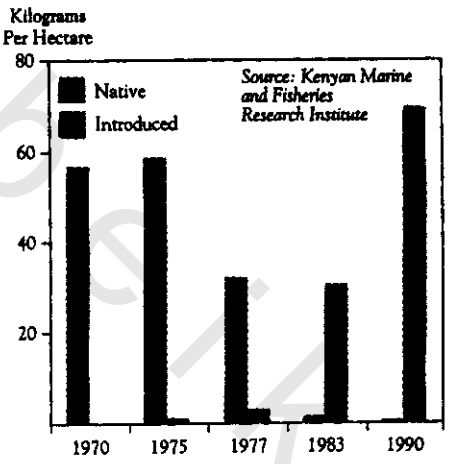
مختلفة. وهكذا تتميَّز الحياة الحيوانية والنظام البيئي في كل منها الواحدة عن الأخرى إذ أن ٩٩ بالمائة من الأسماك الموجودة في كل بحيرة هي مستوطِنة (أصلية) فريدة. وبحيرة تنجانيقا هي أقدمها وأعمقها وذات تنوع حيواني سمكي أكثر من أي بحيرة أخرى في العالم. أما بحيرة فيكتوريا الأكثر ضحالة، المحاطة بأوغندا وكينيا وتنزانيا فتغطي مساحة حوالي ٦٢ ألف كيلومتر مربع. وهي أكبر بحيرات شِقِّ الوادي - وثاني أكبر بحيرة في العالم. وهذه البحيرات، فرادى ومجتمعة، ذات المئات من الأنواع وذات السلوك الفريد، تمثل مختبراً حيَّاً لدراسة الإشعاع الغذائي وعمليات التطور[٥٩].

وأدى إدخال فَرْخ النيل إلى بحيرة فيكتوريا عام ١٩٥٤ - بالضد من النصيحة العلمية التي كانت سائدة يومذاك - إلى القضاء الفعلي على الأسماك المستوطنة (انظر أيضاً الفصل السادس). فالفرخ المفترس بوزن ٢٠٠كغم وأكثر من مترين طولاً يلتهم كميات هائلة من الأسماك الصغيرة: ومنذ إدخاله إلى بحيرة فيكتوريا، فقدت (أي البحيرة) ٢٠٠ صنف من الأسماك البلطِّية، وهي أنواع مثيرة للإعجاب لا توجد في أي مكان آخر. أما الأنواع المائة والخمسون أو أكثر الباقية فيه فمصنَّفَةٌ كأنواع معرَّضة للخطر. إن فقدان أسماك بحيرة فيكتوريا أمر قاسٍ جداً إلى الحد الذي جعل ليز كوفمان (Les Kaufman) العالم البيولوجي بجامعة بوسطن يصف ذلك بأنه «أول انقراض جماعي لفقريات أُتيحت للعلماء فرصة مشاهدته»[٦٠].

وعلى الشاطىء، كان هناك أيضاً تحول من السمك الصغير إلى السمك الكبير. فحتى وقت قريب، كانت الأسماك الأصلية في بحيرة فيكتوريا تُحصد على أيدي صغار الصيادين وتعالج وتُباع على أيدي النساء للاستهلاك المحلي. وأبقى هذا على المزايا الغذائية والاقتصادية للمجتمعات القائمة على جانب البحيرة. أما اليوم فإن فرخ النيل يجرى صيده عن طريق المراكب الكبيرة في المياه المفتوحة بعُدّةِ صيد أكثر تدميراً، ثم يعالج ويتم الاتجار به عن طريق العمليات التجارية الكبيرة في أسواق التصدير. ولم يبق للنساء المحليات سوى الفُتَات فعلاً - والذي يتوَّجب عليهن شراؤه. وبعد أن حُرم السكان المحليون من العمل ولما كانوا غير قادرين على تحمل هذا الصيد الأغلى ثمناً (والأقل فتحاً للشهيَّة) فإنهم يواجهون ورطة غذائية خطيرة. وهكذا محى احتلال الفرخ من الوجود المورد الاقتصادي والغذائي الأساسي لـ٣٠ مليون من الناس[٦١].

والمفتاح الدقيق لنجاح الفرخ غير معروف بصورة مؤكدة، ولكن يلاحظ أن لديه القدرة على تغيير نمط حياته واستراتيجية تكاثره ليتلاءم مع الظروف السائدة. وفي أواخر السبعينات بدأت

مياه البحيرة تفقد الأكسجين من خلال تراكمات مغذيـات الطحالـب (eutrophication)، وهي مميتة لمعظم أنواع الحياة المائية. وفي الوقت ذاته تعرَّض الفَرْخ لتفجُّر عددي (سكاني) هائل وأخذ يلتهم بسرعة الأسماك الأصلية ويزيحها من أمامه. والنتيجة ظاهرة من احصاءات مصائد الأسماك. وعلى سبيل المثال ذكرت كينيا أن صيدها التجاري من سمك الفرخ لم يزد عن ٠,٥ بالمائة في عام ١٩٧٦، إلا أنه بحلول عام ١٩٨٣ ارتفعت نسبته إلى ٦٨ بالمائة. وفي حين أن نسبة صغيرة من تلك الزيادة قد تعزى إلى استخدام مراكب الصيد الكبيرة وغير ذلك، إلا أن الدراسات المسحيَّة العلمية الخاصة بالأسماك توضِّح أيضاً هلاك الأسماك الأصلية واحتلال أنواع الأسماك الجديدة (غير الأصلية (انظر الشكل ٤-٢)[٦٢].



شكل (٤-٢) أعداد الأسماك المتغيرة في بحيرة فيكتوريا

وليس من الواضح فيما إذا كانت تراكمات مغذيات الطحالب قد أعطت الفرصة لسمك الفرخ أو أن استهلاك الفرخ النَهِم للأسماك الأصلية قد «أنهى ثنائية» إعادة دورة البحيرة الداخلية وحلقتها التنظيفيَّة. وإذا كان هذا أو ذاك، فهناك أدلة واضحة على أن بنية النظام بأكمله قد تغيَّرت. وقبل عشر سنوات، كانت بحيرة فيكتوريا معبأة بالأكسجين حتى قاعها على عمق ١٠٠م. أما اليوم فإنها لا تمدُّ الحياة إلا في الـ٤٠ متراً العليا أو أقل من ذلك. وحوادث المزج المنتظمة، التي ترتفع فيها الآن مياه القاع المخنوقة والمستنزفة من الأكسجين، تسبب قتل الأسماك بصورة متكررة. وقد يكون الفرخ نفسه الآن في حالة تردٍ، نتيجة شهيَّته النهمة وللإفراط في الصيد، وموت هذا السمك بشكل متعاقب [٦٣].

وهناك ضغوط أخرى على النظام البيئي كذلك. إذ تتدفَّق ملايين اللترات من مياه المجاري غير المعالجة والنفايات الصناعية على بحيرة فيكتوريا كلّ يوم من كيسومو (Kisumu) ثالث أكبر المدن الكينية، ومن موانزا (Mwanza) في تنزانيا. وتضيف ترديات أحواض المياه ومياه الصرف الزراعي الكيماويات والمغذيات والرسوبيات. ومن رواندا جاءت إضافة مروِّعة

متمثلة في ٤٠ ألف جثَّة آدمية - إصابات الحروب التي طفت عبر نهر كاجيرا (Kagera) في أيار (مايو) ١٩٩٤ . كما أن الفرخ ليس النوع الغريب الوحيد الذي يمثِّل مشكلة البحيرة. فقد وجدت زنبقة الماء الياقوتية (water hyacinth)، وموطنها الأصلي أمريكا الجنوبية، لأول مرَّة في البحيرة عام ١٩٨٩ . ونظراً لغياب المفترسات في أفريقيا، فإن هذه النبتة تغطي الممرات المائية بسرعة، وتستنزف الأكسجين من الماء وتسدُّ أنابيب السحب منه وقنوات الري والموانىء. ويمكن لنبتة واحدة أن تغطي ١٠٠م٢ في مجرد شهور قليلة. كما تهيء زهرة الماء الياقوتية هذه أماكن التوالد لناقلات جراثيم الأمراض مثل الحلزون (البزَّاق) ناقل البلهارسيا وبعوض الملاريا[٦٤].

وبعد أن أصبحت متردية وغير معقدة، فلا يحتمل أن تعود بحيرة فيكتوريا وتصبح «مزرعة تربية أسماك» مستقرة أكثر من احتمال قيام البحيرات العظمى الأمريكية بذلك. ولكن التحديات المؤسساتية لأكبر بحيرة في أفريقيا هي على نفس القدر تقريباً من تعقيد الأنظمة البيئية. وقد دُشِّن مؤخراً جهد تعاوني رئيسي بين الدول الثلاث الواقعة على جانب البحيرة - أوغندا وكينيا وتنزانيا. وسوف يركِّز هذا البرنامج للإدارة البيئية لبحيرة فيكتوريا على نوعية المياه وإدارة استخدام الأراضي، واستعادة الأسماك الغذائية الأصلية، والسيطرة على فرخ النيل وزنبقة الماء الياقوتية، والتعزيز القائم على القاعدة المجتمعة. وسوف تطبَّق الطرق الناجحة التي طبِّقت في المناطق التجريبية حول البحيرة خلال السنوات القليلة الماضية بعد ذلك على مساحات أكبر. ومثل هذا التعاون قد يستعيد مع ذلك بحيرة فيكتوريا، وقد يحافظ على بحيرتي مَلَوي وتنجانيقا كذلك - الدرَّتين الأُخريين على شق الوادي.

اهتمام جديد: المحافظة على الأنظمة البيئية السليمة

ولسوء الحظ فإن أنهار كولومبيا والميكونغ والمسيسبي والراين والبحيرات العظمى في أمريكا الشمالية وشرقي أفريقيا ليست حالات منعزلة. إذ لم يسلم أي مكان بالفعل من فقدان أنواع كائنات المياه العذبة والأنظمة البيئية. كما لم يكن أي مكان محصناً ضدَّ سلسلة الاضطرابات الاقتصادية والاجتماعية غير المتعمدة وغير المتوقعة التي تعقب فقدان الأنظمة البيئية السليمة. وهناك دلائل، عند كل مستوى من مستويات التنظيم، من الجينات إلى الأنواع إلى التجمعات إلى الأنظمة البيئية، على أن تماسك أنظمة المياه العذبة جرى تبسيطها والحطّ من قيمتها وإعاقتها. وهناك دلائل واضحة أن الآثار التراكمية والدؤوبة للنشاطات البشرية هي مسؤولة عن العجز في التنوُّع البيولوجي القاسي والمتعمق.

والحياة الحيوانية المختفية والمتردية لديها الكثير مما يمكن أن تحكيه عمَّا فعلناه بهذه الأنظمة البيئية وبأنفسنا - إذا ما رغبنا في الاستماع لذلك. كما تقدِّم التغيرات في الأوضاع البشرية - المشاكل الصحية، وفقدان القوت والمعيشة، وخلق الصراعات وتفاقمها - مؤشرات كذلك. وتفعل الشيء ذاته الخسائر الاقتصادية القاسية التي تنجم عن تردي الأنظمة البيئية. فالأنظمة البيئية الخاصة بالمياه العذبة ليست مجرَّد جزء من البيئة؛ إنها جزء من اقتصادياتنا كذلك. واحتمالات السعادة الإنسانية اليوم مرهونة بمصير هذه الأنظمة، كما هي الخيارات المستقبلية المتاحة لتطورها واستعمال الإنسان لها.

وعندما نعيق تماسك النظام البيئي - عناصره الطبيعية والكيماوية والبيولوجية وعملياته - فإننا نضعف من قدرته على دعم أنواع الكائنات وتقديم المنتجات والخدمات التي نعتمد عليها. وتتضمن الخدمات المقدَّمة السيطرة على الفيضانات وتنقية المياه واعادة ملء طبقات الصخور المائية واستعادة خصوبة التربة وتربية مصائد الأسماك ودعم الترويح والترفيه. وعندما لا تعود الطبيعة قادرة على العطاء، يتوجب علينا إما الاستغناء أو محاولة ايجاد البديل، وفي العادة بصورة أقل فعالية وأعلى ثمناً.

وحتى اليوم، ظلت عملياتنا لاستغلال موارد المياه العذبة وإدارتها تميل إلى تركيز الاهتمام على عنصر واحد في وقت واحد فحسب - سواء أكان ذلك في مجال الملاحة أو الري أو توليد الكهرباء أو تربية الأسماك التجارية أو أسماك الزينة، أو حتى في الإجراءات المحدودة الخاصة بنوعية المياه - دون اعتبار للنظام بأكمله. فالنهر لا يتوقف حقيقة عند طرف الماء؛ والأراضي الرطبة السليمة ليست مجرد مكان لعُشْبِ الماء والبط.

فنحن بحاجة إلى رؤية هذه الأنظمة البيئية في شموليتها: فالأنهار والبحيرات، مع كل مالها من أحواض مائية وكل العناصر الطبيعية والكيماوية والبيولوجية، كلها جميعاً جزء من أنظمة متكاملة معقَّدة. والسكان الآدميون هم أيضاً جزء من هذه الأنظمة. ونحن بحاجة أن نتعلَّم ادارة مثل هذه الأنظمة بطرق تحفظ لها تكاملها. وفي مثل هذه الطريقة المرنة القائمة على قاعدة الأنظمة البيئية، يمكن إدارة الموارد على مساحات واسعة بما يكفي للسماح لأنواعها وعمليات نظامها البيئي من البقاء سليمة دون مَساس، في الوقت الذي تسمح فيه بقيام النشاط البشري. وعلى المستوى الاجتماعي لا بد من إشراك كلّ أصحاب المنفعة في تحديد القضايا ووضع الأولويات وتنفيذ الحلول[٦٥].

ركَّزت معظم محاولات الإدارة القائمة على قاعدة الأنظمة البيئية على الأماكن التي تردَّت

بالفعل بصورة كبيرة - مثل البحيرات العظمى في أفريقيا وأمريكا الشمالية. وغالباً ما تكون الخطوة الأولى هي جهود إعادة التأهيل مثل تخفيف التلوُّث والسيطرة على المواد السامة وتحسين تدفقات مجاري المياه ونوعيتها. غير أن جزءاً هاماً من المحافظة على الموارد واستعادتها يتمثل في إيقاف المزيد من فقدان المواطِن وحماية المناطق غير المتردية - «المعاقل الحصينة للتنوع البيولوجي المائي» - كملاذات للأعداد السليمة التي تستطيع إعادة ملء المناطق المضطربة بالأعداد الجديدة متى ما تم رفع ضغوط التردي عنها. ورغم أن تكلفة الاستعادة هذه قد تبدو عالية، إلا أنها أقل بكثير من ثمن الإدارة السيئة المستمرة. فقد وجدت دراسة تحليلية اقتصادية لسدَّين متقادمين على نهر إلوا (Elwha) بولاية واشنطن اختيرا لازالتهما، على سبيل المثال، أن التكاليف البالغة ١٠٠ مليون دولار لها ما يبررها في البلايين من الدولارات من المنافع غير المرتبطة بالسوق والتي سيجلبها النهر واستعادة السلمون البري. كما أوصت دراسة لمجلس الأبحاث باستعادة الأنظمة المائية لحل مشاكل نوعية المياه والحياة البرية والفيضانات بالحد الأدنى من التكلفة والاضطراب. واستعادةُ ٥٠ بالمائة من الأراضي الرطبة المفقودة في الولايات المتحدة لن يؤثر إلا على أقل من ثلاثة بالمائة من الأراضي الزراعية وأراضي الغابات وأراضي المدن في البلاد[٦٦].

إن من الواضح أن الاستعادة وإعادة التأهيل أمران ضروريان. ولكنهما لوحدهما لن يكونا كافيين. ينبغي أن يكون أحد الأهداف الرئيسية الآن وفي المستقبل الانتقال من الادارة الترفيهية إلى الادارة الوقائية (أو المنعيَّة). فأماكن مثل نهر الميكونغ ونهر الأمازون تقدم فرصاً لتجنُّب الأخطاء المكلفة التي وقعت في أماكن أخرى. ونحن نعرف الآن بالفعل الثمن الباهظ الذي يمكن لإعادة تخطيط الأنهار وتحويل المياه، وإقامة السدود وأنواع الكائنات الغريبة وتردي المواطن والتمزق أن تبتزه من أي منطقة من المناطق. وقد آنَ الأوان للعمل على مبدأ متلازم: إذ على المدى البعيد، فإن الحفاظ على سلامة الأنظمة البيئية العاملة بصورة طبيعية سيقدم أكبر عدد من الفوائد لأكبر عدد من الناس[٦٧].