بسم الله الرحمن الرحيم

جودة المياه

التلوث الانتشاري وإدارة مناشئ المياه

الجزء الأول

تأليف

Vladimir Novotny

ترجمة

أ. د. عبد الرحمن بن علي العذبه

قسم الهندسة الزراعية- كلية علوم الأغذية والزراعة

جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر ، ١٤٣٨هـ (٢٠١٧م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

نوفوتني، فلاديمير

جودة المياه "التلوث الانتشاري وإدارة مناشئ المياه"./ فلاديمير نوفوتني ؛ عبد الرحمن بن علي العذبه.- الرياض، ١٤٣٧هـ، ٢مج

٤٩٨ص؛ ٢١×٢٨سم

ردمك: ١-٥٢٥-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨ (مجموعة)

١-٥٣٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨ (ج١)

١- تلوث المياه ٢- المياه - معالجة أ.العذبه ، عبدالرحمن بن علي (مترجم) ب.العنوان

ديوي ٦١٤,٧٧٢ ١٤٣٧/٩٨٨٣

رقم الإيداع: ١٤٣٧/٩٨٨٣

ردمك: ١-٥٢٥-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨ (مجموعة)

١-٥٣٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨ (ج١)

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

WATER QUALITY "Diffuse Pollution and Watershed Management"
By: Vladimir Novotny
© John Wiley & Sons, Inc., 2003
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه العاشر للعام الدراسي ١٤٣٦/ ١٤٣٧هـ المعقود بتاريخ ١٧/ ٣/ ١٤٣٧هـ الموافق ٢٨/ ١٢/ ٢٠١٥م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

إهداء المترجم

أهدي هذا العمل المتواضع إلى أهل العربية وإلى أمة الإسلام

شكر وتقدير المترجم

يتقدم المترجم بجزيل الشكر وجميل العرفان لجامعة الملك سعود ttp://www.ksu.edu.sa، ممثلة في مركز الترجمة بالجامعة http://tc.ksu.edu.sa على دعمه وتمويله لترجمة هذا الكتاب القيم علميا ومعرفيا.

كما يود المترجم التعبير عن خالص الشكر والتقدير للمهندس محمد سيد عبدالجيد المعيد بقسم الهندسة الزراعية http://ageng.ksu.edu.sa على جهوده المضنية والتي بذلها معنا في تنسيق الكتاب ونسخه على الحاسب الآلي وإخراجه بالصورة المشرفة، فله منا أجمل الثنايا وأثمن العطايا.

مقدمة المترجم

يواجه العالم العربي أزمة مائية حادة، فعلاوة على الاستنزاف الجائر لمياهه المتاحة نتيجة الممارسات الخاطئة في التطبيق وغياب وسوء الإدارة، فإنه يقع ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة مما يفاقم الأزمة المائية ويضاعف من حدوث عواقب تلحق أضراراً كبيرة تخلف وراءها الكثير من الإشكالات التي، وبلا ريب، ستنعكس سلباً على أوجه التنمية المختلفة. وإذا أضفنا إلى ذلك ما يتعرضه عالمنا العربي من تهديدات لهذا العنصر الحيوي من دول تشاطره منابعه ومصادره دون مراعاة للقوانين الدولية والأعراف المجتمعية، فإن الوضع يزداد تعقيداً والحال يؤول إلى الاستعصاء، ليس في كميته فحسب، بل في جودته التي قد تنخفض إلى درجة تنعدم معها صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة. فإذا تجاوزت جودة المياه القيمة الحرجة المقبولة لتدهور المياه وتعارضها مع الاستخدام النافع لها، تعتبر مياه ملوثة. ولذا فإن معرفة جودة المياه الطبيعية أمراً هاماً في معالجة التلوث الانتشاري.

وبما أن العالم اليوم سريع التطور في كافة العلوم، خاصة في المجالات العلمية التطبيقية والتقنية، كل ذلك يزيد من حاجتنا إلى نقل هذه العلوم وترجمتها إلى لغتنا العربية بسرعة متناسقة مع سرعة تقدم العالم من حولنا. ولقد اهتم العديد من الأساتذة الأكاديميين والباحثين في ترجمة الكتب العلمية والتطبيقية ونقلها من لغاتها الأم إلى العربية إدراكاً منهم بأهمية إيصال المعرفة من مواردها، للاستفادة من خبرات الآخرين الذين استغلوا كافة الإمكانيات المتاحة في تطوير العلوم التطبيقية، خاصة العلمية والهندسية ذات العلاقة بمجال المياه، وذلك من أجل توطين التقنيات ونقل العلوم والمعارف.

وترجمة هذا الكتاب ما هي إلا ثمرة جهد متواضع ليصب في أحد روافد المعرفة، ليساهم مع إنجازات الآخرين التي سبقته في توفير الأسس العلمية والتطبيقية والهندسية المتخصصة في هندسة وعلوم المياه، مما يوسع دائرة الإطلاع لدى الباحث والمهتم وأصحاب القرار، ويساهم في استغلال المياه بشكل متوازن ومنعا لتدهورها الملاحظ بحيث تصبح غير صالحة للاستخدامات البشرية المختلفة وفي مقدمتها الاستهلاك المائي للشرب.

إهداء المؤلف

إلى لين Lynn، وبول Paul، وإيريك Eric

و

في ذكرى

هارفي أوليم Harvey Olem

تمهيدة

تسلك الأمة مسلكاً حسناً إذا ما تعاملت مع الموارد الطبيعية كأصول، يجب أن تورث للجيل القادم وقد ازدادت قيمتها وليست تناقصت.

ثيودور روزفلت (Theodore Roosevelt (1858-1919،
رئيس الولايات المتحدة السادس والعشرين.

على مر التاريخ، لم يكن سجل أعمال البشر مشرفاً في التعامل مع مشكلة التلوث. وبالرغم من أن معظم الأنهار والبحيرات كانت نظيفة نسبياً خلال العصور الوسطى، إلا أن الاستيطان الحضري عمل على إحداث التلوث إلى حد بعيد، مما تسبب في ظهور أوبئة متكررة الحدوث. ولم يتم التعرف على التلوث باعتبار ذلك ضرورة في بعض البلدان الصناعية حتى وقت متأخر من القرن التاسع عشر. وخلال معظم القرن العشرين، توجه اهتمام مهندسي البيئة، والمخططين، وصانعي القرار نحو معالجة مصادر التلوث التقليدية مثل مياه المجاري والمخلفات الصناعية. وقد أنفقت ملايين الدولارات في شتى أنحاء العالم بالدول الصناعية للعمل على تنظيف هذه المصادر، ولكن النتائج كانت مختلطة. ففي معظم الحالات، تركز الاهتمام على غالبية الملوثات البشعة التي تسببت في الإضرار بمسارات المياه التي تُلقى بها من الناحية الصحية والجمالية.

وفي فترة الستينات، تيقظ الوعي البيئي لدى سكان الولايات المتحدة بدرجة كبيرة. وأعزى الكثيرون حدوث هذا إلى كتاب راشيل كارسون Rachel Carson بعنوان "الربيع الصامت" (Houghton Miffin, Boston, 1961) والتي وصفت فيه، من بين أخطار أخرى، تأثير الانبعاثات الكيميائية والملوثات الأخرى على البيئة والتدمير المحتمل للنظام البيئي والبشرية. وخلال نفس الفترة تقريباً، فإن كتابات ودروس المحافظة على الأرض لألدو ليوبولد Aldo Leopold بجامعة ويسكونس، في كتابه "تقويم المقاطعة الرملية مع مقالات حول المحافظة على البيئة" (مطابع جامعة أكسفورد، أكسفورد ١٩٤٩)، أصبح مشهوراً وواسع القبول. وشهدت الحقبة البيئية في أواخر فترة

الستينات حركة واسعة الامتداد للناشطين، والتي كثير منها كانت سيئة الإعداد ولكن شديدة الحماسة، وكان الاحتفال بيوم الأرض في عام ١٩٧٠ هو الحدث الأكبر خلال هذه الفترة. وقد صحب هذه الحركة وضغوطها القوية تمرير العديد من القوانين التشريعية لحماية البيئة، والتي من بينها تعديلات بنود قانون التحكم في تلوث المياه لعام ١٩٧٢ (قانون المياه النظيفة) والذي كان واسع الامتداد (انظر الفصل الثاني للاطلاع على قوانين جودة المياه التي تتعامل مع التلوث الانتشاري).

وتم خلال فترة الثمانينات استبدال الحقبة البيئية لفترة الستينات وأوائل فترة السبعينات بالنزعة الاستهلاكية والنقص العام في الاهتمام بالبيئة. ولكن، خلال نفس الفترة أصحبت المشاكل العالمية غير المرئية، والتي تنبأت بها كارسون Carson وآخرون معلومة لدى الرأي العام. وكانت المشكلة الأولى التي تم التعرف عليها على المقياس البيئي العام لها طبيعة انتشارية هي المطر الحمضي وآثاره القوية على أمريكا الشمالية والبحيرات الاسكندنافية. وبالرغم من أن التساقط الطبيعي كان حمضياً نتيجة لتحلل وذوبان ثاني أكسيد الكربون من الجو (قيمة الرقم الهيدروجيني للمطر المتساقط ٥,٦ في حالة الاتزان مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو)، فإن المطر الذي له قيمة رقم هيدروجيني أقل بكثير، والتي انخفضت إلى أقل من ٣ في بعض المناطق، أصبحت هذه الأمطار تسقط على مناطق كبيرة من أمريكا الشمالية وأوروبا وفي كثير من المناطق الحضرية الكبيرة. ويرجع ارتفاع الحمضية إلى الأحماض الكبريتية والنيترية التي تكونت من احتراق الوقود الحفري (وخاصة الفحم المحتوي على الكبريت) والانبعاثات الناتجة من كافة أنواع المركبات التي تعمل بالمحركات. وهناك الآن دليل قوي على أنه بالإضافة إلى تحمض البحيرات، فقد عملت الأمطار الحمضية على تلف خصوبة التربة وتسببت في انجراف المعادن الضارة السامة (مثل: الألومنيوم) من التربة إلى مسارات المياه (الفصل السادس). وتعد المركبات السامة التي توجد في مسارات المياه الحمضية أكثر سمية مما هي عليه وهي موجودة في مسارات المياه المحايدة أو مسارات المياه التي تمثل مصادر رئيسة بعض الشيء.

وكذلك خلال فترة السبعينات والثمانينات، أصبحت شواطئ البحر المتوسط، والبحر الأدرياتيكي، والبحر الأسود مثقلة بالطحالب إلى درجة أصبحت السباحة معها مستحيلة فيما عدا في أحواض السباحة التي أُجبرت الفنادق والكازينوهات على بنائها. وعند نهاية القرن العشرين تم اكتشاف أيضاً أنه نتيجة لصرف الكيماويات المخصبة من المصادر الانتشارية تحت القارية إلى مناشئ المياه بنهر الميسيسيبي بالولايات المتحدة ونهر الدانوب بأوروبا، ظهرت مناطق ناقصة الأكسجين بخليج المكسيك، والذي يصب فيه نهر الميسيسيبي، والبحر الأسود الذي يتلقى تدفقاً من نهر الدانوب.

إن فقد التربة من المزارع ومواقع الإنشاء لا تزال مثيرة للجدل وتضر المياه السطحية، وكان النصف الثاني من القرن العشرين حقبة تغييرات في ممارسات الزراعة، إذ تم استبدال المزارع الأسرية الصغيرة بتكتلات زراعية كبيرة، معظمها غير مستنبتة. وحدث تحول مماثل للتعاونيات الزراعية الكبيرة في نفس الفترة تقريباً في دول الاتحاد السوفيتي السابق. ولاستبدال المغذيات الزراعية وحماية المحاصيل من الحشرات والحشائش الضارة، قامت مزارع أحادية النبات كبيرة المساحة باستخدام مزيد من الكيماويات الصناعية، وهي ممارسة أدت إلى نتائج خطيرة في تلوث الأراضي وتلوث المياه السطحية. وفي كثير من الأماكن، تلوثت موارد المياه الجوفية بمركبات النترات والمبيدات إلى درجة جعلت هذه الموارد غير صالحة للشرب، مما أظهر الحاجة إلى نقل المياه الصالحة للشرب في شاحنات أو توفيرها في هيئة زجاجات معبأة.

وبسبب الضغوط السكانية والهجرة، ظهر أن التحول في استخدام الأرض وتوابع التلوث الناتجة عن هذا هو مشكلة التلوث الانتشاري الرئيسة اليوم. وفي الولايات المتحدة، انتقل كثير من السكان من المدن إلى الريف، مما تسبب في حدوث الزحف الحضري وظهور التلوث الانتشاري من خلال انجراف مواقع الإنشاء، ووسائل النقل، ونظم التخلص من مياه الصرف الصحي سيئة الموقع. وفي الدول النامية، من ناحية أخرى، قام السكان بالهجرة بأعداد كبيرة إلى المراكز الحضرية، مما أدى إلى نشوء المدن الكبرى المصحوبة بمشاكل التلوث الانتشاري الهائلة. وغالبية المدن التي يزيد السكان بها عن ١٠ ملايين شخصاً والتي لا تمتلك البنية التحتية الكافية للتعامل مع النفايات تقع في دول العالم النامي، وعددهم آخذ في الازدياد، ولذا فالاهتمام بمشكلة المدن الكبرى والضغوط السكانية على موارد الدول النامية هو التحدي الأكبر في القرن الحادي والعشرين.

وتعد مشاكل إزالة الغابات، وصرف المستنقعات، والتحولات الأرضية الأخرى من مشاكل التلوث الانتشاري التي يغطيها هذا الكتاب. وحالياً تمت إزالة واسعة للغابات في كثير من الدول والمناطق الاستوائية وتحت الاستوائية من العالم، ومن بينها منطقة الأمازون بأمريكا الجنوبية، وإندونيسيا، وجنوب شرق آسيا، والفليبين. ومعظم حالات إزالة الغابات في الدول النامية ترجع جزئياً إلى تحول استخدام الأراضي إلى النشاط الزراعي وجزئياً إلى الاستخدام التجاري للغابة وبيع المنتجات الخشبية. ولا تعمل إزالة الغابات فقط على التسبب في حدوث تلوث انتشاري واسع المدى، ولكنها أيضاً تعمل على تغيير هيدرولوجية النظام ككل. ولكن، سيكون من النفاق ألا نذكر حقيقة أن إزالة الغابات واسعة الانتشار قد حدثت بشكل مسبق (١٠٠ عام مضت) عبر شرق ووسط غرب الولايات المتحدة ولا تزال تحدث بمعدل هائل في فلوريدا، والتي تتحول بشكل سريع إلى المدنية.

إن الهدف من هذا الكتاب هو إمداد الخبراء والجمهور العام بالأدوات اللازمة لمنع، وتقليل، وتخفيف التلوث الانتشاري. ولا يريد المؤلف أيضاً أن يعطي إحساساً بالإحباط والإخفاق، وكذلك لا يطالب بوضع قيود

غير منطقية على الموارد الطبيعية. فالكتاب يقوم بتوفير مناهج حل المشكلة مع التأكيد على الحفاظ على المياه وموارد التربة، وإنتاجها، واستعادتها إذا ما تضررا من جراء التلوث الانتشاري. ويمكن للناس أن يدمروا الأرض ولكن يمكن أن تعيش أيضاً في وئام مع البيئة.

ويتطلب حل مشكلة التلوث الانتشاري بعض التفكير المتروي في الفلسفات التي ينتهجها المحترفون والعلماء في مجال البيئة في التعامل مع هذه المشاكل. وقد حدث تغير تدريجي بعيداً عن مجال الهندسة الصحية التقليدية، والذي تضمن في غالبه المناهج الهيكلية والفلسفات التي تتبنى إزالة ونقل الملوثات والمياه الزائدة من المناطق المتأثرة بأسرع طريقة ممكنة بدون التخفيف من التلوث الناتج عن التغيرات الهيدرولوجية في منشئ المياه. واليوم وفي المستقبل، تظهر مناهج تتركز على الجانب البيئي والتي تقوم على الحفاظ على واحتجاز المياه مع تقليل وتخفيف التلوث. وفي المناطق الحضرية وتحت الحضرية، فإن هذه التغيرات تشمل تحولاً من المصارف التقليدية التي تعتمد على استخدام البالوعات والأفاريز إلى وسائل الصرف التي تعمل على تضاعف استخدام مسارات المياه الطبيعية (العشبية)، والاحتجاز، والترشيح، وهو تحول من صرف مناشئ المياه إلى إنتاجها واستعادتها، ومن تبطين مسارات المياه في الحضر بالخرسانة للحفاظ على المسطحات المائية واستعادتها إلى تلك التي يمكن أن تعمل على تدعيم بيئة مائية طبيعية صحية. وعلى المرء أن يدرك أن الموارد المائية في الحضر تخدم العديد من الأغراض، مثل نقل مياه الفيضان، والأنشطة الترفيهية، والحفاظ على البيئة المائية، والحماية، وفي بعض الأحيان تمثل مصدراً لإمداد المياه. وفي المنهج الشامل المستدام الذي يتم تطبيقه على إدارة مناشئ المياه الحضرية، يجب تحقيق التوافق بين الاستخدامات المتنازعة، وأن تكون معالجة التلوث الانتشاري متعددة الأغراض.

وفي المناطق الريفية، يتجه التغيير من إزالة الغابات إلى ظهورها، ومن صرف مناشئ المياه إلى استعادتها، ومن الزراعة المكثفة أحادية المحصول إلى الزراعة المستدامة العضوية المنوعة. وفي كثير من الدول، يوجد فائض من الإنتاج الغذائي، وبالتالي، لابد من توفير الحوافز لمديري المزارع للتحول إلى الزراعة المستدامة، والذي ربما يحمي الموارد المائية.

وهناك فرع جديد في مجال الهندسة البيئية ظهر مؤخراً يُطلق عليه اسم "هندسة النظام البيئي". ويعلم مهندس النظم البيئية كيف يقلل تصرف التلوث وتحقيق التوازن بين حمل التلوث المتبقي والسعة التمثيلية للمخلفات بالبيئة. وبهذا يمكن أن تتلقى البيئة أحمال المخلفات المتبقية بدون الإضرار بالنظام البيئي، والكتلة الحيوية، واستخدامات أسفل السريان النافعة للموارد المائية. وإذا كانت سعة مسارات المياه هذه لتلقي أحمال الملوثات المتبقية ليست كافية، فمن الممكن توظيف سبل التحسين البيئي للسعة التمثيلية للمياه واستعادة مسار المياه للعمل على كل من تقليل الكمية التدميرية للملوثات وزيادة قابلية البيئة لاستيعاب حمل التلوث المتبقي بلا

ضرر. وهذا المنهج الشامل لمعالجة التلوث، والذي يأخذ في الاعتبار السعة التمثيلية للمخلفات بمسار المياه وتحسينه، يتطلب تطبيق مناهج إدارة مناشئ المياه. وفي الولايات المتحدة تم تضمين هذه المناهج في قانون المياه النظيفة، ومع هذا، فإنها لا تطبق في القرن العشرين. ومؤخراً، تتطلب التوجيهات البيئية الأوروبية تطبيق منهج إدارة المناشئ المائية الشامل عبر الاتحاد الأوروبي. وستكون مناهج إدارة المناشئ المائية هي المهيمنة وستمثل حجر الزاوية في جهود معالجة مشاكل التلوث الانتشاري في المناشئ المائية بشكل شامل خلال هذا القرن.

وهذه هي الطبعة الثانية من الكتاب الذي نُشر للمرة الأولى عام ١٩٩٣ تحت عنوان "جودة المياه: منع، وتعديل، وإدارة التلوث الانتشاري". والطبعة الأولى، التي شارك في تأليفها المؤلف الحالي والفقيد هارفي أوليم Harvey Olem، نُشرت في الأصل من قبل فان نوستراند راينهولد Van Nostrand Reinhold (الذي اكتسبه الناشر الحالي). وجاء هذا الكتاب كذلك عقب كتيب للتلوث غير المفرد: المصادر والإدارة (Van Nostrand Reinhold, 1981). وقد تُوفي هارفي أوليم Harvey Olem، المهندس والمؤلف البيئي الشهير، عام ١٩٩٤ عندما كان في مهمة بيئية في جنوب أفريقيا، وهذه الطبعة مهداة لذكراه.

وحدث الكثير من التطورات الهامة خلال أواخر العقد الأخير من القرن العشرين والتي جعلت إعادة صياغة هذا الكتاب أمراً ملحاً. إن الأمر الأكثر أهمية هو حقيقة أن معالجة التلوث الانتشاري واستعادة مسارات المياه يتأكد كجهد رئيس في أغلب الدول المتقدمة وبدأ يلوح كقضية رئيسة في الدول النامية، وظهر الكثير من الأمثلة الممتازة لمنهج المناشئ المائية للتحكم في التلوث الانتشاري بالولايات المتحدة وعبر أنحاء العالم. إن الوعي بقضية التلوث الانتشاري والذي كان شبه معدوم خلال النصف الأول من فترة السبعينات منتشر الآن في شتى أرجاء العالم، وتم عقد المؤتمرات الدولية وورش العمل حول هذا الموضوع في معظم الدول المتقدمة وكذلك في الدول النامية. إن المنظمات والهيئات المتخصصة، والتي تشمل الهيئة الدولية للمياه، والاتحاد البيئي للمياه، وهيئة الموارد المائية الأمريكية، والجمعية الأمريكية للهندسة الزراعية، وجمعية المحافظة على التربة والمياه، وجمعية إدارة بحيرات أمريكا الشمالية، وآخرون كثر لديهم مجموعات نشطة تتعامل مع التلوث الانتشاري وترعى الأبحاث هذا المجال. وتم أيضاً إنشاء المجموعات الاحترافية التي ركزت على مشكلة التلوث الانتشاري في كثير من الدول. وتعد المجلات ومحاضر جلسات المؤتمرات الآن مصدراً رئيساً للمعلومات التي تتركز على الموضوعات المتعلقة بمشاكل التلوث الانتشاري وحلها، ويأمل المؤلف في التعريف بالدور الإيجابي الذي تلعبه هذه الهيئات في هذا المجال.

وازداد الوعي بمشاكل التلوث الانتشاري والحاجة إلى حلول لها من خلال اكتشاف بند أقصى حمل كلي يومي Total Maximum Daily Load (TMDL) بقانون المياه النظيفة [البند ٣٠٣ (د)]، والذي كان في سبات عميق

عبر ٣٠ عاماً تقريباً. ويعد أقصى حمل كلي يومي الآن عملية تخطيط بارزة تحدد المشاكل التي يتسبب فيها التلوث الانتشاري والتي يجب معالجتها في سياق التعامل مع المناشئ المائية. وفي عام ٢٠٠١ قامت لجنة من مجلس البحث القومي بالأكاديمية القومية للعلوم بدراسة أقصى حمل كلي يومي بتفصيل شديد واقترحت توجيه جديد لتطبيقها، ويشعر المؤلف بالتقدير الشديد للفرصة التي أتيحت له بأن يكون في هذه اللجنة.

تم إنشاء المجموعة الدولية المتخصصة في التلوث الانتشاري بالهيئة الدولية للمياه في عام ١٩٩٣، وكان أكثر نشاطها منصباً على تنظيم المؤتمرات الدولية وإنتاج المنشورات التي تدور حول هذا الموضوع. وكان لمشاركة المؤلف مع هذه المجموعة من المتخصصين، إلى جانب متخصصين من أكثر من ٤٠ دولة، توابعه الحميدة لفائدة هذا الكتاب. ولقد كان التلوث الانتشاري أيضاً موضوعاً محورياً في المنظمات الدولية، والتي من بينها البرنامج البيئي للأمم المتحدة، والذي يرعى مجال الأبحاث والمؤتمرات الدولية. ويود المؤلف توجيه الشكر للمعاهد الأخرى التي قامت بتقديم الدعم لمجموعة IWA المتخصصة حول التلوث الانتشاري: البرنامج البيئي بالأمم المتحدة (UNEP)، ووزارة الزراعة الأمريكية، ووكالة حماية البيئة الأمريكية، والبنك الدولي، وإدارة ويسكونسن للموارد الطبيعية، والإدارة الفيدرالية للطرق السريعة، ووكالة حماية البيئة الاسكتلندية، ووزارة الزراعة التشيكية، ووزارة تطوير الأراضي التايلندية، ومعهد الأبحاث الهندسية البيئية القومي بالهند. وقد تم توفير الدعم للأبحاث الرئيسة إلى المؤلف، من بين آخرين، من وكالة حماية البيئة الأمريكية، والهيئة القومية للعلوم، حيث مولت هذه الوكالات الأبحاث مما مكّن المؤلف من جمع المادة العلمية المستخدمة في إعداد هذا الكتاب.

ويود المؤلف توجيه الشكر إلى كثير من الزملاء الدوليين الذي أسهموا في إمداد المعلومات المحتواة في الكتاب. وقد استخدم الطلاب الجامعيون وطلاب الدراسات العليا في شتى أنحاء العالم الطبعة الأولى من هذا الكتاب كتاباً دراسياً، ويشعر المؤلف بالامتنان للكثير من التعليقات، والانتقادات، والإطراءات التي تلقاها ويأمل أن تثير الطبعة الثانية قدراً مساوياً من ردود الأفعال أو حتى قدراً أكبر منه. وتم عمل تحسينات وإضافات في هذه الطبعة بحيث تتماشى مع التقدم المعرفي المتسارع ولجعل الكتاب أيسر فهماً واستخداماً لدى القراء. وازداد التأكيد على الإدارة الشاملة للمناشئ المائية، وكذلك تم التركيز على موضوعات جديدة، والعمل على إيضاح المجال الدولي بدرجة أكبر. ويدين المؤلف أيضاً بالفضل لمجموعة كبيرة من طلاب الدراسات العليا الخريجين، والذين هم الآن مهنيين مؤهلين، الذين أجروا الأبحاث باستخدام الكتاب، وليس في الإمكان ذكرهم بالاسم هنا، ولكن كثير منهم يظهر اسمه في المراجع. والإذن باستخدام العديد من الصور الفوتوغرافية التي التقطها عدد من المصورين المحترفين بهيئة خدمة المحافظة على الموارد الطبيعية بوزارة الزراعة الأمريكية، والمحتواة في ألبوم الصور الخاص بالوكالة على الشبكة الدولية، أمر له بالغ التقدير أيضاً. وتم الحصول على الصور أيضاً من مقاطعة استصلاح المياه

بشيكاغو العاصمة، ومقاطعة صرف العاصمة بميلووكي، وإدارة ويسكونسن للموارد الطبيعية، ومؤسسة ألدو ليوبولد، والعديد من المصادر الأخرى.

ويستهدف الكتاب في الأساس الطلبة المتخرجين من الجامعة والطلبة الذين لا يزالون في مرحلة الدراسة والمشاركين في المجال البيئي، ويمكن استخدام هذا الكتاب ككتاب دراسي وكمرجع علمي. وتم تقسيم الكتاب إلى ثلاثة أجزاء: الفصل الأول إلى الفصل الثالث، يدور حول الفهم العام للتلوث الانتشاري وتأثيره، والفصل الرابع إلى الفصل العاشر، يدور حول تحديد المسببات والعمليات التي تسهم في مشكلة التلوث الانتشاري والتحكم بها، والفصل الحادي عشر إلى الفصل الرابع عشر، يدور حول إدارة المناشئ المائية وأقصى حمل كلي يومي. ويُقصد من الكتاب التعريف بكيفية التعرف على المشكلة ثم إيجاد حل لها في سياق المناشئ المائية وكذلك عرض الحقائق والمنهجيات، وتم استخدام الوحدات المترية (SI) عبر الكتاب. ومعاملات التحويل إلى وحدات القياس الأمريكية المعتادة موجودة في ملحق الكتاب.

فلاديمير نوفوتني Vladimir Novotny

المحتويات

الموضوع	صفحة
إهداء المترجم	هـ
شكر وتقدير المترجم	ز
مقدمة المترجم	ط
إهداء المؤلف	ك
تمهيدة	م
الجزء الأول	
الفصل الأول: مقدمة	١
التيارات والاتجاهات التاريخية المتعلقة بالتدهور البيئي والمعالجة	١
من الرومان إلى يوم الأرض (١٩٧٠)	١
الفترة من بعد يوم الأرض حتى الألفية الثالثة	١٢
الوضع الراهن	٢٦
التعريفات	٣٠
جودة المياه والتلوث	٣١
مسارات المياه المنظمة والمحمية: المياه في الولايات المتحدة	٣٦
مصادر التلوث	٣٨
الملوثات المقلقة	٤٤
الأنظمة الهامة للتحكم في التلوث الانتشاري	٤٦
القوانين الاتحادية	٤٦
قوانين الولاية والقوانين المحلية	٥٢
إطار العمل الإرشادي لمياه الاتحاد الأوروبي	٥٣
المراجع	٥٧
الفصل الثاني: أسباب التلوث الانتشاري	٦١
مقدمة	٦١

الأسباب الاجتماعية والاقتصادية للتلوث الانتشاري ٦٢
اقتصاديات التلوث ٦٢
الأخلاقيات البيئية ٦٩
السياسات البيئية للحد من التلوث الانتشاري: الوصايا العشر..... ٧٥
معايير معالجة التلوث بناءً على الإنصاف والتأثير اللارجعي ٨١
استخدامات المياه وحقوق المياه ٨٣
حقوق وقوانين المياه الضفية ٨٣
حقوق وقوانين المياه التخصيصية ٨٥
الأسباب الأساسية والمباشرة للتلوث الانتشاري ٨٧
الزيادة والضغط السكاني ٩٠
تغيرات استخدامات الأراضي وآثارها ٩٢
تحول استخدامات الأراضي ٩٣
إزالة الغابات ٩٤
صرف وملء الأراضي الرطبة ٩٩
التحول إلى الأغراض الزراعية ١٠٢
التحضر ١٠٨
الحلول الاجتماعية والاقتصادية ١١٦
الأدوات المتاحة ١١٦
المراجع ١٢٣
الفصل الثالث: المفاهيم الأساسية للتلوث الانتشاري ١٢٧
مناشئ المياه والمصارف ١٢٧
الصرف الصحي الحضري ١٣٠
أنواع أحمال التلوث الانتشاري ومسارات النقل ١٣١
الأحمال السطحية ١٣٢
وحدة الأحمال: عمليات التوصيل والإثراء ١٣٤
الأحمال من الشوارع غير المنفذة ١٣٨
حصة الفرد من وحدة أحمال الصرف الصحي ١٣٨
الأحمال تحت السطحية ١٤٢
جودة المياه الطبيعية ومرجعيتها ١٤٣
الخصائص الإحصائية للأحمال الانتشارية وجودة المياه ١٤٤
إحصائيات أحمال التلوث الانتشاري وجودة المياه ١٤٤
الاحتمالية، والتكرارية، والفترات بين التكرارات ١٤٩
الدفقة الأولى ومتوسط الأحمال ١٥٣
متوسط تراكيز الحدث ١٥٣

إدارة التلوث الانتشاري واستهداف المناطق الحرجة ١٥٥
المراجع ١٥٩
الفصل الرابع: الاعتبارات الهيدرولوجية ١٦١
مقدمة ١٦١
التساقط ١٦٣
المطر الحمضي ١٦٣
نشأة التساقط ١٦٣
شدة المطر ١٦٧
عاصفة التصميم ١٦٩
المنحنيات المائية القياسية ١٧١
علاقة التساقط-الجريان السطحي: المسارات ١٧٥
نفاذية التربة والتسرب ١٧٩
البخر والنتح ١٨٦
تكون الكتل الثلجية وذوبان الثلج ١٨٨
النماذج البسيطة لذوبان كمية الثلج ١٨٩
تقدير المطر الزائد: الجريان السطحي ١٩١
المطر الزائد من المناطق المنفذة ١٩٢
المطر الزائد من المناطق النشطة هيدرولوجياً ١٩٨
المطر الزائد من المناطق غير المنفذة ٢٠٠
التوجيه فوق الأرض للمطر الزائد ٢٠٢
الصيغة المنطقية ٢٠٣
المنحنى المائي الوحدوي ٢٠٨
التوجيه فوق الأرض بطريقة هيئة الحفاظ على الموارد الطبيعية ٢١٣
التقدير المبسط لمعدلات التدفق القصوى ٢١٩
النماذج الإحصائية (العشوائية) للتدفق المطري وفصل التدفق السطحي عن تدفق الأساس..... ٢٢٠
تأثير اللانفاذية والصرف على هيدرولوجيا مناشئ المياه ٢٢٤
اللانفاذية كعامل مهيمن ٢٢٥
تأثير الصرف ٢٢٥
الممارسات الهيدرولوجية لتقليل حجم وأقصى معدل جريان سطحي واستعادة التدفق الأساس ٢٢٩
نظم المياه الجوفية ٢٣١
توزيع المياه تحت السطحية ٢٣١
العلاقة بين نظم المياه السطحية والجوفية ٢٣٤
المراجع ٢٣٦
الفصل الخامس: الانجراف والترسيب ٢٣٩

الانجراف كمشكلة تلوث رئيسة لامركزية ٢٣٩
تأثير أنشطة استخدامات الأراضي المزروعة على ناتج الانجراف والترسيب ٢٤٠
تعاريف ووصف عملية الانجراف ٢٤٣
الانجراف بفعل البشر ٢٤٨
خصائص التربة ٢٥١
تقدير الانجراف ٢٥٣
تقدير ناتج الرواسب ٢٥٣
تقدير الانجراف أعلى الأرض ٢٥٤
المعادلة العالمية لفقد التربة ٢٥٥
توصيل الرواسب وعمليات الإثراء أثناء التدفق فوق الأرض ٢٧٠
توصيل الرواسب ٢٧٠
إثراء الرواسب بالطين والملوثات ٢٧٨
نقل الرواسب في مجاري المياه ٢٧٩
انجراف (فرك) وترسيب الرواسب المتماسكة ٢٨٢
النموذج الحركي لترسيب الرواسب المتماسكة ٢٨٣
التحكم في الانجراف لخفض التلوث ٢٨٦
التحكم في المصدر ٢٨٦
التعديل الهيدرولوجي للتحكم في الانجراف ٢٩٢
خفض التوصيل ٢٩٣
التخلص من الرواسب والملوثات في التدفق المركز ٢٩٤
المراجع ٢٩٥
الفصل السادس: تلوث التربة والتخفيف من آثاره (شارك في تأليفه ويم سالومونز) ٢٩٩
مقدمة ٢٩٩
قطاع التربة ٣٠٢
تراكم، وإطلاق، وتوزيع الملوثات في التربة والرواسب ٣٠٥
تصنيف مواقع الترب والرواسب الملوثة ٣٠٥
الإطار الزمني لتراكم وتنظيف الملوثات ٣٠٦
مفهوم الإثراء ٣٠٨
المعاملات المؤثرة على السعة الاحتفاظية للتربة ٣١١
عمليات الامتصاص، والترسيب، والتجزئة ٣١٢
فقد (إزالة) الملوثات من التربة ٣١٦
تفاعلات ملوثات محددة ٣٢١
الفوسفور ٣٢٣
النيتروجين ٣٢٧

الزرنيخ ٣٣٨
المعادن السامة (الثقيلة) ٣٣٩
معادن معينة ٣٤٩
الكيماويات العضوية ٣٥١
التغيرات طويلة المدى في تلوث التربة: معاملات التحكم في السعة ٣٦٠
المادة العضوية كمعامل تحكم في السعة ٣٦٠
التغيرات في ظروف تفاعلات الأكسدة-الاختزال كمعامل تحكم في السعة والشدة ٣٦٤
التغير في الرقم الهيدروجيني كمعامل تحكم في السعة والشدة ٣٦٧
الأكسدة-الاختزال والتغيرات في الرقم الهيدروجيني ٣٦٧
الملوحة ٣٦٨
تغيير استخدام الأراضي ٣٦٩
كيفية التنبؤ بالانتقال طويل المدى وإدارة الملوثات المخزونة ٣٧١
المراجع ٣٧٣
الفصل السابع: المياه الجوفية وتلوث التدفق الأساس ٣٧٩
المياه الجوفية (التدفق الأساسي) والتدفق الانتشاري ٣٧٩
حجم المشكلة ٣٧٩
معايير جودة المياه الجوفية ٣٨٥
مخزون المياه الجوفية وحركتها ٣٨٦
الطبقات الحاملة المحصورة وغير المحصورة ٣٨٦
حركة المياه الجوفية ٣٨٩
تجانس وتباين التوصيل الهيدروليكي ٣٩١
التشتيت ٣٩١
إعاقة الملوثات المتحركة عبر الطبقة الحاملة ٣٩٧
منشأ جودة المياه الجوفية الطبيعية (التدفق الأساس) ٣٩٨
عمليات التحكم في الجودة الطبيعية للمياه الجوفية (التدفق الأساس) ٤٠١
مناطق جودة المياه الجوفية ٤٠٤
مصادر جودة المياه الجوفية الطبيعية (المرجعية) ٤٠٤
تقدير جودة التدفق الأساس ٤٠٦
تأثير التلوث الانتشاري على المياه الجوفية والتدفق الأساس ٤٠٧
آثار نظم خزانات الصرف الصحي في التخلص من المخلفات ٤٠٧
خزانات التخزين تحت السطحية ٤٠٩
الإضافة من المياه السطحية ومياه الصرف الصحي ٤٠٩
الري وتدفق مرتجع مياه الري ٤١٤
تلوث المياه الجوفية من مواقع التخلص من المخلفات الصلبة ٤١٩

إدارة الرشح وتقليل تأثر المياه الجوفية لأدنى حد ٤٢١
نماذج جودة المياه الجوفية ٤٢٢
النماذج التنبؤية ٤٢٢
نماذج النقل المتاحة ٤٢٥
تنظيف المياه الجوفية الملوثة ٤٢٦
المراجع ٤٢٨
الفصل الثامن: التلوث الانتشاري في الحضر والطرق السريعة ٤٣١
أسباب التلوث ٤٣١
الصرف الصحي الحضري ٤٣٥
نظم الصرف الصحي ٤٣٥
الصرف الطبيعي ٤٤١
المكونات الأخرى للصرف الحضري ٤٤١
أنماط الصرف الحضري ٤٤٢
اللانفاذية: العامل المهيمن لمشاكل الفيضان والتلوث الانتشاري في الحضر ٤٤٣
آثار استخدام الأراضي على أحمال التلوث الانتشاري الحضري ٤٤٥
المصادر الحضرية ومقدار التلوث الانتشاري ٤٤٨
استخدامات الأراضي ووحدة الأحمال ٤٤٨
قياس وحدة الأحمال ٤٥٠
مصادر التلوث المنفردة ٤٥٤
الترسب الجوي ٤٥٥
نفايات الشوارع ٤٥٧
التخضير ٤٥٧
الحيوانات والطيور في الحضر ٤٥٨
المواصلات ٤٥٩
مصادر أخرى من الكيماويات السامة ٤٦٢
المغذيات من الأسمدة ٤٦٥
الكيماويات المذيبة ٤٦٦
الانجراف ٤٧١
الوصلات المتقاطعة والتصرفات غير المشروعة في مصارف العواصف ٤٧٢
عملية ظهور تلوث الجريان السطحي ٤٧٣
التراكم على الأسطح غير المنفذة (الحشد) ٤٧٣
إزالة الملوثات من مناطق التخزين عند الأرصفة بالأمطار (الغسيل) ٤٨١
التلوث الناتج عن ذوبان الثلج ٤٨٣
تأثير المطر الحمضي على تصفية الملوثات ٤٨٧

أحمال الملوثات غير المفردة بالمناطق شبه الحضرية ٤٨٧
التدفقات الزائدة للمصارف المشتركة ٤٨٨
نمو وتراكم المواد الصلبة في المصارف ٤٨٨
مصادر وخصائص تدفقات المصارف المشتركة ٤٨٩
المراجع ٤٩٤

الجزء الثاني

الفصل التاسع: التحكم في التلوث الانتشاري الحضري (شارك في تأليفه نيل وريلي) ٤٩٩
مقاييس التحكم في التلوث ٤٩٩
مقاييس التحكم في المصدر ٥٠٣
التحكم في الترسيب الجوي ٥٠٤
إزالة المواد الصلبة من أسطح الشوارع ٥٠٥
التحكم في المناطق المنفذة ٥١٠
التحكم في الإضافة السطحية للكيماويات ٥١٢
التحكم في التلوث الحضري والطرق السريعة خلال الشتاء ٥١٣
التعديلات الهيدرولوجية ٥١٥
مسامية (نفاذية) الأرصفة ٥١٧
زيادة التخزين السطحي ٥٢٠
تقليل الاتصال المباشر بالمناطق غير المنفذة ٥٢٠
التسرب ٥٢١
تخفيف وخفض توصيل الملوثات من المصادر إلى مسارات المياه المستقبلة ٥٢٧
شرائط المرشحات ٥٢٧
الممرات البيئية ومناطق الحجز ٥٢٩
التحكم في تلوث نظام التجميع ٥٣٠
ممرات المياه العشبية وتثبيت القنوات ٥٣٢
الدكك الحجرية والقفف الترابية ٥٣٩
التحكم في التدفقات الزائدة في المصارف المشتركة ٥٤٠
أجهزة التنظيم، والتركيز، والفصل ٥٤٢
منشآت الاحتجاز-الاحتفاظ ٥٤٤
تحجيم أحواض التحكم في جودة-تخزين مياه العواصف ٥٤٦
البرك وأحواض الاحتجاز ٥٤٧
أحواض التخزين في حالة التحكم في فيضانات المصارف المشتركة والصرف الصحي ٥٥٧
موازنة التدفق بأحواض الاحتجاز ٥٦٥
الأراضي الرطبة ٥٦٦
نظم المياه السطحية الحرة مع النباتات النامية ٥٦٩

نظام التدفق المغمور بالنباتات النامية ٥٧٢
اعتبارات ومعاملات تصميم الأراضي الرطبة المنشأة ٥٧٣
هيدرولوجيا الأراضي الرطبة ٥٧٣
معالجة التلوث ٥٧٧
الترشيح ٥٧٨
التطهير ٥٨١
كفاءة أفضل الممارسات الإدارية للتحكم في الملوثات المقلقة ٥٨١
التركيز المذاب مقابل التركيز الكلي للملوثات المقلقة في الجريان السطحي ٥٨١
إزالة الملوثات المقلقة أو السمية بتطبيق أفضل الممارسات الإدارية والمعالجة ٥٨٦
الاستنتاجات من كفاءات أفضل الممارسات الإدارية ٥٨٨
الوقت الفعلي للتحكم في فيضانات المصارف المجمعة ٥٨٩
مكونات نظم التحكم في الوقت الحقيقي ٥٩١
إعادة استخدام مياه العاصفة ٥٩٢
المراجع ٥٩٣
الفصل العاشر: معالجة التلوث الانتشاري الزراعي (شارك في تأليفه سوزان إسكندر) ٦٠١
مقدمة ٦٠١
الزراعة والبيئة ٦٠٣
المنظور التاريخي ٦٠٣
الفلسفة الزراعية وتأثيرها على معالجة التلوث ٦٠٦
دور الجمعية الاقتصادية الأوروبية ونظم السوق العالمية الأخرى ٦٠٨
استخدام الأراضي الزراعية وحقوق الملكية الخاصة في الولايات المتحدة ٦٠٩
الممارسات الزراعية المستدامة ٦٠٩
الزراعة العضوية المدعمة من المجتمع ٦١١
الزراعة وتأثيرها على البيئة ٦١٢
مصادر التلوث ٦١٣
إنتاج المحاصيل الكثيفة ٦١٦
التلوث الناتج من عمليات تربية الحيوانات ٦٢٠
زراعة الأراضي بالأشجار والغابات ٦٢٤
أفضل الممارسات الإدارية: التنفيذ والفاعلية ٦٢٥
الممارسات الزراعية: محاصيل الغطاء، وتناوب وحصاد المحاصيل، وحرث الصيانة ٦٣٠
الإدارة المتكاملة للآفات ٦٣١
إدارة المغذيات ٦٣٢
المصاطب والتحويلات ٦٣٢
معالجة المنطقة الحرجة: هياكل التثبيت المتدرج وزراعة المنطقة الحرجة-التحكم في توصيل الملوثات ٦٣٤

أحواض الترسيب، وأحواض التحكم في المياه والترسبات، وبرك الاحتجاز–الاستبقاء ٦٣٤
مرافق وطرق معالجة وتخزين المخلفات الحيوانية ٦٣٥
البحيرات، وصناديق التخزين والبرك، وخزانات التسميد ٦٣٥
حصر الماشية: الأسوار ٦٣٩
شرائط الترشيح وحواجز الحقل ٦٤٠
إعادة تأهيل الأراضي الرطبة وتطويرها: الاستخدام المفيد للرواسب ٦٤١
مناطق الاحتجاز الشاطئية ٦٤٢
إدارة مياه الري ٦٤٢
تثبيت ضفاف مسارات المياه ٦٤٣
المرشحات الميكروبية الريشية الصخرية ٦٤٤
إدارة المراعي والرعي ٦٤٥
موازنة الإنتاج الزراعي مع حماية البيئة ٦٤٥
معالجة الأسباب الكامنة: الحل العالمي الممكن ٦٥٣
المراجع ٦٥٧
الفصل الحادي عشر: الإدارة المتكاملة لمناشئ المياه ٦٦١
مقدمة ٦٦١
الإدارة المتكاملة متعددة الأهداف لمناشئ المياه ٦٦٣
خطوات وضع خطة إدارة مناشئ المياه ٦٦٦
إدارة مناشئ المياه في سياق قانون المياه النظيفة ٦٧٣
استخدامات المياه وإمكانية تحقيق الاستخدام ٦٧٣
تقارير إمكانية التحقيق ٦٧٥
عملية أقصى حمل كلي يومي ٦٨٢
عناصر أقصى حمل كلي يومي ٦٨٨
المعايير السردية والأهداف البديلة ٦٩٢
هامش السلامة ٦٩٣
الموسمية ٦٩٦
تنفيذ إدارة مناشئ المياه ٦٩٩
مخرجات الخطط المحتملة للبدء في إدارة مناشئ المياه ٦٩٩
تنفيذ خطة أقصى حمل كلي يومي ٧٠١
تأثير قضايا أقصى حمل كلي يومي ٧٠٢
التنفيذ والإدارة التكيفية ٧٠٢
تمويل برامج معالجة التلوث الانتشاري ٧٠٥
دفع القائمون بالتصريف ٧٠٦
منهج الفوائد المحصلة ٧١٢

تحقيق الفوائد ٧١٦
منهج الفقاعة وبعد الفقاعة ٧١٨
الهياكل التنظيمية: الهيئات ٧٢١
المراجع ٧٢٦
الفصل الثاني عشر: تقييم مسارات المياه ٧٢٧
رصد وتسجيل البيانات ٧٢٧
البيانات الواردة في عمليات أقصى حمل كلي يومي/ التأكد من إمكانية التحقيق وإدارة مناشئ المياه ٧٢٧
مصادر البيانات ٧٣٢
الرصد الحقلي ٧٣٣
اختبار السمية ٧٣٩
استعراض اختبارات السمية ٧٤٠
كائنات الاختبار ٧٤٢
مقاييس جودة المياه ٧٤٥
أسس التقييم ٧٤٥
تطبيق المقاييس ٧٤٧
احتمالية التجاوزات البيولوجية المسموح بها ٧٥٠
نسبة تأثير المياه ٧٥٢
النظام البيئي المائي ٧٥٣
العلاقات المتداخلة الأساسية ٧٥٣
المناهج البيئية الإقليمية ٧٦١
تقييم السلامة البيولوجية ٧٦٣
مقاييس السلامة الحيوية ٧٦٣
المعايير البيولوجية ٧٦٩
تقييم السلامة الفيزيائية-الحيوية ٧٧٠
مسارات المياه السريعة: الجداول والأنهار ٧٧٠
اتفاقيات التقييم البيولوجي السريع: المعاملات الفيزيائية ٧٧٤
المصبات المائية ٧٧٥
نظم المياه الراكدة: البحيرات والخزانات ٧٨٢
تقييم السلامة الكيميائية لمسارات المياه ٧٨٨
تأثير الأكسجين القابل للتحلل الحيوي باستخدام المواد العضوية على الأكسجين المذاب ٧٩٠
تأثير المغذيات ٧٩٢
مشكلة المغذيات من البحيرات: التشبع الغذائي ٧٩٩
مؤشرات التغذية والوضع الغذائي ٨٠٤
الرقم الهيدروجيني والحموضة ٨١١

الملوثات السامة (المقلقة) ٨١٥
تجزئة الملوثات السامة على المواد الصلبة العالقة والرواسب ٨١٧
التراكم الأحيائي والتضخم الأحيائي ٨١٩
المخاطرة البيئية ٨٢٢
التآزر ٨٢٣
اتساع مخاطر الشبكة الغذائية ٨٢٤
جودة المياه الطبيعية (المرجعية) ٨٢٥
المراجع ٨٢٨
الفصل الثالث عشر: تقدير الأحمال وسعة الحمل بواسطة النماذج ٨٣٣
مقدمة ٨٣٣
هامش السلامة ٨٣٥
اختيار ظروف التصميم (الحرجة) ٨٣٦
مفهوم السعة الاستعابية للمخلفات (سعة الحمل) في النمذجة ٨٣٦
أنواع النماذج ٨٣٧
اعتمادية وجدوى النماذج ٨٤٠
المعايرة والتحقق من النماذج ٨٤٢
نماذج الأحمال الانتشارية والأحمال المرجعية ٨٤٤
نماذج الأحمال القطعية الهيدرولوجية ٨٤٨
نظم المعلومات الجغرافية ٨٦٢
نمذجة مسارات المياه المستقبلة ٨٦٧
اتزان الأكسجين المذاب في مسارات المياه والمصبات المائية ٨٦٧
استعراض بعض النماذج العامة المستخدمة مع الملوثات التقليدية ٨٨٠
نمذجة وجهة المركبات السامة في مسارات المياه المستقبلة ٨٨٦
المعادلات والمبادئ الأساسية ٨٨٦
نموذج الكيماويات السامة ٨٨٨
استراتيجيات نمذجة وجهة الكيماويات السامة في النظم المائية ٨٨٨
نمذجة مونت كارلو ٨٩٠
نموذج التخفيف الاحتمالي باللوغاريثم الطبيعي ٨٩٠
منهجية نمذجة مونت كارلو ٨٩١
تطوير السعة الاستيعابية (حمل) للمخلفات ٩٠٠
استراتيجيات النمذجة القطعية "مع-بدون" ٩٠١
تقدير اللوغاريثم الطبيعي الإحصائي للسعة الاستيعابية للمخلفات عن طريق نمذجة مونت كارلو ٩٠٣
المراجع ٩٠٤
الفصل الرابع عشر: استعادة مسار المياه ومناشئ المياه وتحسين السعة الاستيعابية للمخلفات ٩٠٩

مقدمة ٩٠٩
الاستعادة مقابل الاستصلاح، والتأهيل، والإدارة ٩١٢
تقنيات الاستعادة لمسارات المياه الجارية (الأنهار والجداول) ٩١٣
اختيار التقنية الملائمة لاستعادة مسارات المياه ٩١٥
تقنيات استعادة مسارات المياه ٩١٦
استعادة ممر مسار المياه ٩٣٢
استعادة القناة المائية ٩٣٦
تقنيات الاستعادة للنظم الساكنة (البحيرات والخزانات) ٩٣٦
اختيار تقنية استعادة مناسبة للبحيرة ٩٣٧
التحكم في الملوثات السامة ٩٣٨
تقليل أحمال المغذيات وإتاحة المغذيات ٩٣٩
زيادة مستويات الأكسجين المذاب ٩٤٢
تكليس البحيرات الحمضية ٩٤٧
إدارة بيئة التفريخ ٩٤٨
إدارة النباتات المائية ٩٤٨
إدارة منسوب المياه ٩٥٢
استعادة الأراضي الرطبة الشاطئية ٩٥٤
أنواع الأراضي الرطبة ٩٥٥
وظيفة الأراضي الرطبة ٩٥٧
التعليقات الختامية ٩٦١
قضايا الأراضي الأخلاقية: المكون الرئيس لاستعادة مسار المياه ٩٦١
أخلاقيات البحث العلمي ٩٦٤
السماح للنظام بالتعافي ٩٧٠
السماح بتمتع الناس بمسار المياه المستعاد ٩٧٠
المراجع ٩٧١
الملحق ٩٧٥
كشاف الموضوعات ٩٧٧