

## المواضيع البيئية ومراقبتها

### ENVIRONMENTAL ISSUES AND MONITORING

#### Introduction مقدمة

المياه مصدر طبيعي ضروري لاستمرار الحياة. وهو يستنفذ باستمرار ويعاد التزود به من خلال الدورة الهيدرولوجية. ومع هذا، هناك عدد كبير من الاستخدامات التنافسية تجعل من تخصيص المياه بشكل منصف للاستخدامات المختلفة أمراً بالغ الصعوبة. وإن تحديد مصادر المياه لواحد أو أكثر من الاستخدامات المختارة يؤثر على إتاحته لاستخدامات أخرى محتملة. وأحد أنواع الاستخدام الذي يمكن أن يعد استهلاكياً في أحد الأشكال يمكن أن يعد غير استهلاكي ضمن إطار العمل المفضل للدورة الهيدرولوجية. فعلى سبيل المثال، المياه التي تحول للاستخدام في الري يمكن أن تعد استهلاكية مادامت مصادر المياه السطحية في نظام المخزون قد تأثرت لأن هذه المياه لن تكون متاحة بسهولة للاستخدامات الأخرى ضمن بيئة محلية بعينها. ومع هذا، فإن كمية المياه المتحولة التي تُفقد بالرشح تعود للظهور كسريان في هيئة مختلفة من المياه يمكن أن تكون استخداماً غير استهلاكي بمعنى الاتزان الكلي للمياه في الطبيعة. وإن عدم إتاحة المياه بالكمية والجودة المطلوبة للاستخدام غير تلك التي تم

تحديدها لأجلها تحت مشروع هندسة مصادر المياه تشكل أثاراً على خصائص بيئية أخرى.

ولضمان الاستخدام الأمثل والمنصف لكمية وجودة المياه المتاحة في إقليم ما، فمن الضروري تقييم كل الآثار البيئية المفيدة محتملة الحدوث والآثار البيئية غير المواتية لمشروع هندسة مصادر المياه. ويشمل مصطلح "البيئة" كل من البيئة الطبيعية والفيزيائية وعلاقة الناس بتلك البيئة (مثل، الأرض، ونظام المياه الجوفية- المياه السطحية، والهواء، والنظام البيئي، والكائنات الحية، وسمات الأثار، والصناعات التاريخية، والوحدات الثقافية، والاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية، والقيم الجيولوجية والبيئية في الموقع). ويمكن أن يؤدي إعادة توزيع مصادر المياه بين الأنواع المختلفة من الاستخدامات في الماضي والحاضر والمستقبل التي تلي تحديد مشروع هندسة مصادر المياه إلى النزاع بين المصالح المتنافسة. وأحدى الطرق التي يمكن تطبيقها لحل أو للحد من هذه النزاعات هي إعداد تقييم بيئي (EA) أو بيان الأثر البيئي (EIS) قبل اتخاذ القرار. والأثر هو تغيير أو عاقبة، يمكن أن تكون إيجابية أو سلبية، تنتج عن المشروع.

في الولايات المتحدة، يتم التحكم في تقييم الآثار البيئية للسدود ومشروعات مصادر المياه الأخرى عن طريق التالي:

• تعديل بيان السياسة البيئية القومي (NEPA) لعام ١٩٦٩، (Public Law 91-190, 42 U.S.C. 4321 et seq.)

• تعديل بيان تحسين جودة البيئة لعام ١٩٧٠، (42U.S.C. 4371 et seq.)

• تعديل القرار التنفيذي ١١٥١٤، بعنوان حماية وتحسين جودة البيئة (٥ مارس

١٩٧٠، بالقرار التنفيذي ١١٩٩١، ٢٤ مايو ١٩٧٧).

يعمل بيان السياسة البيئية القومي (NEPA) على تقرير السياسة ووضع الأهداف وتقديم الوسائل لتنفيذ هذه السياسة ويحتوى على تدابير احتياطية لضمان أن تعمل الوكالات الفيدرالية وفقاً لنص وروح البيان. وتضمن إجراءات بيان السياسة البيئية القومي إتاحة البيانات البيئية حول المشروع لعامة المستولين والمواطنين قبل أن يتم اتخاذ القرارات وقبل القيام بالتنفيذ. ومن الضروري لتنفيذ بيان السياسة البيئية القومي وجود تحليل علمي دقيق، وتعليقات من وكالة خبيرة، والأمن العام. وتكون الوكالات الفيدرالية مسئولة عن التالي:

- تفسير وإدارة السياسات والتنظيمات والقوانين العامة المتعلقة ببيان السياسة البيئية القومي.
- تنفيذ الإجراءات لجعل عمل بيان السياسة البيئية القومي أكثر نفعاً لمتخذي القرارات وللعامه.
- التشديد على المشاكل البيئية والبدائل.
- دمج متطلبات بيان السياسة البيئية القومي مع إجراءات العرض البيئي والتخطيط الأخرى.
- تشجيع وتسهيل المشاركة العامة في القرارات التي تؤثر على جودة بيئة الإنسان.
- استخدام بيان السياسة البيئية القومي لتحديد عمل وتقييم البدائل المعقولة للأعمال المقترحة.
- استخدام كل الوسائل العملية لاستعادة وتحسين جودة بيئة الإنسان ولتجنب أو لتقليل التأثيرات غير المواتية الممكنة على جودة بيئة الإنسان (CFR 40, Part 1500).

يشمل مصطلح "الأثار البيئية" كل الأثار النافعة أو غير المواتية أو التغييرات في النظام الهيدرولوجي الذي ينسب إلى الإنشاء، أو التعديل، أو تشغيل السد، أو تحويل السريان، أو تنفيذ أنشطة هندسة مصادر مائية أخرى. ويمكن أن تكون الأثار بنائية، أو غير بنائية، أو متعلقة بالنظام البيئي، أو جمالية، أو أثرية، أو متعلقة بالمياه والترسبات والتربة، أو اقتصادية (متعلقة بالتجارة)، أو متعلقة بتدفق المجرى المائي وجودة المياه، أو جيومورفية (خاصة بمظاهر السطح)، أو اجتماعية اقتصادية، أو ثقافية وإبداعية. ويجب إعداد بيان الأثر البيئي EISs باستخدام منهج الانضباط المتبادل الذي يضمن الاستخدام المتكامل للعلوم الطبيعية والاجتماعية وفنون التصميم البيئية. وبالإضافة إلى ذلك قامت العديد من الولايات بتحديد خطوط إرشادية أو قوانين لإعداد بيان الأثر البيئي EISs للسدود ومتطلبات التصريح البيئي لمشروعات هندسة مصادر المياه الأخرى في نطاق سلطاتها القضائية.

وقد تم تقرير خطوط إرشادية وقوانين مثيلة من قبل البنك الدولي ومنظمات أخرى تقدم المساعدة في مجال إنشاء وتشغيل مشروعات هندسة مصادر المياه. وبالإضافة إلى ذلك، قامت كثير من الدول بتحديد الخطوط الإرشادية الخاصة بها لإعداد تقرير الأثر البيئي EIR أو بيان الأثر البيئي EIS لمشروعات هندسة مصادر المياه.

ففي بعض الدول، بما فيها الولايات المتحدة، تم تقرير نظام لحقوق المياه لتسهيل توزيع واستخدام المياه الجوفية والمياه السطحية. وهناك نوعان من حقوق المياه: الشاطئية والمخصصة. وسحب المياه من المجاري المائية يتم التحكم فيه عن طريق حقوق المياه الشاطئية أو المخصصة التي تدار بشكل عام عن طريق وكالات الدولة. وضمن الحقوق المخصصة يخول مالِك الأرض المجاورة للمجرى المائي أن

يتمتع بشكل مفيد ومعقول من التدفق الطبيعي للمجرى المائي بدون تغيير في الجودة أو الكمية. ويمكن للمالك حقوق المياه المخصصة عند منبع التدفق أن يعملوا بشكل كبير على زيادة أو تقليل التدفق الطبيعي لإيذاء مالك حقوق المياه في اتجاه سير التدفق حتى المصب. وتقرر حقوق المياه المخصصة الكميات والأولويات لسحب المياه للاستخدام النافع من قبل كل مالك لحق المياه، ويفرض أن الكميات المتاحة كافية بعد تلبية طلبات حقوق المياه الأعلى مرتبة. وهي تقوم على مفهوم أن الأول في الوقت هو الأول في الحق. ويمكن أن تتحول حقوق المياه من أحد الهيئات أو أحد الملاك إلى آخر. وكذلك يمكن أن تتحول نقاط سحب المياه من أحد المواقع إلى آخر باستخدام الإجراءات القانونية والإدارية. وعندما يكون الماء المتاح قليلاً، فإن مالك حقوق المياه الأعلى مرتبة يمكن أن يستخدم حصته أو حصتها الكاملة، بينما يجب على مالكي حقوق المياه الأقل مرتبة العيش بنقص في المياه. وإن مشروعات هندسة مصادر المياه التي يمكن أن تمثل خطراً على حقوق المياه الأعلى مرتبة، لا يصح لها بدون تعويض مناسب. وقد تم تقرير حقوق المياه المخصصة في معظم الولايات الغربية بالولايات المتحدة. وتعد المياه الجوفية في كثير من الحالات، رافد للمياه السطحية التي تتصل بها هيدروليكيًا.

### بيان الأثر البيئي

#### Environmental Impact Statement

#### تعريف وصياغة بيان الأثر البيئي FIS Definition and Format of an FIS

بيان الأثر البيئي EIS هو وثيقة تصف الأثر الذي سوف ينتج من تنفيذ مشروع ما مقترح على البيئة. وهي أيضاً تصف أثار المشروعات المتخيلة التي يمكن أن تكون بدائل للمشروع المقترح، وكذلك تخطط لتخفيف هذا الأثر. ويعنى التخفيف تقليل أو

إزالة الآثار السلبية. "لا تنفيذ" يعامل أيضاً على أنه بديل للمشروع المقترح. وبمجرد أن تخضع خطة المشروع إلى وكالة منظمة، تقوم الوكالة بإعداد تقييم بيئي EA، التي تقيم ما إذا كان المشروع المقترح له آثار بيئية مهمة وما إذا كان هناك حاجة لبيان الأثر البيئي EIS. وإذا كان التقييم البيئي يحدد أنه ليس هناك حاجة لبيان الأثر البيئي، تصدر الوكالة نتيجة بعدم وجود أثر ذو أهمية والذي يشرح باختصار لماذا لن يكون لهذا العمل أثراً مهمة على البيئة. واعتماداً على الحجم، والوضع، والحساسية، والتفاصيل الخاصة بالمشروع المقترح، يمكن أن يكون من المطلوب عمل بيان الأثر البيئي EIS، أو يمكن أن يكون من المطلوب عمل التقييم البيئي EA وليس بيان الأثر البيئي EIS، أو يمكن ألا يكون هناك حاجة لأي منهما.

تشمل وثيقة بيان الأثر البيئي EIS النموذجية المكونات التالية:

١ - صفحة الغلاف، التي تشمل عنوان العمل، وموقعه، وتحديد دلالة بيان الأثر البيئي (نهائي أم مسودة)، والوكالة الفيدرالية المسؤولة والوكالات المتعاونة، جهة الاتصال بالوكالة، بالاسم، والعنوان، ورقم الهاتف، وموعد استحقاق التعليقات على بيان الأثر البيئي، وملخص من فقرة واحدة.

٢ - الملخص (لا يزيد عن حوالي ١٨ صفحة)، ويشمل موجز عن العمل المقترح والبدايل والخلاصة ونقاط الخلاف والمشاكل الهامة التي يراد تسويتها.

٣ - جدول بالمحتويات، ويشتمل على العناوين الرئيسة والفرعية والأشكال والجداول والاختصارات والرموز العلمية أو غيرها المستخدمة فيه.

٤ - الأقسام التي تصف التالي:

• الغرض والحاجة إلى العمل.

- البدائل، بما فيها العمل المقترح والعمل الغير مقترح، والبدائل غير المدروسة بدقة، والعواقب البيئية للبدائل في شكل مقارنة، ومقاييس التخفيف.
- وصف البيئة المتأثرة.
- العواقب البيئية، بما فيها الآثار المباشرة ومغزاها، والآثار غير المباشرة ومغزاها، والنزاع مع اتحاد، أو ولاية، أو أحد القبائل الأمريكية الأخرى، ومتطلبات الطاقة واحتمالات الوقاية، ومتطلبات الموارد الطبيعية أو المستنفذة واحتمال المحافظة، والآثار على الموارد التاريخية والثقافية، ومقاييس التخفيف.
- ٥- قائمة بالكتاب، تتضمن الأسماء والمؤهلات.
- ٦- قائمة التوزيع، التي تشمل التعريف بالوكالات التي يتم طلب التعليق الرسمي منها، والتعريف بالمسؤولين والمنظمات التي يُلتتمس منها التعليق، وهؤلاء الذين قاموا بطلب نسخ من بيان الأثر البيئي (رغم أن التعريف بالمواطنين ليس ضرورياً)، وموقع وصول العامة للنسخ.
- ٧- فهرس بالموضوعات البيئية.
- ٨- ملحق يحتوي على مواد تم إعدادها لدعم بيان الأثر البيئي، والتحليل لدعم الآثار والحسابات التحليلية المتعلقة بالقرار.

#### محتوى بيان الأثر البيئي Content of an EIS

بيان الأثر البيئي الخاص بمشروع هندسة مصادر المياه يقدم البيانات التالية:

- وصف العمل المقترح، بتفصيل كاف ليمسح بالتقييم الدقيق للآثار البيئية.
- مناقشة الآثار المحتملة على البيئة النهريّة والبشرية ووسائل تخفيف الآثار البيئية المعاكسة.

• التعريف بالآثار البيئية المعاكسة التي لا يمكن تجنبها.

- البدائل التي يمكن أن تساعد على تجنب بعض أو كل الآثار البيئية المعاكسة، بما فيها تحليلات التكاليف والآثار البيئية لهذه البدائل.
  - تقييم الآثار التراكمية طويلة المدى، بما فيها علاقتها بالاستخدام قصير المدى للبيئة النهرية مقابل الإنتاجية طويلة المدى الخاصة بالبيئة.
  - أي التزام غير قابل للعكس أو لا يمكن تعويضه للموارد التي يمكن أن تنتج أو التي يمكن أن تقلص من الاستخدام النافع للبيئة النهرية ومصادر المياه.
  - المناقشات، أو الاعتراضات، أو الملاحظات من قبل الوكالات الفيدرالية أو المحلية أو وكالات الولاية، والمنظمات الخاصة، والأفراد وكيفية الاهتمام بها.
- بيان الأثر البيئي يوثق التالي أيضاً:

- مقاييس جودة المياه التي يمكن تطبيقها وتصنيف أنواع المجاري المائية.
- الاهتمام بقيم التدفق الأدنى المقترح بها.
- طرق حماية وتحسين جودة المياه.
- التأثير على جودة المياه.
- التأثير على الأسماك والحياة البرية والموارد النباتية، بما فيها أنواع الكائنات الحية المهددة والمعرضة للخطر، وطريقة تخفيف التأثير على هذه الموارد.
- التعريف بالمواقع التاريخية والأثرية المتأثرة التي يكون هناك رغبة لاحتوائها في السجل القومي للأماكن التاريخية.
- طريقة تحسين أو خلق فرص ترفيهية.
- التأثير على المناطق الرطبة والأراضي المستخدمة وطرق تخفيف تلك الآثار.
- تنفيذ أو وضع جدول لأي طريقة مقترحة، بما فيها مصادر التمويل للقيام بالتنفيذ.

إن بيان الأثر البيئي أو تقرير الأثر البيئي الخاص بالموقع ومستوى التفاصيل الذي يقدمه يجب أن يكون متناسباً مع تعقيد الأثر البيئي المحتمل. ويشمل بيان الأثر البيئي أو تقرير الأثر البيئي بيانات/ تعهدات تتعلق ببرامج المراقبة أثناء الإنشاء والتشغيل، والحلول البيئية، والبحث والتطوير، وتجديد الطرق التي سوف تعامل كروتين أو كحاجات تظهر للوجود. وهي توثق إمدادات المراقبة السابقة واللاحقة للأثار البيئية المهمة الخاصة بالمشروع، بما فيها برامج مراقبة التغييرات في المرحلة التشغيلية وطرق تحري وتعديل مستوى الضوضاء، ومراقبة جودة الماء والهواء، وعمل بيان مفصل بالأنواع الرئيسة في السلسلة الغذائية، وتحري التغييرات المستحثة في المناخ. وبالإضافة لذلك، يحدد بيان الأثر البيئي أو تقرير الأثر البيئي القوانين الفيدرالية والمحلية والإقليمية وقوانين الولاية والمدونات التي يجب أن تتوافق مع إنشاء وصيانة وتشغيل المشروع.

وفي حالة مشروعات محددة أقل حساسية نسبياً أو مشروعات صغيرة نسبياً، يمكن أن يكون التقييم البيئي EA كافياً. وبشكل عام، يكون التقرير البيئي وثيقة أقل تفصيلاً عن بيان الأثر البيئي أو تقرير الأثر البيئي EIS.

### الآثار البيئية لمشروعات هندسة مصادر المياه

#### Environmental Impacts of Water Resources Engineering Projects

#### الآثار البيئية للسدود Environmental Impacts of Dams

تشمل آثار السدود على البيئة التأثيرات على السنة القنوات الممتدة في اتجاه التيار أو مصدر المنبع للتيار من السد. ويمكن أن تشمل هذه التأثيرات بوجه خاص التأثير على جودة المياه، وعلم تشكل النهر، والفيضان، ومصايد الأسماك، وموارد

الحياة البحرية، والحياة البرية، والأنواع الحية المهددة والمعرضة للخطر والانقراض، والغطاء النباتي، والموارد الثقافية، واستصلاح الأراضي، والترفيه، والخصائص الجمالية والتاريخية والأثرية، والاقتصاديات الاجتماعية.

الأثار البيئية العامة على البيئات النهرية والتدفق من منبع السريان للسد أو الأبنية الهيدروليكية الأخرى التي يجب أن يتم تحليلها وتقييمها تشمل التالي  
(ASCE 1989; CFR 18, Chapter 1 and Part 380; Prakash 2002):

• تراكم المواد الراسخة ومجري النهر المصفحة في اتجاه مصب السريان من السد التي يتسبب فيها الطرد الطيني المتعاقب للياه الصافي ونقص إعادة ترسيب المادة المتخمرة.

• حدوث ترسب حراري ثابت ومنخفض نسبياً (غائر) للياه المنطلق من مدخل خزان عميق.

• التراكم الغزير للطحالب الناتج عن الشفافية، والمغذيات، وعدم استقرار القاع، وغياب الرواسب الناعمة.

• النقص في تنوع الكائنات الحية في فصيلة اللافقاريات الكبيرة، التي يمكن أن ينسب لها النقص في اختلافات درجة حرارة الماء الضرورية لاكتمال أحداث تاريخ الحياة الهامة، كفقس البيض والنضج.

• تجمع اللافقاريات الكبيرة الزائد والتنوع القليل المرتبط بثبات التدفق أو الحمل العضوي من الخزان.

• التأثير على الأنواع المهددة بالانقراض أو المعرضة للخطر المذكورة من قبل الوكالات الفيدرالية والحكومية.

• التأثير على الحياة البرية والأنهار الخلابة المصنفة فيدرالياً.

- التأثير على مستويات المياه الجوفية في اتجاه مصب السريان للسد بسبب الرشح طويل المدى من تجمع المياه.
- التأثير على الأسماك المهاجرة بسبب انسداد الممر والتكيف الضعيف للأسماك مع الدرجات التي تعبرها الأسماك ومع الطرق السمكية.
- الآثار المتعلقة بالعجز في الأكسجين المذاب DO بسبب العمليات البيولوجية والكيميائية في الخزان الذي يستهلك الأكسجين.
- الآثار المتعلقة بالتركيز المذاب الأعلى من المعادن، مثل الحديد والمنجنيز، بسبب زيادة ذوبانها في البيئة التي ينخفض فيها الأكسجين المذاب.
- الآثار المتعلقة بالتشبع المفرط للماء المنطلق من الخزان، الذي يؤدي إلى مرض فقاعة الغاز في مجتمع الأسماك. وعندما يغمد الماء إلى عمق كبير في اتجاه تيار السد عند نهاية قناة التصريف، يقوم بحبس الهواء. والزيادة في العمق أثناء الغمد تسبب المزيد من الغازات المذابة أكثر مما يحدث عند السطح. وعندما يرتفع الماء المفرط في التشبع هذا من قاع الغمد إلى قرب سطح الماء في قناة اتجاه التيار، تبدأ الغازات في الخروج من المحلول، مسببة مرض فقاعة الغاز. ويكون الماء في الخزانات الأكثر عمقاً مشبعاً بالغازات المذابة. وعندما ينطلق هذا الماء من مدخل خزان عميق، يتعرض لكثير من الضغط المنخفض ودرجات الحرارة الأعلى في قناة اتجاه التيار حيث يمكن أن تبدأ الغازات في الخروج من المحلول، مسببة مرض فقاعة الغاز.
- تعديل نظام النهر بسبب التبديل في المنحنى المائي للتدفق الطبيعي، بما فيها التبديلات في السهول الفيضية، والأراضي الرطبة، والجزر، والحواجز الرملية، والآثار على الكثافة المائية المتعلقة بهذه الخواص.

- مساحة الاستيعاب الأكثر انخفاضاً لقناة اتجاه التيار لتصرفات الماء الفائض بسبب تحولات التدفق وتنظيم السد.
- المخاطرة المتزايدة للفيضان مع الخسارة المرافقة للحياة والممتلكات بسبب احتمال عطل (فشل) السد.
- الآثار المفيدة المتعلقة بالفوائد الرئيسة والثانوية ومن الدرجة الثالثة والفوائد الملموسة وغير الملموسة للسد المرتبطة بالبيئة في اتجاه التيار.
- الآثار البيئية أو البيئة الهيدرولوجية عند منبع التدفق للسد أو أبنية هيدروليكية أخرى، والتي يجب أن يتم تقييمها تشمل التالي:
  - المناطق الغارقة أو المغمورة بتجمعات المياه (مثل المرافق، والآثار التاريخية، والمواقع الدينية، والمقابر القديمة، والمزارع، وأي مواقع أخرى مذكورة أو محدد أنها مؤهلة للاحتواء في السجل القومي للأماكن التاريخية)، والتأثير على استصلاح الأراضي، والبيئة البرية، والغابات، والمعادن، والأنظمة البيئية الفريدة.
  - الكثافة السكانية المتبدلة والتأثير على صحة الإنسان والأمن وعلى القيم الجمالية والثقافية ومعايير الحياة.
- مستويات الفيضان المتزايدة وتكرار الفيضان بسبب العرقلة الهيدروليكية في قناة النهر الناتجة عن السد.
- احتمال الانهيارات الأرضية وانجراف التربة على امتداد خط الساحل بالخزان.
- الآثار على الحياة النباتية والحيوانية في منطقة الخزان وقناة عكس اتجاه التيار.
- احتمال انخفاض جودة المياه بسبب التفاعل طويل المدى بين الرواسب المترسبة والماء المخزون في الخزان.

- الآثار النافعة المتعلقة بالفوائد الرئيسة والثانوية ومن الدرجة الثالثة والفوائد الملموسة وغير الملموسة للسد المرتبطة بالبيئة في منبع التيار.

### الآثار البيئية لمشروعات هندسة مصادر المياه الأخرى

#### **Environmental Impacts of Other Water Resources Engineering Projects**

أنشطة هندسة مصادر المياه الأخرى التي تؤدي إلى آثار عكسية على البيئة

تشمل تصرف المياه الملوثة من مصادر محددة ومصادر غير محددة. تصرفات المصادر المحددة التي تؤثر على البيئة تشمل مخلفات المياه الصحية، ومخلفات المياه الصناعية، وانسياب مياه العواصف من مناطق الإنشاء أو التعدين، والمباني الصناعية، والطرق، أماكن وقوف السيارات خلال المصاب الفردية. المصادر غير المحددة لتلوث المياه تشمل الانسياب من المناطق الزراعية والغابات.

من المعلوم أن المصادر غير المحددة، التي تشمل أساساً الانسياب الزراعي، تساهم في ثلثي ما يتعلق بأثار جودة المياه على البحيرات والخزانات (NRCS 1996; Ojima *et al.* 1999). وتحتوي تصرفات المصادر غير المحددة من المناطق الزراعية على الملوثات الناتجة من الأسمدة، ومبيدات الأعشاب، ومبيدات الحشرات، ومخلفات الماشية، والأملاح، والرواسب. ويؤدي هذا إلى زيادة درجة الملوحة، والحمل الغذائي الزائد، والتعكر الزائد، وامتلاء المجرى المائي بالغرين.

ومصدر مهم آخر من المصادر غير المحددة للآثار البيئية على جودة المياه السطحية هو الجريان السطحي عن طريق التدفق البري من تراكم مخلفات المناجم المهجورة والمناطق القديمة للتخلص من النفايات. وإن تسرب مياه الأمطار من مثل هذه المباني أو دخول أماكن عمل منجم مهجورة إلى تحت الأرض فتدخل بيئة المياه الجوفية على أنها مياه ملوثة (مثل، صرف منجم حمضي أو مياه تحتوي على مستويات

عالية من المواد الصلبة الذائبة)، والتي تصل في النهاية إلى المجرى المائي القريب. وهذا النوع من التأثير يمكن أن يتعلق بمناطق تعدين الفحم القديمة، أو مناجم النحاس أو مناجم معادن أخرى، ومناجم اليورانيوم. وفي أوقات معينة، تصبح بقايا مصنع اليورانيوم التي يتم التخلص منها في سهول الأنهار معرضة لتدفقات النهر وتتطلب معالجة. وإذا تم تصريف التدفق البري أو الرشح من مثل هذه المباني خلال واحد أو أكثر من مصاب الأنهار، فإنها يمكن أن تكون مصدر محدد لتلوث المجرى المائي.

أنواع شبيهة من الآثار تنتج عن الجريان السطحي والرشح من مباني صناعية قديمة مهجورة.

إن معالجة أو تخفيف الآثار الناتجة من الأنشطة التعدينية والصناعية السابقة تم التعهد بها من خلال برامج المعالجة التي تنفذ من قبل الوكالات الحكومية، والإجراءات التي تقوم بها الهيئات الفردية، والأطراف الرئيسية المسؤولة المحددة من قبل الوكالات المنظمة. وفي الولايات المتحدة، يتم التحكم وتنظيم الآثار المتعلقة بالمناجم القائمة والجديدة عن طريق المكتب الفيدرالي لتعدين السطح بمناجم الفحم، والمفوضية الأمريكية للتنظيم النووي بمناجم اليورانيوم، والوكالات الفيدرالية ووكالات الدولة لحماية البيئة للمعادن الأخرى من خلال نظام للتصاريح، والقوانين، والتفتيشات. وهناك قوانين مثيلة تنفذ من قبل وكالات الحكومة في كثير من البلاد الأخرى.

أنشطة التعدين والأنشطة التطويرية الأخرى (بما فيها المدنية والصناعية) تتطلب تغيير موقع أو تحويل المجرى المائي لتعظيم استخلاص الخامات، أو لتقليل التدفق، أو للقيام بإنشاء المباني المجاورة. ولتغيير موقع المجرى المائي أثاراً سلبية على حياة الكائنات الحية بالمجرى المائي. وأحياناً ما تندمج الأماكن المنخفضة والتجاويف

في القناة المنقولة. ويمكن أن يؤدي هذا إلى نقص البيئة الطبيعية المائية المتحركة (المياه المتدفقة) وزيادة البيئة الطبيعية المائية الساكنة (الماء الراكد) في المجرى المائي.

وتؤدي عمليات التصنيع أيضاً إلى أثار متعلقة بجودة المياه على البيئة الهيدرولوجية. وإن الاستخدام الواسع للمداخن العالية وأنابيب المداخن ينبثق عنها غاز الوقود مع مادة محددة تحتوى على مكونات كيميائية مختلفة. وهذه الجزيئات يتم تجمعها على فروع الأشجار، والأغصان، ومنحدرات التل أو يتم الاحتفاظ بها عالقة في الغلاف الجوي. وعندما يمر هواءً رطباً بها، تكوّن أنوية صغيرة لتكثيف بخار الماء. وتذاب المواد الكيماوية في قطرات المياه وتصل إلى الأرض على شكل تساقط للمطر والبيئة الهيدرولوجية مع الجريان السطحي. وحيث أن القطرات الساقطة تكون ذات خاصية حمضية بشكل كبير، فإن هذه الظاهرة تعرف بالأمطار الحمضية.

وفي الولايات المتحدة، تحت بند ٣٠٣(د) من بيان المياه النقية لعام ١٩٧٢م، يجب على كل ولاية أن تحدد المياه التي لا يُتوقع أن تتوافق مع طرق جودة المياه المناسبة مع وجود مصادر مفردة وغير مفردة للتصريف. ثم يجب على هذه الولاية أن ترتب أولويات هذه المياه الضعيفة، آخذةً بعين الاعتبار شدة التلوث واستخدامات هذه المياه. وبعد وضع الأولويات، يجب أن تحدد أقصى أحمال يومية كلية (TMDLs) سوف تؤدي إلى أن يوافق كل منطقة مياه الطريقة المحيطة، معللة الاختلافات الموسمية وشاملة هامش السلامة (USEPA 1991b; Eheart et al. 1999). ولأجل تحديد أقصى أحمال يومية كلية، فإنه يجب الأخذ في الاعتبار كل من التركيز المستمر للمعايير (CCS) والتركيز الأقصى للمعايير (CMC). وتعرف الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA) التركيز المستمر للمعايير والتركيز الأقصى للمعايير، على الترتيب، على أنها متوسط تركيزات أربع أيام ومتوسط تركيزات ساعة واحدة للمادة الملوثة في المياه المحيطة التي

يجب ألا تتجاوز أكثر من مرة واحدة كل ثلاث سنوات في المتوسط. ولأن هناك اختلافات في التأثيرات السامة على الكائنات المائية، فإن هذين التركيزين يختلفان بناءً على المادة الملوثة موضع الاهتمام. وترجمة هذه المعايير إلى حدود تصريح قائمة على جودة المياه، يتم استخدام نماذج توزيع حمل مخلفات مناسب لتحديد نهاية ونقل أي ملوثات تدخل منطقة المياه. وهذه النماذج تؤدي توزيعات حمل مخلفات تصريف متعددة لتصريفات المصادر المفردة تحت ظروف تدفق مجرى التصميم، والتي تؤخذ عادةً على أنها سبعة أيام، عشر سنوات من متوسط التدفق المنخفض (7Q10) للمجرى المائي. ويمكن افتراض أن أحمال المخلفات التي تساهم بها المصادر غير المفردة على أنها ثابتة عن المستويات الموجودة/ المحيطة.

عمليات سحب المياه من النهر لاستخدامات الري والبلدية والصناعية يمكن أن تؤدي إلى سعة تمثيلية أقل للقناة في اتجاه التدفق وإلى تقليل تدفقات المجرى المائي اللازمة للحفاظ على الكثافة المائية والنظام البيئي في الألسنة عند منبع التدفق.

التدفقات العائدة من المناطق الزراعية تدخل قنوات المجرى المائي عن طريق تدفق المياه الجوفية وجودة المياه النهرية المؤثرة. وبشكل عام، هذه التدفقات العائدة تساهم بتركيزات عالية من الأملاح، ومبيدات الحشرات، ومبيدات الأعشاب، والأسمدة في البيئة النهرية.

### تقييم وتحليل الآثار Evaluation and Analysis of Impacts

في حالة تقييم الآثار البيئية لمشروعات هندسة مصادر المياه، يمكن أن تطلب الوكالات الفيدرالية والحكومية أنواعاً مختلفة من التحليلات، والنماذج الفيزيائية ونماذج الحاسب، والمراقبة الميدانية للمتغيرات المختلفة، والمسح الميداني للكائنات الحية

لظروف المشاريع السابقة واللاحقة في اتجاه مصب التدفق التيار ومنبع التدفق (TECQ 2002). ويكون من المطلوب عمل تحليلات إضافية ومراقبة لدراسة التعليقات التي تقدمها هيئات مختلفة أثناء جلسات الاستماع العامة المتعلقة بالتصديق على بيان الأثر البيئي أو تقرير الأثر البيئي.

إن تقييم ظروف فيضان المشروع السابقة واللاحقة في النهر في اتجاه مصب التدفق ومنبع التدفق للسد أو حاجز الفيضان يتطلب حسابات القطاع الجانبي لسطح مياه الفيضان للمنحنيات المائية لفيضان تصميم المشروع السابقة واللاحقة لألسنة قناة مصب التدفق ومنبع التدفق. وإن تقييم مخاطر الفيضان المتعلقة بعطل السدود أو حواجز الفيضان تتطلب تحليل تصدع السد لأسباب العطل المفترضة ظاهرياً وتحديد تفريغ الطوارئ وخطط التحذير للسدود التي تقع عند منبع التدفق للمناطق الآهلة (المزدحمة) وحواجز الفيضان المقترحة لحماية المناطق الآهلة.

إن تقييم مستويات المياه الجوفية للسد في منطقة منبع التدفق ربما يتطلب نماذج المياه الجوفية مع أو بدون الخزان. وهذه التحليلات يمكن أن تستخدم لتحديد ما إذا كان الرشح من السد سوف يؤدي إلى تشبع المياه والرطوبة الزائدة والملوحة وتكدس البعوض وحدوث الأمراض في مناطق السد في اتجاه مصب التدفق.

إن مراقبة جودة المياه والتحليلات يكونان مطلوبان بشكل عام لتقييم الآثار على الأكسجين المذاب DO، ودرجة الحرارة، ومتغيرات أخرى مهمة لألسنة نهر محدد ولتقييم الآثار على سعة الاستيعاب للنهر بعد إنشاء السد، وبناء المدخل، ومشروع تقسيم المياه، أو منشآت تصرف مياه العواصف.

ويمكن أن يؤدي انخفاض جودة المياه بسبب تفاعل رواسب المياه إلى الحجز أو إلى تعديلات أخرى في النظام الهيدرولوجي. وإن إنشاء السد أو أي مشروع آخر

لهندسة مصادر المياه يمكن أن يؤدي إلى الفقد في المصنوعات التاريخية، أو الدينية، أو ذات الأهمية الجوهرية. وغالباً يتم مناقشة مثل هذه الآثار في جلسات الاستماع العامة المتعلقة ببيان الأثر البيئي للمشروعات المقترحة ويجب الاهتمام بها.

ومن الضروري إجراء الدراسات التحليلية لتحديد متطلبات التدفق إلى المجرى المائي لأجل السعة الملاحية والترفيهية والتمثيلية والحياة السمكية والمائية في قناة اتجاه مصب التدفق للسد، أو بناء المدخل، أو مشروع تحويل المياه. ويتم استخدام عدد من الطرق التحليلية لتحديد متطلبات التدفق إلى المجرى المائي لأنواع المائية الحية المختلفة.

ومن المطلوب إجراء عمليات مسح ميداني لتحديد الكثافة المائية السابقة واللاحقة للمشروع والتنوع الحيوي في كل من اتجاه التدفق من المنبع إلى المصب لتدفق للسد، أو بناء المدخل، أو مشروع تحويل المياه ولتقييم الآثار المحتملة على النظام البيئي. وتكون عمليات المسح الميداني مطلوبة أيضاً لتحديد مواقع وأحجام الجزر والحواجز الرملية وتعرجات قناة النهر المتواجدة والكثافة النباتية والحيوانية الموجودة المدعمة بهذه الخواص. ومن الضروري إجراء الدراسات الجيومورفية (المتعلقة بمظاهر السطح من حيوانات ونباتات) لتحديد الآثار المحتملة لإنشاء وتشغيل المشروع على هذه الخواص والنظام البيئي الذي تدعمه. ومن المطلوب القيام بالمراقبة الميدانية لتحديد جودة مياه المشروع السابقة واللاحقة.

ومن المطلوب إجراء عمليات المسح الطبوغرافي (التضاريسي) لتحديد المناطق، والمباني السكنية، والمرافق، والقيمة النقدية للملكية، التي يمكن أن تغرق أو تزال بعد إنشاء مشروع هندسة مصادر المياه. وإن تكلفة التعويض عن الآثار التي لا يمكن تجنبها، والتأمين ضد الأضرار أو الآثار غير المواتية، وتكاليف الاستبدال

للخواص المفقودة التي تنسب للمشروع تكون محتواة في حساب نسبة التكلفة-الربح الخاصة بالمشروع. وعندما يتم إعداد تحليل تكلفة-ربح، يجب أن تشمل تحليلات الأثار البيئية غير المحسوبة، والقيم، وأسباب الراحة. وإن الأثار التي لا يمكن حساب التعويض النقدي لها يجب أن يتم التعبير عنها بمصطلحات وصفية جيدة وملائمة بشكل كاف.

وطبقاً للخطوط الإرشادية التنظيمية الفيدرالية والخاصة بالولاية، يتم تقسيم السدود إلى أنواع مختلفة الحجم، بناءً على سعتها التخزينية وارتفاعاتها، وإلى أنواع خطر مختلفة، بناءً على احتمال الضرر على الحياة والملكية بسبب العطل. ويتم تحديد معايير التصميم و/ أو الترميم المختلفة لاتحادات مختلفة من تصنيف الخطر والحجم (مثلاً، احتمال الخطر المنخفض، أو المهم، أو العالي مدجماً مع حجم السد الصغير أو المتوسط أو الكبير) (NRC 1985). وفي حالة السدود التي لا تقوم أو لا يمكنها تلبية معايير تصميم محددة، أو حيث تكون عواقب عطل السد أكثر شدة من تلك التي بدون عطل، فقد تم تحديد طرق للقيام بتحليلات المخاطر ولتحديد العطل (ASCE 1988). وتكاليف التأمين ضد الخطر لهذه العواقب البيئية لعطل السد وغير المهيمن عليها الدولار، يمكن أن تحتوي في تحليل التكلفة-الربح للسد.

وفي الولايات المتحدة، يتزايد الإجماع على إزالة عدد من السدود حيث تعد أرباح الإزالة متجاوزة لأرباح التشغيل وصيانة المبانى. وإن تحليل الأثار البيئية (بما فيها تحليل التكلفة-الربح)، ومثل هذه السدود أتضح أن حتى مع وجود ممرات الأسماك فإن هذه السدود قد أصبحت سبباً رئيساً لفناء الأسماك في النظام النهري. وللخزانات مجموعات مخصصة مغمورة وأراضي رطبة طبيعية، والتي كانت ضرورية في تدوير المياه، والمغذيات، والرواسب، والمواد العضوية، والكائنات المائية والأرضية

في النظام البيئي النهري. وإن المصادر الثقافية المهمة للسكان المحليين قد أغرقت أو أصبحت لا يمكن الوصول إليها أو مدفونة.

إن النقل الطبيعي للرواسب الخشنة في اتجاه التيار يساق عن طريق السدود، مما يجعل قناة المهبط غير مستخدمة أو غير ملائمة للأسماك. ويؤدي إنشاء السدود إلى قناة نهر منخفضة أو مدرجة على جانب المهبط. والانجراف لمادة قاع النهر يمكن أن تدرج البيئة الطبيعية للأسماك التي تصعد من البحار إلى الأنهار لوضع البيض، وتسمح بالإنبات على جزر الحصى والسهول الفيضية، وتقلل من تعرج النهر الطبيعي، ومراحل الفيضان المنخفضة، وتقلص من تكون الجانب الأبطأ حركة من القناة، والأراضي الرطبة الدورية، والمناطق المخصصة. وكثير من أنواع الكائنات الحية تتطلب مياه بطيئة الحركة، أو إنبات مخصص، أو مصب نهر فعال لتضع الأسماك بيضها أو لتربيتها، والتي تتأثر كلها بإزالة نقل الرواسب الطبيعية. وتؤثر الخزانات على جودة المياه عن طريق العمل كبحيرات ساكنة أثناء الفيضانات، والانزلاقات الأرضية، أو أحداث أخرى، والتي سوف تنتج طبيعياً تدفقات من التعكر في اتجاه التيار. وبسبب الخزان، يصبح التعكر أثناء مثل هذه الأحداث أقل شدة لكن أطول دواماً. وهذه الآثار يجب أن تُقيم وفقاً للشروط الكمية والنوعية.

وفي الولايات المتحدة، يتم التقييم والتحكم في آثار تصريفات المصدر المفرد على البيئة الهيدرولوجية من خلال تصاريح النظام القومي لإزالة تصريف المواد الملوثة الذي يتم إصداره تحت بيان المياه النقية (33 U.S.C 1251). ويتم إصدار تصاريح النظام القومي لإزالة تصريف المواد الملوثة من قبل وكالة حماية البيئة للولايات المتحدة أو وكالات الولاية المستولة عن حماية البيئة. وبشكل عام تشمل هذه التصاريح والقوانين تصرف المياه الفائضة، والمياه المتخلفة من الصناعة، وانسياب مياه العاصفة

من المناطق الصناعية والإنشائية. وأيضاً يتم التحكم في أثار تصريفات المواد المدرجة أو مواد الملء إلى مياه الولايات المتحدة الإقليمية من قبل هيئة مهندسي جيش الولايات المتحدة من خلال التصاريح التي تصدر تحت بند ٤٠٤ من بيان المياه النقية (33 U.S.C. 1344)، ومن تلك التصاريح الخاصة بالتصريفات من مناطق التعدين يتم التحكم فيها من قبل مكتب تعدين السطح، والمفوضية النووية التنظيمية بالولايات المتحدة، ووكالات فيدرالية ووكالات الولاية الأخرى.

ويتم تقدير أثار سحب المياه و دخول تدفقات العودة الزراعية على جودة مياه النهر عن طريق نماذج الجودة لهماكل مياه السطح، وتدفق المياه الجوفية، ومراقبة جودة المياه في اتجاه المصب ومن منبع التيار عند نقاط السحب وفي السنة المجرى المائي الذي يستقبل تدفقات العودة.

يتم تقييم الأثار الهيدرولوجية المتعلقة بالمصادر المفردة وغير المفردة للتلوث الناتج من المناجم المهجورة والمباني الصناعية عن طريق مراقبة جودة المياه لكل من المياه الجوفية والمياه السطحية، وجريان المياه السطحية ونماذج الانجراف، ونماذج جودة المياه السطحية، ونماذج تدفق ونقل المياه الجوفية.

ولتقييم جودة المياه أو الأثار الحرارية الناتجة عن تصريفات المصادر المفردة إلى المجرى المائي، يتم السماح بمناطق خلط معتادة لتقارن الطول والعرض وقطاع التدفق المحدد (تقريباً ٢٥ إلى ٣٣٪ من مساحة القطاع العرضي أو حجم التدفق) للنهر. ولا يمكن تطبيق مقاييس جودة المياه الطبيعية في مناطق الخلط. ويتم إجراء تحليلات التشتت لإيضاح عدم تأثر أكثر من قطاع محدد من النهر بمنطقة الخلط تحت حالة 7Q10 في النهر. ويتم دمج الرذاذات في تصميم المصب لتقليل حجم منطقة الخلط. وعادةً، لا تكون مناطق الخلط مسموحاً بها في المياه التي تحتوي على كائنات حية

حساسة (مثل، الأنواع المعرضة للخطر)، ومناطق وضع بيض الأسماك، وشواطئ الاستحمام، ومناطق شواطئ صيد السمك، ومنحدرات الوارق، ومناطق الوصول العامة الأخرى، ويجب أن تسمح بوجود منطقة مرور للأحياء المائية التي توافق فيها مقاييس جودة المياه.

### المراقبة البيئية Environmental Monitoring

#### مقدمة Introduction

تشمل الالتزامات في بيان الأثر البيئي أو تقرير الأثر البيئي مشروع محدد يكون الأساس للإنشاء السابق ومتطلبات مراقبة التخفيف السابقة. وهذه الوثائق تحدد الآثار البيئية للمشروع والتي لا يمكن التخفيف منها وطرق التخفيف للآثار التي يمكن تخفيفها عن طريق الوسائل البنائية وغير البنائية، سويًا مع خطط المراقبة لتقييم الآثار التي لا يمكن تخفيفها وفاعلية طرق التخفيف للآثار التي يمكن تخفيفها. ويكون التصديق على بيان الأثر البيئي أو تقرير الأثر البيئي من قبل الوكالات المناسبة مطلوباً قبل تصاريح الإنشاء، أو عمليات التشغيل، أو قبل إصدار تراخيص المباني. وعادةً ما تكون هذه الوثائق جزءاً من استشارة التصريح للمبني.

إن تقرير الأثر البيئي أو بيان الأثر البيئي وثيقة عامة تصدق عليها الوكالات التنظيمية الملائمة بعد سلسلة من جلسات الاستماع العامة والمراجعات الفنية. والتزامات التخفيف والمراقبة لآثار بيئية محددة التي تشترط في هذه الوثائق تصبح ملزمة قانونياً وسياسياً على ملاك ومديري السدود والمباني الأخرى. وإن أداء طرق التخفيف وتقدم الآثار التي لا تقبل التخفيف للمشروع أثناء مرحلة التشغيل يتم التدقيق فيها بشكل روتيني من قبل الوكالات التنظيمية، أو العامة المتأثرة، أو المنظمات

غير الحكومية المختلفة (NGOs)، أو المجموعات البيئية. وغالباً ما يتم تقديم تقرير حول الأثار التي تم تخفيفها مسبقاً الإضافية المتحرة للمشروع (التي ليست محددة في بيان أثر البيئي أو تقرير الأثر البيئي) من قبل المجموعات المذكورة أعلاه في شكل عرائض أو ملاحظات أو اعتراضات. وبعد ما يكفي من التحليل والتقييم، يمكن أن تكون هذه الاعتراضات الأساس لمراقبة بيئية مشروعة وإضافية للمشروع. ومن هنا، تكون متطلبات المراقبة البيئية سابقة التخفيف خاصة بالموقع، اعتماداً على الحساسية والأهمية البيئية لمتغير البيئة المتأثر (مثلاً، البيئة المائية، والإنبات، والمورفولوجيا، والهيدرولوجيا، وجودة المياه، والاقتصاديات الاجتماعية).

#### مكونات المراقبة البيئية Components of Environmental Monitoring

المكونات الرئيسة لخطة المراقبة البيئية تشمل مراقبة الأسماك والحياة البرية والبيئة الطبيعية وجودة المياه.

وتشمل مراقبة الأسماك والحياة البرية تكوين، ووفرة، وتوزيع، والبيئة الطبيعية لأنواع الحية من الأسماك واللافقاريات التي توجد عند القاع، واستخدام البيئة الطبيعية من قبل البرمائيات والزواحف.

وتشمل مراقبة البيئة الطبيعية المراقبة المائية والأرضية. وتشمل المراقبة المائية عمق المياه، وسرعة المياه، وحجم وتكوين الطبقات السفلية، وكمية البقايا الخشبية الكبيرة. وتشمل المراقبة الأرضية تكوين أنواع النبات للإنبات المخصص وإنبات السهل الفيضي والأراضي الرطبة، ومساحة سطح الأراضي الرطبة، والحجم والزمن، وعمق، ومساحة، وارتفاع الهضاب الرملية غير المنبتة، ومنسوب المياه الجوفية، والغطاء الأرضي للسهول الفيضية، ومظاهر السطح والفترات المائية الجيومورفولوجية.

وتشمل مراقبة جودة المياه متغيرات المجاري المائية المختلفة موضع الاهتمام في المنطقة، بما فيها الأكسجين المذاب، ودرجة الحرارة، والتعكر، والمغذيات لألسنة النهر، والخزانات، والبيئة الطبيعية للأراضي الرطبة.

متغيرات جودة المياه البيئية للمجاري المائية المختلفة في الولايات المتحدة يتم تسجيلها ونشرها من قبل هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS). ومصدر آخر لمعلومات جودة المياه بالمجرى المائي هو نظام التخزين والاستدعاء التي تحتفظ به USWPA. وتشمل متغيرات جودة المياه شائعة المراقبة لمواصلة النوع، ومستوى أيون الهيدروجين، ودرجة الحرارة، والتعكر، والأكسجين المذاب، ومسيبات المغص الغائطي، والتكور العقدي الغائطي، والصلابة، والكالسيوم، والمغنسيوم، والصدوديوم، والبتوتاسيوم، والخاصصين، والباريوم، والكادميوم، والكوبلت، والنحاس، والحديد، والرصاص، والمنجنيز، والزنك، والسيلينيوم، والفضة، والبيكربونات، والكريونات، والكبريتات، والكلوريد، والفلوريد، والسيليكات، والمواد الصلبة الكلية العالقة والمذابة، والنيتروجين، والفوسفور، والكربون العضوي، والفينيل الثنائي المعالج بالكلور المتعدد، والألدرين، وجزئ الكلوردان، ومادة DDD، ومادة DDT، ومادة DDE، والإلدرين الثنائي، والأزينون الثنائي، والإندرين، والإيزون، والكلور السباعي، والليندان، والملاثيون، وكلور الميزوأوكسي، والميثيل نظير الثيون، والميثيل ثلاثي الثيون، ونظير الثيون، والتوكسافين، والثيون الثلاثي، والعوالق النباتية، والبريفيتون.

وفي حالة المشروعات التي تقع ضمن نطاق السلطة القضائية لهيئة مهندسي جيش الولايات المتحدة (USACE)، فقد تم تقرير سياسة لإجراء تقييمات الاستجابة البيئية بالنسبة لإمدادات المراقبة البيئية المشتركة في بيان الأثر البيئي (USACE 1999).

ويتم إجراء التقييمات الداخلية للاستجابة بالتزامات المراقبة البيئية سنوياً عن طريق موظفي المشروع/ المبنى. ويتم إجراء التقييمات الخارجية عن طريق مقاولين خارجيين أو موظفين غير معينين في المبنى. ويتم الاحتفاظ بسجلات إمدادات بيان الأثر البيئي أو التعديلات على بيان الأثر البيئي أو القرارات الأخرى التي تتعلق بتقارير التخفيف البيئية من قبل السلطة الملائمة. ويجب جعل إمدادات أخرى متاحة للوكالات المهتمة أو العامة، عند طلبها. ويكون مطلوب تنفيذ المراقبة لضمان الالتزام بالقرارات والمراقبة البيئية، بما فيها مقاييس التخفيف.

بعض الوكالات قامت بتنفيذ برامج مراقبة بيئة محطة (ALMPs) لوضع خصائص للتيارات في الظروف البيئية للبحيرات، ولتحديد مسببات التدرج البيئي، ومراقبة تقدم برامج الترميم، ولتحديث تصنيف البحيرات/ نظام الأولويات بالنسبة لجودة وترميم البيئة. ويتضمن هذا جمع وتحليل جودة المياه وعينات الرواسب وكذلك الملاحظات الميدانية للون المياه، والطقس، وتحلل الرواسب، والطحالب، وأوجه أخرى مهمة للبحيرة. ويتم إجراء مراقبة التيار المحيط لتحديد التيارات طويلة المدى في جودة المياه ولتقييم برامج الترميم. ولهذا الغرض يتم مراقبة البحيرات مرة واحدة أثناء انسياب الربيع ومرحلة التحول (إبريل إلى مايو)، وثلاث مرات أثناء الصيف (يونيو ويوليو وأغسطس)، ومرة واحدة أثناء تحول الخريف (سبتمبر أو أكتوبر). والمتغيرات المحللة تشمل المواد الصلبة العالقة، والمغذيات، والكلوروفيل، والأكسجين المذاب، والقطاعات الجانبية لدرجات الحرارة، ومتغيرات ميدانية أخرى لعينات المياه التي تجمع من مسافة ١ قدم أسفل السطح و ٢ قدم فوق القاع عند أكثر المواقع عمقاً. ويتم إجراء المراقبة المركزة للبحيرة في بعض البحيرات. ويتم اختيار البحيرات من خلال مرحلة أولى (تشخيصية)، ومرحلة ثانية (تقييم)، ومرحلة ثالثة

(تقييم ترميم لاحق) للمراقبة المركزة. بالنسبة للمرحلة الأولى والثانية، يتم إجراء المراقبة بشكل عام مرتين كل شهر من مايو إلى سبتمبر وشهرياً من أكتوبر إلى إبريل لفترة سنة واحدة قبل التنفيذ (مرحلة أولى) ولسنة واحدة أو أكثر أثناء وبعد التنفيذ (مرحلة ثانية). وتتكون مراقبة المرحلة الثالثة عادةً من ثلاث سنوات بأخذ العينات من مسافة ١ قدم أسفل السطح، وعمق متوسط (في أعماق البحيرات)، و ٢ قدم فوق القاع عند أكثر المواقع عمقاً. وتشمل المتغيرات التي تراقب المواد الصلبة العالقة، والمغذيات، والكلوروفيل، والأكسجين المذاب، والقطاعات الجانبية لدرجات الحرارة، والموارد البيولوجية الرئيسية (مثل، النباتات العالقة، والأسماك، الإنبات المائي، وأحياناً الحيوانات العالقة، والأحياء في القاع). ويتم تحليل عينات الرواسب للمحتوى الصلب، والمغذيات، والكائنات الدائمة، والمعادن الثقيلة في الفترة التشخيصية الأولية. بالإضافة، يتم إجراء تحليلات ملوثات الأسماك أثناء هذه المرحلة الأولية.

بالنسبة للسدود ومشروعات المياه الدولية الأخرى، يطلب البنك الدولي التقييم البيئي أو بيان الأثر البيئي، والتي تعد وثائق عامة تفصح عن الآثار التي لا يمكن تخفيفها والمتعلقة بخطط المراقبة التي يجب أن يقوم بالتحري عنها فريق عمل البنك وآخرين في جلسات الاستماع العامة. والتزامات المراقبة البيئية التي تشترط في هذه الوثائق تكون ملزمة للمالك أو مديري السدود والمباني المتعلقة بها. ويجب أن يشمل وصف برامج المراقبة البيئية أسباب وتكاليف المراقبة والترتيبات التأسيسية للمراقبة، ونتائج المراقبة أثناء التقييم، وبدء الإجراء الضروري لتقييد الآثار العكسية التي تكشف عنها المراقبة. ومن الإلزام أن يكون هناك مؤسسة لمراقبة الاستجابة ولتأسيس الإجراء المعزز متى وأينما كان هناك حاجة له.

وقد قام البنك الدولي WB بتحديد الخطوط الإرشادية لتصميم وتنفيذ مراقبة وتقييم المشروعات التي تقوم بتمويلها هيئة البيئة العالمية (WB 1996). ويجب أن تشمل المشروعات التي يقوم بتمويلها البنك الدولي خطط المراقبة والتقييم (M&E)، ويجب أن تشمل المشروعات التي تنصب على التدرج البيئي مؤشرات الأداء البيئي (EPIs)، ومؤشرات أداء الاقتصاديات الاجتماعية (SEIs) في خطط المراقبة والتقييم الخاصة بها. واختيار مؤشرات الأداء البيئي أمر يخص المشروع. وبشكل عام يجب أن يحدد مؤشر الأداء البيئي التالي:

- مؤشرات الضغط، التي تقيس القوى الضمنية التي تؤدي إلى الانحطاط البيئي.

- مؤشرات الحالة، التي تقيس جودة أو حالة البيئة للنظام البيئي المستهدف.
- مؤشرات الاستجابة، والتي تقيس الجهود المبذولة لتحسين بيئة معينة أو لتخفيف درجة انحطاطها.

- مؤشرات الاقتصاد الاجتماعي، التي تنصب على التأثير البشري على البيئة وكيف أن البيئة ستؤثر على صحة الإنسان، والسلامة والرفاهية، والأساس المتأصل للمجتمعات المحلية، والرفاهية الاقتصادية، والفرص التعليمية، والقيم الاجتماعية، والتقدير الذاتي.

بعض الأمثلة على مؤشرات الأداء البيئي موضحة في التالي:

- زيادة المغذيات الكيميائية التي تتضمن مراقبة النيتروجين، والفوسفور، وتركيزات مطلب الأكسجين الحيوي في الماء.
- التلوث السام، بما فيه مراقبة تركيز المعادن الثقيلة في الماء.
- مراقبة مطلب، وإمداد، وجودة مصادر المياه العذبة.

- مراقبة مناطق الغابات المتدهورة.
  - مراقبة الكثافة السمكية.
- العوامل الأخرى التي يتم مراقبتها لمشروع السد والخزان تشمل التالي (WB 1998):
- الحجم السنوي للرواسب المنقولة إلى الخزان.
  - جودة المياه عند نقطة تصرف السد وعند نقاط مختلفة على طول النهر (بما فيها الملوحة، وتركيز أيون الهيدروجين، ودرجة الحرارة، ومعامل التوصيل الكهربائي، والتعكر، والأكسجين المذاب، والمواد الصلبة العالقة، والفوسفات، والنترات).
  - تكوّن كبريتيد الهيدروجين والميثان خلف السد.
  - أخذ العينات من المياه العذبة للنباتات الدقيقة، والحيوانات الدقيقة، والأعشاب الضارة المائية، والكائنات في القاع.
  - عمليات مسح وتقييم المصايد السمكية (بما فيها الأنواع الحية والكثافة) في الخزان والنهر.
  - الأنواع الحية، والتوزيع، وأعداد الحياة البرية.
  - التغييرات النباتية (بما فيها الغطاء، والأنواع الحية، والتكوين، ومعدلات النمو، والكتل الحيوية) في مجرى السريان المائي، ومنطقة سحب الخزان، ومناطق مصب النهر.
  - الانجراف في مجرى السريان.
  - الصحة العامة وناقلات الأمراض.
  - هجرة الأفراد من وإلى خارج المكان.
  - التغييرات في الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية للكثافة المستقرة والناس الذين يبقون في حوض النهر.

عوامل مراقبة مثيلة يتم تحديدها لمشروعات تتضمن حماية الفيضان، وتحديد مجرى السريان، والري والصرف، والمصايد السمكية، وعلم الصناعة الزراعية، وإدارة الغابات الطبيعية وتحديد المزروعات، وإدارة الأراضي المهملة والماشية، والطرق الريفية.

ليس هناك برنامج مراقبة قياسي للمشروعات الكهرومائية. وإن التقييم البيئي أو بيان الأثر البيئي لهذه المشروعات يجب أن يشمل خطة المراقبة لهذه المتغيرات المنصوص عليها في القائمة الخاصة بمشروعات السد والخزان والمتعلقة بكل موقع بعينه (WB 1998).

مراقبة المشروع هي مسئولية فريق إدارة المشروع. المسئوليات التأسيسية لتقييم الأداء يختلف اعتماداً على تسمية التقييم:

- ١- التقييم الانتقالي (أثناء تنفيذ المشروع).
- ٢- التقييم النهائي (عند نهاية تنفيذ المشروع).
- ٣- تقييم التأثير (عدة سنوات بعد انتهاء المشروع) لقياس الآثار المباشرة وغير المباشرة.

تحديد وتنفيذ وتقييم خطة المراقبة والتقييم تتضمن التالي:

- التقييم الأولي للظروف البيئية والاقتصادية الاجتماعية المتواجدة والكيانات المؤسسية للإدارة والمراقبة والتقييم البيئي.
- تحديد المشاكل الرئيسة التي تسبب التدرج البيئي.
- تحديد مؤشرات مراقبة الأداء.
- تحديد إجراءات جمع البيانات، والطرق التحليلية، وصيانة معدات المراقبة، والتنسيق الإقليمي.

- تحديد المسؤوليات المؤسسية ومصادر التمويل للتنفيذ.
- التقييم الدوري لأداء المشروع وكفاية خطة المراقبة للتقييم.

### تقييم الأهمية البيئية للمشروعات

#### Evaluation of Environmental Significance of Projects

#### أهمية استدامة وتحسين البيئة الطبيعية للأسماك

#### Significance for Fish Habitat Sustainability and Enhancement

بعض العوامل المستخدمة لتقييم أهمية مشروعات هندسة مصادر المياه لاستدامة وتحسين البيئة الطبيعية للأسماك تشمل التالي (USDA 1977):

- مساحة منطقة المياه بالايكرات المتاحة لحركة الأسماك، ووضع البيض، والفقس.

- بيان ما إذا كان التدفق مستقر أم غير مستقر (متقطع) خلال السنة وما إذا كانت مستويات المياه تبقى ثابتة تقريباً أم متغيرة بشكل كبير من وقت لآخر.
- جودة المياه، بما فيها درجة الحرارة، وتركيز أيون الهيدروجين، والأكسجين المذاب، وثنائي أكسيد الكربون المذاب، وتركيزات الكيماويات السامة على الأسماك والبشر.

- النسبة المئوية الذي يحتلها طول المجرى المائي الكلي، وتشمل التالي:

- البرك: قطاعات مجرى مائي تكون أعمق وعادةً أوسع من الطبيعي مع تيار أبطأ تقديرياً من منبع النهر الفوري وألسنة المجرى المائي في اتجاه مصب التيار مع قاع مجرى يتكون من خليط من الطمي والرمل الخشن.
- منحدرات نهريّة: قطاعات مجرى مائي تحتوي على الحصى و/ أو الدبش الذي يضطرب فوقه سطح الماء، ويكون التيار سريعاً بما فيه الكفاية بحيث يبقى سطح الحصى والدبش خالياً بشكل معقول من الرمل والطمي.

○ المسطحات: قطاعات مجرى مائي مع تيارات بطيئة للغاية فتصنف على أنها منحدرات نهريّة وضحلة للغاية لتصنف على أنها برك. وفي المسطحات، يتكون قاع المجرى المائي عادةً من الرمل أو المواد الأكثر نعومة، مع ديش خشن عرضي، أو الجلاميد، أو صخر الأديم.

○ الشلالات: قطاعات مجرى مائي بدون برك، تتكون أساساً من صخر الأديم مع قليل من الدبش، أو الحصى، أو من مواد أخرى مثل هذه المواد، بحيث أن التيار عادةً يكون أكثر سرعة منه في المنحدر النهري.

وبالنظر إلى موضوع البيئة الطبيعية للأسماك، فإن قطاع مجرى مائي به حوالي ٣٥٪ من المساحة تحتها البرك و ٣٥٪ من المنحدرات النهريّة يمكن أن يصنف على أنه ممتاز.

• مساحة أو طول مسطح الماء المتأثر بالظل بسبب النمو الخضري (مثل، الأشجار والشجيرات). وبشكل عام، المساحة أو الطول الأكبر من مسطح الماء تحت الظل يكون بيئة طبيعية أفضل للأسماك.

• تعكر سطح الماء. إذا كان يمكن رؤية القاع من مسطح الماء بشكل واضح خلال حوالي ١,٢ م من الماء أو أكثر، فيمكن أن يصنف مسطح الماء بالممتاز من وجهة نظر البيئة الطبيعية المائية.

#### أهمية الأنشطة الترفيهية Significance for Recreational Activities

بعض العوامل المستخدمة لتقييم صلاحية مشروعات هندسة مصادر المياه للأنشطة

الترفيهية تشمل التالي (USDA 1977):

- القرب من مراكز الكثافة السكانية. المشروعات التي يمكن أن تقدم إمكانية للأنشطة الترفيهية على مدى نصف قطر حوالي ٨٠ كم.
- الوصول. المشروعات أو قطاعات المجرى المائي ضمن ١,٥ كم من طريق جوي كلي يمكن أن تكون جيدة للأنشطة الترفيهية.
- حجم منطقة المياه. يجب أن يكون حجم منطقة المياه كافياً لدعم الأنشطة الترفيهية العامة.

تقوم بعض العوامل التي تستخدم لتقييم الاحتمال الترفيهي لمشروع هندسة مصادر المياه على نوع النشاط الترفيهي. والأنشطة الترفيهية المتعلقة بمشروع هندسة مصادر المياه وعوامل تحديد صلاحية كل نشاط ترفيهي هي كما يلي:

- صيد السمك: العوامل التي تؤثر على صلاحية النشاط الترفيهي لصيد السمك تشمل وفرة الكثافة السمكية، وإمكانية الوصول، والمنظر الطبيعي، ووجود المنحدرات النهرية والبرك، وفوق كل هذا تنوع سطح الأرض.

- السباحة: العوامل البيئية المرغوبة للسباحة تشمل جودة جيدة للمياه، ومستوى تركيز أيون الهيدروجين pH بين ٦,٥ و ٨,٣، وعدد بكتريا الكوليفورم أقل من ٨٠٠، والماء النقي بتدفق أدنى ٢٤٥٠ ل/اليوم لكل مغطس، وعمق مياه بحوالي ١,٥ م أو أكثر، وميل خط الساحل أقل من ١٠٪، ويفضل أن يكون من ٢ إلى ٤٪.

- الإبحار في الزوارق والقوارب: يجب أن يكون عمق الماء في مجاري إبحار القوارب على الأقل ٦,٥ م لقوارب التجديف وحوالي ١ م للقوارب التي لها محركات خارج سطحها. ويجب أن يكون العرض على الأقل ٢,٥ مرة من طول القوارب المسموح بها. وعمق المياه في مجاري إبحار الزوارق يمكن أن يكون بانخفاض ١٥ سم للمجاري القصيرة و ٤٥ سم للأجزاء الرئيسية. ويمكن أن يكون عرض المجرى

المائي على الأقل ١,٨ م. ويمكن أن يكون متوسط التدفق حوالي ٣ م<sup>٣</sup>/ث، ورغم أن هذا يمكن أن يختلف تبعاً للعرض، والعمق، وميل المجرى المائي.

• النزهة والسير: الممرات الموجودة فوق الماء وجسور المشاة تحسن من استخدام منطقة المياه لأغراض التنزه والسير. ويجب أن تكون الطرق على امتداد منطقة المياه حوالي ١,٢٥ م في العرض مع ميول طولية مرغوبة أقل من ١٠٪.

### التحري العلاجي ودراسات الجدوى

#### Remedial Investigation and Feasibility Studies (RI/FS)

#### التعريف والنطاق Definition and Scope

أدت الأنشطة الصناعية أثناء أوائل ومنتصف القرن العشرين إلى تلوث التربة والمياه الجوفية والمياه السطحية على أو في الجوار القريب في عدد من المواقع. ففي كثير من الحالات، سبب هذا تهديداً على صحة الإنسان بوجه خاص وعلى البيئة بشكل عام. ولدراسة المشاكل المتعلقة بمعالجة هذه المواقع الملوثة، سنّ الكونغرس الأمريكي بيان الاستجابة البيئية الشاملة، والتعويض، والاعتماد (CERCLA, 42 U.S.C. 9601, 1980) وبيان المحافظة على الموارد والمعافة (RCRA, 42 U.S.C. 6921, 1976). ويتضمن التحري العلاجي كل التحقيقات الميدانية والدراسات التحليلية اللازمة لتحديد طبيعة ومدى التلوث الذي يجب معالجته. وتشكل دراسات الجدوى كل الدراسات العملية والميدانية والمكتبية والتجارب اللازمة لتقييم جدوى البدائل المحتملة لإزالة أو تقليل التلوث المحدد إلى مستويات مقبولة. ويمكن أن يكون هدف التحري العلاجي هو تحديد المقاييس اللازمة لتحديد تلوث التربة، ومياه السطح، والمياه الجوفية لمستويات تلوث قصوى مقبولة، أو لتقييد التلوث لمستويات مقبولة قائمة على المخاطرة، أو لتحقيق حماية الموارد بالحالات

النقية. وقد تم تحديد مستويات التلوث المقبولة وأهداف التنظيف أو الأهداف لمعالجة التربة والمياه السطحية والمياه الجوفية تحت ظروف بيئية معينة عن طريق وكالة حماية البيئة للولايات المتحدة ومنظمات الولاية المسئولة عن الجودة البيئية. وهذه الوكالات قامت أيضاً بتحديد مستويات التلوث القصى المقبولة لأنواع مختلفة من المياه الجوفية والمياه السطحية.

وبشكل عام، فإن المتطلبات والمكونات الرئيسية للتحري العلاجي / دراسة الجدوى (RI/FS) تشمل التالي (USEPA 1989b):

- تعريف مشكلة وأهداف المعالجة.
- تصميم برامج مراقبة التربة والمياه الجوفية والمياه السطحية.
- حفر التربة وتثبيت آبار المراقبة ومحطات مراقبة المياه السطحية.
- أخذ العينات وتحليل المياه والتربة والرواسب.
- مراقبة وتحليل المياه الجوفية.
- تحليل حركة المادة الملوثة في المياه الجوفية والمياه السطحية.
- التحريات الهيدرولوجية لتحديد خصائص طبقة الماء الأرضي.
- تحديد عمقات الكشف المحتملة والمستقبلات المحتملة للمياه السطحية والمياه الجوفية الملوثة المتقلة أو في الجوار القريب من الموقع.
- وضع خصائص للموقع.
- تقييم استراتيجيات وتقنيات المعالجة.
- تحديد وتصميم طريقة المعالجة المفضلة أو دمج الطرق.
- تصديق الوكالة على طريقة المعالجة المقترحة.

جزء مهم من التحريات المتعلقة بالتحري العلاجي/ دراسة الجدوى للمواقع الملوثة يركز على تلوث التربة والمياه الجوفية. ويمكن أن تسبق تحريات المعالجة المفصلة بسلسلة من الدراسات التمهيديّة. وهذه الدراسات تتضمن التقييم التمهيدي لاحتقال التلوث في الموقع باستخدام خرائط وتفتيش الموقع وتاريخ العمليات في الموقع، والوثائق المتاحة من الوكالات المديرة والوكالات الحكومية. وتحريات المعالجة التفصيلية المتعلقة بالتربة الملوثة تشمل التالي (USEPA 1996c):

١- تحديد طريقة الموقع المتعلقة بالمفاهيم: وهي صورة ثلاثية الأبعاد أو وصف لحالة الموقع مما يوضح توزيع المواد الملوثة في التربة وآلات الإطلاق الملوثة، وطرق الهجرة والمرور المكشوفة، والمستقبلات المحتملة للملوثات المنطلقة من التربة. ويتضمن تحديد طريقة الموقع المتعلقة بالمفاهيم جمع البيانات (السجلات التاريخية، والخرائط، وخلفية البيانات، وهيئة مسح الترب بالولاية)، وتحليل البيانات لتحديد مصادر التلوث، والأوساط المتأثرة، وطرق الهجرة المحتملة، والمستقبلات، واستطلاع الموقع لتحديد النواقص في البيانات.

٢- جمع البيانات: ويتضمن هذا زيارة الموقع لعمل تقييم لتوزيع الملوثات، وتحديد خطة أخذ العينة من التربة، وتحديد طريق ملائمة لأخذ العينات والتحليلات الكيميائية، وجمع عينات التربة.

٣- تحليل بيانات التربة: ويشمل هذا تحليل عينات التربة، وتحديد الملوثات، وتخطيط مدى حيز وعمق التلوث، وتحديد خصائص التربة (مثل، محتوى الكربون العضوي، والقوام، والكثافة الجافة، ومعامل التوصيل الهيدروليكي).

التحريات العلاجية المتعلقة بالمياه الجوفية تشمل التالي (USEPA 1989b):

- وضع خصائص للكيمياويات موضع الاهتمام، والتي تشمل تحديد تركيبات معينة وحالاتها الفيزيائية، ومدى التلوث، والإذابة، والامتصاص، والسمية، والتدرج، والكثافة، واللزوجة، والتركيز.
- خصائص الموقع، والتي تشمل:
  - تحديد الوسط أسفل السطح.
  - المسافات من مواقع آبار إمداد المياه داخل وخارج الموقع، والمجري المائية، وحدود الملكية.
  - السمك الغير مشبع والمشيح من الوسط المسامي عند الموقع وعلى امتداد الممرات المحتملة.
  - التسرب، وصافي التصرف، ومحتوى الماء لمناطق التربة غير المشبعة.
  - النفاذية، والكثافة الظاهرية، ومعامل التوصيل الهيدروليكي، والخصائص الكيميائية، وخصائص التشتت، ومحتوى الكربون العضوي للوسط المسامي.
  - العمق إلى المياه الجوفية في منطقة التربة غير المشبعة.
  - السمك المشبع، والميل الهيدروليكي، والسمات الجيولوجية لمناطق التربة المشبعة.
- يمكن أن تشمل مصادر البيانات لتحريرات معالجة المياه الجوفية الكتيبات، والسجلات المحفوظة من قبل مالكي ومديري المباني والمنظمات الفيدرالية ومنظمات الولاية، والدراسات السابقة، والبيانات الميدانية الخاصة بالموقع. واعتماداً على تقييم البيانات الموجودة، فإنه يجب تحديد خطة أخذ عينات المياه الجوفية لجمع البيانات الإضافية لملء النواقص في البيانات ولتخطيط المدى الأفقي والرأسي لمحتوى التلوث الموجود والممرات المحتملة لتلوث المياه الجوفية. وآبار المراقبة اللازمة لجمع البيانات

الميدانية يجب أن تشمل عدد كافي من الآبار العليا لتقييم خلفية التركيزات للكيميائيات موضع الاهتمام، والآبار السفلى لتقييم الإمكانية لهجرة الملوثات داخل وخارج الموقع وللعمل كبئر الاستجابة، والآبار في الموقع لتخطيط مدى تلوث المياه الجوفية.

ويمكن استخدام الطرق الإحصائية لتحديد وفرة عينات التربة والمياه الجوفية لتحليل بيانات مراقبة التربة والمياه الجوفية (USEPA 1989c). وعلى سبيل المثال، إذا كان عدد مواقع العينات المحتمل كبيراً، فإنه يمكن استخدام التوزيع ثنائي الحد (Haan 1977) لتحديد ما إذا كان على الأقل واحد من العينات هو من أكثر الآبار تلوثاً أو من البقع الساخنة. وإذا كان العدد الكلي  $N$  من عينات التربة متاحاً من الموقع، فإنه يمكن اختيار  $n$  من العينات عشوائياً أقل  $N$  من ليتم تحليلها. ثم يمكن حساب احتمالية أنه على الأقل واحدة من عينات التربة  $n$  تكون من أسوأ العينات  $k$  (أو من البقع الساخنة) في الكثافة الداخلية للعينات  $N$  باستخدام التوزيع الهندسي الموسع.

مثال رقم (١، ٧): يتم اختبار عينات مياه جوفية من ٣٠ بئر مراقبة من موقع ما. استنتج الاحتمالية  $P$ ، أنه على الأقل واحد من هذه الـ ٣٠ بئر تمثل أسوأ ١٠٪ من المواقع الملوثة في الموقع.  
الحل:

في هذه الحالة، يكون عدد مواقع العينة المحتملة (الكثافة) كبيراً، إذن يكون التوزيع ثنائي الحد ملائماً مع  $n$  (العدد المختار من العينات) = ٣٠،  $p$  (احتمالية أسوأ تلوث في الكثافة) = ٠,١٠. ومن هنا فإن:

احتمالية على الأقل عينة واحدة من أسوأ ١٠٪ من الآبار ( $P$ ) تساوي

$$P = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 0.10)^{30} = 0.96 \quad (\text{Haan 1977})$$

مثال رقم (٧, ٢): إجمالي ١٠٠ عينة تربة متاحة من شبكة مربعة في الموقع. ٣٠ عينة فقط مختارة عشوائياً من العدد الكلي للعينات التي يتم تحليله. استنتج الاحتمالية،  $P$ ، أنه على الأقل واحدة من العينات تمثل أسوأ ١٠ بقع ساخنة في الموقع.  
الحل:

في هذه الحالة، تكون الكثافة (أي، مواقع الـ ١٠٠ عينة) معلومة. إذن، يمكن أن يكون التوزيع الهندسي الموسع ملائماً (Haan 1977). وبالنسبة للتوزيع الهندسي الموسع يكون:

$$N = 100, \quad n = 30, \quad k = 10$$

إذن،  $P$  (احتمالية أنه على الأقل واحدة من الـ ٣٠ عينة المختارة عشوائياً تكون من أسوأ ١٠ بقع) =  $1 -$  احتمالية أنه لا واحدة من الـ ٣٠ عينة تكون من أسوأ ١٠ بقع ساخنة.

وطبقاً للتوزيع الهندسي الموسع، فإن احتمالية أن  $x$  من العينات  $n$  المختارة عشوائياً من الكثافة  $N$  تنتمي إلى أسوأ  $k$  من العينات:

$$p(x, N, n, k) = \left[ \frac{k!}{x! (k-x)!} \right] \left[ \frac{(N-k)!}{(n-x)! (N-k-n+x)!} \right] / \left[ \frac{N!}{n! (N-n)!} \right] = \{1 \times 90! / 30! 70!\} / \{30! 60! 100!\} = \{90! 70!\} / (60! 100!) \\ = \left[ (1.48571 \times 10^{138}) \times (1.19785 \times 10^{100}) \right] / \left[ (8.32098 \times 10^{81}) \times (9.33262 \times 10^{157}) \right] = 1.77966 / 77.65654 = 0.023$$

(لاحظ أن  $x$  تساوي صفر). ويمكن الحصول على قيم المضروبوات من الجداول القياسية (مثل، Abramowitz and Stegun 1972). وبالتالي فإن:

$$P = 1 - 0.023 = 0.98$$

يمكن أيضاً أن يقدر عدم التأكيد المتضمن في تكلفة المعالجة المقدرة والحجم للتربة الملوثة أو المياه الجوفية الذي يقوم على عدد معين من العينات المأخوذة من الموقع، باستخدام الطرق الإحصائية (Spurr and Bonini 1973). والخطوات الحسابية لذلك موضحة في المثال رقم (٧.٣).

مثال رقم (٧،٣): إجمالي ١٠٠ عينة متاحة من شبكة مربعة في موقع ما. كل عينة تمثل تقريباً ٢٠٠٠ طن من وزن التربة، وتكلفة المعالجة تقدر بـ ١٠٠٠ دولار لكل طن. أوضح التحليل الكيميائي أن ٣٠ من العينات تكون فوق مستوى التلوث المسموح به. استنتج عدم التأكد في تكلفة المعالجة عند مستوى ثقة ٩٥٪ وكذلك تكلفة عدم التأكد القصوى.

الحل:

العدد الكلي للعينات:

$$N = 100$$

الوزن الكلي للتربة المدروسة =

$$2,000 \times 100 = 200,000 \text{ tons}$$

نسبة العينات الملوثة:

$$p = 30/100 = 0.30$$

الخطأ القياسي في النسبة p:

$$S_p = \sqrt{\{p(1-p)/N\}} = \sqrt{\{0.30(1-0.30)/100\}} = 0.0458$$

وأعلى خطأ قياسي في العينة:

$$S_p(\max) = 0.5/\sqrt{N} = 0.5/\sqrt{100} = 0.05$$

عند مستوى ثقة  $\alpha$  (٩٥٪)، يكون الحد الأعلى للتأكد في النسبة  $p$ :

$$p_u = p + t_{\alpha, N} \cdot S_p$$

حيث إن  $t_{\alpha, N}$  هي  $t$  الإحصائية لمستوى التأكد  $\alpha$  لحجم عينة  $N$ ، وتأخذ من الجداول الإحصائية (Spurr and Bonini 1973) وتساوي ١,٦٥ (في حالة  $\alpha$  تساوي ٩٥٪، و  $N$  تساوي ١٠٠)، وبالتالي فإن

$$p_u = 0.30 + 1.65 \times 0.0458 = 0.3756$$

ومقياس عدم التأكد:

$$M_u = p_u - p = t_{\alpha, N} \cdot S_p = 0.0756$$

و

$$M_u(\max) = 1.65 \times 0.05 = 0.0825$$

وتكون تكلفة عدم التأكد عند مستوى ثقة ٩٥٪:

$$0.0756 \times 200,000 \times 1,000 = 15,120,000 \$$$

وتكون تكلفة أقصى قيمة لعدم التأكد:

$$0.0825 \times 200,000 \times 1,000 = 16,500,000 \$$$

لاحظ أن تكلفة عدم التأكد تقل مع الزيادة في عدد العينات لأن كل من  $S_p$  و  $t_{\alpha, N}$  يقلان مع الزيادة في عدد العينات. ويمكن عمل المنحنيات البيانية المفصلة بين تكلفة عدم التأكد عند مستويات تأكد مختلفة وعدد العينات، ويمكن اتخاذ قرار حول عدد العينات المطلوبة للحصول على تكلفة معقولة لعدم التأكد عند مستوى تأكد مقبول.

تشمل دراسات الجدوى المتعلقة بمعالجة التربة والمياه الجوفية الملوثة التقييم المقارن للتقنيات المختلفة بما فيها تقنية الإزالة أو الاستخراج، وتقنية المعالجة

الموضعية، وتقنية الإضعاف الطبيعي، والتقنيات المناسبة الأخرى (انظر الجزء في هذا الفصل بعنوان "عمليات ومظاهر الهيدرولوجية المناسبة").

أمثلة على تلوث المياه السطحية والرواسب العالقة أو الناتجة من تلوث التربة والمياه الجوفية تحدث في الحالات التالية:

- عندما يتم تصريف المياه الجوفية الملوثة إلى مناطق المياه السطحية، فإن تركيزات الملوثات المخففة يمكن أن تكون ذات أهمية بالنسبة لآثارها على الحيوانات والنباتات المائية، والتدفق الكلي للملوثات التي تدخل النظام البيئي المستقبل يمكن أن تكون مهمة بالنسبة للسعة التمثيلية لمنطقة المياه السطحية المستقبلية.

- عندما يتم انجراف التربة الملوثة في المواقع الصناعية أثناء العواصف الممطرة، وتنتقل إلى منطقة المياه السطحية القريبة، وترسب في قاع وسهول المجاري المائية، أو في المستنقعات أو الأراضي الحوضية، أو خلف العوائق، مثل السدود.

- وحيثما تؤدي حركة تصريف مياه العاصفة الملوثة من المواقع الصناعية إلى ترسيب الرواسب الملوثة على قاع وفضتي منطقة أسطح مائية قريبة.

- وعندما تترسب الرواسب الملوثة بالملوثات البيولوجية أو أنواع أخرى من الملوثات خلف السدود، أو في المستنقعات، أو في الأرض الحوضية، أو أن تكون التحليلات مطلوبة لتقدير أحجام الرواسب المترسبة والنماذج اللازمة لنقل وتوزيع الرواسب التي تمت إزالتها عن طريق رفع الوحل أو الغسيل في قنوات المصب والسهول الفيضية.

وتختلف البيانات المطلوبة للتحليلات الهيدرولوجية، والهيدروليكية وتحليلات المخاطرة المتعلقة بتلوث المياه السطحية والرواسب من موقع إلى آخر. وعلى العموم، تشمل هذه البيانات التالي:

- الخرائط التضاريسية (الكتورية) التي توضح مواقع مناطق المياه السطحية بالنسبة للموقع.
- خصائص تربة السطح، بما فيها الانجراف، والمنحدرات، والغطاء النباتي، وممارسات المحافظة على التربة، والنفاذية، وتوزيع حجم الحبيبات.
- الكيماويات موضع الاهتمام وخصائص الامتصاص/ المجر والإذابة في الماء.
- الصفة الكيميائية (أي، تركيز الكيماويات موضع الاهتمام) لتربة السطح.
- تدفق، ومراحل، والقطاعات الجانبية، وجودة مياه منطقة المياه في الموقع بالجوار القريب والمناطق المائية الشبيهة كي تكون المستقبلات للتلوث المتعلق بالموقع.
- توزيع حجم جزيء رواسب قاع المجرى المائي والرواسب العالقة.
- جودة المياه، وقياس الأعماق، وتوزيع حجم جزيء وأعماق الرواسب عند قاع التجمعات المائية في الجوار القريب.
- بيانات نزول المطر للموقع ومجري السريان للمجري المائية القريبة.
- نتائج تدفق المياه الجوفية الملوثة التي تدخل منطقة المياه السطحية المتأثرة.
- الأحمال اليومية الكلية القصوى أو محددات التصرف على المجرى المائي (مثل بند ٣٠٣ (د) من وثيقة تخصيص استخدام معين). (USEPA 1991b).

#### المنظور التنظيمي Regulatory Perspective

بيان الاستجابة والتعويض والاعتماد البيئي، والذي تم تعديله عن طريق التعديلات عالية التمويل وبيان إعادة الترخيص لعام ١٩٨٦ (SARA)، يرخص للحكومة الفيدرالية أن تستجيب إلى إطلاقات أو مخاطر إطلاق المواد الخطرة، أو الملوثات في البيئة. وفي التابع لإمدادات هذا البيان، فإن كل المواقع الملوثة المخصصة للتقييم في العمق من خلال تحري المعالجة/ دراسة الجدوى تكون محتواة في قائمة

الأولويات القومية (NPL). وجزء من دراسات الجدوى لهذه المواقع هو تحديد تقييم المخاطرة لأثار المشروع المتعلقة بالصحة والمنسوبة إلى المواقع. ويكون تقييم المخاطرة قائماً على نتائج تقييم كشف الموقع. ويقوم تقييم كشف الموقع بتقييم نوع ومدى الملوثات المنطلقة التي تلي الإطلاق، وتضمن الصلة الناتجة مع الكثافة البشرية المائية المكشوفة.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن لدى الوكالات التنظيمية السلطة لعدم إصدار المزيد من خطابات المعالجة للمواقع (الغير محتواة في قائمة الأولويات القومية) المدرجة في برامج التنظيف التطوعية بعد قيام/ مدير الموقع، من خلال التحقيق السليم والمعالجة، بتوضيح أن الموقع المعالج لا يشكل تهديداً على صحة الإنسان أو البيئة. وقد تم تحديد الإجراءات لتقييم المخاطرة على صحة الإنسان عن طريق إطلاقات الملوثات في هذه المواقع وتحديد أهداف المعالجة لحماية المياه السطحية، والمياه الجوفية، والرواسب، والنظام البيئي. وإن هدف هذه الإجراءات تقديم حماية كافية لصحة الإنسان والبيئة بناءً على مخاطر الكشف. وتشمل ممرات كشف الإنسان الطبيعية أو الصناعية الحالة الفيزيائية التي يمكن أن تعرض صحة الإنسان للخطر بسبب وجود الملوثات موضع الاهتمام، وطريق الكشف، ونشاط المستقبل عند نقطة الكشف.

وقد قامت بعض الوكالات التنظيمية بتحديد منهج مصفوف لأهداف العمل التصحيحي للمواقع الملوثة. تقييم الصف ١ لتحديد أهداف العمل التصحيحي يقارن التركيزات الملوثة المسجلة عند الموقع بأهداف المعالجة المناظرة الموصوفة للملكيات السكنية والصناعية/ التجارية. تقييم الصف ٢ يستخدم تحليل يقوم على المخاطرة، وتقييم الصف ٣ يسمح بالمتغيرات والعوامل البديلة كي تستخدم في تحليل أهداف

المعالجة. تقييمات الصف ٢ والصف ٣ تتطلب تحليلات أكثر تفصيلاً من تقييمات الصف ١ (مثل، IPCB 2001).

في حالة كل من قائمة الأولويات القومية ومواقع التنظيف التطوعية، فإنه يجب على الوكالات التنظيمية أن تكون مقنعة، عن طريق التحليلات التقنية والبيانات الميدانية، وحول كفاية التحريات العلاجية المختارة.

ومادام هناك اهتمام بتلوث المياه السطحية والرواسب والمخاطر المعرض لها صحة الإنسان والبيئة، فإنه يجب على عالم الهيدرولوجيا أن يقوم بإجراء التحليلات الهيدرولوجية/الهيدروليكية وتحليلات النقل وتحليلات المخاطرة الاحتمالية لتقييم المخاطرة المحتملة للملوثات التي تصل نقطة الكشف المحتملة. ويجب على عالم السميات أو الصحة أن يقيم المخاطرة الناتجة على صحة الإنسان، وعلى عالم الجيولوجيا أن يقيم المخاطرة على الحياة المائية.

وبالنظر إلى حماية المياه السطحية من التلوث بسبب المصادر المفردة وغير المفردة، فقد قام الكونجرس الأمريكي في عام ١٩٧٢م بسن بيان المياه النقية. ويتطلب بند ٣٠٣ (د) من بيان المياه النقية وجود عبارات لتحديد ما إذا كانت مناطق المياه السطحية ضمن حدودها تتوافق مع مقاييس جودة المياه. وبالنسبة لمناطق المياه السطحية التي لا تقوم أو لا يمكن أن تتوافق مع مقياس معين، حتى مع وجود حدود لفرع النهر، فالمراد من عبارات تحديد منطقة المياه عند تلفه وتحديد أقصى حمل من الملوثات (أو أقصى أحمال يومية كلية) يمكن أن تستقبله منطقة المياه وما زال يتوافق مع مقاييس جودة المياه. إذن، فالمفروض من العبارات توزيع أقصى أحمال يومية محتملة بين هذه المصادر التي تصرف إلى منطقة المياه، مع أهداف تقليل تصريف الملوثات إلى منطقة المياه التالفة وجعله يتوافق مع المقاييس (USEPA 1991b). ومن خلال النماذج

الهيدرولوجية، والهيدروليكية، ونماذج جودة المياه، على عالم الهيدرولوجيا أن يحدد مدى المعالجة الذي يحد من الحمل في المجرى المائي أو البحيرة إلى هذا المذكور من قبل وكالات الولاية.

### العمليات والمحاكاة الهيدرولوجية المناسبة

#### Relevant Hydrologic Processes and Simulations

#### العمليات الهيدرولوجية Hydrologic Processes

العمليات الهيدرولوجية الخاصة بالتحري العلاجي /RI دراسة الجدوى FS للمواقع الملوثة تشمل التالي:

١- تساقط المطر-الجريان السطحي: قياس تساقط المطر، والجريان السطحي، والانجراف المحتمل من حدوث تساقط المطر-الجريان السطحي، والجزء من المطر المتساقط الذي ينتقل إلى المياه الجوفية على هيئة تسرب أو إعادة تخزين.

٢- التسرب ونقل المياه الجوفية: تحدد الجزء من المطر المتساقط المتاح للمج، وللذوبان، ولنقل الملوثات القابلة للذوبان خلال الرشح لمناطق المياه الجوفية ومناطق التربة المشبعة.

٣- نقل المياه السطحية للملوثات القابلة للامتزاج: تشمل الخلط، وحركة الهواء الأفقية، والتشتت، والمج أو الامتصاص للملوثات التي تدخل منطقة المياه السطحية عن طريق رشح المياه الجوفية، أو تصرف المياه الفائضة، أو تصرف مياه العاصفة.

٤- نقل الرواسب: تشمل انجراف ومج الرواسب الملوثة من أسطح التربة، أو نقلها خلال مجرى السيول، أو عن طريق التدفق البري، وترسيبها في دلتا الأنهار، والخزانات، والأراضي الرطبة، والمستنقعات، ومصاب الأنهار.

تعتبر خطوات التحليل التالية مطلوبة لمحاكاة عملية تساقط المطر-الجريان السطحي ولتقييم مدى ترسيب المواد الملوثة في منطقة المياه السطحية الناتج من العمليات سالفة الذكر:

- احصل أو قم صناعياً بتكوين متتابعات لتساقط المطر في الساعة (أو ١٥ - دقيقة) لفترة لتحليل. وبالتبادل، لتحليل مبسط، استتج مدة وعمق تساقط المطر لأحداث العاصفة الهامة المنفصلة لكل سنة. ويمكن أن تُعرف أحداث العاصفة الهامة على أنها تلك التي تكون لها شدة كافية من تساقط المطر بحيث تتسبب في انجراف ملحوظ للتربة. وتُعرف وكالة حماية البيئة للولايات المتحدة أن ١,٠ بوصة هو أدنى عمق لتساقط المطر قادراً على إنتاج خصائص تساقط المطر/ الجريان السطحي الضرورية لتكوين حجم كافي من الجريان السطحي لتحليل عينة ذا معنى لمياه العاصفة (40 CER Parts 122, 123, and 124; Federal Register Vol. 55, No. 222, Friday, November 16, 1990, Page 48018; ISEPA 1991d) وحدث العاصفة القادر على التسبب في انجراف للتربة ملحوظ يجب أن يكون أكبر وأكثر شدة.

- استتج أحجام ومعدلات الجريان السطحي وانجراف التربة من الموقع أثناء أحداث العاصفة المنفصلة.

- استتج الانجراف أثناء أحداث المطر الاعتبارية (أحداث تساقط المطر التي يمكن ألا تنتج انجراف ملحوظ للتربة) من معلومات جودة المياه للرواسب العالقة.

- احسب كمية الرواسب المنقولة خلال المجرى المائي مع الجريان السطحي وانجراف التربة الداخلة من مساحة الموقع، بما فيه الانجراف والترسيب في قاع المجرى المائي، والسهول الفيضية، وأحواض مهبط النهر.

• استنتج الأجزاء الملوثة/ غير الملوثة من الرواسب المترسبة في المجرى المائي والأحواض عن طريق التوزيع النسبي اعتماداً على الأجزاء الملوثة وغير الملوثة من مجرى السريان.

• تحقق من معقولية المدى المقدر لتلوث الرواسب باستخدام معلومات عينة التربة من المواقع المختارة والاستكمال القياسي عن طريق برنامج حاسب أو أي من إجراءات الاستكمال قياسي/ الاستكمال الخطي الأخرى.

وبالنسبة لتصرف المياه الجوفية من المواقع الملوثة والتصرفات الأخرى من المصادر المفردة وغير المفردة الملوثة بالمكونات القابلة للامتزاج، فإن الوكالات التنظيمية تكون مسئولة عن الوصف الحاد والمزمن لمناطق الخلط التنظيمي (ARMZ and CRMZ) لمناطق المياه السطحية المستقبلية والتي لا تطبق فيها مقاييس جودة المياه الطبيعية (Hutcheson 1998). ومنطقة الخلط هي تلك المنطقة من مناطق المياه السطحية في اتجاه مصب التيار عند نقطة تصرف الملوثات حيث يحدث الخلط الفيزيائي في كل الاتجاهات حتى تحقق المكونات في التصرف تركيزات منتظمة في منطقة المياه المستقبلية. ويجب أن يكون التركيز المنتظم المتوقع للكميائيات موضع الاهتمام ضمن مستويات التلوث القصوى سالفة الذكر، ويجب أن يكون تدفق الكتلة الكلي لهذه الكيماويات ضمن الحمل الكلي المسموح به لهذه المنطقة المائية. ويجب الحفاظ على حجم منطقة الخلط عند أدناها ويجب أن تسمح بالرشح الآمن، والحماية، وتطور الكائنات المائية. والمعيار الشائع الاستخدام لوضع حد للمخلط الكامل أو منطقة الخلط هو أن التركيز عند أي نقطة في القطاع العرضي عند حد منطقة الخلط يجب ألا يتجاوز ٥٪ من القيمة المتوسطة للقطاع العرضي (Fischer et al. 1979). وفي الحالات التي يقع تصرف المياه الجوفية من المواقع الملوثة في البحيرات والأحواض،

فإن التدفق الكتلي الكلي للملوثات والتركيزات في منطقة المياه السطحية أثناء الفترات الحرجة بالنسبة لفقس ونمو البيئة الطبيعية المائية يعتبر من العوامل المقيدة. وتحدد معظم مقاييس جودة المياه استخدام Q10V لتقييم أثار التصرفات المفردة وغير المفردة على جودة مياه المجاري المائية. وخطوات التحليلات المستخدمة بشكل عام لتقييم مدى تلوث المياه السطحية الناتجة من تصرفات المياه الجوفية من المواقع الملوثة تشمل التالي:

- حدد مصدر المياه الجوفية الملوثة التي تدخل المجرى المائي أو البحيرة بدلالة تركيزات الكيماويات موضع الاهتمام، وتدفق الكتلة، وأبعاد مساحة المصدر. واعتماداً على ظروف الموقع المحددة أو درجة تعقيد التحليلات المطلوبة، قم بتصريف المصدر كمفرد، أو مصدر خطي (رأسي أو أفقي)، أو كمصدر غير منتظم الشكل محدد بشبكات مستطيلة أو مثلثة، أو عناصر نظيرة مستطيلة.

- حدد الخصائص الهيدروليكية وخصائص جودة المياه لمنطقة المياه السطحية المستقبلية (مثل، القطاع العرضي، والتدفق، وسرعات التدفق، وجودة المياه المحيطة، ومتغيرات التشتت/ الانتشار للمجري المائية، والتدفقات، والانصبابات، وسعة التخزين، واحتمال التراصف، وجودة المياه المحيطة من البحيرات والأحواض). ويعتمد مدى البيانات المطلوبة على تعقيد التحليلات المطلوبة.

- احصل على البيانات المناخية المطلوبة لنماذج جودة المياه للبحيرات والأحواض.

- قم بأداء تحليل التشتت الأفقي مع المجرى/ الامتصاص لنقل الملوثات التي تدخل المجرى المائي مع تصرف المياه الجوفية خلال المجرى المائي المتأثر و/ أو البحيرة المتأثرة.

• استنتج حدود وأبعاد منطقة الخلط والكتلة الكلية المذابة وقارنها مع السعة التمثيلية لمنطقة المياه السطحية التي تقرر عن طريق الوكالات التنظيمية. عادةً، لا تكون البيانات الكافية الخاصة بالموقع متاحة للمعايرة والتحقق من دقة نتائج النماذج والتحليلات المتعلقة بتلوث المياه السطحية والرواسب. ويجب أن يتعادل تعقيد النموذج المختار أو التقنيات التحليلية المختارة مع كمية البيانات المتاحة الخاصة بالموقع. إذن، في معظم الحالات، تكون نتائج التحليلات والنماذج لها دقة محدودة. ومع هذا، فإن هدف التحري العلاجي / دراسة الجدوى هو جمع وتحديد البيانات الكافية لتحديد المصادر الأساسية، والطبيعية، ومدى التلوث، وتحديد الأطراف الأساسية المسؤولة عن التلوث، وتوزيع مسؤوليات المعالجة وتحديد تفاصيل مستوى الجدوى لطرق المعالجة المحتملة. ويجب أن يتم تحديد التصميم المفصل وتكاليف المعالجة لاحقاً بناءً على البيانات الإضافية حول مدى التلوث ومستويات التنظيف المتفق عليها مع الوكالات التنظيمية ونتائج الاختبارات المرشدة لفاعلية تقنية المعالجة المختارة.

وتحاكي النماذج الهيدرولوجية والعمليات الهيدرولوجية لمجرى سريان الماء السطحي وتحت السطحي والناجمة عن الجريان السطحي على سطح الأرض، وتفاعل المياه الجوفية، وتحميل ملوثات المصدر غير المفرد. وتعتبر هذه النماذج الهيدرولوجية قاعدة لتحليلات بيئية متنوعة، وخاصة عند التعامل مع مشاكل إدارة مجرى السريان وتقييم آثار مصادر منبع النهر ومناطق المياه المستقبلية. وتعتمد هذه النماذج على العمليات المعتمدة على الأرض والأنشطة البشرية التي تحدث ضمن مجرى سريان الصرف لتقدير التدفق، والرواسب، وحمل الملوث الأخر. وبشكل عام، يتم تصميم كثير من هذه النماذج لعمل توقع متكامل لتوازن الماء وحركة الملوث من المصادر

المفردة وغير المفردة. ويتم عمل هذه التوقعات غالباً على مدى فترة طويلة من الزمن (أحياناً على مدى عقود) لتقييم أثار التغيير التي تطبق على أفاق زمنية أطول.

ويتم تقدير الحجم والمنحنى المائي للجريان السطحي باستخدام النماذج القائمة على الأحداث مثل (HEC-1 USACE 1991a)، و (HEC-HMC USACE 2001) أو نماذج محاكاة التدفق المستقر مثل (HSPF USEPA 1991a)، و (NWSRFS NWS 1998)؛ و (Prakash and Dearth 1990)، و (SSAR USACE 1986). ويمكن تقدير انجراف الرواسب المحتمل أثناء أحداث العاصفة المنفصلة باستخدام المعادلة العالمية المعدلة للفقء في التربة (MUSLE). ويمكن تقدير متوسط الانجراف السنوي للرواسب باستخدام المعادلة العالمية للفقء في التربة (USLE). وبناءً على طول وشدة انحدار مسار الجريان السطحي، فإن الكمية الكلية للرواسب المنجرفة من مساحة الموقع يمكن ألا تصل إلى المجرى المائي المستقبل. ولتعليل ترسيب الرواسب على طول مسار الجريان السطحي، فإنه يجب تقدير نسبة تسليم الرواسب (SDR) واستخدامها (USEPA 1988a). وفي حالة عمليات المحاكاة القائمة على الأحداث، فإنه يمكن استخدام النماذج التي تحاكي كل من الجريان السطحي وانجراف الرواسب. وكمثال، فإن نموذج (SEDIMOT II Wilson 1984) هو نموذج يقوم على الأحداث يمكنه حساب حجم الجريان السطحي والمنحنى المائي، وانجراف الرواسب باستخدام المعادلة العالمية للفقء في التربة MUSLE أو المعادلة العالمية المعدلة للفقء في التربة USLE ونسبة تسليم الرواسب SDR، وحجم وتركيزات الرواسب التي تصل المستقبل (مثل، أحواض الترسيب)، وترسيب الرواسب في المستقبل (انظر الفصل الثالث).

وعلى عالم هيدرولوجيا المياه السطحية القيام بتقدير الجزء من نزول المطر الذي يحتمل أن يتسرب من خلال رشح الماء إلى المناطق شبه الجوفية ومناطق التربة المشبعة.

ويقوم عالم هيدرولوجيا المياه الجوفية بمحاكاة نقل ملوثات السطح مع ماء المطر المتسرب وتدفق المياه الجوفية إلى الرشح على طول الضفاف تحت، أو فوق، أو أسفل ارتفاع سطح الماء في منطقة المياه السطحية. ويمكن محاكاة تدفقات المياه الجوفية هذه كمصادر مفردة، أو خطية، أو مسطحة تقع عند ضفة منطقة المياه السطحية (انظر الفصل الرابع).

ويكون التسرب الرأسي لماء الرشح خلال المناطق شبه الجوفية ومناطق التربة المشبعة، عملية بطيئة نسبياً. ويتم عادةً استخدام متوسط التسرب السنوي لتقييم احتمال الحركة في الاتجاه السفلي للملوثات مع تسرب مياه المطر. ويعتمد معدل النقل الرأسي على معامل التوصيل الهيدروليكي الرأسي لماء الرشح خلال المناطق شبه الجوفية ومناطق التربة المشبعة في الموقع. ويكون معامل التوصيل الهيدروليكي دالة في رطوبة التربة ولهذا يصعب تحديده بسبب أحوال رطوبة التربة المتغيرة بشكل مؤقت وحيزي. ويعتمد تقدير متوسط التسرب السنوي بشكل عام على العلاقات العملية والبيانات الإقليمية المتاحة. ويمكن استخدام طريقة رقم المنحنى لخدمة المحافظة على التربة (SCS)، مع رقم منحنى مختار ليعكس أحوال متوسط الجريان السطحي السنوي لمساحة الموقع، لتقدير الفقد الكلي في نزول المطر بسبب الصد، والبحر، والتسرب (ASCE 1996). ويمكن استخدام الطرق العملية (مثل، معاملات تسرب ماكسي-إيكين Maxey-Eakin) لأحوال الموقع الخاصة (Avon and Durbin 1994). وفي حالة أحواض النهر، حيث تكون متاحة بيانات المتوسط السنوي للجريان السطحي، فإن الفرق يمكن أن يقدم تقديراً للفقد الكلي في نزول المطر. وفي الحالات التي فيها إجراء محاكاة التدفق المستمر باستخدام النماذج سابقة الذكر، فإن مكون حساب رطوبة التربة للنموذج يقدم تقديراً للتسرب. ويستخدم متوسط معدل التسرب السنوي لمحاكاة

حركة الملوثات الذائبة من مصادر السطح إلى سطح المياه الجوفية من خلال منطقة الماء الراشح شبه الجوفي (Prakash 1996, 2000a). ويتم محاكاة نقل الملوثات خلال المنطقة المشبعة باستخدام تدفق أحادي، وثنائي، وثلاثي البعد ونماذج النقل (انظر الفصل الرابع).

تشمل المكونات المتعلقة بنماذج جودة المياه السطحية عمليات النقل الهيدرولوجي، والهيدروديناميكي، وعمليات نقل الرواسب. وتحاكي النماذج الهيدروديناميكية نقل مياه العاصفة والرواسب الملوثة خلال أنظمة المياه السطحية. ويقدم النموذج الهيدروديناميكي ارتفاعات سطح الماء، والسرعة الأفقية والرأسية، وإجهاد القص، والتشتت المضطرب للتنبؤ بنقل الرواسب العالقة والملوثات الذائبة والملتصقة. ويحاكي نموذج نقل المادة الملوثة حركة الملوثات الذائبة والرواسب الممتزة عن طريق التأفق، والتصلب الدقائق، والتشتت المضطرب، وحركة الهواء الأفقية، والتشتت الجزيئي، والانتشار الهيدروديناميكي، والخلط الحيوي.

وتشمل نماذج نقل الرواسب محاكاة الانجراف، والنقل، والترسيب الناتج عن المياه، والرياح، والجاذبية. ويمكن أن يكشف الانجراف الترب الملوثة، التي يمكن أن تكون متعرضة لمسارات الكشف بسبب الانجراف الإضافي عن طريق المياه والرياح. ويمكن أن يضعف نقل الرواسب الملوثة من الجودة البيئية عن طريق حركة الملوثات الملتصقة إلى مستقبلات أخرى محتملة (مثل، الأنهار، والبحيرات، ومصاب الأنهار). ويمكن أن يؤثر ترسيب الرواسب الملوثة على السهول الفيضية للنهر، والمستنقعات، والأراضي الحوضية ويمكن أن يهدد بيئة المياه الجوفية بسبب تسرب وشرح الملوثات.

### Remediation Methods طرق المعالجة

الطرق شائعة الاستخدام لمعالجة التربة والمياه الجوفية تشمل الإزالة، والمعالجة، والإضعاف الطبيعي.

**الإزالة Removal:** تعد الإزالة طريقة معالجة مألوفة للرواسب الملوثة. وهي تتضمن النقل، والمعالجة، والتخلص من الرواسب الملوثة واستخراج والتخلص من المياه الجوفية الملوثة. وتعتمد حيوية التخلص الفيزيائي للرواسب على طبيعة الرواسب، وأنواع الملوثات، وعمق الترسيب، وسمك وحجم الرواسب، وإتاحة المعدات المطلوبة. ويكون الجرف والنقل ملائماً عندما تكون الآثار البيئية لعدم الفعل غير مقبولة، أو الأحوال البيئية مثل فعل الموجة، أو الفيضان، أو منع الانجراف الذي يترك الرواسب في مكانها، أو الرواسب القابضة في الممرات المائية الملاحية ولا بد من إزالتها. والطرق الشائعة للجرف تشمل الجرف الميكانيكي، والهيدروليكي، والهوائي. ويتضمن الجرف الميكانيكي جرف الرواسب أو الحفر باستخدام معدات تحريك الأرض التقليدية. ويستخدم الجرف الهيدروليكي جرافات محمولة، ويدوية، وجرافات المص المنبسط، وجرافات رأس المقطع، وجرافات الكناسة، وجرافات القادوس. وتشمل الجرافات الهوائية جرافات الرافعة الهوائية وجرافات الغاز.

**المعالجة Treatment:** تشمل المعالجة في المكان وخارج المكان للملوثات (عن طريق التغطية، والتجمد، والتثبيت، والتجميد الأرضي)، وغسل التربة، والمعالجة الكيميائية بما فيها الاستخراج الكيميائي والتدمير/التحويل، والمعالجة البيولوجية، والحرق في الأفران. وتتضمن التغطية وضع مادة نظيفة فوق قمة الرواسب الملوثة.

ويقوم التجمد والتثبيت والتجميد الأرضي بتجميد الرواسب الملوثة عن طريق معالجتها بالكاشف لتجميدها أو تثبيتها، وغسيل التربة هو عملية تقليل حجم تعتمد على المياه يتم فيها استخراج المواد الملوثة ودمجها في أجزاء صغيرة متبقية من الحجم الأصلي باستخدام وسائل فيزيائية أو كيميائية. وتشمل المعالجة الكيميائية عمليات نزع الكلور والأكسدة. وهي تقوم بإضافة الكاشفات إلى الرواسب حتى تدمر، وتزيل السمية، أو لإزالة المواد الملوثة. وتشمل المعالجة الكيميائية المعالجات الحيوية الهوائية واللاهوائية. ويتضمن الحرق في الأفران حرق المواد الملوثة عند درجات حرارة عالية والتخلص من الرماد والخبث الناتج.

#### المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي:

##### Remediation by Natural Attenuation (RNA)

وهي تتضمن التقليل المستمر والمتقدم لتركيزات المواد الملوثة في التربة والمياه الجوفية في الموقع القريب بسبب التشتت الجزيئي، والانتشار الميكانيكي، والتخفيف عن طريق إعادة الملء بسبب تسرب مياه المطر، والتصعيد، والامتزاز، والتفاعلات الكيميائية (مثل، التميؤ/ الإحلال، والإزالة، والأكسدة/ الاختزال)، والتحلل الحيوي الهوائي و أو اللاهوائي، بما فيه إزالة الهالوجينات. ومن بعض مزايا المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي الإزعاج الأدنى للموقع، والاستخدام المستمر للموقع أثناء المعالجة، والتكلفة المالية المنخفضة، وقابلية التطبيق على التربة والمياه الجوفية أسفل المباني والمناطق الأخرى التي يمكن أن يتعذر الوصول إليها. وبالإضافة لذلك يمكن استخدام المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي كمعوض لتقنيات المعالجة الأخرى.

ويتطلب تقييم صلاحية المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي نماذج وحساب معدلات وممرات تدرج المواد الملوثة لإظهار أن العمليات الطبيعية لتدرج المواد الملوثة سوف يقلل من تركيز المواد الملوثة إلى مستويات مقبولة قبل اكتمال ممرات الكشف المحتملة. ويجب أن تستمر عمليات مراقبة المياه الجوفية وأخذ العينات من الرواسب لفترة كافية من الزمن ضمان حدوث التدرج بمعدلات ثابتة مع أهداف التنظيف المقررة. ويمكن إيضاح جدوى المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي على أنه مقياس معالجة مقبول من خلال جمع البيانات الميدانية الغير غالية نسبياً، والتحليلات المعملية، والنماذج أثناء مرحلة وضع خصائص الموقع. وإذا وجد أنه لا جدوى من المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي، فإن البيانات التي تم جمعها (مع أو بدون عمل ميداني إضافي) يمكن استخدامها لتصميم مقاييس تعويضية أو علاجية أخرى. ومع هذا، تتطلب المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي مراقبة التربة والمياه الجوفية لفترة طويلة نسبياً من الوقت قبل وبعد المعالجة ويمكن أن تتطلب إزالة للمصدر و/ أو التقرير، والموافقة، والصيانة طويلة المدى لمناطق إدارة المياه الجوفية (GMZs). ومناطق إدارة المياه الجوفية هي مناطق ثلاثية الأبعاد تحتوى على مياه جوفية يتم إدارتها لتخفيف التلف الناتج عن إطلاق الملوثات موضع الاهتمام عند الموقع العلاجي.

الخطوات البحثية لإظهار صلاحية الإضعاف الطبيعي عند موقع ما تشمل التالي:

- وضع خصائص للموقع، بما فيها تحديد المصدر، وترتيب المميزات، وتحديد خصائص طبقة الماء الأرضي.
- تقييم جدوى المصدر أو إزالة المنتج الحر.
- جمع بيانات عن تلوث التربة والمياه الجوفية لفترات متعددة من الزمن ومقارنة تركيزات التلوث للفترات المختلفة.

- التحليلات المعملية لإظهار التحلل الحيوي للملوثات موضع الاهتمام.
- نماذج التوصيل والنقل لإظهار أن تركيز الملوث سوف يتم إضعافه عن طريق العمليات الطبيعية قبل التأثير على أي من المستقبلات المحتملة مع أو بدون إزالة المصدر.
- التحليل القائم على المخاطرة لإظهار أنه ليس هناك تهديداً محتملاً لكشف المادة الملوثة على المدى القصير أو الطويل.
- القابلية العملية لمراقبة المياه الجوفية المستمرة لفترات طويلة بشكل كافي من الزمن في المستقبل.
- تقييم إتاحة تقرير وصيانة مناطق إدارة المياه الجوفية لفترات زمنية محددة في المستقبل.

#### تقنيات المعالجة Remediation Technologies

تقنيات المعالجة شائعة الاستخدام للتربة الملوثة تتضمن المعالجات التالية:

- ١- المعالجة الحيوية في المكان: وهي تشمل إزالة الملوثات المتطايرة (VOCs) وشبه المتطايرة (SVOCs) من التربة باستخدام طرق التحلل الحيوي أو التنفس الحيوي.
- ٢- المعالجة الفيزيائية/الكيميائية في المكان: وهي تشمل غسل التربة (لإزالة الملوثات المتطايرة والمعادن)، واستخراج بخار التربة (لإزالة الملوثات المتطايرة)، واستخراج البخار المحسن حرارياً (لإزالة الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة)، وتقنيات التجمد أو التثبيت (لإزالة المواد شبه المتطايرة والمعادن).
- ٣- المعالجة الفيزيائية/الكيميائية خارج المكان: وهي تشمل إزالة الهالوجينات (لإزالة الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة)، وغسل التربة (لإزالة الملوثات المتطايرة

وشبه المتطايرة والمعادن)، واستخراج بخار التربة (لإزالة الملوثات المتطايرة)، والمج الحراري منخفض الحرارة (لإزالة الملوثات المتطايرة)، والحرق في الأفران (لإزالة الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة).

تشمل تقنيات معالجة المياه الجوفية والمياه السطحية ومعالجة الترشيح التالي:

١- المعالجة الحيوية في المكان: وهي تشمل استخدام المعالجة الحيوية بتحسين الأكسجين لإزالة الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة.

٢- المعالجة الفيزيائية/الكيميائية في المكان: وهي تشمل رش الهواء لإزالة الملوثات المتطايرة، والاستخراج ثنائي المرحلة لإزالة الملوثات المتطايرة، وجدردان المعالجة الخاملة كيميائياً لإزالة الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة والمعادن، وجدردان الطين السائل لتحتوى نروح الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة والمعادن، واستخراج بخار الهواء لإزالة الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة والمعادن.

٣- المعالجة الفيزيائية/الكيميائية خارج المكان: وهي تشمل نزع الهواء لإزالة الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة، وامتصاص الكربون لإزالة الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة والمعادن، وأكسدة الأشعة فوق البنفسجية لإزالة الملوثات المتطايرة وشبه المتطايرة.

تشمل تقنيات معالجة تركيزات تلوث المرحلة الذائبة التالي:

١- تقييم مخاطرة الكشف على الإنسان والبيئة وتحديد خطط العمل التصحيحي المعتمد على المخاطرة (IPCB 2001) (RBCA).

٢- المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي بما فيها مراقبة تقدم الإضعاف الطبيعي.

٣- التحلل الحيوي المتسارع للملوثات المرحلة الذائبة باستخدام أنواع مختلفة من العوامل المساعدة.

٤- الحدود المنفذة (مثل، نظام مصارف الغاز والبوابة باستخدام برادة الحديد) لمصرف غاز المياه الجوفية المتأثر لتحديد مساحة المعالجة.

٥- نظام الضخ والمعالجة لاستخراج المياه الجوفية الملوثة للمعالجة والتخلص منها.

٦- تؤخذ العوامل التالية في الاعتبار عند اختيار طرق المعالجة:

- مصدر وطبيعة المواد الملوثة.
- الخصائص الفيزيائية وموضع الموقع.
- استخدام منطقة المياه القريبة لمثل هذه الأغراض كمصدر للمياه، والملاحة، والترفيه، والصناعة، وتصرف البلدية، أو مجموعة من هذه الأمور.
- جودة وكمية الرواسب الملوثة.
- الخواص الفيزيائية للرواسب أو للتربة (مثل، نعومة الحبيبات أو خشونة الحبيبات).

- محتوى المادة العضوية في الرواسب أو التربة.
- محتوى الماء في المكان في الرواسب أو التربة.
- إتاحة الحركة والإتاحة البيولوجية للمواد الملوثة في الرواسب أو التربة (مثل، أحوال تركيز أيون الهيدروجين المنخفضة أو العالية).
- ملوحة الرواسب (التنقية) والمياه. والمنقي هو ماء يتم الحصول عليه من صرف الرواسب المشبعة/ المنغمة.

• المحتوى الكبريتي في الرواسب أو التربة.

- كمية ونوع الكاتيونات والأنيونات.
- كمية الحديد والمنجنيز النشط المحتملة في الرواسب أو التربة.
- خصائص المواد الملوثة (مثل، الميل إلى الامتصاص في جزئ الراسب أو الذوبان في الماء).
- الخصائص الكيميائية والمدى ثلاثي الأبعاد لتركيز المياه الجوفية الملوثة.
- الخصائص الهيدرولوجية للوحدات حيث تقع أعلى تركيزات للمياه الملوثة.



## المراجع

### References

- Abramowitz, M., and IA. Stegun (1972). Handbook of mathematical functions, Dover, New York, 1,046 pp.
- Abt, S.R., J.F. Ruff, and R.J. Wittier (1991). "Estimating flow through riprap." J. Hydraul Eng., 117(5), 670-675.
- Adams, E.E. (1982). "Dilution analysis for unidirectional diffusers." J. Hydr. Div., 108(HY3), 327-342.
- ASCE (1959). "Time of concentration for overland flow." Civil Engineering, March 1959.
- ASCE (1976). "Design and construction of sanitary and storm sewers." ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 37, New York, 332 pp.
- ASCE (1988). Evaluation procedures for hydrologic safety of dams, New York, 95 pp.
- ASCE (1989). Civil engineering guidelines for planning and designing hydroelectric developments, New York.
- ASCE (1996). "Hydrology handbook." ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 28, 2d Ed., New York, 784 pp.
- Anderson, M.P., and W.W. Woessner (1992). Applied groundwater modeling Academic, San Diego, 381 pp.
- ASTM (1995). "Standard guide for risk-based corrective action applied at petroleum release sites." EI 1739-95, West Conshohocken, Pa., 51 pp.
- Avon, L., and T.J. Durbin (1994). "Evaluation of the Maxey-Eakin method for estimating recharge to ground-water basins in Nevada." Water Resources Bulletin, 30(1), Feb. 1994, 99-111.
- Baehr, A.T. (1987). "Selective transport of hydrocarbons in the unsaturated zone due to aqueous and vapor phase partitioning." Water Resources Research, 23(10), 1923-1938.
- Bair, E.S., A.E. Springer, and G.S. Roadcap (1992). "An analytical flow model for simulating confined, leaky confined, or unconfined flow to wells with superposition of regional water levels." CAPZONE, IGWMC, Colorado School of Mines, Golden, Colo.

- Bansal, M.K. (1971). "Dispersion in natural streams."/. Hydr. Div., 97(HY11), 1867-1886.
- Barfield, B.J., R.C. Warner, and C.T. Haan (1981). Applied hydrology and sedimentology for disturbed areas, Oklahoma Technical, Stillwater, Okla., 603 pp.
- Batu, V. (1998). Aquifer hydraulics: A comprehensive guide to hydrogeologic data analysis, Wiley, New York, 727 pp.
- Bear, J. (1979). Hydraulics of groundwater, McGraw-Hill, New York, 569 pp.
- Bouwer, H., and R.C. Rice (1976). "A slug test for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells." Water Resources Research, 12(3), 423-428.
- Bouwer, H. (1989). "The Bouwer and Rice slug test—an update." Ground Water, 27(3), May-June 1989, 304-309.
- Bouwer, H., J.T. Back, and J.M. Oliver (1999). "Predicting infiltration and groundwater mounds for artificial recharge." J. Hydrol. Eng., 4(4), 350-357.
- Bradley, C., and D.J. Gilvear (2000). "Saturated and unsaturated flow dynamics in a floodplain wetland." Hydrological Processes, 14(16-17), Nov.-Dec. 2000, 2945-2958.
- Bras, R.L. (1990). Hydrology, an introduction to hydrologic science, Addison-Wesley, Reading, Mass., 643 pp.
- Brater, E.F., H.W. King, J.E. Lindell, and C.Y. Wei (1996). Handbook of hydraulics, McGraw-Hill, New York.
- Brooks, R.H. and A.T. Corey (1964). "Hydraulic properties of porous media." Hydrology Papers, No. 3, Colorado State University, Fort Collins, Colo.
- Campbell, D.B., and P.C. Johnson (1984). "RCC dam incorporates innovative hydraulic features." Water resources development: Proc. of the conf. of the Hydraulics Div., August 14-17, 1984, 138-142.
- CAP (2001). "Culvert Analysis Program." <http://www.waterenr.com/freeprog.htm>.
- Carslaw, H.S., and J.C. Jaeger (1984). Conduction of heat in solids, Oxford Univ. Press, New York, 510 pp.
- Central Board of Irrigation and Power (CBIP) (1971). "Manual on river behavior control and training." Publication No. 40, New Delhi, India, 432 pp.
- Chamani, M.R., and N. Rajaratnam (1994). "Jet flow on stepped spillways," J. Hydraulic. Eng., 120(2), 254-259.
- Chanson, H. (1994). "Comparison of energy dissipation between nappe and skimming flow regimes on stepped chutes." J. Hydraulic Research, 32(2), 213-218.
- Chapra, S.C. (1997). Surface water-quality modeling, McGraw-Hill, New York, 844 pp.
- Charbeneau, R.J. (2000). Groundwater hydraulics and pollutant transport, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 593 pp.
- Chin, D.A. (1985). "Outfall dilution: The role of a far-field model." J. Environ. Eng., 111(4), 473-486.
- Chow, V.T. (1959). Open-channel hydraulics, McGraw-Hill, New York, 680 pp.

- Chow, V.T., ed. (1964). *Handbook of applied hydrology*, McGraw-Hill, New York.
- Coastal Engineering Research Center (CERC) (1984). *Shore protection manual* Dept of the Army, Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss.
- Code of Federal Regulations 18 (CFR 18) (1999). Chapter 1, Conservation of Power and Water Resources, and Part 380, Regulations Implementing the National Environmental Policy Act, Office of the Federal Register, National Archives and Records Admin., U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Code of Federal Regulations 18 (CFR 18) (1999). Chapter 1, Federal Energy Regulatory Comm., U.S. Dept. of Energy, Washington, D.C.
- Code of Federal Regulations 40 (CFR 40), Part 1500 (1999). Office of the Federal Register, National Archives and Records Admin., U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Cooper, H.H., J.D. Bredehoeft, and I.S. Papadopoulos (1967). "Response of a finite-diameter well to an instantaneous charge of water." *Water Resources Research*, 3(1), 1st qtr. 1967, 263-269.
- Creager, W.D., and J.D. Justin (1950). *Hydroelectric handbook*, Wiley, New York.
- Crippen, J.R. (1982). "Envelope curves for extreme flood events." *J. Hydr. Div.*, 108(HY10), 1208-1212.
- Dalton, F.E., and R.S. La Russo (1979). "Chicago's TARP solves problems in big way." *Water & Wastes Engineering*, Technical Publishing Co.
- Davis, C.V., and K.E. Sorensen, eds. (1970). *Handbook of applied hydraulics*, McGraw-Hill, New York.
- Delleur, J.W. (1999). *The handbook of groundwater engineering*, CRC, Boca Raton, Fla.
- Domenico, P.A., and G.A. Robbins (1985). "A new method of contaminant plume analysis." *Ground Water*, 23(4), 476-485.
- Domenico, P.A. (1987). "An analytical model for multidimensional transport of a decaying contaminant species." *J. Hydrology*, 91, 49-58.
- Domenico, P.A., and F.W. Schwartz (1998). *Physical and chemical hydrogeology*, 2d Ed., Wiley, New York, 506 pp.
- Donovan, D.J., and T. Katzer (2000). "Hydrologic implications of greater groundwater recharge to Las Vegas Valley, Nevada." *JAWRA*, 36(5), Oct. 2000, 1133-1148.
- Dragun, J. (1988). "The soil chemistry of hazardous materials." *Hazardous Materials Control Research Institute*, Greenbelt, Md.
- Driscoll, F.G. (1989). *Groundwater and wells*, 2d Ed., Johnston Filtration Systems, Inc., St. Paul, Minn., 1,089 pp.
- Duffield, G.M., and J.O. Rumbaugh (1989). "Aquifer test solver, AQTESOLV." Geraghty & Miller, Inc., Reston, Va., 134 pp.
- Eheart, J.W., A.J. Wildermuth, and E.E. Herricks (1999). "The effects of climate change and irrigation on criterion low stream flows used for determining total maximum daily loads." *JAWRA*, 35(6), Dec. 1999, 1365-1372.

- Federal Emergency Management Agency (FEMA) (1993). "Flood insurance study guidelines and specifications for study contractors." *FEMA 37*, Washington, D.C.
- Fetter, C.W. (1999). *Contaminant hydrogeology*, 2d Ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 500 pp.
- Fetter, C.W. (2001). *Applied hydrogeology*, 4th Ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 598 pp.
- Fiering, M.B., and B.B. Jackson (1971). "Synthetic stream flows." *Water Resources Monograph 1*, American Geophysical Union, Washington, D.C, 98 pp.
- Fischer, H.B.J.E. List, R.C.Y. Koh, J. Imberger, and N.H. Brooks (1979). *Mixing in inland and coastal waters*, Academic, New York, 483 pp.
- Foster, G.R., K.G. Renard, D.C. Yoder, D.K. McCool, and G.A. Weesies (1996). *RUSLE user's guide*. Soil and Water Conservation Soc, 173 pp.
- Fread, D.X. (1988). "The NWS DAMBRK model." Hydrologic Research Lab., Office of Hydrology, National Weather Service, NOAA, Silver Spring, Md.
- Freeze, R.A., and J A Cherry (1979). *Groundwater*, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 604 pp.
- Gale Research Co. (1985). *Climates of the states*. Volumes 1 and 2, Book Tower, Detroit, Mich., 1,572 pp.
- Gerbert, W.A., D.J. Graczyk, and W.R. Drug (1989). *Average annual runoff in the United States, 1951-1980*, Hydrologic Investigations Atlas, U.S. Geological Survey, Reston, Va.
- Glover, R.E. (1985). *Transient ground water hydraulics*. Water Resources Publications, Highlands Ranch, Colo.
- Golze, A.R., ed. (1977). *Handbook of dam engineering*, Van Nostrand Reinhold, New York, 793 pp.
- Graf, J.B. (1995). "Measured and predicted velocity and longitudinal dispersion at steady and unsteady flow, Colorado River, Glen Canyon Dam to Lake Mead." *Water Resources Bulletin*, 31(2), 265-281.
- Haan, C.T. (1977). *Statistical methods in hydrology*, Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, 378 pp.
- Hampton, D.R. (1990). "Monitoring of free products in wells: Purposes and pitfalls." *4th national outdoor action conf. on aquifer restoration, ground water monitoring and geophysical methods*, Assoc. of Ground Water Scientists and Engineers & U.S. Environmental Protection Agency, Las Vegas, Nev., May 14-17.
- Hawkins, R.H., A.T. Hjelmfelt, and A.W. Zevenbergen (1985). "Runoff probability, storm depth, and curve numbers." *J. Irrig. Drain. Div.*, 111(4), Dec. 1985, 330-340.
- Hershfield, D.M. (1961). "Rainfall frequency atlas of the United States." *Technical Paper No. 40*, U.S. Dept. of Commerce, Weather Bureau, Washington, D.C, 115 pp.

- Huff, F.A., and J.R. Angel (1989). "Frequency distributions and hydro climatic characteristics of heavy rainstorms in Illinois." *ISWS/BUL-70/89*, Illinois State Water Survey, Champaign, 111., 177 pp.
- Hutcheson, M.R. (1998). "Implementation of acute criteria for conservative substances." *JAWRA*, 34(5), 1025-1033.
- Illinois Pollution Control Board (IPCB) (2001). "Tiered Approach to Corrective Action Objectives (TACO)." *35 Ill. Adm. Code Part 742-R97-12(A)*, Bureau of Land, Springfield, 111.
- Javandel, I., and C.F. Tsang (1986). "Capture-zone type curves: A tool for aquifer cleanup." *Ground Water*, 24(5), Sep.-Oct. 1986, 616-625.
- Johnson, P.C, C.C. Stanley, M.W. Kemblowski, D.L. Buyers, and J.D. Colthart (1990). "A practical approach to the design, operation, and monitoring of in-situ soil-venting systems." *Ground Water Monitoring Review*, 10(2), 159—178.
- Johnson, T.L. (1999). "Design of erosion protection for long-term stabilization." *NUREG-1623, draft report*, U.S. Nuclear Regulatory Comm., Washington, D.C.
- KYPIPE2 and KYPIPE3 (1992). *Hydraulic network analysis program*, Civil Engineering Software Center, Univ. of Kentucky, Lexington, Ky.
- Leps, T.M. (1973). *flow through rockfiU, in embankment-dam engineering*, R.C. Hirschfeld and S.J. Poulos, eds., Wiley, New York, 87-107.
- Levy, B., and R. McCuen (1999). "Assessment of storm duration for hydrologic design" *J. Hydrol Eng.*, 4(3), 209-213.
- Linsley, R.K., J.B. Franzini, D.L. Freyberg, and G. Tchobanoglous (1992). *Water-resources engineering*, 4th Ed., McGraw-Hill, New York, 841 pp.
- Long, J.C.S., and P A. Witherspoon (1985). "The relationship of the degree of interconnection to permeability in fracture networks." *J. Geophysical Research*, 90(B4), March 10, 1985, 3087-3098.
- Long, J.C.S., J.S. Remer, C.R. Wilson, and PA Witherspoon (1982). "Porous media equivalents for networks of discontinuous fractures." *Water Resources Research*, 18(3), June 1982, 645-658.
- Low, H.S. (1989). "Effect of sediment density on bed-load transport." *J. Hydraul Eng.*, 115(1), 124-138.
- Lyman, W.J., W.F. Reehl, and D.H. Rosenblatt (1984). *Handbook of chemical property estimation methods*, McGraw-Hill, New York.
- Maidment, D.R., ed. (1993). *Handbook of hydrology*, McGraw-Hill, New York, 1,404 pp.
- Martin, J.L., and S.C. McCutcheon (1999). *Hydrodynamics and transport for water quality modeling*, CRC, Boca Raton, Fla., 794 pp.
- Maynard, S.T., J.F. Ruff, and S.R. Abt (1989). "Riprap design." *J. Hydraul Eng.*, 115(7), 937-949.
- Mays, L.W., ed. (1999). *Hydraulic design handbook*, McGraw-Hill, New York.
- McCuen, R.H.M., S.L.Wong, and W.J. Rawls (1984). "Estimating urban time of concentration." *J. Hydraul. Eng.*, 110(7), 887-904.

- McCuen, R.H.M. (1998). *Hydrologic analysis and design*, 2d Ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 814 pp.
- Miller, J.F. (1963). *Probable maximum precipitation and rainfall frequency data for Alaska*, U.S. Dept. of Commerce, Weather Bureau, Washington, D.C.
- Monsonyi, E. (1963). *Water power development*, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary.
- Muellerhoff, W.P., AM. Soldate, D.J. Baumgartner, M.D. Schuldt, L.R. Davis, and W.E. Frick (1985). "Initial mixing characteristics of municipal ocean discharges." *EPA/600/3-85/073*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- National Bureau of Standards (NBS) (1972). "American national standard, building code requirements for minimum design loads in buildings and other structures." *ANSI, A58.1-1972*.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (1973). *Precipitation-frequency atlas of the western United States*, NOAA Atlas 2, Volumes I to XI, Silver Spring, Md.
- National Research Council (NRC) (1985). *Safety of dams, flood and earthquake criteria*, National Academic Press, Washington, D.C., 321 pp.
- National Resources Conservation Service (NRCS) (1996). *State of the land for the Northern Plains region*, Northern Plains Regional Office, Lincoln, Neb.
- National Weather Service (NWS) (1998). *National Weather Service River Forecast System (NWSRFS) model, user's manual*, Office of Hydrology, National Weather Service, Silver Spring, Md. ([www.nws.noaa.gov/oh/hrl/nwsrfs/users\\_manual](http://www.nws.noaa.gov/oh/hrl/nwsrfs/users_manual)).
- Nelson, J.D., S.R. Abt, R.L. Volpe, D. Van Zyl, N.E. Hinkle, and W.P. Straub (1986). "Methodologies for evaluating long-term stabilization of uranium mill tailings impoundments." *NUREG/CR-4620, ORNL/TM-10067*, for U.S. Nuclear Regulatory Coram., Washington, D.C., 145 pp.
- Ojima, D., L. Garcia, E. Elgaali, K. Miller, T.G.F. Kittel, and J. Lackett (1999). "Potential climate change impacts on water resources in the great plains." *JAWRA*, 35(6), Dec. 1999, 1443-1454.
- Pankow, J.F., and J.A. Cherry (1996). *Dense chlorinated solvents and other DNAPLs in groundwater: History, behavior, and remediation*, Waterloo, Portland, Ore., 522 pp.
- Peterka, A.J. (1958, 1978). "Hydraulic design of stilling basins and energy dissipaters." *Engineering Monograph No. 25*, U.S. Bureau of Reclamation, Denver, Colo., 222 pp.
- Pinder, G.F., J.D. Bredehoeft, and H.H. Cooper (1969). "Determination of aquifer diffusivity from aquifer response to fluctuations in river stages." *Water Resources Research*, 5(4), Aug. 1969, 850-855.
- Ponce, V.M. (1989). *Engineering hydrology, principles and practices*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 640 pp.
- Potter, M.C., and D.C. Wiggert (1991). *Mechanics of fluids*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 692 pp.

- Prakash, A., and G. Dearth (1990). "Stream flow simulation using deterministic model." *Irrigation and Drainage Engineering*, 116(4), July/Aug. 1990, 566-580.
- Prakash, A. (1977). "Convective-dispersion in perennial streams." *J. Environ. Eng.*, 103 (EE2), 321-340.
- Prakash, A. (1978). "Optimal sequence of incremental precipitation." *J. Hydr. Div.*, 104(HY12), Dec. 1978, 1668-1671.
- Prakash, A. (1982). "Groundwater contamination due to vanishing and finite size continuous sources." *J. Hydr. Div.*, 108(4), 572-590.
- Prakash, A. (1983). "Deterministic and probabilistic perspectives of the PMF." *Proc. of the conf. on frontiers in hydraulic engineering*, ASCE/MIT, Cambridge, Mass., August 9-12, 1983, 535-540.
- Prakash, A. (1984). "Groundwater contamination due to transient sources of pollution." *J. Hydraul. Eng.*, 110(11), 1642-1658.
- Prakash, A. (1987). "Current state of hydrologic modeling and its limitations." *Road hydrology*, V.P. Singh, ed., Reidel, Dordrecht, The Netherlands, 1-16.
- Prakash, A. (1991). "Evaluation of rehabilitation alternatives for small hydropower plants." *Water Power 91*, 1884-1893.
- Prakash, A (1992a). "Implications of design uncertainty in benefit-cost analysis." *Water Forum 92*, New York.
- Prakash, A. (1992b). "Design basis flood for rehabilitation of existing dams." *J. Hydraul. Eng.*, 118(2), 291-305.
- Prakash, A. (1995). "Analysis of hydraulic barriers for ground water in stream-aquifer systems." *Proc. of the int. symp. on groundwater management*, San Antonio, Tex., August 14-16, 1995, 337-342.
- Prakash, A. (1996). "Desorption of soil contaminants due to rainwater infiltration." *J. Hydraul Eng.*, 122(9), 523-525.
- Prakash, A. (1997). "Estimating diffusivity of aquifers with sloping water tables." *Proc. of the 27<sup>th</sup> congress of the Int. Assoc. for Hydraulic Research*, San Francisco, Calif., August 10-15, 1997, 15-20.
- Prakash, A (1999). "Risk-based analysis of remediation requirements." *Proc. of the int. water resources engineering conf.*, Seattle, Wash., August 8-12, 1999.
- Prakash, A. (2000a). "Analytical modeling of contaminant transport through vadose and saturated soil zones." *J. Hydraul. Eng.*, 126(10), 773-777.
- Prakash, A (2000b). "Evaluation of bank protection methods." *Proc. of ASCE's joint conf. on water resources engineering and water resources planning and management*, Minneapolis, Minn., July 30-August 2, 2000.
- Prakash, A (2002). "Environmental issues of construction and demolition of dams." *Proc. Of EWRI/ASCE conf on managing water resources extremes*, Water Resources Planning and Management Council, Roanoke, Va., May 19-22, 2002.
- Quimpo, R.G. (1968). "Stochastic analysis of daily river flows." *J. Hydr. Div.*, 94(HY1), Jan. 1968, 43-57.

- Rai, D., and J.M. Zachara (1984). "Chemical attenuation rates, coefficients, and constants in leachate migration." Battelle, Pacific Northwest Lab., Richland, Wash.
- Renard, K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, and J.P. Porter (1991). "RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation." *J. Soil Water Conservation*, 46(1), 30-33.
- Rouse, H. (1950). *Engineering hydraulics*, Wiley, New York, 1,039 pp.
- Seo, I.W., and T.S. Cheong (1995). "Predicting longitudinal dispersion coefficient in natural streams." *J. Hydraul Eng.*, 124(1), 25-31.
- Simons, D.B., and F. Senturk (1976, 1992). *Sediment transport technology*, Water Resources Publications, Fort Collins, Colo., 919 pp.
- Simons, D.B., R.M. Li, and W.T. Fullerton (1981). "Theoretically derived sediment transport equations for Pima County, Arizona." Prepared for Pima County DOT and Flood Control District, Ariz.
- Singh, B. (1967). *Fundamentals of irrigation engineering* Nem Chand & Bros., Roorkee, India, 532 pp.
- Soil Conservation Service (SCS) (1954). "Handbook of channel design for soil and water conservation." *SCS-TP-61*, Stillwater Outdoor Hydraulic Lab., Stillwater, Okla.
- Soil Conservation Service (SCS) (1978). *Water management and sediment control for urbanizing areas*, Columbus, Ohio.
- Sorensen, R.M. (1985). "Stepped spillway hydraulic model investigation." *J. Hydraul. Eng.*, 111(12), 1461-1472.
- Spurr, W.A., and C.P. Bonini (1973). *Statistical analysis for business decisions*, Richard D. Irwin, Inc., Homewood, 111., 724 pp.
- Streeter, V.L. (1971). *Fluid mechanics*, McGraw-Hill, New York, 751 pp.
- Sudicky, E.A., and R. Therien (1999). *Variably-saturated groundwater flow and transport in discretely fractured porous media, FRAC3DVS*, Waterloo Hydrogeologic, Inc., Waterloo, Ont., Canada.
- Sudicky, E.A. (1988). *Parallel crack model, CRAFLUSH*, Waterloo Center of Groundwater Research, Univ. of Waterloo, Waterloo, Ont., Canada.
- SURGE5 (1996). Civil Engineering Software Center, Univ. of Kentucky, Lexington, Ky.
- Swamee, P.K., and A.K. Jain (1976). "Explicit equations for pipe-flow problems." *J. Hydr. Div.*, 102(HY5), May 1976.
- Tchobanoglous, G., and F.L. Burton (1991). *Wastewater engineering, treatment, disposal, and reuse*, McGraw-Hill, New York, 1,334 pp.
- Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ) (2002). *Guidelines for preparation of environmental, social, and economic impacts statements*, TCEQ Rules, Chapter 261, Austin, Tex. ([www.tnrcc.state.us/oprd/rules](http://www.tnrcc.state.us/oprd/rules)).
- Thompson, J.R. (1964). "Quantitative effect of watershed variables on the rate of gully head advancement." *Transactions, American Society of Agricultural Engineers*, 7(1), St. Joseph, Mich., 54-55.
- Todd, D.K. (1980). *Ground water hydrology*, Wiley, New York, 535 pp.

- Tschantz, BA., and R.M. Mojib (1981). "Application of and guidelines for using available dam break models." *Water Resources Research Center*, Univ. of Tennessee, Knoxville, Tenn., 84 pp.
- Tullis, J.P., N. Amanian, and D. Waldron (1995). "Design of labyrinth spillways." *J. Hydraul. Eng.*, 121(3), 247-255.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1960). "Routing of floods through river channel." *EM-U10-2-1408*, Washington, D.C.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1970, 1994). "Hydraulic design of flood control channels." *EM-1110-2-1601*, Washington, D.C.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1971a). *Monthly stream flow simulation, HEG-4, user's manual*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1971b). "Dewatering and groundwater control for deep excavations." *Technical Manual No. 5-818-5*, Washington, D.C.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1974). *Dimensionless graphs of floods from ruptured dams*. Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif., 60 pp.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1977). "Guidelines for calculating and routing a dam-break flood." *Research Note No. 5*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1978). *Water Quality for River-Reservoir Systems (WQRSS)*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif., 288 pp.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1979). "Feasibility studies for small scale hydropower additions." *DOE/RA-0048*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1981). *Reservoir system analysis for conservation, HEG3*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1982). *Simulation offload control and conservation systems, HEC-5*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1984). *Shore protection manual, volumes I and II*, Coastal Engineering Research Center, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1985). "Hydropower engineering manual." *EM-1110-2-1701*, Engineering Design, Washington, D.C.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1986). *Stream flow Synthesis and Reservoir Regulation (SSAR)*. U.S. Army Engineer Div., North Pacific, Portland, Ore.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1989). "Sedimentation investigation of rivers and reservoirs." *EM-1100-2-4000*, Engineering Design, Washington, D.C.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1991a). *Hood hydrograph package, HEC-1, user's manual*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1991b). *Simulation of flood control and conservation systems, HEC-5, user's manual*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.

- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1991c). *Surface water profiles, HEC-2*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1991d). *Scour and deposition in rivers and reservoirs, HEC-6*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1992). *Interior Flood Hydrology package, HEC-IFH*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1994). "Hydraulic design of flood control channels." *EM-1110-2-1601*, Washington, D.C.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1995). *HEC Flood flow Frequency Analysis, HEC-FFA*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1998). *River Analysis System HEC-HMS*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (1999). *Engineer regulations, civil works, environmental compliance assessments and environmental management program planning ([www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-regs/](http://www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-regs/))*, Washington, D.C.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE) (2002). *Hydrologic Modeling System, HEC-HMS*, Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.
- U.S. Army Engineer Research and Development Center (USAERDC) (2003). *Effect of riprap on riverine and riparian ecosystems*, Vicksburg, Miss.
- U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station (USAEWES) (1977). *Hydraulic design criteria*, Vicksburg, Miss.
- U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station (USAEWES) (1983). *Techniques for reaeration of hydropower releases*, Technical Report E-83-5, Vicksburg, Miss.
- U.S. Bureau of Reclamation (USBR) (1966). "Effect of snow compaction on runoff from rain on snow." *Engineering Monograph No. 35*, Denver, Colo.
- U.S. Bureau of Reclamation (USBR) (1971). *A procedure to determine sediment deposition in a settling basin*. Denver, Colo., 8 pp.
- U.S. Bureau of Reclamation (USBR) (1977). *Design of small dams*, Denver, Colo., Second edition (revised reprint), 816 pp.
- U.S. Bureau of Reclamation (USBR) (1978). *Design of small canal structures*, Denver, Colo., 435 pp.
- U.S. Bureau of Reclamation (USBR) (1984). *Computing degradation and local scour*, Denver, Colo., 48 pp.
- U.S. Bureau of Reclamation (USBR) (1987). *Design of small dams*, Denver, Colo., Third edition, 860 pp.
- U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1959). "The SAF stilling basin." *Agriculture Handbook No. 156*, Agriculture Research Service, St. Anthony Falls Hydraulics Lab., Minneapolis, Minn., 16 pp.
- U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1966). "Procedures for determining rates of land damage, land depreciation, and volume of sediment produced by gully erosion." *Technical Release No. 32*, Geology, Soil Conservation Service.

- U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1969). "Summary of reservoir sediment deposition." *Misc. Pub. No. 1143*, Agricultural Research Service, 64 pp.
- U.S. Dept. of Agriculture (USDA)(1972,1985). *National engineering handbook, section 4, hydrology*, Soil Conservation Service, Washington, D.C.
- U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1976). "A Water Surface Profile computer program for determining flood elevation and flood areas for certain flow rates, WSP2." *Technical Release No. 61*, Soil Conservation Service, Washington, D.C.
- U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1977). "Design of open channels." *Technical Release No. 25*, Oct. 1977, Soil Conservation Service, Washington, D.C.
- U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1981). "Simplified dam-breach routing procedure." *Technical Release No. 66*, Design Unit, Soil Conservation Service, Washington, D.C.
- U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1982). *Wind erosion equation, technical notes. Resource Conservation Planning-"VY-2*. Soil Conservation Service, Casper, Wyo.
- U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1983a). "Computer program for project formulation hydrology." *Technical Release 20*, Soil Conservation Service, Washington, D.C.
- U.S. Dept of Agriculture (USDA) (1983b). "Colorado wind erosion guide." *Agronomy Technical Note 53*, Soil Conservation Service, Denver, Colo.
- U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1986). "Urban hydrology for small watersheds." *Technical & lease 55*, Soil Conservation Service, Washington D.C.
- U.S. Dept. of Commerce (USDOC) (1961). "Generalized estimates of probable maximum precipitation and rainfall frequency data for Puerto Rico and Virgin Islands." *Technical Paper No. 42*, Washington, D.C.
- U.S. Dept. of Commerce (USDOC) (1962). "Rainfall-frequency atlas of the Hawaiian Islands." *Weather Bureau Technical Paper No. 43*, Washington, D.C.
- U.S. Dept. of Commerce (USDOC) (1965). "Probable maximum and 1V A precipitation over the Tennessee River Basin above Chattanooga." *Hydro meteorological Report No. 41*, Washington, D.C.
- U.s. Dept. of Commerce (USDOC) (1969). "Interim report, probable maximum precipitation in California." *Hydro meteorological Report No. 36*, Washington, D.C.
- U.S. Dept. of Commerce (USDOC) (1977). "Probable maximum precipitation estimates, Colorado River and Great Basin drainages." *Hydro meteorological Report No. 49*, Silver Spring, Md.
- U.S. Dept. of Commerce (USDOC) (1978). "Probable maximum precipitation estimates, United States east of the 105th Meridian." *Hydro meteorological Report No. 51*, Washington, D.C.
- U.S. Dept. of Commerce (USDOC) (1982). "Application of probable maximum precipitation estimates, United States east of the 105th Meridian." *Hydro meteorological Report No. 52*, Silver Spring, Md.

- U.S. Dept. of Commerce (USDOC) (1983). "Probable maximum precipitation and snowmelt criteria for southeast Alaska." *Hydro meteorological Report No. 54*, Silver Spring, Md.
- U.S. Dept. of Commerce (USDOC) (1988). "Probable maximum precipitation estimates, United States between the Continental Divide and the 103rd Meridian." *Hydro meteorological Report No. 55A*, Silver Spring, Md.
- U.S. Dept. of Commerce (USDOC) (1994). "Probable maximum precipitation, Pacific Northwest states." *Hydro meteorological Report No. 57*, Silver Spring, Md.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) Region VIII and U.S. Dept. of Agriculture (USDA) (1977). "Preliminary guidance for estimating erosion on areas disturbed by surface mining activities in the interior Western United States, interim final report," *EPA-908/4-77-005*.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1980). "An approach to water resources evaluation of non-point silvicultural sources." *EPA-600/8-80-fJ12*, Environmental Research Lab., Athens, Ga.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1985). "Water quality assessment. a screening procedure for toxic and conventional pollutants in surface and ground water" Part I, *EPA/600/6-85/002a*, and Part II, *EPA/600/6-85/002b*, Environmental Research Lab., Athens, Ga.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1987a). "The Enhanced Stream Water Quality Models, QUAL2E and QUAL2E UNCAS." *EPA/600/3-87/007*, Environmental Research Lab., Athens, Ga.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1987b). "Diffusion in near-shore and riverine environments." *EPA 91019-87-168*, Region 10.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1988a). "Superfund exposure assessment manual." *EPA/540/1-88/001*.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1988b). "A hydrodynamic and water quality model, WASP4." *EPA/600/3-86/034*, Environmental Research Lab., Athens, Ga.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1989a). *Storm Water Management Model, SWMM*. Environmental Protection Technology Series, Washington, D.C.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1989b). "Guidelines for conducting remedial investigations and feasibility studies under CERCLA." *EPA/540/G-89/004*, Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1989c). *Statistical analysis of groundwater monitoring data at RCRA facilities, interim final guidance*, Office of Solid Waste, Waste Management Div., Washington, D.C.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1991a). *Hydrologic Simulation Program-Fortran (HSPF)*, Environmental Research Lab., Office of Research and Development, Athens, Ga.

- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1991 b). *Guidance for water quality-based decisions: The TMDL process*, Office of Water, Washington, D.C.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1991c). "Technical support document for water quality-based toxics control." *EPA/505/2-90-001, PB 91-127415*, Office of Water, Washington, D.C.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1991d). *Guidance manual for the preparation of NPDES permit applications for storm water discharges associated with industrial activity*, Office of Water Enforcement and Permits, Washington, D.C.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1992). *A Modular Three-Dimensional Transport Model (MT3D) for simulation of advection, dispersion, and chemical reactions of contaminants in groundwater systems*, National Risk Management Research Lab., Ada, Okla.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1993). *Well Head Protection Area (WHPA) delineation code*, National Risk Management Research Lab., Ada, Okla.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1994). *Dilution ITWdels for effluent discharges, PLUMES*, Center for Exposure Assessment Modeling (CEAM), National Exposure Research Lab., Athens, Ga.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1995). *The Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) model*. Risk Reduction Engineering Lab., Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1996a). *A hydrodynamic mixing zone 11KJdel and decision support system for pollutant discharges into surface waters, CORMIX*, Center for Exposure Assessment Modeling (CEAM), National Exposure Research Lab., Athens, Ga.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1996b). *Multimedia Exposure Assessment Model (MULTIMED) for evaluating the land disposal of wastes*, Environmental Research Lab., Athens, Ga.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1996c). "Soil screening guidance, user's guide." *Publication 9355.4-23*, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1997). *BIOSCREEN*, National Risk Management Research Lab., Ada, Okla.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (2000). "Drinking water standards and health advisories." *EPA822-B-Oo..001*, Office of Water, Washington, D.C.
- U.S. Geological Survey (USGS) (1983). "Precipitation-Runoff Modeling System (PRMS): User's manual," *Water & sources Investigations Report 83-4238*, Denver, Colo.
- U.S. Geological Survey (USGS) (1994). "Nationwide summary of U.S. Geological Survey regional regression equations for estimating magnitude and frequency of floods for ungaged sites." 1993 *Water & sources Investigations Report 94-4002*, Reston, Va., 196 pp.

- U.S. Geological Survey (USGS) (2000a). "Estimation of peak stream flows for unregulated rural streams in Kansas." *Water & sources Investigations & report 00-4079*, Lawrence, Kan., 33 pp.
- U.S. Geological Survey (USGS) (2000b). *A modular three-dimensional finite difference ground-water flow model: MODFLOW*, Reston, Va.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC) (1976). "Estimating aquatic dispersion of effluents from accidental and routine reactor releases for the purpose of implementing Appendix I." *Regulatory Guide 1.113*, Washington, D.C.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC) (1977). "Design basis floods for nuclear power plants." *Regulatory Guide 1.59*, Rev. 2, August 1977.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission (USNRC) (1982). "Literature review of models for estimating soil erosion and deposition from wind stresses on uranium mill tailings covers." *NUREG/CR-2768, PNL-4302*.
- U.S. Water Resources Council (USWRC) (1981). "Guidelines for determining flood flow frequency." *Bulletin #17B*, Washington, D.C.
- Valliappan, S., and N. K. Naghadeh (1991). "Flow through fractured media." *Computer methods and advances in geomechanics*, Beer, Becker and Carter, eds., Balkema, Rotterdam, The Netherlands.
- Vanoni, V.A. (1977). "Sedimentation engineering." *ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 54*, New York.
- Vetter, C.P. (1940). "Technical aspects of the silt problem on the Colorado River." *Civil Engineering*, 10, Nov. 1940, pp. 698-701.
- Watters, G.Z. (1984). *Analysis and control of unsteady flow in pipelines*, 2d Ed., Butterworth, Stoneham, Mass., 349 pp.
- Weast, R.C., ed. (1987). *CRC handbook of chemistry and physics*. 68th Ed., CRC, Boca Raton, Fla. -
- Wenzel, L.K. (1942), "Methods of determining permeability of water bearing materials, with special reference to discharging well methods." *U.S. Geological Survey Water Supply Paper 887*, Washington, D.C.
- West Consultants, Inc. (1996). *Riprap design system*, Carlsbad, Calif., 72 pp.
- Williams, J.R. (1975). "Sediment yield prediction with universal equation using runoff energy factor." *USDA-ARS, S-40*, U.S Dept. of Agriculture, Washington, D.C., 244-252.
- Wilson, B.N., B.J. Barfield, and LD. Moore (1984). *A hydrology and sedimentology watershed model, SEDIMOT II*, Dept. of Agricultural Engineering, Univ. of Kentucky, Lexington, Ky.
- Wood, I.R., and T. Liang (1989). "Dispersion in an open channel "With a step in the cross section," *J Hydraulic Research*, 27(5).
- World Bank (WB) (1996). *Monitoring and evaluation guidelines for World Bank-GEF into waters projects*, Washington, D.C.
- World Bank (WB) (1998). *Environmental assessment source book*, Vols. I, II, III, Washington, D.C.

- World Meteorological Organization (WMO) (1986). "Manual for estimation of probable maximum precipitation." *operational Hydrology Report Number 1, VVMO Number 332*, Geneva, Switzerland, 269 pp.
- Yevjevich, V. (1972a, 1997). *Probability and statistics in hydrology*, Water Resources Publications, Fort Collins, Colo., 302 pp.
- Yevjevich, V. (1972b, 1982). *Stochastic processes in hydrology*, Water Resources Publications, Fort Collins, Colo., 276 pp.
- Young, M.F. (1982). "Feasibility study of a stepped spillway." *Proc. of the Hydr. Div. specialty conf*, Jackson, Miss., August 1982.
- Zheng, C. (1990). *A modular three-dimensional transport model for simulation of advection, dispersion, and chemical reactions of contaminants in groundwater systems*, U.S. Environmental Protection Agency, Ada, Okla.
- Zheng, C., and G.D. Bennett (2002). *Applied contaminant transport modeling*, 2d Ed., Wiley-Inter Science New York, 621 pp.
- Zipparro, Vj., and H. Hansen, eds. (1993). *Davis' handbook of applied hydraulics*, McGraw-Hill, New York.



## قائمة الاختصارات

### List of abbreviations

|                 |  |
|-----------------|--|
| 7Q10            | متوسط التدفق المنخفض في سبعة أيام خلال عشر سنوات |
| ARMZ            | مناطق الخلط التنظيمي الحاد                       |
| ASCE            | جمعية المهندسين المدنيين الأمريكية               |
| BOD             | مطلب الأكسجين الكيميائي الحيوي                   |
| C               | معامل شيزي                                       |
| CCC             | التركيز المستمر للمعايير                         |
| C <sub>d</sub>  | معامل التصرف                                     |
| C <sub>H</sub>  | معامل هازن- ويليام                               |
| CMC             | التركيز الأقصى للمعايير                          |
| CN              | رقم المنحنى                                      |
| CRMZ            | مناطق الخلط التنظيمي المزمّن                     |
| d <sub>90</sub> | قطر الحبيبات التي تشكل ٩٠٪ من المادة             |
| DAD             | عمق-مساحة-مدة المطر                              |
| DNAPL           | سوائل الطور غير المائي الثقيلة                   |

|         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| DO      | الأكسجين المذاب                    |
| $D_y$   | معامل التشتت العرضي                |
| $D_z$   | معامل التشتت الرأسي                |
| e       | نسبة الفراغات                      |
| EA      | التقييم البيئي                     |
| EIR     | تقرير الأثر البيئي                 |
| EIS     | بيان الأثر البيئي                  |
| EISs    | إعداد بيان الأثر البيئي            |
| EPA     | وكالة حماية البيئة                 |
| EPIs    | مؤشرات الأداء البيئي               |
| F       | رقم فرود                           |
| f       | معامل الاحتكاك لدارسي-ويسباك       |
| FPS     | النظام الإنجليزي للوحدات           |
| FS      | دراسات الجدوى                      |
| G       | معامل الالتواء                     |
| GEF     | هيئة البيئة العالمية               |
| HEC-HMS | نظام التشكيل الهيدرولوجي           |
| HSPF    | برنامج المحاكاة الهيدرولوجي فورترن |
| IDF     | شدة-مدة-تكرار المطر                |
| K       | معامل الالتفاف                     |
| k       | النفاذية أو النفاذية الذاتية       |

|           |  |
|-----------|--|
| K         | معامل التوصيل الهيدروليكي                        |
| $K_a$     | معامل إعادة التهوية                              |
| $K_B$     | ثابت قانون هنري                                  |
| $K_{oc}$  | معامل الكربون العضوي                             |
| $L_{mix}$ | طول الخلط  |
| LNAPL     | سوائل الطور غير المائي الخفيفة                   |
| M&E       | المراقبة والتقييم                                |
| MCL       | أقصى مستويات تلوث                                |
| MUSLE     | المعادلة العالمية المعدلة للفقد في التربة        |
| n         | معامل ماننق                                      |
| NAPLs     | سوائل الطور غير المائي                           |
| NEPA      | بيان السياسة البيئية القومي                      |
| non-VOCs  | مركبات عضوية قابلة للذوبان غير طيارة             |
| NPDES     | تصاريح النظام القومي لإزالة تصريف المواد الملوثة |
| NRCS      | هيئة المحافظة على الموارد الطبيعية               |
| P         | الاحتمالية                                       |
| PCE       | إيثيلين الكلور الرباعي                           |
| pH        | مستوى أيون الهيدروجين                            |
| PMF       | أقصى فيضان محتمل                                 |
| PMP       | أقصى تساقط محتمل                                 |
| PRMS      | نظام تشكيل التساقط-الجريان السطحي                |

|                |   |
|----------------|---|
| Q              | التصرف                                      |
| Q              | تصرف البئر المخترق كلياً                    |
| Q <sub>p</sub> | تصرف البئر المخترق جزئياً                   |
| R <sub>c</sub> | رقم رينولد                                  |
| RI             | التحري العلاجي                              |
| RNA            | المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي            |
| R <sub>o</sub> | رقم ريتشاردسون                              |
| S              | الانحراف القياسي                            |
| S              | معامل التخزين                               |
| SCS            | خدمة المحافظة على التربة                    |
| SDR            | نسبة تسليم الرواسب                          |
| SEIs           | مؤشرات أداء الاقتصاديات الاجتماعية          |
| SF             | معامل الأمان                                |
| SI             | النظام العالمي للوحدات                      |
| S <sub>p</sub> | السعة النوعية للبئر                         |
| S <sub>r</sub> | درجة التشبع                                 |
| S <sub>s</sub> | التخزين النوعي                              |
| SSARR          | نموذج بناء تدفق المجرى المائي وتنظيم الخزان |
| STORET         | نظام التخزين والاستدعاء                     |
| SVOC           | الملوثات شبه المتطايرة                      |
| SVOCs          | مركبات عضوية شبه طيارة                      |

|          |   |
|----------|---|
| $S_w$    | الهبوط في سطح الماء بالبئر                      |
| SWMM     | نموذج إدارة مياه العاصفة                        |
| $S_{wp}$ | الهبوط في سطح الماء بالبئر بسبب الاختراق الجزئي |
| T        | قابلية النقل                                    |
| $t_c$    | الزمن الحرج                                     |
| TCE      | إيثيلين الكلور الثلاثي                          |
| TEL      | الطاقة الكلية                                   |
| TMDL     | أقصى أحمال يومية كلية                           |
| TMDLs    | تحدد أقصى أحمال يومية كلية                      |
| USACE    | هيئة مهندسي جيش الولايات المتحدة                |
| USGS     | هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية                  |
| USLE     | المعادلة العالمية لفقد التربة                   |
| V        | الحجم الكلي للتربة                              |
| V        | سرعة السريان                                    |
| $V_g$    | الحجم المشغول بالغاز أو الهواء بالتربة          |
| VOC      | الملوثات المتطايرة                              |
| VOCs     | مركبات عضوية قابلة للذوبان طيارة                |
| $V_s$    | حجم حبيبات التربة                               |
| $V_v$    | حجم الفراغات بالتربة                            |
| W(u)     | دالة البئر                                      |
| WB       | البنك الدولي                                    |

|              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| $W_d$        | وزن الحجر الذي قطره d مم          |
| $\bar{X}$    | المتوسط                           |
| $\xi$        | العمق اللابعدي                    |
| $\lambda$    | معامل التحلل                      |
| $\gamma_s$   | وحدة الوزن لحبيبات التربة         |
| $\gamma_d$   | وحدة الوزن الظاهرية الجافة للتربة |
| $\gamma_m$   | وحدة الوزن الرطبة للتربة          |
| $\phi$       | المسامية الكلية                   |
| $\omega$     | المحتوى المائي                    |
| $\phi_w$     | المحتوى المائي الحجمي             |
| $\delta$     | الانخساف                          |
| $\lambda$    | معامل التحلل                      |
| $\tau_{max}$ | أقصى إجهاد قص                     |

## ثبتت المصطلحات

أولاً: عربي - إنجليزي



|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| wells                      | الآبار                      |
| production wells           | آبار الإنتاج                |
| monitoring wells           | آبار المراقبة               |
| observation wells          | آبار الملاحظة               |
| boating and canoeing       | الإبحار في الزوارق والقوارب |
| Hydraulic structures       | الأبنية الهيدروليكية        |
| expansion                  | الاتساع                     |
| environmental impact       | الأثر البيئي                |
| socioeconomic              | اجتماعية اقتصادية           |
| shear stress               | إجهاد القص                  |
| energy dissipation devices | أجهزة تشتيت الطاقة          |

|                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| incremental probability        | احتمال الزيادة             |
| probability                    | الاحتمالية                 |
| riprap sizes                   | أحجام أحجار الدكة          |
| Snow Loads                     | أحمال الجليد               |
| Suspended loads                | الأحمال المعلقة            |
| Detention basins               | أحواض الاحتجاز             |
| sedimentation basin            | أحواض الترسيب              |
| Stilling Basins                | أحواض الترسيب              |
| Aquatic biota                  | الأحياء المائية            |
| pumping test                   | اختبار الضخ                |
| Slug Tests                     | اختبارات الكتلة            |
| errors of prediction           | أخطاء التنبؤ               |
| management                     | الإدارة                    |
| Low flow                       | أدنى تدفق (التدفق المنخفض) |
| minimum permissible velocity   | أدنى سرعة مسموح بها        |
| wave height                    | ارتفاع الموجة              |
| Removal                        | الإزالة                    |
| Decontamination                | إزالة التلوث               |
| Lag times                      | أزمنة الإعاقة أو التخلف    |
| Concentration times            | أزمنة التركيز              |
| Sustainability and Enhancement | استدامة وتحسين             |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Slope Stability                | استقرار الميل                           |
| Paved surfaces                 | الأسطح الممهدة                          |
| unpaved surfaces               | الأسطح غير الممهدة                      |
| Land acquisition               | إصلاح الأراضي                           |
| longest watercourse            | أطول مسار للماء                         |
| Recharge by Precipitation      | إعادة الملء (التغذية) نتيجة تساقط المطر |
| Induced Recharge               | إعادة الملء المستحث                     |
| Report preparation             | إعداد التقارير                          |
| Channelization                 | إقامة القنوات                           |
| maximum shear stress           | أقصى إجهاد قص                           |
| potential maximum retention    | أقصى احتباس محتمل                       |
| total maximum daily loads      | أقصى أحمال يومية كلية                   |
| Peak flow                      | أقصى تدفق                               |
| probable maximum precipitation | أقصى تساقط محتمل                        |
| maximum permissible velocity   | أقصى سرعة مسموح بها                     |
| probable maximum flood         | أقصى فيضان محتمل                        |
| maximum contaminant levels     | أقصى مستويات تلوث                       |
| dissolved oxygen               | الأكسجين المذاب                         |
| oxidation/reduction            | الأكسدة/الاختزال                        |
| Historic Places                | الأماكن التاريخية                       |
| adsorption/ desorption         | الامتزاز/ المبع                         |

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| Annual precipitation       | الأمطار السنوية             |
| vent pipe                  | أنبوب التنفيث               |
| Draft Tube                 | أنبوب السحب                 |
| Safe Yield                 | الإنتاجية الآمنة            |
| specific yield             | الإنتاجية النوعية           |
| Gaseous diffusion          | الانتشار الغازي             |
| Gas phase transport        | انتقال الطور الغازي         |
| Contaminant Transport      | انتقال الملوثات             |
| Channel Transitions        | انتقالات القناة             |
| Soil Erosion on Slopes     | انجراف التربة على المنحدرات |
| Wind Erosion               | الانجراف بسبب الرياح        |
| Erosion in the watershed   | الانجراف في مجرى السريان    |
| Steep Slopes               | الانحدارات الشديدة          |
| Standard deviation         | الانحراف القياسي            |
| Subsidence                 | الانخساف                    |
| Dry bulk                   | الانضغاطية                  |
| unique ecosystems          | الأنظمة البيئية الفريدة     |
| crest submergence          | انغمار المصطبة              |
| nose groin                 | أنف الحنية                  |
| endangered species         | الأنواع المهددة بالانقراض   |
| environmental significance | الأهمية البيئية             |



test well

بئر اختبار

Partially Penetrating Well

البئر المخترق جزئياً

Lakes

بحيرات

Evaporation

البخر

Evapotranspiration

البخر نتح

Project Alternatives

بدائل المشروع

culverts

البرابخ

Software

برامجيات

Pools

البرك

intake structure

بناء المدخل

World Bank

البنك الدولي

gates

البوابات

Act

بيان

environmental impact statement

بيان الأثر البيئي

National Environmental Policy Act

بيان السياسة البيئية القومي



advection

التأفق

longitudinal advection

التأفق الطولي

flood insurance

تأمين الفيضان

Drain Spacing

تباعد المصارف

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| vadose                      | التجاويف أو الفراغات    |
| Aesthetics                  | التجدد                  |
| Remedial Investigation      | التحري العلاجي          |
| bridge modification         | تحسين الكوبري           |
| Control                     | التحكم                  |
| Flood Control               | التحكم في الفيضان       |
| decay                       | التحلل                  |
| biodegradation              | التحلل الحيوي           |
| anaerobic biodegradation    | التحلل الحيوي اللاهوائي |
| aerobic biodegradation      | التحلل الحيوي الهوائي   |
| statistical analysis        | التحليل الإحصائي        |
| Benefit-Cost Analysis       | تحليل الأرباح-التكاليف  |
| Regression Analysis         | تحليل الارتداد          |
| risk analysis               | تحليل المخاطر           |
| Scoping analysis            | تحليل النطاق            |
| Hydrologic analysis         | التحليل الهيدرولوجي     |
| Hydraulic analysis          | التحليل الهيدروليكي     |
| Sediment Transport Analysis | تحليل انتقال الرواسب    |
| Sediment Yield Analysis     | تحليل حصيلة الترسبات    |
| Flow Duration Analysis      | تحليل مدة التدفق        |
| Mass Curve Analysis         | تحليل منحنى الكتلة      |

|                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| Economic analysis            | التحليلات الاقتصادية         |
| diversion of flow            | تحويل السريان                |
| Routing                      | التخديد                      |
| Conservation Storage         | تخزين الإبقاء                |
| Freeboard or Surplus Storage | تخزين الجزء الظاهر أو الفائض |
| Dead Storage                 | التخزين الميت                |
| specific storage             | التخزين النوعي               |
| Flood Control Storage        | تخزين ضبط الفيضان            |
| Inactive Storage             | التخزين غير الفعال           |
| Planning and design          | تخطيط وتصميم                 |
| Waste Disposal               | التخلص من النفايات           |
| Seawater InhvSION            | تداخل مياه البحر             |
| volumetric flow              | التدفق الحجمي                |
| baseflow                     | تدفق القاعدة                 |
| Skimming Flow                | تدفق الكشافة                 |
| cumulative flows             | التدفق المتراكم              |
| streamflow                   | تدفق المجرى المائي           |
| Nappe Flow                   | التدفق المعترب               |
| Flow toward Drains           | التدفق في اتجاه المصارف      |
| Intermittent flow            | تدفق متقطع                   |
| constant flow                | تدفق مستقر                   |

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| Peak Flows                              | تدفقات القمة                          |
| Groundwater Mound                       | تراكم المياه الجوفية                  |
| frequency                               | التردد                                |
| Reservoir Sedimentation                 | ترسبات الخزان                         |
| sediment deposition                     | الترسبات المترسبة                     |
| Recreation                              | الترفيه                               |
| Criteria Maximum Concentration          | التركيز الأقصى للمعايير               |
| Criteria Continuous Concentration       | التركيز المستمر للمعايير              |
| dissolved concentration of metals       | تركيز المعادن الذائبة                 |
| Infiltration                            | التسرب                                |
| Infiltration through Fractures          | التسرب خلال التشققات                  |
| Infiltration through Soil-Filled Joints | التسرب خلال الفراغات المملوءة بالتربة |
| Infiltration into Rock Tunnels          | التسرب في الأنفاق الصخرية             |
| supersaturation                         | التشبع المفرط                         |
| Far-Field Dispersion                    | تشتت الحقل البعيد                     |
| transverse dispersion                   | التشتت العرضي                         |
| Open-Channel Dispersion                 | تشتت القناة المفتوحة                  |
| turbulent diffusion                     | التشتت المضطرب                        |
| molecular diffusion                     | التشتت والانتشار الجزيئي              |
| mechanical dispersion                   | التشتت والانتشار الميكانيكي           |
| Operation and maintenance               | التشغيل والصيانة                      |

|                                      |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Hydraulic designs                    | التصاميم الهيدروليكية          |
| Dam-break                            | تصدع السد                      |
| design discharge                     | التصرف التصميمي                |
| discharge pollutant                  | تصريف المواد الملوثة           |
| Design of Filters                    | تصميم المرشحات                 |
| Classifications hazard               | تصنيفات المخاطر                |
| bioscreen                            | التصوير الحيوي                 |
| Well Purging                         | تطهير البئر                    |
| Well Development                     | تطوير البئر                    |
| turbidity                            | التعكر                         |
| indemnification/insurance            | التعويض / التأمين              |
| alterations in the hydrologic regime | التغيرات في النظام الهيدرولوجي |
| biodegradation                       | التفسخ الحيوي                  |
| channel junctions                    | تقاطعات القناة                 |
| self esteem                          | التقدير الذاتي                 |
| environmental impact report          | تقرير الأثر البيئي             |
| Barometric Pressure Fluctuations     | تقلبات الضغط الجوي             |
| water level fluctuations             | تقلبات مستوى المياه            |
| Remediation Technologies             | تقنيات المعالجة                |
| Interim evaluation                   | التقييم الانتقالي              |
| environmental assessment             | التقييم البيئي                 |

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| Impact evaluation        | تقييم التأثير                   |
| Periodic evaluation      | التقييم الدوري                  |
| Evaluation matrix        | تقييم المصفوفة                  |
| Terminal evaluation      | التقييم النهائي                 |
| annual costs             | التكاليف السنوية                |
| maintenance cost         | تكاليف الصيانة                  |
| Incremental cost         | التكاليف المتزايدة              |
| present-day capital cost | تكلفة رأس المال اليومية الحالية |
| capital cost             | تكلفه رأس المال                 |
| cavitation               | التكهف                          |
| Substrate composition    | تكوين الطبقات السفلية           |
| soil contamination       | تلوث التربة                     |
| toxic contamination      | التلوث السام                    |
| stream pollution         | تلوث المجرى المائي              |
| water contamination      | تلوث المياه                     |
| hydrolysis/substitution  | التميؤ/ الإحلل                  |
| bioventing               | التنفس الحيوي                   |
| Documentation            | توثيق                           |
| Hydraulic Conductivity   | التوصيل الهيدروليكي             |
| Riprap Protection        | جدار حماية                      |



|                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Schedule                        | الجدولة                  |
| economic feasibility            | الجدوى الاقتصادية        |
| Pneumatic dredging              | الجرافات الهوائية        |
| Runoff                          | الجران السطحي            |
| bridges                         | الجسور                   |
| boulders                        | الجلاميد                 |
| Snowfall                        | الجليد                   |
| Snowmelt                        | الجليد الذائب            |
| compacted snow                  | الجليد الملبّد           |
| Data collection                 | جمع البيانات             |
| hydropower generation potential | جهد توليد القدرة المائية |
| freeboard                       | الحافة الحرة             |
| Grain size                      | حجم الحبيبات             |
| Riprap Sizing                   | حجم الدكة الحجرية        |
| volume of sediment              | حجم الرواسب              |
| Substrate size                  | حجم الطبقات السفلية      |
| rockfill                        | الحشوة الصخرية           |
| coarse gravel                   | الحصى الخشن              |
| sediment yield                  | حصيلة الترسبات           |
| Damage protection               | حماية الضرر              |

protect populated areas

حماية المناطق الأهلة

Erosion protection

الحماية من الانجراف

solid groins

حنيات صلبة غير منفذة

permeable groins

حنيات منفذة

Groins

الحنية

attracting groin

الحنية الجاذبة

repelling groin

الحنية الطاردة

Straight groin

الحنية المستقيمة

levees proposed

حواجز الفيضان المقترحة

wildlife

الحياة البرية



Soil Conservation Service

خدمة المحافظة على التربة

Topographic maps

الخرائط التضاريسية

SurgeTank

خزان النبط

Reservoirs

الخزانات

expected damage

الخسائر المتوقعة

pipe wall roughness

خشونة جدار الأنوب

soil characteristics

خصائص التربة

dispersion characteristics

خصائص التشتت

chemical characteristics

الخصائص الكيميائية

Hydrologic characteristics

الخصائص الهيدرولوجية

Subwatershed

الخط الفرعي لتقسيم المياه

Proposed plan

الخطة المقترحة

guidelines

الخطوط الإرشادية

biological mixing

الخلط الحيوي

complete mixing

الخلط الكامل

behind a dam

خلف السد



well function

دالة البئر

Rock Riprap

الدبش الصخري

Feasibility Studies

دراسات الجدوى

Degree of saturation

درجة التشبع

Annualized

دفعه سنوية

riprap

الدكة الحجرية



Concrete Bulkheads

الرؤوس الخرسانية

Diffusers

الراذات

seepage

الرشح أو التسريب

Curve Number

رقم المنحنى

Richardson number

رقم ريتشاردسون

Reynolds number

رقم رينولد

Froude number

رقم فرود

fine sediments

الرواسب الناعمة

ز

angle of convergence

زاوية نقطة الالتقاء

travel time

زمن الانتقال

time of concentration

زمن التركيز

critical time

الزمن الحرج

time basin lag

زمن تأخر حوض النهر

س

Swimming

السباحة

Seal

سدادة الإحكام

Dams & Levees

السدود

Seepage velocity

سرعة الترشح

critical velocity

السرعة الحرجة

flow velocity

سرعة السريان

shear velocity

سرعة القص

water velocity

سرعة المياه

Nonsilting, Nonscouring Velocity

سرعة لا ترسيب ولا نفايات

velocity of pressure wave

سرعة موجة الضغط

One-Dimensional Flow

السريان أحادي البعد

turbulent flow

السريان الاضطرابي

transitional flow

السريان الانتقالي

|                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| Free Surfac Flow          | السريان الحر                     |
| critical flows            | السريان الحرج                    |
| Darcian Flow              | السريان الدارسي                  |
| Laminar Flows             | السريان الطبقي                   |
| sheet flow                | السريان الطبقي                   |
| Steady Flow               | السريان المستقر                  |
| Steady-State Radial Flow  | السريان المستقر نصف القطري       |
| Pressure Flow             | السريان المضغوط                  |
| uniform flow              | السريان المنتظم                  |
| Subcritical Flows         | السريان تحت الحرج                |
| Flow Through Bends        | السريان خلال المنعطفات           |
| Non-Darcian Flow          | السريان غير الدارسي              |
| unsteady flows            | السريان غير المستقر              |
| unsteady groundwater flow | سريان غير المستقر للمياه الجوفية |
| Nonuniform Flow           | السريان غير المنتظم              |
| Supercritical Flows       | السريان فوق الحرج                |
| Pipe Flow                 | السريان في الأنابيب              |
| Radial Flow               | السريان نصف القطري               |
| Free surface              | السطح الحر                       |
| assimilative              | سعة الاستيعاب                    |
| reservoir capacity        | سعة الخزان                       |

|                                   |                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| specific capacity of the well     | السعة النوعية للبرئر                 |
| Future price                      | السعر المستقبلي                      |
| rainfall-depth-duration-frequency | سقوط المطر - العمق - المدة - التكرار |
| saturated thickness               | السماك المشبع                        |
| unsaturated thickness             | السماك غير المشبع                    |
| nonaqueous phase liquids          | سوائل الطور غير المائي               |
| Dense nonaqueous phase liquids    | سوائل الطور غير المائي الثقيلة       |
| light nonaqueous phase liquids    | سوائل الطور غير المائي الخفيفة       |



|                                       |                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| precipitation intensity               | شدة التساقط                      |
| rainfall intensity                    | شدة سقوط المطر                   |
| Rainfall intensity-duration-frequency | شدة سقوط المطر - المدة - التكرار |
| breach in a dam                       | شرخ في سد                        |
| Fabriform                             | الشكل الليفى المركب              |
| Water Surface Profiles                | شكل سطح الماء                    |
| Cascades                              | الشلالات                         |
| Shore                                 | الشواطىء                         |



|                    |               |
|--------------------|---------------|
| Fractured Rock     | الصخر المتصدع |
| acid mine drainage | صرف منجم حمضى |
| hardness           | الصلادة       |

Paved and impervious

صماء وغير منفذة

valves

الصمامات

Flood Proofing

الصمود أمام الفيضان



velocity head

ضماغط السرعة

vapor pressure

ضغط البخار

contraction

الضيق



total energy

الطاقة الكلية

Hydropower

الطاقة المائية

specific energy

الطاقة النوعية

Confining Unit

الطبقة المقيدة

Artesian Aquifer

طبقة المياه الجوفية الارتوازية

Leaky Phreatic Aquifer

طبقة المياه الجوفية الحرة المتسربة

Confined Aquifer

طبقة المياه الجوفية المحصورة

Leaky Confined Aquifer

طبقة المياه الجوفية المحصورة المتسربة

Perched Aquifer

طبقة المياه الجوفية المعلقة

Semi-Confined Aquifer

طبقة المياه الجوفية شبه محصورة

unconfined aquifer

طبقة المياه الجوفية غير محصورة

Statistical Methods

الطرق الإحصائية

Stochastic Methods

طرق التسلسل العشوائي

|                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| Deterministic Methods      | الطرق الحتمية              |
| Water Hammer               | الطرق المائي               |
| Cutoffs                    | الطرق المختصرة (الاقتطاع)  |
| Remediation Methods        | طرق المعالجة               |
| Kinematic Wave Method      | طريقة الموجة الكينيماتيكية |
| cumulative demand          | الطلب المتراكم             |
| length of fractures        | طول التصدعات (الشروخ)      |
| length of tunnel           | طول النفق                  |
| hydraulic length           | الطول الهيدروليكي          |
| length of well screen      | طول مصفاة البئر            |
| principal storm            | العاصفة الرئيسة            |
| nutrients, bed instability | عدم استقرار القاع          |
| top width                  | العرض العلوي               |
| bottom width               | عرض القاع                  |
| top width of a gully       | عرض قمة الأخدود            |
| Ecological                 | علم البيئة                 |
| lifetime of the project    | عمر المشروع                |
| precipitation depth        | عمق التساقط                |
| critical depth             | العمق الحرج                |
| dimensionless depth        | العمق اللابعدي             |

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| water depth   | عمق الماء                       |
| Precipitation depth   | عمق المطر                       |
| hydraulic depth   | العمق الهيدروليكي               |
| biological and chemical processes   | العمليات البيولوجية والكيميائية |
| Hydrologic Processes  | العمليات الهيدرولوجية           |
| Failure consequences  | عواقب الفشل                     |
| Evaluation factors  | عوامل التقييم                   |
| tangible factors  | العوامل الملموسة                |
| intangible factors  | العوامل غير الملموسة            |
|    |                                 |
| forests   | الغابات                         |
| soil flushing   | غسل التربة                      |
| vegetation  | الغطاء النباتي                  |
| Well Casing   | غلاف البئر                      |
|  |                                 |
| losses due to expansion   | الفاقد أثناء الاتساع            |
| losses due to contraction   | الفاقد أثناء الضيق              |
| friction loss   | فاقد الاحتكاك                   |
| nozzles   | الفتحات                         |
| time duration   | الفترة الزمنية                  |
| wave period   | فترة الموجة                     |

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| Return periods      | فتره العوده       |
| annual benefits     | الفوائد السنوية   |
| Incremental benefit | الفوائد المتزايدة |
| Soil losses         | فواقد التربة      |
| minor losses        | الفواقد الثانوية  |
| physical            | فيزيائية          |
| Flood               | فيضان             |



|                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| transmissibility                     | قابلية النقل                          |
| Impermeable Base                     | قاعدة غير منفذة                       |
| Hydroelectric Power                  | القدرة الكهرومائية                    |
| hydraulic jump                       | القفزة الهيدروليكية                   |
| Siphon spillway                      | قناة التصريف السيفونية                |
| Stepped spillways                    | قناة التصريف المتدرجة                 |
| Ogee (Overflow) Spillway             | قناة التصريف المستدقة الرأس (الفيضان) |
| Straight Drop Spillway               | قناة السقوط المباشر                   |
| Conduit or Tunnel Spillways          | قناة تصريف الأنابيب أو الأنفاق        |
| Fuse-Plug Spillway                   | قناة تصريف القابس المنصهر             |
| Side Channel Spillway                | قناة تصريف القناة الجانبية            |
| Morning Glary or Glary Hole Spillway | قناة تصريف مجد الصباح أو حفرة المجد   |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Free Overfall Spillway      | قناة تصريف مسقط مياه السد الحر  |
| rough channels              | القنوات الخشنة  |
| Erodible Channels           | القنوات القابلة للانجراف  |
| Earth-Cut Spillway          | القنوات المقتطعة من الأرض   |
| Open Channels               | القنوات المكشوفة  |
| smooth channels             | القنوات الناعمة   |
| Chute or Trough Spillways   | قنوات تصريف الحوض أو الشلال   |
| Labyrinth Spillways         | قنوات تصريف المتاهة   |
| Nonerodible Channels        | القنوات غير القابلة للانجراف  |
| Articulated Concrete Blocks | قوالب الخرسانة المفصليّة  |
| Soil Texture                | قوام التربة   |
| gravitational forces        | قوة الجاذبية  |
| inertial forces             | قوة القصور الذاتي   |
|                             |  |
| dry density                 | الكثافة الجافة  |
| bulk density                | الكثافة الظاهرية  |
| rubble stone                | كسارة الحجر   |
| well efficiency             | كفاءة البئر   |
| trap efficiency             | كفاءة الحجز   |
| sediment load               | كمية الترسبات   |
| suspended sediment load     | كمية الترسيب المعلق   |

Quantity and quality

الكمية والجودة



Apron

مئزر (غطاء)

Response indicators

مؤشرات الاستجابة

Socioeconomic indicators

مؤشرات الاقتصاد الاجتماعي

State indicators

مؤشرات الحالة

Pressure indicators

مؤشرات الضغط

still water

الماء الراكد

freshwater

الماء العذب

saltwater

الماء المالح

Requirements

متطلبات

Hydraulic parameters of channels

المتغيرات الهيدروليكية للقنوات

7-day Average 10-yr Low Flow

متوسط التدفق المنخفض لسبعة أيام في

عشر سنوات

Waterways

المجري المائية

Filter Pack

مجموعة المرشحات

Simulations

المحاكاة

Dissolved Oxygen Content

محتوى الأكسجين المذاب

organic carbon content

محتوى الكربون العضوي

Water content

المحتوى المائي

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Limited water                         | محدودية المياه                                  |
| Power Plant                           | محطة القدرة                                     |
| wetted perimeter                      | المحيط المبتل                                   |
| Intakes                               | المداخل   |
| hydroelectric facilities              | مرافق الطاقة الكهرومائية                        |
| Terrestrial monitoring                | المراقبة الأرضية                                |
| environmental Monitoring              | المراقبة البيئية                                |
| Aquatic monitoring                    | المراقبة المائية                                |
| monitoring and evaluation             | المراقبة والتقييم                               |
| volatile soluble organic compounds    | المركبات العضوية القابلة للذوبان<br>الطيارة     |
| nonvolatile soluble organic compounds | المركبات العضوية القابلة للذوبان غير<br>الطيارة |
| semi-volatile organic chemicals       | مركبات عضوية شبه طيارة                          |
| soluble inorganic compounds           | المركبات غير العضوية القابلة للذوبان            |
| Water Table                           | مستوى المياه الجوفية                            |
| drainage area                         | مساحة منطقة الصرف                               |
| Porosity                              | المسامية  |
| total porosity                        | المسامية الكلية                                 |
| Preliminary surveys                   | المسح التمهيدي                                  |
| Field surveying                       | مسح الحقل                                       |

|                                      |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| topographic surveys                  | المسح الطبوغرافي               |
| Flats                                | المسطحات                       |
| water division project               | مشروع تقسيم المياه             |
| Projects                             | مشروعات                        |
| hydroelectric projects               | المشروعات الكهرومائية          |
| water resources engineering projects | مشروعات هندسة مصادر المياه     |
| Water Resources                      | مصادر المياه                   |
| Interior Drainage                    | المصارف الداخلية               |
| fisheries                            | مصايد الأسماك                  |
| downstream                           | مصب السريان                    |
| Sharp-Crested                        | المصطبة الحادة                 |
| Broad-Crested                        | المصطبة العريضة                |
| crest                                | مصطبة أو قمة أو ذروة           |
| Ogee Crest                           | المصطبة مستدقة الرأس           |
| Screen                               | المصفاة                        |
| biochemical oxygen demand            | مطلب الأكسجين الكيميائي الحيوي |
| geomorphic                           | مظاهر السطح                    |
| geomorphologic                       | مظاهر سطح الأرض (الجيومورفية)  |
| continuity equation                  | معادلة الاستمرار               |
| continuity equation                  | معادلة الاستمرارية             |
| regression equation                  | معادلة الانحسار (الارتداد)     |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| energy equation                       | معادلة الطاقة                             |
| Modified Universal Soil Loss Equation | المعادلة العالمية المعدلة للفقد في التربة |
| universal soil loss equation          | المعادلة العالمية للفقد في التربة         |
| Geological Survey Equation            | معادلة المسح الجيولوجي                    |
| rational formula                      | المعادلة المنطقية                         |
| Isbash Equation                       | معادلة إيزباش                             |
| Einstein-Strickler-Manning Equation   | معادلة اينشتين-ستركلر-ماننق               |
| Bernoulli's equation                  | معادلة برنولي                             |
| mass conservation equation            | معادلة بقاء الكتلة                        |
| Theis equation                        | معادلة ثايس                               |
| Darcy-Weisbach Equation               | معادلة دارسي-ويسباك                       |
| Dendy and Boulton Equation            | معادلة دندي-بولتون                        |
| Domenico equation                     | معادلة دومينيكو                           |
| Strickler's Equation                  | معادلة ستريكلر                            |
| Chezy's Equation                      | معادلة شيزي                               |
| Shields Equation                      | معادلة شيلدز                              |
| Camp's Equation                       | معادلة كامب                               |
| Kennedy's Equation                    | معادلة كيندي                              |
| Lacey's Equation                      | معادلة لاسي                               |
| Manning's Equation                    | معادلة ماننق                              |
| Meyer-Peter-Muller Equation           | معادلة ماير-بيتر-مولر                     |

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Hazen-Williams Equation                    | معادلة هازن-وليم                 |
| Horton's equation                          | معادلة هورتون                    |
| Remediation                                | المعالجة                         |
| Remediation by Natural Attenuation         | المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي |
| re-aeration coefficient                    | معامل إعادة التهوية              |
| Darcy-Weisbach coefficient                 | معامل الاحتكاك لدارسي-ويسباك     |
| stability coefficient                      | معامل الاستقرار                  |
| Kurtosis coefficient                       | معامل الالتفاف                   |
| Skew coefficient                           | معامل الالتواء                   |
| decay coefficient                          | معامل التحلل                     |
| storage coefficient                        | معامل التخزين                    |
| coefficient of dispersion                  | معامل التشتت                     |
| discharge coefficient                      | معامل التصرف                     |
| thickness coefficient                      | معامل السمك                      |
| contraction coefficients for pipes         | معامل الضيق في الأنابيب          |
| organic carbon coefficient                 | معامل الكربون العضوي             |
| modulus of elasticity                      | معامل المرونة الحجمي             |
| factor of safety                           | معامل أمان                       |
| soil erodibility factor                    | معامل انجراف التربة              |
| vertical velocity distribution coefficient | معامل توزيع السرعة العمودية      |
| rainfall factor                            | معامل سقوط المطر                 |

|                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Chezy's coefficient              | معامل شيزي                      |
| soil cover factor                | معامل غطاء التربة               |
| bend loss coefficients for pipes | معامل فاقد الانحناء في الأنابيب |
| Manning's coefficient            | معامل ماننق                     |
| Hazen-Williams coefficient       | معامل هازن- ويليام              |
| Regression coefficients          | معاملات الانحسار                |
| Runoff Coefficients              | معاملات الجريان السطحي          |
| Structural Measures              | المعايير الإنشائية              |
| Nonstructural Measures           | المعايير غير الإنشائية          |
| equipment                        | معدات                           |
| discount rate                    | معدل الخصم                      |
| rates of reservoir sedimentation | معدل تخزين الترسبات             |
| rate of sediment deposition      | معدل ترسيب الرواسب              |
| rate of price escalation         | معدل تزايد الأسعار              |
| sediment delivery ratio          | معدل توزيع أو تسليم الترسبات    |
| Sedimentation rates              | معدلات الترسيب                  |
| Scoring criteria                 | معيار النتيجة                   |
| Eutrophication                   | المغذيات الكيميائية             |
| spillways                        | المفائض أو قنوات تصريف المياه   |
| Conceptual Site Model            | مفاهيم الموقع النموذجي          |
| volatile contaminants            | الملوثات المتطايرة              |

|                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| semi-volatile contaminants      | الملوثات شبه المتطايرة           |
| Flood bypass                    | ممرات الفيضان                    |
| Copper mines                    | مناجم النحاس                     |
| uranium mines                   | مناجم اليورانيوم                 |
| acute regulatory mixing zones   | مناطق الخلط التنظيمي الحاد       |
| chronic regulatory mixing zones | مناطق الخلط التنظيمي المزمن      |
| wetlands                        | المناطق الرطبة                   |
| Areas inundated                 | المناطق الغارقة                  |
| upstream                        | منبع التدفق أو السريان           |
| Riffles                         | منحدرات نهريّة                   |
| unit hydrograph                 | المنحنى المائي                   |
| Dimensionless Unit Hydrograph   | المنحنى المائي الوحدوي اللابعدي  |
| the natural flow hydrograph     | المنحنى المائي للتدفق الطبيعي    |
| hydrographs                     | المنحنيات المائية                |
| Combining Hydrographs           | المنحنيات المائية المدجة         |
| surface runoff hydrograph       | المنحنيات المائية للجريان السطحي |
| Moody's diagram                 | منحنيات مودي                     |
| groundwater elevation           | منسوب المياه الجوفية             |
| Drop Structures                 | منشآت الإسقاط                    |
| Irrigation structures           | منشآت الري                       |
| Capture zone                    | منطقة التأثير                    |

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| unsaturated soil zones   | منطقة التربة غير المشبعة     |
| Hydrodynamic Mixing Zone | منطقة الخلط الهيدروديناميكية |
| Saturated Zone           | المنطقة المشبعة              |
| Regulatory Perspective   | المنظور التنظيمي             |
| Continuum Approach       | منهج التسلسل                 |
| viscous fluids           | الموائع اللزجة               |
| suspended solids         | المواد الصلبة العالقة        |
| dissolved solids         | المواد الصلبة المذابة        |
| living marine resources  | موارد الحياة البحرية         |
| environmental issues     | المواضيع البيئية             |
| breaking waves           | الموجات المتكسرة             |
| nonbreaking waves        | الموجات غير المتكسرة         |
| Wind Wave                | موجة الرياح                  |
| randomly placed          | موضوعة عشوائياً              |
| Location                 | الموقع                       |
| municipal water          | المياه البلدية               |
| Groundwater              | المياه الجوفية               |
| Surface water            | المياه السطحية               |
| stormwater               | مياه العواصف                 |
| flowing water            | المياه المتدفقة              |
| Clean Water              | المياه النقية                |

|                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| side slopes                       | ميل الجوانب                  |
| bed slope                         | ميل القاع                    |
| hydraulic gradient                | الميل الهيدروليكي            |
| suitable side slope               | الميل الجانبي المناسبة       |
| <b>٥</b>                          |                              |
| Weighted average score            | نتيجة متوسط الأهمية          |
| void ratio                        | نسبة الفراغات                |
| hydraulic radius                  | نصف القطر الهيدروليكي        |
| Ecosystem                         | النظام البيئي                |
| Storage and Retrieval system      | نظام التخزين والاستدعاء      |
| thermal regime                    | النظام الحراري               |
| Water supply systems              | نظام إمداد المياه            |
| GIS                               | نظم المعلومات الجغرافية      |
| Permeability                      | النفذية                      |
| Sediment transport                | نقل الرواسب                  |
| natural transport                 | النقل الطبيعي                |
| computer modeling                 | نماذج الحاسب                 |
| hydrodynamic models               | النماذج الهيدروديناميكية     |
| Hydrologic Models                 | النماذج الهيدرولوجية         |
| Hydraulic Models                  | النماذج الهيدروليكية         |
| Continuous Flow Simulation Models | نماذج محاكاة السريان المستمر |

Wave runup

نمو الموجة



drawdown at the well

الهبوط في البئر

broad-crested weir

الهدار عريض المصطبة

Weirs

الهدارات

Global Environment Facility

هيئة البيئة العالمية

Geological Survey

هيئة المسح الجيولوجي

hydrology

هيدرولوجيا

hydraulic

هيدروليكا



Moist unit weight of soil

وحدة الوزن الرطبة للتربة

bulk unit weight of soil

وحدة الوزن الظاهرية الجافة للتربة

unit weight of soil grains

وحدة الوزن لحبيبات التربة

horizontal apron

الوزرة الأفقية

sloping apron

الوزرة المائلة أو المنزر المنحدر

molecular weight

الوزن الجزيئي

Porous Media

الوسط المسامي

porous medium

الوسط المسامي

Description of alternatives

وصف البدائل

Regulatory agency

الوكالات المنظمة

Environmental Protection Agency

وكالة حماية البيئة

ثانياً : إنجليزي - عربي

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 7-day Average 10-yr Low Flow         | متوسط التدفق المنخفض لـ سبعة أيام في عشر سنوات |
| acid mine drainage                   | صرف منجم حمضي                                  |
| Act                                  | بيان   |
| acute regulatory mixing zones        | مناطق الخلط التنظيمي الحاد                     |
| adsorption/ desorption               | الامتزاز/ المبع                                |
| advection                            | التأفق   |
| aerobic biodegradation               | التحلل الحيوي الهوائي                          |
| Aesthetics                           | التجدد   |
| alterations in the hydrologic regime | التغيرات في النظام الهيدرولوجي                 |
| anaerobic biodegradation             | التحلل الحيوي اللاهوائي                        |
| angle of convergence                 | زاوية نقطة الالتقاء                            |
| annual benefits                      | الفوائد السنوية                                |
| annual costs                         | التكاليف السنوية                               |
| Annual precipitation                 | الأمطار السنوية                                |
| Annualized                           | دفعه سنوية                                     |

|                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Apron                       | مئزر (غطاء)                    |
| Aquatic biota               | الأحياء المائية                |
| Aquatic monitoring          | المراقبة المائية               |
| Areas inundated             | المناطق الغارقة                |
| Artesian Aquifer            | طبقة المياه الجوفية الارتوازية |
| Articulated Concrete Blocks | قوالب الخرسانة المفصليّة       |
| assimilative                | سعة الاستيعاب                  |
| attracting groin            | الحنية الجاذبة                 |

## B

|                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Barometric Pressure Fluctuations  | تقلبات الضغط الجوي              |
| baseflow                          | تدفق القاعدة                    |
| bed slope                         | ميل القاع                       |
| behind a dam                      | خلف السد                        |
| bend loss coefficients for pipes  | معامل فاقد الانحناء في الأنابيب |
| Benefit-Cost Analysis             | تحليل الأرباح-التكاليف          |
| Bernoulli's equation              | معادلة برنولي                   |
| biochemical oxygen demand         | مطلب الأكسجين الكيميائي الحيوي  |
| biodegradation                    | التحلل الحيوي                   |
| biodegradation                    | التفسخ الحيوي                   |
| biological and chemical processes | العمليات البيولوجية والكيميائية |
| biological mixing                 | الخلط الحيوي                    |

|                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| bioscreen                | التصوير الحيوي                    |
| bioventing               | التنفس الحيوي                     |
| boating and canoeing     | الإبحار في الزوارق والقوارب       |
| bottom width             | عرض القاع                         |
| boulders                 | الجلاميد                          |
| breach in a dam          | شرخ في سد                         |
| breaking waves           | الموجات المتكسرة                  |
| bridge modification      | تحسين الكوبري                     |
| bridges                  | الجسور                            |
| Broad-Crested            | المصطبة العريضة                   |
| broad-crested weir       | الهدار عريض المصطبة               |
| bulk density             | الكثافة الظاهرية                  |
| bulk unit weight of soil | وحدة الوزن الظاهرية الجافة للتربة |
| <b>C</b>                 |                                   |
| Camp's Equation          | معادلة كامب                       |
| capital cost             | تكلفه رأس المال                   |
| Capture zone             | منطقة التأثير                     |
| Cascades                 | الشلالات                          |
| cavitation               | التكهف                            |
| channel junctions        | تقاطعات القناة                    |
| Channel Transitions      | انتقالات القناة                   |

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Channelization                  | إقامة القنوات                  |
| chemical characteristics        | الخصائص الكيميائية             |
| Chezy's coefficient             | معامل شيزي                     |
| Chezy's Equation                | معادلة شيزي                    |
| chronic regulatory mixing zones | مناطق الخلط التنظيمي المزمّن   |
| Chute or Trough Spillways       | قنوات تصريف الحوض أو الشلال    |
| Classifications hazard          | تصنيفات المخاطر                |
| Clean Water                     | المياه النقية                  |
| coarse gravel                   | الحصى الخشن                    |
| coefficient of dispersion       | معامل التشتت                   |
| Combining Hydrographs           | المنحنيات المائية المدمجة      |
| compacted snow                  | الجليد الملبّد                 |
| complete mixing                 | الخلط الكامل                   |
| computer modeling               | نماذج الحاسب                   |
| Concentration times             | أزمنة التركيز                  |
| Conceptual Site Model           | مفاهيم الموقع النموذجي         |
| Concrete Bulkheads              | الرؤوس الخرسانية               |
| Conduit or Tunnel Spillways     | قناة تصريف الأنابيب أو الأنفاق |
| Confined Aquifer                | طبقة المياه الجوفية المحصورة   |
| Confining Unit                  | الطبقة المقيدة                 |
| Conservation Storage            | تخزين الإبقاء                  |

|                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| constant flow                      | تدفق مستقر                   |
| Contaminant Transport              | انتقال الملوثات              |
| continuity equation                | معادلة الاستمرار             |
| continuity equation                | معادلة الاستمرارية           |
| Continuous Flow Simulation Models  | نماذج محاكاة السريان المستمر |
| Continuum Approach                 | منهج التسلسل                 |
| contraction                        | الضيق                        |
| contraction coefficients for pipes | معامل الضيق في الأنابيب      |
| Control                            | التحكم                       |
| Copper mines                       | مناجم النحاس                 |
| crest                              | مصطبة أو قمة أو ذروة         |
| crest submergence                  | انغمار المصطبة               |
| Criteria Continuous Concentration  | التركيز المستمر للمعايير     |
| Criteria Maximum Concentration     | التركيز الأقصى للمعايير      |
| critical depth                     | العمق الحرج                  |
| critical flows                     | السريان الحرج                |
| critical time                      | الزمن الحرج                  |
| critical velocity                  | السرعة الحرجة                |
| cultural and recreational          | ثقافية وإبداعية              |
| culverts                           | البرايخ                      |
| cumulative demand                  | الطلب المتراكم               |

cumulative flows

التدفق المتراكم

Curve Number

رقم المنحنى

Cutoffs

الطرق المختصرة (الاقتطاع)

## D

Damage protection

حماية الضرر

Dam-break

تصدع السد

Dams

السدود

Darcian Flow

السريان الدارسي

Darcy-Weisbach coefficient

معامل الاحتكاك لدارسي-ويسباك

Darcy-Weisbach Equation

معادلة دارسي-ويسباك

Data collection

جمع البيانات

Dead Storage

التخزين الميت

decay

التحلل

decay coefficient

معامل التحلل

Decontamination

إزالة التلوث

Degree of saturation

درجة التشبع

Dendy and Boulton Equation

معادلة دندي-بولتون

Dense nonaqueous phase liquids

سوائل الطور غير المائي الثقيلة

Description of alternatives

وصف البدائل

design discharge

التصرف التصميمي

Design of Filters

تصميم المرشحات

|                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Detention basins                  | أحواض الاحتجاز                  |
| Deterministic Methods             | الطرق الحتمية                   |
| Diffusers                         | الراذات                         |
| dimensionless depth               | العمق اللابعدي                  |
| Dimensionless Unit Hydrograph     | المنحنى المائى الوحدوى اللابعدي |
| discharge coefficient             | معامل التصرف                    |
| discharge pollutant               | تصريف المواد الملوثة            |
| discount rate                     | معدل الخصم                      |
| dispersion characteristics        | خصائص التشتت                    |
| dissolved concentration of metals | تركيز المعادن المذابة           |
| dissolved oxygen                  | الأكسجين المذاب                 |
| Dissolved Oxygen Content          | محتوى الأكسجين المذاب           |
| dissolved solids                  | المواد الصلبة المذابة           |
| diversion of flow                 | تحويل السريان                   |
| Documentation                     | توثيق                           |
| Domenico equation                 | معادلة دومينيكو                 |
| downstream                        | مصب السريان                     |
| Draft Tube                        | أنبوب السحب                     |
| Drain Spacing                     | تباعد المصارف                   |
| drainage area                     | مساحة منطقة الصرف               |
| drawdown at the well              | الهبوط في البئر                 |

|                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Drop Structures                     | منشآت الإسقاط               |
| Dry bulk                            | الانضغاطية                  |
| dry density                         | الكثافة الجافة              |
| <b>E</b>                            |                             |
| Earth-Cut Spillway                  | القنوات المقتطعة من الأرض   |
| Ecological                          | علم البيئة                  |
| Economic analysis                   | التحليلات الاقتصادية        |
| economic feasibility                | الجدوى الاقتصادية           |
| Ecosystem                           | النظام البيئي               |
| Einstein-Strickler-Manning Equation | معادلة اينشتين-ستركلر-ماننق |
| endangered species                  | الأنواع المهددة بالانقراض   |
| energy dissipation devices          | أجهزة تشتيت الطاقة          |
| energy equation                     | معادلة الطاقة               |
| environmental assessment            | التقييم البيئي              |
| environmental impact                | الأثر البيئي                |
| environmental impact report         | تقرير الأثر البيئي          |
| environmental impact statement      | بيان الأثر البيئي           |
| environmental issues                | المواضيع البيئية            |
| environmental Monitoring            | المراقبة البيئية            |
| Environmental Protection Agency     | وكالة حماية البيئة          |
| environmental significance          | الأهمية البيئية             |

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| equipment                | معدات                    |
| Erodible Channels        | القنوات القابلة للانجراف |
| Erosion in the watershed | الانجراف في مجرى السريان |
| Erosion protection       | الحماية من الانجراف      |
| errors of prediction     | أخطاء التنبؤ             |
| Eutrophication           | المغذيات الكيميائية      |
| Evaluation factors       | عوامل التقييم            |
| Evaluation matrix        | تقييم المصفوفة           |
| Evaporation              | البخر                    |
| Evapotranspiration       | البخر نتح                |
| expansion                | الاتساع                  |
| expected damage          | الخسائر المتوقعة         |
| <b>F</b>                 |                          |
| Fabriform                | الشكل الليفي المركب      |
| factor of safety         | معامل امان               |
| Failure consequences     | عواقب الفشل              |
| Far-Field Dispersion     | تشتت الحقل البعيد        |
| Feasibility Studies      | دراسات الجدوى            |
| Field surveying          | مسح الحقل                |
| Filter Pack              | مجموعة المرشحات          |
| fine sediments           | الرواسب الناعمة          |

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| fisheries                    | مصايد الأسماك                  |
| Flats                        | المسطحات                       |
| Flood                        | فيضان                          |
| Flood bypass                 | ممرات الفيضان                  |
| Flood Control                | التحكم في الفيضان              |
| Flood Control Storage        | تخزين ضبط الفيضان              |
| flood insurance              | تأمين الفيضان                  |
| Flood Proofing               | الصمود أمام الفيضان            |
| Flow Duration Analysis       | تحليل مدة التدفق               |
| Flow Through Bends           | السريان خلال المنعطفات         |
| Flow toward Drains           | التدفق في اتجاه المصارف        |
| flow velocity                | سرعة السريان                   |
| flowing water                | المياه المتدفقة                |
| forests                      | الغابات                        |
| Fractured Rock               | الصخر المتصدع                  |
| Free Overfall Spillway       | قناة تصريف مسقط مياه السد الحر |
| Free Surfacc Flow            | السريان الحر                   |
| Free surface                 | السطح الحر                     |
| freeboard                    | الحافة الحرة                   |
| Freeboard or Surplus Storage | تخزين الجزء الظاهر أو الفائض   |
| frequency                    | التردد                         |

|                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| freshwater                  | الماء العذب                   |
| friction loss               | فاقد الاحتكاك                 |
| Froude number               | رقم فرود                      |
| Fuse-Plug Spillway          | قناة تصريف القابس المنصهر     |
| Future price                | السعر المستقبلي               |
| <b>G</b>                    |                               |
| Gas phase transport         | انتقال الطور الغازي           |
| Gaseous diffusion           | الانتشار الغازي               |
| gates                       | البوابات                      |
| Geological Survey           | هيئة المسح الجيولوجي          |
| Geological Survey Equation  | معادلة المسح الجيولوجي        |
| geomorphic                  | مظاهر السطح                   |
| geomorphologic              | مظاهر سطح الأرض (الجيومورفية) |
| GIS                         | نظم المعلومات الجغرافية       |
| Global Environment Facility | هيئة البيئة العالمية          |
| Grain size                  | حجم الحبيبات                  |
| gravitational forces        | قوة الجاذبية                  |
| Groins                      | الحنية                        |
| Groundwater                 | المياه الجوفية                |
| groundwater elevation       | منسوب المياه الجوفية          |
| Groundwater Mound           | تراكم المياه الجوفية          |

## H

|                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| guidelines                       | الخطوط الإرشادية               |
| hardness                         | الصلادة                        |
| Hazen-Williams coefficient       | معامل هازن- ويليام             |
| Hazen-Williams Equation          | معادلة هازن-وليم               |
| Historic Places                  | الأماكن التاريخية              |
| horizontal apron                 | الوزرة الأفقية                 |
| Horton's equation                | معادلة هورتون                  |
| hydraulic                        | هيدروليكا                      |
| Hydraulic analysis               | التحليل الهيدروليكي            |
| Hydraulic Conductivity           | التوصيل الهيدروليكي            |
| hydraulic depth                  | العمق الهيدروليكي              |
| Hydraulic designs                | التصاميم الهيدروليكية          |
| hydraulic gradient               | الميل الهيدروليكي              |
| hydraulic jump                   | القفزة الهيدروليكية            |
| hydraulic length                 | الطول الهيدروليكي              |
| Hydraulic Models                 | النماذج الهيدروليكية           |
| Hydraulic parameters of channels | المتغيرات الهيدروليكية للقنوات |
| hydraulic radius                 | نصف القطر الهيدروليكي          |
| Hydraulic structures             | الأبنية الهيدروليكية           |
| Hydrodynamic Mixing Zone         | منطقة الخلط الهيدروديناميكية   |



|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| Induced Recharge                        | إعادة الملء المستحث                   |
| inertial forces                         | قوة القصور الذاتي                     |
| Infiltration                            | التسرب                                |
| Infiltration into Rock Tunnels          | التسرب في الأنفاق الصخرية             |
| Infiltration through Fractures          | التسرب خلال التصدعات                  |
| Infiltration through Soil-Filled Joints | التسرب خلال الفراغات المملوءة بالتربة |
| intake structure                        | بناء المدخل                           |
| Intakes                                 | المداخل                               |
| intangibile factors                     | العوامل غير الملموسة                  |
| Interim evaluation                      | التقييم الانتقالي                     |
| Interior Drainage                       | المصارف الداخلية                      |
| Intermittent flow                       | تدفق متقطع                            |
| Irrigation structures                   | منشآت الري                            |
| Isbash Equation                         | معادلة إيزباش                         |

## K

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Kennedy's Equation    | معادلة كيندي              |
| Kinematic Wave Method | طريقة الموجة الكينماتيكية |
| Kurtosis coefficient  | معامل الالتفاف            |

## L

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| Labyrinth Spillways | قنوات تصريف المتاهة |
| Lacey's Equation    | معادلة لاسي         |

|                                |                                       |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| Lag times                      | أزمنة الإعاقة أو التخلف               |
| Lakes                          | بحيرات                                |
| Laminar Flows                  | السريان الطبقي                        |
| Land acquisition               | إصلاح الأراضي                         |
| Leaky Confined Aquifer         | طبقة المياه الجوفية المحصورة المتسربة |
| Leaky Phreatic Aquifer         | طبقة المياه الجوفية الحرة المتسربة    |
| length of fractures            | طول التصدعات (الشروخ)                 |
| length of tunnel               | طول النفق                             |
| length of well screen          | طول مصفاة البئر                       |
| Levees                         | السدود                                |
| levees proposed                | حواجز الفيضان المقترحة                |
| lifetime of the project        | عمر المشروع                           |
| light nonaqueous phase liquids | سوائل الطور غير المائي الخفيفة        |
| Limited water                  | محدودية المياه                        |
| living marine resources        | موارد الحياة البحرية                  |
| Location                       | الموقع                                |
| longest watercourse            | أطول مسار للماء                       |
| longitudinal advection         | التأفق الطولي                         |
| losses due to contraction      | الفاقد أثناء الضيق                    |
| losses due to expansion        | الفاقد أثناء الاتساع                  |
| Low flow                       | أدنى تدفق (التدفق المنخفض)            |

## M

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| maintenance cost                      | تكاليف الصيانة                           |
| management                            | الإدارة                                  |
| Manning's coefficient                 | معامل ماننق                              |
| Manning's Equation                    | معادلة ماننق                             |
| mass conservation equation            | معادلة بقاء الكتلة                       |
| Mass Curve Analysis                   | تحليل منحني الكتلة                       |
| maximum contaminant levels            | أقصى مستويات تلوث                        |
| maximum permissible velocity          | أقصى سرعة مسموح بها                      |
| maximum shear stress                  | أقصى إجهاد قص                            |
| mechanical dispersion                 | التشتت والانتشار الميكانيكي              |
| Meyer-Peter-Muller Equation           | معادلة ماير-بيتر-مولر                    |
| minimum permissible velocity          | أدنى سرعة مسموح بها                      |
| minor losses                          | الفواقد الثانوية                         |
| Modified Universal Soil Loss Equation | المعادلة العالمية المعدلة لفقد في التربة |
| modulus of elasticity                 | معامل المرونة الحجمي                     |
| Moist unit weight of soil             | وحدة الوزن الرطبة للتربة                 |
| molecular diffusion                   | التشتت والانتشار الجزيئي                 |
| molecular weight                      | الوزن الجزيئي                            |
| monitoring and evaluation             | المراقبة والتقييم                        |
| monitoring wells                      | آبار المراقبة                            |

|                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Moody's diagram                      | منحنيات مودي                        |
| Morning Glary or Glary Hole Spillway | قناة تصريف مجد الصباح أو حفرة المجد |
| municipal water                      | المياه البلدية                      |

## N

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Nappe Flow                            | التدفق المغترب                               |
| National Environmental Policy Act     | بيان السياسة البيئية القومي                  |
| natural transport                     | النقل الطبيعي                                |
| nonaqueous phase liquids              | سوائل الطور غير المائي                       |
| nonbreaking waves                     | الموجات غير المتكسرة                         |
| Non-Darcian Flow                      | السريان غير الدارسي                          |
| Nonerodible Channels                  | القنوات غير القابلة للانجراف                 |
| Nonsilting, Nonscouring Velocity      | سرعة لا ترسيب ولا نفايات                     |
| Nonstructural Measures                | المعايير غير الإنشائية                       |
| Nonuniform Flow                       | السريان غير المنتظم                          |
| nonvolatile soluble organic compounds | المركبات العضوية القابلة للذوبان غير الطيارة |
| nose groin                            | أنف الحنية                                   |
| nozzles                               | الفتحات                                      |
| nutrients, bed instability            | عدم استقرار القاع                            |

## O

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| observation wells | آبار الملاحظة |
|-------------------|---------------|

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Ogee (Overflow) Spillway   | قناة التصريف المستدقة الرأس<br>(الفيضان) |
| Ogee Crest                 | المصطبة مستدقة الرأس                     |
| One-Dimensional Flow       | السريان أحادي البعد                      |
| Open Channels              | القنوات المكشوفة                         |
| Open-Channel Dispersion    | تشتت القناة المفتوحة                     |
| Operation and maintenance  | التشغيل والصيانة                         |
| organic carbon coefficient | معامل الكربون العضوي                     |
| organic carbon content     | محتوى الكربون العضوي                     |
| oxidation/reduction        | الأكسدة/الاختزال                         |
| <b>P</b>                   |  |
| Partially Penetrating Well | البئر المخترق جزئياً                     |
| Paved and impervious       | صماء وغير منفذة                          |
| Paved surfaces             | الأسطح الممهدة                           |
| Peak flow                  | أقصى تدفق                                |
| Peak Flows                 | تدفقات القمة                             |
| Perched Aquifer            | طبقة المياه الجوفية المعلقة              |
| Periodic evaluation        | التقييم الدوري                           |
| Permeability               | النفاذية                                 |
| permeable groins           | حنيات منفذة                              |
| physical                   | فيزيائية                                 |

|                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| Pipe Flow                      | السريان في الأنابيب             |
| pipe wall roughness            | خشونة جدار الأنبوب              |
| Planning and design            | تخطيط وتصميم                    |
| Pneumatic dredging             | الجرافات الهوائية               |
| Pools                          | البرك                           |
| Porosity                       | المسامية                        |
| Porous Media                   | الوسط المسامي                   |
| porous medium                  | الوسط المسامي                   |
| potential maximum retention    | أقصى احتباس محتمل               |
| Power Plant                    | محطة القدرة                     |
| Precipitation depth            | عمق المطر                       |
| precipitation depth            | عمق التساقط                     |
| precipitation intensity        | شدة التساقط                     |
| Preliminary surveys            | المسح التمهيدي                  |
| present-day capital cost       | تكلفة رأس المال اليومية الحالية |
| Pressure Flow                  | السريان المضغوط                 |
| Pressure indicators            | مؤشرات الضغط                    |
| principal storm                | العاصفة الرئيسية                |
| probability                    | الاحتمالية                      |
| probable maximum flood         | أقصى فيضان محتمل                |
| probable maximum precipitation | أقصى تساقط محتمل                |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| production wells                      | آبار الإنتاج                            |
| Project Alternatives                  | بدائل المشروع                           |
| Projects                              | مشروعات                                 |
| Proposed plan                         | الخطة المقترحة                          |
| protect populated areas               | حماية المناطق الأهلة                    |
| pumping test                          | اختبار الضخ                             |
| <b>Q</b>                              |   |
| Quantity and quality                  | الكمية والجودة                          |
| <b>R</b>                              |   |
| Radial Flow                           | السريان نصف القطري                      |
| rainfall factor                       | معامل سقوط المطر                        |
| rainfall intensity                    | شدة سقوط المطر                          |
| Rainfall intensity-duration-frequency | شدة سقوط المطر - المدة - التكرار        |
| rainfall-depth-duration-frequency     | سقوط المطر - العمق - المدة - التكرار    |
| randomly placed                       | موضوعة عشوائياً                         |
| rate of price escalation              | معدل تزايد الأسعار                      |
| rate of sediment deposition           | معدل ترسيب الرواسب                      |
| rates of reservoir sedimentation      | معدل تخزين الترسبات                     |
| rational formula                      | المعادلة المنطقية                       |
| re-aeration coefficient               | معامل إعادة التهوية                     |
| Recharge by Precipitation             | إعادة الملء (التغذية) نتيجة تساقط المطر |

|                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Recreation                         | الترفيه                          |
| Regression Analysis                | تحليل الارتداد                   |
| Regression coefficients            | معاملات الانحسار                 |
| regression equation                | معادلة الانحسار (الارتداد)       |
| Regulatory agency                  | الوكالات المنظمة                 |
| Regulatory Perspective             | المنظور التنظيمي                 |
| Remedial Investigation             | التحري العلاجي                   |
| Remediation                        | المعالجة                         |
| Remediation by Natural Attenuation | المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي |
| Remediation Methods                | طرق المعالجة                     |
| Remediation Technologies           | تقنيات المعالجة                  |
| Removal                            | الإزالة                          |
| repelling groin                    | الحنية الطاردة                   |
| Report preparation                 | إعداد التقارير                   |
| Requirements                       | متطلبات                          |
| reservoir capacity                 | سعة الخزان                       |
| Reservoir Sedimentation            | ترسبات الخزان                    |
| Reservoirs                         | الخزانات                         |
| Response indicators                | مؤشرات الاستجابة                 |
| Return periods                     | فترة العودة                      |
| Reynolds number                    | رقم رينولد                       |

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| Richardson number   | رقم ريتشاردسون         |
| Riffles             | منحدرات نهريّة         |
| riprap              | الدكة الحجرية          |
| Riprap Protection   | جدار حماية             |
| riprap sizes        | أحجام أحجار الدكة      |
| Riprap Sizing       | حجم الدكة الحجرية      |
| risk analysis       | تحليل المخاطر          |
| Rock Riprap         | الدبش الصخري           |
| rockfill            | الحشوة الصخرية         |
| rough channels      | القنوات الخشنة         |
| Routing             | التخديد                |
| rubble stone        | كسارة الحجر            |
| Runoff              | الجريان السطحي         |
| Runoff Coefficients | معاملات الجريان السطحي |
|                     | <b>S</b>               |
| Safe Yield          | الإنتاجية الآمنة       |
| saltwater           | الماء المالح           |
| Saturated Zone      | المنطقة المشبعة        |
| saturated thickness | السّمك المشبع          |
| Schedule            | الجدولة                |
| Scoping analysis    | تحليل النطاق           |

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Scoring criteria                | معيار النتيجة                  |
| Screen                          | المصفاة                        |
| Seal                            | سدادة الإحكام                  |
| Seawater Inhvsion               | تداخل مياه البحر               |
| sediment delivery ratio         | معدل توزيع أو تسليم الترسبات   |
| sediment deposition             | الترسبات المترسبة              |
| sediment load                   | كمية الترسبات                  |
| Sediment transport              | نقل الرواسب                    |
| Sediment Transport Analysis     | تحليل انتقال الرواسب           |
| sediment yield                  | حصيلة الترسبات                 |
| Sediment Yield Analysis         | تحليل حصيلة الترسبات           |
| sedimentation basin             | أحواض الترسيب                  |
| Sedimentation rates             | معدلات الترسيب                 |
| seepage                         | الرشح أو التسريب               |
| Seepage velocity                | سرعة الترشح                    |
| self esteem                     | التقدير الذاتي                 |
| Semi-Confined Aquifer           | طبقة المياه الجوفية شبه محصورة |
| semi-volatile contaminants      | الملوثات شبه المتطايرة         |
| semi-volatile organic chemicals | مركبات عضوية شبه طيارة         |
| Sharp-Crested                   | المصطبة الحادة                 |
| shear stress                    | إجهاد القص                     |

|                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| shear velocity           | سرعة القص                        |
| sheet flow               | السريان الطبقي                   |
| Shields Equation         | معادلة شيلدز                     |
| Shore                    | الشواطئ                          |
| Side Channel Spillway    | قناة تصريف القناة الجانبية       |
| side slopes              | ميل الجوانب                      |
| Simulations              | المحاكاة                         |
| Siphon spillway          | قناة التصريف السيفونية           |
| Skew coefficient         | معامل الالتواء                   |
| Skimming Flow            | تدفق الكشافة                     |
| Slope Stability          | استقرار الميل                    |
| sloping apron            | الوزرة المائلة أو المتزر المنحدر |
| Slug Tests               | اختبارات الكتلة                  |
| smooth channels          | القنوات الناعمة                  |
| Snow Loads               | أحمال الجليد                     |
| Snowfall                 | الجليد                           |
| Snowmelt                 | ذوبان الجليد أو الجليد الذائب    |
| socioeconomic            | اجتماعية اقتصادية                |
| Socioeconomic indicators | مؤشرات الاقتصاد الاجتماعي        |
| Software                 | برامجيات                         |
| soil characteristics     | خصائص التربة                     |

|                               |                                      |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| Soil Conservation Service     | خدمة المحافظة على التربة             |
| soil contamination            | تلوث التربة                          |
| soil cover factor             | معامل غطاء التربة                    |
| soil erodibility factor       | معامل انجراف التربة                  |
| Soil Erosion on Slopes        | انجراف التربة على المنحدرات          |
| soil flushing                 | غسل التربة                           |
| Soil losses                   | فواقد التربة                         |
| Soil Texture                  | قوام التربة                          |
| solid groins                  | حنيات صلبة غير منفذة                 |
| soluble inorganic compounds   | المركبات غير العضوية القابلة للذوبان |
| specific capacity of the well | السعة النوعية للبيئر                 |
| specific energy               | الطاقة النوعية                       |
| specific storage              | التخزين النوعي                       |
| specific yield                | الإنتاجية النوعية                    |
| spillways                     | المفائض أو قنوات تصريف المياه        |
| stability coefficient         | معامل الاستقرار                      |
| Standard deviation            | الانحراف القياسي                     |
| State indicators              | مؤشرات الحالة                        |
| Statistical Methods           | الطرق الإحصائية                      |
| statistical analysis          | التحليل الإحصائي                     |
| Steady Flow                   | السريان المستقر                      |

|                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| Steady-State Radial Flow     | السريان المستقر نصف القطري |
| Steep Slopes                 | الانحدارات الشديدة         |
| Stepped spillways            | قناة التصريف المتدرجة      |
| still water                  | الماء الراكد               |
| Stilling Basins              | أحواض الترسيب              |
| Stochastic Methods           | طرق التسلسل العشوائي       |
| Storage and Retrieval system | نظام التخزين والاستدعاء    |
| storage coefficient          | معامل التخزين              |
| STORET                       | نظام التخزين والاستدعاء    |
| stormwater                   | مياه العواصف               |
| Straight Drop Spillway       | قناة السقوط المباشر        |
| Straight groin               | الحنية المستقيمة           |
| stream pollution             | تلوث المجرى المائي         |
| streamflow                   | تدفق المجرى المائي         |
| Strickler's Equation         | معادلة ستريكلر             |
| Structural Measures          | المعايير الإنشائية         |
| Subcritical Flows            | السريان تحت الحرج          |
| Subsidence                   | الانخساف                   |
| Substrate composition        | تكوين الطبقات السفلية      |
| Substrate size               | حجم الطبقات السفلية        |
| Subwatershed                 | الخط الفرعي لتقسيم المياه  |

|                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| suitable side slope            | الميول الجانبية المناسبة         |
| Supercritical Flows            | السريان فوق الحرج                |
| supersaturation                | التشبع المفرط                    |
| surface runoff hydrograph      | المنحنيات المائية للجريان السطحي |
| Surface water                  | المياه السطحية                   |
| Surface water                  | المياه السطحية                   |
| SurgeTank                      | خزان التبط                       |
| Suspended loads                | الأحمال المعلقة                  |
| suspended sediment load        | كمية الترسيب المعلق              |
| suspended solids               | المواد الصلبة العالقة            |
| Sustainability and Enhancement | استدامة و تحسين                  |
| Swimming                       | السباحة                          |
| <b>T</b>                       |                                  |
| tangible factors               | العوامل الملموسة                 |
| Terminal evaluation            | التقييم النهائي                  |
| Terrestrial monitoring         | المراقبة الأرضية                 |
| test well                      | بئر اختبار                       |
| the natural flow hydrograph    | المنحنى المائي للتدفق الطبيعي    |
| Theis equation                 | معادلة ثايس                      |
| thermal regime                 | النظام الحراري                   |
| thickness coefficient          | معامل السمك                      |

|                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| time basin lag            | زمن تأخر حوض النهر             |
| time duration             | الفترة الزمنية                 |
| time of concentration     | زمن التركيز                    |
| top width                 | العرض العلوي                   |
| top width of a gully      | عرض قمة الأخدود                |
| Topographic maps          | الخرائط التضاريسية             |
| topographic surveys       | المسح الطبوغرافي               |
| total energy              | الطاقة الكلية                  |
| total maximum daily loads | أقصى أحمال يومية كلية          |
| total porosity            | المسامية الكلية                |
| toxic contamination       | التلوث السام                   |
| transitional flow         | السريان الانتقالي              |
| transmissibility          | قابلية النقل                   |
| transverse dispersion     | التشتت العرضي                  |
| trap efficiency           | كفاءة الحجز                    |
| travel time               | زمن الانتقال                   |
| turbidity                 | التعكر                         |
| turbulent diffusion       | التشتت المضطرب                 |
| turbulent flow            | السريان الاضطرابي              |
| unconfined aquifer        | طبقة المياه الجوفية غير محصورة |

|                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| uniform flow                 | السريان المنتظم                  |
| unique ecosystems            | الأنظمة البيئية الفريدة          |
| unit hydrograph              | المنحنى المائي                   |
| unit weight of soil grains   | وحدة الوزن لحبيبات التربة        |
| universal soil loss equation | المعادلة العالمية لفقد التربة    |
| unpaved surfaces             | الأسطح غير الممهدة               |
| unsaturated soil zones       | منطقة التربة غير المشبعة         |
| unsaturated thickness        | السماك غير المشبع                |
| unsteady flows               | السريان غير المستقر              |
| unsteady groundwater flow    | سريان غير المستقر للمياه الجوفية |
| upstream                     | منبع التدفق أو السريان           |
| uranium mines                | مناجم اليورانيوم                 |

V

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| vadose                    | التجاويف أو الفراغات |
| valves                    | الصمامات             |
| vapor pressure            | ضغط البخار           |
| vegetation                | الغطاء النباتي       |
| velocity head             | ضاغط السرعة          |
| velocity of pressure wave | سرعة موجة الضغط      |
| vent pipe                 | أنبوب التنفيث        |

|  |   |
|--|---|
| vertical velocity distribution coefficient | معامل توزيع السرعة العمودية                 |
| viscous fluids                             | الموائع اللزجة                              |
| void ratio                                 | نسبة الفراغات                               |
| volatile contaminants                      | الملوثات المتطايرة                          |
| volatile soluble organic compounds         | المركبات العضوية القابلة للذوبان<br>الطيارة |
| volume of sediment                         | حجم الرواسب                                 |
| volumetric flow                            | التدفق الحجمي                               |
| <b>W</b>                                   |   |
| Water Hammer                               | الطرق المائي                                |
| Waste Disposal                             | التخلص من النفايات                          |
| Waterways                                  | المجري المائية                              |
| water contamination                        | تلوث المياه                                 |
| Water content                              | المحتوى المائي                              |
| water depth                                | عمق الماء                                   |
| water division project                     | مشروع تقسيم المياه                          |
| water level fluctuations                   | تقلبات مستوى المياه                         |
| Water Resources                            | مصادر المياه                                |
| water resources engineering projects       | مشروعات هندسة مصادر المياه                  |
| Water supply systems                       | نظام إمداد المياه                           |
| Water Surface Profiles                     | شكل سطح الماء                               |

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| Water Table            | منسوب المياه الجوفية |
| water velocity         | سرعة المياه          |
| wave height            | ارتفاع الموجة        |
| wave period            | فترة الموجة          |
| Wave runup             | نمو الموجة           |
| Weighted average score | نتيجة متوسط الأهمية  |
| Weirs                  | الهدارات             |
| Well Casing            | غلاف البئر           |
| Well Development       | تطوير البئر          |
| well efficiency        | كفاءة البئر          |
| well function          | دالة البئر           |
| Well Purging           | تطهير البئر          |
| wells                  | الآبار               |
| wetlands               | المناطق الرطبة       |
| wetted perimeter       | المحيط المبتل        |
| wildlife               | الحياة البرية        |
| Wind Erosion           | الانجراف بسبب الرياح |
| Wind Wave              | موجة الرياح          |
| World Bank             | البنك الدولي         |

## كشاف الموضوعات

- أخطاء التنبؤ ٣٦
- ارتفاعات موجة الرياح وتصميم الحماية  
من الانجراف ٤٥٣
- إزالة التلوث من بئر المراقبة والتخلص  
من النفايات ٣٨٠
- إزالة الرواسب الملوثة ٦١٥
- استقرار الرواسب ١٣٥
- استقرار الميل ٣٩٤
- الإسقاط العمودي المستقيم ٤٢٦
- الإسقاط باستخدام منزر مائل ٤٢٨
- إعادة الملء (التغذية) نتيجة تساقط المطر  
٢٩٥
- إعادة الملء المستحث ٢٩٣
- أعماق الجرف ٤٢١
- أقصى تساقط محتمل ٧٨
- ١
- اتساع القناة ٣٨٧، ٣٩١
- الآثار البيئية ٥٦٦
- الآثار البيئية للسدود ٥٧١
- الآثار البيئية لمشروعات هندسة مصادر  
المياه ٥٧١، ٥٧٥
- الإجراءات التصورية لصدّ التيار الرئيس  
بعيداً عن المصرف ٤٢٣
- احتمالية حدوث فيضان ٨٦
- أحجام الدكة الحجرية ٤١٤
- أحواض الاحتجاز ٤٠١
- أحواض الترسيب وأجهزة تشتيت  
الطاقة ٤٩٨
- اختبار فترة السحب ٣٣٥
- اختبارات الكتلة لبثر ٣٤٣

أهمية الأنشطة الترفيهية ٥٩٣

ب

البئر المخترق جزئياً ٢٨٩

البئر المخترق كلياً ٣١١، ٢٨٩

بيان الأثر البيئي ٥٦٧

بيانات زمن السحب ٣٣٦، ٣٤٢

ت

تأثر مستويات المياه الجوفية بالتغيرات في

مستوى ماء النهر ٣٢٢

تأثير تقلبات الضغط البارومتري ٣٠١

تباعد المصارف ٣١٥

تتالي عواصف التصميم ٥٩

التحري العلاجي ودراسات الجدوى

٥٩٥

التحريات العلاجية المتعلقة بالتربة الملوثة

٥٩٧

تحسين الكوبري ٤٠١

التحكم في الانجراف ٤٠٦

التحكم في الفيضان ٣٩٣

التحليل الإحصائي للبيانات ٣٧، ٤٣

تحليل الأرباح-التكاليف ٥٤٨

أقصى فيضان محتمل ٨٠

أنابيب الصرف ٢٧٧

أنبوب السحب ٥١٥، ٥٣٤

الإنتاجية الآمنة والسعة النوعية والكفاءة

٣٠٧

الإنتاجية القصوى ٣٠٧

الإنتاجية النوعية ٣١٠

انتقال الطور الغازي ٣٧٣

انتقال الملوثات خلال مناطق التربة غير

المشبعة والمشبعة ٣٦٧

انتقال الملوثات في المنطقة المشبعة ٣٥١

انتقالات القناة ٣٨٥

انجراف التربة على المنحدرات ١٨٣

الانجراف بسبب الرياح ١٩٧

الانحراف القياسي ٣٧

الانخساف ٣٠٢

الانضغاطية ٢٧٠

أنواع التبطين بالنبات ١٤١

أنواع الوسط المسامي ٢٦٥

أهمية استدامة وتحسين البيئة الطبيعية

للأسماك ٥٩٢

|  |   |
|--|---|
| التدفق في اتجاه المصارف ٣١٥                  | تحليل الارتداد ٩٢                         |
| تدفقات القمة ١٢، ٣٥، ٣٧، ٤٣، ٨٠              | التحليل الاقتصادي ٥٤٧                     |
| تراكم المياه الجوفية ٢٨٢                     | تحليل التكلفة - الربح ٨٧                  |
| ترسبات الخزان ٤٤٥                            | تحليل المخاطر وتقدير احتمالات الانهيار ٨٥ |
| تركيب آبار المراقبة ٣٧٧                      | التحليل الهيدرولوجي ٩                     |
| تركيز الأكسجين المذاب في المجاري المائية ٢٢٥ | تحليل انتقال الرواسب ٢٠٠                  |
| التسرب خلال التصدعات ٥٤٣                     | تحليل حصيلة الترسبات ١٨٧                  |
| التسرب خلال الفراغات المملوءة بالتربة ٥٤٢    | تحليل مدة التدفق ٩٧                       |
| التسرب في الأنفاق الصخرية ٥٣٩                | تحليل منحني (تموج) الكتلة ١٠٧، ٩٨         |
| التسريب ٣٩٤                                  | التخزين النوعي ٣٠٩                        |
| تشتت الحقل البعيد ٢٠٩                        | تخزين ضفاف النهر ٣١٢                      |
| تشتت القناة المفتوحة ٢٠٦                     | تخطيط مشروعات هندسة مصادر المياه ٣        |
| التشتت قرب الحقل ٢٠٦                         | تخطيط وتصميم إقامة السدود والخزانات ٤٤١   |
| التصاميم الهيدروليكية ٣٨٥                    | تداخل الآبار ٢٩١                          |
| التصرف على طول المنحدرات ١٧٨                 | تداخل مياه البحر ٢٩٧                      |
| تصميم القنوات القابلة للانجراف ١٣١           | تدرج أحجام أحجار الدكة ٤١٢                |
| تصميم القنوات المزروعة ١٤١                   | تدفق القاعدة ٧١                           |
| تصميم القنوات غير القابلة للانجراف ١٢٦       | تدفق الكشافة ٤٩٠                          |
|  | التدفق المغترب ٤٩٠                        |

- تصميم المتر ٤٢٣
- تصميم المرشحات ٤١٦
- تصميم برنامج اختبار ضخ ٣٣٩
- تصميم جدار الحامية ٤٠٨
- تصنيف السريان ١٢١
- تصنيف الطبقات الحاملة للمياه ٢٦٥
- تطوير وتطهير بئر المراقبة ٣٧٩
- تعريف وصياغة بيان الأثر البيئي ٥٦٧
- التغليف بغطاء (متر) ٤٢١
- تقدير تدفقات القمة ١٢
- تقدير تكاليف وفوائد المشروعات الهندسية لمصادر المياه ٥٤٧
- تقدير تكاليف وفوائد مصادر المياه ٤
- تقدير معامل التشتت ٢٢٢
- تقدير معاملات الطبقة الحاملة للمياه ٣٣٤
- تقرير الأثر البيئي ٥٦٦
- تقلبات مستوى المياه ٣٤٢
- تقنيات المعالجة ٦١٨
- تقنيات معالجة المياه الجوفية والمياه السطحية ٦١٩
- تقنيات معالجة تركيزات تلوث المرحلة الذائبة ٦١٩
- تقييم الأثار البيئية لمشروعات هندسة مصادر المياه ٥٧٨
- تقييم الأهمية البيئية للمشروعات ٥٩٢
- تقييم بدائل المشروع الهندسي لمصادر المياه ٥٥٤
- تقييم وتحليل الأثار ٥٧٨
- التكاليف السنوية ٥٤٩
- تكرار-مدة-شدة المطر ٢٨،٢٧
- تكرار-مدة-عمق المطر ٢٨،٢٦
- التكلفة السنوية للصيانة والتشغيل ٥٥٠
- تكلفه رأس المال ٥٤٩
- تكوين متابعات تدفق المجرى المائي ٩١
- تواجد المياه الجوفية ٢٦٥
- توثيق دراسات هندسة مصادر المياه ٤
- التوزيع الطبيعي ٣٩
- التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي ٣٩
- توزيع بويسون ٨٧
- توزيع بيرسون اللوغاريتمي ٤١
- توزيع جامبل ٤١
- التوصيل الهيدروليكي ٢٦٨

- خطوة الهبوط ٣٣٥
- الخواص الطبيعية للماء النقي ٢٧٠
- خواص الوسط المسامي ٢٦٦
- دالة البئر ٣٢٥
- الدراسات التحليلية ٦
- دراسات تشغيل الخزان ٩١
- دراسات هندسة مصادر المياه ٤
- درجة التشبع ٢٦٧
- رقم رينولد ١٢٢
- زمن الانتقال ٥٤
- زمن الانتقال للتدفق الطبقي ٢٠
- زمن التأخير ٨٣، ١٥
- زمن التركيز ١٣
- زمن الهبوط ٣٣٦
- السدود ٣٩٣
- السدود والخزانات ٤٤١
- السدود، والخزانات، والمفائض ١٠
- سرعات السريان السطحي ١٩
- الجليد الذائب وأحمال الجليد ٦٧
- الحافة الحرة ١٤٩
- حالات تلوث المياه السطحية ٥٩٥، ٦٠٣
- حجم الدكة الحجرية عند الانحدارات الشديدة ٤١٦
- الحجم الكلي للتربة ٢٦٨
- الحجم المشغول بالغاز أو الهواء ٢٦٨
- حسابات تقلبات مستوى المياه ٣٢٤
- حفر آبار المراقبة ٣٧٨
- الحماية من الانجراف ٣٩٥، ٣٩٨، ٤٠٤
- الحماية من الانجراف عند مرتكز جدار الدعم ٤١٧
- حماية نقطة ارتكاز جدار دعم المجرى ٤٢٤
- الحنية ٣٩٦
- خزان النبط ٥٢٨
- الخصائص الهيدرولوجية لمناسخ المياه ٥

- سرعات السريان المتوسطة ٢١
- السرعات المسموح بها في القنوات ١٤٨
- سرعة الترشح ٣٦١
- سرعة القص ٢٢٢، ٢١٦، ١٣٠
- السرعة القصوى المسموح بها ١٣١
- السرعة خلال فراغات التربة ٢٥٩
- سرعة لا ترسيب ولا نفايات ١٣٣
- السريان الاضطرابي ١٢٢
- السريان الانتقالي (غير المستقر) للمياه الجوفية ٣٠٩
- السريان الحر ١٢١
- السريان الحرج ١٥٤، ١٢٢
- السريان الدارسي ٢٧٤
- السريان الطبقي ١٢٢
- السريان الطبقي في الأنابيب ٢٣٣
- السريان المتفرع ١٥٢
- السريان المستقر ١٢١
- السريان المستقر أحادي الاتجاه للمياه الجوفية ٢٧٤
- السريان المستقر المنتظم في القنوات المفتوحة ١٢٣
- السريان المستقر نصف القطري ٢٨١
- السريان المضطرب في الأنابيب ٢٣٥
- السريان المضغوط ١٢١
- السريان المنتظم ١٢١
- السريان تحت الحرج ١٢٢
- السريان خلال المنعطفات ١٤٨
- السريان عبر المنحدرات شديدة الميل ١٦٢
- السريان غير الدارسي ٢٧٨
- السريان غير المستقر ١٢١، ١٧٦، ٣٠٩
- السريان غير المستقر أحادي البعد ٣٠٩
- السريان غير المنتظم ١٢١
- السريان فوق الحرج ١٢٢
- السريان في الأنابيب ٢٣٣
- السريان لبثر منفرد ٢٨١
- السريان نصف القطري غير المستقر لبثر مخترق كلياً طبقة غير محصورة ٣٣٣
- السريان نصف القطري غير المستقر لبثر مخترق كلياً طبقة محصورة ٣٢٥
- سريان وانتقال الملوثات خلال الصخر المتصدع ٣٦٥
- سعة الخزان ٤٤٣

الطرق الإحصائية وطرق التسلسل

العشوائي ٩٧

الطرق الحتمية ٩٢

الطرق المائي ٢٥٧

الطرق المختصرة ٣٩٨

طرق المعالجة ٦١٥

طرق تصريف الأنابيب أو الأنفاق ٤٧٨

طرق تقنية لحماية نقطة ارتكاز حافة

الدعم ٤٢٤

طرق زيادة الأكسجين المذاب في الماء

٥٣٨

طرق فنية تقنية لحماية حافة المجرى ٤٢٤

طريقة SCS 58

الطريقة المنطقية ١٢

طريقة الموجة الكينيماتيكية ٥٦

طريقة رقم المنحنى ٦٢

طريقة رقم منحنى خدمة المحافظة على

التربة لتقدير زمن التركيز ١٥

طريقة سنة المحطة ٣١

طريقة سنيدر لتقدير زمن التركيز ١٦

طريقة كريبش لتقدير زمن التركيز ١٥

السعة النوعية للبثر ٣٠٧

سقوط المطر - الجريان السطحي ٨٤

سوائل الطور غير المائي ٣٥٤، ٣٥٢



شدة المطر (شدة التساقط) ٢٤

شكل سطح المياه ١٥٠



الصمود أمام الفيضان ٤٠١



الضغط الهيدروستاتيكي ٣٠٣

ضيق القناة ٣٨٧، ٣٩١



الطاقة النوعية ١٥٤

طبقة المياه الجوفية الارتوازية ٢٦٥

طبقة المياه الجوفية الحرة المتسربة ٢٦٦

طبقة المياه الجوفية المحصورة ٢٦٥

طبقة المياه الجوفية المعلقة ٢٦٦

طبقة المياه الجوفية المقيدة ٢٦٦

طبقة المياه الجوفية شبه محصورة ٢٦٦

طبقة المياه الجوفية غير محصورة ٢٦٦

- طريقة كوبر جاكوب ٣٣٥  
طريقة مكتب استصلاح الأراضي  
بالولايات المتحدة لتقدير زمن التركيز ١٦  
طريقة هيدروليكا المجرى المائي لتقدير  
زمن التركيز ١٨  
طريقة هيريبي- هاثاواي لتقدير زمن  
التركيز ٢١  
طول مصفاة البثر ٢٨٩
- ح**  
عامل تغطيه رأس المال ٥٤٩  
العرض العلوي والسطح الحر للقناة ٣٩٥  
علاقة غايين- هيرتزبرج ٢٩٧  
عمق ومدة المطر التصميمي ٥٧  
العمليات الهيدرولوجية الخاصة  
بالتحري العلاجي ودراسة الجدوى ٦٠٧  
عملية إقامة القنوات ٤٠٠  
عملية التحلل (التفسخ الحيوي) ٣٥٦  
العوائق النباتية ١٤١، ١٤٣
- عوامل مراقبة مشروع السد والخزان ٥٩٠
- خ**  
غلاف بئر المراقبة والمصفاة ومجموعة  
المرشحات وسدادة الأحكام ٣٧٨
- د**  
فرضيات دوبيوت ٢٨٢  
الفقد الأولي الثابت ٦٢  
الفوائد السنوية ٥٥٠  
فواقد التربة ٦٢
- ذ**  
قابلية النقل ٣٠٩  
قانون دارسي ٢٧٤  
القدرة الكهرومائية ٥١٣  
القفزة الهيدروليكية ١٦٣، ١٧٠  
قناة التصريف السيفونية ٤٨٥  
قناة التصريف المتدرجة ٤٩٠  
قناة التصريف المستدقة الرأس ٤٦٥  
قناة تصريف الأنابيب أو الأنفاق ٤٧٨  
قناة تصريف القابس المنصهر ٤٦٣  
قناة تصريف القناة الجانبية ٤٧١

- قناة تصريف مجد الصباح ٤٧٨  
 قناة تصريف مسقط مياه السد الحر ٤٦٤  
 القنوات المقطعة من الأرض مع  
 مكافحة الأعشاب أو الأحجار ٤٦٣  
 قنوات تصريف الحوض أو الشلال ٤٧٦  
 قنوات تصريف المتاهة والمفايض ذات  
 المدخل شبه الدائري أو مزدوج الجانب  
 ٤٩٤  
 قنوات تصريف المياه ٤٦٢
- ◀
- كفاءة الترسيب في الخزان ٤٥٣
- ◀
- اللزوجة الديناميكية ٢٧٠  
 اللزوجة الكينماتيكية ٢٧٠، ٢٧٤
- ◀
- مؤشرات الأداء البيئي ٥٨٩  
 المتغيرات الهيدروليكية للقنوات ٤١٣  
 متوسط التدفق المنخفض السنوي لسبعة  
 أيام ١١٤  
 متوسط التدفق المنخفض لسبعة أيام في  
 عشر سنوات ١٠٨
- المتوسط الحسابي ٣٧  
 محتوى الأكسجين المذاب في مخرجات  
 محطة الطاقة ٥٣٧  
 المحتوى الغازي ٢٦٧  
 المحتوى المائي ٢٦٧  
 المحتوى المائي الحجمي ٢٦٧  
 محتوى بيان الأثر البيئي ٥٦٩  
 محطة القدرة ٥١٣  
 المداخل ٥٢٠  
 المراقبة البيئية ٥٨٤  
 مركبات عضوية شبه طيارة ٣٥٧  
 مركبات عضوية طيارة قابلة للذوبان  
 ٣٥٧  
 المسافة بين أنابيب الصرف ٢٧٦  
 المسامية الكلية ٢٦٧  
 مشروعات التعدين ١٠  
 مشروعات التنمية الاجتماعية ٩  
 مشروعات الطاقة الكهرومائية ١١  
 مشروعات الطاقة النووية ١١  
 مشروعات هندسة مصادر المياه ٣  
 المصارف الداخلية ٣٩٤

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| معادلة لاسي ١٣٣                      | المصطبة مستدقة الرأس (العقدية) ١٥٨           |
| معادلة ماتاي ٨٠                      | معادلات الانحسار ٣٥                          |
| معادلة ماننق ١٢٣                     | معادلة الاستمرارية ٣١٠                       |
| معادلة ماير-بيتر-مولر ١٣٦            | معادلة الانتشار التثتتي ٣٥٥                  |
| معادلة هازن-وليم ١٣٦                 | معادلة الانحسار ٢٩٦                          |
| المعالجة الحيوية ٦١٨                 | معادلة السريان الطبقي لتقدير زمن الانتقال ٢٠ |
| المعالجة الفيزيائية والكيميائية ٥١٩  | معادلة أوكونور ٢٢٨                           |
| معالجة الملوثات ٦١٥                  | معادلة اينشتين لبدء الحركة ١٣٧               |
| المعالجة عن طريق الإضعاف الطبيعي ٦١٦ | معادلة اينشتين-ستكلير-ماننق ١٣٦              |
| معامل الإعاقة ٢٢                     | معادلة ثايس ٣٢٥                              |
| معامل الالتفاف ٣٧                    | معادلة دارسي-ويزباك ١٢٣                      |
| معامل الالتواء ٣٧                    | معادلة ستريتر-فليس ٢٢٦                       |
| معامل التخزين ٣٠٩                    | معادلة ستريكلر ١٢٤                           |
| معامل التخلف اللاحدي ٣٥٥             | معادلة شيزي ١٢٣                              |
| معامل التكرار ٤٠                     | معادلة شيلدز لإجهاد القص ١٣٥                 |
| معامل التوصيل الهيدروليكي ٢٧٤، ٢٧١   | معادلة كامب ١٣٨                              |
| معامل الجريان السطحي المركب ١٣       | معادلة كريين ٨٠                              |
| معامل الضيق في الأنابيب ٥٢٤          | معادلة كريجر ٨٠                              |
| معامل انجراف التربة ١٨٩              | معادلة كيندي لسرعة لا ترسيب ولانفايات ١٣٣    |
| معامل خشونة جدار الأنبوب ٢٢٢         |  |

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| معيار النتيجة للتقييم ٥٥٩، ٥٥٧         | معامل دارسي للخشونة ٢٣٦               |
| مكونات المراقبة البيئية ٥٨٥            | معامل شيزي ١٣٠                        |
| ممر الفيضان ٤٠٠                        | معامل فاقد الانحناء في الأنابيب ٥٢٥   |
| مناشع المياه الفرعية ٧٢، ٨٣، ٨٥        | معامل لاسي ١٣٣                        |
| منحنى الطاقة النوعية النموذجي ١٦٨      | معامل ماننق ٢١، ١٢٥، ١٣٢، ١٤٥،        |
| المنحنى المائي الوحدوي ٥٢              | ٢٢٠                                   |
| المنحنى المائي الوحدوي اللابعدى ٥٣     | معامل هازن-ويليم ٢٣٨                  |
| المنحنى المائي الوحدوي لسنايدر ٥٤      | معاملات الانحسار ٣٥                   |
| المنحنى المائي الوحدوي لكلاارك ٥٣      | معاملات التشتت ٢٢٢                    |
| المنحنى المائي لأقصى فيضان محتمل ٧٧    | معاملات الجريان السطحي ١٣             |
| منحنى بلنش النموذجي ١٦٨                | معاملات ماكسي-إيكين ٢٩٦               |
| منحنى خدمة المحافظة على التربة ١٥      | معايمة بئر المراقبة ٣٨٠               |
| منحنى سطح الماء ١٣٥                    | المعايير الإنشائية ٣٩٣                |
| منحنيات الكتلة للتدفق والطلب المتغير   | المعايير الإنشائية للتحكم في الانجراف |
| ١٠٠                                    | ٣٩٣                                   |
| المنحنيات المائبة المدجة والتحديد خلال | المعايير غير الإنشائية ٤٠٢            |
| القنوات ٧١                             | معدل الخصم ٥٤٩                        |
| المنحنيات المائبة للجريان السطحي ٤٩،   | معدل الفقد المنتظم ٦٢                 |
| ٦٥                                     | معدل تزايد الأسعار ٥٥٠                |
| منشآت الإسقاط ٤٢٦                      | معدلات تسرب التربة ٦٣                 |
| منطقة التأثير ٢٨٥                      | معيار التحقيق للتقييم ٥٥٧             |

- نماذج سريان وانتقال المياه الجوفية ٣٨٠  
 نماذج محاكاة السريان المستمر ١١٨  
 نموذج HEC-1 61  
 نموذج إدارة مياه العاصفة ١١٨  
 نموذج الانتقال المعياري ثلاثي الأبعاد  
 للمواد الملوثة في أنظمة المياه الجوفية ٣٨٢  
 نموذج الانجراف والترسيب في الأنهار  
 وأحواض السدود ٢٦١، ٣٩٣  
 نموذج التصوير الحيوي ٣٨٢  
 نموذج التقسيم الهيدروليكي لأداء  
 الأرض المشبعة ٣٨١  
 نموذج الفرق النهائي لسريان المياه  
 الجوفية ثلاثي الأبعاد المعياري ٣٨٠  
 نموذج القطاعات الجانبية لسطح الماء ٢٦٠  
 نموذج الهيدرولوجيا المدنية لمناشئ المياه  
 الصغيرة ١١٧  
 نموذج برنامج المحاكاة الهيدرولوجي ١١٩  
 نموذج برنامج تحليل البربخ ٢٦٠  
 نموذج برنامج هيدرولوجيا صياغة  
 المشروع ١١٧
- المنظور التنظيمي ٦٠٤  
 منهج التسلسل ٥٤٠  
 منهج نموذج HEC-1 61  
 المواضيع البيئية ومراقبتها ٥٦٣  
 المياه الجوفية ٢٦٥  
 الميل الهيدروليكي ٢٧٤  
 الميول الجانبية المناسبة للقنوات القابلة  
 للانجراف ١٣٣  
 الميول الجانبية المناسبة للقنوات غير  
 القابلة للانجراف ١٢٨  
 ن  
 نسبة الفراغات ٢٦٧  
 نسبة سرعة الموجة ٤٥٥  
 نصف قطر التأثير ٢٩٠  
 النفاذية ٢٦٨  
 نماذج التخفيف لتصرفات أفرع النهر ٢٦٣  
 النماذج الهيدرولوجية ١١٦  
 النماذج الهيدروليكية ٢٥٩  
 نماذج تحديد وتحديد المنحنيات المائية  
 لانسحاب العاصفة ١١٦  
 نماذج جودة مياه المجارى المائية المحسنة

- نموذج نظام تشكيل التساقط-الجريان  
السطحي ١١٨
- ➔
- الهدارات ذات المصطبة الحادة ١٥٦  
الهدارات ذات المصطبة العريضة ١٥٦  
هندسة مصادر المياه ١  
هيدروليكا الأنابيب متعددة الفتحات  
(الرداذة) ٢٢٨  
هيدروليكا الرذاذات ٢٤٦  
هيدروليكا الهدارات والمفايض ١٥٦
- ①
- وحدة الأوزان الظاهرية الجافة للأوساط  
المسامية ٢٦٩  
وحدة الوزن الرطبة للتربة ٢٦٧  
وحدة الوزن الظاهرية الجافة للتربة ٢٦٧  
وحدة الوزن المغمورة لحبيبات التربة ٢٦٨  
وحدة أوزان الجزيئات ٢٦٩  
وحدة وزن حبيبات التربة ٢٦٧  
وصف البدائل والأهمية لمعيار التقييم ٥٥٨
- نموذج بناء تدفق المجرى المائي وتنظيم  
الخزان ١١٩  
نموذج تحليل تكرار تدفق الفيضان ١٢٠  
نموذج تحليل نظام الخزان للمحافظة  
ومحاكاة نموذج لمراقبة الفيضان ونظم  
المحافظة ١٢٠  
نموذج تصدع السد ٢٦٠  
نموذج تقييم عداد التعريض متعدد  
الأوساط ٣٨١  
نموذج جودة المياه في حالة أنظمة النهر-  
حوض السد ٢٦٣  
نموذج حزمة المنحنى المائي للفيضان ١١٦  
نموذج شفرة تحديد مساحة حماية ضاغط  
البئر ٣٨١  
نموذج محاكاة تدفق المجرى المائي  
الشهري ١١٩  
نموذج منطقة الخلط الهيدروديناميكية ٢٦٢  
نموذج نظام التشكيل الهيدرولوجي ١١٧  
نموذج نظام التنبؤ بالأحوال الجوية للنهر  
١١٨  
نموذج نظام تحليل النهر ٢٦٠



## نبذة عن المؤلف

الأستاذ الدكتور عبدالرحمن علي العذبة  
أستاذ هندسة نظم المياه والري - قسم الهندسة الزراعية  
كلية علوم الأغذية والزراعة - جامعة الملك سعود، الرياض  
<http://faculty.ksu.edu.sa/alazba>

- من مواليد ١٣٨١هـ بقرية آل ماشي، محافظة أحدرفيذة، منطقة عسير. التحق عام ١٤٠٠هـ بجامعة الملك سعود، كلية علوم الأغذية والزراعة، قسم الهندسة الزراعية، وبعد التخرج عين معيدا بالقسم في جمادى الأولى عام ١٤٠٥هـ (١٩٨٥م).
- ابتعث الى الولايات المتحدة الأمريكية للحصول على الماجستير والدكتوراة، حيث اكمل مرحلة اللغة الانجليزية بجامعة ولاية أوهايو، كولومبس، أوهايو، ١٤٠٧هـ (١٩٨٥م).
- حصل على الماجستير في الهندسة الزراعية من قسم الهندسة الزراعية والكيميائية بكلية الهندسة، جامعة ولاية كولورادو، ١٤١٠هـ (١٩٨٩م).
- حصل على الدكتوراه في هندسة الري، تخصص رئيس، ومصادر المياه (ادارة وهيدروليكا)، تخصص رديف من قسم هندسة الموارد الطبيعية والزراعية بكلية الهندسة والمعادن، جامعة اريزونا، ١٤١٤هـ (١٩٩٤م).
- اهتماماته البحثية في مجال المياه والري مرتبطة بتقدير الطلب على مياه الري في المملكة، وتحسين طرق تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل، وإدارة مياه الري، وترشيد المياه ورفع كفاءة استخدامها في الري على النحو الأمثل، وحصاد المياه واستغلال مياه الأمطار في الري، والري الناقص وتطبيقاته في المملكة. نشر العديد من الابحاث في النمذجة والبرمجة، والأمثلية واستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ونظم القرار المساند.

- أستاذ هندسة نظم المياه والري والمشرف على كرسي الشيخ محمد بن حسين العمودي لأبحاث المياه، وترأس قسم الهندسة الزراعية بجامعة الملك سعود، وشارك في عضوية كثير من اللجان، ومنها اللجنة الوطنية لترشيد مياه الري، وخبير إيفاد الداخلي في مشروع تطوير سهول تامة ومناطق جازان لدراسة المياه وشبكات الري، وشارك في اللجنة السعودية-اليابانية لدراسة الموت القمي في منطقة عسير (مجموعة المياه والأرصاء المناخية)، وعضو اللجنة الفرعية للمياه والري بالغرفة التجارية بالرياض، عضو فريق دراسة وضع الري في المملكة العربية السعودية، وعضو مبادرة ترشيد استخدام المياه في الري بصندوق التنمية الزراعية.
- عضو جمعية المهندسين المدنيين الأمريكية، وجمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية، وجمعية المهندسين الزراعيين الآسيوية، والجمعية السعودية للعلوم الزراعية، وعضو مؤسس في جامعة أهلية، وعضو مؤسس في جمعية القمح السعودية، وعضو في جمعية حماية المستهلك. وعضو اللجنة العليا الإشرافية للبوابة الإلكترونية بجامعة الملك سعود، ومستشار فريق تقنية المعلومات والبوابة الإلكترونية لكلية علوم الأغذية والزراعة.
- مستشار غير متفرع بوزارة التعليم العالي ووكالة جامعة الملك سعود للثئون الأكاديمية، ومستشار متعاون مع شركات زراعية لترشيد المياه والطاقة ونشر ثقافة وتطبيق إدارة مياه الري في المملكة العربية السعودية.
- أشرف على رسائل ماجستير وممتحن خارجي لرسائل الدكتوراه.
- ألف كتاب ميكانيكا الموضع التطبيقية، وترجم مع آخرون كتاب تصميم نظم الري "المنظور الهندسي".
- له محاولات جادة في تفعيل وتطبيق إدارة المياه والري في المملكة، ومن خلال تجاربه في ذلك تبين أن التحدي كبير ويحتاج إلى بذل الكثير من الجهد والتضحية.