ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/306635812

Groundwater Quality Protection حماية نوعية المياه الجوفية تعريف الإستراتيجية وتحديد الأولويات

Chapter · August 2011

CITATIONS
0

READS
1,866

7 authors, including:

Stephen Foster
University College London
186 PUBLICATIONS **2,235** CITATIONS
SEE PROFILE

Hector Garduno
Independent Researcher
61 PUBLICATIONS **274** CITATIONS
SEE PROFILE

Karin Kemper
World Bank
55 PUBLICATIONS **242** CITATIONS
SEE PROFILE

Kamal Ghodeif
Suez Canal University
34 PUBLICATIONS **27** CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

The World Bank Project: Integrated river basin management and the principle of managing water at the lowest appropriate level: when and why does it (not) work in practice? View project

All content following this page was uploaded by Kamal Ghodeif on 25 August 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

الإدارة المستدامة للمياه الجوفية
المفاهيم والأدوات

سلسلة المذكرات الموجزة المذكرة 8

حماية نوعية المياه الجوفية
تعريف الإستراتيجية وتحديد الأولويات

2006-2002

المؤلفون (GW•MATE Core Group)
Stephen Foster[1] Héctor Garduño[2] Karin Kemper Albert Tuinhof Marcella Nanni Charles Dumars
([1]lead author [2]main supporting author)
"الترجمة إلي العربية: د/ كمال عودة غديف - جامعة قناة السويس - مصر"

لماذا تستحق إمدادات المياه الجوفية الحماية؟

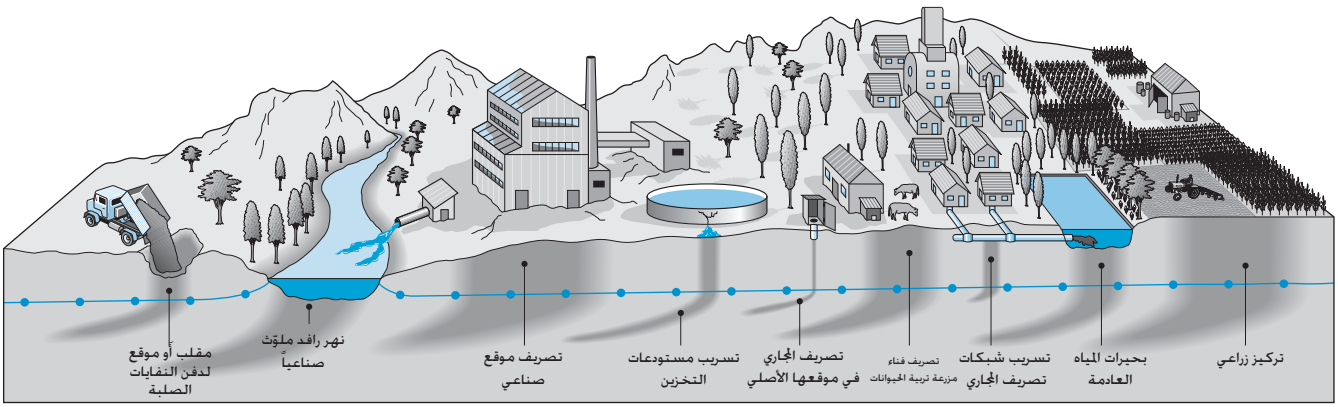
- تعتبر المياه الجوفية موردا طبيعيا حيويا للتزود الموثوق والاقتصادي بإمدادات المياه الصالحة للشرب في كل من البيئة الحضرية والريفية. وهكذا فهي تقوم بدور أساسي (لكنه غالباً مغبون حقه) لمصلحة الجنس البشري، كما هو الحال أيضا لبعض الأنظمة البيئية المائية والأرضية.

- يعد وجود مستوى عال ومستقر لنوعية الماء الخام شرطا هاما، لإمداد المياه البلدية، و الذي يمكن الوفاء به بشكل أفضل من قبل موارد المياه الجوفية المحمية. يجب أن تكون الاستعانة بعمليات المعالجة (ما عدا التطهير الوقائي) لإنجاز هذه الغاية هي الملاذ الأخير، بسبب التعقيد التقني والكلفة المالية، وعبء التشغيل الذي تفرضه مثل هذه العمليات.

- على أية حال، أيضاً كُل مصادر المياه الجوفية في الماضي كانت قد "تُركت للمُصادفة" على نحو واسع. وأيضاً كُل أولئك الذين يستغلون مثل هذه الموارد للتزود بإمدادات المياه الصالحة للشرب في أغلب الأحيان لم يتخذوا أي عمل لحماية نوعية الماء.

- تُواجه الخزانات الجوفية (تكاوين جيولوجية تحتوي على موارد مياه جوفية صالحة للاستعمال)، على مستوى العالم، تهديد متزايد من التلوث الناتج عن التعمير، التنمية الصناعية، الأنشطة الزراعية و مشاريع التعدين. وبالتالي فإنه من المطلوب القيام

شكل 1: أنشطة استعمال الأرض التي تحدث عموماً خطر تلوث المياه الجوفية



بحملات مؤيدة وإجراءات عملية لحماية النوعية الطبيعية (الممتازة عموماً) للمياه الجوفية على نحو واسع. ويُمكن أن تُبرّر هذه الأعمال بناء على كل من الاستدامة البيئية ومعايير المنفعة الاقتصادية.

- في بعض الحالات قد ينقضي العديد من السنين أو العقود قبل أن يُصبح تأثير حادثة تلوث بمُلوث دائم ظاهر تماماً في إمدادات المياه الجوفية المسحوبة من الآبار الأعمق. قد يؤدي هذا إلى عدم الانتباه لخطر التلوث. لكن النتيجة الحقيقية هي أنه بمجرد أن يصبح من الواضح أن نوعية المياه الجوفية ملوثة، تكون مساحات كبيرة من الخزان الجوفي قد شملها التلوث عادة. وهكذا فإن إجراءات التنظيف سيكونَ دائماً لها كلفة اقتصادية عالية وغالباً صعبة تقنياً.

كيف تصبح الخزانات الجوفية ملوثة؟

- يحدث التلوث للخزانات الجوفية إذا لم يتم السيطرة بشكل كاف على حمل المُلوث تحت السطح الناتج عن التصريفات والرشح بفعل البشر (من الأنشطة المدنية، الصناعية، الزراعية والتعدينية)، و (في مكونات محددة) يتخطى قدرة التخفيف الطبيعية للتربة وللطبقات الواقعة تحت مصدر التلوث (شكل1).
- تخفف قطاعات التربة السفلية الطبيعية بشكل فعلي الكثير من ملوثات الماء وقد اُعتبرت فعلاً مُنذ فترة طويلة فعّالة للتخلص الآمن من الفضلات الإنسانية والمياه العادمة المنزلية. الإزالة الطبيعية للملوثات في أثناء الانتقال تحت السطحي في نطاق التهوية (أو غير المشبع) هو نتيجة للتحلل الكيميائي-الحيوي والتفاعل الكيميائي، غير أن تأخر المُلوث (بسبب الإدمصاص على سطوح المعادن الطينية و/ أو المادة العضوية) له أيضاً أهمية، حيث إنه يُزيد كثيراً الوقت المتاح للعمليات التي تُؤدي إلى إزالة المُلوث.
- على أية حال، ليست كُل قطاعات التربة السفلية والطبقات التحتية تكون فعالة على حد سواء في تخفيف المُلوث. ينصبُ الاهتمام حول تلوث المياه الجوفية أولياً على ما نطلق عليه الخزانات الجوفية الحرة (غير المحصورة)، خصوصاً عندما يكون نطاق التهوية بها غير سميك والسطح الحر للمياه الجوفية ضحلا، غير أنه قد يظهر أيضاً حتى حيث تكون الخزانات الجوفية نصف محصورة، إذا ما كانت الطبقات الحابسة غير سميكة ومنفذة نسبياً.

جدول 1: ملوثات المياه الجوفية الشائعة ومصادر التلوث المرتبطة بها

مصدر تلوث	نوع الملوث
النشاط الزراعي	نترات؛ أمونيوم؛ مبيدات حشرية؛ كائنات حية برازية
تصريف المجاري في موقعها الأصلي	نترات؛ كائنات حية برازية؛ مقدار ضئيل من الهيدروكربونات الصناعية
محطات التزود بالبنزين وأماكن إيواء السيارات أو إصلاحها	البنزين؛ الهيدروكربونات الأروماتية الأخرى؛ فينولات؛ بعض الهيدروكربونات الهالوجينية
التخلص من النفايات الصلبة	أمونيوم؛ ملوحة؛ بعض الهيدروكربونات الهالوجينية؛ المعادن الثقيلة
الصناعات المعدنية	ثالث كلوريد الأثيلين؛ رابع كلوريد الأثيلين؛ الهيدروكربونات الهالوجينية الأخرى؛ المعادن الثقيلة؛ الفينولات؛ السيانيد
أعمال الطلاء والصقل	الكيل بنزين؛ رابع كلوريد الأثيلين؛ الهيدروكربونات الهالوجينية الأخرى؛ معادن؛ بعض الهيدروكربونات الأروماتية
الصناعة الخشبية	فينول خماسي الكلور؛ بعض الهيدروكربونات الأروماتية
التنظيف الجاف	ثالث كلوريد الأثيلين؛ رابع كلوريد الأثيلين
صناعة المبيدات الحشرية	هيدروكربونات هالوجينية متنوعة؛ فينول؛ زرنيخ
التخلص من أوحال مياه المجاري	نترات؛ هيدروكربونات هالوجينية متنوعة؛ رصاص؛ زنك
المدابغ الجلدية	معدن الكروم؛ هيدروكربونات هالوجينية متنوعة؛ فينول
استكشاف/استخراج الغاز والنفط	ملوحة (كلوريد صوديوم)؛ الهيدروكربونات الأروماتية
تعدين الفحم والخامات المعدنية	الحموضة؛ معادن ثقيلة متنوعة؛ حديد؛ كبريتات

- يُمكن تكوين فكرة عن الأنواع الأكثر شيوعاً من الأنشطة القادرة على إحداث خطر تلوث هام للمياه الجوفية من الجدول 1. من المُهم إدراك أن هذه الأنشطة تختلف على نحو واسع عن الأنشطة والمُركبات التي عموماً تُلوث المياه السطحيةً. و هذا نتيجة أن هناك عوامل مختلفة جداً تتحكم في سهولة تحرك وبقاء الملوثات تحت السطح. بسبب وجود مادة ترابط مكونات (النسيج الصخري) الخزان الجوفي ومعدلات التحلل البيولوجي الأبطأ بكثير (الناتجة عن المستويات المنخفضة للكربون العضوي. أعداد مجتمعات البكتيريا المنخفضة جداً والقيود على انتشار الأوكسجين).

- من المُهم أيضاً التشديد على أن ممارسات صناعية و زراعية معينة (وعلي عمليات تزايدية محددة ضمن مثل هذه الممارسات) في أغلب الأحيان تُقدم بشكل غير متكافئ تهديدات كبيرة لنوعية المياه الجوفية. لذلك فإن إجراءات مُركزة لضبط التلوث يُمكن أن تجلب منافع كبيرة بكُلفة بسيطة نسبياً.

كيف يمكن تقييم خطر تلوث المياه الجوفية؟

- تقديرات خطر تلوث المياه الجوفية مطلوبة من أجل توضيح ا الأعمال اللازمة لحماية نوعية المياه الجوفية. ويجب أن تُصبح مكونا أساسيا من الممارسة الأفضل بيئياً. إن التعريف المنطقي لخطر تلوث المياه الجوفية (جدول 2) هو التفاعل بين قابلية تعرض الخزان الجوفي للتلوث وحمل المُلوث الذي سيوضع أو قد وضع. في البيئة التحت سطحية كنتيجة للنشاط البشري على سطح الأرض. لتبني مثل هذا المخطط. يجب أن ندرك أننا قد يكون لدينا قابلية تعرض للتهديد عالية لكن لا خطر تلوث. بسبب غياب حمل مُلوث هام تحت السطح. علاوة على ذلك. فإنه قد يكون من الممكن ضبط حمل المُلوث أو تعديله. لكن قابلية تعرض الخزان الجوفي للتهديد ثابتة أساساً طبقاً للوضع الهيدروجيولوجي الطبيعي.

- قابلية تعرض الخزان الجوفي للتلوث. في الواقع. هي معكوس "قدرة استيعاب الجسم المائي المستقبل للمُلوث" في لغة إدارة نوعية مياه النهر. فقابلية التعرض يُمكن أن تُقيم من الخصائص الهيدروجيولوجية لنطاق التهوية أو للطبقات الحابسة (الحاصرة) الممتدة فوق الخزان الجوفي. إن وضع دليل رقمي لهذه الخصائص (شكل 2) سيسمح بعمل دليل عام لقابلية التعرض للتهديد الذي يمكن رسمه بسهولة في خريطة. يمكن تركيب نتائج دراسات (مسح) حمل المُلوث تحت السطحي المحتمل على مثل هذه الخرائط لتسهيل التقييم لمصدر خطر تلوث المياه الجوفية.

جدول 2: تعريف المصطلحات الشائعة المتعلقة بتلوث المياه الجوفية

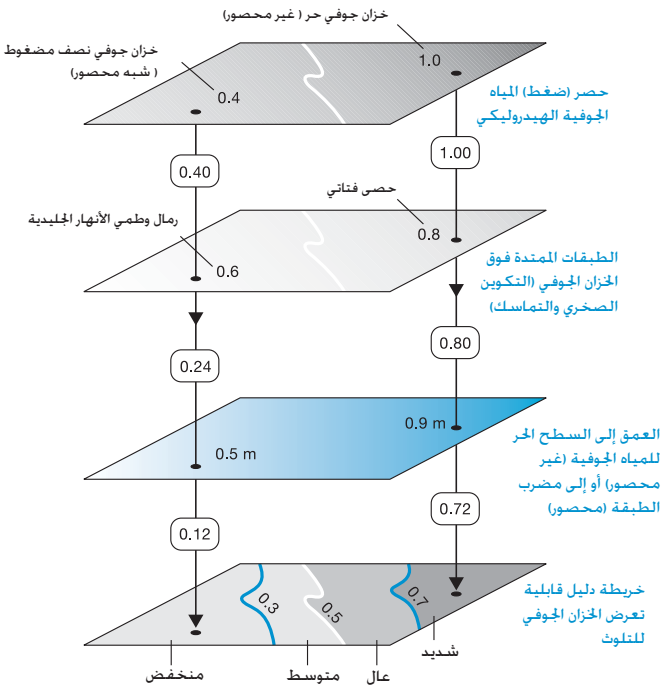
المصطلح	التعريف
قابلية تعرض الخزان الجوفي للتلوث	الحساسية للتلوث. محددة بالخصائص الداخلية الطبيعية للطبقات الجيولوجية التي تشكل الطبقات الحابسة أو نطاق التهوية للخزان الجوفي المعني
مصدر خطر تلوث المياه الجوفية	احتمالية أن الماء الجوفي في خزان جوفي سيصبح مُلوثا بتركيزات فوق معايير منظمة الصحة العالمية (WHO) لمياه الشرب عندما يتولد على سطح الأرض حمل ملوث تحت سطحي معين
خطورة (مخاطر) تلوث المياه الجوفية	التهديد المطروح من قبل هذا الخطر على صحة الإنسان بسبب تلوث مصدر إمداد مياه جوفية معين أو إلى نظام بيئي بسبب تلوث الصرف الطبيعي لخزان جوفي محدد

- ما إذا كان هذا الخطر سيؤدي إلى تهديد لمصدر إمداد مياه عام من عدمه سيعتمد أولياً على موقعه بالنسبة لمصادر المياه الجوفية (ونطق جريانها ومناطق تغذيتها)، وثانوياً على سهولة تحرك الملوث (الملوثات) المعنية ضمن نظام جريان المياه الجوفية المحلي. يجب عادة تعريف عدد من المناطق والنُطق (شكل 3)، باستعمال البيانات الهيدروجيولوجية حول نظام جريان المياه الجوفية المحلي. تتوفر نماذج تحليلية وعددية متعددة لتسهيل تصويرهم (تحديدهم) بدقة.

- ستتفاوت المقاييس التي يتم عندها إجراء المسح، والتخريط وتحاليل مُختلف المكونات المطلوبة لتقييم خطر تلوث المياه الجوفية، طبقاً للتركيز الرئيسي للعمل - حماية إمداد مياه أو حماية مورد الخزان الجوفي.

- تقديرات خطر تلوث المياه الجوفية يجب أن تحث السلطات البلدية أو المُنظمين البيئيين لاتخاذ كل من الأعمال الوقائية (لتجنب التلوث في المستقبل) والإجراءات التصحيحية (للسيطرة على تهديد التلوث الناتج عن الأنشطة الحالية والماضية).

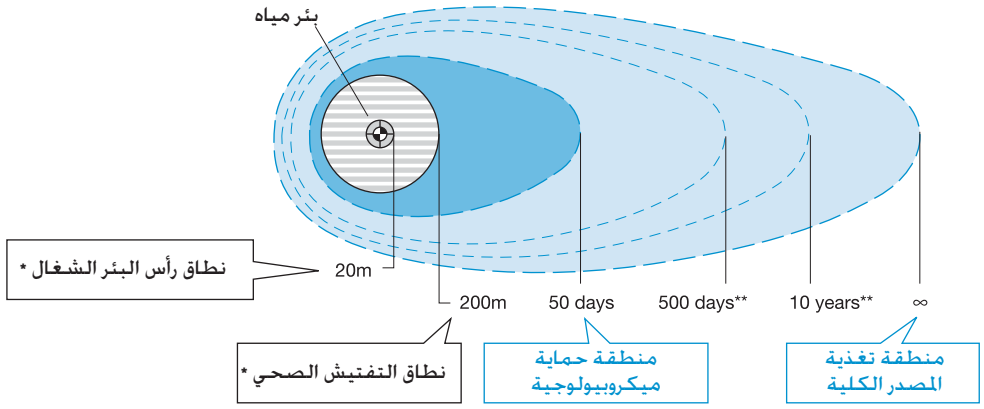
شكل 2: عمل خريطة قابلية تعرض الخزان الجوفي للتلوث باستعمال منهجية GOD التي تستند على الخصائص الهيدروجيولوجية لنطاق التهوية أو الطبقات الحابسة التي تعتلي الخزان الجوفي



ماذا تتضمن حماية المياه الجوفية من التلوث؟

- لحماية الخزانات الجوفية ضد التلوث من الضروري تقييد استخدام الأرض، وممارسات التخلص من النفايات الصلبة والسائلة. على أية حال، فإنه من الضروري عند التطبيق تعريف إستراتيجيات حماية المياه الجوفية التي تقبل بالمبادلات بين المصالح المتنافسة. وهكذا بدلاً من تطبيق ضوابط عامة على استخدام الأرض وصرف النفايات السائلة، فإنه في حين تعريف مستوى السيطرة المطلوب لحماية نوعية المياه الجوفية سيكون من الأكثر ربحاً (وأقل ضرراً للتنمية الاقتصادية) أن نستفيد من قدرة تخفيف المُلوث الطبيعية للطبقات التي تعتلي الخزان الجوفي.
- يتطلب تأسيس نُطق حماية بسيطة ومتينة (مُستندة على قابلية تعرض الخزان الجوفي للتلوث والحدود الخارجية لحماية المصدر)، مع مصفوفات تشيرُ إلى نوعية الأنشطة الممكن ممارستها عند مُجازفة (مُخاطرة) مقبولة إلى المياه الجوفية. تقسيم نطق حماية المياه الجوفية لهُ أيضاً دور رئيسي في تحديد الأولويات لمراقبة نوعية المياه الجوفية، الفحص البيئي للمنشآت الصناعية، ضبط التلوث ضمن منظومة الإرشاد الزراعي، تحديد الأولويات لتنظيف الأرض الملوثة على نحو تاريخي، وفي التوعية العامة عموماً.كُل هذه الأنشطة تعد مكونات أساسية من أي إستراتيجية مستدامة لحماية نوعية المياه الجوفية.
- يتطلب وضع ميزان حساس بين حماية موارد المياه الجوفية (الخزانات الجوفية ككل) ومصادر معينة (ثقوب الحفر، آبار وينابيع). بينما كلا المنهجين لضبط تلوث المياه الجوفية يكمل بعضهما بعضا، فإن وضع التأكيد على واحد أو آخر (في منطقة مُعينة) سيعتمد على حالة تنمية المورد وعلى الظروف الهيدروجيولوجية السائدة.
- إذا ما تضمن استخدام المياه للشرب جزءاً بسيطا فقط من مورد المياه الجوفية المتاح، فإنه قد لا يكون من المربح اقتصاديا حماية كل أجزاء الخزان الجوفي بالدرجة نفسها. ومن ثم فإن الإستراتيجيات الموجهة لحماية المصدر ستكون ملائمة، والعمل بمقاييس رسم في المدى من 1:100,000 إلى 1:25,000 وأيضاً:
  - تحديد مناطق حماية مصدر المياه الجوفية (التغذية المباشرة) والحدود الخارجية لزمن التدفق

شكل 3: مخطط مثالي للنطق الصحية السطحية والحدود الخارجية لجريان المياه الجوفية لحماية بئر مياه في خزان جوفي غير محصور



* منطقة نصف قطر ثابتة تجريبية
** الحدود الخارجية لمتوسط زمن الجريان أحياناً تستعمل

- تقييم قابلية تعرض الخزان الجوفي للتلوث وحمل المُلوث تحت السطح في المناطق المُعرفة على النحو المشار إليه.

هذه المعالجة تناسب بشكل أفضل الخزانات الجوفية غير المتماسكة والمتجانسة نسبياً، والمستغلة فقط بواسطة عدد صغير من آبار تزويد المياه البلدية ذات الإنتاجية العالية مع أنظمة ضخ مستقرة. ولا يُمكن تطبيق هذه المعالجة بسهولة حيث يوجد عدد كبير جداً ومتزايد بسرعة من السحب الفردي، الذي يجعل اعتبار المصادر الفردية وتأسيس مناطق ثابتة حولها أمرا غير واقعي.

- الإستراتيجيات الموجهة لحماية الخزان الجوفي أكثر قابلية للتطبيق بشكل عام، حيث إنها تسعى لتحقيق درجة من الحماية لكامل مورد المياه الجوفية ولكل مستخدمي المياه الجوفية. تتضمن هذه الإستراتيجيات تخريط قابلية تعرض الخزان الجوفي للتلوث على مناطق أكثر اتساعاً (تحتوي على واحد أو أكثر من الخزانات الجوفية الهامة) والعمل بمقياس رسم 1:100,000، أو أكبر إذا ما كان الاهتمام محدودا على المعلومات العامة وأغراض التخطيط. مثل هذا التخريط عادة ما يليه مسح لحمل المُلوث تحت السطح بمقياس رسم أكثر تفصيلاً، على الأقل في المناطق الأكثر قابلية للتعرض للتهديد.

من يجب أن يُشجع على حماية المياه الجوفية من التلوث؟

- المسؤولية المطلقة لحماية المياه الجوفية من التلوث يجب أن تقع على عاتق الوكالة ذات الصلة من الحكومة الوطنية أو المحلية. لكن بشرط أن تتوافق مسؤوليتهم بوجود مجموعة مبادئ (رموز) للممارسة الهندسة السليمة. ويُوجد أيضاً إلزام على شركات خدمات المياه أن تكون مُناصرة لمباشرة (أو تشجيع) تقديرات خطر التلوث لكُل مصادر مياههم الجوفية.
- لقد أصدرت GW-MATE دليلا تقنيا لاختصاصيي المياه الجوفية المهنيين، والمهندسين البيئيين والعلماء، الذين يُدعون لعمل تقديرات خطر تلوث المياه الجوفية لمرافق خدمات المياه، ولتطوير إستراتيجيات الحماية من التلوث للوكالات البيئية والسلطات البلدية (متضمناً أولئك المُهتمين بتخطيط استعمال الأرض، وضوابط التخلص الآمن من النفايات السائلة والصلبة).
- إن إجراء التقييم المقترح يعد مُكملا للأعمال الأخرى الخاصة بدراسة وتقييم وإدارة المياه الجوفية. فهو مُصمم لكي يُتخذ بسرعة نسبياً، ولاستعمال البيانات التي قد جُمعت مُسبقاً لأغراض أخرى أو تلك التي يُمكن أن تُجمع بسهولة على مستوى الحقل. باتباع المنهجية المقدمة، فإنه قد يكون من الممكن لفريق ملائم أن يُكمل تقدير خطر تلوث مورد المياه الجوفية ومصدر التزود خلال فترة من 2 إلى 12 شهرا، اعتماداً على حجم ودرجة تعقيد المنطقة قيد النظر.

- الإجراءات المقدمة لتقدير خطر تلوث المياه الجوفية تمثل أداة فعالة لبدء إشراك أصحاب المصلحة المعنيين (متضمناً ذلك مصالح مستخدمي المياه ومُلوثي المياه الجوفية المحتملين). فهم يُوفرون أساسا سليما لكي تصل الاعتراضات العنيفة لمنظم مورد المياه لتنفيذ الإجراءات الضرورية للسيطرة على التلوث وحماية الخزان الجوفي. حتى حينما لا يوجد تشريع كاف أو وكالة لضبط التلوث، سيكون عادة من الممكن ممارسة الضغط على الحكومة المحلية أو السلطة البلدية لكي تتخذ إجراءً وقائيا تحت مرسوم في نطاق المصلحة العامة الأكبر للسكان المحليين.

قراءات إضافية

- Alley, W.M., ed. 1993. *Regional Groundwater Quality*. Van Nostrand Reinhold. New York, USA.
- Clarke, R., Lawrence, A. and Foster, S. 1996. *Groundwater—a Threatened Resource*. UNEP Environment Library 15.
- Foster, S., Chilton, J., Moench, M., Cardy, F. and Schiffler, M. 2000. *Groundwater in Rural Development: Facing the Challenges of Supply and Resource Sustainability*. World Bank Technical Paper 463. Washington, D.C., USA.
- Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M. and Paris, M. 2002. *Groundwater Quality Protection: a Guide for Water Utilities, Municipal Authorities and Environment Agencies*. World Bank Publication. Washington, D.C., USA.
- Foster, S., Lawrence, A. and Morris, B. 1997. *Groundwater in Urban Development: Assessing Management Needs and Formulating Policy Strategies*. World Bank Technical Paper 390. Washington, D.C., USA.
- Kovar, K. and Krasny, J. 1995. *Groundwater Quality: Remediation and Protection*. IAHS Publication 225, IAHS Press. Wallingford, UK.

ترتيبات النشر

هذه السلسلة من المذكرات الموجزة (GW•MATE) تصدر عن البنك الدولي بمقره في واشنطن العاصمة - الولايات المتحدة الأمريكية. وهي متاحة أيضاً في شكل إلكتروني على موقع البنك الدولي الخاص بالموارد المائية على شبكة الإنترنت (www.worldbank.org/gwmate) والموقع الإلكتروني للشراكة العالمية للمياه (www.gwpforum.org).

وتعبر النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المذكرة عن وجهة نظر المؤلفين الخالصة ويجب ألا تنسب على أي وجه إلى البنك الدولي أو أي من المنظمات التابعة له أو إلى أعضاء مجلس مديريه التنفيذيين أو البلدان التي يمثلونها.

تمويل الدعم والمساندة

يتم تمويل عمل الفريق الاستشاري لإدارة المياه الجوفية، وهو أحد مكونات برنامج الشراكة بين البنك الدولي وهولندا (BNWPP)، من موارد الصناديق الاستئمانية التي تتيحهما الحكومتان الهولندية والبريطانية.

View publication stats