إمدادات المياه وإدارتها

أدريان ماكدونالد

الفصل العاشر من كتاب

الجغرافيا التطبيقية : المبادئ والممارسة

أ. م. مانيون

ترجمة بتصرف

أ.د. مضر خليل عمر

مقدمة

الماء عنصر أساسي للحياة ، وهو عمومًا أكبر مُكوّن من الموارد التي يجب السعي جاهدًا للحصول عليها . الهواء الذي نحتاجه باستمرار، ولكنه ، في الوقت الحالي على الأقل ، متوفر في جميع المواقع . يختلف مفهوم إمدادات المياه وإدارتها باختلاف المجتمعات والعملاء والصناعات والموردين . لأغراض هذا التحليل ، يُقصد بإمدادات المياه إمدادات المياه للاستهلاك ، والتي تُقدم عبر نظام . عند صياغة هذا التعريف ، استبعدنا المياه المستخرجة من الأنهار والمياه الجوفية دون معالجة لاستخدامها من قِبل الناس والقطاع الصناعي . تتضمن إدارة إمدادات المياه ثلاثة متطلبات:

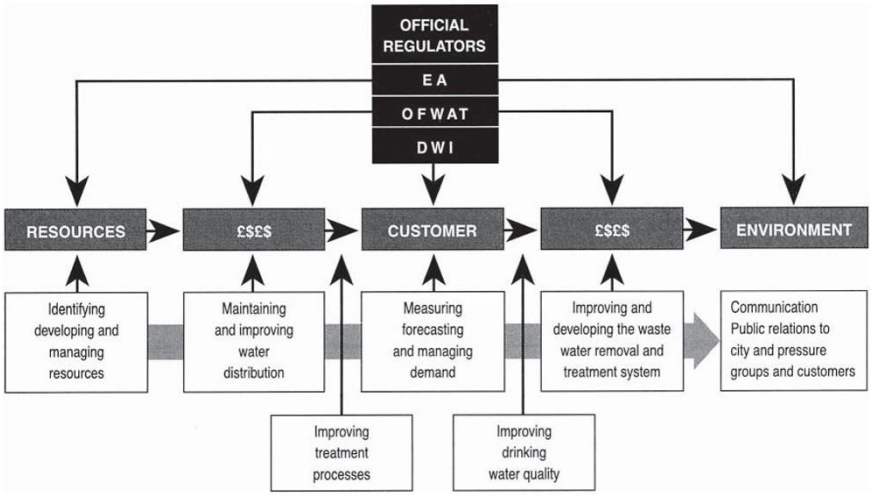
1- توفير كمية كافية من المياه في الوقت والمكان المطلوبين.

2- توفير مياه بجودة مناسبة.

3- توفير المياه بسعر مقبول للمستهلك والمورد.

يوضح الشكل 10.1 الهيكل المُصمم لنظام إمداد المياه، ويتضمن المتطلبات الثلاثة المذكورة أعلاه. لا يمكن فصل إمداد المياه عن قضايا جودة المياه . فهناك معايير جودة متأصلة وصارمة لمياه الشرب . بعد الاستخدام ، تُصرف مياه الشرب في نظام الصرف الصحي ، وبعد معالجتها تُنقل إلى البيئة الطبيعية . في كل مرحلة ، من تطوير الموارد إلى إعادة المخلفات السائلة إلى البيئة الطبيعية ، يخضع نظام الإمداد لمراقبة رسمية من قِبل جهات عدة ، والتي تظهر أيضًا في الشكل 10.1. في هذا القسم ، لا يُؤخذ في الحسبان جودة المياه البيئية ، ولكن تُعالج في أماكن أخرى ؛ ينظر الفصل 11.

Figure 10.1 Stylised operation of the water industry, the place of regulators and the main actions and therefore research areas in the system.



تطور هيكل قطاع المياه في المملكة المتحدة على مر السنين.

بشكل عام، يمكن اعتبار هذا التطور مقسمًا إلى أربع مراحل، وهي:

قبل عام 1850 تقريبًا

قبل عام ١٨٥٠، كانت إمدادات المياه في المملكة المتحدة محدودة النطاق ، حيث كانت المجتمعات المحلية تُزوَّد بالمياه من النهر أو البئر المحلي . استمر هذا الوضع لمدة ١٥٠٠ عام ، وضاعت أي دروس كان من الممكن استخلاصها من أنظمة إمدادات المياه الرومانية المتطورة نسبيًا على عاتق المجتمع الأصلي . اعتمد السكان القليلون والمتفرقون ، في الغالب ، على قدرات التنقية الطبيعية للبيئة الطبيعية . ومع تزايد التصنيع والتحضر، أصبحت إمدادات المياه المحلية في المدن أقل كفاية ، ووصلت الأمراض المنقولة بالمياه إلى مستويات وبائية (ماكدونالد وكاي ١٩٨٨).

1850 – 1947

كان الدافع الحقيقي للتغيير آنذاك هو انتشار الأمراض في المدن ، والتي ركزت استجابة الحكومة لها على الشعور الفيكتوري بالفخر المدني والاستقلال . طورت شركات المدن مشاريعها الخاصة بالمياه ، حيث تم تزويد كل مدينة بنظام خزاناتها الخاص بها بشكل مستقل عن تطوير الموارد في المدن المجاورة . تطلبت تطويرات الخزانات قانونًا برلمانيًا ، وتضمنت إنشاء خزانات إمداد وخزانات لتعويض مالكي المطاحن في المصب عن تغير ظروف المياه التي كانوا يتعرضون لها ، بصفتهم مالكين على ضفاف الأنهار . لأكثر من 100 عام ، ظل الوضع على حاله ، على الرغم من ازدياد حجم الخزانات وزيادة حجم مصايد المياه والقنوات المائية بشكل كبير . في جوهر الأمر ، كانت البلاد تتمتع بالمياه من خلال مجموعة من أنظمة استغلال الموارد المستقلة غير المترابطة ، من المصدر إلى المصرف .

اعتمد كل مصدر على أربعة خطوط دفاع ، تُعرف بمفهوم الحاجز المتعدد:

- حوض تجميع نقي؛
- تخزين طويل الأمد في خزان كبير؛
- ترشيح؛ و
- تطهير.

بالتأكيد ، تآكل خطا الدفاع الأولان على مر السنين مع تزايد الطلب على (1) الأراضي، (2) الوصول، (3) زيادة الرياضات المائية، و(4) الاستغلال التفضيلي لمياه المرتفعات الرخيصة . على الرغم من عدم تآكل خط الدفاع الأخير، إلا أنه تعرض لانتقادات متزايدة بسبب آثاره الجانبية الإشكالية . يُنتقد استخدام الكلورة لأنه يُنتج ثلاثي هالوميثان عند تطبيقه على المياه الغنية بالمواد العضوية والمشتقة من الخث من المرتفعات البريطانية . الكلورة مقبولة على نطاق واسع في المملكة المتحدة ولكنها غير شائعة في أوروبا . يُناقش ميتشل (1990) إنتاج المياه الغنية بالمواد العضوية ، وآثارها الإدارية في ميتشل وماكدونالد (1995) .

1974-1989

أدى القلق بشأن الهيكل المجزأ لصناعة المياه البريطانية ، التي كانت تضم مئات الموردين وآلاف وكالات إدارة النفايات ، إلى إنشاء هيئات المياه الإقليمية في إنجلترا وويلز. غطت عشر هيئات مياه البلاد ،

تسع في إنجلترا ، وهيئة مياه ويلزية أخرى . بقي شكل من أشكال النظام السابق في اسكتلندا وأيرلندا الشمالية ، بحيث اتسمت المملكة المتحدة خلال هذه الفترة بمناطق إدارية مختلفة . خططت هيئات المياه ونفذت إدارة المياه ومكافحة التلوث ، وإدارة الفيضانات ، والبيئة المائية . ورغم الإشادة العالمية بسلطات المياه كمثال على الإدارة المتكاملة للمياه القائمة على مستجمعات المياه ، إلا أنها عانت من مشكلتين كبيرتين : (1) قدرتها على جمع الأموال للاستثمار محدودة للغاية ؛ و(2) كان يُنظر إليها على أنها ذاتية التنظيم ، حيث كانت حارسًا للطرائد وصيادًا غير قانوني في المؤسسة نفسها .

بعد عام 1989

لحل المشكلتين المذكورتين أعلاه ، وتماشيًا مع أيديولوجيتها السياسية ، قامت حكومة المحافظين آنذاك بحل هيئات المياه ، وخصخصت وظيفتي الإمداد ومعالجة النفايات كشركات مياه عامة ، وفصلت الوظيفة التنظيمية من خلال إنشاء الهيئة الوطنية للأنهار . بدأت كلٌّ من الهيئة والشركات العامة المحدودة بالأساس المكاني والإداري نفسه ، ولكن ، تحديدًا منذ عام ١٩٩٤، طرأ عدد من التغييرات المهمة . أصبحت الهيئة الوطنية للتنظيم البيئي هيئة البيئة ، وتولت مسؤولية إدارة النفايات ومكافحة التلوث الصناعي المتكامل (الذي كان يُعرف سابقًا بتلوث الهواء) . دُمجت مناطق الهيئة الوطنية للتنظيم البيئي لتقليص مناطقها العشر إلى ثماني مناطق تابعة للهيئة البيئية . وشهدت شركات المياه العامة المحدودة عمليات اندماج (استحواذ) مع شركات مياه أخرى (شركة نورثمبريا للمياه المملوكة لشركة ليونيز دي أو)، أو اندماجات مع مرافق أخرى غير المياه داخل المنطقة (شركة يونايتد يوتيليتيز للكهرباء والمياه في الشمال الغربي) أو خارجها (شركة سكوتيش باور المملوكة لشركة ساوثرن ووتر) .

يواجه قطاع المياه تحديات بحثية مرتبطة بكل عنصر في الشكل 10.1، وهي :

- قياس الطلب وإدارته والتنبؤ به ؛
- تحديد الموارد وتطويرها وإدارتها ؛
- تحسين عملية المعالجة والتحكم فيها وإدارتها ؛
- الحفاظ على توزيع المياه وتحسينه؛
- الحفاظ على جودة مياه الشرب وتحسينها؛
- تحسين وتطوير نظام إزالة ومعالجة مياه الصرف الصحي.

ولكن ربما الأهم من ذلك ، يتعين على القطاع التغلب على جميع التحديات مع الحفاظ على ثقة العملاء والمساهمين ، وتحقيق النجاح على جميع هذه الجبهات ، ليس بشكل فردي ، بل كاستجابة متكاملة لنظام مترابط .

درس هيرينجتون (1996) تأثير تغير المناخ على الطلب على المياه ، و نظر كلارك وآخرون (1997) ولايكمان وآخرون (1995) في تقنيات جديدة للتنبؤ بالطلب وإدارة الموارد ، على التوالي . تُشكل مشاكل استمرار تقلب المناخ (ويجلي وجونز 1987) تحديات تخطيطية جديدة لقطاع المياه ، نظرًا لصعوبة التخطيط لقاعدة متغيرة وأقل قابلية للتنبؤ على ما يبدو، وهو ما تُقر به هيئة مراقبة المياه .(Ofwat) وقد وُضِعَت الضوابط الاقتصادية ، التي ربما تكون أكثر استجابةً للنقص ، في دراسة(1996) Ofwat ، ولكنها مُربكة بسبب قضية التسرب ، التي لا تُستجيب اقتصاديًا وتُعاني من حساسية سياسية (لامبرت 1994).

عملية التحكم

تُعدّ العملية مجال عمل المهندس الكيميائي ، وإن لم تعد كذلك فحسب . تُحوَّل المياه الخام ، سواءً كانت عالية الجودة أو منخفضة الجودة ، من خلال سلسلة من العمليات الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية ، إلى مياه صالحة للشرب . ويعتمد اختيار العمليات على جودة المياه الخام (البيئية) . وهنا تكمن فرصة بحثية رئيسية . تتطلب الصناعة أساليب للتقييم السريع للخصائص النموذجية والمتطرفة المحتملة للمياه المُصرَّفة من مستجمعات المياه التي قد ترغب في استخدامها للإمداد بعد المعالجة . وهناك أمثلة في العديد من مناطق البلاد على استراتيجيات وعمليات معالجة سيئة التصميم فشلت في تحقيق جودة مياه الشرب المتوقعة بسبب جودة المياه الخام لم تتمتع بالخصائص المتوقعة.

ضمن العملية ، يجب مراقبة جميع المعايير الحرجة باستخدام أدوات موثوقة وجيدة التصميم وسهلة الصيانة . ستسمح البيانات المستمدة من أنظمة المراقبة هذه ، عند تحليلها بشكل صحيح ، بتعديل العملية وإدارتها ودعم اتخاذ القرارات ، بحيث يمكن تقديم مستويات الخدمة المتوقعة بتكلفة معقولة ، مع تقليل مخاطر الفشل للعملاء والمساهمين والجهات التنظيمية إلى أدنى حد . سيستفيد هذا المجال من الصناعة ، الذي يعتمد على تقنيات الاتصالات والمراقبة عن بُعد ، بشكل كبير من الفهم المشترك للمشاكل الشائعة .

يتطلب جمع البيانات بطريقة تسمح بتكاملها الفعال وضع بروتوكولات ومعايير لجمع البيانات وتجميعها ونقلها . يتطلب الأمر أيضًا تغيير نهج الباحثين الجامعيين ، والابتعاد عن تجمعات الباحثين ذوي التفكير المماثل (مثل العديد من علماء المياه من مؤسسات مختلفة) إلى تجمعات مبتكرة و"غير طبيعية" (مهندس مياه ، مهندس إلكترونيات ، عالم نفس ، عالم هيدرولوجيا المياه الجوفية ، عالم آثار، ومحلل نظام تحديد المواقع العالمي) ، وذلك على سبيل المثال ، إذا ما تم تطوير رادار اختراق الأرض (GPR) لتتبع التسربات في قطاع المياه بفعالية.

أنظمة التوزيع

يربط نظام التوزيع العميل بمحطات المعالجة من خلال هيكل يتكون من شبكة أنابيب شجرية تضم خزانات خدمة . يجب أن يوفر النظام ، بكفاءة ، إمدادات مياه موثوقة وآمنة بكمية وجودة وتدفق وضغط مناسبين . في المملكة المتحدة ، يتجاوز عمر العديد من هذه الأنظمة 100 عام . وقد أُضيفت استجابةً للنمو الحضري ، وليس كتوسعات هندسية مخططة . ويمثل كل من عمر وطبيعة التطوير تحديات خطيرة لمدير المياه . تخرج المياه من محطات المعالجة بجودة تقارب الجودة الصيدلانية . وتتلوث عندما تتضرر سلامة النظام نتيجةً للتسرب ، أو الإصلاحات ، أو الأنابيب العمودية ، أو السحب العكسي . وحتى عندما تبقى الأنابيب سليمة ، فإن النهايات المسدودة تؤدي إلى تحلل الكلور ، وركوده ، وترسيبه . تتسرب مواد التبطين من الشبكة الرئيسية ومن أنابيب التزويد الرصاصية . هناك حاجة إلى إجراء بحوث حول التحسينات التقنية والإجرائية لتجديد الأنابيب واستخدامها للحد من دخول الملوثات ، وكذلك حول تحديد العوامل البيئية (العمر، والتربة ، والتضاريس) التي تؤثر على فشل الأنابيب .

توفر التقنيات الجيوفيزيائية ، مثل رادار اختراق الأرض (GPR)، تقنيات فعّالة لتحديد مواقع الأنابيب ومناطق التسرب ، خاصةً بالنسبة للأنابيب غير المعدنية العميقة ، حيث تكون أدوات الربط أقل فعالية . تخضع معدلات الضغوط والكمية والتدفق (PQF) لمعايير يضعها المدير العام لهيئة المياه والكهرباء (OFWAT) ، ولكنها كانت موضع اهتمام سياسي مكثف ، إذ يُزعم أن خفض الضغط يُستخدم كأداة لتحقيق تخفيضات التسرب المطلوبة من الحكومة . يجب أن تكون PQF كافية ليس فقط لمواجهة ذروة الطلب ،

ولكن أيضًا لمواجهة الانقطاعات المخطط لها وغير المخطط لها (أعطال التيار الكهربائي) ومتطلبات مكافحة الحرائق الاستثنائية . وهذا يُتيح فرصًا لإدارة الشبكة ونمذجة معلوماتها ومحاكاتها ، بالإضافة إلى تحسين التخطيط للطوارئ للتعامل مع إمدادات الطوارئ في حالة حدوث عطل .

يُعد التسرب السمة الأكثر شيوعًا لأنظمة التوزيع . يحدث التسرب على نوعين : (1) تسرب خلفي ثابت ، ويعود ذلك أساسًا إلى ضعف التوصيلات والتآكل؛ و(2) أعطال متقطعة بسبب حركة الأرض ، والتي غالبًا ما تكون ناجمة عن الطقس وحركة المرور، وأضرار من جهات خارجية ، من شركات أخرى تمتلك أو تُركّب أصولًا تحت الأرض ، مثل كابل التلفزيون . عمليًا ، هناك تدرج بين هذين النوعين . تُعد الانفجارات ، خاصةً إذا لم يلاحظها الجمهور وبحجم لا يتعارض مع إمداد منطقة ما ، جزءًا من الخلفية .

أصبح التسرب قضية سياسية ، وقد حددت الحكومة أهدافًا للتسرب كجزء من "فريق عمل المياه" التابع لجون بريسكوت (ينظر الجدول 10.1). جميع الأنظمة تُسرب (على سبيل المثال ، المدارس بها طلاب متغيبون عن الدراسة ، وتُفقد الكهرباء كحرارة أثناء النقل) ، وهذا مقبول في معظم الحالات . إن تحديد أهداف الحد من التسربات المطلقة كاستجابة سياسية لانتقادات قطاع المياه يتعارض بشكل غريب مع السياسة المستمدة من هيئة المياه (Ofwat) لتحديد مستوى اقتصادي للتسرب ، حيث تختلف المستويات المطلقة وفقًا لتكاليف إمدادات المياه وإصلاح التسربات .

Table 10.1 Water management priorities. Largely in response to the drought of 1995–6 but exacerbated by a series of public relations failures by the water companies, John Prescott, the deputy prime minister, chaired a task force, which established these priorities, 1997.

- Mandatory leakage targets
- Free leak detection and repairs by water companies
- Statutory duty to conserve water
- Companies to promote better usage in the home, and offer free efficiency audits
- Review of the charging systems and implications of introducing more domestic metering
- Compensation payments to customers affected by the drought
- Companies reveal performance and financial information
- Encouraging 'best practice' programmes for industry and agriculture
- Review of environmentally damaging licences permitting water companies to abstract water from rivers and boreholes
- Environment task force could be called in where companies persistently fail

يُمثل التسرب فرصةً للبحث في مسائل السياسة والتطبيق العملي:

- استبدال أو إصلاح
- تقنيات التجديد
- تحديد أولويات المنطقة
- تقنيات البحث والإصلاح
- التوصيف المكاني للتسرب
- التنبؤ بالتسرب
- تحليل التكلفة والعائد للتسرب.

لفترة من الوقت ، حرصت الشركات على التمييز بين تسربات الأنابيب التي تقع على عاتقها وتلك التي تخص العميل . واليوم ، تم دمج نهج الحد من التسرب مع تحسين جودة المياه ورضا العملاء . تقدم العديد من الشركات الآن لعملائها إصلاحات مجانية لمنشآتها ، كما تقوم باستبدال أنابيب الخدمة التي قد تتسرب أو تلوث

مياه الشرب من خلال ، على سبيل المثال ، الرصاص المذاب . توفر خزانات الخدمة إمدادًا محليًا من المياه المعالجة ، وتعمل على موازنة العرض والطلب ، وتوفير احتياطي طارئ من المياه .

كما أن لخزانات الخدمة خصائص سلبية ، فهي تسمح بتحلل الكلور؛ وهي بؤرة لنمو الميكروبات ؛ وتعمل كمفاعلات كيميائية لنواتج التطهير الثانوية ؛ وهي تسرب . ستسعى الإدارة إلى تقليل مدة بقاء الكلور من خلال زيادة معدل دورانه ؛ لضمان الدورة الداخلية ، ومراقبة مستويات الكلور ونواتج تحلل الكلور مثل ثلاثي هالوميثان . سيوفر الباحثون تقنيات وأنظمة لتحسين هذه الإدارة . ستتاح لعلماء الاجتماع والحاسوب فرصة المساهمة في معالجة المشكلة الأكثر إثارة للقلق : خطر التلوث المتعمد نتيجة أعمال التخريب أو الابتزاز أو الإرهاب . وقد أصبح تحليل المخاطر وتقييم مواطن الضعف لمعالجة هذه القضايا جزءًا لا يتجزأ من تخطيط الإدارة . أنظمة التوزيع أنظمة معقدة ومنظمة مكانيًا . ويتطلب تحسين أداء هذه الأصول وتحقيق معايير أداء صارمة في ظل قيود التكلفة الصارمة تحسين المراقبة ونقل البيانات والنمذجة والتواصل لتحديد اتجاهات الأداء والإشارة إلى المشاكل المحتملة وحساسيات الشبكة . كما يتيح ذلك تدريب موظفي التشغيل على تخطيط سيناريوهات "ماذا لو" . وقد نُسب الفضل إلى نماذج الشبكات هذه في نجاح شركة يوركشاير ووتر في توفير المياه دون انقطاع لجميع العملاء في ظل جفاف يحدث مرة واحدة كل 600 عام . إلا أنها لم تستطع معالجة إخفاقات العلاقات العامة في هذه الحالة .

الحفاظ على جودة مياه الشرب وتحسينها

منذ خصخصة قطاع المياه عام ١٩٨٩ وحتى جفاف عام ١٩٩٥، كانت جودة مياه الشرب والمياه البيئية على رأس أجندات السياسيين والعامة والشركات . وما تزال على رأس جدول الأعمال حتى اليوم . يجب أن تكون مياه الشرب "صحية" وصالحة للاستهلاك البشري . عمليًا ، تُفسر هذه الأهداف الإيجابية للغاية من خلال الجوانب السلبية :

(١) أن لا تحتوي المياه على أي مواد ضارة بالصحة العامة؛ و

(٢) ألا تتجاوز المعايير المحددة .

يرد في الجدول 10.2 أمثلة على المعايير والقيم الرئيسية المقررة.(PSVs) .

Table 10.2 Examples of the required standards of potable waters. The achievement of these standards is tested by sampling of tap water and the formal reporting of results to the Drinking Water Inspectorate. The standards do not apply in all circumstances. Derogations can be sought to exempt companies if local circumstances always cause failures naturally or if there is a time-limited specific agreement to resolve a problem.

Parameter	*Value*	*Units*
Colour	20	mg/l
Taste	3	Dilution number
Temperature	25	°C
Aluminium	200	mg/l
Turbidity	4	FTU
Faecal coliforms	0	*N*/100 ml
Lead	50	µg/l
Arsenic	50	µg/l
Cyanide	50	µg/l
PAHs	0.2	µg/l
Pesticides	0.1	µg/l
THMs	100	µg/l

تتميز مجموعة المعايير بنسب متفاوتة . فهي تتزايد في العدد وتصبح أكثر صرامة . وغالبًا ما تفتقر إلى أساس علمي ، ونادرًا ما يتم تناول أهمية عدم الامتثال (فهم العلاقة بين الجرعة والاستجابة) . في معظم الحالات ، يُدمج هامش أمان واسع في المعايير الفردية ضمنيًا للتعويض عن الزيادات في السمية المرتبطة

بتأثيرات العناصر الكلية . يتم تقييم جودة مياه الشرب من خلال تحليل عينات مياه عشوائية من المنازل التي تُقدم لها الخدمة . بينما تُراجع الشركات الفردية النتائج وفقًا للمعايير السائدة وتتخذ الإجراءات اللازمة عند الاقتضاء ، تُحال النتائج أيضًا إلى مفتشية مياه الشرب لتقييم الامتثال واتجاهاته . تنقسم تحديات البحث إلى نوعين : تحديات تتعلق بتركيبة معايير السلامة العامة ، وتحديات تتعلق بأخذ العينات وتفسير معايير السلامة العامة . في كلتا الحالتين ، يجب أن يكون الباحثون على دراية بحساسية موضوع البحث ونتائجه . يقترح الجدول 10.3 مجالات البحث الرئيسية.

Table 10.3 The prescribed standards and values which drinking water must achieve pose many general research themes and specific questions, some examples of which are suggested here.

Research area	*Research questions*	*Research examples*
Standards	New issues	Endocrine disrupters Plasticisers Algal toxins Viruses
	New parameters	Faecal streptococci Solvents Treatment polymers
	Standard changes	Standard validity Treatment developments for, say, lead and THMs Catchment based 'pre-treatment'
Sampling	Representative samples Timely and effective analysis	New techniques for rapid assay of bacterial and biological material
Interpretation	Statistical investigations	Permitted non compliance Validity of derogations Mean, median, percentiles basis
	Communication	Closed or open access to information
	Significance	Cost of compliance Cost–benefit balances Health gains GIS-based presentation and analysis

التنبؤ والتسعير

ازدادت أهمية التنبؤ واحتياجات البحث المرتبطة بهذه الممارسة في السنوات العشر الماضية . في ظل تزايد عدد السكان والطلب واستقرار المناخ ، يمكن افتراض أن احتياجات منطقة ما المياه لن تتغير بشكل كبير من سنة إلى أخرى . ستسود حاجة تطورية بطيئة للزيادة ، ويمكن تلبية هذه الزيادة بسهولة في نظام يعزز هامش أمان كبير لكمية المياه . اليوم ، على الرغم من استمرار الجدل حول الأسباب ، إلا أن قلة من الناس لا توافق على أن تغير المناخ يحدث بالفعل . شهدت السنوات الثلاثين الماضية أيضًا تغيرًا كبيرًا في العادات الشخصية والاقتصاد الوطني ، وكلاهما يؤثر على الطلب على المياه . لذا ، فإننا نعيش في زمن من التغيير ونتوقعه .

ربطت التغييرات في تمويل صناعة المياه التنبؤ الدقيق بخطط وأنظمة فرض الرسوم لشركات المياه . يتم تحديد السعر الذي يمكن للشركات فرضه على المياه من خلال مراجعة دورية تُجريها هيئة تنظيم قطاع المياه في Ofwat من وقت لآخر . يتعين على الشركات تقديم خطة عمل تتضمن بيانات (توقعات) حول الطلب المستقبلي على موارد المياه ومدى توفرها . لتحقيق خطط العمل في ظل توقعات الطلب والموارد ، تُقدم الشركات أيضًا إلى الهيئة خطة إدارة الأصول (AMP) . تحدد خطة إدارة الأصول التوسع والتجديد المطلوبين في الأصول الجوفية والسطحية لشركة المياه على مدار فترة خطة العمل . يتطلب هذا التوسع وتجديد رأس المال ، ويتم تقديم خطة نفقات رأسمالية (CAPEX)، بالإضافة إلى خطط نفقات تشغيلية (OPEX)، إلى Ofwat .

ستكون هذه المجموعة من التوقعات ، إذا صدقتها الهيئة ، عاملاً رئيسيًا في تحديد معامل K ، وهو مبلغ ، مُعدل بمؤشر أسعار التجزئة ، يمكن للشركة أن تفرضه على عملائها مقابل الخدمة المقدمة . من الواضح أن الخطط ينبغي عدها مقترحات افتتاحية في لعبة تفاوض ، ولكن دور التوقعات لكلا الطرفين بالغ الأهمية . فالأخطاء في أي من الاتجاهين ستضر، من جهة ، بالربحية على حساب المساهمين ومستويات خدمة العملاء ، ومن جهة أخرى ، ستضر بسلطة الجهة المنظمة وستشجع على فرض أسعار زائدة على العميل . تُحدد الأسعار لمدة عشر سنوات ، ولكن تُراجع بعد خمس سنوات . المراجعة التالية ستكون في عام ١٩٩٩. ستكون هذه مراجعة أكثر تعقيدًا وتطورًا ، حيث تتعلم الجهة المنظمة من التجارب السابقة.

المكونات (المُشار إليها في رسائل مفتوحة إلى القطاع كإجراءات يعتزم المدير العام القيام بها) موضحة في الجدول 10.4. يشير عامل K إلى "سلة من السلع والخدمات" ، على سبيل المثال معالجة مياه الصرف الصحي ، وإدارة الصرف الصحي ، وإمدادات المياه المنزلية والتجارية . وقد سُمح لشركات المياه بتحديد السعر الذي ترغب فيه لكل بند في السلة طالما أنها تلتزم بقيمة K الإجمالية . تُشجع هيئة تنظيم المياه (Ofwat) الشركات على تطبيق متوازن لمعامل K. ويتمثل الشرط الوحيد الحالي في أن يُفرض على العميل غير المُقاس الذي يستخدم "متوسط" كمية المياه ، من خلال التعرفة غير المُقاسة ، نفس الرسوم التي يُفرضها العميل المُقاس الذي يستخدم تلك الكمية المتوسطة من المياه . ومن المتوقع فرض المزيد من قيود التكافؤ على جميع السلع . ومن المتوقع أن تسترد شركات المياه التكاليف . وبالتالي ، لا يمكن أن يكون هناك "قادة خسائر" في هذه الصناعة . ولذلك ، فقد أدى توجيه معالجة مياه الصرف الصحي الحضرية إلى ارتفاع قيم K لمعالجة مياه الصرف الصحي مقارنةً بإمدادات المياه . وهذا يؤثر على العدد الكبير من الشركات الصغيرة التي تعتمد على المياه فقط .

Table 10.4 The probable components of 'K' to be employed in periodic review 3 in 1999.

Component	*Effect*
X	Expected efficiency in the future
Q	Investment to improve 'quality of service'
Po	Delivery of efficiency gains
S	Supplementary investment in customer interest
V	Increased security of supply

ومن المؤكد أن المستقبل سيكون أكثر صعوبة من الناحية المالية على قطاع المياه . ولن يُسمح بتحميل التكاليف الإضافية لضريبة الأرباح غير المتوقعة ، المُعلن عنها في ميزانية عام 1997، على العملاء . علاوة على ذلك ، تعتقد هيئة المياه أن قطاع المياه قلل من تقدير "مكاسب الكفاءة" التي يمكن تحقيقها بموجب برنامج AMP2 في عام 1994، وأن حدود الأسعار المقابلة المحددة بموجب برنامج AMP2 كانت سخية للغاية . وبالتالي ، تقترح هيئة المياه خفضًا لمرة واحدة في معامل K لعام 2000. وبينما تشجع هيئة المياه على الضغط على K ، فإن هيئة البيئة تضغط عليها لزيادة K (أو على الأقل خفضه بشكل طفيف) لضمان تمويل المشروع . متاحة لمعالجة القضايا البيئية مثل توجيه المحار، وتوجيه جودة مياه الاستحمام ، وتوجيه معالجة مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية، وأهداف جودة المياه القانونية . من أهم التوقعات المطلوبة الطلب المحتمل على المياه . ويتعقد الأمر بسبب التفسيرات المختلفة للطلب من قِبل قطاعات مختلفة

من صناعة المياه . وبعبارة بسيطة ، ربما بحتة ، فإن صناعة المياه لم تبدأ إلا مؤخرًا وبشكل غير كامل في التمييز بين العرض والطلب . أما الطلب الحقيقي على المياه ، أي استخدام المياه من قِبل الأفراد والقطاعات الصناعية بطريقة تستجيب إلى حد ما للسعر، فهو تعريف الطلب الذي تستخدمه قطاعات الصناعة التي تتعامل مع هياكل التسعير وسياسة التعريفات والوظائف المماثلة .

من ناحية أخرى ، يشير مهندسو الموارد إلى "الطلب على المصادر" أو "الطلب على الأعمال" ، أي العرض . بالإضافة إلى الطلبات الحساسة للسعر للأفراد والشركات ، هناك سلسلة من استخدامات المياه الأخرى ، بعضها قد... تكون متقطعة للغاية . وقد تم تحديدها في الجدول 10.5. عند وضع توقعات الطلب على المكون الرئيسي لاستخدام المياه ، وهو الطلب المنزلي ، طلبت الهيئة التنظيمية من الشركات التعبير عن الطلب كطلب على المياه لكل شخص ، والذي يشار إليه عادةً باسم pcc (استهلاك الفرد) من قِبل قطاع المياه ، وهنا يكمن تعقيد غير ضروري ذي أهمية جغرافية ملحوظة . يتم توفير المياه للأسر، والفواتير للأسر، ويتعامل التعداد مع الأسر، وأي بيانات مُستشعرة عن بُعد تُنسب إلى الأسر وليس إلى الأفراد . لم نرصد قط فردًا ممثلًا بفعالية ، وربما لن نفعل ذلك أبدًا . لذلك ، هناك مجموعة كبيرة من الأبحاث مُخصصة لربط الخبرة الجغرافية في معالجة معلومات التعداد المتعلقة بالتركيب الفردي للأسر باستخدام المياه لهذه الأسر . يعتمد هذا العمل على المحاكاة الدقيقة ، وقد تم الإبلاغ عنه في كلارك وآخرون، 1997.

Table 10.5 Components and possible amplitudes of true and resource demand.

Component	*Nature of resource*	*Amplitude*
Metered domestic demand	True demand	Daily/Weekly
Unmetered domestic demand	True demand	Daily/Weekly
Industrial demand	True demand	Daily/Annual
Leakage	Resource demand	Seasonal/Intermittent
Fire-fighting	Resource demand	Highly Intermittent
Illegal use	Resource demand	Daily/Annual
Meter misreading	Resource demand	Systematic

يتم قياس الطلب غير المقيس بطريقتين أساسيتين : بمقاييس المساحة ؛ ومن خلال أجهزة رصد الاستهلاك المنزلي . كلاهما يُلزم مدير المياه بمواجهة تنوع وتعقيد التركيبة السكانية والصناعية والحضرية . عداد المساحة هو ببساطة : عداد على نظام توزيع مياه الشرب ، ومحطات المعالجة اللاحقة ، يقيس كمية المياه المُوَصَّلة إلى منطقة ما . يُواجه تفسير البيانات الخام من عداد المساحة العديد من التحديات : تتغير المساحة مع فتح وإغلاق مشغلي المياه في الخطوط الأمامية للصمامات لتصحيح أمور مثل انخفاض الضغط. يقيس العداد إجمالي المياه الداخلة إلى المنطقة ، وبالتالي يجب تقدير التسرب والاستخدام الصناعي وغيرها من الثوابت ، وفي بعض الأحيان ، يلزم أيضًا قياس الاستخدام المتقطع في مكافحة الحرائق . لا تتطابق المساحة المقاسة مع مناطق معلومات السكان . عدد سكان المنطقة غير معروف بدقة ، وهو في جميع الأحوال متغير.

ومن التعقيدات الإضافية في هذا النظام متعدد المكونات المقدرة استخدام نظام المراقبة نفسه لتحديد التسرب . يوضح الشكل 10.2 تدفقات مياه المنطقة إلى جزء من مدينة رئيسية في المملكة المتحدة . يُطلق على الخط الواصل بين أدنى حوض يوميًا اسم "خط الليل" (استخدام المياه ليلًا) . يُطرح من هذا المبلغ قيمة اسمية ، وهي مناسبة ، ١١/ساعة/ساعة لتمثيل الاستخدام الليلي المشروع ، ويُعد الباقي تسربًا إذا قُبل عدم وجود استخدام صناعي أو تجاري في المنطقة وعدم وجود استخدام غير قانوني . في محاولة لمعالجة هذه

العيوب ، قامت شركات المياه باختيار وتطوير مناطق محددة لعدادات المساحة . تتميز المناطق "الذهبية" (حيث تكون جودة البيانات عالية - كاملة وموثوقة) ، والأزقة المسدودة ، والمجتمعات المنفصلة ، بخصائص جذابة للمحللين ، لأنها تُمثل مناطق بسيطة وغير معقدة و"معزولة" . للأسف، تُضعف هذه الخصائص ذاتها من صلاحيتها كأساس للتقدير، لأنها غير تمثيلية.

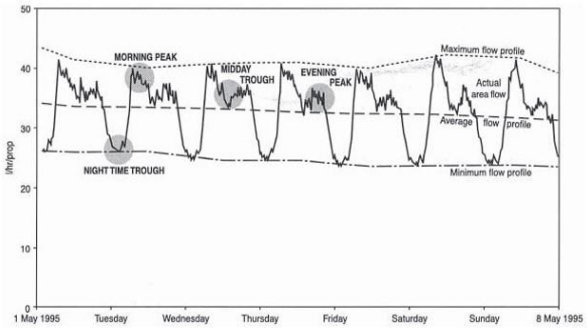


Figure 10.2 Graphical representation of output from an area meter that measures the flow of water to a small area having a mix of industry and domestic users. The minimum flow, less an allowance for legal use at night, is the nightline. By subtracting metered industrial use of water the area leakage can be identified. Readers will appreciate that this is a simplified outline of the leakage estimation procedure.

من ناحية أخرى ، تتكون أجهزة رصد الاستهلاك المنزلي (DCMs) من عدد كبير (حوالي ٢٠٠٠) من الأسر التي تستخدم عدادات ولكنها تدفع على أساس تعريفة غير عدادات . بالنسبة للجغرافي ، يجب أن يكون لدى DCMs مسكن وأسرّة الخصائص النموذجية للمنطقة التي تمثلها . يجب على مديري إدارة مياه الصرف الصحي تقدير الخصائص الديناميكية لسكان المناطق الحضرية واتخاذ خطوات إيجابية للحفاظ على إدارة مياه الصرف الصحي . ستوفر إدارة مياه الصرف الصحي ، التي تتم صيانتها وتحليلها بشكل صحيح ، معلومات مفصلة حول استخدام المياه . يمكن بعد ذلك استخدام هذه المعلومات مع توقعات سكان المناطق الصغيرة للتنبؤ بالطلب على المياه.

إدارة مياه الصرف الصحي

تتعلق إدارة مياه الصرف الصحي بإدارة المياه بعد استخدامها من قبل العميل قبل إعادتها إلى البيئة . يتم تناولها في هذا القسم لأن مياه الصرف الصحي مسؤولية مالية لشركات المياه . يتم تقديم معالجة أشمل لقضايا جودة المياه في الفصل 11. تزيل شبكات الصرف الصحي النفايات العضوية من المنازل ونفايات المصانع . كما تزيل شبكات الصرف الصحي مياه الشوارع بعد هطول الأمطار، وبالتالي فهي بديل للشبكة الهيدرولوجية التي تعطلت بسبب التنمية الحضرية . في المملكة المتحدة ، يتم دمج شبكات الصرف الصحي بشكل أساسي . وقد تطورت هذه الشبكات بشكل تدريجي ، وهي في معظمها راسخة منذ فترة طويلة في ظل مجموعة متنوعة من الأنظمة التنظيمية .

كانت هذه الأنظمة محلية في البداية ، ثم أصبحت وطنية مؤخرًا نسبيًا . عادةً ما تؤدي الشبكات إلى محطات معالجة ، حيث تُصرف النفايات السائلة منها إلى البيئة الطبيعية . صُممت محطات المعالجة في المقام الأول لإزالة النفايات العضوية ، ولا يمكنها إزالة المواد الكيميائية الغريبة . لذلك ، يحق لمشغلي هذه المحطات اختيار أنواع التصريف ، بخلاف النفايات المنزلية ، التي يقبلونها في الشبكة . يُمارس هذا الاختيار من خلال تصريح تصريف النفايات السائلة التجارية . يتم التحكم في تدفق النفايات السائلة من محطات المعالجة إلى

البيئة الطبيعية من خلال موافقة على التصريف ، التي تضعها وكالة البيئة في المملكة المتحدة . تحدد كل من الموافقات والتصاريح شروطًا تتعلق بطبيعة وتركيز النفايات السائلة ، كما تحدد متطلبات مالية على حاملها .

ولأن نظام المملكة المتحدة مُركّب ، فإن عاصفة مطرية متوسطة الحجم في منطقة حضرية ، مُركّزة عبر النظام ، يمكن أن تُغرق محطات معالجة المياه بسهولة ، مما يؤدي إلى فيضانات في المجاري لتحويل التدفقات العالية بعيدًا عن المحطات ومباشرةً إلى النهر . يحدث هذا ، نظريًا ، بمعدل ستة أضعاف معدل تدفق مياه الأمطار في الطقس الجاف ، إلا أن التغيرات في خصائص الأمطار، وكثافة الشبكة ومداها ، وحالتها ، وما إلى ذلك ، أدت إلى فيضانات مجاري الصرف الصحي المشتركة (CSOs) بشكل متكرر للغاية وعلى مدى فترات زمنية طويلة للغاية . نظام الصرف الصحي، مثل نظام إمدادات مياه الشرب ، بعيد عن الأنظار، وقد بُني من قِبل منظمات سابقة ، لم تتوفر منها دائمًا سجلات النوع والموقع والخصائص.

يثير الجهل الناتج عن ذلك بالنظام الأساسي عددًا من الأسئلة البحثية المهمة والبسيطة ظاهريًا ، والمدرجة أدناه . وهي أسئلة بالغة الأهمية ، حيث يُقدر أن تكلفة استبدال أصول الصرف الصحي الجوفية تتجاوز 100 مليار جنيه إسترليني. 1) أين شبكة الأنابيب؟ 2) ما خصائصها وحالتها ؟3) أي قسم سينهار بعد ذلك؟ 4) كيف يمكن إجراء الإصلاح والصيانة والاستبدال دون حدوث أي خلل في النظام الأرضي؟ ستدفع كل هذه الأسئلة إلى تطوير تقنيات مراقبة عن بُعد ، ويفضل أن تكون غير جراحية ، وربما مستمدة من المجال الجيوفيزيائي بقدر ما هي مستمدة من المجال الهندسي .

وستكون تقييمات الحالة ، بما في ذلك ترشيح مياه الصرف الصحي ، ضرورية أثناء استمرار الاستخدام التشغيلي ، ويفضل أن تُجرى من خلال بيانات بديلة خارجية . وسيستخدم مدير المياه بشكل متزايد التقنيات الذكية لمراقبة الشبكة وإصلاحها ، لا سيما لضمان إزالة مشاكل مثل الانسدادات وليس مجرد نقلها . وسيتطلب الأمر استخدامًا أكبر للنمذجة للتنبؤ بالصيانة والاستبدال وتحديد أولوياتهما . ويجب أن تتكامل هذه النمذجة بشكل كبير مع توقعات عناصر أخرى من نظام المياه ، بحيث يمكن تحديد آثار الحفاظ على المياه ، وإعادة استخدام المياه الرمادية ، واحتباس مياه الأمطار على أسطح المنازل على تدفقات شبكات الصرف الصحي.

أعمال معالجة مياه الصرف الصحي

(مثل أعمال معالجة المياه التي ناقشناها سابقًا) تقع في المقام الأول على عاتق المهندس الكيميائي . يواجه مدير معالجة مياه الصرف الصحي اليوم أربعة ضغوط رئيسية ، تتمثل في توقعات العملاء ، والاستدامة ، وكفاءة التكلفة ، والمعايير الجديدة (الشكل 10.3) . ستتطلب الموافقات المتعلقة بالسمية تطوير تقنيات اختبار سريعة ، للتحكم في العملية وتتبع "الملوثين" الذين قد لا يملكون ، أو لا يلتزمون ، بشروط تصاريح تصريف النفايات السائلة التجارية . تُثير مُعطِّلات الغدد الصماء ومُقلِّدات الإستروجين قلقًا بالغًا ، لا سيما وأن جزءًا كبيرًا من ميزانية هذه المواد الكيميائية مُستمد من الخصائص المنزلية ، وهي النفايات السائلة التي يُطلب من الشركات قبولها . هناك حاجة ماسة إلى إحراز تقدم في الكشف والتحليل والمعالجة والتحكم في المصدر . ستُؤدي معايير أكثر صرامة ، على سبيل المثال فيما يتعلق بالنيتروجين والفوسفات ، ومعايير جديدة تتعلق بالمواد الشائعة مثل مُبيضات مساحيق الغسيل ، إلى المزيد من التحديات الجديدة.

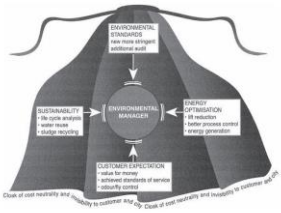


Figure 10.3 Challenges to the water manager. The water manager is pressured by several, sometimes contradictory, challenges. Most actions taken to respond to these pressures have to be invisible to the customers and have minimum effect on price.

الاستنتاجات

تعمل صناعة المياه في زمن متغير . ليس لدى الصناعة أي اتفاق مع مورد المواد الخام ، والأسوأ من ذلك ، أن المورد الطبيعي ، وهو مادتها الخام ، يبدو أنه من المرجح أن يكون أكثر تذبذبًا في التسليم . في أعقاب موجات الجفاف التي شهدتها المملكة المتحدة في أعوام 1976 و1984 و 1995، يتعين على الصناعة إعادة تقييم موثوقية الموارد والتأثير المحتمل للسياسات الحالية على الأنهار والمياه الجوفية . ويجب مراجعة جميع الآثار البيئية على المسطحات المائية ، سواء الناتجة عن السحب أو التصريفات ، في ضوء تزايد الاهتمام العام والسياسي بالبيئة . لقد فشلت صناعة المياه في علاقاتها مع الجمهور. فقد ركزت على "الامتثال" ، متناسيةً أن هذا قد لا يتوافق مع آراء العملاء بشأن جودة المياه .

وفيما يتعلق بالجفاف والتسرب ، تم تجاهل العميل كونه عاطفيًا وجاهلًا ؛ من المرجح أن يكون كلا الأمرين صحيحًا إلى حد كبير، ولكن الآن ستُجبر الشركات على مستويات من التحكم في التسرب ومعايير خدمة قد لا تكون اقتصادية بحتة . يبدو أن القطاع يعاني من ضعف الذاكرة . كانت الإدارة الموجهة نحو العملاء والاعتراف بالرأي العام ، من خلال ، على سبيل المثال ، إدخال المزيد من برامج كفاءة استخدام المياه ، استجابة قصيرة المدى . وقد بدأت بعض الشركات بالفعل في إدخال منافسة داخلية ستدفعها إلى صراع مع العملاء والجهات التنظيمية مرة أخرى ، كما سيحدث ، على سبيل المثال ، عندما يؤدي الفصل التنافسي بين جانبي مياه الشرب ومياه الصرف الصحي في العمل إلى إدارة بيئية دون المستوى الأمثل .

ستُجبر الشركات على تغيير موقفها الاجتماعي والبيئي . وقد أصدرت المحاكم بالفعل أحكامًا ضد عدادات الدفع المسبق ، وهو اعتراف ضمني بالأهمية الأساسية للمياه . ومن الحكمة أن تُقيّم الشركات الرابحين والخاسرين بعناية قبل الشروع في أي تطوير وتوسيع لبرنامج القياس . وسواء حصلت الشركات على تمويل من هيئة المياه والصرف الصحي عبر "K" أم لا ، فإن وكالة البيئة يمكنها طلب تحسينات بيئية . خلال الفترة الحالية ، كانت الوكالة تستقر كمنظمة ذات مسؤوليات موسعة . وعلى مدى السنوات القليلة المقبلة ، ستركز بشكل أكثر فعالية على الوفاء بمسؤولياتها الكبيرة . وفي مواجهة تعنت الشركات في الماضي بشأن قضايا مثل انخفاض التدفقات ، ينبغي على الشركات الآن أن تتوقع إعادة النظر في تراخيص السحب وموافقات التصريف .

على الرغم من أن الجغرافيا التطبيقية ما تزال ثانوية مقارنةً بالهندسة ، إلا أنها تؤدي دورًا هامًا ومتناميًا في كلٍّ من البحث والتطبيق لتحسين إمدادات المياه وإدارتها . ويبلغ هذا الدور ذروته عندما يكون هناك اتصال مباشر بين القطاع الصناعي والبيئة أو العملاء ، أو عندما يكون هناك عنصر مكاني قوي للتحليل. وقد ساهم الجغرافيون في فهم العمليات التي تُعدّل جودة المياه الخام ، وفي التدخلات ، مثل تغيير استخدام الأراضي ، التي تُعزز تحسين جودة المياه . كما ساعدت الجغرافيا التطبيقية في تحليل الطلب على مياه الشرب في القطاعين الصناعي والمنزلي ، من منظور مكاني ، ومساهمة التسرب والمحافظة عليها في التوازن المائي العام . وبدوره ، أرسى هذا العمل أسسًا لتقييم استدامة استراتيجيات إدارة المياه ، ولتحديد البصمات البيئية لأنشطة موارد المياه . ولا شك أن التقدم نحو نظام مائي أكثر استدامة سيدفع الجغرافيا التطبيقية إلى المساهمة بشكل أكبر في حل التحديات التي تواجه قطاع المياه في الألفية القادمة .

دليل لمزيد من القراءة

مع اقترابنا من الألفية الجديدة ، يجب أن ندرك أن المزيد من المعلومات تظهر يوميًا على الإنترنت . للاطلاع على معلومات حديثة نسبيًا حول آراء الهيئات الحكومية الرئيسية التي تتحكم في إمدادات المياه وإدارتها في المملكة المتحدة ، يُرجى مراجعة صفحات الويب المدرجة أدناه. يستخدم المدير العام لهيئة المياه والصرف الصحي (OFWAT) الإنترنت بالفعل كوسيلة لنشر آرائه المحتملة حول التنظيم المالي.

وزارة البيئة والنقل والمناطق - http://www.environment.detr.gov.uk

وكالة البيئة - http://www.environment agency.gov.uk

الحكومة المفتوحة - http://www.open.gov.uk

هيئة المياه والصرف الصحي - http://www.open.gov.uk/ofwat