

دليل كفاءة المياه



فرص زيادة كفاءة
استعمال المياه في الصناعة
والأبنية والزراعة في البلدان العربية

المنتدى العربي للبيئة والتنمية
ARAB FORUM FOR
ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT



أحد منتجات مبادرة الاقتصاد العربي الأخضر من المنتدى العربي للبيئة والتنمية



المنتدى العربي للبيئة والتنمية
ARAB FORUM FOR
ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT



دليل كفاءة المياه

فرص زيادة كفاءة
استعمال المياه في الصناعة
والأبنية والزراعة في البلدان العربية



المنتدى العربي للبيئة والتنمية (أفد) منظمة لا تتوخى الربح، تجمع قطاع الأعمال والخبراء والهيئات البيئية الأهلية والمؤسسات الإعلامية والهيئات الرسمية، لتعزيز السياسات والبرامج البيئية في أنحاء المنطقة العربية.

من الأهداف الرئيسية للمنتدى نشر الوعي البيئي عن طريق دعم دور التربية البيئية والإعلام البيئي والمنظمات غير الحكومية الناشطة في مجال البيئة.

المنتج الرئيسي للمنتدى هو تقرير متخصص دوري عن حال البيئة العربية، يتابع التطورات ويقترح تدابير سياسية. ومن المبادرات الأخرى برنامج إقليمي حول المسؤولية البيئية لقطاع الأعمال، وبناء قدرات هيئات المجتمع الأهلي العربية، والتوعية العامة، والتربية البيئية.

مهمة المنتدى العربي للبيئة والتنمية هي دعم السياسات والبرامج البيئية الضرورية لتنمية العالم العربي استناداً إلى العلم والتوعية.

دليل كفاءة المياه

القصود من هذا الدليل استعماله كمرشد لمستخدمي المياه الصناعية والسكنية والزراعية حول كفاءة استعمال المياه في أنحاء المنطقة العربية.

أعدّه للمنتدى العربي للبيئة والتنمية:
الدكتور مورات ميراتا والدكتور طارق المطيرة

تم إنتاج الطبعة الأولى هذه بالتعاون مع "أكوابور"، وهي عضو في "أفد" عن قطاع الأعمال وأكبر مطور ومالك ومشغل إقليمي لمحطات المياه والطاقة المستقلة.

© 2014 المنتدى العربي للبيئة والتنمية (أفد)

صندوق البريد: 5474-113، بيروت، لبنان

هاتف: +961 1 321800

فاكس: +961 1 321900

info@afedonline.org

www.afedonline.org

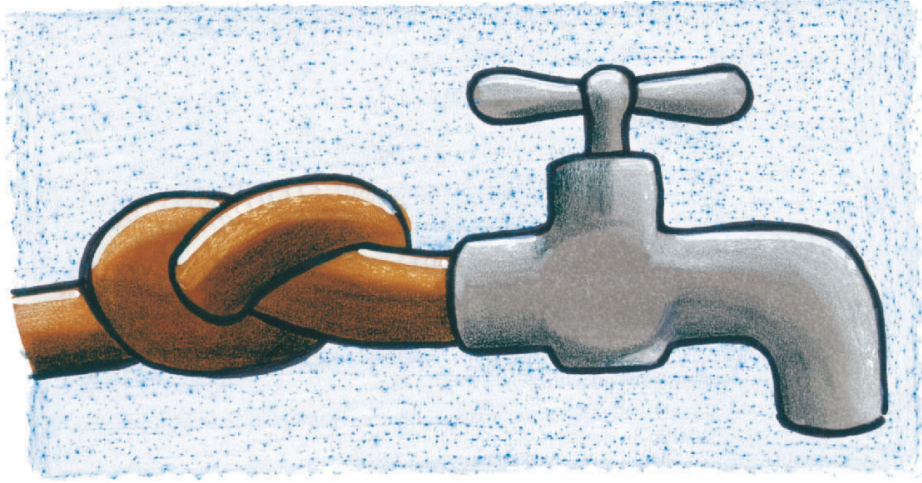
ينشر هذا الكتاب بالتعاون مع المنشورات التقنية ومجلة «البيئة والتنمية». جميع الحقوق محفوظة. لا يسمح بإعادة استعمال أي جزء من هذا الكتاب، بهدف الربح، بأية وسيلة إلكترونية أو آلية من دون الحصول على موافقة خطية من المنتدى العربي للبيئة والتنمية. أي نقل لمقاطع أو فصول بغرض التوعية بلا الحصول على بدل يجب أن يشير إلى المصدر.

ISBN: 978-9953-437-51-4

المحتويات

4	تمهيد.....
6	مقدمة
12	الفصل 1 خطوط إرشادية عامة وأدوات لتحسين كفاءة المياه.....
24	تعليمات مساعدة أ.....
33	تعليمات مساعدة ب.....
35	تعليمات مساعدة ج.....
38	تعليمات مساعدة د.....
41	تعليمات مساعدة هـ.....
42	الفصل 2 كفاءة استعمال المياه في المرافق الصناعية.....
51	الفصل 3 كفاءة استعمال المياه في الأبنية.....
70	الفصل 4 كفاءة استعمال المياه في الزراعة.....
81	الملحق أ: دراسات حالات.....
92	الملحق ب: مصادر إضافية.....
94	الملحق ج: المرجع.....

تمهيد



المياه في العالم العربي مورد ثمين ومحدود. ويرتبط رفاه شعوب المنطقة وازدهارها ارتباطاً وثيقاً بتوافر المياه ونوعيتها. وفي منطقة تعرف بمناخها الجاف وضآلة هطول الأمطار، فإن الاستعمال المتعقل للمياه واجب الجميع. وهناك عدد من الاستراتيجيات لتحقيق الأمن المائي بطريقة مستدامة، لكن أياً منها ليس أهم من تحسين كفاءة المياه.

وعلى رغم الضغط المتزايد على الموارد المائية، مازال كثير من مستعملي ومدراء خدمات المياه غير مدركين للتحسينات العملية والقليلة الكلفة التي يستطيعون إدخالها لتعزيز كفاءة المياه. وتعاني الاستراتيجيات أو الخطط المتعلقة بكفاءة المياه من نقص كبير في القطاعين العام والخاص على حد سواء.

تم وضع هذا الدليل لمساعدة مستعملي المياه في تحديد فرص الكفاءة القليلة الكلفة وترتيب أولوياتها. وهو يستهدف استعمال المياه في الأبنية السكنية والتجارية والمعامل الصناعية والمزارع. ويقدم الدليل طرقاً عملية ومثبتة لتخفيض استهلاك المياه وتكاليفها من دون التضحية بالإنتاج أو الموثوقية أو الراحة. ومن خلال نشر هذا الدليل، ستكون لدى مستهلكي المياه في المنازل ومدراء المياه في أبنية المؤسسات والشركات والمواقع الصناعية والمزارع معلومات أفضل عن فرص تحديث كفاءة المياه. ولذلك سيكونون أفضل استعداداً لوضع خطة للاستفادة من الوفورات المائية.

أحياناً لا تتم الموافقة على مشاريع لتحسين كفاءة المياه بسبب حجم النفقات الرأسمالية الأولية المطلوبة للتجهيزات المقتصة، على رغم أن التكاليف الرأسمالية التي تدفع مسبقاً لتمويل تدابير كفاءة المياه

تمهيد

يَعَوِّضُ عنها عادة بسرعة عن طريق الوفورات المائية. والواقع أن العائد على الاستثمار في حالات كثيرة يكون مربحاً من الناحية الاقتصادية، كما هو موضح في دراسات حالة وردت في هذا الدليل. وعلى المدى البعيد، تُظهر كلفة عدم الفاعلية على الاقتصاد من خلال نتائج سيئة في الصحة العامة وانخفاض إنتاجية الموارد والتلوث، على سبيل المثال لا الحصر، ما سيتجاوز كثيراً الاستثمارات اللازمة لزيادة كفاءة المياه.

إن التحول إلى اقتصاد كفوء بالمياه يجب ألاّ يعتبر بعد الآن هدفاً قليل القيمة يصعب بلوغه. والحوافز التي تعوق اقتصاداً كفوئاً بالمياه ليست تكنولوجية أو مالية. ولا ريب أن الابتكارات والهيكلية المالية لا غنى عنها لخطة تتعلق بكفاءة المياه. المطلوب ثقة راسخة بقدرة كل منزل وكل مؤسسة على تغيير طريقة استهلاكها للمياه واتخاذ خطوات صغيرة لتصبح كفوءة بالمياه. هذا الدليل يشرح التغييرات والممارسات السلوكية التي يمكن تبنيها.

أصدر المنتدى العربي للبيئة والتنمية نسخة تجريبية من هذا الدليل بهدف المراجعة، وذلك مع إطلاق تقريره السنوي عام 2010 في موضوع "المياه - إدارة مستدامة لمورد متناقص". ومنذ ذلك الوقت وُضع التقرير قيد التجربة العملية وتم جمع ملاحظات حول تطبيقاته من المستخدمين في قطاعات مختلفة. وتم تقديم الدليل في ورشة تدريبية حول الاستخدام الكفوء للمياه عقدت في الرياض بالتعاون مع شركة "أكواباور"، وتبعتها مجموعة من التطبيقات في قطاعات متعددة. وقد تمت الاستفادة من الردود والتجارب العملية في تنقيح النسخة التجريبية لإعداد هذه الصيغة النهائية المطبوعة. كما أضيفت أقسام متعددة، خاصة بعض دراسات الحالة والخطوط التوجيهية لمراقبة حسابات المياه، وذلك لجعل هذا الدليل أكثر فائدة كأداة تساهم في تطوير وتنفيذ تدابير عملية.

نأمل أن يقدم الدليل مساهمة في كفاءة المياه في العالم العربي، مع تحسين أداء اقتصاداته ومؤسساته. إن هدفنا النهائي لا يقل عن تعزيز أخلاقيات جديدة تعني بالمياه وتعامل معها بمسؤولية. ذلك لأن صحتنا تعتمد عليها. واقتصادنا يعتمد عليها. ومستقبلنا يعتمد عليها. وهي الشيء الصحيح الذي يجب أن نفعله.

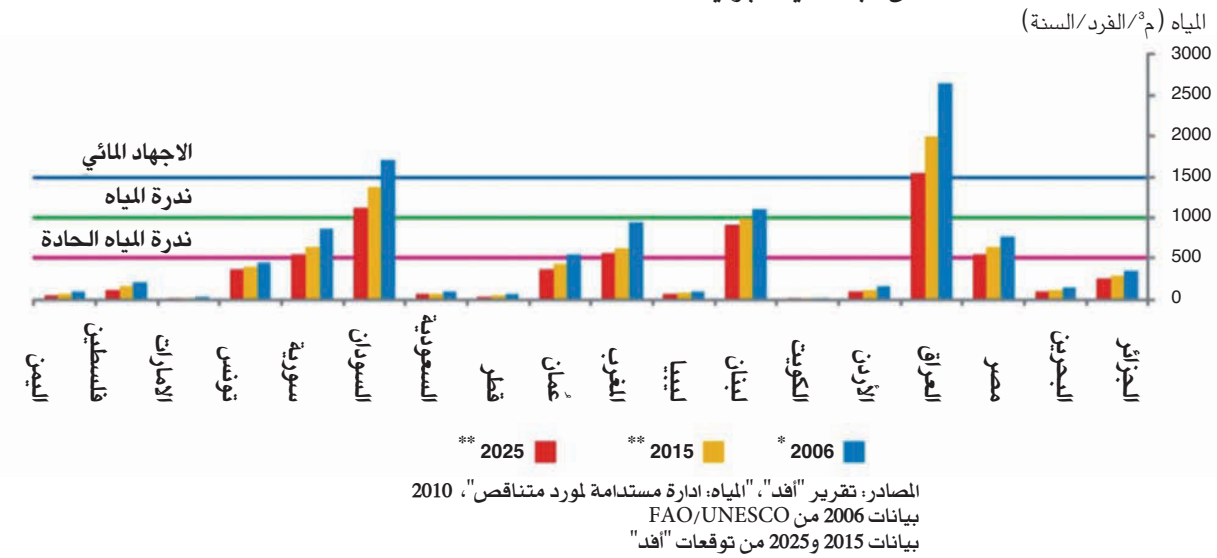
تشرين الثاني (نوفمبر) 2014

نجيب صعب

الأمين العام
المنتدى العربي للبيئة والتنمية

مقدمة

الاجهاد المائي مشكلة عالمية ذات مضاعفات اقتصادية واجتماعية واسعة النطاق. وتحمل جذوره صراعاً غير متوازن بين العرض والطلب. ففيما يرتفع الطلب على المياه في جميع القطاعات، تنخفض كمية المياه ذات النوعية الجيدة التي يمكن الوصول إليها بسهولة وكلفة منخفضة. هذا الانخفاض سريع على وجه الخصوص في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، الأكثر جفافاً في العالم. فمعدل هطول الأمطار في البلدان العربية يراوح بين صفر و1800 مليمتر، في حين يبلغ معدل التبخر نحو 2000 مليمتر¹. وتوافر المياه العذبة المتجددة لا يتجاوز 850 متراً مكعباً للشخص في السنة، بالمقارنة مع 6500 متر مكعب في أنحاء العالم. وتستخدم سبعة بلدان في المنطقة مياهاً كل سنة أكثر مما هو متوافر لها، خصوصاً عن طريق الضخ المفرط من طبقات المياه الجوفية.

توافر المياه العذبة في البلدان العربية²

كما يُلاحظ أيضاً في الشكل أعلاه، تعاني غالبية كبرى من بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من شح مائي حاد ويعيش نصف السكان في المنطقة تحت ظروف الإجهاد المائي.

إن الطلب على المياه يرتفع، مدفوعاً بازدياد عدد السكان ونمو التمدن وتغير أنماط العيش والتطور الاقتصادي. ووفقاً لدراسة أجراها البنك الدولي عام 2007³، من المتوقع أن ينخفض توافر المياه العذبة المتجددة إلى النصف بحلول سنة 2050 (بالمقارنة مع 2007)، وهذا اتجاه يُنتظر أن يتفاقم لأن تغير المناخ يجعل البلدان أكثر سخونة وجفافاً.

التصدي لتحديات شح المياه في البلدان العربية لن يكون سهلاً. وهناك حاجة إلى تغييرات جذرية في الممارسات الحالية والسلوك المتعلق باستعمال المياه في جميع القطاعات. وسوف تحتاج هذه التغييرات إلى إدخال ابتكارات تقنية وإدارية ومالية، إضافة إلى الإجراء التعاوني والمتفق عليه من جميع قطاعات المجتمع، بما فيها قطاع الأعمال والمواطنون وصانعو السياسة.

مقدمة

ومن ناحية العرض، يقتضي التحدي تطوير المصادر المستدامة للمياه مع الحفاظ في الوقت نفسه على نوعية المصادر الحالية وضمان توزيع فعال ومنصف إلى المستخدمين. هذه الخطوات وحدها ليست كافية ويجب رفدها بتغييرات من ناحية الطلب، حيث تصبح ثقافة «إنجاز المزيد بمياه أقل» قاعدة في الأعمال وفي النشاطات البشرية الأخرى.

تم وضع هذا الدليل لمساعدة المستهلكين الصناعيين والمؤسسات والأفراد في تحسين كفاءة استعمال المياه في الأبنية والزراعة وفي العمليات الصناعية. والهدف هو توفير خطوات عامة وبيانات مفيدة قد يستعملها صانعو القرار لوضع برامج شاملة تتعلق بكفاءة المياه.



سدّ الحويرب: (مستجمع المياه في وادي مرق الليل، تونس) فارغ تماماً في بداية أيار (مايو) 2008 (الصورة: ستيفاني غيدون، IRD)

مفهوم كفاءة المياه

كفاءة المياه مؤشر للعلاقة بين كمية المياه اللازمة لغرض معين وكمية المياه المستعملة أو المقدمة.⁴ وهناك مفهوم على علاقة بذلك هو المحافظة على المياه، عن طريق التشديد على إنجاز أي عمل أو مهمة أو عملية أو نتيجة تحتاج إلى المياه بأدنى كمية من المياه. وفيما المفهوم غالباً ما يستعملان بشكل متبادل، هناك فرق بين حفظ المياه وكفاءة المياه. كفاءة المياه تتعلق بتخفيض الهدر بدل الحد من الاستعمال. وهي تشدد أيضاً على التأثير التي يمكن أن يمارسه المستخدمون على استهلاك المياه من خلال إحداث تغييرات سلوكية بسيطة لتخفيض هدر المياه ومن خلال اختيار خطوات ومنتجات أكثر كفاءة بالمياه تتعلق بالعمليات. ومن الأمثلة على إجراءات كفاءة المياه اصلاح الحنفيات (الصنابير) المسرّبة، الاغتسال باستعمال مرشات المياه بدل أحواض الاستحمام، تركيب أدوات لتقليل حجم المياه داخل خزانات المراحيض، واستعمال غسالات الصحون والملابس بكمولات كاملة.

أداة لتوفير الماء في مرحاض ياباني: ملء خزان (سيفون) دقيق المرحاض أثناء غسل يديك. المصدر: Wikimedia Commons

هناك بعد مهم آخر لكفاءة المياه هو التشديد على جعل «دورة المياه» (water cycle) مغلقة من خلال إعادة التدوير وإعادة الاستعمال. على سبيل المثال، المياه المصروفة من أحد النشاطات يمكن إعادة استعمالها في النشاط ذاته أو في نشاط مماثل. وفي حالات أخرى، قد لا تصلح المياه لإعادة الاستعمال في النشاط ذاته، لكن يمكن إعادة استعمالها في نشاط آخر قد يتحمل مياهها أدنى جودة، بعد إجراء بعض المعالجة لها عند الضرورة. في هذه الحالات، تحسن إعادة الاستعمال وإعادة التدوير كفاءة المياه على مستوى الشبكة. إجمالاً، تقع جميع هذه الخطوات تحت تعريف كفاءة المياه، لأن الغرض منها هو الحصول على النتيجة المبتغاة أو مستوى الخدمة بأدنى كمية من المياه الضرورية.



مفاهيم ذات علاقة

إنتاجية المياه

إنتاجية المياه هي مقياس مفيد آخر لكمية المياه المستعملة لتوليد كمية (أو قيمة) من منتج. وهي تسعمل عادة في تقييم التحسينات في إنتاجية المياه الزراعية (إنتاجية المياه في إنتاج المحاصيل والمواشي ومزارع الكائنات المائية). لكن يجري استعمال الاصطلاح بشكل متزايد لقياس إنتاجية المياه في الإنتاج الصناعي. على سبيل المثال، نتكلم عن كمية المياه المستعملة لأطنان من منتج لدى مقارنة إنتاجية المياه الصناعية في شركات أو بلدان. للحصول على معلومات إضافية حول هذا المفهوم راجع موقع «المعهد البيئي في استوكهولم»: www.sei.se

البصمة المائية

البصمة المائية مؤشر لاستعمال المياه يدمج منظور دورة حياة في احتساب استعمال المياه من قبل مستهلك أو منتج. وتعرّف البصمة المائية لشخص أو مجتمع أو عمل بأنها إجمالي حجم المياه العذبة التي تستعمل لإنتاج البضائع والخدمات التي يستهلكها الفرد أو المجتمع أو ينتجها العمل. وبالنسبة للأعمال، تكون البصمة المائية مفيدة عندما تريد إحدى الشركات أن تأخذ في الاعتبار ليس استعمال المياه في عملياتها فحسب، وإنما أيضاً في سلسلة الامداد لديها. هذا المنظور يمكن أن يكون مساعداً جداً في تقييم خطر مائي يتهدد الأعمال. للحصول على معلومات إضافية عن هذا المفهوم راجع موقع شبكة «البصمة المائية» www.waterfootprint.org

العوامل التي تحفز السوق على مراعاة كفاءة المياه

هناك حالياً عدد من التطورات والاتجاهات التي تؤثر في وجهة استعمال المياه وتمكّن الأسواق بشكل متزايد من تقديم منتجات وخدمات كفوءة بالمياه. ومن الأمثلة البارزة على ذلك ما يأتي:

ازدياد حاجة المياه إلى الطاقة

مع انخفاض كمية المياه النظيفة التي يمكن الوصول إليها بسهولة، يزداد الطلب على المياه من مصادر تحتوي على تركيزات عالية من الشوائب- مثل المحيطات أو المياه الجوفية المالحة أو المياه المبتذلة- ما يستدعي معالجتها على نطاق أوسع. وبالتوازي، عندما تنخفض المصادر القريبة من نقطة الاستعمال، تصبح هناك حاجة إلى ضخ المياه- التي هي مادة ثقيلة بذاتها- مسافات طويلة. وتحتاج تنقية المياه ونقلها إلى كميات لا يستهان بها من الطاقة، وهذا لا يزيد كلفة المياه فقط لكن قد يزيد أيضاً الضغط على شبكة تزويد الطاقة.

إعطاء أفضلية للاستثمارات التي تضيف قيمة أعلى

مع ازدياد الطلب على مورد محدود، يسود ميل طبيعي لتخصيص مزيد من المورد لنشاط يضيف قيمة عالية. هذا يعني عادة إعطاء أفضلية للاستعمال الصناعي والتجاري على الاستعمال الزراعي.

المخاطر التي تتعرض لها الأعمال في ما يتعلق بالمياه

بالنسبة إلى الأعمال، وخصوصاً تلك التي تحتاج إلى مستوى عالٍ من الاعتماد المباشر أو غير المباشر على المياه، يعترف المعنيون الرئيسيون بشكل متزايد بالمخاطر والمسؤوليات المتعلقة بالمياه. وي طرح المستثمرون والممولون بشكل خاص طلبات متزايدة على الأعمال لتقييم المخاطر المتعلقة بالمياه والإبلاغ عنها ولتطوير استراتيجيات للتصدي لها. وتخضع الأعمال أيضاً لضغط متزايد من أجل تبني إجراءات تتعلق بمسؤولية الشركات وتؤثر إيجابياً في نوعية المياه وتوافرها.

ازدياد الوعي المتعلق بالبطمة المائية الفردية والوطنية

نتيجة توسع التجارة العالمية، يتم عادة إخفاء التأثيرات البيئية وشدة اعتماد البضائع والخدمات المنتجة في أماكن أخرى على الموارد عن مستهلكيها. وعلى رغم هوامش الخطأ التي تعترضها، تزيد المعلومات المقلقة التي تقدمها مبادرات مثل المياه الافتراضية⁵ وعي المستهلكين حول شدة اعتماد أنماط العيش على المياه. ويُقصد بهذه المبادرات جذب الانتباه إلى تفضيل البضائع الأقل اعتماداً على المياه.

مشاركة القطاع الخاص

كان تزويد المياه والحفاظ على الصحة العامة تقليدياً مسؤولية حكومية. لكن خدمات المياه المدارة من قبل الحكومات كثيراً ما تعاني من عدم كفاءة تقنية واقتصادية. لذلك يتم إدخال عاملين فاعلين من القطاع الخاص، ممن لديهم سجل أداء مثبت يتعلق بتشغيل النظم بمزيد من الكفاءة، في ميدان المياه بشكل متزايد. هذه الممارسة عرضة لشكوك أخلاقية. لكن طالما بقي القطاع الخاص شفافاً وعرضة للمساءلة من قبل مستخدمي المياه، تبقى مساهمته مفيدة.

كيف تستعمل هذا الدليل

هذا الدليل مرجع لتحديد فرص كفاءة المياه وتحليلها وترتيب أولوياتها في الأبنية السكنية والتجارية والمرافق الصناعية والمزارع. وبدلاً من أن يشمل الدليل جميع الحلول الممكنة المتعلقة بكفاءة المياه، يقدم توجيهات لمقاربة فرص كفاءة المياه بشكل منهجي.

الفصل 1 يقدم خطوات عامة لبدء برنامج لكفاءة المياه. وهذه الخطوات مستمدة من دراسات لحالات عالمية كثيرة تُبَيِّن أنها مفيدة في تطوير برنامج ناجح لكفاءة المياه بصرف النظر عن البيئة المحلية.

الفصل 2 يركز على العمليات الصناعية ويقدم توجيهات إضافية حول عمليات محددة مسرفة باستهلاك المياه.

الفصل 3 يركز على الأبنية ويضيء على بعض الفرص الرئيسية لتوفير المياه في الاستعمال الداخلي / المنزلي وإدارة المرافق والعناية بالحدائق والمساحات الخضراء.

الفصل 4 يركز على الجوانب الرئيسية لتحسين كفاءة المياه في الزراعة، بما فيها اختيار المحاصيل وطرق الري.

الملحق أ يقدم قائمة بالمبادرات الإقليمية الناجحة ودراسات حالة توضح وفوراتها المحتملة في المياه والكلفة، فضلاً عن العائد على الاستثمار.

لمزيد من المعلومات حول حلول تقنية مفصلة، يُشجع المستخدمون على مراجعة قائمة الموارد الإضافية في **الملحق ب** وقائمة المراجع في **الملحق ج**.

من يمكن أن يستفيد من هذا الدليل؟

- المرافق الحكومية
- مالكو المنازل أو مستأجروها
- الأبنية السكنية
- المدارس والجامعات
- المؤسسات التعليمية الأخرى
- المستشفيات والمكاتب الطبية
- الفنادق والمنتجعات والمطاعم
- أبنية المكاتب
- مراكز التسوق
- المرافق الصناعية
- المصنِّعون
- المعتنون بالحدائق والمساحات الخضراء
- المزارع

¹ «أفد» 2009 _ تغير المناخ: أثر تغير المناخ على البلدان العربية

² «أفد» 2010 _ المياه: إدارة مستدامة لمورد متناقص

















³ البنك الدولي (2007) Making the Most of Scarcity

⁴ Vickers, A. (2002). Water Use and Conservation

⁵ أنظر مشروع المياه الافتراضية: <http://virtualwater.eu>

المياه في كل شيء

لماذا يُعتبر كل ما هو دون 500 متر مكعب (500,000 لتر) للفرد ندرة مائية حادة؟ بعض الأرقام تساعد في فهم هذه المسألة، لأن كل ما نأكله ونلبسه ونستعمله في حياتنا اليومية يحتاج إلى مياه لانتاجه. فنجان واحد من القهوة يحتاج إلى 140 ليتراً من المياه لانتاج ملعقة البن التي حُضِرَ منها، بينما يحتاج إنتاج كيلوغرام واحد من القمح إلى 1,300 لتر، وإنتاج كيلوغرام من لحم البقر إلى 15,500 لتر من المياه. وكلما كبر الفارق بين موارد المياه المتجددة في منطقة ما واحتياجاتها المائية، ارتفعت مخاطر ضعف الأمن المائي والغذائي. هنا نماذج عن كمية المياه الضرورية لإنتاج سلع مختلفة (بالليترات). المصدر: (AFED, 2010)

			
70 L تفاحة	50 L برتقالة	50 L كيلوغرام جبنة	1000L ليتر حليب
			
1300 L كيلوغرام قمح	40 L قطعة خبز	140 L فنجان قهوة	30 L فنجان شاي
			
3400 L كيلو غرام رز	2400 L 100 غرام شوكولاتة	10855 L سرّوال جينز	10 L ورقة واحدة قياس A4
			
4000 L كيلوغرام لحم معزي	15500 L كيلوغرام لحم بقر	6100 L لحم غنم	2400 L شطيرة همبرغر

الفصل 1

خطوط إرشادية عامة وأدوات لتحسين كفاءة المياه

حث على التغيير

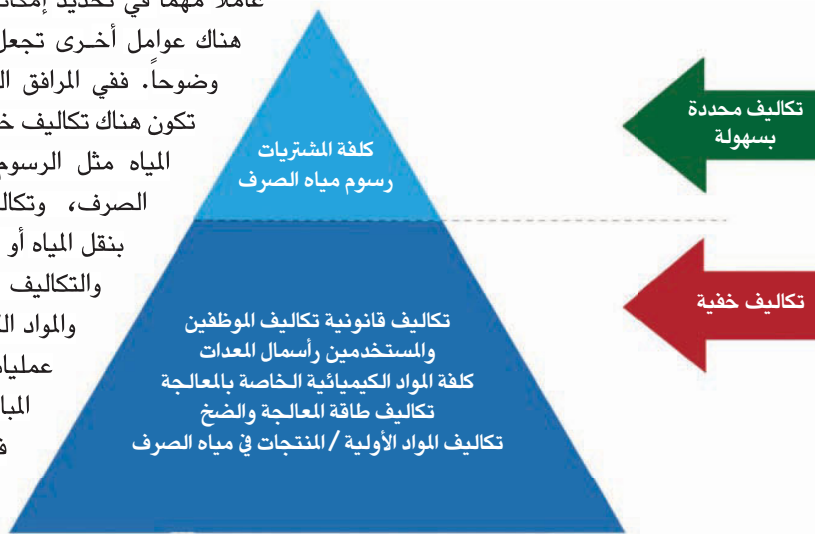
كفاءة المياه هي جزء أساسي قليل الكلفة من إدارة جيدة للمرافق. وقد أظهرت الدراسات أن وفورات المياه يمكن أن تسفر عن مورد إضافي ووفورات في الكلفة في مجالات تشمل معالجة المياه البتذلة واستعمال الطاقة واستهلاك المواد الكيميائية¹. لكن برنامجاً شاملاً لكفاءة الطاقة يتطلب دعماً إدارياً ومالياً من الإدارة العليا. فمن دون دعم من الإدارة العليا، غالباً ما يصعب حشد الموارد الضرورية اللازمة لبدء برنامج يتعلق بكفاءة المياه وتأمين الاستثمارات الأولية.

إن حالة مقنعة للحصول على دعم الإدارة العليا تتطلب عرضاً واضحاً لأخطار وفرص محددة السياق مرتبطة باستعمال المياه. والدوافع لهذه الأخطار والفرص قد تختلف من بلد إلى آخر، لكن قد تميل إلى التمركز حول شروط منظمة لنظام المياه والنفايات، وأمن الامدادات وتكاليفها، والمطالبات المتنافسة، ووعي المستهلكين، والضغط التنافسية. إن فهم الدوافع الآتية وتطويرها يمكن أن يحث ويحفز على دعم الإدارة العليا:

1. الوفورات في التكاليف

في أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، تختلف التعريفات المفروضة على المياه إلى حد بعيد. وليست هناك علاقة بين توافر المياه العذبة وثلثها. وفي حين تشكل التعريفات المفروضة على المياه عاملاً مهماً في تحديد إمكانات التوفير في الكلفة،

هناك عوامل أخرى تجعل هذه الإمكانيات أكثر وضوحاً. ففي المرافق الصناعية والتجارية قد تكون هناك تكاليف خفية مرتبطة باستعمال المياه مثل الرسوم المفروضة على مياه الصرف، وتكاليف الطاقة المرتبطة بنقل المياه أو تسخينها أو معالجتها، والتكاليف المتعلقة بالإضافات والمواد الكيميائية المستعملة في عمليات معينة. التكاليف المباشرة والخفية موضحة في الشكل 1.1.



مجموع تكاليف استعمال المياه

الشكل 1.1: التكاليف المباشرة والخفية لاستعمال المياه

الأسباب الرئيسية التي للشركات تجعل الإدارة تدعم برنامج كفاءة المياه:

1. تحقيق وفورات في التكاليف
2. زيادة إنتاجية الموارد
3. إدارة الأخطار
4. تشجيع ممارسات المسؤولية الاجتماعية

2. كفاءة الإنتاج

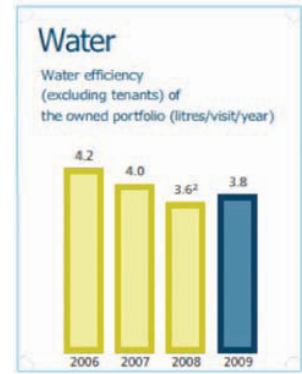
تتميز المرافق الكفوءة بالمياه عموماً بإنتاجيتها العالية للموارد. وبإمكان برنامج كفاءة المياه، من خلال عملية تدقيق ومعاينة المرافق، أن يلفت الانتباه إلى تحسينات في مجالات أخرى للإنتاج مثل تقليل النفايات وكفاءة الطاقة. وفي المرافق الصناعية، المياه الإضافية المتوافرة من برامج الكفاءة قد تمكن من زيادة الإنتاج من دون أن تستلزم شراء مياه إضافية.

3. إدارة الأخطار

أصبحت الأخطار المتعلقة بالمياه مجالاً ناشئاً له أهمية استراتيجية للأعمال وداعميها الماليين حول العالم. وتشمل الدوافع لهذه الأخطار: الجفاف ودورات الجفاف، والمخاوف المتعلقة بنوعية المياه، والطلب التنافسي على الموارد المائية، والقدرة المؤسسية والإدارية على الحوكمة المائية، والشروط السياسية والتنظيمية، والمياه العابرة للحدود وخطر نشوب صراع، ومخاوف المجتمعات المحلية والجهات المعنية. وبالنسبة إلى مستخدمي المياه بكثافة، قد تحدث هذه الأخطار أنواعاً مختلفة من الأعباء القانونية والمالية.² لذلك أصبحت مهمة قطاع الأعمال في التصدي استراتيجياً للتحديات المائية أكثر إلحاحاً.

4. المسؤولية الاجتماعية للشركات

تشدد المبادرات والمقاييس الطوعية المعترف بها عالمياً المتعلقة بالمسؤولية البيئية للشركات على حفظ المياه والموارد كبعد رئيسي لممارسات مسؤولة في الشركات. فعلى سبيل المثال، ينبغي على الشركات الإقليمية التي تحاول تطبيق الخطوط التوجيهية للمبادرة العالمية لإعداد التقارير (GRI) من أجل إعداد تقاريرها السنوية أن تقدم حساباً شاملاً لاستعمال المياه وإدارتها في مرافقها. إن برنامجاً لكفاءة الطاقة يمكن من تطوير مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) ذات صلة، تكون مفيدة لبرامج الاعلام والاتصال المتعلقة بمسؤولية الشركات الاجتماعية.



مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) خاصة بالمياه تستعملها شركة ادارة المجمعات التجارية سوني سيررا

اعتماد مقارنة منهجية

توجد خيارات وسبل كثيرة لتحسين كفاءة المياه في المرافق التجارية والصناعية. لكن المقاربات غير المنتظمة والمتعلقة بغرض خاص يمكن أن تؤدي إلى نتائج متوسطة. لذلك، فإن المقاربة المنهجية ضرورية بغية ضمان نجاح مبادرة كفاءة المياه وتحقيق حد أقصى من العائد على الاستثمارات.

المقاربة المنهجية التي نقدمها في هذا الدليل صيغت على غرار دورة التحسين المستمر للتخطيط والتنفيذ والاختبار والعمل وفق نموذج «دمينغ». وأعيدت صياغة بعض التفاصيل في مراحل مختلفة لتناسب الأوضاع المحلية. الرسم البياني في الشكل 2.1 يحدد الخطوات الرئيسية لمباشرة وتنفيذ برنامج يتعلق بكفاءة المياه.



الشكل 2.1: الخطوات الرئيسية لبرنامج منهجي يتعلق بكفاءة المياه

الخطوة 1

معاينة الموقع وتخطيطه

الهدف الرئيسي من معاينة الموقع وتخطيطه هو تطوير فهم أساسي لاستعمال المياه ووضع خطة لتنفيذ البرنامج. والنتائج التي يتم التوصل إليها في هذه المرحلة غالباً ما تشكل خريطة طريق لمراحل لاحقة، مما يمكن، على سبيل المثال، من تبادل فعال لفوائد وتكاليف برامج كفاءة المياه في المؤسسة أو المرفق، مما هو ضروري لضمان دعم والتزام جوهريين من قبل الإدارة العليا والموظفين. وتختلف النشاطات المشمولة في معاينة الموقع تبعاً لحجم وتعقيد الموقع والموارد المتوفرة. في ما يأتي نقدم نشاطات عامة تتعلق بالمعاينة الأولية، مع الإدراك بأن الموارد المستثمرة في هذه النشاطات يجب النظر إليها في ضوء حجم المرفق ونوعه.

جرد البيانات

من الأهداف الرئيسية لمعاينة الموقع تطوير فهم لكميات استعمال المياه وتوليد المياه المبتذلة في المرفق ومستويات النشاطات والتكاليف المرتبطة بها. وهناك نقطة انطلاق جيدة تقتضي معاينة البيانات الموجودة. وفيما يبدو ذلك واضح المعالم، إلا أن غالبية المرافق ينقصها عادة حساب شامل لاستعمال المياه، وقد لا تكون بياناتها الضرورية متوفرة بسهولة. وتظهر عادة فجوات معلوماتية جوهريّة أثناء هذه المرحلة، مما قد يؤدي إلى إحباط. في ما يأتي قائمة مراجعة قد تكون مفيدة لجمع المعلومات الضرورية.

قائمة مراجعة

لمصادر المعلومات المتعلقة بمعاينة الموقع

- مخططات تسلسل العمليات
- خطط الموقع
- القراءات المباشرة من العدادات
- رسوم إمدادات المياه
- رسوم استخراج المياه
- تكاليف طاقة وصيانة معدات الضخ
- تكاليف الطاقة والمواد الكيميائية والصيانة والموظفين اللازمين لوحدة معالجة مياه الشرب والمياه المبتذلة
- مواصفات المعدات
- الموظفون الملمون بالعمليات اليومية مثل المشغلين ومراقبي وعمال الصيانة

مسح الموقع

بعد جرد البيانات، الخطوة التالية هي إجراء مسح مادي للمرفق من أجل التثبت من البيانات التي تم جمعها سابقاً وملء الفجوات. وهذا يستلزم تشغيلاً روتينياً للمرفق وتفاعلات مع الموظفين المعنيين. ومسح الموقع يمكن أن يساعد أيضاً في كشف فرص عاجلة لحفظ المياه، أي مرتبطة بكشف التسريبات وأوجه القصور. في ما يأتي قائمة مراجعة للمسائل التي يجب النظر فيها أثناء مسح الموقع³.

قائمة مراجعة

لمسح الموقع

- مراجعة طرق تزويد الموقع بالمياه، أي الأنابيب الرئيسية والصهاريج والآبار. وتسجيل الأحجام ومعدلات التدفق.
- تخزين المياه في الموقع (إن وجد). وتسجيل سعة التخزين.
- المعالجة في الموقع (إن وجدت). وتسجيل سعة المعالجة.
- وضع قائمة بجميع المعدات التي تستعمل المياه، بما في ذلك معدات المعالجة، وأبراج التبريد، والغلايات، والأغشية، وخزانات الغسل، ومعدات المطايخ، والمراحيض، ورؤوس مرشات (دوشات) الاستحمام، إضافة إلى أمور أخرى.
- مراقبة معدات استعمال المياه المسوَّحة إزاء بيانات الجرد.
- مقارنة مخططات الأرضية ورسومات تمديدات المياه والرسومات التخطيطية مع الأوضاع الفعلية في الموقع. وتدوين التناقضات.
- معايرة جميع عدادات المياه لضمان دقتها.
- قياس أو تقدير استعمال المياه على مستوى النشاط والعملية، بما في ذلك ساعات التشغيل والاستعمال، والمياه المزوّدة، والمياه المهذورة، والمياه المبتذلة.
- التفاعل مع الموظفين الملمين بكل عملية من عمليات استعمال المياه من خلال طلب الحصول على اقتراحات للتحسين.

تقرير معاينة الموقع وخطة العمل

عند انتهاء جرد البيانات ومسح الموقع، يحين الوقت لجمع البيانات في تقرير أساسي. هذا التقرير يجب أن يوفر فهماً كافياً لاستعمال المياه في المرفق والتكاليف المرتبطة به. والبيانات الموجودة ومسح الموقع قد لا توفر جميع المعلومات الضرورية لوضع موازنة مياه دقيقة للمرفق، بما في ذلك كشف مفصل لاستعمال المياه بحسب النشاط. وهذا يجب النظر إليه على أنه نتيجة لعملية المعاينة، كما يجب إدخال الإجراءات الضرورية لملء فجوات البيانات في الخطة. إن كشوف الدعم المتوافرة في نهاية هذا الفصل - والتي تركز على مجالات مثل تسجيل البيانات، واستطلاعات الموقع، وتقنيات المراقبة والقياس البديلة، وحساب التكاليف الإجمالية، والعرض المرئي للبيانات، وتقييم نوعية المياه - قد توفر مدخلاً مفيداً لمرحلة التخطيط.

الفصل 1 - خطوط إرشادية عامة وأدوات لتحسين كفاءة المياه

إن تقريراً أساسياً جيداً يجب أن يشتمل عادة على ما يأتي :

- وصف المرفق، وعدد الموظفين، وأحجام أو مستعملو الإنتاج (بالنسبة إلى مبنى)، والرسوم البيانية لتسلسل العمليات الخاصة بالمرفق الصناعية، والخرائط الوظيفية للأبنية.
 - مخطط لتسلسل العمليات المائية يتكهن بدفق المياه من نقطة دخول المرفق إلى نقطة التصريف، بما في ذلك أي تدفقات إعادة استعمال وإعادة تدوير (انظر **تعليمات مساعدة د** للاطلاع على عرض بصري للبيانات).
 - أرقام استعمال المياه (مجمل المرفق فضلاً عن كشف مفصل لمجالات أو عمليات التشغيل) والتباينات الموقته (انظر **تعليمات مساعدة أ** للملء الفجوات في البيانات).
 - النواحي النوعية لدفق المياه في أماكن متنوعة (مياه الحنفية، المياه الرمادية المعالجة).
 - حساب التكاليف الإجمالية لاستعمال المياه في المرفق (انظر **تعليمات مساعدة ب** حول كيفية احتساب التكاليف الإجمالية).
 - ملخص نشاطات أو عمليات استعمال المياه المرتفعة الحجم والمرتفعة الكلفة.
 - أي ملاحظات إضافية تتعلق باستعمال المياه يكشف عنها مسح الموقع أو عمليات التشغيل أو عمال الصيانة.
- وإضافة إلى ذلك، يجب تطوير خطة عمل للأستفادة من تحسينات كفاءة المياه. ومثالياً، يجب أن تشمل هذه الخطة ما يأتي :

- احتياجات مراقبة إضافية وأطر زمنية
- أهداف تمهيدية تتعلق بالكفاءة (S.M.A.R.T targets)
- مؤشرات أداء رئيسية
- تحديد المسؤوليات
- إطار زمني ونقاط هامة
- المتطلبات من الموارد

من المهم أن تكون الأهداف المحددة S.M.A.R.T., أي أنها:

- بسيطة (Simple)
- ممكن قياسها (Measurable)
- ممكن تحقيقها (Achievable)
- ممكن تسجيلها (Recordable)
- محددة بجدول زمني (Timed)



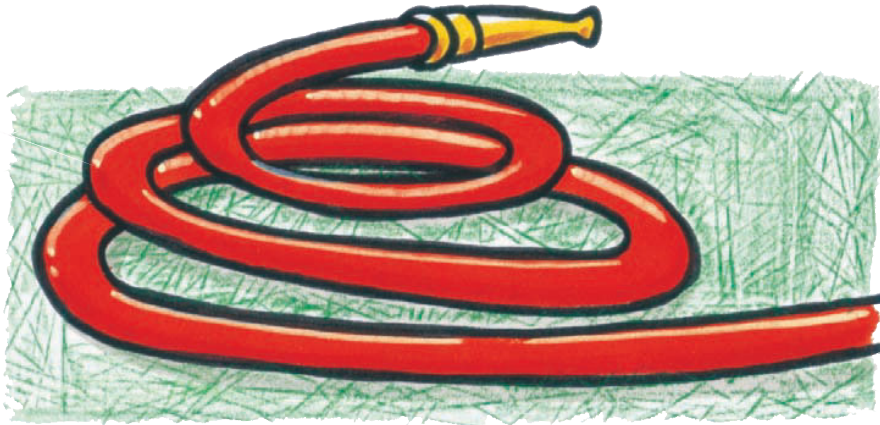
الخطوة 2

ضمان الالتزام والارتباط

يحتاج تحقيق كفاءة المياه إلى جهد جماعي ودعم الطلبات من داخل المؤسسة. والإدارة العليا، ومالكو الأبنية، والمدراء العمليون، والموظفون هم بنوع خاص أطراف مهمون.

وفي المرافق الصناعية، على وجه الخصوص، فإن اقناع الإدارة العليا بأن يكون لديها فهم جيد لأهداف برامج كفاءة المياه هو مبدأ رئيسي لتحقيق التزام على مستوى عالٍ. ويجب على الإدارة العليا أن تظهر دعماً لخطة التنفيذ من خلال الإبلاغ بشكل واضح عن التزامها بالبرنامج، بإصدار سياسة تتعلق بإنتاجية المياه أو إدخال استعمال المياه بين مؤشرات الأداء الرئيسية. وتحديد المسؤوليات المباشرة عن تنفيذ الخطة. قد يؤدي العمل المتعلق بكفاءة المياه إلى مضاعفات وتأثيرات في وظائف أخرى - الإنتاج، الصيانة، الأبحاث والتطوير (R&D)، الشراء، وحتى التسويق - لذا فمن الضروري العمل على إشراكها وتأمين تعاونها. ومن المهم أيضاً إبلاغ وإشراك مدراء الخطوط في العمل المتعلق بإنتاجية المياه.

أخيراً، الموظفون وعمال الصيانة هم مجموعة حاسمة وطلوعها في البرنامج ضروري. من جهة، سوف يُعتمد على الموظفين لإدخال وتنفيذ إجراءات كفاءة المياه في حياتهم اليومية. لكن من المهم أيضاً أن الموظفين غالباً يتصرفون كمصدر مهم لأفكار مفيدة لتحقيق مكاسب تتعلق بالكفاءة. لذلك، ابتداءً من المراحل المبكرة للتصوّر، على الموظفين أن يكونوا مشاركين بشكل وثيق في البرنامج. وبرامج الحوافز التي تكافئ الموظفين على مساهماتهم في الإجراءات الموفرة للمياه غالباً ما تكون فعالة جداً في إبقاء مستوى مشاركتهم عالياً.



الخطوة 3

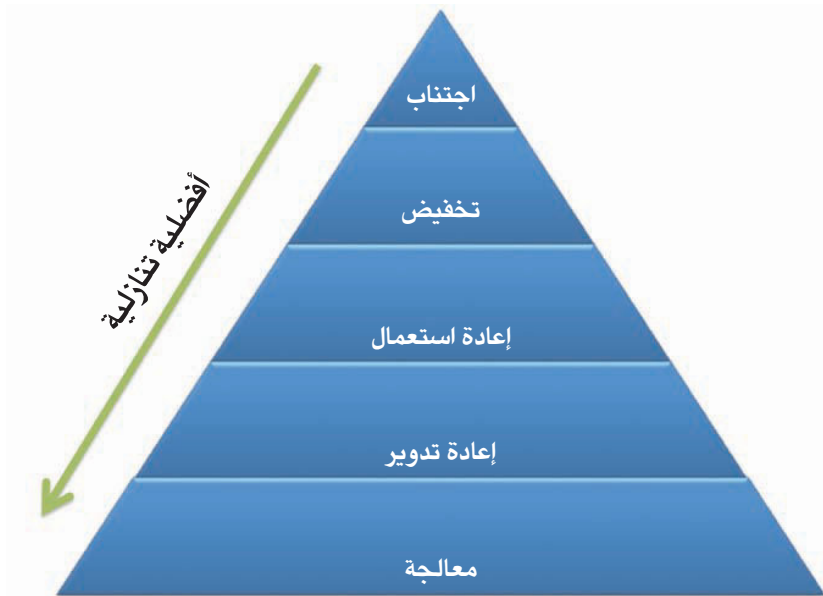
تحديد خيارات التحسين

من أجل اجراء تحديد دقيق لامكانات التحسين، من الضروري أن يكون هناك فهم تمثيلي للنواحي المتعلقة باستعمال المياه في الموقع. ولذلك فان توليد البيانات الاضافية أو جمعها قد يكون مطلوباً. وبعد أن يتم تحديد الجوانب الكمية والنوعية لاستعمال المياه في المؤسسة، يجب أن يُحول التركيز الى تحسينات الكفاءة. المقاربات العامة الآتية تساعد عادة في تحديد خيارات التحسين وتصنيفها:

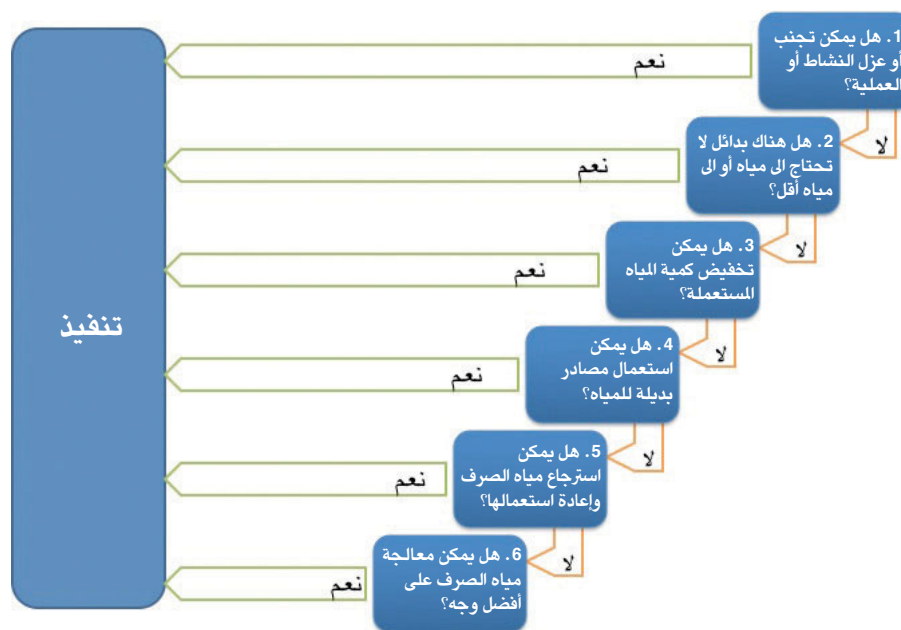
التسلسل الهرمي لتقليل الهدر

التسلسل الهرمي في الشكل 3.1 يعطي أفضلية للاجراءات الوقائية ويقدم ارشادات مفيدة لتحديد أولويات خيارات التحسين المبنية على طبيعتها.

وفقاً لهذا التسلسل الهرمي، فإن الاسئلة الواردة في قائمة المراجعة الآتية (الشكل 4.1) يجب الاجابة عليها بالتتابع، مع تحديد الفرص لتحقيق مكاسب تتعلق بالكفاءة. وكلما كان هناك جواب ايجابي، فان البديل المرتبط به يجب استقصاؤه من أجل تنفيذه قبل الانتقال الى السؤال التالي.



الشكل 3.1: التسلسل الهرمي لمقاربات الكفاءة المفضلة



الشكل 4.1: قائمة مراجعة لتحديد خيارات التحسين

معرفة أفضل الممارسات

أثناء تحديد خيارات التحسين، فإن مراجعة أفضل الممارسات المنطبقة على مجالات الاستعمال المكثف للمياه في المراحل المبكرة قد تكون مفيدة جداً. تتوافر قائمة بالموارد في نهاية الدليل، وتُعرض أمثلة على ممارسات جيدة في الفصول 2 و 3 و 4، وفي الملحق أ.

جردة خيارات التحسين

نظراً لما تمتلكه الشركات عادة من موارد محدودة، قد يكون من غير الممكن تنفيذ بعض الخيارات المحددة في موعد قريب. لذلك من المهم توثيق هذه الخيارات حسب الأصول بحيث يمكن الرجوع إليها لتنفيذها في المستقبل. **الجدول 1.1** يبين كيفية توثيق خيارات التحسين.

الجدول 1.1: توثيق جردة لفرص التحسين

مجال التطبيق	الحل المقترح	الوفورات المتوقعة	احتياجات وملاحظات التنفيذ
تنظيف المفاعل	استعمال أجهزة تنظيف نافورية منخفضة الحجم وعالية الضغط	< 5000م3 / السنة < 10,500 دولار / السنة	2000 دولار استقصاء الموردين في السوق
أبراج التبريد	إعادة تدوير مياه التصريف في برج التبريد	< 160,000م3 / السن < 200,000 دولار / السنة	الحاجة إلى محطة معالجة جديدة استثمار < 300,000 دولار إجراء تقييم مفصل للجدوى
...

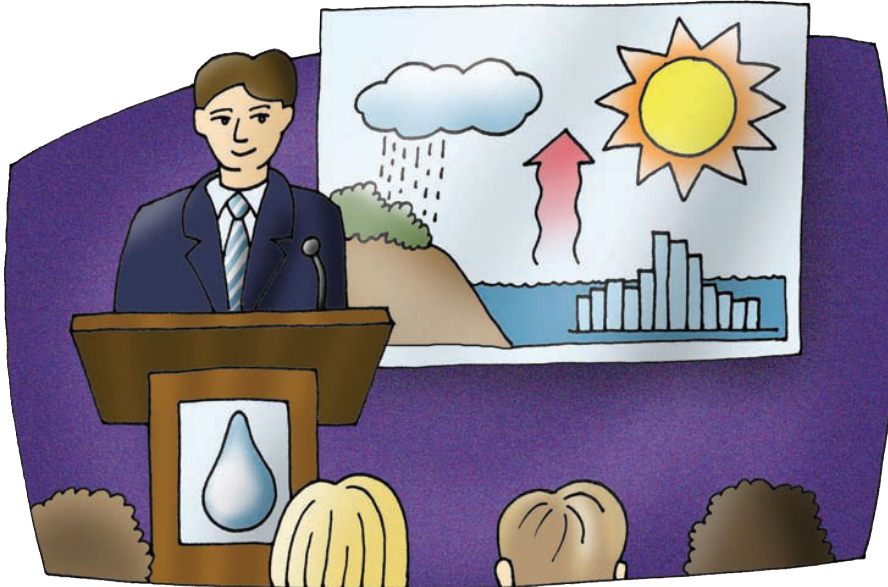
الخطوة 4

تحديد الأولويات والتنفيذ

غالباً ما تكون الموارد المتوافرة لادخال تحسينات على الكفاءة محدودة، مما يمنع تنفيذ جميع الخيارات المحددة دفعة واحدة. لذلك يجب تحديد أفضل كلفة بالمقارنة مع نسبة الفائدة قبل تنفيذ الاجراءات. في هذه التقييمات، غالباً ما تكون الكلفة المالية للخيارات العامل المهيمن لاتخاذ القرار. وهناك وسائل مختلفة لتقييم الاداء المالي للاستثمارات، تختلف من شركة الى أخرى. وفي حين أن معلومات اضافية حول بعض الطرق الشائعة - مثل العائد على الاستثمار وصافي القيمة الحالية - مبينة في **تعليمات مساعدة ج**، يُشجع المستعملون على اجراء حساباتهم المالية وفقاً لأفضليات شركتهم أو موقعهم.

والجدير بالذكر أيضاً، أن بعض الجوانب الأخرى يمكن أن تؤثر الى حد بعيد في التكاليف والفوائد المرتبطة باستثمارات كفاءة المياه، ويجب أن تؤخذ في الاعتبار بعناية. ومن الأمثلة على ذلك ما يأتي:
نوعية المنتج والسلامة واستقرار العملية

قد يكون لخيارات التحسين المقترحة تأثير إيجابي أو سلبي على نوعية المنتج واستقرار العملية وسلامة مكان العمل أو المستعمل. وفيما التأثيرات الايجابية قد تسفر عن فوائد إضافية، فإن التأثيرات السلبية قد تكون مرتبطة بأخطار كبيرة الى حدّ مانع. وعلى رغم ما قد يكون لحفظ المياه من أهمية، يجب أن لا يطغى على نوعية المنتج أو الاهتمامات المتعلقة بالسلامة.



التأثير على الأخطار البعيدة المدى

في بعض الحالات، قد تكون التحسينات المحددة مهمة جداً لاجتناب الأخطار المستقبلية - المرتبطة، على سبيل المثال، بالأنظمة أو النزاعات المتوقعة مع شركاء أو زبائن. ومن المهم أخذ هذه الأمور في الاعتبار، إذ قد تميل القرار الى صالحها، خصوصاً إذا أمكن التعبير عن فوائدها بأرقام مالية.

الكفاءات الداخلية

إن تنفيذ مشاريع تحسين الكفاءة يزيد قدرات التعلم لدى المؤسسات. وتوفر هذه المشاريع للموظفين فرصاً لاكتساب كفاءات وتطوير مهارات جديدة. بهذا المعنى، يجب الترحيب بانقطاع تسلسل العمل كوسيلة للتطور المهني والاحتفاظ بالموظفين.

التنفيذ

بناء على نتائج تقييمات الجدوى، يجب وضع الخيارات المحددة في إحدى الفئات المدرجة في الشكل 5.1.



الشكل 5.1: تصنيف فرص التحسين

الخطوة 5

المراقبة والتحسين

بعد تنفيذ تدابير الكفاءة، يجب مراقبتها عن كثب للتأكد مما إذا تم الوفاء بأهداف التنفيذ المقررة. وإذا كان التنفيذ المراقب أدنى من الهدف، فيجب تقصي أسباب القصور في التنفيذ وتحديد التدابير التصحيحية وتنفيذها. وعند الضرورة، يجب مواصلة دورة العمل الرقابي والاستنتاجي والتصحيحي حتى بلوغ مستوى الأداء المبتغى.

ومن المهم الإشارة إلى أن برامج كفاءة المياه يجب عدم التعامل معها على أنها منتج أو إجراء لمرة واحدة. وعلى الأصح، يجب أن تصبح الكفاءة جزءاً لا يتجزأ من الثقافة المؤسسية. وبعد تنفيذ المجموعة الأولى من التدابير وضبط إيقاعها، يجب أن ينتقل البرنامج إلى مرحلته التالية من خلال البدء في خطوة مراجعة وتخطيط جديدة ومواصلة الخطوات التالية. إن تشجيع ورعاية هذا الوضع في العمليات يستغرق وقتاً. وإن الاعلان عن نتائج المجموعة الأولى من تدابير التحسين يمكن أن تُحدث رافعة لمباشرة المجموعة التالية من التدابير، التي ستضع المؤسسة ببطء وبثبات على المسار الذي يجعلها كفوئاً بالمياه.

تبين أوسع للمقاربة المنهجية

على رغم أن بعض الشركات الفردية، التي تحثها الحوافز الاقتصادية، تطبق مقاربة منهجية إلى كفاءة المياه، فإن تبيناً واسع النطاق ينبغي عادة تحفيزه. ومن العوامل التي ثبت أنها فعالة في تحفيز كفاءة المياه في البلدان الغربية ما يأتي:

- مقاييس أكثر تشدداً لتصريف المياه المبتذلة
- طلبات وضغوط من الزبائن وشركاء الأعمال
- برامج معرفية وتعليمية من قبل الحكومات
- تدقيقات الزامية لكفاءة المياه في المرفق والأذون التشغيلية

تعليمات مساعدة أ

جمع البيانات

من الأهمية بمكان أن تُجمع البيانات بطريقة منهجية. وما يأتي يقدم أمثلة على الاستثمارات التي يمكن استعمالها لجمع المعلومات ذات الصلة المطلوبة في برامج التحسين.

ومع أن جمع البيانات والتعامل بها يدوياً ممارسة شائعة، وغالباً توفر نتائج كافية، فهناك اتجاه متزايد إلى تدوين البيانات الإلكتروني. إن مقاربات تدوين البيانات هذه، التي تناسب على وجه الخصوص مواقع أكبر وأكثر تعقيداً، توفر عدداً من الفوائد التي تتعلق بتقديم تحاليل رقابية ومفصلة في الوقت المناسب.



استمارة بيانات للمرافق الصناعية

معلومات عامة:

اسم المرفق: _____

موقع المرفق: _____

اسم الشخص الذي يتم الاتصال به والتفاصيل: _____

اجمالي عدد الموظفين: _____

ساعات العمل في اليوم: _____

عدد نوبات العمل في اليوم: _____

عدد الموظفين في كل نوبة: _____

أيام العمل في السنة: _____

المنتجات الرئيسية	معدل أحجام الإنتاج (أطنان / الشهر أو وحدات / الشهر)	وصف موجز لعملية الإنتاج

وصف الإجراءات المتعلقة بكفاءة المياه في الماضي أو المستمرة في الموقع:

وصف البنية التحتية لمراقبة المياه في الموقع:

إرفاق نسخ عن تصميم المنشأة / المصنع ومخططات نظم المياه في الموقع

استعمال المياه

معدل اجمالي المياه الداخلة الى المرفق: م³/الشهر

مصدر المياه:

المصدر	الكمية (م ³ /الشهر)	الوصف	الكلفة (وحدة / م ³)

كشف مفصل لاستعمال المياه في الموقع:

مجالات استعمال المياه	معدل الاستهلاك (م ³ /الشهر)	طبيعة المعالجة المسبقة المستعملة (في حال الانطباق)	كلفة المعالجة (وحدة / م ³)
مياه مدموجة في المنتج			
المياه المستعملة في العملية (يرجى تدوين العمليات)			
تنظيف المعدات			
تنظيف المكان			
مياه للتبريد			
مياه للتدفئة			
استعمال منزل			
مياه لري الحدائق والمساحات الخضراء			
...			
...			

الصرف

معدل إجمالي تصريف المياه المبتذلة إلى الموقع: (م³/الشهر) :

رسوم تصريف المياه المبتذلة: (وحدة/م³) :

تفاصيل مياه الصرف

نقطة التصريف	الكمية (م ³ /الشهر)	العمليات الموصولة بنقطة التصريف هذه	المكونات الرئيسية للصرف	المعالجة المستعملة (إن وجدت)	تكلفة المعالجة (وحدة/م ³)
1					
2					
3					
4					
...					



استمارة بيانات للأبنية والمؤسسات التجارية

معلومات عامة:

اسم المرفق: _____

موقع المرفق: _____

اسم الشخص الذي يتم الاتصال به والتفاصيل: _____

الوظيفة الرئيسية للمبنى فندق مستشفى مركز تسوق مكتب
 مدرسة جامعة مكان ورشة عمل أماكن أخرى

متوسط عدد المستعملين في المبنى في الشهر: _____

عدد ساعات استعمال المبنى في اليوم: _____

عدد أيام استعمال المبنى في السنة: _____

اجمالي مساحة المبنى (م²): _____

اجمالي مساحة الأراضي العائدة الى المبنى (م²): _____

مساحة الأرض القائم عليها المبنى (م²): _____

وصف العمل المتعلق بكفاءة المياه في الماضي أو المستمر في الموقع (أي التجهيزات والأدوات - حنفيات وغيرها المتعلقة بكفاءة المياه ونشاطات إعادة التدوير وإعادة الاستعمال وسواها):

وصف البنية التحتية لمراقبة المياه في الموقع (أي عدادات المياه الخاصة بالأقسام المختلفة ونظم ادارة المبنى وسواها):

إرفاق نسخ عن تصميم المبنى ومخططات نظم المياه في الموقع

استعمال المياه

معدل اجمالي المياه الداخلة الى المرفق: م³/الشهر

مصدر المياه:

المصدر	الكمية (م ³ / الشهر)	الوصف	الكلفة (وحدة / م ³)

كشف مفصل لاستعمال المياه في الموقع:

مجالات استعمال المياه	معدل الاستهلاك (م ³ / الشهر)	طبيعة المعالجة المسبقة المستعملة (في حال الانطباق)	كلفة المعالجة (وحدة / م ³)
غرف الضيوف أو المرضى			
المراحيض العامة وأحواض الغسيل			
حمامات (دوشات) عامة			
تدفئة وتهوية وتكييف أو تبريد			
تسخين			
المطبخ			
غسل الملابس			
تنظيف الأماكن			
الترفيه (بركة السباحة، سبا، وسواهما)			
معدات الزينة (نوافير، وسواها)			
مياه ري الحدائق والمساحات الخضراء			
اطفاء الحريق			

التسرب:

كميات التسرب المعروفة أو المقدرة في الموقع: (م³/ الشهر)

لمراكز التسوق:

هل ادارة المركز مسؤولة عن امدادات المياه وتصريف المياه المبتذلة الخاصة بشاغلي المركز:

نعم لا.....

الصرف

معدل اجمالي تصريف المياه المبتذلة الى الموقع: (م³/الشهر):

رسوم تصريف المياه المبتذلة: (وحدة/م³):

تفاصيل الصرف الصحي

نقطة التصريف	الكمية (م ³ /الشهر)	العمليات الموصولة بنقطة التصريف هذه	المكونات الرئيسية للصراف	المعالجة المستعملة (إن وجدت)	كلفة المعالجة (وحدة / م ³)
1					
2					
3					
4					
...					

يرجى تقديم تفاصيل معايير وأذون تصريف المياه المبتذلة التي يجب أن يتقيد بها الموقع



الاستمارة الخاصة بتسجيل قراءات العدادات

				رقم العداد
				رقم التسلسل
				القسم
نسبة التغيير في المئة	القراءة خلال الفترة (ج = ب - أ)	القراءة الحالية (ب)	القراءة الأولية / السابقة (أ)	التاريخ

بيان معدات ومثبتات استعمال المياه

	الموقع
	القسم

المعدات			
العدد	الوظيفة	الدفق / الحجم	ملاحظات
2	غسل القوارير	150 ليترًا / الساعة	الصنع XXX الطراز XXX جريان مستمر
1	التبريد	14 ليترًا / الدقيقة	الصنع XXX الطراز XXX دفق مفتوح

المثبتات			
العدد	الوظيفة	الدفق / الحجم	ملاحظات
2	مرحاض	12 ليتر	الصنع XXX الطراز XXX المثبتة الى اليسار تسرب
4	حنفية	9 ليترًا / الدقيقة	الصنع XXX الطراز XXX الثانية من اليمين تسرب

تعليمات مساعدة ب

مراقبة التدفقات وقياسها

قد لا توفر خطوة معاينة الموقع جميع البيانات المطلوبة لتكوين فهم جيد لأنماط استعمال المياه. في هذه الحالة، سيكون من الضروري اتخاذ خطوات إضافية تتعلق بالمراقبة والقياس. وتماشياً مع فلسفة "ما يجري قياسه تتم إدارته"، هناك دلائل كثيرة تربط برامج المراقبة الفعالة بانخفاض في استعمال المياه والتكاليف المتعلقة به. وفي الواقع، ينظر معظم خبراء كفاءة الموارد إلى المراقبة على أنها المفتاح لاحتراز تقدم.

وعندما تكون المعلومات المطلوبة غير متوافرة بسهولة، قد يكون من الضروري إجراء قياسات مباشرة أو تقدير التدفقات بشكل غير مباشر. ويمكن إجراء القياسات المباشرة بواسطة عدادات مياه ثابتة أو متنقلة، أو في بعض الظروف من خلال استعمال معدات بسيطة، مثل دلو وساعة توقيت. وجدير بالذكر أن إجراء قياسات دقيقة قد يكون مكلفاً، والقرارات الجيدة لا تتطلب بالضرورة احصاء كل قطرة. لذلك، من المهم إيجاد توازن صحيح بين كلفة توليد البيانات والفوائد المتوقعة من استعمالها.

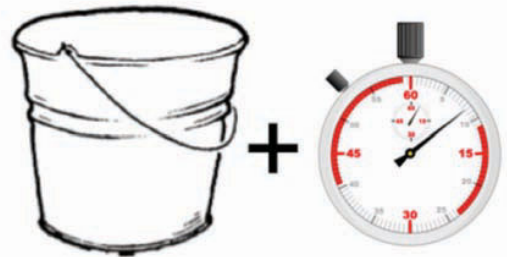
وتجدر الإشارة إلى أن بعض النشاطات، مثل تنظيف الخزانات أو استبدال المحتويات في نظم إعادة الدوران، لا تنفذ بالضرورة تكراراً. لذلك من الضروري إجراء المراقبة والقياسات لفترة زمنية طويلة بما يكفي لأخذ صورة واقعية لاستعمال المياه في الموقع.



طرق القياس المباشر

بالنسبة إلى القياس المباشر لدفق المياه في الأماكن التي تكون فيها المراقبة المستمرة مفيدة، يشيع تركيب عدادات دائمة. والعدادات الدائمة تكون فعالة في مراقبة التقلبات الموقته في استعمال المياه. وتتنوع عدادات المياه الدائمة في جودتها وأسعارها وميزاتها، وعلى رغم أنها غير مكلفة بالضرورة (في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، قد يكلف العداد 100 دولار وما فوق)، فقد يتطلب تركيبها وقف الانتاج لفترة قصيرة. لذلك، من المستحسن اختيار عدد محدود من مواقع القياس الاستراتيجية لتركيب العدادات. وتجدر الملاحظة أيضاً إلى أن بعض نماذج العدادات المتطورة تسمح بقراءات عن بعد ويتكامل مباشر مع نظم تدوين البيانات، ما قد يثبت أنها أكثر اقتصاداً بالنفقات على المدى البعيد.

يوفر استعمال عدادات الدفق المحمولة غير التلامسية بديلاً آخر. وهناك نماذج متنوعة من هذه العدادات التي تستخدم تقنيات مختلفة للقياس. ويشيع استعمال التكنولوجيا الفوق صوتية



لقياس الدفق من خلال تتبع حركة الشوائب الدقيقة في المياه المتدفقة. وقد تكون العدادات المحمولة غير التلامسية أقل دقة من العدادات الثابتة، لكنها مفيدة كثيراً للحصول على قراءات دفق بسرعة من أجزاء الموقع المختلفة ومن دون أي انقطاع في المياه.

لكن يمكن الحصول على معلومات موثوقة باستخدام طرق أكثر بساطة. على سبيل المثال، في الحالات حيث يمكن توجيه دفق المياه أو الصرف الصحي إلى وعاء، يمكن أخذ القياسات بمساعدة دلو وساعة توقيت. وتترك المياه لتملأ الدلو ذي الحجم المعروف في حين تقاس المدة الزمنية التي استغرقها لكي يمتلئ. وتقسيم حجم الدلو على عدد الثواني التي استغرقها لكي يمتلئ يعطي معدل الدفق باللترات في الثانية.

طرق الحسابات غير المباشرة

عندما يكون القياس المباشر غير ممكن أو غير عملي، يمكن إجراء حسابات تقريبية مفيدة لتقدير معدلات دفق المياه. في ما يأتي طرق تقدير شائعة الاستعمال:

الاحتساب من قياسات أخرى: في حالات معينة، يمكن احتساب البيانات المفقودة باستخدام البيانات المتوفرة في نشاطات أو عمليات أخرى مرتبطة بها. مثلاً، إذا كانت المياه تستعمل في ثلاثة خطوط إنتاج، فتكون أرقام الاستهلاك في اثنين منها معروفة، والخط الثالث يمكن احتسابه بطرح استعمال المياه في خطين من إجمالي المياه المزودة.

التقدير من معرفة تفاصيل عملية الاستعمال: قد تكون معرفة تفاصيل عملية الاستعمال المحددة أداة مفيدة لتقدير تدفقات معينة. فعلى سبيل المثال، لاحتساب المياه المستهلكة في عمليات الشطف، يمكن التوصل إلى تقديرات جيدة على أساس معرفة أبعاد الخزان ومقدار تعبئته في كل دورة شطف، وعدد الدورات الضرورية لانجاز الشطف.

الحسابات المبنية على معلومات المصنّع: يوفر مصنعو المعدات عادة معايير تشغيلية، مثل "استعمال المياه في الساعة" أو "استعمال المياه في الدورة"، في كتيبات المعدات. وعندما يتم الجمع بين المعايير التشغيلية المقترحة للمعدات وملاحظات المستعملين، فقد يكون من الممكن إجراء تقييمات لتدفقات المياه. ويجب توخي الحذر في تحديد ما إذا كانت التعديلات قد أجريت على التصميم الأصلي ومتى تم ذلك.

دراسة العملية أو السلوك التقليدي واستعمال البيانات التقليدية: قد تكون هذه العملية مفيدة بنوع خاص في تقدير التدفقات لاستعمالات موزعة، مثل المياه المستهلكة في المراحيض وأثناء الاستحمام. وبناء على معدل عدد الاستخدامات ومعدل أرقام الاستهلاك المحدد، يمكن إجراء حسابات تقريبية معقولة. على سبيل المثال، إذا كان هناك 120 موظفاً يعملون في ثلاث نوبات، وثلاثا الموظفين يستحمون لمدة خمس دقائق بعد نوبتهم، وإذا استهلكت مرشحات (دوشات) الاستحمام المركبة نحو 15 ليترًا في الدقيقة، فمن المتوقع أن يبلغ استهلاك المياه اليومي للمرشحات نحو 6000 ليتر في اليوم.

تعليمات مساعدة ج

اجمالي التقديرات المحاسبية والمالية لكلفة المياه

إن تحديد الكلفة الحقيقية لاستعمال المياه هو باعث قوي على التغيير. وإضافة الى التكاليف المحددة بسهولة، مثل تكاليف شراء المياه ورسوم تصريف المياه المبتذلة، هناك تكاليف خفية تتعلق باستعمال المياه. ولتحديد الكلفة الحقيقية للمرفق بكامله أو لعملية معينة، يجب احتساب هذه التكاليف الخفية (انظر الشكل 2.1). يمكن استعمال قائمة المراجعة التالية لاحتساب الكلفة الحقيقية للمياه:

التكاليف السنوية (دولار)	بيان كلفة المياه قائمة مراجعة
	كلفة المياه عند البوابة
	رسوم التخلص من المياه المبتذلة وتأثير المياه المبتذلة مقدار الرسم المفروض على النوعية (أي رسوم أعلى لمستويات أعلى من الملوثات)
	المعالجة المسبقة، إن وجدت، مثل التكاليف المتعلقة بالتصفية والتنقية وإزالة العسر (التلين)
	الموظفون (إدارة المياه، الصيانة، متابعة التراخيص، اعداد التقارير)
	تكاليف الطاقة اللازمة للتدفئة والتبريد وضخ المياه
	تكاليف المواد الأولية والمنتجات المفقودة في المياه المبتذلة
	رسوم قانونية (أي المتعلقة بطلبات الحصول على تراخيص وتجديدها)

إن اجمالي كلفة الوحدة من المياه المستعملة هو مجموع هذه التكاليف مقسومة على كمية المياه المستعملة. ولاحتساب كلفة الوحدة من الانتاج، يقسم اجمالي كلفة استعمال المياه في شوط من الانتاج على عدد الوحدات المنتجة أثناء ذلك الشوط.

ولتقرير امكانات اتخاذ تدابير التحسين المختلفة والرغبة فيها، من جهة أخرى، ستكون بعض التقييمات المالية ضرورية. وإثنان من الطرق المستعملة عموماً لهذا الغرض هما العائد على الاستثمار وصافي القيمة الحالية.

العائد على الاستثمار

يمكن إجراء تقييم بسيط وشائع للأداء المالي باستعمال مفهوم "العائد على الاستثمار" الذي يمكن احتسابه باستعمال الصيغة التالية:

كلما كان العائد على الاستثمار أعلى، كان الأداء المالي للخيار أفضل. وكما ورد سابقاً، فإن الفوائد التي قد تكون مرتبطة باستثمار ما سوف تتجاوز الوفورات في كلفة شراء المياه وسوف تحتاج الى نظرة تفصيلية الى التكاليف الخفية للمياه. ونتيجة لذلك، سيكون من المفيد احتساب الفوائد بمساعدة الصيغة الآتية:

العائد على الاستثمار

$$\text{العائد على الاستثمار} = \frac{\text{الفوائد-التكاليف}^*}{\text{الاستثمار}}$$

$B_{Total} = B_{purchase} + B_{discharge} + B_{energy} + B_{chemicals} + B_{labor} + B_{equipment} + B_{regulatory}$
حيث،

B_{Total} = إجمالي فوائد الاستثمار

$B_{purchase}$ = الفوائد المرتبطة بكلفة شراء المياه

$B_{discharge}$ = الفوائد المرتبطة بتكاليف التصريف

B_{energy} = الفوائد المرتبطة بانخفاض استعمال الطاقة

$B_{chemicals}$ = الفوائد المرتبطة بانخفاض استعمال المواد الكيميائية

B_{labor} = الفوائد المرتبطة بانخفاض الوقت اللازم للموظفين

$B_{equipment}$ = الفوائد المرتبطة بانخفاض تكاليف المعدات

$B_{regulatory}$ = الفوائد المرتبطة بانخفاض العبء التنظيمي

من جهة أخرى، لاحتساب الفوائد الفردية، يمكن استعمال الطريقة الآتية:

$$B_x = \text{Cost}_x - \text{current} - \text{Cost}_x - \text{new investment}$$

حيث،

B_x = (×) الفوائد المرتبطة بمجال معين

$\text{Cost}_x - \text{current}$ = التكاليف المتعلقة بـ× مع الوضع الراهن

$\text{Cost}_x - \text{new investment}$ = التكاليف المتوقعة المتعلقة بـ× مع استثمار جديد

القيمة الحالية الصافية

على رغم أن العائد على الاستثمار طريقة بسيطة وفعالة نسبياً، فهو لا يأخذ في الاعتبار الأخطار المستقبلية المحتملة أو القيمة الزمنية للمال - 100 دولار في جيبك الآن تساوي أكثر من 100 دولار في جيبك خلال مدة سنة. ان مفهوم القيمة الحالية الصافية يأخذ هذه العوامل في الاعتبار، واذ استعمل بمعدل خصم منتقى حسب الأصول، فقد يوفر تقييمات أكثر دقة. ويمكن احتساب القيمة الحالية الصافية باستعمال الصيغة الآتية:

القيمة الحالية الصافية (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{S_t}{(1+r)^t} - C_0$$

حيث:

T = إجمالي عدد السنوات التي تؤخذ في الاعتبار في الحسابات

t = سنة معينة (بين 1 و T)

St = وفورات متوقعة في السنة t (= الفوائد - التكاليف في السنة t)

r = معدل الخصم

C₀ = الكلفة الأولية للاستثمار

كلما كانت القيمة الحالية الصافية لبديل ما مرتفعة، كلما اعتُبر أداؤها أفضل مالياً. وعلى رغم أن الاحتساب قد يبدو معقداً ومرهقاً، فإن القيمة الحالية الصافية يمكن احتسابها بسهولة باستعمال وظائف موجودة في برامج كومبيوترية شائعة مثل مايكروسوفت إكسل. ويجب إعادة التشديد على أن استعمال معدل الخصم الصحيح له أهمية قصوى في هذه الحسابات.

تعليمات مساعدة د

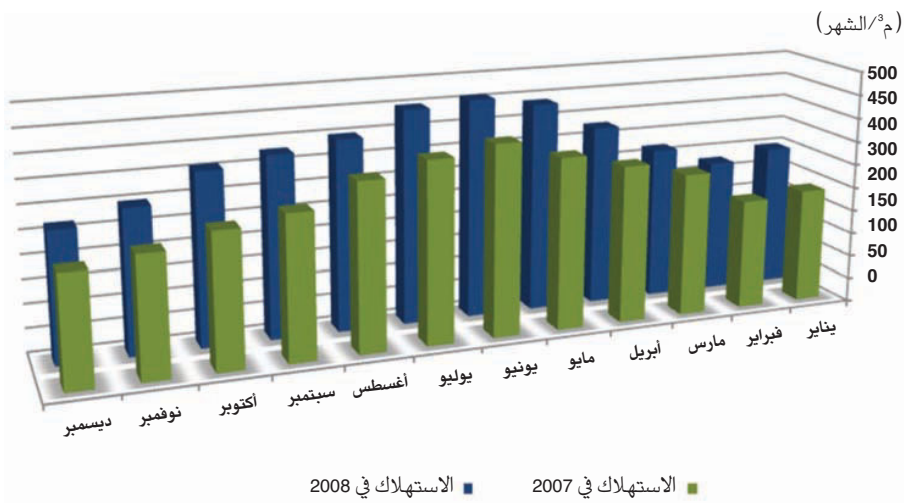
التبليغ البصري لبيانات استعمال المياه وتدفقات المياه

قد تولد تدابير المراقبة بيانات لتدفقات المياه في الساعة ويومياً وأسبوعياً وشهرياً أو حتى خلال مدة زمنية طويلة. والهدف هو تكوين فكرة معبّرة لاستعمال المياه في أوضاع تشغيلية مختلفة تشاهد عموماً في المرفق. وقد تختلف المدة المثلى من مرفق الى آخر، لكن غالباً ما يكون جمع البيانات طوال أسابيع أو أشهر عدة مستساغاً. ويجب تدوين هذه البيانات منهجياً لأجراء مزيد من التحليل. واطافة الى ذلك، قد تحتاج بيانات تدفقات المياه الى دمج مع بيانات أخرى ذات صلة لتصبح ذات معنى.

من المرغوب به غالباً تبليغ المعلومات المتعلقة باستعمال المياه باستعمال عروض بصرية سهلة الفهم. وتشكل الرسوم البيانية لاستعمال وتصريف المياه خلال تسلسل زمني، والرسوم التخطيطية للمراحل ورسوم سانكي التخطيطية، أدوات مفيدة بنوع خاص للعرض البصري للبيانات.

الرسوم البيانية ذات التسلسل الزمني

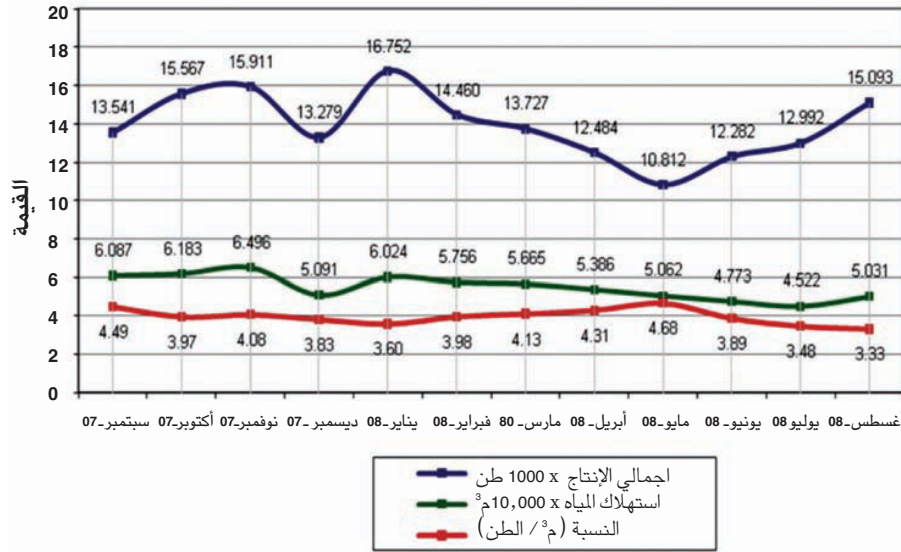
الرسوم البيانية التي تصف استعمال المياه خلال تسلسل زمني، كما هو مبين في الشكل 5.1، والتي قد تقارن معدلات الاستهلاك أو توليد المياه المتبدلة مع مرور الوقت، تساعد في فهم التقلبات بصرياً، والجمع بين هذه البيانات والمعلومات الأخرى - مثل حجم الانتاج أو نوع المنتج أو عدد الموظفين والمشغلين أو درجة حرارة الهواء المحيط - التي يمكن أن تظهر أيضاً على الرسم البياني ذاته - غالباً ما يمكن من اجراء تحليل ذي معنى أكبر. على سبيل المثال، في الشكل 6.1 يمكن أن يلاحظ بأنه على رغم الازدياد المطرد للانتاج بعد أيار (مايو) 2008، واصل استهلاك المياه انخفاضه نتيجة تدابير الكفاءة التي نفذها المصنع.



الشكل 5.1: استهلاك المياه في مصنع لمشتقات الألبان خلال سنتين متتاليتين

الفصل 1 - خطوط إرشادية عامة وأدوات لتحسين كفاءة المياه

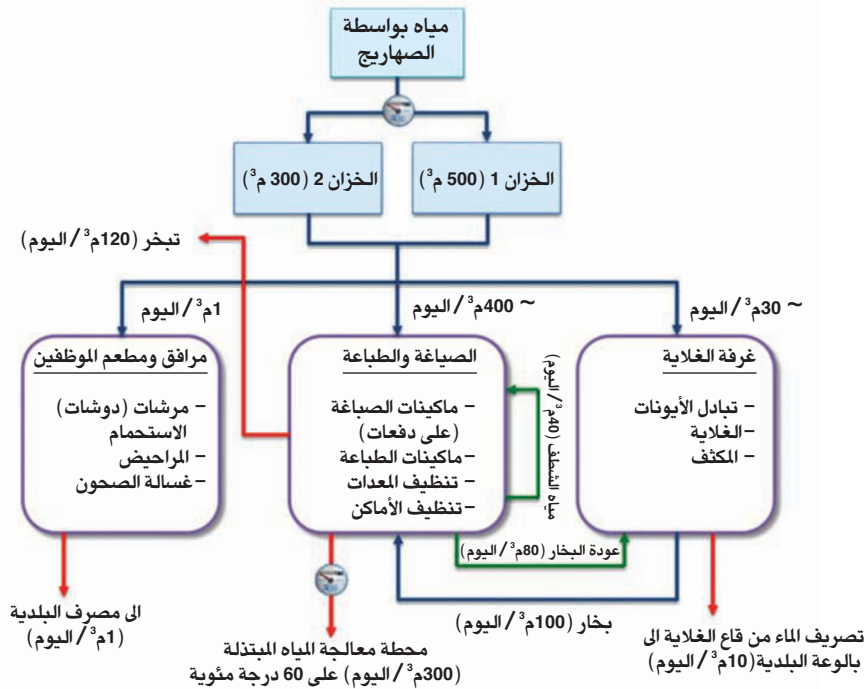
استهلاك المياه بموجب مؤشر الأداء الرئيسي مقابل الانتاج: النسبة بالطن
السنة 2007-2008



الشكل 6.1: استهلاك المياه كمهمة انتاج في مصنع لمشتقات الألبان

الرسم التخطيطية للمراحل

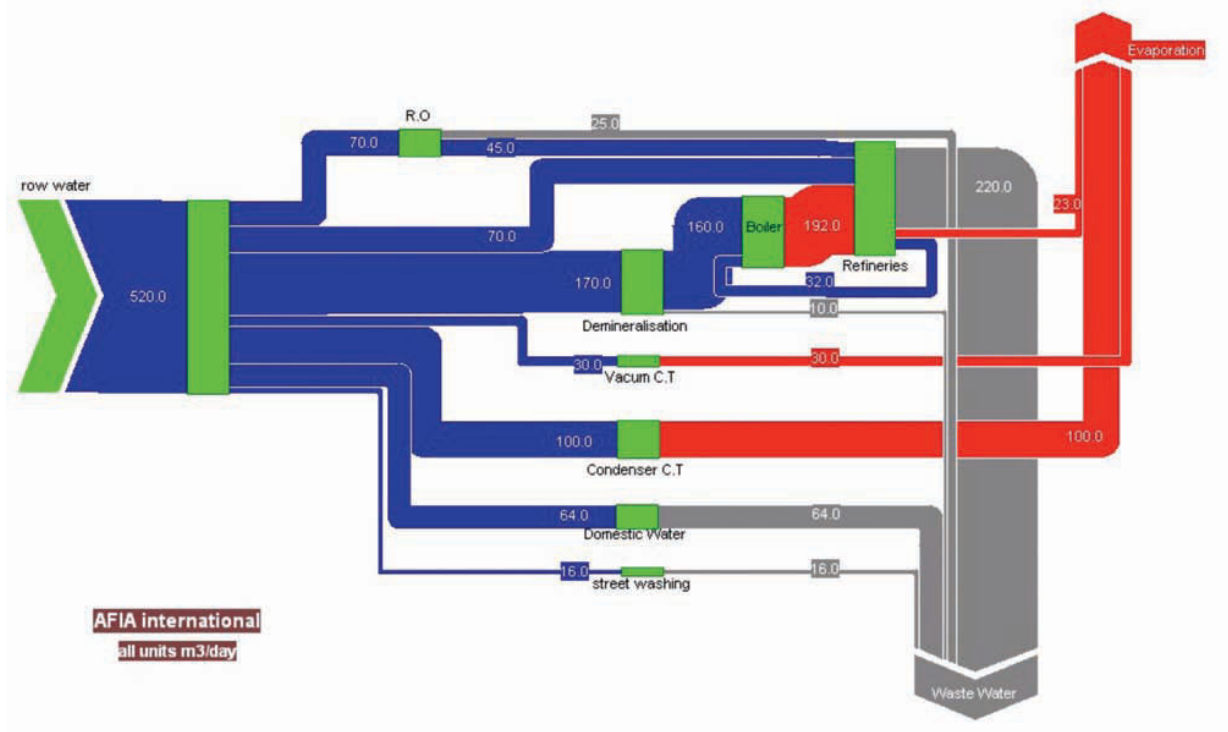
الرسم التخطيطية للمراحل تشبه "خرائط استعمال المياه في المصنع" وتبين أين وكيف تُستهلك وتُفقد مياه كثيرة، وما هي المياه المبتذلة المولدة. يمكن الاطلاع على رسم تخطيطي بسيط للمراحل في الشكل 7.1.



الشكل 7.1: رسم تخطيطي للمراحل بين دفق المياه في مرفق صناعي

رسوم سانكي البيانية

رسوم سانكي البيانية قد تكون الأكثر فائدة للحصول على حساب شامل لدفق المياه في مرفق ما بشكل سريع. في هذه الرسوم البيانية، تتمثل تدفقات المياه داخل المصنع بأسهم يتناسب حجمها مع كمية الدفق. إضافة إلى ذلك، تُستعمل ألوان مختلفة لوصف أنواع المياه المتنوعة - مثل مياه البغلة النقاوة أو مياه منزلية أو مياه مبتذلة، كما هو موضح في الشكل 8.1. هذه الرسوم البيانية فعالة بنوع خاص في نقل التوازن المائي في المصنع بسرعة. ويمكن توليد رسوم سانكي البيانية بمساعدة برنامج إلكتروني يمكن شراؤه في حدود 100 إلى 1000 دولار⁴.



الشكل 8.1: رسم سانكي البياني هذا يبين تدفقات المياه في مصنع لتكرير الزيوت الصالحة للأكل

تعليمات مساعدة هـ

تقييم نوعية المياه من أجل إعادة التدوير وإعادة الاستعمال

إعادة استعمال المياه المبتذلة أو تدويرها لإعادة استعمالها بعد المعالجة قد تكونان مصدراً عملياً للمياه، ما يخفض الضغط على مصادر المياه العذبة التقليدية ويحسن كفاءة استعمال المياه. وعلى مستعملي المياه ومولدي المياه المبتذلة أن يستقصوا دائماً الفرص المحتملة لتطبيقات إعادة الاستعمال وإعادة التدوير. **الجدول 2.1** أدناه يوفر مسحاً عاماً لمجالات مناسبة يمكن أن تستعمل فيها درجات مختلفة من المياه المبتذلة المعالجة.⁵

الجدول 2.1: خطوط توجيهية لإعادة استعمال المياه

الدرجة					
تناضح عكسي بالغ النقاوة	تناضح عكسي مُيسَّر (مليّن)	تناضح عكسي نقي	منترنة	ثلاثية	
تناضح عكسي بمرور مزدوج	معالجة ثانوية زائد ميكرو- ترشيح وتناضح عكسي زائد تيسير	معالجة ثانوية زائد ميكرو - ترشيح وتناضح عكسي زائد تيسير	معالجة ثلاثية مع إزالة الأمونيا	معالجة (بيولوجية ثانوية للمياه المبتذلة زائد ترشيح وتطهير	معالجة
تغذية غلاية عالية الضغط	مياه معالجة ثانوية حتى لأغراض الشرب غير المباشرة (أي تنظيف المعدات)	تغذية غلاية منخفضة الضغط	ابراج تبريد	ري الحدائق والمساحات الخضراء أو المزروعات	استعمال بديل

¹ Schultz (1999). A water conservation guide for commercial, institutional, and industrial users.

² لمراجعة أكثر شمولية حول خطر شح المياه على قطاع الأعمال وداعميه أنظر: UNEP-FI (2007). Challenges of water scarcity: a business case for financial institutions.

³ مقتبس من Schultz Communications (1999).

⁴ للباحثين أنظر <http://www.sankey-diagrams.com>

⁵ مقتبس من: US-EPA (2004) Guidelines for Water Reuse.

الفصل 2

كفاءة المياه في المرافق الصناعية

امكانيات التوفير في المياه

إن حصة الصناعة من إجمالي استعمال المياه في العالم العربي صغيرة نسبياً، لكن باتباعه اتجاهات مماثلة في القطاعين الزراعي والبلدي، فإن الطلب الصناعي على المياه أخذ أيضاً في الارتفاع. وبالتوازي، هناك فهم متزايد للتأثير السلبي للتلوث الصناعي على الموارد المائية. ونتيجة لذلك، سوف ينافس القطاع الصناعي للوصول إلى المياه مع تصاعد الضغوط على القطاع لحماية الموارد المائية من التلوث. أما نتائج الاستعمال المسؤول أو اللامسؤول للموارد المائية فقد أخذت تصبح هامة استراتيجياً بشكل متزايد. لدى المرافق الصناعية امكانية جيدة لرفع معدلات كفاءتها المائية. وتظهر تجارب من أنحاء العالم أن اعتماد مقاربة منهجية لكفاءة الطاقة غالباً ما يؤدي إلى تخفيض استهلاك المياه بنسبة تراوح بين 20 و50 في المئة، وتصل إلى 90 في المئة عند تنفيذ تدابير أكثر تقدماً. **الجدول 1.2** يدرج عدداً من تدابير الكفاءة الصناعية وما يرتبط بها من امكانيات التوفير في المياه.

على رغم وجود وعي متزايد للأهمية الاستراتيجية للمياه، فإن عدد الصناعات في المنطقة العربية التي تدير المياه بطريقة منهجية وشمولية محدود. وتقتصر إدارة المياه في غالبية الصناعات على ضمان توفير المياه. وفي بعض الأحيان هناك جهود لضبط المياه المبتذلة أو معالجتها. وفي حالات نادرة حيث تنفذ جهود تتعلق بكفاءة المياه، تميل هذه الجهود إلى أن تكون غير منظمة وتخدم غرضاً خاصاً، ما يؤدي غالباً إلى نتائج دون المستوى الأمثل. هذه النتائج المخيبة قد تجعل الإدارة أكثر ميلاً إلى أن توقف دعمها لأي مشاريع تتعلق بالكفاءة في المستقبل. وباختصار، توجد امكانيات داخل القطاع الصناعي في المنطقة العربية لتعزيز انتاجية المياه بشكل كبير.

من خلال تحسين كفاءة المياه، يمكن للصناعة أن:

- تحمي ترخيصها بالعمل
- تخفض نفقات الشراء والمعالجة والتصريف
- تتجنب الانقطاعات في الانتاج
- تثبت مسمولييتها الاجتماعية

الجدول 1.2: امكانيات التوفير بالمياه في الصناعة

وفورات محتملة (%)	تدابير الكفاءة
~90%	اعادة استعمال في حلقة مغلقة
~60%	اعادة تدوير في حلقة مغلقة مع معالجة
~15%	صمامات اغلاق اوتوماتيكي
~40%	شطف بعكس التيار
~20%	تحسينات عالية الضغط ومنخفضة الحجم
~50%	اعادة استعمال مياه الغسل

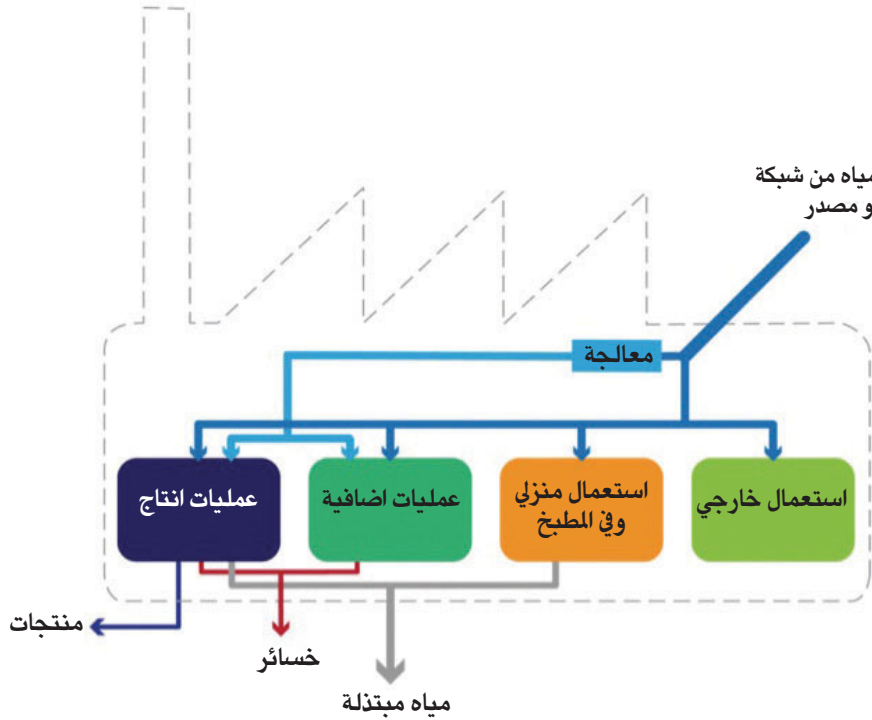
كشف مفصل لاستعمال المياه في الصناعة

في المرافق الصناعية، تستعمل المياه في مجموعة واسعة من النشاطات. وتُوضح قيمة المياه كمنفعة من خلال الاستعمالات الشائعة الآتية:

- الاندماج في المنتج النهائي
- غسل أو شطف المواد الأولية أو المنتجات الوسيطة أو المنتجات النهائية
- إعداد المذيبات أو الملاط الرقيق القوام
- تنظيف المعدات والأماكن
- إزالة الحرارة أو توفيرها
- تلبية الحاجات الصحية والمنزلية
- ري الحدائق والمساحات الخضراء

لتكوين رؤية شاملة لاستعمال المياه في أحد المرافق، ينبغي إجراء مراجعة أولية كما تبينها المقاربة المنهجية ذات الخطوات الخمس الواردة في **الفصل 1**. وفي العمليات أكثر تعقيداً، يشكل التركيز على عمليات مسرفة في استهلاك المياه وذات تركيزات ملوثات عالية بنوع خاص نقطة انطلاق جيدة لبرنامج الكفاءة.

الشكل 1.2 هو رسم تخطيطي لاستعمال المياه في مرفق صناعي. والكشف التفصيلي لتدفقات المياه وفق خطوات العملية يتطلب تحديد وقياس معايير كمية ونوعية للمياه المستعملة والمفقودة ولأي مياه صرف يتم توليدها. قائمة المراجعة الآتية تقترح عدداً من الأسئلة التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار أثناء خطوات المراجعة والمراقبة الأولية.



الشكل 1.2: استعمال المياه في الصناعة

قائمة مراجعة

جد أجوبة على الأسئلة الآتية لكل عملية أو مكان رئيسي لاستعمال المياه:

- ما هي كمية المياه التي تدخل العملية أو المكان؟
- ما هي نوعية المياه عند نقطة الدخول؟
- ما هي كلفة إحضار المياه الى هذه العملية أو هذا المكان؟
- من أصل المياه الداخلة الى العملية أو المكان ما هي الكمية التي يجري ادماجها في المنتج النهائي؟
- وما هي الكمية التي تُطرح مع مجاري مياه الصرف؟
- ما هي الخسائر المائية في الهواء والترربة؟
- ما هي الخصائص المميزة لمجري مياه الصرف؟
- ما هي كلفة ادارة مياه الصرف

مقاربات شائعة لكفاءة المياه في الصناعة

يوجد عدد من الاحتمالات المختلفة لتحسين كفاءة المياه. **الجدول 2.2** يدرج بعض المقاربات الأكثر شيوعاً بحسب ازدياد التعقيد في تغييرات العمليات.

مكاسب الكفاءة التي تتحقق من خلال هذه المقاربات تختلف من حيث تأثيراتها البيئية وجدواها المالية. التسلسل الهرمي الوقائي الذي تمت مناقشته في **الفصل 1 (الشكل 3.1)** يقدم إطاراً موجَّهاً تكميلياً لاتخاذ الخيارات الضرورية.

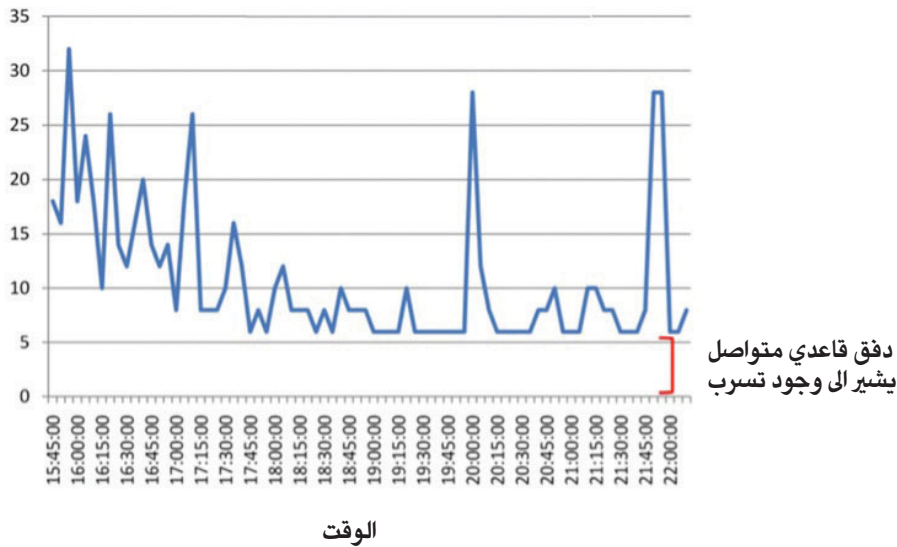
الجدول 2.2: مقاربات كفاءة المياه في الصناعة

التدابير	الشرح	أمثلة
تحسين تخطيط الانتاج وتسلسله	اعادة تعديل خطط الانتاج مع تركيز على تقليل استهلاك المياه.	تخفيض احتياجات التنظيف من خلال اجراء تعديلات في نوعية المنتجات. استخدام طلاء للتنظيف الذاتي.
حسن ادارة الممتلكات وتأمين التجهيزات والخدمات	ادخال أساليب أكثر توازناً وأكثر وعياً لقيمة الموارد في العمليات.	اجتناب الإراقة، تقليل انتقال الملوثات من عملية الى أخرى، مراقبة دقيقة للوصفات في دُفعات التفاعل، اجراء تنظيف ميكانيكي قبل الغسل بالماء، التأكد من عدم تدفق المياه على نحو غير ضروري.
تعديلات العمليات والمعدات	ادخال تعديلات في العمليات أو المعدات، مع التجهيزات المقتصدة ذات الصلة، عند الضرورة.	اقفال نظام التبريد أو التدفئة المفتوح الطرفين، تركيب صمامات منضبطة المستويات لتجنب الدفق الزائد، تركيب فوهات ذاتية الاغلاق ومنضبطة القدرح في الخرطوم، تبطين سطوح الخزانات بمادة غير لاصقة.
تغييرات المنتجات والمواد	تغيير اللقائم المستعملة في انتاج أو تصميم منتجات جديدة تماماً ما يؤدي الى تخفيض الطلب على المياه وتوليد مياه صرف أقل.	التحول الى طلاءات أساسها الماء، استعمال أصباغ تفاعلية في صباغة المنسوجات، التحول الى أوعية يمكن تدويرها بسهولة في صناعة المرطبات.
استبدال المعدات والتكنولوجيا	استبدال التكنولوجيات القائمة بتكنولوجيات أكثر فعالية وكفاءة.	اعتماد نظم تنظيف داخل المكان، استعمال معدات تنظيف عالية الضغط ومنخفضة الحجم، تشغيل ماكينة صباغة المنسوجات بنسب محاليل مائية منخفضة.

دليل ارشادي الى ممارسات جيدة في العمليات المقتصدة بالمياه

كشف التسرب

يوفر تحديد التسربات واتخاذ الاجراءات التصحيحية للتخلص منها نقطة بداية جيدة لكفاءة المياه في الصناعة. خزانات المياه الموجودة تحت الأرض، ونظم التدفئة والتبريد، وشبكة توزيع المياه، وتجهيزات ومعدات استعمال المياه، هي مجالات يشيع حدوث تسربات فيها. وفي حين يمكن اكتشاف بعض التسربات بسهولة، فإن بعضها الآخر قد يكون خفياً، مثل تلك الناتجة من خزانات تحت الأرض أو شبكة أنابيب داخل الجدران. وإذا كانت هناك مراقبة مستمرة لاستعمال المياه في الموقع، فإن الاستهلاك الأساسي الذي يُشاهد أثناء أوقات توقف النشاط في الموقع من شأنه أن يوفر مؤشراً جيداً الى مقدار التسرب الكلي (انظر الشكل 2.2).



الشكل 2.2: دفق قاعدي مستمر يشير الى وجود التسرب

قياس مستوى المياه خلال وقت لا يحدث فيه استخراج من الخزان يمكن أن يساعد في تحديد التسرب منه. ومن جهة أخرى، يمكن أن تشكل الرطوبة أو نمو الطحالب أو الشوائب على السطوح مؤشرات الى تسرب من أنابيب داخل الجدران.

التدفئة والتبريد

تزويد عمليات مختلفة بالتدفئة أو ازالتها منها هي ممارسة شائعة في النظم الصناعية. واحتياجات التبريد هامة بنوع خاص في المنطقة العربية بسبب ارتفاع درجات الحرارة في أشهر الصيف. ونظم التبادل الحراري غالباً ما تستعمل المياه كناقل للطاقة. التدابير التالية قد تساعد في حفظ المياه المستعملة لأغراض التدفئة أو التبريد:

زيادة فعالية احتياجات التدفئة والتبريد

إن توفير التبريد أو التدفئة بمقادير أكبر من اللزوم هو هدر للموارد . لذلك فإن تدبيراً بسيطاً لكن غالباً ما يتم التغاضي عنه في نظم التبريد والتدفئة يقتضي تأدية المستوى الصحيح من النقل الحراري . وقد تكون هناك أيضاً امكانات لاستعمال المياه ذاتها لأغراض تبريد وتدفئة متعددة . ويمكن تحديد هذه الامكانات من خلال تقييمات طاوقية مناسبة، مثل تحليل تضيُّق الموصل المائع .

النظم الخالية من المياه

في تطبيقات معينة، يمكن استعمال الهواء أو زيوت معدنية أو مواد كيميائية خاصة لنقل الحرارة بفعالية وبطريقة اقتصادية، ما يُعني عن الحاجة الى استعمال المياه . الضواغط المُبرِّدة بالهواء والمبردات الصناعية ووحدات الصباغة الزيتية هي أمثلة على نظم التدفئة والتبريد الخالية من المياه . ويجب تقصي قابلية هذه النظم للاستعمال وجدواها .

نظم اعادة الدوران

في نظم النقل الحراري "الوحيدة الممر" يتم فقدان المياه أو البخار، وذلك من خلال التصريف أو التبخر أو التكاثر . وفي نظم اعادة الدوران، تحدث التدفئة والتبريد في مبادل حراري مصمم لتمكين المياه من اعادة الدوران في نظام مقفل يشمل إما أبراج تبريد أو مبردات لأغراض التبريد وغلاية للتسخين . جزء المياه الذي يمكن الحفاظ عليه باعتماد نظم اعادة الدوران قد يبلغ 90 في المئة .

برنامج مراقبة وصيانة فعالة للمياه

في نظم اعادة الدوران تصبح المياه غنية بالشوائب بشكل تدريجي، ما يتسبب بتآكل وتكون للقشور وترسب ونمو بيولوجي على سطوح المحول الحراري . ونتيجة لذلك، يصبح معدل التحول الحراري أقل فعالية، ما يحتاج الى مياه وطاقة اضافية . ولضبط مستوى الشوائب، يؤخذ جزء معين من المياه الدائرة في النظام (أو يصرف) بانتظام ويستبدل بمياه (تكميلية) عذبة . وفي الوقت ذاته، يمكن اضافة مواد كيميائية مخصصة لتخفيض تكون القشور والتآكل والنمو البيولوجي الى المياه الدائرة لتحسين فعالية المحول الحراري وتقليل الحاجة الى تصريف .

ومن خلال مراقبة مناسبة لتركيز الشوائب غير المرغوب فيها وتعديل معدلات التصريف تبعاً لذلك، يمكن إحداث وفورات كبيرة . ووجود عداد خاص للموصلية أمر مرغوب فيه بشكل كبير لتحقيق هذا الغرض . وفي نظم التبريد، يمكن هدر كميات كبيرة من المياه بسبب الدفق الزائد اذا كان هناك تلف في وحدة صمام منع التسرب الذي يعمل بعوامة في الخط التكميلي، أو اذا لم تعدل هذه الوحدة حسب الأصول . ومن خلال فحص منتظم لحالة هذه الوحدة والتأكد من أنها معدلة حسب الأصول، يمكن تخفيض استهلاك المياه .

تدوير مياه التصريف

يمكن اعادة مياه التصريف من وحدات اعادة الدوران الى نوعية مقبولة بتطبيق معالجة مناسبة لازالة الشوائب . وبالنسبة الى نظم التدفئة والتبريد الكبيرة، يمكن أن تشكل معالجة مياه التصريف واعادة استعمالها بديلاً عملياً .

ممارسة جيدة

تدوير مياه التصريف في إنتاج الفولاذ - جدة

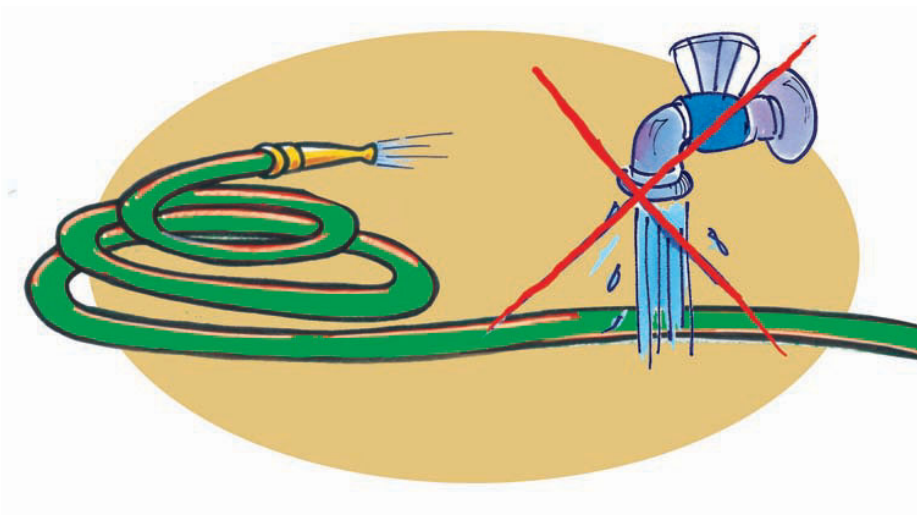
• في مصنع للفولاذ في جدة، تُعالج مياه التصريف من أبراج التبريد باستعمال الترسيب الكيميائي ومصافي الرمل السريعة. وتعاد المياه المعالجة بعدئذ إلى نظام التبريد. ومن خلال هذه الممارسة، توفر الشركة 800 متر مكعب من المياه يومياً.

نظام التدفئة والتبريد المركزي

عندما تكون مواقع المصانع متجاورة في منطقة معينة - كما هي عادة حال المناطق أو المدن الصناعية - فإن نظام التدفئة أو التبريد المركزي الذي يخدم مصانع متقاربة يمكن أن يشكل خياراً معقولاً بعكس امتلاك كل مصنع نظام تدفئة وتبريد خاصاً به. ولهذه المصانع امكانية أفضل بأن تعمل بكفاءة أكبر لأن الوفورات قد تمكنها من استخدام تكنولوجيات أكثر تقدماً وكفاءة.

كشف التسربات

بالنسبة إلى نظم التدفئة، تجنب التسربات أمر مهم بنوع خاص لأنه لا يساعد في حفظ المياه فقط بل الطاقة أيضاً. وفي نظم التدفئة التي تعمل ببخار عالي الضغط خصوصاً، قد تكون التسربات شائعة. قد تبدو الخسائر من أماكن تسرب فردية صغيرة، لكن التسربات قد تتحول إلى كميات ضخمة في المصانع الكبيرة. ومن خلال اتباع برنامج مراقبة وصيانة مناسب، يمكن تقليل التسربات وبذلك يمكن حفظ المياه والطاقة على حد سواء.



أبراج التبريد

ضبط التبخر بواسطة مراوح متغيرة السرعة

التبخير هو الآلية الرئيسية لتبريد المياه، لكنه أيضاً المصدر الرئيسي لخسارة المياه. واستعمال أدوات دفع متغيرة السرعة لمراوح تبريد المياه يسمح بتعديل أثر التبريد تبعاً لاحتياجات الحمولة، ما يؤدي إلى حد أدنى من الخسائر نتيجة التبخر وانخفاض استعمال المياه.

تقليل خسائر الترشاش

تحدث خسائر الترشاش عندما تتسرب المياه عرضياً من جوانب برج التبريد نتيجة سوء التصميم، أو تلف شقوق التهوية أو فقدانها، أو الرياح القوية. وقد يكون الترشاش، إضافة إلى انجراف المياه بفعل الرياح، مسؤولاً عن نحو 7 في المئة من إجمالي خسائر المياه من أبراج التبريد. ويمكن تخفيض الترشاش بإجراء صيانة مناسبة للألواح الجانبية، مع استعمال شقوق تهوية مقاومة للترشاش أو حواجز مانعة للترشاش أو مصدات رياح. وفي حين أن هذه التركيبات تقلل خسائر المياه، فهي سوف تخفض تلوث مياه التبريد بالغبار، الذي هو مشكلة شائعة في البيئات الصحراوية.

تقليل خسائر الانجراف

تتسرب قطرات مياه صغيرة من برج التبريد في شكل انجراف. وقد تكون خسائر الانجراف مسؤولة عادة عن 0,02 في المئة من معدل إعادة الدوران. ومن خلال تركيب مزيلات أو مانعات انجراف، يمكن تخفيض خسائر الانجراف. وإضافة إلى حفظ المياه، يؤدي تخفيض الانجراف أيضاً إلى خفض استعمال المواد الكيميائية.

استعمال مصادر مياه بديلة

المياه المستعملة لأغراض التبريد لا ينبغي أن تكون من أفضل نوعية. على سبيل المثال، قد تكون المياه المبتذلة المعالجة مقبولة لأغراض التبريد - سواء مباشرة أو بعد معالجة بسيطة. وإضافة إلى ذلك، فإن التصريف من أبراج التبريد قد يجد أيضاً استعمالاً بديلاً، مثل مياه التبريد العابرة أو مياه اطفاء الحرائق.

الغسل والشطف

في بعض عمليات المعالجة، قد تكون هناك حاجة إلى كميات كبيرة من المياه لغسل أو شطف المنتجات النهائية أو الوسيطة. وفي هذه الحالات، قد تكون التدابير الآتية فعالة في تحسين كفاءة المياه.

الشطف المعاكس للتيار

تُبنى نظم الشطف التقليدية على نسق وحيد الدفع وتستخدم كميات كبيرة من المياه. غالباً، يتم تغطية المنتجات المراد شطفها في مياه عذبة بشكل كامل، وبعد ذلك يتم تفريغ محتويات الخزان. ويجب



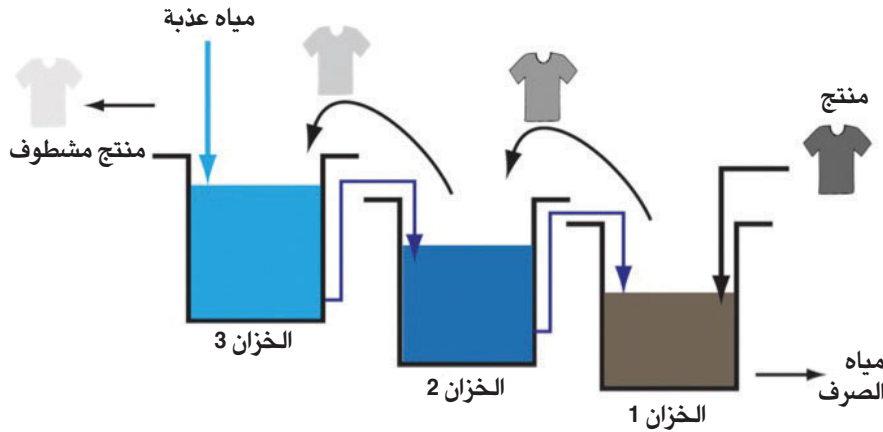
إضافة إلى هدر ترشاش المياه، قد تشكل الخسائر مصدر تلوث

الفصل 2 - كفاءة المياه في المرافق الصناعية

استكشاف أشكال بديلة أكثر كفاءة وفعالية. وفي نظم الشطف المعاكسة للتيار، تتدفق المياه عبر مجموعة من خزانات الشطف المتصلة ببعضها البعض، في اتجاه معاكس لدفق المنتج المراد شطفه، كما هو مبين في الشكل 3.2. وبوجود عدد كافٍ من الخزانات ومعدل دفق مناسب، تستعمل نظم الشطف المعاكس للتيار مياهًا أقل بكثيرًا، ولا تقل فعاليتها أيضًا عن النظم الأحادية الدفق.



الشطف المعاكس للتيار يمكن استعماله عادة في عمليات التصفيح الكهربائي



الشكل 3.2: شطف معاكس للتيار

الشطف الآلي المتقدم

عندما يكون الشطف ضرورياً من أجل إزالة محلول من المنتج - مثل التصفيح الكهربائي أو صباغة المنسوجات - يمكن اتخاذ تدابير معينة لتقليل ترحيل المحلول الزائد. وهذه قد تشمل السماح للمحلول بأن يتقطر بعيداً بفعل الجاذبية، أو المساعدة في إزالته من خلال التفريغ أو الهواء المنفوخ أو الطرد المركزي. وبما أن هذه الطرق تخفف كمية المحلول المرسل الى خزانات الشطف، فإن مياه الشطف ذاتها يمكن استعمالها لحجم أكبر من المنتج. وفضلاً عن حفظ مياه الشطف، فإن هذه التدابير يمكن أن تخفف أيضاً الهدر غير الضروري للمواد الكيميائية وتُطيل زمن صلاحية استعمال مغاطس التفاعل.

استعمال المواد الكيميائية والحرارة

في بعض عمليات الشطف، يمكن مساعدة عملية إزالة المواد غير المرغوب فيها من المنتج باستعمال المواد الكيميائية أو الطاقة، وبذلك تُحفظ المياه. وفي هذه الحالات، يجب التفكير ملياً بفوائد حفظ المياه مقابل كلفة استعمال المواد الكيميائية والطاقة.

تنظيف المعدات والأماكن

التنظيف الآلي المتقدم

أثناء تنظيف المعدات والأماكن، يمكن أن تخفض بشكل كبير كمية المياه المطلوبة من خلال إزالة أكبر كمية ممكنة من المواد بوسائل آلية - مثل الفرشاشي أو الكاشطات أو الماسح المطاطية أو الأقراص المطاطية (للأنابيب). فضلاً عن تخفيض استهلاك المياه، فإن استعمال طرق التنظيف الآلي قد يسمح أيضاً باستعادة المنتجات التي لولا ذلك لجرفتها مياه التنظيف.

التنظيف في الموقع

التنظيف في الموقع طريقة تستعمل لتنظيف السطوح الداخلية للأنابيب والأوعية ومعدات المعالجة والتوصيلات المرتبطة بها، من دون أن يتم تفكيكها. وهي مفيدة بنوع خاص للصناعات التي تتطلب مستويات عالية من النظافة ولذلك تحتاج إلى عمليات تنظيف متكررة - مثل المرطبات ومشتقات الألبان والأطعمة المصنعة ومستحضرات التجميل وسواها. في هذه النظم، يتم تمرير تسلسل من المحاليل الحمضية والأساسية ومياه الشطف عبر المعدات المراد تنظيفها. ولأن التنظيف في الموقع يسمح بعدد مختلف من إعادة دورات دفعات مختلفة من المحاليل والشطف، فهو يستهلك ميهاً أقل إلى حد بعيد بالمقارنة مع نظم التنظيف التقليدية لمرّة واحدة. وإضافة إلى ذلك، فإن نظم التنظيف في الموقع هي أسرع وأقل حاجة إلى الأيدي العاملة وما تسببه للناس من خطر التعرض لمواد كيميائية هو أقل.

النظم العالية الضغط والمنخفضة الحجم

تستعمل هذه النظم عادةً مجرى مضغوطاً من المياه أو مزيجاً من الهواء والماء يتدفق بسرعة عالية عبر خرطوم مصمم خصيصاً لهذا الغرض. هذه النظم التي تستعمل عموماً لتنظيف المعدات والأماكن يمكن أن توفر أثر التنظيف ذاته أو حتى أفضل منه باستعمال مياه أقل بنسبة 50 في المئة.

استعمال فوهات ذاتية الاغلاق تشغل بالقدح

أثناء تنظيف الأماكن والمعدات باستعمال خرطوم عادية، يمكن خسارة كميات كبيرة من المياه لأن صمام "الفتح والاعلاق" غالباً ما يكون مركباً على مخرج بعيد كثيراً من مكان الاستعمال. أما تركيب فوهات ذاتية الاغلاق تشغل بالقدح على أطراف التفريغ للخرطوم فهو يوفر بديلاً فعالاً ومنخفض الكلفة لتخفيض استعمال المياه.

استعمال البخار أو المياه الساخنة

كما هي الحال أثناء شطف المنتجات، يمكن تحسين تنظيف المعدات والأماكن باستعمال منظفات كيميائية أو مياه عالية الحرارة. أيضاً، يجب التفكير ملياً بالتكاليف الإضافية للمواد الكيميائية والطاقة مقابل فوائد تخفيض استعمال المياه.



فوهة ذاتية الاغلاق تشغل بالقدح

كفاءة استعمال المياه في الأبنية

الفصل 3

يقدم هذا الجزء أفكاراً مفيدة حول كفاءة استعمال المياه في ما يتعلق بمعظم أنواع الأبنية، بما في ذلك الأبنية السكنية فضلاً عن الأبنية المؤسسية والتجارية مثل المدارس والمستشفيات ومراكز التسوق وأبنية المكاتب والمساجد والفنادق والمطاعم. والأبنية أماكن تُستهلك فيها كميات كبيرة من المياه ويمكن أن تتحقق فيها وفورات لا يستهان بها. ومن المتوقع أيضاً أن يزداد استعمال المياه في الأبنية بسبب التوسع الحضري وارتفاع مستويات المعيشة وتنامي قطاع الخدمات في الاقتصادات الوطنية.

تقليدياً، لقيت كفاءة المياه عناية قليلة أو أهملت كلياً في تصميم الأبنية وتشغيلها. وأدى هذا أمقرونأ بأنماط استعمال مبددة، الى جعل المياه تستعمل بطريقة غير كفوءة في الأبنية. وفي ضوء تنامي شح المياه وازدياد تكاليف الامدادات المائية وتصريف المياه المبتذلة، بدأ مشغلو الأبنية ومالكوها يدركون الفوائد المرتبطة بتحسين كفاءة المياه.



مثبتات غير كفوءة توجد عادة في أبنية ومرافق في المنطقة

لحسن الحظ، هناك مجموعة واسعة من الفرص المتاحة لتحسين كفاءة المياه في الأبنية. ويُقترح عدد من الطرق، منها تركيبات يمكن دمجها في المبنى أثناء مرحلة التصميم وتجهيزات تكنولوجية مقتصدة للتركيبات القائمة، وتغييرات سلوكية. في هذا الفصل ننظر في هذه الفرص عبر مختلف استعمالات المياه في الأبنية.

كشف مفصل لاستعمالات المياه في الأبنية

كما هو مألوف في أوضاعنا السكنية، تستعمل المياه في الأبنية عموماً للتنظيف والنظافة الشخصية ونقل الحرارة والعناية بالحدائق والمساحات الخضراء.

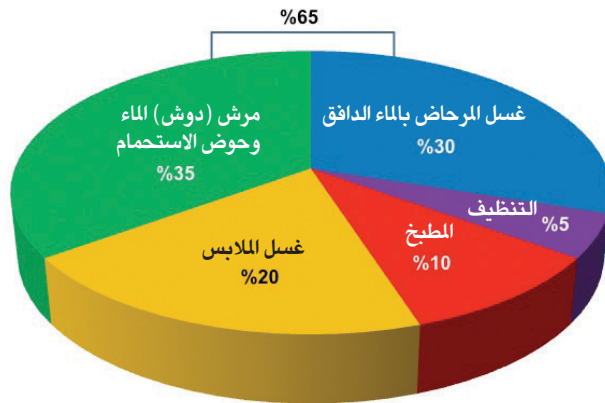
تدابير تساعد عموماً في تحسين كفاءة المياه في الأبنية:

- كشف التسرب
- مثبتات ونظم كفاءة المياه في المراحيض وأحواض الغسيل ومرشات (دوشات) الاستحمام
- الأجهزة المزودة بمعايرة عالية لكفاءة المياه
- تقسيم أماكن استعمال المياه المختلفة
- تشجيع اجراء تغييرات سلوكية في الأبنية المؤسسية والتجارية وفي المنازل السكنية
- تحسين نظم التدفئة والتبريد
- اعادة تدوير المياه الرمادية
- العناية بالحدائق والمساحات الخضراء بطريقة مقتصدة بالمياه

الأغراض الرئيسية لاستعمال المياه في الأبنية

- المراحيض
- مرشات (دوشات) الاستحمام
- أحواض الغسيل
- المطابخ
- غسل الملابس
- نظم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء
- العناية بالحدائق والمساحات الخضراء
- تنظيف الأسطح من أرض وجدران ونوافذ

على رغم أن نشاطات استهلاك المياه تبقى غالباً مماثلة، فإن تعقيد البنية التحتية للمياه والكميات وأنماط الاستعمال يمكن أن تتباين بشكل كبير اعتماداً على الغرض الرئيسي في المبنى. على سبيل المثال، فيما مرشات الاستحمام والمراحيض هامة بنوع خاص في أماكن السكن والمدارس والفنادق وأبنية المكاتب، فإن نظم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء وري الحدائق والمساحات الخضراء يمكن أن تكون مستهلكة رئيسية للمياه في مراكز التسوق والأبنية التجارية والمؤسسية الكبرى الأخرى.



الشكل 1.3: كشف مفصل لاستعمال العادي للمياه في مبنى سكني

تحسين كفاءة المياه منهجياً في الأبنية

لتحسين كفاءة المياه في الأبنية، يجب اعتماد طريقة منهجية، كما يتبين في الفصل 1. لكن، كما ذكر آنفاً، يُمكن أن تُظهر المباني اختلافات كبيرة في مميزات استعمالها للمياه وفي استخدامها لبنيتها التحتية المتعلقة بالمياه. وللمباني أيضاً أعمار خدمات مختلفة. ويمكن ملاحظة اختلاف كبير بين الأبنية السكنية من جهة والأبنية التجارية والمؤسسية من جهة أخرى، من حيث تعقيد نظم المياه وعمر التجهيزات

الفصل 3 - كفاءة استعمال المياه في الأبنية

والمعدات، والموارد، والقدرات التنظيمية لملكها أو مستعمليها أو مشغليها. ونتيجة لذلك، يجب تعديل وتكييف استراتيجيات المراقبة وخيارات التحسين لتتماشى مع هذه الاختلافات، ويحاول هذا الدليل التعريف على هذه الاختلافات.



نظام تقسيم المياه المستعمل في مركز تسوق

الاعداد والتخطيط

كما في المرافق الصناعية، تحتاج برامج كفاءة المياه في الأبنية الى اعداد وتخطيط، بما في ذلك اجراء مسح للمرافق ومراقبة الاستعمال وتحديد أهداف الأداء، وتحديد خيارات التوفير، وابلاغ مستعملي المبنى واشراكهم، وتوزيع الموارد. وفي المنازل أو الشقق ذات الأسرة الواحد، يمكن تنظيم الخطوات بشكل غير منهجي، مع إبقاء منطق العملية على حاله. واطافة الى استمارة البيانات الخاصة بالأبنية، التي تُقدم كجزء من تعليمات مساعدة أ في الفصل 2، فان قائمة المراجعة الآتية الخاصة بالأسئلة قد تكون مفيدة أثناء مسح الموقع الخاص بمبنى مؤسسي أو تجاري.

قائمة مراجعة

تخطيط أسئلة أثناء مسح موقع مبنى مؤسسي أو تجاري

- ما هي كمية المياه المستهلكة في الوظائف المختلفة للمبنى؟
- ما هي الوظائف التي تعتبر مستهلكة رئيسية: نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، مرافق المراحيض، المجالات التقنية، الري، وسواها؟
- ما هي التكاليف المباشرة وغير المباشرة لاستعمال المياه في المبنى؟
- ما هو نوع أعمال الصيانة (مثل معاينة التسربات أو صيانة المعدات) المتبعة حالياً؟
- ما هي نظم اعادة استعمال المياه واعادة تدويرها المستعملة أو التي تم التفكير بها.

فهم ديناميات استعمال المياه

الأبنية السكنية غالباً ما تكون مزودة بهيكلية توزيع بسيطة، فيها عدد محدود من المخارج وأحجام استهلاك منخفضة نسبياً. في هذه الأوضاع، لا يكون القيام بمراقبة مفصلة عملياً أو ضرورياً. وإن وعياً لمجمل استهلاك المياه في المبنى اضافة الى كشف مفصل لمعدل استعمال المياه (الشكل 1.3) سيكون كافياً لتحديد فرص التوفير في المياه.

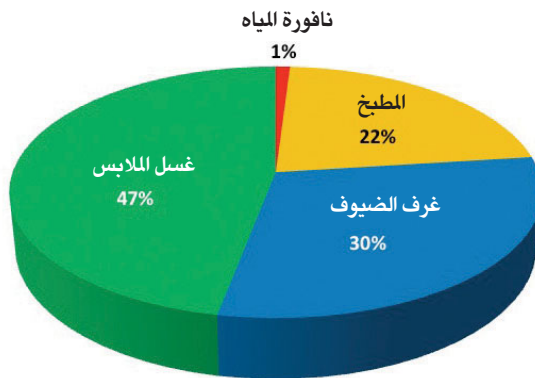
في الأبنية التجارية والمؤسسية، يجب أن تصبح نشاطات المراقبة أكثر تفصيلاً لتتماشى مع تنامي حجم النظام المائي وتعقيده. وهناك حاجة الى جهد أكثر دقة وشمولاً لتكوين مستوى فهم أكثر فائدة.

قائمة مراجعة

المعايرة الفرعية المطلوبة في مركز تسوق من أجل تكوين فهم كاف لديناميات استعمال المياه

- امدادات المياه الباردة و امدادات المياه الساخنة
- المراحيض والمباول
- أبراج التبريد
- قاعات الطعام والمطاعم
- الأماكن الخارجية والسماوات المميزة للمياه
- محلات البيع بالتجزئة
- تصريف المياه المبتذلة

الخطوة التالية بعد المراقبة هي تحديد التوازنات المائية- لجمل المبنى أو لنشاطات استعمال المياه الرئيسية- وأنماط الاستعمال مع الوقت. الشكل 2.3 يظهر مثالاً لكشف مفصل لاستعمال المياه في فندق.



الشكل 2.3: كشف مفصل لاستعمال المياه في فندق خمس نجوم في هونغ كونغ

الجدول 1.3: أماكن إجراء تحسينات رئيسية محتملة في أنواع مختلفة من الأبنية

أماكن يحتمل إجراء تحسينات رئيسية فيها								نوع المبنى	
تعميم	برك سباحة	العناية بالحدائق والمساحات الخضراء	تدفئة وتبريد	مطبخ	غسل ملابس	أحواض غسيل	مرشحات (دوشات) استحمام		
						X	X	X	أبنية سكنية
	X	X	X	X	X	X	X	X	فنادق
X		X	X		X	X	X	X	مستشفيات
		X		X		X		X	مدارس
		X	X			X		X	مكاتب
	X	X	X	X		X		X	مراكز تسوق

تحديد خيارات التحسين

ينبغي استقصاء تدابير التحسين مع الانتباه لاختيار تلك التي تحظى بأكبر احتمالات التحسين من بين مجموعة أماكن ونشاطات. هذه ستكون وظيفة نوع المبنى الذي يجري الحديث عنه. **الجدول 3.1** يقدم ملخصاً للمباني الرئيسية في أنواع مختلفة من الأبنية. إضافة إلى تحليل الفائدة بالمقارنة مع الكلفة ينبغي تقييم تأثير الخيارات المحددة على نوعية الخدمة وقابليتها للتطبيق وملاءمتها وتوافر الدعم.

تظهر الخبرة من بلدان أوروبية وشمال أفريقية أن مستعملي الأماكن السكنية هم غالباً في وضع أفضل لتغيير أنماط استعمال المياه، لكن قد لا تكون لديهم الموارد لاجراء مراقبة مفصلة أو لاستبدال التجهيزات أو المعدات القائمة بأخرى أكثر كفاءة، ما يحد من خياراتهم المتعلقة أساساً باستعمال تجهيزات مقتصدة.

ضمان الاستمرارية

من الفضائل الرئيسية لبرنامج منهجي يتعلق بكفاءة المياه التأكد من أن عملية التحسين لا تتوقف بعد مجموعة المكاسب الأولى، لكن عوضاً عن ذلك تصح جزءاً لا يتجزأ من الأعمال الروتينية العادية. وكحد أدنى، هذا يستلزم مراقبة مستمرة لأنماط استعمال المياه في أماكن رئيسية واتخاذ الاجراءات التصحيحية للتعامل مع الشوائب أو الوفاء بأهداف محددة. وهذا يشمل أيضاً البحث المستمر عن طرق جديدة يمكن أن تخفض استهلاك المياه في المبنى والعمل سريعاً على تبني الطرق التي يثبت أنها مجدية.

تدابير شائعة تتعلق بكفاءة المياه في الأبنية

هناك تدابير متعددة يمكن أن تحسّن كفاءة استعمال المياه في الأبنية. ويمكن تحقيق التحسينات من خلال الجمع بين تغييرات سلوكية واصلاحات تكنولوجية. في ما يأتي وصف لبعض التدابير الشائعة:

فرض رسوم على أساس الاستعمال

إحدى المشاكل الشائعة التي تعيق تحسينات كفاءة المياه في الأبنية ترتبط بنظام التعريفات. ففي مناطق كثيرة من العالم، ما زالت شرائح كبيرة من مستعملي المياه - سواء أكانوا ملاكي منازل أو شاغلي شقق في أبنية سكنية أو مستأجرين في مركز تجاري - لا تفرض عليها رسوم للمياه وفق استهلاكها الفعلي. وبدلاً من ذلك، تبني تعريفاتها المائية على أساس كلفة ثابتة، تُدرج أحياناً كجزء من بدل ايجار شهري محدد. هذه الممارسة هي عقبة رئيسية لكفاءة المياه لأنها تزيل حوافز تخفيض استهلاك المياه. لذلك، تتطلب إحدى الخطوات الرئيسية المتعلقة بكفاءة المياه في الأبنية تركيب عدادات مياه للمستعملين المنفردين واعتماد نظام لاحتساب الرسوم على أساس الاستهلاك الفعلي. أما الحافز لوفورات في التكاليف فلا يمكن تحقيقه إلا بجعل مستعملي المياه مدركين لعاداتهم الاستهلاكية وربط فواتيرهم المائية بمعدلات الاستهلاك الفعلية.

قائمة مراجعة

التكاليف الخفية لاستعمال المياه في الأبنية قد تكون غالباً مرتبطة بها يأتي:

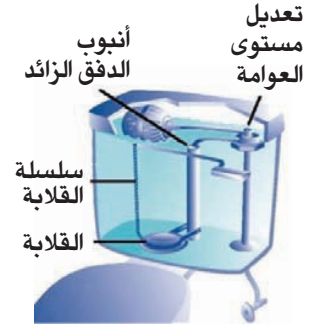
- تكاليف تسخين وتبريد المياه
- تكاليف ضخ لنقل المياه
- تكاليف المعالجة
- كلفة المواد الكيميائية

اكتشاف التسربات

تسرب المياه من المراحيض أو الحنفيات أو الأنابيب قد يكون مسؤولاً عن 10 إلى 30 في المئة من خسائر المياه¹ لذلك، فإن كشف واصلاح التجهيزات والمعدات المسربة يشكلان نقطة انطلاق جيدة لتحسينات الكفاءة. وباجراء معاينات منتظمة وصيانة روتينية، يمكن حفظ كميات كبيرة من المياه.

كشف التسربات في الأبنية السكنية، حيث عدد المخارج ومستعملي المياه محدود ومركّز، يمكن انجازه بسهولة نسبياً كما هو مبين في إطار النصائح أدناه. وفي الأبنية التجارية والمؤسسية، قد تكون هناك حاجة الى استعمال المزيد من التدابير المعقدة، مثل المراقبة المستمرة والمراقبة أثناء الليل والتوازنات المائية، من أجل تحديد مقدار التسرب.

بعد تحديد مقدار التسرب، يجب تحديد مكان التسرب ونوعه. في ما يأتي وصف للأماكن أو التجهيزات المسربة الشائعة التي يسهل نسبياً تحديدها واصلاحها.



المكونات التي قد تؤدي إلى تسربات في مرحاض عادي

الحنفيات ورؤوس مرشحات (دوشات) الاستحمام التي يقطر منها الماء

الحنفية التي يقطر منها الماء يمكن أن تهدر ما بين 4000 و10,000 لتر في كل سنة. وهذه مياه كافية لـ40 إلى 100 مرش (دوش) استحمام. وحلقات احكام السد البلاستيكية التالفة غالباً ما تسبب تسرباً من الحنفيات. ويمكن استبدال حلقات احكام السد المتضررة بسهولة وبثمان معقول، ما يوفر آلاف لترات المياه.

نصائح

طريقة سريعة لاكتشاف تسرب المياه

للتأكد مما اذا كان منزلك خالياً من التسرب، اقرأ عداد المياه قبل وبعد فترة ساعتين منذ التوقف عن استعمال المياه. واذا كانت قراءة العداد غير مماثلة تماماً، فهذا يشير الى وجود تسربات.

اكتشاف تسرب المياه في المراحيض

التسربات بتدفقات بطيئة قد يصعب اكتشافها بالمشاهدة العادية. وللتأكد من ذلك، أضف صبغة طعام الى خزان دفق الماء. بعد 30 دقيقة، تفقد بالوعة مرحاضك لمشاهدة أي تلوين، ما يشير الى وجود تسرب. تأكد من شطف البالوعة لتجنب تلونها بشكل دائم.

التسرب من خزان دفق الماء في المراحيض

إن نظام الدفق في المراحيض الذي يسرب الماء في شكل دفق مستمر قد يؤدي الى خسارة كميات كبيرة من المياه. وقد يكون من الأصعب أيضاً كشف التسربات من المراحيض. وهناك مشكلتان من المشاكل الشائعة والتي يمكن اصلاحها بسهولة نسبية هما:

اذا كانت القلابية في غير موضعها أو مكسورة فهذا يجعل المياه تتدفق باستمرار من بالوعة المراحيض. اجراء معاينة سريعة لآلية القلابية للتأكد من أن القلابية متراصفة تماماً مع فتحة دفق الماء وأن ليست هناك

الفصل 3 - كفاءة استعمال المياه في الأبنية

عوائق تمنع حركتها يمكن أن يؤدي إلى علاج سريع للمشكلة. وإذا كانت القلابة أو حلقة احكام سدها متضررة فحتاج إلى استبدال.

يحدث دفق زائد مستمر عندما لا يكون مستوى الاغلاق منضبطاً بشكل مناسب أو عندما يكون هناك عائق يحول دون حركة ذراع العوامة. ومن خلال ضبط مستوى الاغلاق بشكل صحيح والتأكد من أن ذراع العوامة يتحرك بحرية، يمكن تجنب الدفق الزائد.

صهاريج التخزين

في الأبنية التجارية والمؤسسية، المياه المزودة من الخط الرئيسي تخزن غالباً في صهاريج (خزانات) قبل استعمالها. وقد يتدهور الاستقرار الانشائي لصهاريج التخزين مع الوقت نتيجة أسباب مختلفة تؤدي إلى تسربات. وهذا يمكن اكتشافه من خلال مراقبة مستوى المياه في الصهريج خلال فترة لا يتم فيها استخراج المياه منه. ويشير انخفاض في مستوى المياه إلى وجود تسرب.

أبراج التبريد

الدفق الزائد من أحواض أبراج التبريد، كما هو مبين في **الفصل 2**، يمكن أيضاً أن يعتبر شكلاً من التسرب في الأبنية المؤسسية والتجارية وقد يؤدي إلى هدر كبير. التدابير التي تم بحثها أنفاً تنطبق أيضاً على الأبنية.

الأنابيب والوصلات والصمامات

الأنابيب والوصلات والصمامات القديمة المزودة بطلاء عازلة تالفة هي مصادر محتملة لخسائر مائية في الأبنية. قد يكون اكتشاف هذه أكثر صعوبة، خصوصاً إذا وجدت المياه المتسربة طريقها إلى قنوات تصريف المياه المتبتلة. ويمكن تبيان التسرب في نظام الأنابيب إذا استمر بعد اصلاح جميع نقاط التسرب المرئية. وفي هذه الحالات، قد يكون الحصول على مساعدة من مهني ضرورياً.

المراحيض والمباول

في كثير من الأبنية، المراحيض مسؤولة عن ثلث استعمال المياه، ما يجعلها هدفاً جذاباً لتحسينات كفاءة المياه. وهذه يمكن تحقيقها من خلال تغييرات سلوكية أو تجهيزات مقتصدة قليلة الكلفة أو استبدال المراحيض القديمة بأنواع أحدث وأكثر كفاءة بالمياه. في هذا القسم نقدم عدداً من هذه الخيارات. ومن المهم أن يتم فحص فترة استرداد النفقات بتأن عند النظر في خيارات الاستبدال.

تغيير السلوك

التغيير السلوكي باتجاه تجنب استعمال خزان دفق المرحاض على نحو غير ضروري يشكل نقطة بداية معقولة لتخفيض استهلاك المياه في المراحيض. يجب تشجيع المستعملين على عدم استعمال المرحاض كوعاء قمامة وعدم التخلص، على سبيل المثال، من المحارم الورقية أو الحشرات النافقة أو النفايات المائلة. وفي المنازل الخاصة، يمكن تنفيذ هذه التغييرات بسهولة نسبية. وفي الأبنية المؤسسية والتجارية، من جهة أخرى، المزيد من التدريب المنهجي إضافة إلى استعمال لافتات تعليمية قد يكون ضرورياً لتحفيز تغيير في سلوك المستعمل.

أجسام تقليل حجم المياه

إذا كان المراض من طراز قديم، هناك تدبير بسيط وفعال لحفظ الماء في الخزان (السيفون) هو وضع جسم ازاحة داخل خزان المراض. هذه الأجسام التي تستقر داخل الخزان تحتل بشكل دائم حجماً معقولاً من دون التعارض مع الآلية التشغيلية لنظام دفع الماء. والقوارير البلاستيكية المملوءة بالماء والتي توضع بتأن داخل الخزان يمكن أن تفي بهذا الغرض. وهناك أيضاً منتجات تجارية يمكن استعمالها كأجسام لتقليل حجم الماء في الخزان. وهناك احتمال آخر هو استعمال ما يسمى سدود المراض. وهذه حواجز توضع داخل الخزان، فتحدث أقساماً جافة وبذلك يتم تخفيض كمية الماء المستعملة في كل عملية دفع. هذه الأجهزة يمكن أن توفر ما بين 3 لترات من الماء في كل عملية دفع.



جسم لازاحة الماء يمكن أن يوفر نحو 30 في المئة



نظم الدفع المنخفضة الحجم أو المزدوجة النسق

عندما تستعمل نظم الدفع التقليدية أكثر من 11 لترات من الماء في كل عملية دفع، يمكن لأنظمة الدفع المنخفضة الحجم أو المزدوجة النسق أن تخفض هذه الكمية إلى 4,5 لتر في كل عملية دفع كاملة و3 لترات في كل عملية دفع جزئية. هذا التحول قد يعني توفير آلاف لترات المياه سنوياً. لكن هذه الأنظمة تحتاج عادة إلى استبدال ليس فقط الخزان وآلية الدفع، لكن أيضاً بالوعة المراض. لذلك، يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند استبدال الأنواع القديمة أو تركيب مراحيض جديدة. وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن المراحيض المنخفضة الدفع معرضة أكثر للانسداد وقد تحتاج إلى استبعاد بعض أنواع ورق المراض.

المراحيض الخوائية

يمكن وصل المراحيض بمصدر للتفريغ الهوائي يستخدم لدفع الماء. وتعمل هذه النظم بمساعدة مضخة تُحدث فراغاً للمساعدة في دفع محتويات المراض باستعمال كمية ضئيلة من المياه. وباستعمال هذه النظم يمكن تخفيض استهلاك المياه بمقدار 0,5 لتر في كل عملية دفع.

المراحيض التي تحول القاذورات إلى سماد

هذه المراحيض التي تناسب المناطق الريفية تستبعد استعمال المياه ولا تُحدث قاذورات سوداء. وإذا تمت



نظام دفع مزدوج النسق

الفصل 3 - كفاءة استعمال المياه في الأبنية

ادارتها بالشكل المناسب، فهي قد تنتج أيضاً دُبالاً معقماً خالياً من الروائح الكريهة. لكن هذه الوحدات تحتاج إلى مساحات أكبر وتتطلب معاملة مناسبة من المستعملين.

المباول

كثيراً ما تستعمل المباول في المرافق العامة وهي مزودة تقليدياً بنظم دفق دوري. ولأنها تهدر كميات كبيرة من المياه، يجب الاستغناء عن استعمالها. في ما يأتي أمثلة لبدائل أكثر كفاءة:

المباول المزودة بأجهزة استشعار عند الطلب

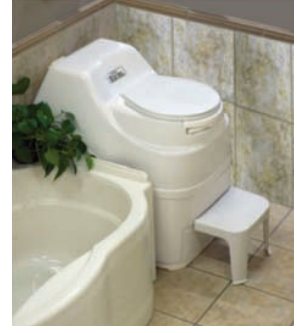
تعمل المباول التي تشغلها أجهزة استشعار بالأشعة تحت الحمراء من خلال اكتشاف وجود مستعمل داخل مكان الكشف لفترة تزيد على حد زمني معين. وعند مغادرة المستعمل مكان الكشف، يتم تشغيل نظام دفق الماء. هذه الوحدات لا تستعمل أكثر من 1 إلى 1,5 لتر من الماء في كل عملية دفق. أجهزة الاستشعار هذه معرضة لسوء أداء يؤدي إلى هدر الماء. لذلك من المهم تزويدها بصمامات إغلاق يدوية. ومن الضروري أيضاً مراقبة أجهزة الاستشعار وصيانتها بشكل مستمر للحفاظ على كفاءتها.

المباول الخالية من الماء

المباول الخالية من الماء مزودة بسيفون ملحق بمحسب تصريف يجمع البول ويفرغه في شبكة الصرف الصحي، من دون استعمال المياه. ولهذه المباول سطح داخلي لا يألف الماء وهي مزودة أيضاً بعوامة هيدروستاتية تحكم سد فتحة التصريف في المبوالة ولا تسمح بانبعاث الروائح.

استعمال المياه الرمادية لدفق المراحيض

يمكن استعمال مصادر مياه بديلة لدفق المراحيض والمباول. فالمياه المستهلكة بنوع خاص في مرشات (دوشات) الاستحمام وأحواض الغسيل وغسالات الملابس - التي تدعى مياه رمادية - يمكن إعادة استعمالها. لكن إعادة استعمال المياه الرمادية في المراحيض يحتاج إلى تركيب أنابيب إضافية ومضخات ووحدة تخزين ووحدة معالجة بسيطة. وقد يكون تزويد المراحيض والمباول القائمة بنظام لتجميع المياه الرمادية مكلفاً. ومن المجدي أكثر أن يتم أثناء مرحلة التصميم ادخال نظام لتجميع المياه الرمادية ومعالجتها من أجل إعادة استعمالها.



مرحاض يحول القاذورات إلى سماد



مثال لمبوالة خالية من المياه

THE AQUA™ (ذي أكو)

نظام The Aqua™ يحتجز الماء الدافق من مصرف البالوعة. وتتم تصفية الماء المتجمع وتطهيره وتخزينه استعداداً لعملية الدفق التالية في المرحاض. والنظام مصمم بحيث يتم تركيبه بسهولة في التجهيزات القائمة ولا يحتاج إلا إلى قليل من الصيانة. وتنقل مضخة كهربائية صغيرة الماء من خزان التجميع الذي تبلغ سعته 21 ليترًا والمركب تحت البالوعة. ويمنع جهاز في خزان المرحاض دخول الماء العذب طالما يتوافر في النظام Aqua ماء كاف لتأدية هذه المهمة.



الصدر: www.thetreehugger.com

أحواض ومرشات الاستحمام

أحواض ومرشات (دوشات) الاستحمام قد تكون مسؤولة عن 30 في المئة من إجمالي استعمال المياه المنزلية. ومن خلال الجمع بين طرق سلوكية وتقنية، يمكن تحقيق خفض يصل الى 50 في المئة في استعمال المياه في أحواض ومرشات الاستحمام، من دون التضحية بمتطلبات النظافة والراحة.



مثال لساعة توقيت في مرش

اعطاء المرشات أفضلية على أحواض الاستحمام

إن ادخال تغييرات في أنماط الاستعمال هو أيضاً من أفضل وسائل تحسين كفاءة المياه في أحواض ومرشات الاستحمام. وطبيعياً، عند استعمال أحواض الاستحمام لأغراض علاجية واسترخائية، قد يكون من الصعب عادة الاستعاضة عنها. وإذا كان الغرض هو النظافة الشخصية فقط، فيجب تفضيل المرشات على الأحواض. فالمرشات لا تستعمل فقط كمية أقل من المياه - شرط أن تكون المدة قصيرة بشكل معقول - لكن تعطي أيضاً نتائج صحية أفضل.



مثال لرأس مرشزة مزودة
بنافورة هوائية
www.showerheadstor.com

ضبط تدفق المياه والوقت أثناء استعمال المرشات

المكوث تحت ماء جار قد يكون مغرباً لكن يؤدي الى استعمال مسرف للماء. وبتخفيض معدل مدة الاستحمام بمقدار دقيقتين، تستطيع أسرة مؤلفة من أربعة أشخاص أن توفر كمية من الماء تصل الى 60 متراً مكعباً في السنة. وتتوافر ساعات توقيت بسيطة ورخيصة الثمن لتنبه المستعملين الى الوقت المنقضي في الاستحمام. وفي دورة استحمام عادية، يمكن تحقيق وفورات نسبتها 50 في المئة من خلال قطع المياه أثناء فرك شعرك بالشامبو أو غسل جسمك.

رؤوس المرشات الكفوءة بالمياه

تعمل رؤوس المرشات الكفوءة من خلال مزج دفق المياه بنافورة هوائية. توفر هذه الوحدات تلامساً مرضياً مع الهواء وتحقق شطفاً فعالاً بكمية مياه أقل كثيراً. وبما أن استحماماً لمدة خمس دقائق بواسطة رأس مرشزة عادية يمكن أن يستهلك نحو 100 ليتر من المياه، فإن رأس مرشزة كفوءة بالمياه يستهلك ما معدله 35 ليترًا.

المرشات المزودة بنظم اغلاق اوتوماتيكية

المرشات المزودة بنظم اغلاق تقطع اوتوماتيكياً دفق المياه بعد استعمال كمية المياه المحددة مسبقاً وتقضي أن يشغل المستعمل دفق المياه من جديد. هذه النظم تناسب جداً المدارس والمكاتب والمرافق الرياضية على وجه الخصوص، لكن استعمالها أخذ يصبح شائعاً أيضاً في الموتيلات وبيوت الضيافة.

استعمال الخلاطات القابلة للتعديل بسهولة

يمكن هدر أكثر من 10 في المئة من إجمالي كمية المياه المستعملة في دورة استحمام أثناء محاولة التكيف مع درجة حرارة مريحة. وباستعمال خلاطات ماء قابلة للتعديل بسهولة ومزودة بمؤشرات تدل على درجة الحرارة، يمكن بلوغ درجات حرارة الماء المبتغاة بسهولة أكثر، وبذلك يهدر ماء أقل.

نصائح

إن تنفيذ تغييرات سلوكية قد يكون أسهل في المنازل السكنية مما في الفنادق على سبيل المثال، حيث الاستعمال المفرط للمياه في المرشات وأحواض الاستحمام يمكن اعتباره جزءاً من خدمة شاملة تقدم للنزلاء. ولاحداث تغييرات لدى نزلاء الفندق، فإن رفع الوعي باستعمال نشرات وحملات اعلامية يمكن ربطها برسالة المسؤولية الاجتماعية للمراقبة للعلامة التجارية للفندق.

الفصل 3 - كفاءة استعمال المياه في الأبنية

المياه المستعملة في مرشات وأحواض الاستحمام قد تكون مناسبة لاستعمالات بديلة. لذلك، يمكن جمعها ومعالجتها وإعادة استعمالها (انظر القسم الخاص باستعمال المياه الرمادية).

الحنفيات وأحواض الغسيل

كفاءة المياه في هذه الأماكن يمكن أن تبدأ أيضاً ببعض التغييرات السلوكية، مثل عدم ترك المياه تجري مباشرة إلى المصرف أثناء تنظيف الأسنان أو غسل اليدين أو الحلاقة. وغسل شفرات ماكينات الحلاقة في وعاء يحوي ماء ساخناً بدلاً من غسلها تحت ماء جار يمكن أن يحسن أيضاً كفاءة المياه. وفي ما يتعلق بالتركيبات التقنية، يجب مراعاة الخيارات الآتية:

الحنفيات ومهائباتها الكفوءة بالمياه

يمكن لأجهزة بسيطة تمزج الماء والهواء أن تخفض معدلات دفق الماء والترشاش مع زيادة أماكن التغطية وكفاءة الترطيب. مثلاً، يمكن لمهوائت الحنفيات أن توفر استعمال الماء بنسبة تصل إلى 50 في المئة أثناء غسل اليدين. والحنفيات الحديثة مزودة بمهوائت ويجب تفضيلها من أجل التركيبات الجديدة. وتتوافر أيضاً مهائبات تهوئة فعالة رخيصة الثمن ويمكن تركيبها بسهولة.

الحنفيات المزودة بأجهزة استشعار عند الطلب

الحنفيات التي تعمل عند الطلب تعتمد على أجهزة استشعار تعمل بالأشعة تحت الحمراء لإطلاق دفق الماء. وباستعمال هذه النظم، يمكن تخفيض استعمال المياه في أحواض الغسيل بشكل كبير. ومن الضروري أن تكون لهذه الوحدات استجابة سريعة تجنباً لاستياء المستعمل. وإضافة إلى ذلك، تعطي هذه الوحدات نتائج محسنة إذا استعملت بالاقتران مع المهوائت (انظر أعلاه).

الحنفيات المزودة بنظم اغلاق أوتوماتيكي

الحنفيات المزودة بنظم اغلاق أوتوماتيكي تقطع دفق المياه بعد تصريف كمية محددة مسبقاً. ويمكن أن تستعمل هذه الوحدات مقادير آلية أو أجهزة استشعار تعمل بالأشعة تحت الحمراء لضبط دفق المياه. وينبغي استعمال هذه الوحدات بالاقتران مع مهوائت موفرة للمياه. وفي الحالات التي يكون فيها حدّ الاغلاق غير متماسح بالشكل المناسب مع احتياجات المستعملين، فإن هذه الوحدات قد تؤدي إلى استعمال مسرف للمياه. الشكل 3.3 يبين كيف يتباين استهلاك المياه في أنواع مختلفة من الحنفيات.



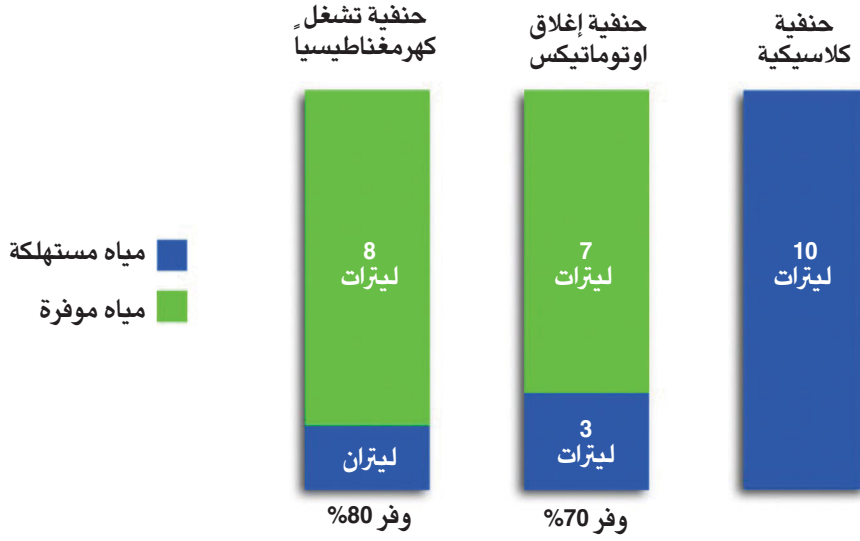
مهوائت سهلة التركيب ورخيصة الثمن يمكن أن توفر الماء بنسبة تصل إلى 50%



حنفية مزودة بجهاز استشعار عند الطلب يعمل بالأشعة تحت الحمراء



نظام حنفية ذات اغلاق أوتوماتيكي يعمل بالضغط على زر



الشكل 3.3: استهلاك وتوفير المياه باستعمال أنواع مختلفة من الحنفيات

غسل الملابس

عمليات غسل الملابس هي مجال آخر لاستعمال المياه بكميات كبيرة، خصوصاً في المنازل والمستشفيات والفنادق وخدمات غسل البياضات التجارية.

وبالنسبة الى المنازل السكنية، غسالات الملابس هي أكثر كفاءة بالمياه من غسل الملابس يدوياً، ونتيجة لذلك، يجب اعطاء أولوية لاستعمال الغسالات. وإضافة الى ذلك، يجب اختيار غسالات التحميل الأمامي ذات المعايير العالية الكفاءة عند تزويد الأبنية الجديدة بتجهيزات مقتصدة أو استبدال المعدات القديمة. وقد يكون للطرق السلوكية تأثير كبير على استعمال المياه في عمليات غسل الملابس. وعلى سبيل المثال، يجب تعديل دورات غسل الملابس بحيث تشغل غسالات الملابس بحمولات كاملة بدلاً من الحمولات الجزئية.

الاستهلاك الكلي للماء في غسل الملابس لوضعية معينة يمكن أيضاً تخفيضه بشكل كبير من خلال تنفيذ عملية الغسل عند الضرورة بدلاً من اعتماد جدول زمني محدد مسبقاً. هذا ينطبق بشكل خاص على الفنادق حيث يتم تقليدياً استبدال جميع المناشف وملاءات الأسرة وغسلها يومياً. ويسمح عدد متزايد من الفنادق اليوم لنزلائها بأن يقرروا ما اذا كانوا يريدون استبدال مناشفهم وملاءات أسرتهم، وبذلك تستغني عن عمليات الغسل غير الضرورية.

ويمكن اخضاع المياه الرمادية الناتجة من عمليات الغسل لمعالجة أساسية وجعلها مناسبة لاعادة الاستعمال. ويمكن اعادة استعمالها لدفق المراحيض. ويمكن استعمالها أيضاً للري الخارجي. لذلك، يجب النظر في خطط لاحتجاز واعادة استعمال المياه الرمادية الناتجة من عمليات غسل الملابس أثناء مرحلة تصميم الأبنية الجديدة.



ملصقات معايرة الماء تساعد المستهلكين في اختيار غسالات أكثر كفاءة

(المصدر: ملصقات ومعايير كفاءة الماء، أستراليا)

Source: Water Efficiency Labeling and Standards, Australia.

المطابخ

المطابخ في وضعياتها المختلفة هي مجال آخر لاستعمال كميات كبيرة من المياه، خصوصاً في الأبنية التجارية والمؤسسية، مثل الفنادق والمدارس والمطاعم ومراكز التسوق. من خلال الجمع بين التغييرات السلوكية والتقنية، يمكن تخفيض استعمال المياه في المطابخ بشكل كبير.



استبعاد استعمال المياه الجارية في تحضير الطعام

في المطابخ المنزلية والتجارية يجب غسل الخضار والفواكه قبل استعمالها في تحضير الطعام. وبدلاً من غسلها تحت ماء جارٍ، قد يكون استعمال وعاء ماء فعالاً بالقدر نفسه. وإضافة إلى ذلك، يُمنع استعمال ماء جارٍ لاذابة الجليد. هذه الممارسة تهدر كميات كبيرة من الماء. وبدلاً من ذلك، يمكن اذابة الجليد بوضع أصناف الأطعمة المجمدة في ثلاجة أو مكان مكشوف في المطبخ لمدة زمنية معقولة (حذار من طول الوقت تجنباً لفساد الأطعمة). ويمكن أيضاً استعمال أفران الميكروويف لاذابة الجليد.

استعمال غسالة الصحون

الصحون والأواني المنزلية يجب غسلها عند الامكان باستعمال غسالات الصحون لأنها أكثر كفاءة باستعمال المياه من الغسل اليدوي. وبالنسبة إلى الاستعمالات التجارية والمنزلية أيضاً، يجب إعطاء الأفضلية للغسالات التي لها كفاءة أعلى في استعمال المياه. ويجب تشغيل غسالات الصحون عندما تكون محملة بالكامل، بدلاً من الحمولات الجزئية. وجدير بالذكر أن غسالات الصحون المنزلية الحديثة التي تستخدم بخاراً عالي الضغط يمكن أن تعالج غالبية عظمى من الأوساخ الموجودة على الصحون التي لا تحتاج إلى شطف مسبق.

الشطف الآلي السابق للغسل اليدوي

عندما يكون الغسل اليدوي الخيار الوحيد، يجب اعطاء الأولوية لازالة بقايا الطعام عن الصحون بوسائل آلية، أي بمساعدة منديل مستعمل أو فرشاة، على استعمال ماء جارٍ. وعند الضرورة، يمكن نقع الصحون في وعاء لتطرية بقايا الطعام. ويجب أيضاً تأدية عمليتي الغسل والشطف الفعليين باستعمال دفعات من الماء الموضوع في أوعية بدلاً من ماء جارٍ.

فوهات الرش التي تعمل بمقداح

في المطابخ التجارية، الشطف المسبق للصحون شائع من أجل تخفيض استهلاك المياه والمواد الكيميائية في غسالات الصحون السريعة الدورات. وفي هذه النشاطات، استعمال فوهات عالية الضغط مزودة بمقداح يمكن باليد يمكن أن يؤدي إلى وفورات مائية لا يستهان بها.

استعمال الماء الساخن

الماء الساخن أفعل كثيراً في إزالة بقايا الطعام عن الصحون، ولذلك يوفر تنظيفاً مماثلاً أو أفضل بكميات تقل كثيراً عن الماء البارد. لكن تكاليف الطاقة اللازمة لتسخين الماء يجب أن تؤخذ في الاعتبار.

ماكينات صنع الثلج

ماكينات صنع الثلج التي توجد عموماً في المطاعم والفنادق يمكن أن تستهلك كميات كبيرة من المياه. الماكينات التي تبرّد بالهواء، والتي تحتاج فقط إلى نحو 1,9 لتر من الماء لكل كيلوغرام من الثلج، يجب تفضيلها على الماكينات التي تبرّد بالماء والتي قد تستهلك كمية أكبر من الماء تبلغ سبعة أضعاف.

تنظيف الأماكن

يجب تنظيف المطابخ التجارية تكراراً لأغراض صحية. ويمكن اتخاذ عدد من التدابير لتخفيض استهلاك المياه. وتقسيم الأماكن وفق احتياجات التنظيف، واستخدام التنظيف الآلي إلى الحدّ الممكن، واستعمال نظم عالية الضغط ومنخفضة الحجم يمكن أن تساعد جميعاً في تخفيض استهلاك المياه في تنظيف الأماكن.



حنفية مزودة بفوهة رش تعمل بمقداح يمكن أن توفر كثيراً من الماء في المطابخ
المصورة: Superb lifestyle products



الحدائق والمساحات الخضراء

استعمال المياه لري الحدائق والمساحات الخضراء قد يستهلك كميات كبيرة من المياه وعادة يوفر امكانية جيدة لتحقيق مكاسب تتعلق بالكفاءة. في ما يأتي ثلاث طرق رئيسية فعالة في تخفيض كمية المياه المستعملة لري الحدائق والمساحات الخضراء:

اختيار أنواع النباتات الملائمة

تحمل الأنواع النباتية أهم تباشير النجاح في تخفيض استهلاك المياه. وللأسف، فإن أنواعاً نباتية دخيلة غير متوطنة في البيئة المحلية تستعمل عموماً في الحدائق، وهي تحتاج الى كميات زائدة من المياه وصيانة اضافية. وفي المناطق شبه القاحلة التي تمتاز بها غالبية بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، يجب أن تكون الأنواع التي تتحمل الجفاف الخيار المفضل. وتمثل النباتات التي تتحمل الجفاف جزءاً أساسياً من الحدائق والمساحات الخضراء الكفوءة بالمياه. وهي تتكيف مع بيئات شح المياه ولذلك تحتاج الى مقدار ضئيل من الري التكميلي. وهي تحتاج أيضاً الى صيانة أقل من مثيلاتها المشرقة في استهلاك المياه.

مشروع الحدائق والمساحات الخضراء المقتصدة بالمياه في الأردن

المساحات الخضراء بدلاً من الاعتماد الكلي على السطوح التي تغطيها النباتات.

تصدر عن المشروع منشورات وأدلة تثقيفية علمية باللغتين العربية والانكليزية حول المساحات الخضراء المقتصدة بالمياه، تتضمن قائمة نباتات تتحمل الجفاف تأقلمت مع المنطقة. وهي متوفرة مجاناً على العنوان: <http://www.csbe.org>

• مشروع مركز دراسة البيئة المبنية (CSBE) الخاص بالحدائق والمساحات الخضراء المقتصدة بالمياه يهتم بتطوير المساحات الخضراء ذات المناظر الجميلة التي تقتصد أيضاً في استهلاك المياه. وتتحقق هذه الأهداف من خلال تشكيلة من الوسائل التي تشمل استعمال نباتات مستوطنة تتحمل الجفاف وتستفيد من مياه الأمطار الى أقصى الحدود، وتُدخل سطوح التربة ذات الغطاء الصلب (المكون من مواد مثل البلور الصخري والحصى والطوب والخرسانة) في تصاميم

تحسين نظم الري

يمكن تنفيذ عملية الري يدوياً أو من خلال تركيب تمديدات مخصصة لهذا الغرض. وعند اختيار وضعية للري، يجب اعطاء أولوية لنظم الري تحت سطح الأرض على النظم فوق سطح الأرض، ما يقلل خسائر المياه الناتجة من التبخر. وازضافة الى ذلك، فإن جعل الري متزامناً مع تغييرات في محتوى رطوبة التربة هو أكثر كفاءة من الاعتماد على فترات متكررة محددة مسبقاً. وبإمكان جهاز تحكم أوتوماتيكي بالري، عند ادارته حسب الأصول، أن يعوض ثمنه من خلال تخفيض استعمال المياه وكلفتها والأيدي العاملة. وباستعمال جهاز بسيط لمراقبة محتوى رطوبة التربة باستمرار، يمكن تحقيق وفورات كبيرة.

ويجب صيانة معدات الري حسب الأصول وبانتظام، بما في ذلك ادخال تعديلات على رؤوس المرشات وفوهات التنقيط عند الحاجة.



عداد لقياس رطوبة التربة يمسك باليد

استعمال مياه الأمطار المجمعة والمياه الرمادية

ري الحدائق والمساحات الخضراء غالباً ما يكون مناسباً بشكل جيد لاستعمال مصادر بديلة للمياه، مثل المياه الرمادية أو مياه الأمطار المجمعة أو حتى المياه المعالجة التي يمكن الحصول عليها من مصالحي المياه البلدية في بعض الحالات. الشكل 4.3 يظهر نظاماً لتجميع مياه الأمطار.



الشكل 4.3: نظام فعال لتجميع مياه الأمطار²

التدفئة والتبريد

في الأبنية التجارية والمؤسسية التي تحوي مساحات كبيرة، كثيراً ما تستعمل نظم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء المركزية. وهذه النظم مماثلة إلى حد بعيد لنظم التدفئة والتبريد المبنية في الفصل 2 (كفاءة المياه في المرافق الصناعية)، ويمكن أن تستفيد من تدابير الكفاءة ذاتها.

قائمة مراجعة

تدابير كفاءة المياه في نظم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

- تعديل أحمال التدفئة والتبريد وفق الطلب الفعلي
- استبدال نظم التوزيع المستمر بنظم إعادة التوزيع
- تخفيض النزف من خلال المراقبة الدقيقة للشوائب واستعمال مواد كيميائية مناسبة
- صيانة مكونات النظام بالشكل المناسب
- تخفيض خسائر الانحراف والترشاش من أبراج التبريد
- تخفيض الفيض الزائد من خلال تعديل مستوى صمامات العوامات بالشكل المناسب في خزانات برج التبريد
- النظر في استعمال مصادر مياه بديلة

تدابير تتعلق بالتصميم المبكر

يجب ادخال كفاءة الطاقة ميكراً في مرحلة تصميم وانشاء الأبنية. ويمكن تعزيز جدوى بعض التدابير المتعلقة بالكفاءة من خلال اعادة النظر في مقومات تصاميم شبكة توزيع المياه وخزانات المياه ونظم دعم المياه الأخرى. في ما يأتي أمثلة لثلاثة نظم:

خزانات المياه

يتم عادة تزويد الأبنية التجارية والمؤسسية بخزانات مياه تؤدي وظيفتين. فهي مصدر موقت للمياه عندما ينقطع الامداد المنتظم من شبكة توزيع المياه. ويمكن أيضاً استعمال المياه المخزنة لأغراض مكافحة الحرائق. ولأسباب تتعلق بالصيانة، يجب تفريغ هذه الخزانات على مراحل معينة كما يجب عادة تفريغ محتوياتها.

ولتوفير المياه، يجب تصميم خزان المياه بحيث يتكون من خليتين منفصلتين، تسع كل منهما 50 في المئة من مجمل حجم الخزان. وبوجود خزان مكون من مقصورتين، يمكن توزيع المياه من إحداهما في الأخرى أثناء أعمال الصيانة، ما يحول دون تفريغ كامل محتوى الخزان من المياه. لذلك، يجب أن تكون خليتا المياه موصولتين إحداهما بالأخرى، ما يسمح بتوزيع المياه وضمان الحفاظ على جودتها. كما يجب أن تكون الخليتان مصممتين على نحو يمكن من تفريغهما بشكل منفصل (لأغراض الغسيل والصيانة).

شبكات توزيع المياه

هناك طريقة أخرى قد تسفر عن مكاسب تتعلق بكفاءة المياه في الأبنية التجارية والمؤسسية هي تصميم شبكة توزيع المياه الداخلية بحيث تكون لها قطاعات مستقلة بوضوح، تعرّف بمساحة المبني ونوع استهلاك المياه. في الخانة التالية أمثلة على قطاعات مياه مستقلة يمكن أخذها في الاعتبار بالنسبة الى الأبنية التجارية. ويجب تزويد كل قطاع بعدد دقي يقيس الاستهلاك المحدد للمياه في ذلك القطاع بمعزل عن القطاعات الأخرى.

تساعد المراقبة المستقلة للقطاعات في كسب فهم لأنماط استعمال المياه في مختلف القطاعات وفي تحديد وعزل تسربات المياه المحتملة في المبني.

البنية التحتية لاعادة استعمال المياه

كما ذكر سابقاً، يمكن جعل المياه الرمادية التي تنتجها استعمالات معينة في الأبنية - مثل مرشات الاستحمام وأحواض الغسيل وغسالات الملابس، مناسبة للاستعمال في نظم المراحيض أو لري الحدائق والمساحات الخضراء. ولتسهيل استعمال المياه الرمادية، ينبغي ادخال نظام لتجميع المياه الرمادية ومعالجتها وتخزينها في مرحلة التصميم المبكرة. وقد يشمل هذا النظام شبكة تصريف منفصلة، ووحدة معالجة بسيطة في الموقع- أي استعمال مصافي رمل أو تصفية- وخزان، وشبكة توزيع خاصة.

وكما يحدث أثناء تجميع مياه الأمطار، هناك حاجة الى بنية تحتية للتجميع والمعالجة والتخزين والتوزيع.

قائمة مراجعة

قطاعات المياه المستقلة في مبنى تجاري

- قطاع واحد لكل طابق
- قطاع واحد للأماكن المشتركة (ممرات، أماكن تقنية، وسواها)
- قطاع واحد لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء
- قطاع واحد لنظام الري
- قطاع واحد لنوافير المياه الزينية، حيثما تتوافر

تجميع مياه الأمطار

يمكن أن تصل مياه الأمطار التي تجمع أساساً من السطوح أو الأماكن المرصوفة المناسبة الأخرى - مثل مواقف السيارات - إلى كميات لا يستهان بها ويمكن استعمالها لأغراض مختلفة، مثل:

- ري الحدائق والمساحات الخضراء
- دقق المراحيض
- غسل الملابس
- التنظيفات العامة
- التبريد والتدفئة
- الاستعمال المتعلق بالنظافة الصحية والشرب

ويحتوي نظام لتجميع مياه الأمطار وإعادة استعمالها على المكونات الآتية:

مكان التجميع: هناك حاجة إلى سطح لا تنفذ منه المياه، مثل سطح منزل أو موقف سيارات، لاحتجاز مياه الأمطار.

نظام النقل: يجب أن تكون الأنابيب والمصارف المناسبة في مكانها لتحويل مياه الأمطار المحتجزة أولاً إلى وحدات المعالجة ثم إلى الخزان.

الترشيح والمعالجة: يجب عادة معالجة مياه الأمطار المحتجزة. ويعتمد مقدار المعالجة المطلوبة على خصائص مكان التجميع والاستعمال المقصود للمياه المجمعة. فالمياه المجمعة من السطوح تحتوي عادة على كميات من الملوثات تقل عن تلك الموجودة في المياه التي تجمع من الأماكن المرصوفة أو مواقف السيارات ولذلك هي تحتاج إلى معالجة أقل. وعموماً، يتدفق فجأة الجزء الأول من مياه الأمطار الجارية المجمعة، ويميل إلى أن يكون غنياً بالشوائب. ثم تمر المياه عبر وحدة ترشيح لاحتجاز المواد العضوية والشوائب الأخرى. وفي حين أن ترشيحاً خشناً - مثل ذلك الذي يمكن تحقيقه بواسطة مرشح شبكي أو مرشح رملي بسيط - قد يكون كافياً لتجمعات المياه النظيفة نسبياً، فإن ترشيحاً أدق - مثل الترشيح بالانتشار الغشائي - قد يكون لازماً لتجمعات أخرى، خصوصاً إذا كان الاستعمال المقصود للمياه يتطلب نوعية أعلى.

التخزين: توضع المياه المرشحة بعد ذلك في خزان. وتحديد أبعاد الخزان أمر مهم، ويتطلب تقديراً لكمية المياه التي يمكن تجميعها. ويمكن احتساب كمية مياه الأمطار التي قد يتم تجميعها في موقع محدد باستعمال المعادلة الآتية:

$$V_{rain} = \frac{AxPx0.8}{1000}$$

حيث،

V_{rain} = حجم مياه الأمطار (م³/السنة)

A = مساحة التجميع (م²)

P = معدل التساقطات السنوية³ (بالمليمترات)

0.8 = عامل التجميع لتقدير بيان عن خسائر الترشيح وكميات المطر الصغيرة التي لا تولد جرياناً.

الفصل 3 - كفاءة استعمال المياه في الأبنية

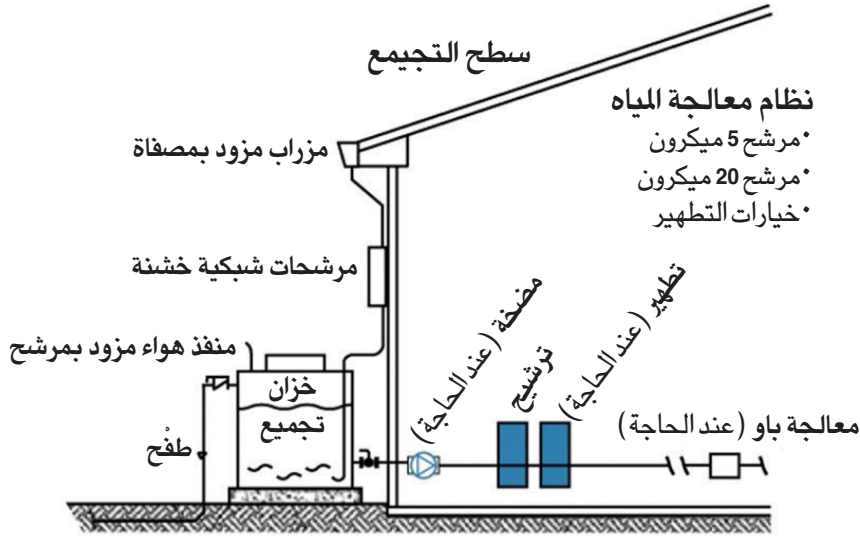
يجب تزويد الخزانات بنظام لمنع الطفح. وإضافة الى ذلك، اذا كان يجب ملء الخزان حتى الذروة بمياه من الخط الرئيسي، ينبغي تزويده بجهاز لمنع الدفق الخلفي.

نظام النقل: قد تكون هناك حاجة الى مضخات وصمامات وأنابيب لتحويل مياه الأمطار المجمعة الى مكان الاستعمال. وبناء على تصميم النظام، اذا كانت هناك حاجة الى مضخة لتحويل المياه المجمعة الى مكان الاستعمال، فيمكن أن توضع داخل الخزان. واذا كان المطلوب أن تستوفي مياه الأمطار متطلبات صحية أعلى أو أن تستعمل للشرب، فقد تكون هناك حاجة الى ادخال وحدات معالجة اضافية، مثل مرشحات الكربون المنشط والتطهير بالأشعة فوق البنفسجية، في نظام التوزيع.

يبين الشكل 5.3 تصميمًا بديلاً لنظام بسيط لتجميع مياه الأمطار.

العناية المطلوبة: ينبغي تنظيف خزانات نظم تجميع مياه الأمطار على فترات متكررة. يعتمد التكرار على تصميم الخزان ومستوى الترشيح.

في المناخات الدافئة خاصة، يمكن أن تتحول الخزانات بسهولة الى أمكنة لتكاثر البعوض والحشرات المؤذية الأخرى. ولمنع حدوث ذلك، ينبغي اقفال جميع الفتحات التي لا تستعمل تكراراً واحكام سدها بالشكل المناسب. أما الفتحات التي تستعمل عادة. مثل أنابيب الدخول وتصريف الفائض. فيجب تغطيتها بشبك.



الشكل 5.3: نظام تجميع مياه الأمطار للأبنية⁴

¹ المصدر: Environment Canada. <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=en&n=E85F9FC8-1>
Sydney Water g

² المصدر: CSBE, Water Conserving Landscapes Manual.

³ يمكن الحصول على معدلات هطول المطر السنوية من دوائر الارصاد الجوية الوطنية أو المحلية.

⁴ المصدر: Home Water Purification Systems (<http://www.cleanairpurewater.com/>)

الفصل 4

كفاءة المياه في الزراعة

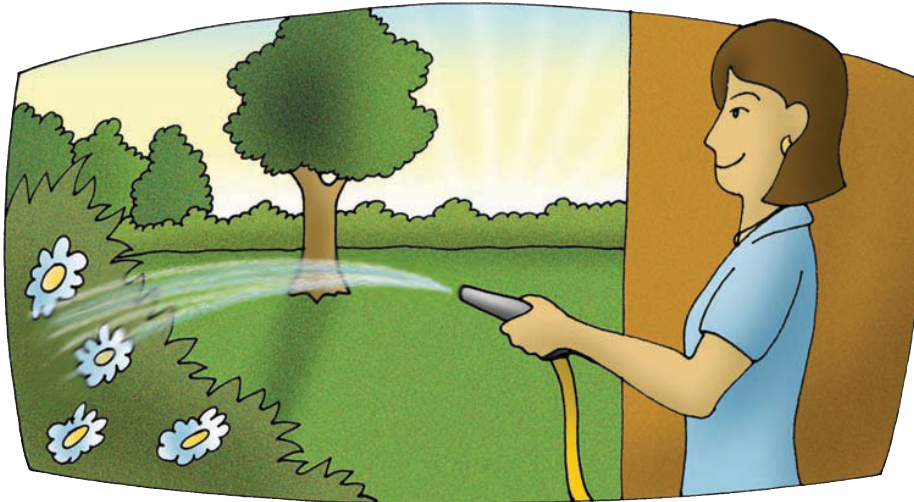
عالمياً، الزراعة هي أكبر مستهلك للمياه1 وتستهلك أيضاً 85 في المئة من المياه التي تُسحب في المنطقة العربية، ويضاف الى ذلك أن استعمال المياه في الزراعة غالباً ما يكون غير كفوء الى حد بعيد، إذ أن جزءاً صغيراً فقط من المياه المحولة الى الزراعة يستعمل بفعالية لزراعة النباتات، في حين تُصرف البقية أو تضيع من خلال النتح المصحوب بالتبخر.

ومع النمو السكاني وارتفاع مستويات البحبوحة والثراء، تزداد الحاجة الى الغذاء وبالتالي الى المياه الزراعية اللازمة للري. وفي الوقت ذاته، تتقلص كمية المياه ذات النوعية المناسبة. وهناك أيضاً ازدياد في الطلب لتحويل مزيد من المياه المستعملة في الزراعة الى استخدامات حضرية وصناعية أعلى قيمة. لذلك، فإن انتاج المزيد بكمية أقل هو الخيار الوحيد.

تناولت أبحاث مكثفة كفاءة المياه في الزراعة منذ سنوات عدة. لكن الحلول القابلة للتطبيق عالمياً تصعب الاستفادة منها، خصوصاً بسبب اختلاف البيئات وارتفاع خصوصية الممارسات الزراعية. غير أن تحقيق مكاسب تتعلق بالكفاءة غالباً ما يكون ممكناً من خلال اختيار المحاصيل المناسبة، وتحديد مواعيد مناسبة للري، وتقنيات الري الفعالة، واستعمال مصادر بديلة للمياه اللازمة للري. وجزير بالذكر أن ازدياد كفاءة المياه غالباً ما يوفر فوائد تتعدى كثيراً انخفاض استعمال المياه.

**يمكن تحسين
كفاءة مياه الري
باتخاذ القرارات
المتعلقة بالآتي:**

- اختيار المحاصيل
- تحديد مواعيد الري
- طرق الري
- مصدر المياه





تحسين كفاءة المياه في الري

يكون الري ضرورياً عندما لا تستطيع النباتات تلبية جميع احتياجاتها من المياه عن طريق التساقطات الطبيعية - تدعى هذه الممارسة أيضاً ري سدّ النقص. لذلك، فإن التخطيط المثالي للري يهدف إلى سدّ النقص بين الاحتياجات المائية المثلى للمحصول والكمية التي يمكنه الحصول عليها من خلال الوسائل الطبيعية. وبسبب الأحوال المناخية الجافة وشبه الجافة والصحراوية السائدة في المنطقة العربية، فإن الري لا مفرّ منه.

إن الأحوال المناخية ونوع التربة وتركيبها ونوع النباتات وتقنيات الري المطبقة هي من العوامل الرئيسية التي تؤثر في كفاءة وفعالية ممارسات الري. وبالنسبة إلى موقع معين والأحوال المناخية والترايبية، يمكن تحسين كفاءة ممارسات الري بالمياه باتخاذ القرارات الصحيحة المتعلقة بالآتي:

- نوع المحصول
- تحديد مواعيد الري
- طريقة الري
- تدابير تخصيب التربة
- مصدر المياه

الاحتياجات المائية للمحاصيل

تختلف المحاصيل من حيث احتياجاتها المائية اليومية وطول فترة زرعها الاجمالية. ونتيجة لذلك، يشكل نوع المحصول عاملاً رئيسياً يؤثر في احتياجات مياه الري. وتتطلب المحاصيل التي لها احتياجات يومية عالية وموسم زرع اجمالي طويل ميهاً أكثر من تلك التي لها احتياجات يومية أقل وموسم زرع أقصر نسبياً. لذلك، فإن خطوة أساسية باتجاه تخفيض احتياجات مياه الري هي اختيار أنواع المحاصيل التي تتطلب ميهاً أقل لكن مع ذلك توفر قيمة مضافة كافية.

تبين الجدول 1.4 و 2.4 و 3.4 قيمة الاحتياجات المائية العادية ومعدل طول موسم الزرع واجمالي الطلب على المياه لمحاصيل مختلفة.

تحسين ممارسات الري يمكن أن:

- يخفض تكاليف المياه والضخ
- يخفض تكاليف الأسمدة والكيماويات الزراعية الأخرى
- يحافظ على ارتفاع جودة التربة
- يزيد إنتاج المحاصيل - بنسبة تصل إلى 100%

الجدول 1.4: الاحتياجات المائية لمحاصيل حقلية خلال فترة الذروة بالمقارنة مع عشب قياسي²

الاحتياجات المائية بالمقارنة مع العشب العادي					
30 في المئة أقل	10 في المئة أقل	نفس الشيء	10 في المئة أقل	30 في المئة أقل	
رز غير مقشور	شعير	جزر	خيار	حمضيات	
قصب سكر	فاصولياء	خس	فجل	زيتون	
موز	ذرة	بطيخ	قرع	عنب	
جوزيات وأشجار مثمرة مع محاصيل واقية للتربة	كتان	بصل			
	حبوب صغيرة	فول سوداني			
	قطن	فليفلة			
	بندورة (طماطم)	سبانخ			
	باذنجان	شاي			
	عدس	عشب			
	دخن	كاكاو			
	شوفان	بن			
	عباد الشمس (دوار الشمس)	جوزيات وأشجار مثمرة معتنى بها			
	بطاطا	صليبيات (ملفوف، قنبيط، بروكولي، وغيرها)			
	عصفر				
	سرغوم				
	فول صويا				
	شمندر سكري				
	بازلاء				
	تبغ				

الجدول 2.4: الأرقام الدلالية لفترة الزرع الإجمالية لمحاصيل مختلفة³

فترة الزرع الإجمالية (أيام)	المحصول	فترة الزرع الإجمالية (أيام)	المحصول	فترة الزرع الإجمالية (أيام)	المحصول
45-35	فجل	170-150	عدس	365-100	فضة
150-90	رز	140-75	خس	365-300	موز
130-120	سرغوم	110-80	ذرة حلوة	150-120	شعير / شوفان / قمح
150-135	فول صويا	180-125	حبوب ذرة	90-75	فاصولياء خضراء
100-60	سبانخ	160-120	بطيخ	110-95	فاصولياء جافة
120-95	قرع	140-105	دخن	140-120	ملفوف
230-160	شمندر سكري	95-70	بصل أخضر	150-100	جزر
365-270	قصب سكر	210-150	بصل جاف	365-240	حمضيات
130-125	عباد الشمس	140-130	فول سوداني	195-180	قطن
160-130	تبغ	100-90	بازلاء	130-105	خيار
180-135	بندورة (طماطم)	210-120	فليفلة	140-130	باذنجان
165-150	حبوب صغيرة	145-105	بطاطا	220-150	كتان

الجدول 3.4: الأرقام التقريبية للاحتياجات المائية الموسمية للمحاصيل⁴

المحصول	حاجة المحصول للمياه (مم / فترة الزرع الإجمالية)	المحصول	حاجة المحصول للمياه (مم / فترة الزرع الإجمالية)
فصّة	1600-800	بازلاء	500-350
موز	2200-1200	فليفلة	900-600
شعير / شوفان / قمح	650-450	بطاطا	700-500
فاصولياء	500-300	رز (غير مقشور)	700-450
ملفوف	500-350	سرغوم / دخن	650-450
حمضيات	1200-900	فول صويا	700-450
قطن	1300-700	شمندر سكري	750-550
ذرة	800-500	قصب سكر	2500-1500
بطيخ	600-400	عباد الشمس	1000-600
بصل	550-350	بندورة (طماطم)	800-400
فول سوداني	700-500		

تحديد مواعيد الري

يساعد تحديد مواعيد الري في استبعاد أو تقليل الحالات التي تستعمل فيها كميات قليلة جداً أو كبيرة جداً من المياه لري المحاصيل. ويتم تحديد المواعيد من قبل جميع المزارعين بطريقة أو بأخرى. لكن تحديد المواعيد المناسبة للري يتطلب ضبطاً دقيقاً للوقت وكمية المياه التي تروى بها المحاصيل بناء على المحتوى المائي في منطقة جذور المحاصيل، وكمية المياه التي استهلكها المحصول منذ أن روي آخر مرة، ومرحلة تطور المحصول. والقياس المباشر لمحتوى الرطوبة في التربة هو من أنفع الطرق لتحديد مواعيد الري. ويعتمد مدى قدرة المزارعين على استخدام الري المتقدم على توافر المياه والأيدي العاملة. كما تؤدي العوامل الاقتصادية، خصوصاً الأثر الكبير لتوافر المياه على الإنتاج، دوراً في تحديد مواعيد الري المتقدم.

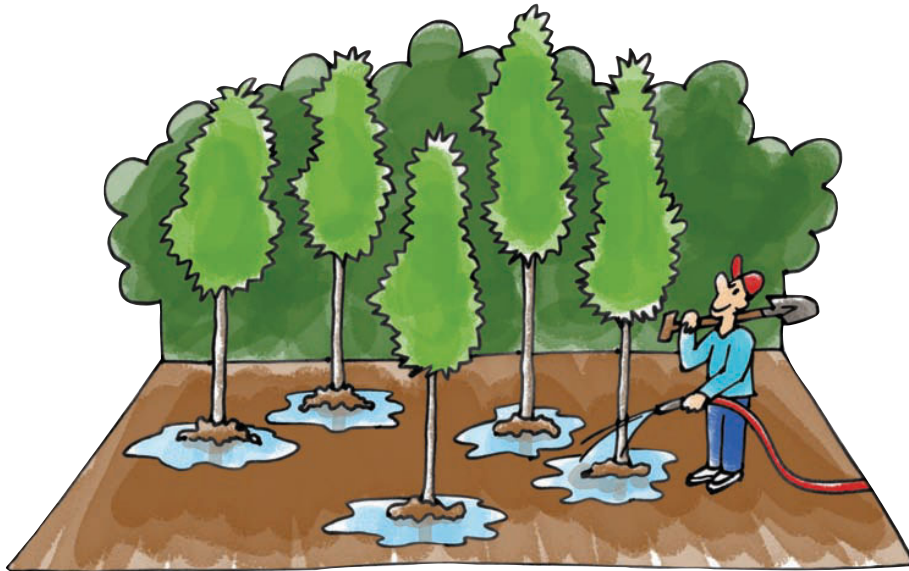
وتحتاج المحاصيل إلى كميات مختلفة من المياه في مختلف مراحل دورة نموها. وإضافة إلى ذلك، تؤثر الأحوال المناخية والترابية المحلية في توافر المياه للمحاصيل. ويجب التنبيه إلى أن توفير المياه الزائدة يمكن أن تكون له أيضاً آثار عكسية لأن المحاصيل لا تستطيع استخدام مياه زائدة وقد تتعرض للإجهاد نتيجة انخفاض مستويات الأوكسيجين في التربة المشبعة. هذه الممارسة لا تبذل المياه فقط لكن تزيد أيضاً من تكاليف الطاقة والضخ. ونتيجة لذلك، من الضروري التخطيط للري بشكل مناسب وجعل كمية المياه المزودة متلائمة مع الاحتياجات المائية للمحصول وذلك من أجل الوصول بالإنتاج إلى درجة مثلى وتحقيق

كفاءة في استخدام المياه. وبتحديد مواعيد مناسبة للري، تتم إدارة احتياطي التربة بحيث تتوافر كمية مثلى من المياه عند حاجة النباتات لها، ويتطلب تحديد مواعيد جيدة للري معرفة بما يأتي:

- كمية المياه التي يتطلبها المحصول أثناء دورات النمو المختلفة
- محتوى الرطوبة في التربة وقدرة التربة على استهلاك المياه
- الظروف المناخية

وأثناء مرحلة الزرع في أوائل الموسم، تكون الحاجة إلى المياه عادة أقل بنحو 50 في المئة مما هو مطلوب في مرحلة منتصف الموسم، حيث يكون المحصول قد نما تماماً ووصل إلى ذروة حاجته إلى المياه. ومن جهة أخرى، يكون ارتفاع الطلب في أواخر الموسم مماثلاً لذروة الطلب بالنسبة إلى المحاصيل التي تُجنى طازجة، وقد يكون أقل 75 في المئة بالنسبة إلى النباتات التي تُجنى جافة. ومن الضروري أن يكون المزارعون منتبهين لجدول مواعيد الري هذا ولنظام الري الذي يجب أن يكون قابلاً للتكيف مع هذه الطلبات المتغيرة.

وعلى رغم أن مجمل الاحتياجات المائية لمختلف المحاصيل يمكن تقديرها تقريبياً باستعمال الأرقام النموذجية المبينة في الجدول 1.4 و 2.4 و 3.4 أعلاه، فإن تحديد هذه الأرقام في مراحل نمو مختلفة هو أكثر تعقيداً، لأن الاحتياجات المائية يمكن أن تظهر تباينات كبيرة مبنية على الأحوال المناخية والترايبية المحلية وتنوع المحاصيل. لذلك، من المهم استشارة السلطات المختصة- أي وزارات الزراعة أو إدارات الري المحلية- للحصول على المعلومات ذات الصلة.



الفصل 4 - كفاءة المياه في الزراعة

وتوفر مراقبة محتوى الرطوبة في التربة تقييماً جيداً لاحتياجات المحصول المائية. وتتوافر مجموعة واسعة من الطرق التي تعطي مستويات مختلفة من الدقة لمراقبة رطوبة التربة، ولكل منها حسنها وسيئاتها. في الجدول 4.4 ملخص لبعض الطرق الشائعة.

الجدول 4.4: استعراض طرق مراقبة رطوبة التربة⁵

الطريقة	الحسنات	السيئات
التحسس ومراقبة المظهر على أعماق مختلفة من منطقة جذور المحصول	بسيطة جداً ولا تتطلب أي كلفة	لها دقة منخفضة (لكن قد تكون مفيدة إذا قدمت السلطات المختصة توجيهات مرئية) الحصول على نتائج يستغرق وقتاً طويلاً
الطرق الثقالية	<ul style="list-style-type: none"> • غير مكلفة ودقيقة • تعمل جيداً في جميع أنواع التربة ومستويات الرطوبة 	
طابوق الجبس	<ul style="list-style-type: none"> • بسيطة وغير مكلفة • دقيقة عندما تكون الأوضاع صحيحة 	<ul style="list-style-type: none"> • يحتاج إلى معايرة فردية • غير دقيق في تربة رطبة أو مالحة جداً • تتأثر القراءات بحرارة التربة ومحتواها من الأسمدة • هناك حاجة إلى طابوق جديد كل سنة
أجهزة قياس تحسس المصفوفة الحبيبية	<ul style="list-style-type: none"> • أكثر دقة • توفر معايرة أكثر ثباتاً • إمكانية وضع رسوم بيانات للقراءات • تشغيل أوتوماتيكياً مع مرور الوقت 	<ul style="list-style-type: none"> • أكثر كلفة
مقاييس التوتر السطحي	<ul style="list-style-type: none"> • صالحة لإعادة الاستعمال • لا حاجة للمعايرة 	<ul style="list-style-type: none"> • لا تعمل جيداً في الرمل الخشن وفي بعض الأتربة الصلصالية • لا تعطي قراءة عند التوترات العالية للأتربة الجافة • تحتاج إلى صيانة منتظمة
أجهزة تحسس مجالات المواسعة أو التواتر	<ul style="list-style-type: none"> • تعطي قراءات مباشرة • يمكن تركيبها بشكل دائم أو استعمالها كوحدة متنقلة 	<ul style="list-style-type: none"> • الملوحة وتركيبية التربة تؤثران في القراءات • تحتاج إلى معايرة قبل الاستعمال • الجيوب الهوائية قرب المسبارات أو جدران أنابيب الدخول تعطي أخطاء
مسبار نيوترون	<ul style="list-style-type: none"> • يعطي بيانات دقيقة جداً • سريع وموثوق إذا استعمله مشغلون مدربون يخدمون عدة مزارعين 	<ul style="list-style-type: none"> • يحتاج إلى معايرة • يتطلب أموراً تتعلق بالسلامة من إشعاع منخفض المستوى • يحتاج إلى مشغل مدرب • مكلف

سعة التربة، أي قابليتها للاحتفاظ بالمياه بين حدثي الري أو هطول المطر، هي عامل مهم آخر. وتشمل محددات سعة التربة عمق التراب، ونسب جسيمات التراب المختلفة التي تشكل التربة، ومسامية التراب، وتوتر المياه في التراب. ⁶ تؤثر هذه العوامل في كمية المياه المتوافرة للنباتات. ولأن خصائص التربة تتغير على أعماق مختلفة، من المهم معرفة سعة التربة في أنحاء منطقة جذور النباتات. وتجدر الإشارة أيضاً إلى أنه أثناء الري أو هطول المطر، لا تصل المياه إلى منطقة على عمق أدنى إلا بعد أن تصبح المنطقة السابقة مشبعة تماماً. ويصعب على المزارعين الأفراد عادة إجراء مسوحات لسعة التربة، لكن يمكن أن تجريها السلطات المختصة ويمكن وضع المعلومات في تصرف مناطق مختلفة.

إن **الظروف المناخية السائدة**، مثل معدل درجة الحرارة المحلية، وكثافة الأشعة الشمسية والرطوبة، وسرعة الرياح، تؤثر أيضاً في الرطوبة المحتجزة في التربة والسرعة التي تفقد بها النباتات المياه من خلال النتح. وتوجد أعلى احتياجات مائية محصلية في الأماكن الحارة والمشمسة والجافة والكثيرة الرياح. لذلك، فإن الظروف المناخية يجب أن تؤخذ في الاعتبار من أجل تحديد مواعيد مناسبة للري.

وتشكل **المراقبة الدقيقة** للمياه المستعملة في الري جزءاً أساسياً من تحديد مواعيد الري وتساعد في بلوغ أداء أمثل، يوفر المياه في حين يزيد الإنتاج. ويمكن الحصول على قراءات دقيقة من خلال طرق قياس مباشر مختلفة متوافرة للأنابيب والمواسير المقلدة (عدادات مزودة بمدسة، عدادات دفق فوهي أو فنتوري أو ضغط تفاضلي، عدادات دفق مغناطيسي، عدادات ترددات فوق سمعية) وللقنوات المكشوفة (سدود صغيرة ومسيلات منحدرية، جداول معايرة التصريف على مراحل، قياسات السرعة في المنطقة / النقطة، طرق الترددات فوق السمعية). وإن قياس استعمال مياه الري بشكل غير مباشر قد يوفر أيضاً تقديرات تقريبية دقيقة بشكل كاف لقاء تكاليف منخفضة. وتشتمل الطرق الشائعة المستعملة ما يأتي:

- قياس الطاقة التي تستهلكها مضخات الري
- قياسات الضغط النهائي في الري بالرشاشات
- فوارق الارتفاع في أحواض وخزانات الري
- قياس وقت الري وحجم نظام توزيع الري

طرق الري

بعد تحديد الخصائص الكمية والزمنية للطلب المثالي على المياه، يجب اختيار طريقة تمكن من جعل هذه المياه متوافرة بأفضل وسيلة. وهناك ثلاث طرق رئيسية للري، على النحو الآتي:

- الري السطحي (أو الثقالي)
- الري بالرشاشات
- الري بالتنقيط

وفي ما يأتي ملخصات لهذه الطرق وحسناتها وسيئاتها.

الري السطحي

يقتضي الري السطحي إيصال المياه بواسطة الجريان الثقالي إلى سطح الحقل. وقد يكون للري السطحي أشكال مختلفة. وأثناء الري من حوض، يتم إغراق كامل الحقل بالمياه. وبدلاً من ذلك، يمكن اعتماد الري

الفصل 4 - كفاءة المياه في الزراعة

بواسطة أنثام أو قطع أرض ضيقة عندما يكون بالإمكان إيصال المياه في قنوات صغيرة أو قطع أرض طويلة ضيقة. والري السطحي هو الطريقة الأسهل والأقل كلفة، لكنه عادة غير كفوء إلى حد بعيد، إذ يحصل النبات على أقل من 10 في المئة من المياه. وللأسف، هذه هي أيضاً الطريقة الأكثر استعمالاً على نطاق واسع في المنطقة العربية.

الري بالمرشات

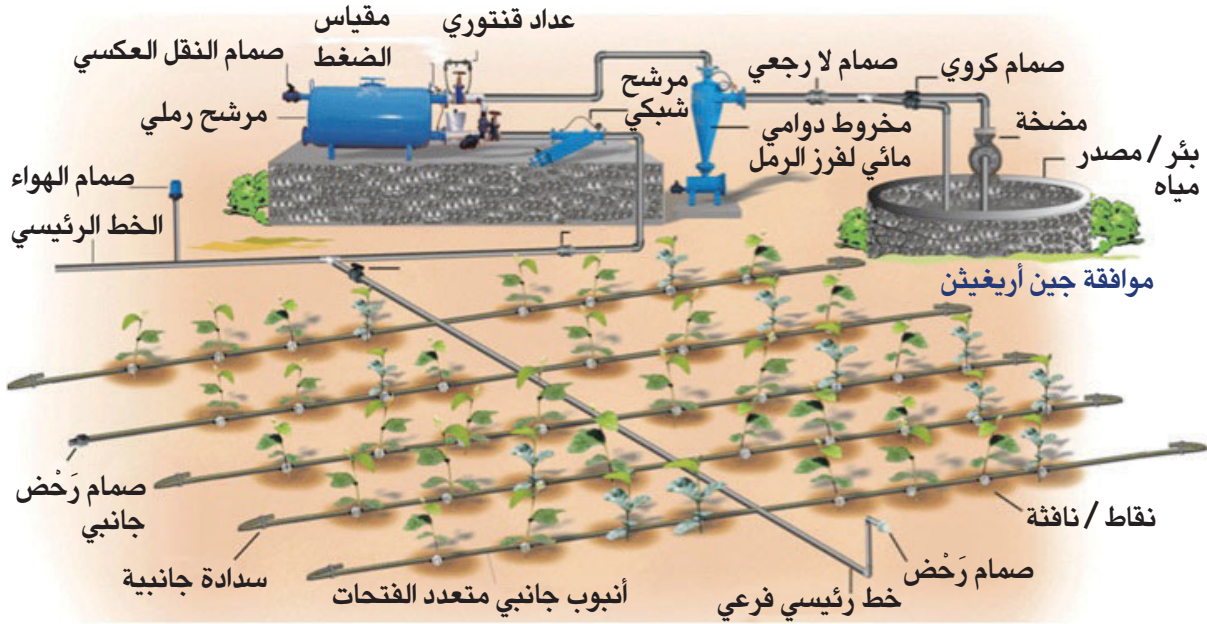
نظم الري بالمرشات تحاكي هطول المطر الطبيعي. يتم ضخ المياه عبر أنابيب ومن ثم يتم رشها على المزروعات من خلال رؤوس مرشات دوارة. وهذه النظم هي أكثر كفاءة من الري السطحي، لكن تركيبها وتشغيلها هما أكثر كلفة بسبب الحاجة إلى مياه مضغوطة. ونظم الرش التقليدية ترش المياه في الهواء، ما يؤدي إلى خسارة كميات كبيرة نتيجة التبخر. ويوفر التطبيق الدقيق المنخفض الطاقة بديلاً أكثر كفاءة. في هذا النظام، يتم إيصال المياه إلى المزروعات من أنابيب تنقيط تمتد من ذراع المرشة. وعندما يستعمل مع تقنيات زراعية مناسبة مقتصدة بالمياه فإن التطبيق الدقيق المنخفض الطاقة يمكن أن يحقق كفاءات مرتفعة تصل إلى 95 في المئة. وبما أن هذه الطريقة تعمل على ضغط منخفض، فهي توفر أيضاً ما بين 20 و50 في المئة من تكاليف الطاقة بالمقارنة من النظم التقليدية.



نظم مختلفة للري بالتنقيط. نظم تقليدية (إلى اليمين) ودقيقة منخفضة الطاقة (إلى اليسار).

الري بالتنقيط

ينقل الري بالتنقيط المياه من خلال استعمال أنابيب مضغوطة ونقاطات تمتد قرب النباتات ويمكن وضعها على سطح التربة أو تحتها. هذه الطريقة كفوءة للغاية لأن منطقة الجذور المباشرة لكل نبتة هي التي تُسقى فقط. هذا النظام يسمح أيضاً باستعمال دقيق للمخصبات القابلة للذوبان في المياه والكيماويات الزراعية الأخرى. وتبين أن الري بالتنقيط يساعد في تحقيق زيادة في الغلة تصل إلى 100 في المئة ووفر في المياه يصل إلى 40- 80 في المئة، مع ما يرافق ذلك من وفر في المخصبات والمبيدات والأيدي العاملة يفوق الوفر الذي تقدمه نظم الري التقليدية 7. وقد تكون لنظم الري بالتنقيط مستويات مختلفة من التعقيد والتكاليف. ونظم الري بالتنقيط التي تشغلها مضخات تعمل بالطاقة الشمسية هي بديل واعد بشكل خاص لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. الشكل 1.4 يبين مخططاً لنظام ري بالتنقيط.



الشكل 1.4: نظام ري بالتنقيط (ويكيبيديا- موافقة جين إريغيشن)

الفصل 4 - كفاءة المياه في الزراعة

تتحقق التباينات في محتوى رطوبة التربة عادة باعتماد طرق ري مختلفة كما هو مبين في الشكل 2.4.

باستثناء المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة، يستعمل الري السطحي غالباً في أكثر من 90 في المئة من الأراضي الزراعية المروية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا⁹



الشكل 2.4: مقارنة نظم ري مختلفة⁸

إجراءات تعزيز التربة

بالإضافة إلى الكفاءات الملازمة لطرق الري المختلفة، هناك عدد من الطرق الإضافية المتعلقة بتعزيز التربة يمكن أخذه في الاعتبار لتحسين كفاءة ممارسات الري.

التسطيح المناسب للحقل، لجعل المياه تجري بسرعة مثلى، هو طريقة تساعد في توزيع المياه بانتظام وتخفيض جريان المياه، خصوصاً أثناء الري السطحي وبواسطة المرشات. وإقامة **حواجز في الأثلام**، تسمح باحتجاز مياه الري أو المطر، في سدود ترابية صغيرة داخل الأثلام، هي طريقة أخرى قد تخفض جريان المياه وتزيد فعالية الري.

ويمكن تحقيق المزيد من الوفرة في المياه من خلال **إدارة المخلفات والحراثة الحافظة**، حيث تتم إدارة كمية مخلفات المحاصيل والنباتات وتوجيهها وتوزيعها على سطح التربة. هذه الممارسات تحسن قدرة التربة على حفظ الرطوبة وتخفيض جريان المياه من الحقل وتقلل التبخر السطحي. ولأن الحراثة الحافظة يمكن أن تسبب اضطرابات في نظم ري الأثلام، فهي ملائمة بشكل أفضل للحقول التي تستعمل الري بالمرشات والتنقيط.

ويمكن تحقيق مزيد من المكاسب المتعلقة بالكفاءة من خلال إجراءات مناسبة في نظم **توزيع المياه**. فحيثما تنقل المياه إلى الحقول بواسطة القنوات، على سبيل المثال، فإن تبطين سطح القناة بطين أو اسمنت مضغوط يمكن أن يخفض بشكل كبير ارتشاح المياه. وتغطية القنوات أو وضعها تحت سطح الأرض يمكن أن يخفض أكثر خسائر المياه التي يسببها التبخر.

مصادر المياه البديلة

يمكن تحقيق المزيد من المكاسب المتعلقة بالكفاءة على المستويين المحلي أو الإقليمي، وحتى على مستوى المزرعة، من خلال استعمال مصادر بديلة لمياه الري. وهناك طريقتان رئيسيتان:

حصاد مياه الأمطار هو طريقة تزداد شعبية في تلك الأجزاء من العالم التي تشهد سقوط أمطار غزيرة لفترات قصيرة تعقبها غالباً موجات جفاف لفترات طويلة. في هذه الأماكن، تُستحدث سطوح غير منفذة للمياه تغطي مساحات كبيرة بشكل يكفي لتخفيض ارتشاح مياه الأمطار في التربة. ومن خلال التحكم بجريان الأمطار التي يتم حصادها، تُحوّل المياه إلى خزانات أو طبقات مياه جوفية أو برك سطحية مخصصة لهذا الغرض (على رغم أن هذه الطريقة هي البديل الأقل كلفة، فهي تسبب خسارة كبيرة للمياه عن طريق التبخر)، بحيث يمكن استخراج المياه منها واستعمالها في الري. يستعمل حصاد مياه الأمطار بنجاح في أجزاء من الهند يقطنها معاً مزارعون صغار متعددون.

استخدام المياه المبتذلة المعالجة هو طريقة أخرى يمكن أن توفر مصدراً بديلاً مجدياً لمياه الري. وباستعمال تكنولوجيا عصرية، يمكن معالجة المياه المبتذلة المنزلية بحيث تراعي خطوطاً توجيهية صحية وبيئية صارمة، ما يسمح باستعمالها المأمون في الري. لكن تقليدياً لم يكن استعمال المياه المبتذلة المعالجة في ممارسات الري ممكناً إلا في مزارع تقع قرب مدن أو بلدات كبيرة إلى حد كافٍ لتشغيل نظام فعال لمعالجة المياه المبتذلة. وتسهل المياه المبتذلة المعالجة للري في الأردن وتونس ولري الحدائق العامة في عدد من بلدان مجلس التعاون الخليجي. ومع التقدم في تكنولوجيات معالجة المياه المبتذلة، أصبح استعمال المياه المبتذلة المعالجة على نطاق صغير وبنسق موزع مجدياً.

وتشكل ابتكارات أخرى، مثل وحدات التحلية الشمسية الصغيرة التي تحول المياه المالحة إلى مياه قليلة الملوحة مناسبة للري، تطورات تحمل أملاً لمستقبل واعد.

¹ الطيعة الثانية من Vital Water Graphics. An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters 2008.

² منظمة الأغذية والزراعة : FAO : Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs, 1986

³ Ibid

⁴ Ibid

⁵ ملخص من Texas Water Development Board. Agricultural Water Conservation Practices

⁶ بما أن للمحاصيل المختلفة أعماق جذور مختلفة، فمن المهم مراقبة سعة التربة على أعماق مختلفة لمحاصيل مختلفة.

⁷ المصدر: Burney, et al. (2009). Solar – powered drip irrigation enhances food security in the Sudano-Sahel

⁸ المصدر: Texas Water Development Board: Agricultural Water Conservation Practices

⁹ المصدر: AQUASTAT Survey 2008. Irrigation in the Middle East Region in Figures

الملحق أ دراسات حالات

- دراسة حالة 1:** تخفيض استهلاك المياه وإعادة استعمالها في مرفق لإنتاج مشتقات الألبان في المملكة العربية السعودية
- دراسة حالة 2:** إعادة تدوير داخلية وخارجية في مرفق لإنتاج الورق في المملكة العربية السعودية
- دراسة حالة 3:** توفير المياه والمال في معمل لصنع المواد الغذائية في مصر
- دراسة حالة 4:** معالجة المياه الرمادية وإعادة استعمالها في مبنى فندق في الأردن
- دراسة حالة 5:** عناية كفوءة بحديقة مبنى سكني في الأردن

دراسة حالة 1

تخفيض استهلاك المياه وإعادة استعمالها في مرفق لإنتاج مشتقات الألبان في المملكة العربية السعودية

بإنتاجها اليومي الذي يبلغ 400 ألف لتر، تعتبر هذه الشركة أكبر منتج للحليب المعالج على درجة حرارة مرتفعة للغاية في المملكة العربية السعودية. تشتري الشركة كل يوم 2020 متراً مكعباً من المياه وتصرف 1420 متراً مكعباً من المياه المبتذلة.

وعندما أدركت الأهمية الاستراتيجية للمياه، قررت الشركة التعاطي منهجياً مع الاستعمال الكفوء للمياه. وتم استقدام مهندس عمليات في إحدى الشركات، لديه خبرة دولية مكثفة في إنتاجية الموارد، إلى موقع المرفق في جدة.

وتم تقييم استعمال المياه بسرعة وحُدّد الاستهلاك بـ 4,26 لتر من المياه لكل لتر من الحليب. ومن خلال إشراك الموظفين، تم تحديد مجموعة من الأهداف "الذكية".



أحد عدادات المياه الجديدة التي تم تركيبها

في الخطوة التالية، ركبت الشركة عدادات مياه في الخطوط التي يشتبه أنها تستعمل كميات كبيرة من المياه.

وبنظرة سريعة، تبين أن نظام التبريد مصدر رئيسي لهدر المياه. وتم تحويل نظام المعدات القائم الذي يستهلك أكبر أحمال التبريد إلى نظام "إعادة دوران" من خلال تزويد الأنابيب والمضخات وبرج التبريد بالقطع الضرورية للاقتصاد باستهلاك المياه. والعمل جارٍ لتركيب نظم تبريد ذات إعادة دوران لقطع أخرى من المعدات.

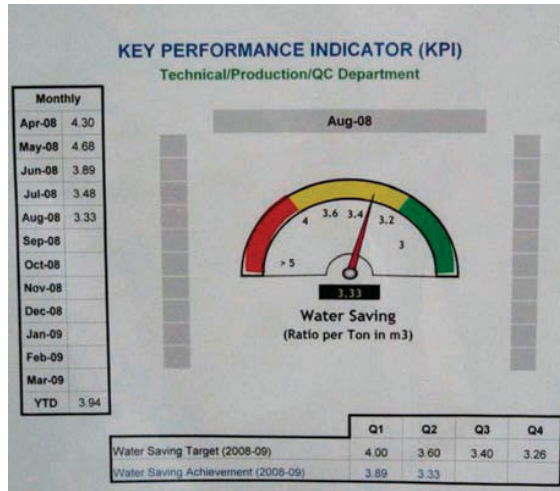
قدمت مبادرة وفير المواد اللازمة لدراسة الحالة، راجع: www.wafeer.net
ملاحظة: عملية التوفير في المياه هنا مقننة على المصنع، ولم تدخل فيها المياه المستخدمة لربح الأعلاف للاطعام الأبقار. وهذه المياه عادة من مصادر جوفية غير متجددة

الملحق أ - دراسات حالات

وخفضت الشركة أيضاً كمية المياه المستعملة لتنظيف الأماكن والمعدات من خلال تعليم موظفيها حول تكرار عمليات التنظيف المثلى وتركيب فوهات للخراطيم لتشغيلها أداة قدح.

كانت نتائج برنامج توفير المياه تُبلِّغ بوضوح إلى الموظفين من خلال استعمال مخطط أداء بسيط لكنه فعال.

تتلخص في الجدول 1.5 نتائج برنامج كفاءة المياه في الشركة



متابعة الأداء للتبليغ عن التقدم (مؤشر الأداء الرئيسي)



فوهات خراطيم تشغيل بجهاز قدح

الجدول 1.5: النتائج المختصرة لبرنامج كفاءة المياه في مرفق لإنتاج مشتقات الألبان

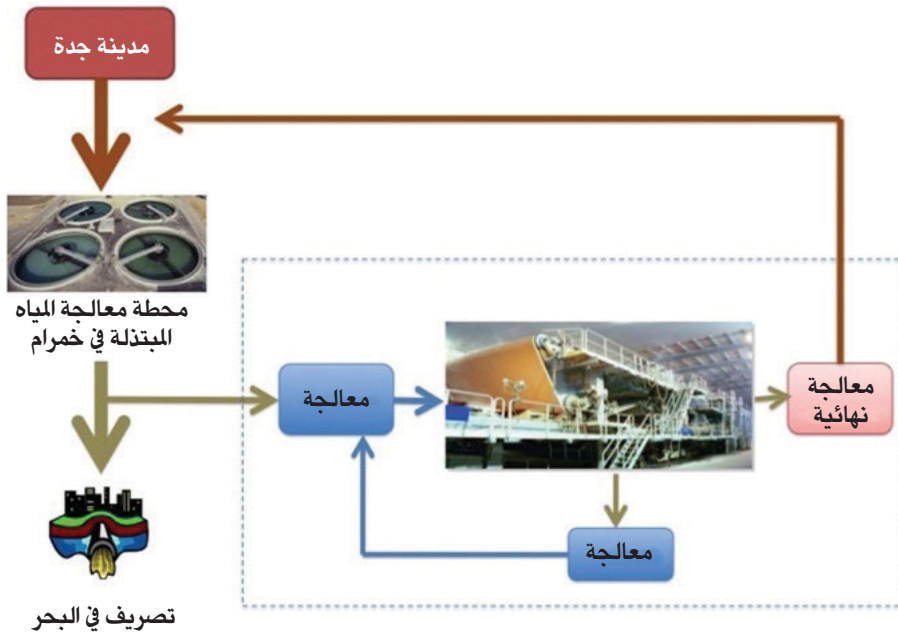
160 ألف متر مكعب في السنة	وفر المياه
153 ألف دولار في السنة	الوفر المالي
تقليل وإعادة استعمال	الطرق المستعملة
دعم الإدارة العليا، طريقة منهجية، مراقبة فعالة، إشراك الموظفين	عوامل النجاح الرئيسية

دراسة حالة 2

إعادة تدوير داخلية وخارجية في مرفق لإنتاج الورق في جدة بالمملكة العربية السعودية

إن تشغيل عملية مسرفة في استهلاك المياه مثل إنتاج الورق في المملكة العربية السعودية، وهو بلد يعاني شحاً في المياه، هو مهمة لا تخلو من تحديات. وقد أدركت إدارة شركة إنتاج الورق هذا التحدي إلى حد بعيد وقررت التصدي له بالتزام راسخ وابتكار مستمر. أولاً، أبرمت الشركة اتفاقاً مع محطة معالجة المياه المبتدلة البلدية المجاورة يسمح لها بإعادة استعمال المياه المبتدلة المنزلية المعالجة في عمليات الشركة. ويمكن ذلك من تحقيق مكاسب كبيرة تتعلق بإنتاجية المياه. لكن الابتكارات لم تتوقف عند هذا الحد.

عندما باشرت المحطة العمليات استعملت 20 متراً مكعباً من المياه لكل طن من المنتج. ومع اقتناع إدارة الشركة باحتمالات تخفيض هذه النسبة، أخذت تبحث جدياً عن خيارات. وبجهد من المدير العام، الذي تلقى تدريبات تخوله أن يكون مهندساً بيئياً، تفقدت الشركة منهجياً جميع الأماكن التي تعان من عدم كفاءة المياه في المحطة وقيمت بدقة جميع مجاري المياه المبتدلة للتمكن من إعادة تدويرها. وبناء على هذه التقييمات، تم تركيب وحدة معالجة مكونة من شبكات تصفية ومرشحات دوارة ووحدتي تعويم بالهواء المذاب ومرشحات تنافقية لمعالجة مجاري المياه المبتدلة. ويعاد الآن تلقيح المياه المبتدلة المعالجة في العملية لإعادة استعمالها.



آليات استعمال المياه في مصنع الورق

الملحق أ - دراسات حالات

بهذا الترتيب الجديد، تمكنت الشركة من تخفيض استهلاكها المحدد للمياه من 20 إلى 8 أمتار مكعبة لكل طن من المنتج. هذا النظام مكن أيضاً من استعادة الألياف وزاد كفاءة تحويل الألياف في المصنع من 80 إلى 90 في المئة. وبإدخال خطوات إضافية لإتاحة إعادة التدوير الداخلية للمياه، كانت الشركة قادرة على تخفيض استهلاكها للمياه بمقدار 420,000 متر مكعب في السنة. وتم استرداد الأموال المستثمرة خلال سنتين. توفر هذه المبادرة على الشركة نحو 400,000 دولار كل سنة. وتتلخص نتائج برنامج كفاءة المياه في الشركة في الجدول 2.5 .

الجدول 2.5: ملخص نتائج برنامج كفاءة المياه في مصنع لإنتاج الورق

وفر المياه	420,000 متر مكعب في السنة
الوفر المالي	400,000 دولار في السنة
الطرق المستعملة	إعادة تدوير داخلية وخارجية
عوامل النجاح الرئيسية	التزام قوي من الإدارة العليا، طريقة منهجية، مراقبة فعالة، قدرة تقنية عالية

دراسة حالة 3

توفير المياه والعمال في مصنع لإنتاج المواد الغذائية في مصر

الاستعمال المفرط للمياه في مصنع لإنتاج المواد الغذائية، وعلى الأخص البطاطا والخضار المجمدة، كان يجبر الشركة على تحمل تكاليف إضافية.

وفي مكان وجود المصنع، كان يوجد ضغط زائد على إمداد المياه وعلى شبكة المجاري في المنطقة. وفي مكان وجود المصنع، كان هناك ضغط زائد على الموارد المائية وعلى شبكة الصرف الصحي. وإضافة إلى ذلك، كان لارتفاع معدلات توليد مياه الصرف في المصنع تأثيرات سلبية على البيئة المحيطة. وعندما أدركت الشركة الأهمية الاستراتيجية لتخفيض استهلاك المياه، قررت اعتماد الاستعمال الكفوء للمياه في عملياتها.



بطاطا أنتجتها الشركة

أصلاً، كان معدل استهلاك المياه في الشركة نحو 5,1 متر مكعب لكل طن من المنتج في حين أن المعدل الاحصائي للصناعة يبلغ نحو 4 أمتار مكعبة لكل طن. وأعيد تحليل عمليات الإنتاج في المصنع لتحديد الفرص المتاحة لتخفيض استهلاك المياه، وحفز هذا التحليل الشركة على تنفيذ مشاريع لإصلاح أماكن تسرب المياه ولإعادة استعمال المياه.

وتم إصلاح أماكن تسرب المياه في منطقة أبراج التبريد، ما أدى إلى تخفيض استعمال المياه بنحو 26,000 متر مكعب في السنة وإلى وفر في الكلفة بلغ نحو 6000 دولار في السنة.

المواد اللازمة لدراسة الحالة هذه قدمها مركز تكنولوجيا الإنتاج الأنظف في مصر (www.enpc.org)، التابع لوزارة التجارة والصناعة وبالتعاون مع منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO).

الملحق أ - دراسات حالات

وتم تنفيذ مشاريع إعادة استعمال المياه في أنحاء المصنع بكلفة استثمارية بلغت نحو 10,500 دولار، ما أدى إلى وفر في المياه بلغ نحو 120,000 متر مكعب في السنة ووفر في الكلفة مقداره 27,000 دولار في السنة. وبلغت فترة استرداد المصروفات، بعد خصم تكاليف الكهرباء والصيانة، نحو 4,3 أشهر.

ونتيجة لتنفيذ مشاريع كفاءة المياه هذه، بلغ المعدل الجديد لاستهلاك المياه في الشركة نحو 3,04 متر مكعب لكل طن من المنتج، وهذا أدنى من معدل المعيار العالمي لهذه الصناعة. وتتلخص نتائج برنامج كفاءة المياه في الشركة في **الجدول 3.5**.

الجدول 3.5: ملخص نتائج برنامج كفاءة المياه في مصنع لإنتاج المواد الغذائية

وفر المياه	146,000 متر مكعب
الوفر المالي	33,000 دولار في السنة
الطرق المستعملة	إعادة استعمال، إصلاح أماكن التسرب
عوامل النجاح الرئيسية	دعم الإدارة العليا، مراقبة فعالة، تدريب عملي جيد

دراسة حالة 4

إعادة تدوير المياه الرمادية وإعادة استعمالها في بناية فندق على البحر الميت في الأردن

المياه سلعة نادرة في الأردن، وأثناء ذروة الموسم، يضطر فندق سبا على البحر الميت في الأردن الى استئجار موردي مياه من القطاع الخاص لملء خزان المياه في الفندق نحو عشر مرات كل يوم. وكانت الكلفة التي يتكبدها عمل الفندق والبيئة كبيرة. وتتوافر إمدادات المياه العامة بسعر منخفض كثيراً، لكن لا تلبى احتياجات فندق الأربعة نجوم هذا.



فندق سبا على
البحر الميت

قريبة 80 في المئة من المياه المبتذلة التي تولدها يومياً كل غرفة في مرفق ناجح مثل سبا على البحر الميت تأخذ شكل مياه رمادية. وتأتي هذه المياه من مرشات وأحواض الاستحمام وأحواض الغسيل في المطابخ، ويمكن معالجتها وإعادة استعمالها. وعندما جعل ازدياد أعداد السياح توسيع مجمع الفندق ضرورياً عام 2008، أصبح من الملح أكثر أن يجرب صاحب الفندق وسائل جديدة لإدارة المياه في المنتجع.

أصبح الفندق عملية تجريبية والشركة الأولى في العالم العربي التي تركيب محطة حديثة لتدوير المياه الرمادية تمكن من إعادة استعمال هذه المياه في مبنى واحد. وبدعم من مصالح المياه الأردنية ومساعدة تقنية من الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ) بالنيابة عن الوزارة الاتحادية الألمانية للتعاون الاقتصادي والتنمية (BMZ)، تم تركيب نظام لتجميع المياه الرمادية ومعالجتها في الفندق. وتم تأسيس شراكة بين القطاع العام والقطاع الخاص لضمان تلقي موظفي الفندق وشركات السمكرة الأردنية تدريباً على جمع أجزاء المحطة وتنفيذ أعمال الصيانة بشكل مستقل.

المواد اللازمة لدراسة الحالة هذه قدمها برنامج الوكالة الألمانية للتعاون الفني في الأردن. وتم دعم نظام المياه الرمادية من قبل شركة بونتوس، المتفرعة من شركة هانز فروهي. للحصول على المعلومات: Dieter.Rothenberger@gtz.de, Friederike.Sorg@gtz.de ولمزيد من المعلومات، راجع: www.developpp.de

الملحق أ - دراسات حالات

يتم حالياً تحويل المياه الرمادية الناتجة من فندق سبا على البحر الميت إلى مياه خدمة صناعية عالية الجودة تستوفي الشروط الصحية لقانون مياه الاستحمام للاتحاد الأوروبي. وتعالج المياه من دون إضافات كيميائية في عملية آلية - بيولوجية بالكامل وتستعمل لاحقاً لدفق المراحيض. ويظهر في الجدول 4.5. ملخص لبرنامج إعادة تدوير المياه الرمادية في الفندق.



نظام إعادة تدوير المياه الرمادية

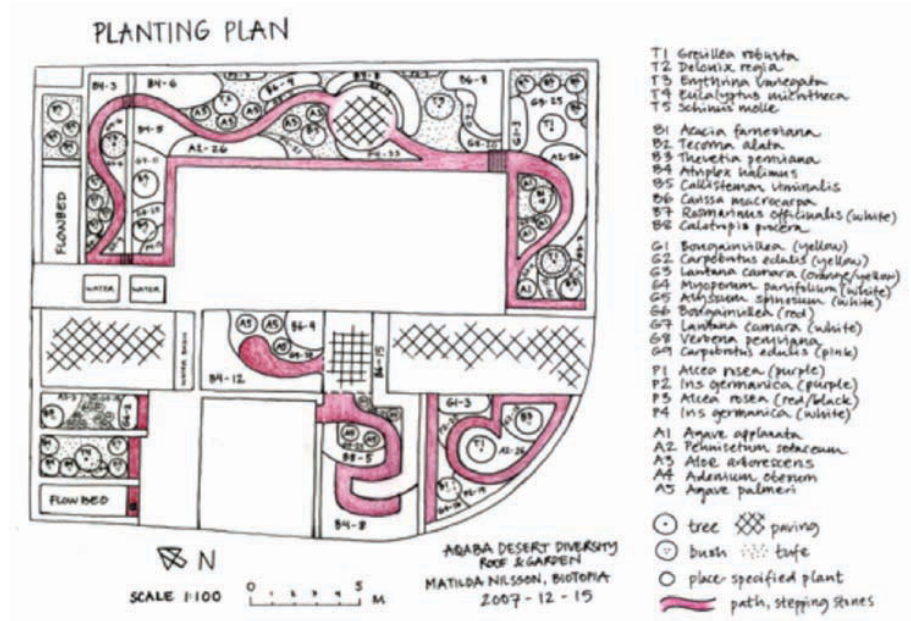
الجدول 4.5: ملخص نتائج إعادة تدوير المياه الرمادية في الفندق

وفر المياه	17 في المئة من إجمالي استهلاك المياه في الفندق
الوفر المالي	80,000 دولار
الطرق المستعملة	معالجة عالية الجودة للمياه الرمادية وإعادة استعمالها
عوامل النجاح الرئيسية	يمكن تقليل التكاليف الاستثمارية إذا أدمجت في تخطيط مبكر

دراسة حالة 5

عناية كفوءة بحديقة بناية سكنية في العقبة الأردن

"كفاءة الطاقة في بناية سكنية في العقبة" (AREE) هي نموذج لتصميم وإنشاء بناية حديثة بشكل مستدام في العقبة بالأردن، بما في ذلك كفاءة الطاقة والمياه والمواد. والهدف هو الحث على تبني أفضل الممارسات في الإنشاء السكني المستدام في المستقبل.



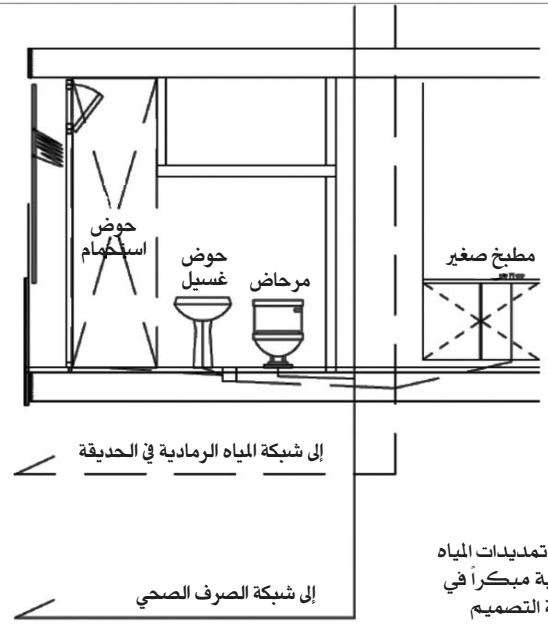
إن نظاماً لإعادة تدوير المياه الرمادية هو جزء لا يتجزأ من تصميم البناية، والهدف منه التثبيت من أن إعادة تدوير المياه الرمادية المنخفضة الكلفة تحقق وفراً في المياه في بناية سكنية. وتستهلك المياه الرمادية المعاد تدويرها لري الحديقة. ويصنع نظام المياه الرمادية المنخفض الكلفة من مرشح (فيلتر) آلي، ومستنقع قصب خيزران (بامبو) ذي جريان أفقي تم إنشاؤه (5 أمتار مكعبة)، ومرشح فحم حجري لإزالة الرائحة. وتُجمع المياه الرمادية من خلال خطوط أنابيب منفصلة ممتدة من أحواض الغسيل في المطبخ وأحواض الاستحمام ويتم توجيهها ثقلياً إلى حوض جريان أفقي. ثم يتم تجميع المياه وتخزينها في صهريج تحت سطح الأرض لاستعمالها خلال 48 ساعة. ثم يتم ضخ المياه عبر شبكة ري بالتنقيط لري الحديقة.

عندما تُشغل البناية بالكامل، يجمع النظام ما معدله نحو 300 متر مكعب من المياه الرمادية المرشحة (المفلتر) في السنة، وهذه تزيد على حاجة حديقة مساحتها 250 متراً مربعاً.

المواد اللازمة لدراسة لهذه قدمتها المهندسة المعمارية فلورنتين فيسر ومصممة الحدائق والمساحات الخضراء متيلدا نيلسون.

الملحق أ - دراسات حالات

تم تصميم الحديقة أيضاً لتكون كفوة بالمياه. ويحتم المناخ الصحراوي في العتبة استعمال نباتات تحتمل الحرارة والجفاف ويمكنها الاكتفاء بقليل من المياه لتعيش وتنمو. والنباتات التي تم اختيارها للحديقة تدوم طويلاً وتحتمل مستويات عالية من تركيزات أيونات الهيدروجين وبعض المخلفات الكيميائية. وكثير من النباتات محلي أو من مناطق جافة مماثلة ومعظمها دائم الاضرار، ما يمكن من الاستفادة منها طوال السنة. كما أن النباتات تؤدي دوراً في تعزيز كفاءة الطاقة في المبنى من خلال توفير الظل والعزل. وتوفر حديقة السطح درجة حرارة منخفضة وأقل تقلباً في الداخل وذلك يتوقف على درجة الحرارة في الخارج. وسوف توفر الحديقة المحيطة مزيداً من الظل لجدران المبنى في المستقبل عندما يكبر حجم الأشجار **الجدول 5.5** يلخص نتائج المشروع.



المستنقع (حوض الترشيح) بعد 6 أشهر من العمل. بدأ العشب وقصب الخيزران بالنمو



برميل الترسيب (من الخلف) ومستنقع الجريان الأفقي الذي تم إنشاؤه (مرشح رملي) (من الأمام)



المستنقع (حوض الترشيح) حيث قصب الخيزران مكتمل النمو

الجدول 5.5: ملخص نتائج برنامج كفاءة المياه في نموذج البناء (AREE)

300 متر مكعب في السنة	وفر المياه
1500 دولار (باستثناء صهريج تخزين المياه)	الوفر المالي
استعمال مياه بديلة لري الحديقة	الطرق المستعملة
إدخال النظام في مرحلة التصميم المبكرة من خلال أنابيب مزدوجة في نظام تمديدات البناية السكنية، والتنبه لاحتياجات النباتات المتنوعة إلى المياه في الحديقة	عوامل النجاح الرئيسية

المالحق ب مصادر اضافية

لمزيد من المعلومات حول كفاءة استخدام المياه في المباني، مراجعة:

- **The New Mexico Office** of the State Engineer offers a comprehensive water efficiency guide for commercial, institutional, and industrial users. The guide can be downloaded from: <http://www.ose.state.nm.us/water-info/conservation/pdf-manuals/cii-users-guide.pdf>
- **Sydney Water** from Australia provides a wealth of information for best practices of water efficiency in institutional and commercial buildings. The documentation includes specific guidance on cooling systems and has a diverse set of case studies. The material can be obtained from: <http://www.sydneywater.com.au/Water4Life/InYourBusiness/Publications.cfm>
- **Waterwise** from the United Kingdom (UK) offers a wide range of tips and guidance for improving water use efficiency in residential buildings. The material can be reached from <http://www.waterwise.org.uk/>
- **The Rocky Mountain Institute** has prepared a simple but comprehensive handbook for water use efficiency at homes. The handbook can be downloaded from: <http://www.rainharvest.com/more/Rocky%20Mtn%20Water%20Efficiency%20in%20Homes.pdf>
- **The US Geological Survey (USGS)** website provides simple tools to calculate how much water you might be wasting due to dripping taps and faucets. Available at: <http://ga.water.usgs.gov/edu/sc4.html>

لمزيد من المعلومات حول كفاءة استخدام المياه في المنشآت الصناعية، مراجعة:

- **Envirowise** provides various methodological support materials and a number of sector specific water saving measures. Available at: <http://envirowise.wrap.org.uk/uk/Topics-and-Issues/Water.html>

- **The World Bank** publishes the Pollution Prevention and Abatement Handbook, which Provides a wealth of sector-specific guidance for water productivity. Available at: http://smap.ew.eea.europa.eu/test1/fo1083237/poll_abatement_hanbook.pdf
- **European Commission – Institute for Prospective Technological Studies** produces sector- specific Reference Documents for Best Available Techniques. Available at: <http://eippcb.jrc.es/reference/>
- **North Carolina Department of Environment and Natural Resources** produces a Water Efficiency Manual for Commercial, Institutional, and Industrial Facilities. Available at: <http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf>
- **Wafeer Initiative - Saudi Arabia** offers case studies and training materials on starting water efficiency programs in industrial facilities. Available at: <http://www.wafeer.net>

لمزيد من المعلومات حول كفاءة استخدام المياه في الزراعة والحدائق، مراجعة:

- **Food and Agricultural Organisation (FAO) of the United Nations** provides a wealth of information on water efficient irrigation practices, irrigation scheduling, irrigation techniques, water pricing, and transfer of water management responsibilities. The material is freely available for downloading at: <http://www.fao.org/publications/en/>
- **AQUASTAT (Crop Water Requirements) at FAO** provides useful information and methodologies for calculating water requirements for different crops in different countries. Available at: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index4.stm
- **The Center for the Study of the Built Environment (CSBE)** provides a comprehensive guide for water efficient gardens and landscapes as well as a list of drought-resistant plants. Available at: <http://www.csbe.org>

المراجع الملحق ج

AFED (2010). Arab Environment: Water - Sustainable Management of a Scarce Resource. Arab Forum for Environment and Development (AFED), Beirut.

AFED (2009). Arab Environment: Impact of Climate Change on Arab Countries. Arab Forum for Environment and Development (AFED), Beirut.

AFED (2008). Arab Environment: Future Challenges. Arab Forum for the Environment and Development (AFED), Beirut.

AQUASTAT (2008). Irrigation in the Middle East Region in Figures. Food and Agricultural Organization (FAO), Rome.

Burney, J., Woltering, L., Burke, M., Naylor, R., and Pasternak, D. "Solar-powered drip irrigation enhances food security in the Sudano-Sahel." Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 107, 5, 2010: 1848-1853.

Environment Canada (2009). Water Conservation – Every Drop Counts. Available at: <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=en&n=E85F9FC8-1>

Envirowise (2005). Tracking water use to reduce costs. Envirowise. Available at: <http://envirowise.wrap.org.uk/uk/Our-Services/Publications/GG152R--Tracking-Water-Use-to-Cut-Costs.html>

FAO (1986). Irrigation water management: irrigation water needs. Food and Agricultural Organization (FAO), Rome.

Kijne, J., Barron, J., Hoff, H., Rockstöm, J., Karlberg, L., Gowing, J., Wani, S.P., and Wichelns, D. (2009). Opportunities to increase water productivity in agriculture with special reference to Africa and South Asia. Stockholm Environmental Institute, Stockholm.

Schultz Communications (1999). A Water Conservation Guide for Commercial, Institutional and Industrial Users. New Mexico Office of the

State Engineer, Albuquerque, New Mexico. Available at: <http://www.ose.state.nm.us/water-info/conservation/pdf-manuals/cii-users-guide.pdf>

Texas Water Development Board (2008). Agricultural Water Conservation Practices. Texas Water Development Board, Austin, TX. Available at: <http://www.twdb.state.tx.us/assistance/conservation/conservationpublications/agbrochure.pdf>

UNEP-FI (2007). Challenges of water scarcity: a business case for financial institutions. United Nations Development Program-Finance Initiative (UNEP-FI), Geneva.

UNEP (2008). Vital Water Graphics - An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters. 2nd Edition. United Nations Development Program (UNEP), Nairobi, Kenya. Available at: <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/index.html>

USEPA (2004). Guidelines for Water Reuse. United States Environmental Protection Agency (USEPA), Washington, DC.

Vickers, A. (2002). Water use and conservation. Waterplow Press, Amherst, MA.

World Bank (2007). Making the Most of Scarcity: Accountability for Better Water Management Results in the Middle East and North Africa. The World Bank, Washington, DC.

المؤلفان

د. مورات ميراتا

خبير استشاري دولي، حصل على ماجستير في الهندسة البيئية من جامعة الشرق الأوسط التقنية في تركيا وحصل على الدكتوراه في مجال الإدارة والسياسات البيئية من جامعة لوند في السويد. عمل منذ عام 1996 مع العديد من برامج كفاءة استخدام المياه على المستويين الإقليمي والصناعي في أنحاء مختلفة من العالم. ساعد في منطقة الشرق الأوسط في صياغة النهج الاستراتيجي للإدارة المستدامة لموارد المياه والبنية التحتية في العقبة، الأردن. وهو أيضاً واحد من المساهمين الرئيسيين لأول برنامج لكفاءة استخدام المياه الصناعية في المملكة العربية السعودية (وفير). إضافة إلى كونه مستشاراً دولياً، هو أستاذ في جامعة لوند حيث يقدم برامج تدريبية بشأن التكنولوجيات الأنظف وكفاءة استخدام الموارد الصناعية للطلاب والمهنيين.



د. طارق المطيرة

المدير التنفيذي للمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE) في مصر وباحث أساسي في المعهد الدولي للاقتصاد البيئي الصناعي (IIIEE) في جامعة لوند السويد، حيث يقوم بالبحوث التطبيقية والتدريب في مجال كفاءة استخدام الموارد والإنتاج الأنظف وإدارة البيئة الصناعية. الدكتور المطيرة هو مطور ومنسق برنامج وفير، المبادرة الرائدة بين القطاعين العام والخاص من أجل الإدارة الفعالة للمياه في المنطقة الصناعية في جدة، المملكة العربية السعودية. لعب دوراً ريادياً في تطوير وتنفيذ وبناء أول منزل نموذجي فعال في كفاءة المياه والطاقة في العقبة، الأردن. وهو الباحث والمؤلف الرئيسي لتقرير الأمم المتحدة للبيئة حول مخاطر ندرة المياه وتمويل المشاريع في الاقتصادات الناشئة. بين عامي 2008 و2009، قدم الدكتور المطيرة تدريبات تنفيذية لشركات في البلدان الأعضاء في مجلس التعاون الخليجي حول المسؤولية البيئية والاجتماعية بما في ذلك الكفاءة في استخدام الموارد.



مراجعة:

بشار زيتون، مستشار، المنتدى العربي للبيئة والتنمية
بوغوص غوكاسيان، مدير الأبحاث والتدريب، مجلة البيئة والتنمية

المنتدى العربي للبيئة والتنمية
ARAB FORUM FOR
ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT



P.O. Box 113-5474,
Beirut, Lebanon
Tel: (+961) 1 321800
Fax: (+961) 1 321900
info@afedonline.org
www.afedonline.org

ISBN 978-995343751-4



9 789953 437514

تم إنتاج هذه الطبعة بالاشتراك مع



أكوا باور عضو إقليمي في "أفد" عن قطاع الأعمال