فهرست

تـــــنقية ميـــــاه الشـــــــــرب

١-مشاكل مياه الجوفية

٢-الحقن الصناعى

٣-ادارة المياه و توزيعها

٤-الصحة العامة الوقائية

٥-الستخدام المترابط

٦-جنى مياه الامطار

٧-الخلاصة

تنقيـــــة ميـــــاه الشـــــرب

اعـــــداد

المهنـــدس / ئارام جمال صالح

٢٠١٢ - ٢٠١٣

تنقية مياه الشرب

إن مياه الشرب سلعة ثمينة. ومعظم مياه الكرة الأرضية مياه بحرية. ونحو ٢.٥ في المائة مياه عذبه– وثلثاها مجمد في قمم جليدية وأنهار جليدية.
وخزانات المياه الجوفية مصدر هام لإمدادات المياه بالنسبة لكثير من الناس. فالبشر يستخدمون الآبار لسحب المياه الجوفية المتجددة وغير المتجددة والتي تروى عطشهم ومحاصيلهم.
ولا تحتوي الأنهار والبحيرات سوى على نسبة مئوية ضئيلة من مياه الكرة الأرضية- لكن هذه المياه السطحية بالغة الأهمية. فمثلها مثل المياه الجوفية، فإنها دائمة التجدد عندما تنزل المياه من الجو إلى الأرض وتتبخر إلى الجو مرة أخرى عن طريق دورة المياه.
غير أن مصادر المياه السطحية عرضة لأنماط متقلبة من سقوط الأمطار والبرد تجعلها إلى حد كبير مصادراً لا يعول عليها.
إن حماية وإدارة مصادر المياه العذبة، فوق الأرض وفي جوفها، مهمة ضرورية.
فليس بوسع الناس أن يخلقوا مياه جديدة. ولكنهم يستطيعون، عن طريق إدارة المصادر وأنظمة التوزيع، زيادة المياه المتاحة إلى أقصى حد والاستفادة لأقصى درجة من كل قطرة منها.
لا يوجد نقص في مياه الكرة الأرضية. فمعظم كوكبنا مغطى بالمياه، ولكن قدرا ضئيلا فقط من هذه المياه متوفر لشرب الإنسان.
إن "كوكبنا الأزرق" تهيمن عليه محيطات تمتد عبر نحو ثلثي سطحه.
وهذه الكتل الهائلة من المياه المالحة تضم تقريبا كل المياه على الأرض.
ويوجد أقل من ثلاثة في المائة من مياه الكوكب كمياه عذبه-وليست كلها متاحة للاستخدام البشري. والواقع، أن أكثر من ثلثي المياه العذبة في الكوكب ليست حتى سائلة- بل مجمدة في أنهار جليدية بأماكن مثل الأسطح الجليدية الممتدة للقطب الجنوبي وجرينلند. و ليست هذه الموارد في معظمها في متناول الاستخدام البشري، رغم ان المياه المذابة من الأنهار الجليدية مورد هام في بعض المناطق.
وتكاد تكون المياه الجوفية هي كل ما تبقى من موارد المياه العذبة للكرة الأرضية. وتطفو هذه المياه الجوفية إلى السطح لتغذية الجداول وغمر المستنقعات. وتوفر المياه الجوفية خزاناً بالغ الأهمية يمكن السحب منه

للاستخدامات الزراعية، والصناعية، والبيئية فضلا عن الإمداد بمياه الشرب. واليوم، توفر المياه الجوفية ٢٥ إلى ٤٠ في المائة من كل مياه الشرب في الكرة الأرضية. وقد تكونت بعض موارد المياه الجوفية للكوكب خلال حقبات مناخية وتعتبر مصادر مياه غير متجددة.

ويوجد قدر ضئيل للغاية من مياه الكرة الأرضية على شكل مياه عذبة سطحية– رغم أن معظم الناس يحصلون على احتياجاتهم اليومية من مياه الشرب من الأنهار أو البحيرات. إن الأنهار والجداول، رغم أهميتها لإمدادات المياه، إلا أنها تحتوى على جزء صغير من المياه العذبة هذه– وهو جزء يسير من الكمية التي توجد في البحيرات والخزانات الجوفية. وفي أي وقت لا يوجد سوى ٠.٠٠١ في المائة من مياه الأرض على شكل بخار جوي- وهو رقم صغير مثير للدهشة بالنظر إلى دوره الحاسم في الطقس. ومع ذلك، فإن هذه الدورات المائية التي تحدث مرات عديدة في السنة بين سطح الأرض والغلاف الجوي، هي عملية نشهدها كمطر أو ثلوج.

إن معظم مياه الكرة الأرضية – نحو ٩٧ في المائة- هي مياه مالحة غير صالحة للشرب. ومع أن معظم سكان العالم يعيشون بالقرب من هذه المياه المالحة الساحلية، فإن هذا المورد الشاسع لم يصبح متاحا على نطاق واسع للاستخدام البشري سوى في السنوات الـ ٤٠ أو الـ ٥٠ الماضية.

وكثيرا ما تكون المياه الجوفية أيضا ضاربة إلى الملوحة أو مالحة. وربما تحتوي مستودعات المياه الجوفية الساحلية على مياه بحر من أزمنة قديمة عزلتها عنه تسريبات جيولوجية. كما أنها عرضة لتسرب المياه المالحة إليها نتيجة الإفراط في ضخ المياه العذبة، الذي يسحب معه مياه مالحة من قيعان المحيطات. كما قد تحتوى مستودعات المياه الجوفية بالمناطق القاحلة على مياه مالحة. في هذه الحالة، كثيرا ما تتركز الأملاح نتيجة التبخر من الأحواض أو المنخفضات المغلقة.

ويمكن لتكنولوجيات ألتحليه الحديثة أن تزيل الملح من مياه البحر أو المياه الضاربة إلى الملوحة، وتوفر من ثم مصدرا جديدا للمياه العذبة.

وتستخدم العديد من العمليات لإزالة الملح من المياه. ومن بين مختلف الأنواع، يعد التقطير واحدا من أكثر الوسائل الشائعة. فالمياه المغلية تصبح بخار ماء عذب مخلفة وراءها الملح كراسب. ويمكن تبريد البخار، وتكثيفه، وجمعه في عملية تنتج مياه عذبة ذات جودة أعلى.

وتستخدم بعض محطات ألتحليه أغشيه لفصل الملح عن الماء. وتتم هذه المهمة بعمليات تشمل الارتشاح العكسي والانتشار الكهربي.

كما تفيد الأساليب المستخدمة في تحلية المياه في إزالة الشوائب الشائعة في المياه الملوثة المصدر.
وتختلف تكاليف التحلية باختلاف جودة المياه الداخلة والخارجة، والطرق المستخدمة والطاقة- ولكنها تميل إلى أن تكون كبيرة. و تستغرق هذه العملية قدرا كبيرا من الطاقة.
والتحلية شائعة على نحو خاص في دول فقيرة في المياه بالشرق الأوسط ولكنها غنية نسبيا مثل الكويت، والمملكة العربية السعودية وفي تونس.
في تونس، تنتج أربع محطات تحلية نحو أربعة في المائة من إجمالي الموارد المائية للبلاد. وتستخدم هذه المحطات الارتشاح العكسي، وهي عملية تمرر المياه بمقتضاها عبر غشاء بثقوب متناهية الصغر تمنع معظم الملح المذاب فضلا عن معظم الملوثات من المركبات العضوية والميكروبيولوجية، من المرور.
وتشتهر تونس أيضا بأبحاثها المكثفة التي تستهدف مزاوجة مصادر الطاقة البديلة بتكنولوجيا التحلية من أجل إنتاج أنظمة أكثر اقتصادية وأكثر ملائمة للبيئة. وقد تم استطلاع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فيما توفر كل منهما لتونس مصدرا محتملا واسعا للطاقة المتجددة.
ويمكن أن يكون للتحلية أضرار بيئية. فالعملية تنتج محلولا ملحيا أو مخلفات، يتعين التخلص منها على نحو سليم. ويمكن لهذه المخلفات أن تلحق الضرر بالأنظمة الإيكولوجية إذا لم تتم إدارتها على نحو جيد.

قد تبدو إمدادات المياه مستقرة في أماكن تتدفق فيها المياه كلما فتح أحد الصنبور. غير أن إمدادات المياه، في واقع الأمر، تتباين كثيرا بسبب التغيرات الموسمية، وأنماط الطقس، بل والتحولات الطويلة الأجل في الظروف المناخية. وتستشعر هذه الاختلافات بأقصى درجة من الحدة في الدول النامية التي لا تملك البنية التحتية لإمدادات المياه اللازمة لمجابهة هذه التقلبات.
ودورة المياه مرتبطة ارتباطا وثيقا بمناخ الكرة الأرضية، وعرضة لنفس أنواع التقلبات التي نلحظها في الطقس. فالترسبات(المطر، والثلج، ورقائق الجليد، والبرد، والصقيع بل وحتى الندى) يشكل معظم مياه الشرب في العالم. ويتراوح إجمالي معدل الهطول بين أقل من ١٠٠ مم/ سنة في المناطق الجافة وأكثر من ٣٤٠٠ مم/سنة في المناطق الرطبة- وهو فارق هائل.

ولسوء الحظ، فإن المعدلات السنوية مؤشرات لا يعول عليها في التكهن بمعدل الهطول في سنة ما. ويمكن للإجمالي الفعلي أن يكون عرضة لتحولات موسمية أو سنوية وكذلك إلى فترات مطولة من القحط (الجفاف) تحد بدرجة خطيرة من توفر المياه لسنوات عديدة.
ومثلها مثل الترسبات، فان المياه العذبة المجمدة في أنهار جليدية دائمة أو في الثلج تعد موردا بالغ الأهمية للمياه في العديد من المناطق. ورغم وجود هذه المياه الصلبة دوما، فإن كمية المياه الجارية منها التي تستخدم في الري والشرب متقلبة إلى حد كبير. فالتحولات الموسمية ودرجات الحرارة تنظم المياه التي تتاح من مثل هذه المصادر.
وسيكون للتغيير المناخي على المدى الطويل آثار تراكمية تتغير بمرور الوقت. فبالنظر، مثلا، إلى أن حجم الأنهار الجليدية هو الذي يملي معدل المياه الجارية وبالنظر إلى أن بعضا من الأنهار الجليدية في العالم أخذت في الانكماش خلال عدة عشرات من السنين الماضية، حدثت زيادات في معدلات المياه الجارية على المدى القصير (ومن ثم في توفر المياه) من تلك الموارد المائية القيمة. ومع ذلك، فإن اختفاء الأنهار الجليدية على المدى الطويل يمثل خسارة لمخزون المياه لعديد من السنين مما قد يهدد إمدادات المياه الخاصة بأولئك السكان الذين يعتمدون على المياه المذابة.
وكثيرا ما يكون التدفق النهري، سواء تمت تغذيته بالجليد الدائم أو ببساطة بهطول المطر، بالغ التقلب- بل إن عاصفة واحدة يمكن أن تضخم الأنهار فتفيض على ضفافها ويزيد تدفقها عدة أضعاف. وعادة ما تشهد بعض المواسم تدفقا أكبر بسبب زيادة سقوط المطر، أو انخفاض التبخر بالنتج، أو ذوبان الثلوج، ومن السهل نسبيا التكهن بمثل هذه التقلبات- على الأقل بالمعنى الوصفي.
غير أن تدفقات الأنهار تصادف أيضا تقلبات على المدى الطويل، فيما قد تستغرق فترات الرطوبة أو الجفاف العديد من الشهور، أو السنين، أو عشرات السنين. ومن الصعوبة البالغة بمكان التكهن بهذه التقلبات الطويلة الأجل. و عدم اليقين يترك الكثير من الناس عرضة لخطر حدوث نقص في إمدادات المياه.

١)مشاكل المياه الجوفية=
الزرنيخ شائع في المياه الجوفية حول العالم ولكنه خطير على نحو خاص في بعض المناطق. ففي أجزاء من الأمريكتين، والهند، وبنغلادش، والصين، وتايلاند، كانت المستويات الطبيعية للزرنيخ في المياه الجوفية

عالية بدرجة تكفي لتسميم من يشربها. وعادة ما يسبب وجود الزرنيخ في الماء تسمما تدريجيا (على مدى خمس إلى ٢٠ سنة) ينجم عنه سرطان في الجلد، والمثانة، والكلى علاوة على علل أخرى.
وكثيرا ما يتعذر تمييز المستويات العالية من الزرنيخ إلى أن تتعلق بمشاكل صحية وظهور بعض الأعراض. وفي بعض أجزاء من العالم أدت الاستخدامات الصناعية إلى زيادة مستويات الزرنيخ في الماء.
ويمكن التحكم في مستويات الزرنيخ بمعالجة المياه إما عند محطة الإمداد أو داخل المنزل. غير أن العراقيل الاجتماعية- الاقتصادية، والافتقار إلى الرقابة أو حتى المعرفة بوجود الزرنيخ، كثيرا ما تحبط هذه المحاولات يضيف العديد من شركات المياه العامة الفلورايد إلى الماء بكميات ضئيلة لحماية الأسنان من التسوس وتقوية العظام. ومع ذلك، يمكن أن يكون الفلورايد، إذا أضيف بكميات عالية (أكثر من عدة أجزاء من المليون) ضارا بصحة الإنسان. الفلورايد يمكن أن يسبب ندوب الأسنان ومشاكل حادة في الهيكل العظمي مثل التسمم ألكساحي بالفلور، والأنيميا الحادة، وتصلب المفاصل، وتقييد الحركة.
وعملية التخلص من الفلورايد صعبة وباهظة التكاليف، ولذلك فإن أفضل خيار للتعامل مع المستويات الزائدة منه هو معرفة متى توجد والتحول إلى استخدام مصادر بديلة للمياه، إن وجدت.

٢)الحقن الصناعي=
يمكن تحويل الفائض من المياه السطحية إلى باطن الأرض لملء المستودعات الجوفية في عملية تسمى الحقن الصناعي. ويزيد الحقن الصناعي مخزون المياه الجوفية، الذي عادة ما يكون له تأثيرات بيئة أقل من تأثير خزانات المياه السطحية وقد يسفر عن مياه أفضل نوعية.
وثمة عدة وسائل يمكن أن تمارس بها المجتمعات الحقن الصناعي. أقلها كلفة الانتشار السطحي، مع أنه يتسم بكفاءة عالية. وكما يوحى الاسم، تنطوي الفكرة على "نشر" المياه عبر أسطح شاسعة كالبرك، أو القنوات، أو أحواض التجميع الفردية. ويمكن، في هذه المناطق، أن تنفذ المياه طبيعيا عبر التربة إلى داخل إمدادات المياه الجوفية.
وتستخدم هذه الطريقة البسيطة والفعالة فقط مع المستودعات الجوفية الضحلة التي تتذبذب مع ارتفاع وهبوط منسوب المياه(المستودعات الجوفية غير المحصورة) وليس مع تلك المستودعات الأعمق المتحوصلة داخل ظواهر جيولوجية مثل طبقات كثيفة من الطمي.

ويجب تجميع المياه السطحية وتوجيهها نحو مناطق الانتشار/ التسرب عبر قنوات، وأنابيب، وحواجز، وسدود، وغيرها من وسائل التحويل. وتلعب الطبيعة دورا رئيسيا في الانتشار السطحي. وهناك أساليب أقوى للحقن الصناعي باستخدام وسائل حقن، مثل آبار الحقن، لتوصيل المياه بسرعة ومباشرة إلى باطن الأرض.
وتبنى آبار الحقن تقريبا مثل الآبار التقليدية المصممة لسحب المياه من مخزونها في باطن الأرض. ويمكن أن تصل إلى عمق الأرض وتحول المياه أيضا إلى المستودعات الجوفية المتحوصلة.
ومتى دفعت آبار الحقن بالمياه في باطن الأرض، فإنها لن تصبح عرضة للفاقد من التبخر الشائع في أنظمة الانتشار السطحي. ومع ذلك، فإن الآبار عرضة للانسداد، وحتى إذا تمت هذه العملية بسلاسة، فإنها تمثل وسيلة لتخزين المياه واستعادتها أكثر كلفة وطاقة من أنظمة الانتشار السطحي.

٣)إدارة المياه وتوزيعها=
ليس بوسع البشر أن يتحكموا في كمية المياه العذبة التي تنتجها دورة المياه الطبيعية. ومع ذلك، فإن باستطاعتهم أن يزيدوا بدرجة كبيرة كمية المياه المتاحة لشرب الناس. فمشكلة نقص مياه الشرب لا يسببها عدم وجود موارد مائية حول العالم وإنما هي ناجمة عن مشاكل في إدارة المياه وتوزيعها. وكثيرا ما تكون هذه المشاكل متشابكة في قضايا سياسية، واجتماعية، واقتصادية- ولكن لها حلول فعلا.
فإدارة المجاري المائية واحدة من الوسائل الرئيسية التي يمكن بها للمجتمعات أن تحسن نوعية، وكمية، وكفاءة مواردها المائية. ودائما ما يكون التحكم في عوامل التعرية وصرف المياه عاملا محوريا للإدارة الجيدة لمناطق هطول المطر. ويمكن أن يتم ذلك بطائفة من الوسائل.
فزراعة التلال وزراعة المصاطب تمارس في الكثير من المناطق الريفية من العالم منذ آلاف السنين. وفي المناطق الحضرية، يمكن أن يوفر تجميع صرف المياه السطحية مياه للاستخدام الفوري وأيضا لتحسين نوعية الماء بالسماح بترسب الثفالة والملوثات العالقة قبل الاستخدام أو إطلاقها مع التيار. كما يمكن أيضا السماح لمثل هذه المياه المجمعة بالتسرب إلى الأرض وزيادة موارد المياه الجوفية.
وحديثا، بدأ البشر يتعلمون كيفية تسخير الأنظمة الطبيعية، وإعادة إنتاجها، بل ومزجها بتكنولوجيات أخرى من أجل إنتاج مياه أفضل نوعية. وقد استخدمت الأنظمة الطبيعية مثل الضفاف المخضرة "المناطق العازلة"

والمستنقعات المستصلحة لحماية نوعية المياه وخفض الترسبات والتقليل من تقلبات التيار في الجداول.
وتعمل البحيرات والخزانات كمنشآت تخزين مياه شاسعة على المدى الطويل. ويمكن أن يساعد تجميع المياه في هذه المستودعات المائية في التخفيف من التقلب الموسمي بل وحتى السنوي للترسبات لمعدلات المطر وصرف المياه. غير أن لهذه الخزانات سلبياتها. فالمياه المكشوفة عرضة للتبخر، والخزانات عرضة للترسيب لتراكم الرواسب فيها و الذي يقلل من السعة التخزينية للمياه. وهناك ثمن اجتماعي لوجود الخزانات إذا اضطر إلي إجلاء الناس لأن مساكنهم تقع فوق أرض سوف تغمرها المياه. وقد تسفر الخزانات أيضا عن تغيرات في نوعية المياه، وتثير مشاكل أمام حركة مرور الأسماك وتنميتها، وتغيير شكل حركة التيار.
وكثير من المجتمعات تقوم بإدارة كل من مستودعات المياه الجوفية والمياه السطحية كمورد واحد متصل يبعضه البعض – وهي كذلك حقيقة ايضاً. وتسمى هذه الممارسة بالاستخدام المترابط، ويمكن أن يسمح باستهلاك لموارد المياه بدرجة عالية من الكفاءة. وتتمثل الإستراتيجية العادية في استخدام مزيد من المياه السطحية عندما تكون غزيرة (المواسم الرطبة والسنوات الرطبة) واستخدام مزيد من المياه الجوفية في أوقات النقص. ومع ذلك، فإن الاستخدام المترابط يمكن أن يكون أكثر تعقيدا. ففي بعض الحالات تعود المياه السطحية الفائضة أو مياه المجاري المعالجة إلى جوف الأرض لتملأ المستودعات الجوفية لتستخدم مستقبلا، إما بالتسرب الطبيعي أو من خلال آبار الحقن، فيما تسمى بعملية الحقن الصناعي.
مستجمعات المطر الصرف إلى المجاري المائية هي المناطق التي تتدفق منها المياه في طريقها إلى جسم مائي مشترك مثل الجدول، أو النهر، أو البحيرة، او مجمع مياه جوفية . وتوجد هذه الأنظمة الطبيعية بأحجام عديدة مختلفة، من البرك الصغيرة الى حوض النهر النيل الذي يمتد طوله قرابة ٧٠٠٠ كيلومتر.
وتبدأ إدارة أحواض الصرف إلى المجاري المائية بتحديد كيفية تحرك المياه داخلها وتقدير المدى الكامل للعوامل الطبيعية والبشرية التي تؤثر على هذه الحركة وكميات المياه التي يمكن أن توفرها أحواض الصرف إلى المجاري المائية.
وكثيرا ما "يدير" البشر تلك الأحواض بطريقة عرضية. وتزيد الطرق، وأماكن وقوف السيارات وغيرها من الأماكن الممهدة كمية صرف المياه

وذروة التدفق وتقلل مدة الصرف. ويمكن أن تزيد إزالة النباتات والأشجار التعرية وتزيد من ثم كميات صرف المياه.
ويركز كثير من برامج إدارة مصادر المجاري المائية على حماية كمية ونوعية مياه المصدر. ويساعد الحفاظ على التربة العلوية والنباتات في منع التعرية وغير ذلك من عوامل فقدان المياه ويوفر تنقية طبيعية للمياه.
الزراعة على المدرجات ، الشائعة في جنوب شرق آسيا، هي نموذج للكيفية التي استخدمت بها إدارة مصادر المجاري المائية لقرون عديدة لخفض فاقد المياه ووقف التعرية.
وتستخدم وسائل جني المياه أحواض ترسيب الملوثات ، و إنشاء سدود، وغير ذلك من وسائل التحويل الهندسي لتجميع مياه الأمطار و المنابع وتخزينها للاستخدام مستقبلا. وقد يسمح تخزين المياه أيضا بعودة المزيد من المياه إلى جوف الأرض وتعزيز موارد المياه الجوفية، سواء طبيعيا أو عن طريق إدارة عمليات الحقن الصناعي.
وتسمح هذه الجهود لمديري أحواض مصادر إلى المجاري المائية التخفيف من التقلبات الموسمية لهطول الأمطار.
وقد تتركز خطط أخرى لإدارة مصادر المجاري المائية على التأثير على النشاط البشري. فمن خلال الحوافز والحرمان ، قد يفرض مديرو أحواض المصادر المائية خطط استخدام الأراضي وتحديد أولويات تقسيمها لضمان حد أدنى من الآثار السلبية على الدورة الطبيعية للأحواض - أو لتعزيز تلك الدورة من أجل توفير أقصى قدر من موارد مياه الشرب.
طبقا للبرنامج العالمي لتقييم المياه، يعيش اليوم نصف سكان العالم اليوم في مراكز حضرية، مقارنة بأقل من ١٥ في المائة عام ١٩٠٠. وتمثل المناطق الحضرية في العالم تحديات فريدة لإدارة المياه، لكنها توفر أيضا بعض الفرص.

٤)الصحة العامة الوقائية=

عندما يعيش ملايين الأشخاص في مناطق متقاربة، لا تكون المصادر المحلية قادرة دائما على تلبية الطلب الضخم على المياه. ويمكن للإدارة الجيدة لمصادر المياه المائية الإقليمية بهدف توفير إمداد كاف من المياه، أن تكون بالغة الصعوبة- تقنيا وسياسيا- في المناطق التي تتحول إلى الحضر بخطى سريعة.
فكثير من مدن العالم تنمو بسرعة فائقة بينما يفرخ النمو العشوائي أحياء فقيرة تفتقر إلى البنى التحتية للمياه. وحيثما تغيب الصحة العامة الوقائية،

يجرى التخلص من الإخراجات البشرية غير المعالجة في حفر مكشوفة، وجداول، وأنهار. وتشكل هذه المخلفات خطرا بالغا على الصحة، وتزيد إلى حد كبير من تفشي الأمراض التي تحملها المياه مثل الإسهال والعدوى الطفيلية.

ويتحمل الفقراء القسم الأعظم من هذه الأعباء. ويفتقر نحو ١٨٠ مليونا من سكان الأحياء الفقيرة في العالم وسائل للحصول على مياه شرب نظيفة.

وفي المناطق التي تكون فيها خدمة المياه والصحة العامة الوقائية ضعيفة، يكون فيها معدل وفيات الأطفال أعلى بمرات عديدة من المناطق المزودة بخدمات ملائمة للمياه والصحة العامة الوقائية.

وكثيرا ما تتركز جهود البلديات على إقامة مراحيض في الأحياء وبنية تحتية لمعالجة المخلفات، فضلا عن وضع شروط لإمدادات المياه النظيفة في الأحياء التي تفتقر إليها. ومع ذلك، لا يزال أولئك الذين يفتقرون للمياه النظيفة في حاجة إلى أن يشربوا. وعادة ما يلجأ هؤلاء إلى مياه غير آمنة، تخلق طائفة من المشاكل الصحية، أو يشترون مياه معبأة في زجاجات، أو منقولة بالشاحنات، أو من بائعي المياه من القطاع الخاص– بأسعار أعلى عدة مرات من تلك التي يدفعها سكان المدن الذين يستفيدون من شبكة مياه الأنابيب.

ومع ذلك، فإن لكثير من أنظمة أنابيب المياه مشاكلها الخاصة. فكثيرا ما تؤدي الأنابيب المتهالكة أو ضعيفة الصيانة إلى فقدان المياه – أكثر من ٢٥ في المائة في مكسيكو سيتى، مثلا – وهو تبديد غير مقبول لمورد كثيرا ما يكون شحيحا. وإذا ما كانت معدلات الضغط في هذه الأنابيب التي تسرب المياه منخفضة كثيرا، قد تتلوث نتيجة تدفق مياه المجاري إليها أو غير ذلك من المياه غير المعالجة.

وتوفر هذه التجمعات السكانية العالية أكثر من مجرد تحديات. فهي تعرض أيضا فرصا لتوفير مياه نظيفة، ومعالجة بصورة أكثر كفاءة إلى ملايين الناس الذين قد يكونون في أماكن من الصعب خدمتها. وبالمثل، قد يكون من الأسهل إقامة وصيانة أنظمة سليمة لتوفير الصحة العامة الوقائية عندما لا تكون هناك عوائق بسبب المسافات. ولهذه الأسباب، فإن سكان الحضر في معظم العالم النامي كثيرا ما يرجح أن يكون لديهم مياه نظيفة وخدمات ملائمة للصحة العامة الوقائية أكثر من نظرائهم في الريف.

٥)الاستخدام المترابط=

عندما تتواجد مياه جوفيه وأنظمة نهرية في نطاق حوض واحد، قد تتم إدارتها كمورد متصل واحد. وتعرف هذه الممارسة بـ "الاستخدام المترابط "، ويمكن أن تتيح استخداما عالي الكفاءة لكل من المياه السطحية والجوفية. وقد تكون خطط إدارة الاستخدام المترابط ، في أبسط صورة، ببساطة مجرد تبديل أنماط استخدام المياه. وقد يقرر مديرو المجتمعات السكانية ترك موارد المياه الجوفية بلا مساس في السنوات الرطبة خلال موسم الرياح الموسمية عندما تكون المياه السطحية غزيرة. ومن شأن سياسة كهذه أن تدخر المياه الجوفية لأوقات القحط الموسمي أو المطول.

وخلال الأوقات الرطبة لا يتم السحب من المستودعات الجوفية والسماح لهل بتجدد تشبعها طبيعيا من خلال التسرب وغير ذلك من عمليات دورة المياه .وثمة أنظمة استخدامات رابطة للمياه أكثر تعقيدا وقد تنطوي على استثمارات كبيرة في البنية التحتية. وكثير منها مصمم لجني مياه الأمطار، أو لتحويل وتخزين مياه المصادر إلى المجاري المائية. وفي مثل هذه الأنظمة قد يتم تحويل المياه السطحية إلى البرك، أو المستنقعات، أو غيرها من المصبات الطبيعية التي تستطيع من خلالها أن تتسرب طبيعيا إلى باطن الأرض لتزود مخزون المياه الجوفية أسفلها.

وفي بعض الحالات قد يتم تحويل المياه السطحية الفائضة بصورة أسرع إلى باطن الأرض باستخدام آبار تحقن المياه بدلا من ضخها إلى الخارج، وتكنولوجيات أخرى مصممة لزيادة احتياطات المياه الجوفية على نحو سريع. وتعرف هذه العمليات بالحقن الصناعي كما ذكرنا. وتتميز مستودعات المياه الجوفية بعدة مزايا عن التخزين السطحي، مثل الحصانة من التبخر، ويمكن للتشبع الصناعي أن يجدد حتى مستودعات المياه الجوفية المحصورة والمعزولة عن نظام المياه السطحية. ومع ذلك، فإن باستطاعة السدود والخزانات أن تستوعب كميات كبيرة من المياه الفائضة في فترة قصيرة- الأمر الذي لا يستطيعه الحقن الصناعي.

ويمكن الاستخدام المترابط المديرين من استخدام مزايا كل من الموارد السطحية والجوفية في الوقت الذي يقلل فيه من عوائقهما إلى أدنى حد. والنتيجة استخدام أكثر كفاءة للمياه. تحتوى البحيرات والخزانات على نحو ثلثي المياه العذبة السطحية والجوية للكرة الأرضية. ويمكن أن تساعد إدارة هذه المستودعات المائية المجتمعات على التخفيف من التقلبات الموسمية وحتى السنوية في معدلات المطر المحلية ومياه الصرف.

وتوفر الخزانات مصدرا يعتمد عليه نسبيا من المياه يمكن إدارته ببعض الثقة. وعندما يرتفع الطلب على المياه، ربما خلال الازدهار الزراعي في

الربيع، يمكن أن تلبي الخزانات الطلب الزائد بموارد مياه تم جمعها خلال السنة كلها.
كما يمكن أن توفر الخزانات ذات السدود الصناعية توليد طاقة كهربائية هيدرولوجية، على نطاق غالبا ما يجعلها جذابة للكثير من صناع السياسة.
وفي نهاية القرن العشرين، كان هناك أكثر من ٤٥٠٠٠ سد في أنحاء العالم بارتفاع ١٥ مترا أو أكثر. وعلى نطاق عالمي، يجرى بناء ما يتراوح بين ١٦٠ و ٣٢٠ سدا كبيرا جديدا كل سنة.
غير أن الخزانات لديها معوقاتها الخاصة. فالمياه المكشوفة عرضة للتبخر بمعدلات تختلف باختلاف المناخ. ففي بعض المناطق، يتبخر في الجو ٢٠ في المائة من الإجمالي السنوي لمياه الصرف.
وقد تسبب الخزانات أضرارا بيئية بالغة بمنع حركة الطمي والرسوبات ومن ثم تعرية التربة في نهايات اتجاه التيار، وقطع دورة الحياة عن الأسماك التي يجب أن تتحرك ضد التيار للفقس، وبتغيير توقيت وكمية التدفق مع التيار، التي يمكن أن يكون لها آثار على النباتات والكائنات الحيوانية في النهر والسهل الذي يفيض فيه.
ويعد التعطيل الاجتماعي الناجم عن بناء السدود جسيما بالنسبة لتلك المجتمعات التي يجب إعادة توطينها بالنظر إلى أن ممتلكاتها– التي كثيرا ما تكون أرضا زراعية خصبة- سوف تغمرها المياه. وتقدر اللجنة العالمية للسدود أن ما يتراوح بين ٤٠ و٨٠ مليون شخص قد يتم إجلاؤهم بهذه الطريقة. ولعمليات الإجلاء هذه تكاليف اقتصادية مباشرة ناجمة عن فصل الناس عن موارد رزقهم (صيد الأسماك، والزراعة، وإدارة المزارع على سبيل المثال). كما أن لها تكاليف اجتماعية نتيجة الانقطاع والتحولات التي تطرأ على المجتمعات وبنيتها الاجتماعية التقليدية.
وأخيرا، فإن منشآت السدود عرضة للترسيب للطمي بالرواسب، التي تقلص بمرور الزمن من سعتها التخزينية للمياه. فعندما تحاصر مياه الصرف خلف السدود، لا يتوفر مخرج للطمي والرسوبيات التي حملتها المياه الجارية إلى الخزان. وأحيانا يمكن شفط الطمي من هذه الخزانات، ولكن العملية تتطلب كميات كبيرة من المياه "لدفع" الطمي مع التيار- حيث يمكن أن يكون له آثار سلبية على البيئة.

٦) جني مياه الأمطار=
يزيد جني ميله الأمطار إلى أقصى حد من عملية جمع مياه الأمطار الغزيرة التي يتمناها معظم العالم. وبدأت هذه الممارسة تكتسب شعبية، و إن كانت

غير منتشرة كثيراً. فالواقع، أن جني مياه الأمطار مكن بعض القدماء من البقاء على قيد الحياة. وقد تمت ممارسته ٨٠٠٠ سنة على الأقل وفي مناطق تمتد من جنوب آسيا إلى الشرق الأوسط وأوروبا تحت حكم الرومان.

وجني مياه الأمطار فكرة بسيطة؛ جمع واصطياد المطر أثناء نزوله وتخزينه في أحواض أو صهاريج حتى يمكن استخدامه عندما يرتفع الطلب عليه. وتجمع مياه الأمطار أيضا في حفر يتجدد تشبعها للسماح لها بإعادة ملء مستودعات المياه الجوفية مباشرة. وهذه العملية في معظمها بسيطة التقنية وقليلة التكلفة.

وهناك العديد من الوسائل المبتكرة لتجميع، وتخزين وتحويل مياه الأمطار إلى حقول المزارعين أو إلى المستودعات الجوفية. ويصمم الكثير من جامعي المياه أنظمتهم لتلائم الظروف البيئية الفريدة المتاحة لهم.

ويمارس الكثيرون من ملاك البيوت عملية جمع مياه الأمطار. وتستخدم أسطح المنازل، وممرات وقوف السيارات بالمنازل، وغير ذلك من المساحات الكبيرة التي تتيح جني كميات كبيرة من المطر الذي ينقل بالأنابيب أو يحول إلى حاويات تخزين. ومع أن هذه المياه غير صالحة للشرب عادة، فإنه يمكن استخدامها في دورات المياه، والمروج والحدائق، وحيثما يتم الاقتصاد في مياه الشرب.

كما يمارس جني مياه الأمطار على نطاقات أكبر. فالهند رائدة دوليا في هذه الممارسة، ودشنت عدة مشروعات لجني كميات كبيرة من مياه الأمطار وحقن مستودعات المياه الجوفية على نحو أسرع بكثير من التسرب الطبيعى للمطر المتفرق عبر التربة.

وتصمم بعض خطط تجميع المياه على نطاق واسع لتستفيد من الظروف الطبوغرافية التي توجه ماء المطر. فحيث تتجمع مياه الأمطار طبيعيا في قنوات الصرف، يتم اعتراض هذه التدفقات بحواجز مياه، وسدود، ومنشآت أخرى يمكن أن تصطاد المياه قبل أن تدخل إلى الأرض أو تتبخر.

يمكن تحويل الفائض من المياه السطحية إلى باطن الأرض لملء المستودعات الجوفية في عملية تسمى الحقن الصناعي. ويزيد الحقن الصناعي مخزون المياه الجوفية ، الذي عادة ما يكون له تأثيرات بيئة أقل من تأثير خزانات المياه السطحية وقد يسفر عن مياه أفضل نوعية.

وثمة عدة وسائل يمكن أن تمارس بها المجتمعات الحقن الصناعي. أقلها كلفة الانتشار السطحي، مع أنه يتسم بكفاءة عالية. وكما يوحى الاسم، تنطوي الفكرة على "نشر" المياه عبر أسطح شاسعة كالبرك، أو القنوات،

أو أحواض التجميع الفردية. ويمكن، في هذه المناطق، أن تنفذ المياه طبيعيا عبر التربة إلى داخل إمدادات المياه الجوفية.
وتستخدم هذه الطريقة البسيطة والفعالة فقط مع المستودعات الجوفية الضحلة التي تتذبذب مع ارتفاع وهبوط منسوب المياه(المستودعات الجوفية غير المحصورة) وليس مع تلك المستودعات الأعمق المتحوصلة داخل ظواهر جيولوجية مثل طبقات كثيفة من الطمي.
ويجب تجميع المياه السطحية وتوجيهها نحو مناطق الانتشار/ التسرب عبر قنوات، وأنابيب، وحواجز، وسدود، وغيرها من وسائل التحويل. وتلعب الطبيعة دورا رئيسيا في الانتشار السطحي. وهناك أساليب أقوى للحقن الصناعي باستخدام وسائل حقن، مثل آبار الحقن، لتوصيل المياه بسرعة ومباشرة إلى باطن الأرض.
وتبنى آبار الحقن تقريبا مثل الآبار التقليدية المصممة لسحب المياه من مخزونها في باطن الأرض. ويمكن أن تصل إلى عمق الأرض وتحول المياه أيضا إلى المستودعات الجوفية المتحوصلة.
ومتى دفعت آبار الحقن بالمياه في باطن الأرض، فإنها لن تصبح عرضة للفاقد من التبخر الشائع في أنظمة الانتشار السطحي. ومع ذلك، فإن الآبار عرضة للانسداد، وحتى إذا تمت هذه العملية بسلاسة، فإنها تمثل وسيلة لتخزين المياه واستعادتها أكثر كلفة وطاقة من أنظمة الانتشار السطحي.

٧)الخلاصة=

تشكل المياه الواهبة للحياة مشكلة صحية عامة عندما تفشل انظمة الصحة الوقائية ببساطة عندما تغيب – وهي مشكلة شائعة كثيرا في العديد من المجتمعات. فضعف الصحة العامة الوقائية يمكن أن يسهم في تفشى الأمراض عن طريق تلويث مياه الشرب. فالمخلفات غير المعالجة، تتراكم وتسمم الأنظمة النهرية، والبحيرات، ومصادر المياه الأخرى. كما قد يتيح غياب منشآت للصحة العامة الوقائية، والتدرب على استخدامها وصيانتها، فرصا لتوالد الحشرات في المسطحات المائية الراكدة، والتي تساعد على نشر المرض الجسدي والنفسي .
ويفتقر مليارات الناس، نحو ٤٠ في المائة من سكان العالم، لوسائل ملائمة للتخلص من مخلفاتهم. وللأمراض التي تتفشي نتيجة هذه المشكلة، ومن بينها الكوليرا ،التيفوئيد، البلهارسيا، الالتهاب الكبدي الوبائي وشلل الأطفال، مسئولة عن أربعة في المائة من جميع الوفيات في العالم ونحو

ستة في المائة من حالات العجز واعتلال الصحة. وأكثر ضحايا الإصابة بها هم الفقراء، لا سيما الصغار.
ويمكن أن تكون شروط الصحة العامة الوقائية بائسة في المناطق الحضرية المزدحمة، حيث تتراكم مخلفات المجاري بسرعة وتمكن الأمراض المعدية من التفشي بسرعة بين السكان. ومع ذلك، فإن سكان الحضر لديهم فرصة أكبر من نظرائهم الريفيين في الوصول إلى منشآت أساسية للصحة العامة الوقائية.
والحل بسيط نسبيا، من الناحية التكنولوجية- عزل أنظمة إمدادات المياه عن شبكة المجاري، ومنع الناس والحشرات من الاحتكاك باخراجات الإنسان كالعرق والبول الخ. غير أنه يمكن، عند الممارسة، أن تتسم هذه المشكلة بالصعوبة وذلك، في جانب كبير منه، لأن الكثير من الناس لا يدركون ببساطة القضايا الصحية التي تسببها مياه الشرب غير النظيفة.
وفي المناطق الريفية، يمكن أن تحسن المراحيض الوضع المحلي للصحة العامة الوقائية بدرجة كبيرة. وفي المدن، لا سيما في الأحياء الفقيرة، فإن متطلبات البنية التحتية أكثر صعوبة. فهذه المجتمعات تخلف كميات كبيرة من الاخراجات التي يتعين احتواؤها ومعالجتها قبل التخلص منها وإعادتها الى المياه الجوفية او المياه السطحية. وهي مهمة يفشل معظم العالم في تنفيذها.
فمعالجة مياه المجاري أيا كان نوعها مسألة نادرة في أفريقيا. وفي أمريكا اللاتينية ودول الكاريبي، تتم معالجة ١٤ في المائة فقط من مياه المجاري؛ وفي آسيا ربما تتم معالجة ٣٥ في المائة. وحتى في الدول المتطورة في أوروبا وأمريكا الشمالية، قد تطغى كميات كبيرة من المياه غير المعالجة التي تطلق في البيئة على قدرة الأنظمة الطبيعية على معالجتها قبل أن تحتك بالإنسان.