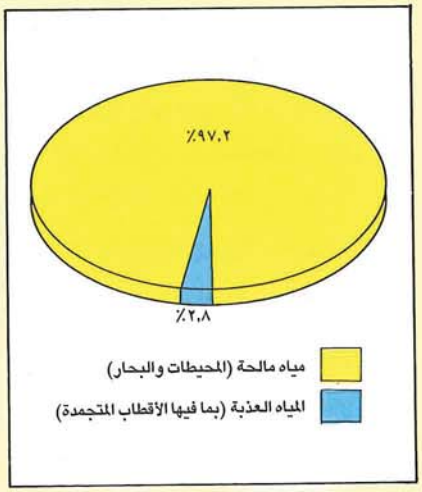
مـــوارد الميـــاه

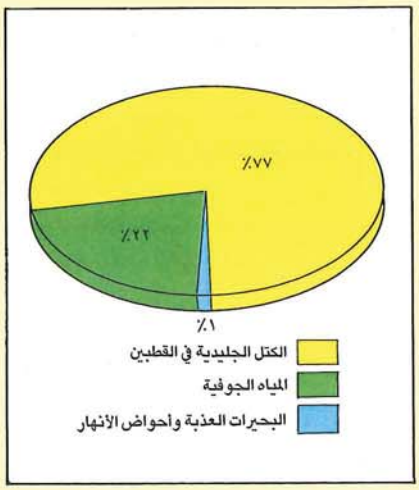
د. مصطفى أحمد العقيلي

تشير الاحصائيات المائية إلى أن بحار العالم ومحيطاته تحتوي على ٩٧,٢ ٪ من الماء الموجود على كوكب الأرض ، شكل (١) ، ولأن هذه المياه شديدة الملوحة فإن كمية المياه العذبة على كوكب الأرض لا تزيد نسبتها على ٢,٨ ٪ ، ولو تابعنا تحليل هذه الاحصائية الأخيرة لوجدنا أن معظم هذه المياه العذبة أو ما نسبته ٧٧ ٪ منها محبوس في جليد كل من القطبين الشمالي والجنوبي وفي غيرهما من الكتل الجليدية التي تغطي المرتفعات الجبلية الشاهقة ، شكل (٢) ، أما المياه العذبة السائلة فإن أكثر من ٩٠ ٪ منها يوجد داخل الأرض في شكل مياه جوفية ، ومن ذلك فإن نسبة المياه العذبة المتاحة لاستعمال الإنسان محدودة جداً إذ لا تتجاوز ٠,٦٥ ٪ من مجموع المياه الموجودة على كوكب الأرض ، وهذا يحتم علينا التمعن بكل دقة ومسؤولية في حسن استعمالها والمحافظة عليها وترشيد استهلاكها خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تقل فيها الأمطار وتندر بها الأنهار وتكون معرضة لنضوب مخزون المياه نظراً لقلة إعادة تغذية خزانات المياه الجوفية والسطحية .

ترتبط كمية المياه المتاحة لاستعمال الإنسان بعوامل كثيرة ومتعددة ، ونظراً لتزايد عدد السكان والتغيرات الحضارية والعمرانية التي واكبت هذا التزايد المطرد كاتساع المدن وزيادة الرقعة الزراعية وارتقاء مستوى المعيشة ، وانعكاساتها بصورة مباشرة على ازدياد الطلب على المياه ، فقد أخذت بعض الدول التي استنفذت أو قاربت من استنفاذ مواردها المائية في النظر إلى خارج حدودها طلبا لزيادة كمية الماء لتوفير ما تحتاج إليه حاليا ومستقبلاً لتنفيذ خططها الاقتصادية والزراعية والصناعية المستقبلية لكي تبقى على مستوى الانتاج الذي وصلت إليه أو تحاول الوصول إليه عبر هذه الخطط . وستشهد عقود التسعينيات وما بعدها ازدياداً كبيراً في الطلب على المياه عبر حدود الدول المشتركة بشكل ملحوظ مما سيجعلها سلعة استراتيجية وأداة سياسية هامة تتمحور عليها علاقات الدول المستقبلية تماماً كما حدث من قبل مع البترول والمواد الخام الأساس التي ظلت لفترة طويلة سلعاً استراتيجية تحدد علاقات الشعوب بعضها ببعض ، ومع تزايد المؤثرات البيئية السلبية مثل التلوث الناتج عن ازدياد الانتاج الصناعي ، وتكدس المخلفات الصناعية الضارة لعشرات السنين فقد أصبح هناك تهديداً مباشراً لموارد المياه السطحية والجوفية على السواء ، ولذلك فإن بعض الدول التي تشترك في أحواض أنهار معينة قد بدأت بالسعي إلى إجراء مفاوضات وإبرام اتفاقيات مشتركة حول تأمين كميات معينة ومحددة من مياه تلك الأنهار عبر حدود أراضيها حتى تضمن حقوقها من هذه المياه أو الاعتراف بهذه الحقوق مستقبلاً ، بل وتعدى نظر تلك الدول المياه السطحية كالأنهار والبحيرات إلى المياه الجوفية المختزنة في التكوينات الجيولوجية (المكامن المائية) التي قد تمر عبر حدود دولتين أو أكثر ، وهناك محاولات من بعض الدول ذات الحدود المشتركة التي تمر عبرها خزانات للمياه الجوفية مثل كل من الولايات المتحدة الأمريكية والمكسيك وكندا لوضع اتفاقيات وقوانين تحدد نسبة الحصص لكل دولة من المياه الجوفية المشتركة وضمان المحافظة على نوعية هذه المياه بحيث تتحمل كل دولة مسؤولية حفظها من التلوث .



شكل (١) توزيع المياه في الكرة الأرضية .



شكل (٢) توزيع المياه العذبة في العالم .

موارد المياه التقليدية

تنقسم المياه التقليدية إلى قسمين رئيسين هما :

١ ــ **موارد المياه السطحية** : وهي المياه التي تجمعت من مياه الأمطار والثلوج الذائبة لتصب في البحيرات والأنهار وخلف

المياه السطحية .

السدود ، ويكثر استعمال المياه السطحية والاعتماد عليها في المناطق المعتدلة التي تكثر فيها الأمطار في فصول ومواسم معينة من كل سنة وتتجمع الأمطار التي تسقط على سفوح الجبال في جداول وأنهار تجري لمسافات بعيدة لتصب مياهها في البحار أو المحيطات أو في إحدى البحيرات العذبة . وعادة ما تكثر التجمعات الحضرية والمدن على ضفاف الأنهار أو قريباً منها بحيث يسهل على الإنسان أخذ ما يحتاجه من المياه العذبة لاستعماله المنزلي أو الزراعي أو الصناعي ، وتعد موارد المياه السطحية مواردا متجددة حيث تتجدد هذه المياه بصفة مستمرة كل سنة بعد كل موسم لهطول الأمطار ، ويعتمد سكان المناطق التي تكثر فيها الأنهار والبحيرات العذبة اعتماداً كلياً على هذه المياه لوفرتها وقلة تكاليف تنقيتها وإيصالها إليهم ، ولكنها في نفس الوقت قد تكون عرضة للتلوث نتيجة إعادة مياه الصرف الصحي والزراعي والصناعي إلى بعض الأنهار أو البحيرات مما يتطلب وجود احتياطات فائقة للمحافظة على هذه الموارد من التلوث ، حيث أن تطهيرها يحتاج إلى جهود مادية .

٢ ــ موارد المياه الجوفية : تتجمع هذه المياه في طبقات القشرة الأرضية بعد أن يتخلل جزء من مياه الأمطار والأنهار مسام التربة السطحية ويرشح عبر طبقات الأرض ذات النفاذية إلى أن يصطدم بطبقة صخرية صماء لا ينفذ منها فيبدأ بالتجمع فوق هذه الطبقة في مسام التربة أو في الطبقة أو الطبقات الصخرية ذات النفاذية العالية ، وتصبح هذه الصخور أو الطبقات مشبعة بالمياه لدرجة اقتصادية بحيث يسهل استخراج الماء منها عن طريق حفر الآبار للوصول إلى سطح الماء في الطبقات السفلى واستغلاله لأغراض الشرب أو الزراعة أو الصناعة ، وقد تندفع هذه المياه المتجمعة تحت الضغط في مسام الصخور إلى السطح على شكل ينابيع في المناطق التي تبرز فيها الطبقة الصخرية الحاملة للمياه وذلك عن طريق الطي أو التعرية ، كما يمكن أن تندفع على حدود الصدوع والانخسافات الأرضية العمودية التي تؤدي إلى انكسار الطبقات الصخرية حيث تشكل ينابيع تعمل على تكوين واحات وسط الصحراء في المناطق الجافة .

تعد موارد المياه الجوفية متجددة إلى حد ما إذا كانت الطبقة الصخرية الحاملة للمياه مكشوفة على السطح في مساحة تكثر فيها الأمطار أو تمر عبرها الأنهار بحيث يغذي جزء من مياه الأمطار أو الأنهار هذه الطبقة عبر سطحها المكشوف بمياه جديدة تعوض ما تخسره في المناطق التي تضخ منها المياه أو تنزحها العيون من هذه الطبقة ، أما في المناطق التي تقل فيها الأمطار وتنقطع فيها الأنهار فإن كمية المياه التي تؤخذ من الطبقة الصخرية الحاملة للمياه عبر الآبار أو العيون لا يتم تعويضها بالكامل ، وبذلك فإن مستوى الماء في هذه الطبقة يأخذ في الهبوط الدائم كلما انساب الماء منها ، ولذلك فإن هذه المياه تعد مياها ناضبة حيث تتعرض الآبار في تلك المناطق إلى الجفاف مما يستدعي هجر بعضها إلى آبار أعمق أو تعميق الآبار نفسها للوصول إلى مستوى الماء الجديد والإستفادة منه . وتجدر الإشارة هنا إلى أن المياه المتجمعة في هذه الطبقة كانت قد تجمعت فيها خلال حقب جيولوجية مطيرة سابقة قبل عشرات الآلاف من السنين ، حيث كانت الأمطار تهطل بغزارة شديدة وبشكل متواصل أدى إلى أن تمتلىء هذه الطبقات بالمياه التي نراها اليوم ويستعملها الإنسان الذي يعيش في المناطق الجافة التي انقطع فيها المطر في عصرنا الحاضر . وتعد تكاليف استخراج المياه الجوفية أعلى من تكاليف استخراج المياه السطحية لما يتطلبه الأمر في الحالة الأولى من حفر للآبار ومداومة صيانتها ومد الأنابيب وشبكات المياه لنقلها إلى المناطق التي يحتاجها خاصة إذا كانت الطبقات الصخرية الحاملة للمياه بعيدة عن السطح أو عن مناطق التجمع السكاني أو كانت للاستعمال الزراعي والصناعي ، وكذلك تعد المياه الجوفية أنقى من المياه السطحية لأنها تمر عبر مسام التربة والصخور وتتم تنقيتها من الشوائب ، كما أنها في مأمن من التلوث لبعدها عن السطح حيث يكثر تأثير الملوثات الصناعية والزراعية .

موارد المياه المساندة

يتطلع الإنسان منذ القدم إلى مصادر إضافية لموارده المائية كلما دعت الحاجة لذلك خاصة في سنوات القحط والجفاف وازدياد الطلب على الماء حيث بدأ الإنسان في البحث عن موارد أخرى مساندة أو بديلة لتلك التي كان يعتمد عليها وقد ظهرت بذلك أساليب استنبطها الإنسان وطورها عبر العصور وبقي اعتماد الإنسان على الموارد التقليدية أمراً يحدد طريقة معيشته وجغرافية تواجده ، وتشمل بعض هذه الموارد التي طورت بوساطة الإنسان عبر الزمن الأشكال التالية :

١ ــ المياه المسحوبة عبر القنوات من المناطق النائية : يتمثل هذا المورد في جلب

المياه السطحية من أماكن بعيدة ، فقد شق قدماء الفلسطينيين قناة سطحية وقاموا بتبطينها بالفخار وذلك لمد مدينة القدس بحاجتها من المياه بعدما ازداد عدد سكانها وأصابها الجفاف سنين متواصلة ، وتمر هذه القناة بمحاذاة الجبال وعبر الأودية من برك سليمان قرب بيت لحم إلى القدس . وفي العصر العباسي الأول أخذ عمال هارون الرشيد - بأمر من زوجته السيدة زبيدة - في شق قناة زبيدة لجلب المياه العذبة إلى مكة المكرمة من عين زبيدة ومن سفوح جبال الطائف عبر قنوات أرضية مغطاة يصل عمقها أحياناً إلى أكثر من ثلاثين متراً تحت سطح الأرض . وفي العصر الحديث قامت بعض الدول بشق قنوات ضخمة يزيد طولها عن ألف كيلومتر لجلب مزيد من المياه مثل قناة كاليفورنيا في الولايات المتحدة والنهر الاصطناعي في ليبيا وخط أنابيب المياه المحلاة من الجبيل إلى الرياض في المملكة العربية السعودية ، وهناك دراسات مبدئية تجريها بعض الدول لمد قنوات جديدة لإيصال المياه العذبة إلى دول الشرق الأوسط التي يحتاج تطورها إلى مزيد من المياه .

٢ ـ مياه البحر المحلاة : يتمثل هذا المورد في إعذاب مياه البحر (أو تحليتها بالمعنى الدارج) واستعمالها كمورد إضافي ، وتمت هذه الطريقة في الجزيرة العربية أول الأمر - ولكن بشكل محدود - على شواطىء جدة ثم توسع هذا الاستعمال وبتقنية عصرية متطورة في الكويت ثم السعودية حيث أصبحت السعودية أكبر دولة في العالم تقوم بتحلية مياه البحر واستعمالها كمورد إضافي للمياه العذبة ، وقد تطورت عدة طرق لتحلية المياه المالحة سواء أكانت من البحر أم من المياه الجوفية المالحة . وتعد طريقة تحلية المياه عن طريق التبخير الومضي المتعدد المراحل (MSF) من أهم الطرق شيوعاً في وقتنا الحاضر تليها من حيث الأهمية طريقة التناضح العكسي (Reverse Osmosis) ثم طريقة الفرز الكهربي (Electrodialysis) أو الديلزة . ونظراً لزيادة الطلب على مياه الشرب ، وتزايد عدد السكان وازدياد كمية المياه التي يمكن استهلاكها تبعاً لذلك ، وتزايد الرقعة الزراعية والصناعية اضطرت بعض الدول وخاصة في المناطق الجافة إلى استثمار جزء كبير من رؤوس أموالها في بناء أعداد كبيرة من محطات التحلية ، غير أن استعمال هذه التقنيات سيبقى محدوداً ومرهونا بالدول القادرة على الاستثمار في هذا المجال والتي تملك كميات هائلة من الطاقة اللازمة لتشغيل مثل هذه المحطات بشكل دائم ، وستبقى الدول الفقيرة والتي لا تملك الطاقة غير قادرة على استعمال هذه التقنيات مما يضطرها إلى تغيير استراتيجية استخدامها للمياه وإعادة هيكلة اقتصادها الزراعي والصناعي معاً ليتلاءما مع الظروف التي سيمليها ميزانها المائي .

٣ ـ المياه المستهلكة معادة الاستعمال : أخذت تقنيات تنقية المياه المستعملة وتصفيتها تتقدم تقدماً باهراً وذلك خلال العقد الماضي حيث أصبح بالإمكان إعادة تصفية مياه الصرف وتكريرها لدرجة عالية من النقاوة والأمان يمكن به إعادة استخدامها كمورد إضافي هام في أغراض ري الحدائق العامة والأشجار ، بل وأمكن استعمال بعضها بعد تنقيته تنقية ثلاثية خاصة وإضافته إلى البحيرات التي يستعمل ماؤها لأغراض الشرب كما هو الحال في بحيرة (تاهو) الواقعة على حدود ولايتي كاليفورنيا ونيفادا ، وقد أخذت كثير من الدول التي تعاني من عجز في ميزان مواردها المائية في تنقية جانب كبير من مياه الصرف المستعملة وإعادة استعمالها في القطاعات الزراعية والصناعية . وتزداد نسبة استعمال هذه المياه سنة بعد أخرى في كثير من الدول بحيث أصبح ينظر لها كمورد آخر يدخل في حساب الميزان المائي للدولة .

موارد أخرى

بالإضافة إلى أنواع موارد المياه المساندة المذكورة سابقاً فإن هناك مواردا أخرى يجري استخدامها ضمن نطاق ضيق كاستيراد المياه المعبأة لغرض الشرب ونقل المياه بوساطة السفن إلى مناطق يندر فيها الماء كمورد دائم كالذي حدث عندما تم نقل المياه من مقاطعة (ويلز) في انجلترا إلى مستعمرة جبل طارق في جنوب اسبانيا ، وكذلك من البرتغال إلى جزر الكناري . ومع أن وسيلة استيراد المياه تعد محدودة النطاق حالياً إلا أن هناك محاولات يجري حالياً الترويج لها على نطاق أوسع حيث أبدت بعض الدول مثل اليابان وفرنسا وانجلترا استعدادها لتزويد الدول المحتاجة للمياه من المياه الزائدة لديها وأخذت الشركات تطرح إعلانات إعلامية بذلك ، ورغم أن هذه المحاولات لم تحرز أي تقدم ملموس حتى الآن إلا أن نجاحها يعد أمراً متوقعاً .

ونتيجة لاشتداد حدة الطلب على المزيد من المياه غير التقليدية وتزاحم العلماء على السبق لاستنباط وسائل جديدة للحصول عليها برزت أفكار جديدة مثل فكرة جر جبال الجليد من القطبين الجنوبي والشمالي لاستغلال مياههما العذبة في مناطق مثل الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وكاليفورنيا ، وهناك أيضاً فكرة بناء الأنفاق العمودية الواسعة على المناطق الساحلية بحيث تمتد هذه الأنفاق الشاهقة إلى ارتفاع قد يصل إلى كليومتر في الجو ، ويضخ فيها الهواء السطحي المشبع