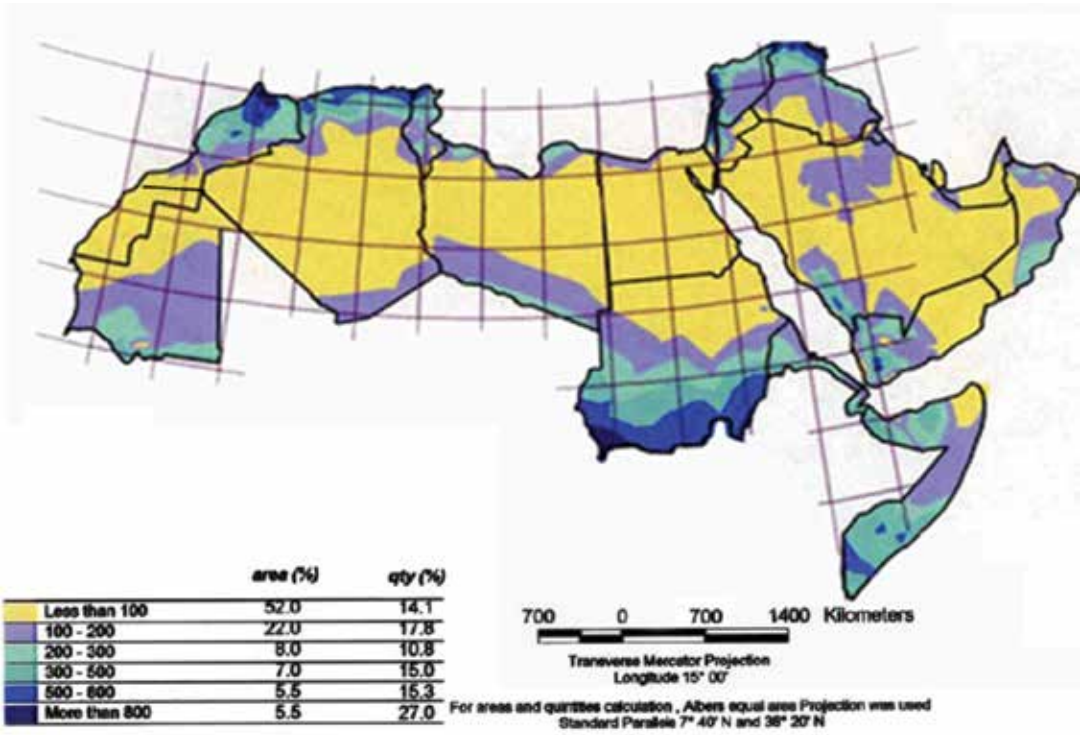
الموارد المائية في المنطقة العربية: توافرها، ووضعها، والتهديدات التي تواجهها

يعرض هذا الفصل وضع الموارد المائية في المنطقة العربية، وما تواجهه من تهديدات، وتأثير تضاؤل استدامتها.

تهدد ندرة المياه التنمية في المنطقة العربية؛ إذ يؤدي كل من انخفاض وتذبذب معدلات سقوط الأمطار، وارتفاع معدلات التبخر، وتكرار موجات الجفاف إلى انخفاض القدرة على الاعتماد على الموارد المائية وتوفرها.[1] ورغم شغل البلدان العربية 10 في المئة من مساحة العالم، فإن متوسط سقوط الأمطار السنوي لا يبلغ فيها إلا 2.1 في المئة ولا تتخطى كمية الموارد المائية الداخلية المتجددة في المنطقة إلا 6 في المئة من متوسط سقوط الأمطار السنوي الذي يبلغ عالميا 38 في المئة.[2] وتُصنف معظم مساحة المنطقة كمساحات قاحلة أو شبه جافة (صحراوية) تقل كمية سقوط الأمطار فيها عن 250 مليمتر سنويا،[3] فيما عدا جنوب السودان، وجنوب غرب شبه الجزيرة العربية، والبلدان المطلة على المحيط الأطلسي والبحر المتوسط، نظرا لتسجيلها معدلات مرتفعة لسقوط الأمطار (الخريطة 1.1).

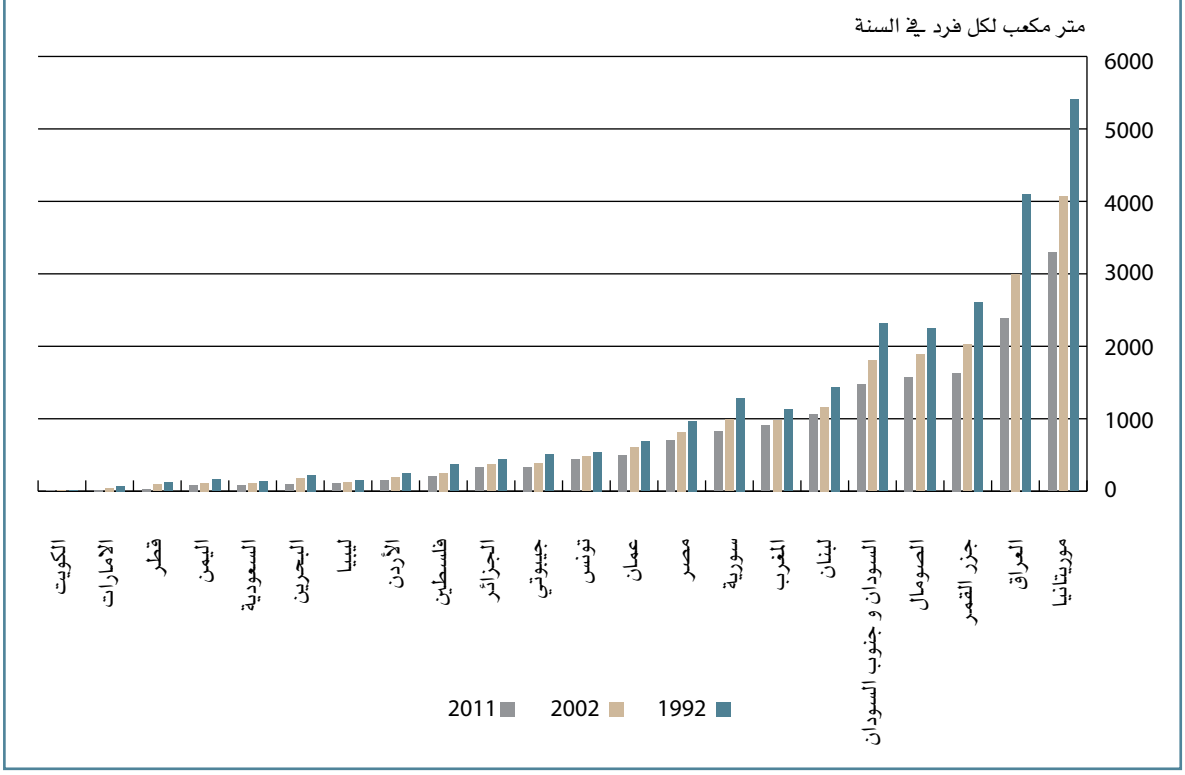
الخريطة 1.1
توزيع سقوط الأمطار في المنطقة العربية



المصدر: منقول بتصرف من Droubi, Jnad, and Al Sibaii 2006.

الشكل 1.1

إجمالي موارد المياه المتجددة لكل نسمة 1992 و 2002 و 2011



المصدر: FAO 2013.

يُضاف إلى هذه الأوضاع السابقة النمو السكاني السريع منذ منتصف السبعينيات، فقد ترتب عليه تناقص حاد في نصيب الفرد من موارد المياه المتجددة؛ إذ تغير متوسط الفرد سنويا من 2,925 متر كعب في عام 1962 إلى 1,179.6 في عام 1992، ثم انخفض انخفاضا ينذر بالخطر في 2011، وبلغ 743.5 – أي هبط عن مستوى خط الفقر بمعدل 1,000 متر مكعب سنويا، وانحدر عن المتوسط العالمي للفرد سنويا بمعدل 7,240 متر مكعب (الشكل 1.1).[4]

وتعاني من الندرة المائية خمسة عشر بلدا عربيا ينخفض فيها متوسط نصيب الفرد من المياه عن خط الفقر بمعدل 1000 متر مكعب سنويا، ولا يتعدى نصيب الفرد في اثني عشر بلدا 500 متر مكعب سنويا وفقا لمستويات الندرة الحادة التي حددتها منظمة الصحة العالمية، بل ينخفض في سبعة بلدان عن 200 متر مكعب سنويا.[5]

وبحلول عام 2025 يمكن أن يصبح العراق، وربما السودان، الدولتين الوحيدتين اللتين يزيد فيهما متوسط المياه الزائد عن 1000 متر مكعب سنويا.[6] وأما بحلول عام 2030، فسيؤدى التغير المناخي إلى انخفاض موارد المياه المتجددة بمعدل 20 في المئة وإلى زيادة تكرار موجات الجفاف لانخفاض معدل سقوط الأمطار، وارتفاع الطلب المنزلي والزراعي على المياه لارتفاع درجات الحرارة، وزيادة تسرب المياه المالحة إلى طبقات المياه الجوفية الساحلية، مع ارتفاع مستوى سطح البحر واستمرار الاستغلال المفرط للمياه الجوفية.[7]

الموارد المائية

من أجل الاستجابة للطلب المتزايد، تعتمد البلدان العربية على موارد المياه التقليدية (المياه السطحية، والمياه الجوفية)، وموارد المياه غير التقليدية (تحلية المياه، ومياه الصرف المُعالجة، ومياه الصرف الزراعي، وجمع مياه الأمطار، واستمطار السحب).

وتعتمد مصر، والعراق، والسودان اعتمادا رئيسيا على المياه السطحية، بينما تستخدم سورية والأردن، والمغرب المياه الجوفية استخداما أكبر. وتلبي جميع البلدان العربية

احتياجاتها المائية بشكل أكبر من مياه الصرف المُعالجة، فضلا عن ارتفاع حصة تحلية المياه في ميزانية المياه الخاصة بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية.

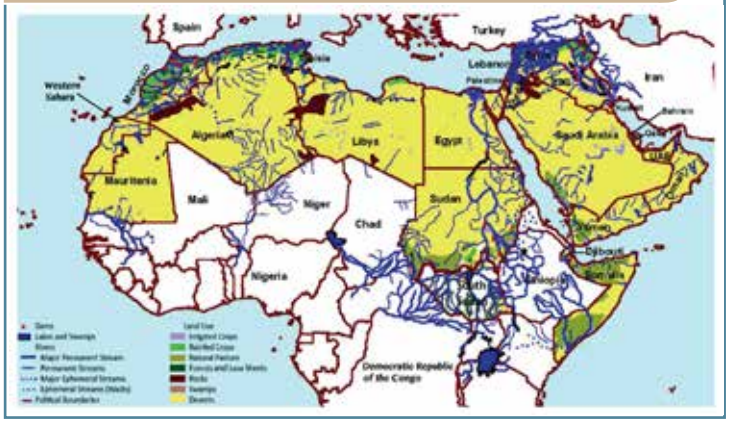
موارد المياه التقليدية

تنقسم الموارد المائية التقليدية إلى مياه سطحية وجوفية. ويتعرض كلاهما لضغط الاستخدام.

موارد المياه السطحية

تضم المنطقة العربية ثلاثة وعشرين حوضا نهريا منقسمة إلى أنهار دائمة، ونهيرات موسمية أو أودية (الخريطة 2.1،

الخريطة 2.1 أحواض الصرف الكبرى في المنطقة العربية



المصدر: CEDARE 2004.

الجدول 1.1 حجم وتفريغ أحواض الصرف الكبرى في المنطقة العربية

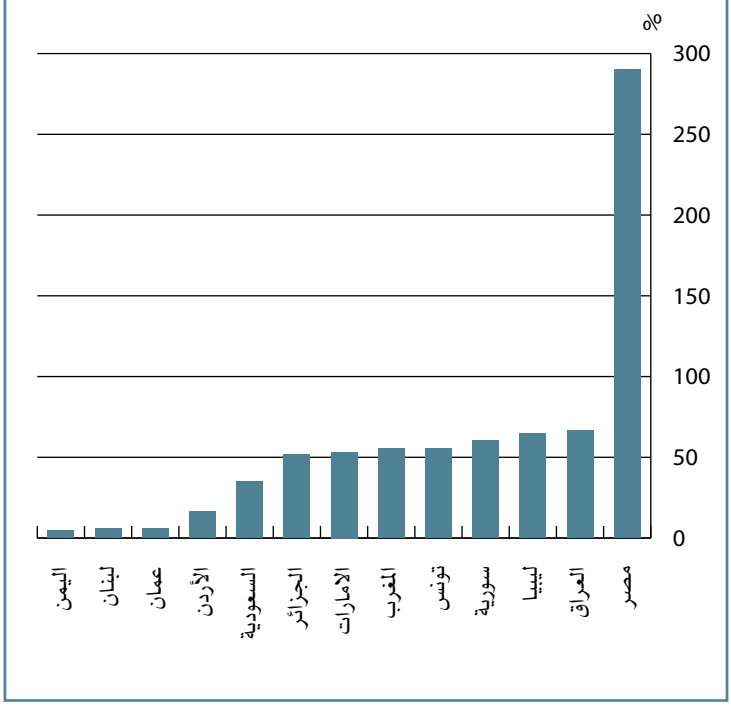
الحوض	الروافد	حجم الحوض	طول النهر	مستوى التصريف السنوي	البلدان المتشاطئة
		ألف كم^2	كم	مليون كم^3 في السنة	
النيل	نيل فيكتوريا/نيل ألبرت، بحر الجبل، وبحر الغزال، والنيل الأبيض، ونهر السوباط، ونهر عطبرة، والنيل الأزرق	3,173.000	6,693	109,500	مصر والسودان وجنوب السودان وبوروندي وجمهورية الكونغو الديمقراطية، إريتريا، إثيوبيا، كينيا، رواندا، تنزانيا وأوغندا
الفرات	ساجور، جلاب، والبليخ، والخابور	647.075	2,330	32,000	العراق، سورية، تركيا، الأردن، السعودية
دجلة	نهر بطمان، والخابور، والزاب الكبير، والعظيم، وديالي، وسيزر، ووادي الثرثار	146.239	1,718	52,000	العراق، وسورية، وتركيا وإيران
نهر الأردن	نهر الأردن العلوي (دان، الحاصباني، بانياس ووادي الحولة وبحيرة طبريا)، ونهر اليرموك، ونهر الأردن السفلي	19.839	251	1,340	لبنان، وسورية، وإسرائيل، والأردن، وفلسطين
العاصي	عفرين، وكاراسو	37.900	448	2,800	لبنان، وسورية، وتركيا
نهر الكبير	نوار التحتا – العروس، وصافراويل	0.991	90	330	لبنان، وسورية
السنغال	نهر بافانج، وباخوي، وفاليمي	300.000	1,800	22,000	السنغال وموريتانيا ومالي وغينيا

المصدر: Nile Basin initiative n.d.a, n.d.b; CIA 2003; Kibaroğlu 2004; Scheumann, Sagsen, and Tereci 2011; Al-Mooji 2004; OMVS 2003.

والجدول 1.1). وينبع عدد قليل من الأنهار المتوسطة التي تجري داخل الحدود الوطنية لدولة واحدة في الجزائر، ولبنان، والمغرب، والسودان، وسورية، وتونس بصفة رئيسية. وتمتد بعض الأنهار الرئيسية – كنهر الفرات، والنيل، والسنغال، ودجلة – إلى خارج حدود المنطقة، وثمة أنهار أخرى مشتركة بين الأردن، ولبنان، وسورية، كما تشترك بعض بلدان شبه الجزيرة العربية في عدد قليل من الوديان.[8] وتستثمر عدة بلدان ذات معدلات سقوط أمطار متغيرة بشدة ومجاري مائية عابرة للحدود في مجالات تخزين المياه وشبكات نقلها، حيث تحافظ هذه الشبكات على استدامة المياه، وتضمن توفرها بغض النظر عن معدل سقوط الأمطار، وتقلل من مخاطر الكوارث على الموارد المائية (الشكل 2.1).

واستعانت البلدان – خاصة الواقعة في المناطق شديدة القحولة – ببناء السدود لإعادة تغذية طبقات المياه الجوفية، حيث بلغت سعة سدود المياه في المنطقة حوالي 356 كيلومترا مكعبا في عام 2008 (الجدول 2.1). وقد تواجدت ما يزيد على 86 في المئة من هذه السعة في أربعة بلدان يعتمد سكانها على الزراعة، وهي: مصر (168.2 كيلو متر مكعب)، والعراق (151.8)، وسورية (19.7)، والمغرب (16.9).[9] ويرجع ذلك إلى أن التفاوت الفعلي بين

الشكل 2.1 نصيب كل دولة من المياه العذبة في الخزانات في بعض البلدان العربية



المصدر: World Bank 2007.

الجدول 2.1 إجمالي سعة السدود، ونصيب كل فرد، وحصة كل بلد في المنطقة العربية

البلد	تقدير إجمالي سعة السدود (بالكم مكعب)	الحصة من إجمالي سعة سدود المنطقة (بالنسبة المئوية)	نصيب الفرد من سعة السدود (بالمتر المكعب لكل موئل)
الجزائر	5.68	1.56	157.80
مصر	168.20	46.30	2038.00
العراق	151.80	41.79	4647.00
الأردن	0.27	0.07	43.43
لبنان	0.23	0.06	53.53
ليبيا	0.40	0.11	59.89
المغرب	16.90	4.65	523.70
عمان	0.09	0.02	31.06
السعودية	1.00	0.28	35.75
سورية	15.90	4.38	893.00
تونس	2.50	0.69	237.10
الإمارات	0.06	0.02	7.74
اليمن	0.20	0.06	10.00
إجمالي سعة السد	**363.27**	**100**	**672.1541 (المتوسط)**

ملاحظة: البلدان غير المذكورة في الجدول لا تمتلك سدوداً مائية.

المصدر: World Bank 2007.

الإطار 1.1 تأثير بناء السد العالي

قبل تشييد سد أسوان العالي، قسم المزارعون السنة الزراعية إلى ثلاثة مواسم رئيسية: موسم الغمر (حيث يغمر متران من المياه تقريبا الأراضي الزراعية من ستة إلى ثمانية أسابيع أثناء الفيضان)، موسم ما بعد الغمر، وموسم نقص المياه. وكانت الأنشطة الزراعية تتوقف أثناء فترات انخفاض تصرف النهر، ولكن بدأت الحكومة في القرن العشرين، بإدارة مياه النهر عبر بناء هياكل مائية على نطاق واسع، بما في ذلك السد العالي.

وسرعان ما تحول بناء السد إلى أحد سدود العالم الضخمة الأكثر إثارة للجدل نظرا للنقاشات السياسية والاقتصادية والبيئية التي دارت ضده.

ونال خزان مياه السد – أو بحيرة ناصر، ثالث أكبر بحيرة في العالم – النصيب الأكبر من الانتقادات، حيث تطلب بناء الخزان الترحيل القسري لمليون فلاح مصري ونوبيين سودانيين إلى أراض أقل خصوبة في صعيد مصر وشرق السودان. كما استاء المؤرخون وعلماء الآثار على مستوى العالم من فيضان بحيرة ناصر لتدميره العديد من آثار حضارة النوبة ومواقعها التاريخية – وهي من أقدم الحضارات الأفريقية – على الرغم من إنقاذ بعضها كمعبد أبو سمبل.

وتسبب بناء السد أيضا في أضرار بيئية جسيمة؛ حيث تغيرت جودة المياه، لأن السد يرسب عمليا ربع الكمية السابقة من الطين الجاف أثناء تصريف الفيضان، وقد أدى تدفق الطمي في بحيرة ناصر إلى تآكل أرض المناطق الساحلية المتوسطية وفقدانها، وتدهور خصوبة الأرض الزراعية تدهورا يلزمه استخدام السماد الكيميائي. وزاد السد من ملوحة التربة وتشبعها بالمياه، وانتشار البلهارسيا، بجانب الهجرة الشمالية للبعوض الناقل للملاريا من السودان. كما أضر السد بمصائد أسماك نهر النيل والبحيرات الساحلية نظرا لاعتماد هجرة بعض أنواع الأسماك على وصول مياه الفيضان العكرة المحتجزة حاليا عند المنبع.

وقد انحسرت المناقشات حول السد في مجال السياسات المائية خلال الحرب الباردة، مما حجب آثاره الزراعية والاقتصادية والاجتماعية الإيجابية. فقد استردت الحكومة تكلفته الإجمالية في خلال عامين من بنائه، حيث بلغ تقدير عائده السنوي على الدخل القومي وقتئذ 225 مليون جنيه مصري – أي حصيلة 140 مليونا من الإنتاج الزراعي، 100 مليون من توليد الطاقة الكهرومائية، و 10 ملايين من الوقاية من الفيضان، و 5 ملايين من تحسين الملاحة؛ ولا شك في أن هذه العوائد الاقتصادية جديرة بالملاحظة من أي مشروع إنمائي. وعلى مستوى المزارعين، مثل السد ثورة في الري، إذ تمكنوا من الاستفادة الكاملة من مياه نهر النيل؛ وضمنوا توافر مياه الري؛ وتمتعت الحقول بالوقاية من الفيضانات؛ وتمكنت الدولة من إضافة ملايين الأفدنة للأراضي الزراعية الجديدة؛ وساعد المشروع على التحول من الزراعة الموسمية إلى الزراعة الدائمة بفضل تحسين إدارة إمدادات المياه؛ كما ولدت الطاقة الكهرومائية للقرى.

وعلاوة على ذلك، تشير بيانات التشغيل التي تبلغ من العمر ما يزيد على ثلاثين عاما إشارة واضحة إلى أن للسد العالي آثارا إيجابية كثيرة؛ فقد ساهم مساهمة كبيرة في التنمية الاجتماعية والاقتصادية الشاملة في مصر؛ أما المشكلات البيئية، فقد أُثبت أنها أقل ضررا من المتوقع على نحو ملحوظ. وكما صرح المدير التنفيذي السابق لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة: «ليس السؤال الحقيقي هو وجوب بناء السد (أي السد العالي) من عدمه – لأن الواقع المصري لم يترك أي خيارات – بل كان يجب أن يستفسر السؤال عن خطوات تقليل الآثار البيئية السلبية إلى أقل حد ممكن».

المصدر: Ahmed 1999; Biswas 2002.

العرض والطلب لم يترك مساحة لتوفير المزيد من المصادر المائية اقتصاديا.[10]

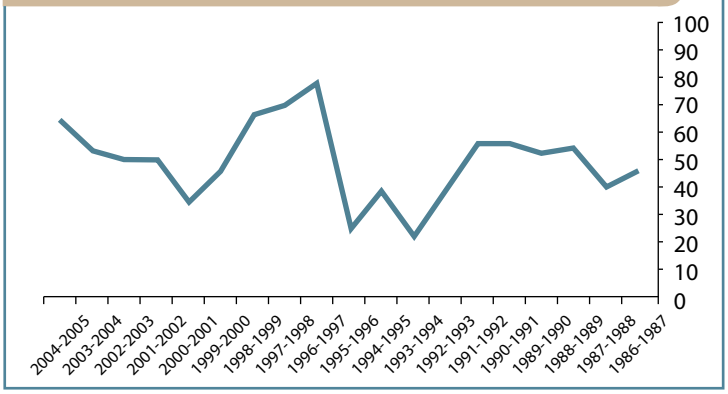
ولهذه الاستثمارات مزايا ومساوئ (الإطار 1.1). فبوقاية مصر من التدفق الطبيعي لمياه نهر النيل، حقق بناء سد أسوان العالي العديد من المنافع الاقتصادية والاجتماعية التي شملت استصلاح الأراضي، وتوليد الطاقة، وزيادة الإنتاج الزراعي، وتحسين الملاحة، وزيادة الطاقة السياحية. وبلغ صافي الربح السنوي للسد على الأقل 2 في المئة من إجمالي الناتج المحلي المصري في 1997 وفقا لتقديرات النموذج الاقتصادي.[11] كما حرك بناؤه أيضا مؤسسات التكيف لمواجهة تحديات الطاقة الهيدرولوجية وجودة الأرض التي ظهرت بعد إنشائه.[12] وجنب السد الميزانية المصرية تكلفة ضعف المحاصيل ما بين 1972 – 1973، و1979 – 1987، وحمى منطقة وادي النيل من الفيضانات الكبرى في 1964، و1975، و1988، 1998، كما أزاح قليلا من الغموض حول إمدادات المياه للمزارعين والمستهلكين الآخرين.[13]

وعلى الرغم من هذه المزايا، فقد ساهم السد أيضا في انخفاض خصوبة التربة لأنه حجز الرواسب الغنية بالمغذيات عن تغذية أراضي الوادي والدلتا الزراعية.[14] وإضافة إلى ذلك، أدت عملية التبخر إلى هبوط مستويات مياه خزان السد العالي (بحيرة ناصر) بنسبة 5 في المئة من إجمالي تدفق مياه نهر النيل.[15]

ومن شأن التغيرات الكبيرة في معدل سقوط الأمطار أن تعيق أيضا عمل السد، لأن السدود – التي أُنشئت وفقا لأنماط سقوط الأمطار في الماضي – قد لا تخزن كمية المياه الكافية لإشباع الطلب في أوقات انخفاض معدلات سقوط الأمطار عن المتوقع.[16]

فقد انخفض مستوى ملء السدود في الأردن – على سبيل المثال – من 46 في المئة في 2010 إلى 33 في المئة في 2011،[17] بينما تغير هذا المستوى تغيرا ملحوظا في المغرب بين عامي 1986 و 2005 (الشكل 3.1).[18]

الشكل 3.1 متوسط الملء السنوي للسدود في المغرب 2005–1986



المصدر: World Bank 2007.

موارد المياه الجوفية

تُعد المياه الجوفية ثاني الموارد المائية الرئيسية في المنطقة العربية وتتغذى طبقتها الضحلة والعميقة داخل الحدود أو عبرها على مياه الأمطار المتساقطة والأنهار. ففي البحرين، والأردن، ولبنان، وعمان، وتونس، والإمارات، واليمن، تساهم

الجدول 3.1 أنظمة المياه الجوفية الرئيسية في المنطقة العربية

أنظمة المياه الجوفية	المواقع	البلدان المشتركة في شبكات المياه	المساحة (ألف كم٢)	ملاحظات
شبكة طبقات الحجر الرملي العظيم في شمال أفريقيا	خزان الحجر الرملي في النوبة	ليبيا، ومصر، والسودان، وتشاد	2,200	حجر رملي
	تكوين قاري متداخل	الجزائر، وليبيا، وتونس	600	حجر رملي
	تكوين المركب النهائي	الجزائر، وليبيا، وتونس	430	حجر رملي
	مدينة بشار	غرب الجزائر	240	
	منطقة فزان	جنوب غرب ليبيا	450	
الحجر الجيري الشرقي/ كربونات شبكة طبقات مياه البحر المتوسط	الحجر الجيري السنوماني – التوروني بين لبنان، وفلسطين، وسورية؛ ووادي السير الجيري في الأردن	الأردن، ولبنان، وفلسطين، وسورية	48	يساهم في تدفق مياه نهر العاصي، واللبطاني، وغيره من الأنهار الليطاني، ونهر الأردن
شبكة طبقات المياه الجوفية البازلتية في حوران وجبل العرب		الأردن، ولبنان، وفلسطين، وسورية	15	يساهم في تدفق مياه أحواض مياه الأزرق واليرموك عبر ينابيع الحمة، والأزرق، ومازراين
شبكة طبقات المياه الكربونية الثلاثية في المشرق العربي	طبقة أم الرضمة الحجرية والدولوميتية للمياه الجوفية؛ وطبقة الدمام الحجرية الدولوميتية للمياه الجوفية في شبه الجزيرة العربية (ما عدا اليمن)؛ وطبقة مياه النيوجين في البحرين، والكويت، وقطر، وعمان، والإمارات	البحرين، والعراق، والأردن، والكويت، وعمان، وقطر، والسعودية، وسورية، والإمارات، واليمن	1,600	طبقة مياه جوفية حجرية دولوميتية في الأساس؛ ومتصلة هيدروليكيا؛ شبكة تغذية وتصريف للمياه

ملحوظة: يتكون نظام المياه الجوفية في الصحراء الكبرى الشمالية الغربية من جزئين هما الكبيس القاري Continental Intercalary ومُركّب النهاية الطرفية Terminal Complex، وتبلغ مساحته مليون كيلومتر مربع، ويمتد داخل الجزائر وليبيا وتونس.

المصدر: منقول بتصرف من Ksia (2010); Sokona and Diallo (2008); Khater (2010).

الإطار 2.1 النهر الصناعي العظيم في ليبيا

عندما وصلت مياه النهر العظيم إلى طرابلس، علق أحد المواطنين الليبيين في مقابلة أجرتها هيئة الإذاعة البريطانية في 2006 قائلا: «أن تفتحَ صنبور المياه وتتاحَ المياه في منزلك طوال اليوم حلم وصار حقيقة». وليبيا من أشد بلدان العالم جفافا نظرا لافتقارها لمياه الأنهار والبحيرات والأمطار. وكي تسد ليبيا الطلب المتزايد على المياه المصاحب للتحضر والنمو السكاني، فليس لها إلا خيار تحلية المياه، لاسيما وأن لديها أطول ساحل على البحر المتوسط (1900 كيلومتر تقريبا).

وفي عام 1953، أثناء استكشاف النفط في الصحراء الليبية، عُثر على كميات كبيرة من المياه الجوفية العذبة، مما أثار فكرة تركيب شبكة أنابيب ضخمة لنقل مياه هذا المورد غير المتجدد إلى المدن، حيث كان السكان في الماضي يتنقلون للعيش بجانب المياه، أما هذا المشروع الجديد فسينقل المياه إليهم. ولكن أشار التحليل الاقتصادي إلى أن تكلفة شبكة المشروع الطويل المدى، التي تبلغ عشرين مليار دولار على مدار 26 سنة، ستقل بحوالي عشر مرات عن تحلية المياه. وقد أنكر النقاد هذه الإدعاءات، وحذروا من أن الفساد قد استشرى في المشروع. ولذلك، فقد دعا بعضهم إلى التوقف عن تنفيذه، وإعادة الاستثمار في تحلية المياه.

والنهر الصناعي العظيم – الذي يمتد 2,820 كيلومترا ويغذي 1,300 بئرٍ يبلغ عمق معظمها أكثر من 500 متر – هو أضخم قنوات وشبكات نقل المياه في العالم، ومن أكبر مشاريع الري، حيث إنه يوفر يوميا 6.5 مليون متر مكعب من المياه تقريبا لبنغازي وسرت وطرابلس ومدن ليبية أخرى. وتشير المصادر الرسمية إلى أن طبقات المياه، وفق معدلات عام 2007، يمكن أن يدوم توفيرها للمياه لمدة 4625 سنة تقريبا، إلا أن التقديرات المستقلة تحذر من احتمالية نفاد هذه الموارد خلال قرن أو أقل. وأشارت دراسات أحدث إلى أن طبقة المياه الجوفية المستقرة بجوار الواحة تجف تدريجيا. وحينما وصف الرئيس الليبي السابق معمر القذافي المشروع بأنه ثامن عجائب العالم، رد أحد النقاد قائلا: «لا شك في أنه من عجائب العالم، لأنه – كالأهرامات تماما – جسم ضخم وكبير – لكن لا عائد له، لأن سبعين في المئة من المياه سيستخدم في الري، ولن يُخزن منه شيء للصناعات الثقيلة.»، وأضاف المصدر ذاته: « إذا تحتم على المزارعين أن يدفعوا التكلفة الكاملة لضخ المياه وشحنها إليهم، فإنهم لن يحققوا أية فائدة من نشاطهم الزراعي.»

المصدر: UNEP 2010b.

المياه الجوفية بأكثر من 50 في المئة من إجمالي ضخ المياه؛ ووصلت هذه النسبة في شبه الجزيرة العربية إلى 84 في المئة، كما أن البلدان التي تمتلك حصة كبيرة إلى حد ما من الموارد المائية السطحية تعتمد بصفة أكبر على المياه الجوفية لسد الطلب المتزايد على نحو ثابت؛ أما في بعض المناطق كالواحات الجنوبية لبعض بلدان الشمال الأفريقي، فالمياه الجوفية هي مصدر المياه الأوحد المتاح. وتحتوي المساحات الشاسعة – التي تغطي العديد من البلدان العربية – على موارد غير متجددة للمياه الجوفية أو طبقات المياه الجوفية الأحفورية، وتستخدم هذه الموارد استخداما أساسيا في التوسع والتنمية الزراعية دون الاستعانة – مع وجود بعض الاستثناءات – بالتخطيط المتكامل.[19] ومن الممكن – في ظل تدهور جودة المياه السطحية – أن تصبح المياه الجوفية مصدر المياه الرئيسي الصالح للاستخدام المنزلي.

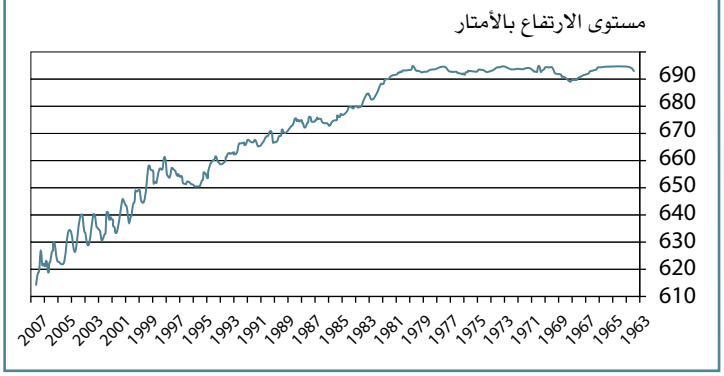
وتتحكم التراكيب الجيولوجية وعمليات الترسيب في حركة المياه الجوفية، واستخدام طبقات مياهها الضحلة والعميقة وفي جودتها. أما التكوينات الرسوبية العميقة والممتدة في بلدان الشمال الأفريقي وشبه الجزيرة العربية فتحتوي على طبقات مياه جوفية أحفورية غير متجددة عانت مؤخرا من محدودية التغذية (علما بأن أغلب مراحل التغذية كانت أثناء فترات الرطوبة منذ 15000 – 25000 سنة). وتُكَون طبقات المياه الجوفية الضحلة المتجددة رواسب مفككة من الرمال والحصى المنتمية لعصري النيوجين، والرباعي تحت قيعان الأنهار، والسهول الفيضية، والدلتات، وقيعان الوديان، والمنخفضات الكبرى، والسهول الساحلية الداخلية. وتتغير جودة المياه تغيرا كبيرا، حيث يبلغ مدى ملوحتها من 200 إلى 20,000 مليغرام لكل لتر. وتحتاج المياه – في بعض طبقاتها الجوفية – إلى المعالجة قبل الاستخدام؛ وفي طبقات أخرى تتطلب درجات حرارة من 40 حتى 65 درجة مئوية كي تصلح للاستهلاك المحلي. ومع ذلك، يمكن استخدام المياه الحرارية في الدفيئة الزجاجية (بغرض التدفئة وبعض أعمال الري) قبل توظيفها في النشاط الزراعي عند درجات حرارة ملائمة.

وتخزن طبقات مياه نهري دجلة والفرات، ونهر النيل ودلتاه، والوديان الجبلية الداخلية في شمال أفريقيا، ووديان شبه الجزيرة العربية مخزونا كافيا يتميز بجودة مياهه الجيدة، وتتغذى على تدفق مياه النهر والفيضانات. وتستخدم هذه الطبقات على نطاق واسع في الاستخدام المنزلي للمياه والري.[20] ويشترك العراق، والأردن، وشبه الجزيرة العربية، وشمال أفريقيا في ملكية العديد من طبقات المياه الجوفية العميقة (الجدول 3.1).[21]

الاستغلال المفرط لموارد المياه الجوفية

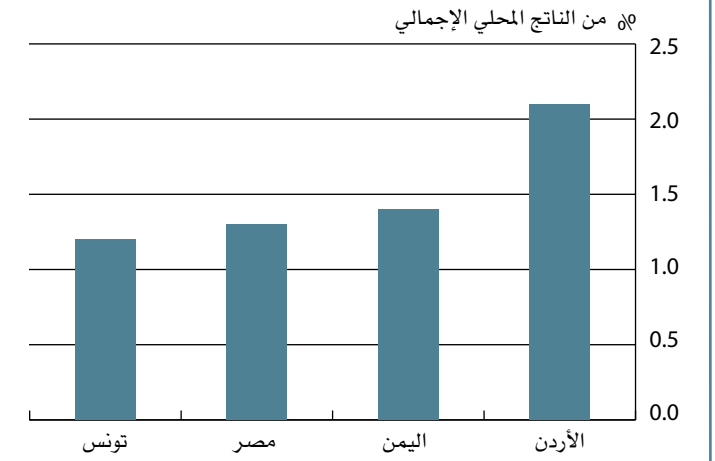
تعتمد البلدان العربية – وبالأخص بلدان شبه الجزيرة العربية[22] والمغرب العربي اعتمادا كبيرا على موارد المياه الجوفية – المتجددة وغير المتجددة – لتلبية الطلب المتزايد

الشكل 4.1
الانخفاض الملحوظ في مستوى المياه الجوفية في حوض سايس، المغرب، 1963-2007



المصدر: ABHS and others 2007.

الشكل 5.1
قيمة استنفاد المياه الجوفية في الأردن واليمن ومصر وتونس، 2005



المصدر: Ruta 2005.

على المياه، ولإشباع حاجة الاستهلاك المحلي والري تحديدا (الإطار 2.1). وتُستخدم هذه الموارد بطريقة مخططة (كما في حوض السرير الليبي، وحوض المسرات والرمال الشرقية العماني)، وبأسلوب عشوائي (كما في طبقة مياه حوض ساق، والديسي، وطويلة، وسنا في اليمن؛ وطبقة مياه حوض البالوجين في شبه الجزيرة العربية)، علما بأن الاستخدام العشوائي هو الأكثر شيوعا.[23] وأدى استخدام موارد المياه الجوفية بصورة تزيد على معدلات التغذية الطبيعية إلى الانخفاض السريع في مخزون الطبقات، وزيادة التملح، وتدهور جودتها لتسرب مياه البحر إليها. وإضافة إلى ما سبق، يهدد تلوث الأنشطة الزراعية والصناعية والمحلية موارد المياه الجوفية في أغلب بلدان المنطقة.[24]

وأدى الاستغلال المفرط في حوض سايس القريب من مدينتي مكناس وفاس المغربيتين إلى هبوط مستويات المياه إلى 70 مترا تقريبا في 1981 – 2006 (الشكل 4.1).[25] وفي غزة، ترتب على الإفراط في ضخ المياه تسرب مياه البحر من 70 إلى 80 في المئة من طبقة المياه الجوفية الساحلية.[26] كما تسبب الضخ المتزايد للمياه في حوض الأزرق في الأردن في زيادة ملوحة المياه الجوفية من أقل من 400 مليغرام للتر في 1994 إلى 1800 مليغرام في عام 2004 نتيجة تداخل المياه التحتية المالحة مع المياه العذبة.[27] وتسبب الاستغلال المفرط في واحات قبلي التونسية في هبوط مستويات المياه الجوفية العميقة إلى درجة تقارب الإنضاب في طبقات المياه هذه.

ويؤثر الاستغلال المفرط للمياه الجوفية واستنزاف مواردها تأثيرا خطيرا على البيئة؛ حيث أدى تملح المياه إلى جفاف الينابيع الطبيعية، فضلا عن تدهور أو تدمير الموائل والأنظمة البيئية المحيطة بها، مما تسبب في هبوط القيمة الثقافية والتاريخية لهذه المناطق. وقد جفت – على سبيل المثال – معظم ينابيع واحة تدمر السورية، بما في ذلك نبع أفقا – وهو الموقع السابق لمملكة زنوبيا.[28]

ونتيجة لضخ المياه المتزايد وهبوط مستويات المياه الجوفية، نضبت ينابيع مياه الواحات الجنوبية الجزائرية، وينابيع البحرين الطبيعية، ومعظم ينابيع الواحات المصرية في الصحراء الغربية، وينابيع واحة الكفرة الليبية، وينابيع واحة الإحساء في السعودية، والينابيع الطبيعة المخصصة لري واحتي توزر وقبلي في جنوب تونس. وفي دولة الإمارات زاد الضخ الشديد للمياه الجوفية في السهول الساحلية الشرقية من ملوحة المياه؛ فانقطع ري الآبار؛ وماتت مزارع النخيل.[29] أما في اليمن، فقد أدى الاستخراج الزائد للمياه الجوفية من أجل الزراعة المروية المتسعة إلى تسرب المياه المالحة إلى العديد من المناطق الساحلية، وبالأخص إلى دلتا أبين الواقعة على امتداد خليج عدن، ومنطقة تهامة، ووادي مور.

إضافة إلى ذلك، يستنفد الضخ الزائد للمياه الجوفية الأصول الوطنية؛ ففي الوقت الذي تعتمد فيه الأنشطة الاقتصادية على زيادة إجمالي الناتج المحلي على المدى القريب عبر المياه المستخرجة، فقد تسبب الاستخدام المفرط للمياه الجوفية – وخاصة استخراج موارد المياه الأحفورية – في تآكل رأس المال الطبيعي، فضلا عن تهديد المناطق المروية على المدى البعيد. وتُقدر قيمة الثروة الوطنية المستهلكة في الاستخدام المفرط للمياه الجوفية – وخاصة استخراج موارد المياه الأحفورية – بنسبة 2 في المئة من إجمالي الناتج المحلي في أربعة بلدان عربية (الشكل 5.1).[30]

الإدارة المستدامة لموارد المياه الجوفية

من هنا، فإن من الأمور الحيوية إدارة موارد المياه الجوفية في البلدان العربية بوصفها أحد المنافع العامة عبر رصد معدلات التغذية الطبيعية (الإطار 3.1). وعلى هذا، يمكن أن يدوم دعم هذه الموارد لأنظمتها البيئية المستقلة، ومساهمتها في استدامة التنمية البشرية. وتضرب واحات قبلي التونسية مثالا على الجهود الرامية إلى مراقبة الاستخدام المفرط للمياه الجوفية، إذ ترصد صور الأقمار الصناعية المنطقة المروية وأي توسعات مخالفة للقانون، فضلا عن المساعدة في مراقبة عدد الآبار العميقة.[31]

أكد الاجتماع الإقليمي لخبراء المياه في المنطقة العربية المنعقد عام 2005 أن تحقيق استدامة الموارد غير المتجددة يمثل تحديا يواجهه المسؤولون عن إدارة الموارد المائية.[32] وقد اتفق المشاركون على أنه يجب تعريف الاستدامة ضمن السياقات الاجتماعية الاقتصادية والمادية تعريفا موضحا للمنافع الحالية، فضلا عن النتائج السلبية على المدى الطويل. وشدد الخبراء على الحاجة إلى إعداد استراتيجية خروج، ويقصد بها استراتيجية جاهزة بالحل عند نضوب طبقة المياه، وقادرة على تغطية موارد المياه البديلة، وطارحة للحلول الاجتماعية الاقتصادية المتوازنة من أجل احتياطي طبقات المياه، ونقطة تحول إلى اقتصاد أقل اعتمادا على المياه.

ويجب استخدام احتياطي المياه الجوفية وفقا لأقصى معايير الكفاءة الهيدروليكية والإنتاجية الاقتصادية؛ وذلك يعني إعادة الاستخدام الكامل لنصيب المجتمعات الحضرية والصناعية والتعدينية من المياه، بالإضافة إلى التحكم الدقيق في مياه الري. والهدف من إدارة المياه هو استخدام احتياطي طبقات المياه استخداما ناضجا وفقا للمنافع المتوقعة والتأثيرات المتنبأ بها خلال الإطار الزمني المحدد.

ومن الضروري في البلدان العربية الاستثمار في مجالي تحلية المياه وتكنولوجيا معالجتها من أجل تقليل التكلفة والتأثر البيئي، كما أن الاستثمار في تكنولوجيا الزراعة الحديثة من الأساليب المهمة لاستمرار التنمية الزراعية. وسيتطلب إرساء الأوضاع الاجتماعية المواتية لإدارة طبقات المياه القيام بحملات توعية عامة حول الطبيعة، وقيمة موارد المياه الجوفية غير المتجددة وتفردها، مع تسليط الضوء على المشاركة الكاملة للمنتفعين كلما أمكن ذلك.

الإطار 3.1 حقوق استخدام المياه الجوفية

يجب أن تُعامل موارد المياه الجوفية كملكية عامة (أو ملكية مشتركة)؛ ولذلك، فإن على الدولة، بصفتها خادما لهذه الموارد، أن تكون قادرة على طرح التدابير اللازمة لحماية طبقات المياه الجوفية من الاستنزاف والتلوث.

ومن المهم تأسيس نظام لحقوق استخراج المياه الجوفية وفقا لحقائق الطاقة الهيدروجيولوجية. ويعني ذلك أن مالكي الآبار يجب أن يطلبوا من الدولة للحصول على حقوق ضخ المياه. ومن المهم أيضا – فيما يتعلق بالمياه الجوفية غير المتجددة – تحديد المستوى الحكومي ذي السلطة العليا المخول بصنع القرارات الخاصة باستخراج احتياطي المياه من طبقات المياه الجوفية. أما القاعدة الرئيسية لإدارة موارد المياه الجوفية فهي رصد جودة المياه، ومستوياتها، والكميات المستخرجة من الطبقات؛ إذ يجب على إدارة شؤون الموارد المائية، وروابط أصحاب المصلحة، والأفراد المستخدمين أن يضطلعوا بعملية الرصد. وستؤدي التصاريح المؤقتة الخاضعة للمراجعة المبدئية إلى حث حاملي التصاريح على توفير بيانات دورية حول الآبار. كما يجب أن تتخذ إدارة المياه التدابير المؤسسية الملائمة عبر تنفيذ القانون وإنشاء قاعدة بيانات لطبقات المياه بهدف حفظ المعلومات، ومعالجتها، وتفسيرها، ونشرها.

المصدر: Foster and others 2005.

موارد المياه غير التقليدية

لجأت البلدان العربية – بعد الطلب المتزايد على المياه، وتضاؤل الإمدادات – إلى الاعتماد الكبير على الموارد المائية غير التقليدية التي شملت تحلية المياه، ومياه الصرف المعالجة، وموارد أخرى كجمع مياه الأمطار، واستمطار السحب، واستخدام مياه ري الصرف الزراعي.

تحلية المياه

تتصدر المنطقة العربية مشهد تحلية المياه عالميا لامتلاكها ما يزيد على نصف قدرات العالم لتحلية المياه (الإطار 4.1).[33] وعلى الرغم من أن المياه المُحلاة تساهم بحصة ضئيلة جدا من إجمالي إمدادات المياه في المنطقة العربية (1.8 في المئة)، فإن مدنا عديدة تحصل على إمدادات المياه جميعها من هذا المصدر تقريبا.[34] ولكن من المتوقع أن تزداد الحصة الكلية من المياه المُحلاة نتيجة للتصنيع، والتحضر السريع، والنمو السكاني، ونفاد موارد المياه التقليدية. وقد بدأت بعض البلدان – كالأردن وتونس – بتحلية المياه الأجاج وضخها للاستخدام المنزلي بكلفة منخفضة.[35]

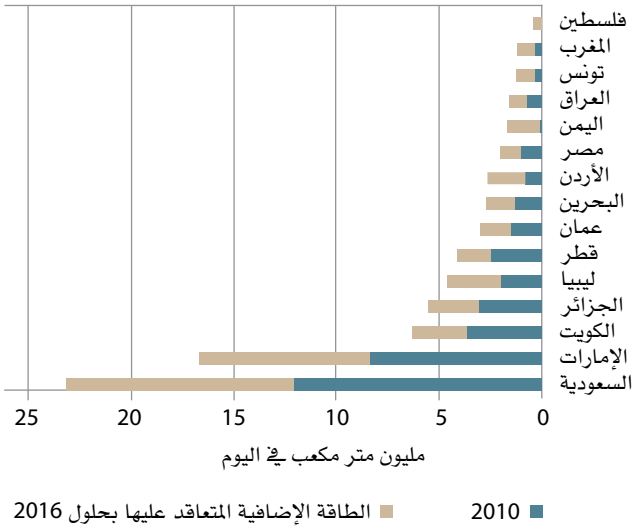
وتمتلك محطات تحلية المياه في البلدان العربية قدرة تراكمية لما يقرب من 24 مليون متر مكعب يوميا. وسجلت

الإطار 4.1 عمليات تحلية المياه والتكنولوجيا السائدة في البلدان العربية

هناك نوعان رئيسيان من تكنولوجيا تحلية المياه: الحرارية، والميكانيكية؛ والتكنولوجيات الحرارية – بصفتها التقنية الأقدم – تعتمد على عمليتي التبخر والتقطير باستخدام تقنية الومضات متعددة المراحل من أجل فصل الأملاح عن المياه، وتعتبر من المعالجات كثيفة الاستهلاك للطاقة؛ أما التكنولوجيا الميكانيكية فتستخدم تقنية التناضح العكسي التي تحبس خلايا المياه المالحة لاستخراج المياه العذبة. وتقنية الومضات متعددة المراحل هي السائدة في المنطقة العربية ولا سيما في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، على الرغم من زيادة القدرة المركّبة لتقنية التناضح العكسي. ولا تحتاج هذه التقنية – السهلة التطوير لمعيارية تكوينها العالية – إلى الطاقة الحرارية، وتستهلك كميات من الطاقة الكهربية تقل عن – أو تعادل – ما تتطلبه عملية التقطير، ولكن معظم بلدان الخليج تفضل التكنولوجيا الحرارية على الرغم من توظيفها للحرارة المهدرة في مجال التوليد المشترك للطاقة. واستُخدمت مؤخرا نظم الومضات المتعددة المراحل بهجين التناضح العكسي في نظم التوليد المشترك للطاقة.

المصدر: Al-Jamal and Schiffler 2009; World Bank and BNWP 2004; Bushnak 2010; GWI 2010; Jagannathan, Mohamed, and Kremer 2009; World Bank 2005.

الشكل 6.1 المياه المحلاة التراكمية لعامي 2010 و 2016



المصدر: AFED 2010.

دول الخليج معدلات القدرة الأعلى على تحلية المياه بنسبة (81 في المئة)، والجزائر (8.3 في المئة)، وليبيا (4 في المئة)، ثم مصر (1.8 في المئة) – (الشكل 6.1). ويتوقع أن يستمر ارتفاع هذه النسب حتى العقد القادم لإشباع الطلب المحلي المتزايد على المياه. وستزيد المياه المُحلاة التي تبلغ 1.8 في المئة من إجمالي إمدادات المياه في المنطقة إلى 8.5 في المئة تقريبا بحلول عام 2025. وستتركز معظم هذه الزيادة المتوقعة في البلدان ذات الدخل المرتفع والمصدرة للطاقة كدول الخليج، حيث ستُوظف هذه المياه في إمداد المدن والقطاع الصناعي بالمياه. وتوفر المياه المُحلاة لمدن دول الخليج ما يزيد على 55 في المئة من إمدادات المياه، التي تستخدم مباشرة أو تُمزج مع المياه الجوفية. ويتوقع زيادة حصة المياه المُحلاة كلما استمر تدهور موارد المياه الجوفية.

التكلفة المرتفعة لتحلية المياه ماليا واستهلاكا للطاقة

تعد تحلية المياه من العمليات كثيفة الاستهلاك للطاقة ورأس المال. وتتبع تكلفتها العالية من متطلبات الطاقة، وإنتاج المياه، واتجاهات النمو التكنولوجي، وأثرها البيئي. وترتفع تكلفة كل متر مكعب من المياه المُحلاة ارتفاعا يعادل 1.50 دولار – بل ويصل إلى 4 دولار في الحالات القصوى. ومع ذلك، تباع المياه كسلعة مدعومة تكلفتها أقل من 4 سنتات لكل متر مكعب في بعض البلدان العربية.

وتنخفض التكلفة الإنتاجية بفضل التحسينات التي تشهدها تكنولوجيا تحلية المياه. فالتقنيات الجديدة – كالتناضح العكسي، والتحليل الكهربي، ومحطات التوليد المشترك – أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة، وأكثر ملاءمة لإنتاج أنواع المياه المختلفة. وقد خفّضت هذه التطورات التسعيرات العالمية لتقنية الومضات المتعددة المراحل في الفترة ما بين 1999 – 2004، حيث بلغ متوسط سعر المتر مكعب 0.50 – 0.80 دولار بعد أن كان 1.0 دولار (الشكل 7.1).[36] ويُقدر متوسط تكلفة المتر المكعب بتقنية التناضح العكسي 0.99 دولار لمياه البحر، و 0.20 – 0.70 دولار للمياه الأجاج. وتتغير متطلبات وحدات الطاقة حسب التقنية؛ فتبلغ 4 – 8 كيلو واط/ ساعة في حالة تنقية مياه البحر بالتناضح العكسي كما في محطة كاربونيراس الإسبانية لتحلية المياه، بينما تستهلك تقنية الومضات المتعددة المراحل 3.5 – 5.0 كيلو واط/ساعة (الجدول 4.1). ويشير هذا التوجه المُخفض لكلفة تحلية المياه بأن تكنولوجيا تحلية المياه هي من الحلول الأكثر قابلية للتطبيق في البلدان الأفقر.

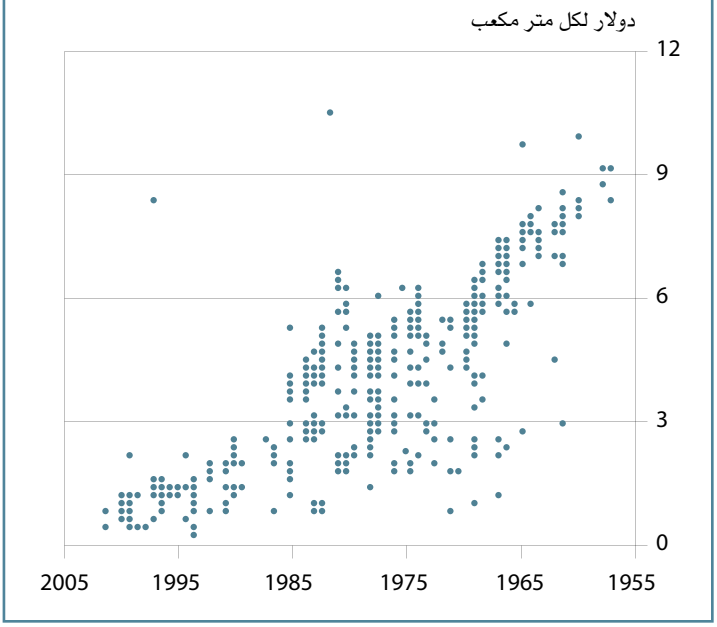
وعلى الرغم من ذلك، خلُصت دراسة تنموية مشتركة بين البنك الدولي وبرنامج الخليج العربي إلى أنه رغم انخفاض متوسط تكلفة انتاج مياه البحر المحلاة في المحطات الضخمة التي أُنشئت حديثا في الولايات المتحدة وأماكن أخرى عديدة إلى 0.70 دولار للمتر المكعب (بخلاف تكلفة التوزيع وتفاوتاتها وفقا لحجم المحطة، وفترة الاستهلاك،

وكلفة الطاقة)، ثبت متوسط التكلفة الإنتاجية لتحلية مياه البحر في بلدان مجلس التعاون لدول الخليج العربية عند 1 - 2 دولار للمتر المكعب.[37] وتفسر عوامل عديدة سبب التكلفة المرتفعة، ومنها سيطرة القطاع العام على النشاط الصناعي، والتكاليف الاستثمارية الضخمة من أجل محطات جديدة لتحلية المياه، لا سيما مع الدعم الحكومي الكبير لقطاع المياه. وستصعّب هذه العوامل من عملية تلبية الطلب المتزايد على المياه، كما أنها ستحمّل الميزانيات الوطنية عبئًا ثقيلا.[38]

وتخطط البلدان العربية إلى زيادة قدرات تحلية المياه من 36 مليون متر مكعب يوميا في عام 2011 إلى 86 مليون متر مكعب تقريبا بحلول عام 2025. وستكون معظم هذه الاستثمارات في دول الخليج، والجزائر، وليبيا. ويقدر الغطاء المالي لهذه الاستثمارات بـ 38 مليار دولار، يبلغ نصيب دول الخليج منها 27 مليار دولار (الجدول 5.1). ويمكن تقدير تكلفة استهلاك الطاقة في الزيادة المتوقعة لقدرات تحلية المياه بحلول 2025 عن طريق الاستعانة بالتكلفة المفضّلة لمحطة تحلية المياه بتقنية التناضح العكسي (الجدول 4.1)، على الرغم من احتمالية تغير التكلفة وفقا لمعدلات الفائدة وأسعار الطاقة. وتبلغ التكلفة 0.62 دولار لكل متر مكعب (إذا كان معدل الفائدة 10 في المئة).[39] ومن المتوقع أن تجري في البلدان العربية تحلية 19 مليار متر مكعب في عام 2016، و 31.4 مليار متر مكعب في عام 2025 كمحاولة لتغطية 30 في المئة من الطلب غير المُلبّى، بمتوسط تكلفة يبلغ 0.525 دولار للمتر المكعب.[40] وتُقدر التكلفة السنوية المتوقعة لتحلية المياه بـ 10 مليار دولار في 2016، و 15.8 مليار دولار في 2025؛ ومن جملة ذلك، ستبلغ تكلفة الطاقة 4 مليار دولار في عام 2016، و 6.4 مليار دولار في 2025. أما تكلفة رأس المال السنوية فتُقدر بـ 5.4 مليار دولار.[41]

وتحلية المياه من العمليات كثيفة الاستهلاك للطاقة؛ ولذلك، ينبغي أن تصبح كفاءة استخدام الطاقة من المعايير الرئيسية في إنشاء المحطات الجديدة وتطوير الأخرى القديمة.[42] فالسعودية – التي تستحوذ على 35 في المئة من قدرات تحلية المياه في المنطقة – تستخدم 25 في المئة من إنتاجية النفط والغاز لتوليد الكهرباء وإنتاج المياه في محطات التوليد المشترك للطاقة لتحلية المياه. وإذا استمرت زيادة الطلب على المياه بهذه المعدلات، ستبلغ هذه الحصة ذروتها بنسبة 50 في المئة بحلول عام 2030.[43] أما في الكويت، فتستهلك محطات التوليد المشترك للطاقة لتحلية المياه أكثر من نصف إجمالي استهلاك الطاقة؛ كما أن من المتوقع أن الطاقة اللازمة لتلبية احتياجات محطة التحلية ستعادل إنتاج الوقود الحالي بحلول عام 2035.

الشكل 7.1
الانخفاض في تكلفة وحدة محطات التحلية التي تعمل بتكنولوجيا الومضات المتعددة 1955 - 2003



المصدر: Zhou and Tol 2005.

الجدول 4.1
توزيع تكلفة محطة تحلية المياه بتقنية التناضح العكسي في المنطقة العربية

عوامل متغيرة	التكلفة بالدولار للمتر المكعب
تكلفة رأس المال لكل 800 كيلومتر مكعب يومياً	
الطاقة المستهلكة بواقع 3.5 كيلو واط لكل متر مكعب	
كلفة رأس المال السنوية بمعدل فائدة 5%	0.180
كلفة الطاقة بواقع 0.06 دولار للكيلو واط	0.210
كلفة استبدال الغشاء	0.035
كلفة القوى العاملة والمواد الكيميائية	0.100
التكلفة الإجمالية	0.525

المصدر: Al-Jamal and Schiffler 2009.

الجدول 5.1 تكاليف التحلية في بعض البلدان العربية

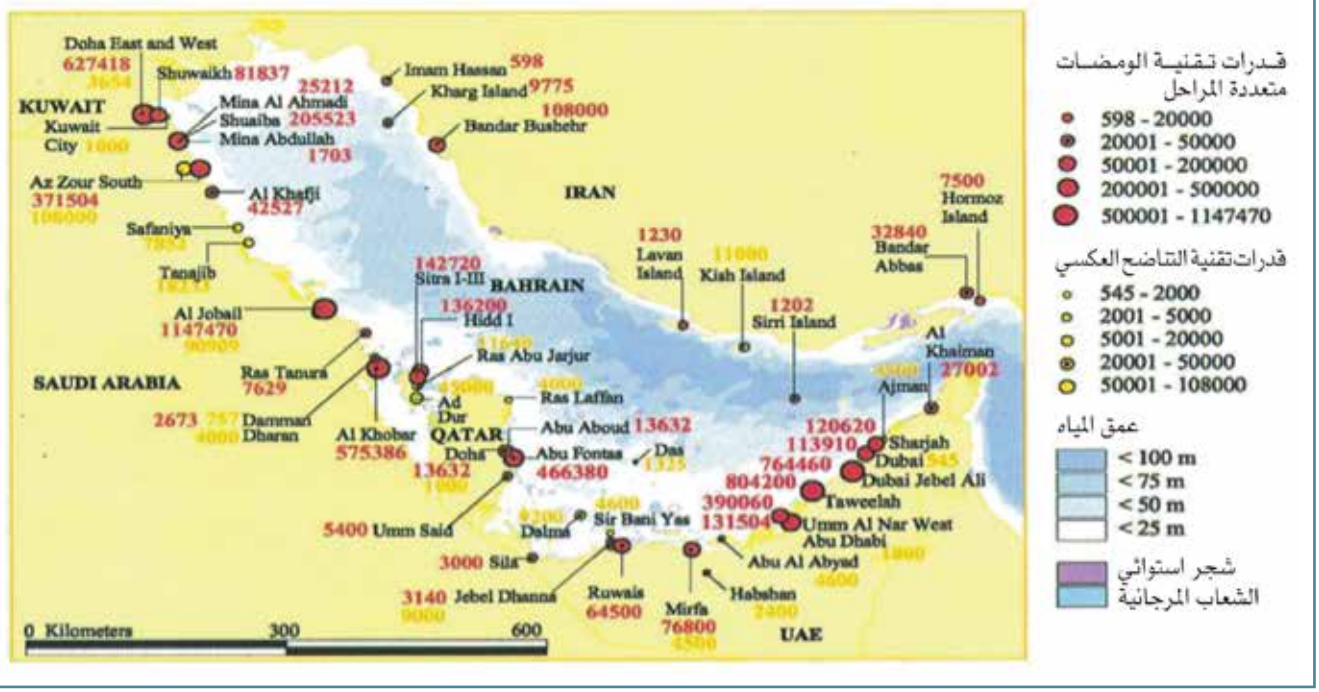
بملايين الدولارات، إلا إذا حددت بغير ذلك

البلد	توقعات قدرة تحلية المياه بحلول 2025 (بالمليون متر مكعب)	كلفة رأس المال لكل متر مكعب 0.18 دولار بمعدل فائدة 5%	القدرات الإضافية المطلوبة حتى عام 2025 (1000 متر مكعب يومياً)	كلفة الاستثمار بواقع 800$ (القدرة/يوم)	كلفة الطاقة بواقع 0.21$ للمتر المكعب، 0.06$ في للكيلو واط في الساعة	إجمالي التكلفة بواقع 0.525$ للمتر المكعب
الجزائر	8.214*	1.48	5,023	4,018	630	1,574
مصر	1.536	0.28	1,008	806	118	294
ليبيا	7.206	1.30	5,337	4,270	552	1,381
المغرب	0.862	0.15	577	462	66	165
تونس	0.481	0.09	286	229	37	92
الأردن	1.541	0.28	1,000	800	118	295
السعودية	26.816	4.83	14,252	11,402	2,055	5,139
الكويت	6.725	1.21	3,279	2,623	515	1,289
البحرين	3.406	0.61	2,223	1,778	261	653
قطر	3.930	0.71	2,254	1,803	301	753
عمان	3.713	0.67	2,573	2,058	285	712
الإمارات	18.270	3.29	9,240	7,392	1,400	3,501
الإجمالي	**82.700**	**14.9**	**47,052**	**37,642**	**6,339**	**15,847**

*استنتاج محتسب

المصدر: Al-Jamal and Schiffler 2009.

الخريطة 3.1 محطات تحلية المياه بتقنية الومضات المتعددة المراحل والتناضح العكسي في الخليج العربي، 2008



المصدر: Lattemann and Höpner 2008.

وعلى الرغم من امتلاك البلدان العربية نصف قدرات العالم لتحلية المياه، فلا يُكرس للبحث في هذه التكنولوجيا الواردة من الخارج وتطويرها سوى القليل؛ وعلاوة على ذلك، فإن صناعة تحلية المياه لا تساهم إلا بقيمة مضافة محدودة من خلال أجهزة التصنيع، وتجديد المحطات، وتكييف عمليات التشغيل والصيانة لتناسب البيئة المحلية، وتصنيع قطع الغيار الرئيسية، وتدريب العمالة المحلية.[44]

الآثار البيئية الضارة

مع أن محطات تحلية المياه تنتج المياه العذبة التي تزيد المعروض من المياه وتقلل من الضغط على الموارد المائية التقليدية، فإن هذه المحطات تؤثر على البيئة تأثيرا ضارا. وقد تغلبت التقنيات الحديثة على بعض هذه الأضرار، لكن التقنيات الأخرى فشلت في التخلص من بعضها الآخر، كتلويث للهواء بفعل انبعاثات الأكاسيد، وتلويث مياه البحر والحياة البحرية نتيجة لتسرب المحاليل الملحية، وزيادة التركيز الملحي بفعل النفايات السائلة والعناصر الطفيفة وبقايا مواد المعالجة الكيميائية (كالمواد المانعة للترغّي والتكلس).[45] ولا توجد دراسة وافية[46] حول آثار المياه المستخلصة من محطات التحلية الحرارية على المستوى الإقليمي، لكن البلدان المحيطة بالخليج العربي يساورها قلق متزايد إزاء الأضرار المهددة الحياة البحرية والنظام البيئي البحري؛ فالخليج العربي بحر مغلق صغير (الخريطة 3.1).[47] ولا بد من إجراء دراسة مستفيضة لزيادة عدد محطات تحلية المياه على امتداد الساحل العربي وارتفاع درجة مياهه.

ومن المواضع الرئيسية التي تثير قلقا بيئيا غازات الدفيئة التي تنبعث عند إنتاج الكهرباء والبخار لتزويد محطات التحلية بالطاقة، لأن محطات التحلية الضخمة في المنطقة العربية المستخدمة لتكنولوجيا التوليد المشترك للطاقة باستخدام تقنية الومضات متعددة المراحل تحصل على الطاقة من الوقود الأحفوري. وتقدر انبعاثاتها من ثاني أكسيد الكربون لكل متر مكعب بـ 10 إلى 20 كيلوغراما وفقا لمعدل التدوير الحراري،[48] كما لم تُنشأ تقريبا في دول الخليج ذات تكنولوجيا التدوير الحراري المنخفض محطات تحلية حرارية، وهو ما يؤدي إلى خفض بصمتها الكربونية، ولكنه يؤدي إلى زيادة التكلفة الرأسمالية.[49] وينبعث من محطات توليد الطاقة 0.5 - 0.8 كيلوغرام من أكسيد الكربون لكل متر مكعب وفقا لكمية الوقود المستهلك وكفاءة المحطة.[50]

الآثار المتعلقة بالسياسة

يمكن سد احتياج محطات التحلية للطاقة عبر المصادر المتجددة كطاقة الرياح، والشمس، والأمواج. وحتى الآن لا تستخدم مصادر الطاقة المتجددة سوى محطات التحلية الصغيرة التي لا تحصل على الكهرباء من الشبكة؛ ولكن مع تزايد البحث والتطوير، ستستخدم العديد من محطات التحلية التجريبية الطاقة الشمسية، والرياح، والطاقة الحرارية الأرضية.[51] وتمتلك المنطقة العربية إمكانيات عظيمة من الطاقة الشمسية؛ وإذا استغلت البلدان العربية 5 في المئة فقط من صحاريها لبناء محطات الطاقة الشمسية المركزية، لتمكنت من إشباع الاحتياجات العالمية للطاقة.[52] وينبغي أن يكون تطوير تكنولوجيا محطات التحلية المعتمدة على الطاقة الشمسية من أولى الأولويات في البلدان العربية. كما يمكن تحسين أوضاع المنطقة الاجتماعية والاقتصادية

الإطار 5.1 الإجراءات الموصى بها لدعم استدامة تحلية المياه

تحتاج الزيادة الكبيرة المتوقعة لمحطات تحلية المياه إلى مراجعة السياسات والممارسات، ومنها أساليب زيادة القدرة، والمعرفة، والقيمة المضافة للاقتصاد المحلي. وفي المنطقة العربية، تركز القدرة المحلية والأنشطة المعرفية على عمليات التشغيل والصيانة لأساليب التصميم والتصنيع والإنشاء، وقد ساد هذا التفكير حتى في البلدان التي تعتمد اعتمادا كبيرا على تحلية المياه لتلبية الطلب المحلي. فأصبحت القدرة المحلية الحالية عاجزة على تلبية الطلب الضخم على الفنيين والمهندسين. ولكن إذا خلقنا حوافز للشركات المحلية، فإن الحكومات تستطيع أن تجذب استثمارات محلية لتصنيع المكونات الرئيسية لمحطات التحلية، فضلا عن زيادة الابتكارات المحلية من أجل تحقيق الاستدامة الاقتصادية.

وينبغي أن تفكر المؤسسات الحكومية المشاركة في السياسات في التحول من أجهزة مهمتها شراء محطات التحلية إلى أجهزة تبتاع المياه، من أجل التمكين من استخدام تقنيات التكنولوجيا وعمليات التشغيل الأكثر كفاءة. كما يمكن أن يساهم هذا التحول في ثقل المهارات وبناء القدرات المحلية، وزيادة دور القطاع الخاص في تحلية المياه، والأهم من ذلك احتمالية تحول دور الحكومة من المشغل إلى دور المنظم لضمان توافر المياه والقدرة على تحمل تكاليفها. أما إذا استمرت المشاريع الحكومية في بناء محطات تحلية ضخمة وتشغيلها، فينبغي أن تتخذ خطوات لإدارة هذه الأصول إدارة تحقق الحد الأدنى من تكلفة دورة حياة المياه. ومن ثم، ينبغي أن تقييم الحكومة – مثلها مثل المشاريع الخاصة – تكلفة الطاقة وفقا لأسعار السوق العالمية، علاوة على تحفيز مراكز البحث والتطوير الوطنية على تشجيع الابتكارات في مجالي التكنولوجيا والتشغيل.

المصدر: Bushnak 2010.

الإطار 6.1 إعادة استخدام مياه الصرف: المياه الرمادية

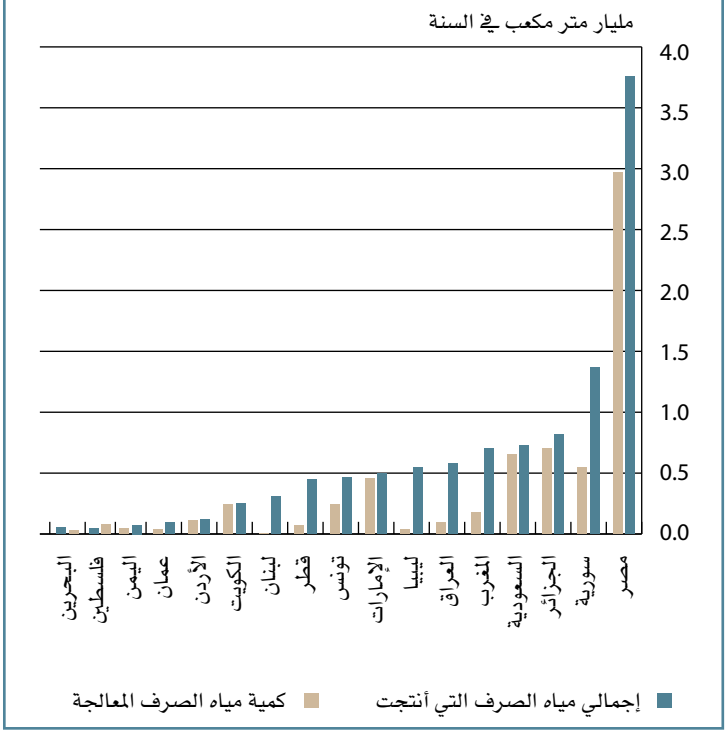
يشير مصطلح «المياه الرمادية» إلى مياه الصرف المنزلية المستخرجة من المصادر المائية الأقل عرضة للتلوث كأحواض الغسل في المطابخ، وغسالات الملابس والأطباق، وأحواض الغسيل اليدوي، ومياه الاستحمام؛ والمياه الرمادية – التي تبلغ 50 في المئة – 70 في المئة من مياه الصرف المنزلي – تُصنف كأداة محتملة للحفاظ على المياه، وإدارة الطلب عليها. ويمكن – على غرار جمع الأمطار – توليدها في داخل المنزل، كي يتجنب منتجها مشكلة الثقة في مصدرها التي تعد من العقبات الكبيرة في معالجة مياه الصرف وإعادة استخدامها في المنطقة العربية. وتتميز معالجتها بالبساطة، لأن عِدّة المياه الرمادية تتكون من أربعة براميل متصلة، وتتدفق المياه من المنزل إلى البراميل بفعل الجاذبية حيث تجري المعالجة على مراحل، ثم يتلقى البرميل الرابع المياه المُعالجة والنظيفة والمهيأة للاستخدام مجددا. ولا يشمل نطاق المستهلكين للمياه الرمادي المنزلية المنازل الخاصة فقط، بل يمتد إلى المساجد، ورياض الأطفال، والحدائق. وفي الآونة الخيرة، أدمج وزير الطاقة والمياه اللبناني المياه الرمادية ضمن خطة العشر سنوات المائية.

وللبحث في إمكانية استخدام المياه الرمادية في المنطقة، يؤيد مركز بحوث التنمية الدولية الكندي فكرة معالجة المياه الرمادية في الأردن، ولبنان، وفلسطين، واليمن عبر تجهيز أكثر من 2000 منزل بنظم معالجة المياه الرمادية في الفترة بين 1998 – 2008. ولم تكشف هذه المشاريع فقط عن الاحتمال القوي لاستخدام هذه الأنواع من مياه الصرف المعالجة في المنطقة، بل أظهرت أيضا خلوها من المخاطر الصحية. وتحقق هذا المياه ادخارا اقتصاديا سنويا يزيد على 300 دولار لكل أسرة، ولكن الاستخدام الناجح يتطلب تشجيعا من الحكومة، ومتابعة مستمرة لجودة المياه، وتطبيق المعايير واللوائح التنظيمية المحلية.

المصدر: AFED 2010.

عبر الاستثمار في البحث والتطوير بغية تحديد الحلول والمنتجات الفنية المثلى لمحطات التحلية العاملة بالطاقة الشمسية ومحطات التوليد المشترك للطاقة، وتطويرها. وقد أوصى المنتدى العربي للبيئة والتنمية البلدان العربية بأن تعقد برامج بحث وتطوير مشتركة تتناول تحلية المياه والطاقة المتجددة، وأن تُعّظم من قيمة الأفكار الجديدة والنتائج البحثية الصادرة من مراكز المعرفة المؤسسية كمدينة مصدر في أبوظبي، وجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، ومدينة الملك عبد الله حديثة النشأة للطاقة الذرية والمتجددة، وبرامج البحث والتطوير الطموحة في الطاقة الشمسية وتحلية المياه التابعة للمؤسسة القطرية.[53] وتؤدي موارد المياه غير التقليدية دورا كبيرا في الحفاظ على المياه الجوفية. ومع أن تحلية المياه أصبحت الآن ضرورة أكثر منها خيارا، فإنه لا ينبغي التفكير في المشاريع واسعة النطاق ذات التكلفة البيئية والمالية العالية إلا بعد اتخاذ المزيد من إجراءات تقدير فعالية التكلفة، واستدامة الموارد، وتلبيتها للمطالب (الإطار 5.1). ومن ضمن هذه الإجراءات تقدير التسعيرة الفعالة، والتقليل من المياه المُهدرة خلال التوزيع الشبكي، وترشيد استخدام المياه في القطاع المحلي والحفاظ عليها. ويجب أن تتضمن محطات التحلية الحالية والمستقبلية إجراءات للتخفيف من الآثار البيئية الضارة، خاصة عبر تدعيم القوانين البيئية وتطبيقها على بناء محطات التحلية وتشغيلها (كتحديد حد أقصى لانبعاثات الكربون). ومن المهم أيضا الاهتمام بالإجراءات التفاعلية التي تشمل التغيرات المادية في المحطات أو العمليات، وتتضمن أيضا تحسين مكان المحطات، والاستعانة بالتكنولوجيا الموفرة للطاقة، واستخدام تقنيات التصميم والمعالجة التي تحد من التأثير الضار على البيئة البحرية (كاستخدام المصبات البحرية الملائمة، وخلط المياه المُملحة مع مياه البحر قبل التصريف).

الشكل 8.1 مياه الصرف المنتجة والمعالجة في بعض البلدان العربية 2009 - 2010



المصدر: World Bank and others 2011.

مياه الصرف المُعالجة

يتزايد استخدام البلدان العربية لمياه الصرف المنزلية المُعالجة لسد الطلب المتزايد على المياه في المناطق الحضرية. وتُقدر كمية مياه الصرف المُعالجة والمتزايدة بـ 4.7 مليار متر مكعب سنويا.[54] وتحدد ندرة المياه، والقدرة المالية، وأهمية القطاع الزراعي كمية مياه الصرف المُعالجة والمُعاد استخدامها.[55] ورغم امتلاك معظم بلدان المنطقة لبرامج إعادة استخدام مياه الصرف المُعالجة في الري (وبالأخص المحاصيل التي تُروى غالبا بمياه الصرف كالمحاصيل العلفية، والحبوب، والبرسيم، والزيتون، وأشجار الفاكهة)، إلا أن عدد قليل منها يمتلك إرشادات مؤسسية لضبط عملية معالجة مياه الصرف (الإطار 6.1).[56]

ومن الواضح أن البيانات المتوفرة حول إنتاج مياه الصرف، ومعالجتها، وإعادة استخدامها في المنطقة العربية بيانات قديمة ترجع إلى سنوات عديدة (1991 - 2006)، مما جعل تحليل أوضاع البلدان وعقد المقارنات على أساس تلك البيانات أمرا صعبا. تنتج البلدان العربية 13.2 مليار متر مكعب من مياه الصرف سنويا، وتعالج 40 في المئة منها تقريبا، وتصرّف المياه المتبقية في القنوات المائية المفتوحة، وخزانات مياه البحر والأرض، مما أدى إلى إثارة المخاوف الصحية العامة والبيئية. وتعالج المنطقة العربية حصة كبيرة تزيد على حصص مياه الصرف المُعالجة في المناطق الأخرى (البالغ معدلها في القارة الأسيوية 35 في المئة، و 14 في المئة في أمريكا اللاتينية ومنطقة الكاريبي، و 1 في المئة في القارة الأفريقية)،[57] ولكن هذه الحصة تتوزع على نطاق واسع في دول المنطقة بمعدل يبدأ من صفر في المئة حتى 100 في المئة (الشكل 8.1). وإذا تم علاج المياه العادمة، بما في ذلك مياه الصرف الصحي، واستخدامها بطريقة صحيحة مع تجنب المشكلات الصحية والبيئية، فإن من الممكن تلبية بعض الاحتياجات في بعض القطاعات كالزراعة والصناعة.

الإطار 7.1 الإدارة التنظيمية لمياه الصرف الصحي في البلدان العربية

تحتاج البلدان العربية إلى صياغة الإرشادات والتعليمات المتعلقة بإعادة استخدام مياه الصرف المعالجة – بدءا من محطة المعاجلة حتى حقل الاستخدام – وذلك لضبط عنصري الوضوح والشفافية وتحقيقهما من إنتاج المياه حتى إعادة استخدامها. وتحتاج أيضا إلى المعايير والقوانين القابلة للتنفيذ من أجل كفالة استدامة عملية معالجة مياه الصرف وإعادة استخدامها. ولدى معظم البلدان العربية معايير لحماية الصحة العامة والبيئة، ولكن العنصر الرئيسي الذي يقود استراتيجيات إعادة استخدام مياه الصرف هو تكلفة عملية المعالجة والرصد. ففي حالات عديدة لا تتوفر في مياه الصرف المُعالجة معايير الجودة المحددة نظرا للانحراف عن مسار تطبيق الإجراءات المحددة أو للتجاوز في تنفيذها بسبب نقص العمالة المؤهلة. ويعاني رصد نظم إعادة استخدام مياه الصرف وتقييمها في بلدان عربية عديدة من الاضطراب والتأخر الناتجين عن ضعف المؤسسات، ونقص العمالة المدربة، والافتقار إلى معدات الرصد، وكلفة الرصد المرتفعة.

وتنقسم البلدان العربية إلى ثلاث فئات كبيرة من حيث ممارسات التخلص من مياه الصرف:

الفئة الأولى. تضم هذه الفئة البحرين، والكويت، وعمان، وقطر، والسعودية، والإمارات العربية المتحدة. وتنتهج جميع دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية أساليب متشابهة للتخلص من مياه الصرف. ويُعاد استخدام نسبة عالية من المياه المُعالجة في عمليات الري، بينما يتم تصريف النسبة المتبقية في البحار بعد العديد من مراحل المعالجة المتطورة. وتراعي هذه الدول معايير الجودة الدقيقة قبل عملتي التخلص وإعادة الاستخدام، ولكن يمكن التخفيف من بعض المعايير من أجل تحقيق الاستخدام الكامل للكمية المتزايدة دائما من المياه المُعالجة ثانويا.

الفئة الثانية. تضم هذه الفئة مصر، والعراق، والأردن، والمغرب، وسورية. وتعمل هذه البلدان وفقا للوائح متوسطة الصرامة في التخلص من المياه الخارجة من محطات معالجة مياه الصرف، ولكن الممارسة الفعلية لا تطابق المعايير المحلية أو الدولية. وقد يرجع ذلك إلى عجز محطات المعالجة على التعامل مع كميات كبير من مياه الصرف الصحي الخام. ويتم التخلص من نسبة كبيرة من مياه الصرف في التجمعات المائية السطحية بهدف استخدامها لاحقا في أعمال الري وفقا للوائح التي تنظم نوع المحاصيل التي يمكن ريّها بمياه الصرف. وقد تُستخدم هذه المياه أيضا في ري الحدائق والأغراض الصناعية. ولا تسمح الحكومات بالتخلص من مياه الصرف الخام في الوديان أو عبر التصريف الأرضي. وقد تقع مُخالفات في المناطق الريفية غير المتصلة بشبكة الصرف (أو التجميع).

الفئة الثالثة. تضم هذه الفئة لبنان، والضفة الغربية، واليمن، حيث يجرى التخلص من مياه الصرف في الوديان، ثم تُروى المحاصيل الزراعية بالمياه دون معالجة. وتتخلص الضفة الغربية من مياه الصرف الخام في الوديان، حيث تُستخدم في ري جميع أنواع المحاصيل والخضروات. وليس هناك أي ضوابط بيئية أو بشرية لحماية العمال، أو المنتجات، أو التربة، أو المياه، أو لمنع تلوث المياه الجوفية. وتستخدم في اليمن مياه الصرف الخام في عمليات الري دون معالجة.

المصدر: AHT 2009; Fatta and others 2005; Choukr-Allah and Hamdy 2004; Choukr-Allah 2010.

وتستحق مياه الصرف المُعالجة أن تحظى باهتمام خاص من دول الخليج في ظل ارتفاع عدد سكان المراكز الحضرية (البالغ متوسطه 7 إلى 8 في المئة)، وقدرتهم المالية. وتشغل أغلب هذه البلدان محطات المعالجة بقدرات المعالجة الثلاثية والمتطورة، وتوظف 40 في المئة من مياه الصرف المعالجة في ري المحاصيل العلفية، والحدائق، وري المحاصيل غير الصالحة للطعام. وما يقرب من نصف مياه صرف المنازل يتعرض للتصريف دون المعالجة في الوديان ليتخلل طبقات المياه العميقة أو مياه البحر متسببا في تلوث البيئات الساحلية والبحرية.[58] ولدى جميع دول الخليج خطط طموحة لعلاج المزيد من مياه الصرف لتلبية الحاجة إلى مياه الري، وللحد من ضخ المياه الجوفية في الاستخدام الزراعي.[59] وتعالج مصر كمية كبيرة من مياه الصرف خارج منطقة دلتا النيل لإعادة استخدامها في الحدائق، وفي خطط إعادة تحريج الصحراء، والمحاصيل الغذائية والصناعية، ومحاصيل الطاقة، وزراعة نبات الزينة.[60] وفي الأردن، تُمزج مياه الصرف المُعالَجة مع المياه العذبة لري 10,600 هكتار من المحاصيل الغذائية، فضلا عن توفير 20 في المئة من الحاجة لمياه الري في الأردن كله.[61] وتنتج ليبيا سنويا 40 مليون متر مكعب (6.6 في المئة) تقريبا من أصل 600 مليون متر مكعب من مياه الصرف لإعادة استخدامها في ري المحاصيل العلفية، وأشجار الزينة، والعشب الأخضر. وفي تونس، يُعاد استخدام 30 في المئة من مياه الصرف المُعالجة في النشاط الزراعي والمناطق الأخرى.

وتقدم مياه الصرف المعالجة العديد من المزايا للبلدان العربية القاحلة، إذ لا تثير المخاوف ذاتها المرتبطة بموارد المياه السطحية، فضلا عن قدرتها على تلبية حصة كافية من الطلب المتزايد على المياه بفعل التحضر والنمو السكاني. ولكن عوامل عديدة تعيق التوسع في إعادة استخدام المياه، كالحواجز الاجتماعية، والعقبات التقنية والعوائق المؤسساتية والسياسية.

وهناك حاجة إلى صياغة السياسات الخاصة بمعالجة مياه الصرف لحماية صحة الإنسان والبيئة (الإطار 7.1). ولا تكفي حملات التوعية والدعم الحكومي للتشجيع على إعادة استخدام مياه الصرف المُعالجة في ظل توافر موارد مائية أخرى، حتى وإن اتسمت إمداداتها بالندرة والعجز. ويمكن أن يساعد تحليل فعالية التكلفة صناع القرار على اختيار مسار عمل مستدام. وهناك أيضا حاجة إلى بناء قدرات الصرف الصحي (الإطار 8.1).

يمثل ضمان موافقة المجتمع على استخدام مياه الصرف المُعالجة قضية كبرى. ويمكن للوائح التنظيمية والممارسات الإدارية المشتركة الملائمة أن تساعد في تحقيق ذلك. ومن الضروري أن تمتلك الدول الإرادة والالتزام السياسي للتوسع في استخدام مياه الصرف المعالجة. ويمكن أن تساعد الحكومات العربية هذه العملية من خلال الاستعانة بآليات تنظيمية وإدارية، إضافة إلى تخصيص الموارد المطلوبة، وتوفير الحوافز. وثمة حاجة إلى تعدد الاستراتيجيات، بما في ذلك استراتيجية الرصد والتقييم، فضلا عن رعاية حملات التوعية العامة الهادفة إلى تحسين الرأي العام إزاء استخدام مياه الصرف المُعالجة، ووضع معايير وطنية لإعادة استخدام المياه وحماية الصحة العامة، وتحويل مياه الصرف المُعالجة لبديل يعتمد عليه اعتمادا أكبر من المياه السطحية أو الجوفية في الري.[62] وكلما زالت الحواجز الاجتماعية حول إعادة استخدام مياه الصرف (مثل إهمال المزارعين، والنواهي الدينية)، يبدأ الجمهور في تقبّل الحاجة إلى إعادة استخدام المياه في المحاصيل غير الصالحة للأكل، وحدائق الزينة، وما شابه.[63]

الإطار 8.1 بناء قدرات الصرف في شمال أفريقيا

إن البرنامج الدولي للتكنولوجيا والبحث في مجالي الري والصرف برنامج متخصص في دعم بناء قدرات الصرف الصحي في أفريقيا. وفي ورشة العمل التي عقدها حول شمال أفريقيا، قدم البرنامج عرضا عاما للنظم الحالية، وتوصيات رئيسية لتطوير قطاع الصرف الصحي، بما فيها ما يلي:

- تحتاج جميع البلدان إلى تعزيز القدرات الوطنية لنظم الصرف. ويجوز – وفقا لنظام الصرف المعتمد في الدولة – أن يكون هذا التعزيز لنظم الصرف المكشوف أو المغطى. وتحتاج الدول إلى مزيج من النظامين، حيث تتحكم نظم الصرف المغطى في تشبع التربة بالمياه وفي الملوحة؛ أما نظم الصرف المكشوفة فتتحكم في الجريان السطحي.
- لا يتوفر إلا عدد قليل من مهندسي الصرف. وقد أعطى جميع المشاركين الأولوية لتكوين شبكات أكثر قوة لتيسير تبادل المعلومات.
- إن من من الأمور الجوهرية تقديم الدعم المعرفي لبلدان شمال أفريقيا عبر الدورات الدولية (التي تشمل دراسات حالة وزيارات ميدانية للنظر في مختلف الحلول لعملية الصرف).
- ينبغي أن يتحقق التعاون على المستوى الدولي، وأن يشمل مؤسسات البحث والتطوير من شمال أفريقيا، وأوروبا، وأماكن أخرى؛
- يحتاج بناء القدرات إلى الاهتمام الشامل بالمشروع من البداية حتى نهايته: ويشمل التحديد، والتصميم، والإنشاء، والتنفيذ، والنواحي الاجتماعية الاقتصادية كمشاركة المزارعين. ومن الضروري التركيز على النواحي البيئية، كما أن من المهم وضع قضايا الصرف ضمن السياق العام لإدارة شؤون المياه، وتوظيف مياهه في الري مع رصد جودة المياه؛
- تحتاج المساعدة المالية والفنية اللازمة لبناء القدرات إلى الالتزام والتخطيط على المدين المتوسط والطويل. وقد عبر المشاركون عن الحاجة إلى التعاون الدولي. ويمكن مناقشة هذا التعاون مع الجهات المانحة، ودراسته باستفاضة، وتنسيقه من خلال الوكالات الدولية والحكومات الوطنية.

المصدر: IPTRID 2002.

الموارد المائية غير التقليدية الأخرى

تبحث العديد من البلدان العربية عن استراتيجيات لتوفير مصادر مائية بديلة. وركزت الأردن على استخدام مياه الأمطار المُجمعة في الري وتوفير إمدادات المياه. وتعرف المنطقة العربية تقنيات جمع المياه منذ العصور القديمة، حيث إن جمع المياه من الحلول الضرورية والبسيطة تكنولوجيا لزيادة كفاءة استعمال المياه، والإنتاج الزراعي أثناء مواسم الجفاف، وتقليص معدلات التدهور البيئي.[64] وينبغي – في منطقة من أشد مناطق العالم جفافا – أن تصير استدامة جمع المياه من الأولويات التي تحقق الاستفادة المثلى من مياه الأمطار، وتحد من استنزاف الموارد المائية، وتلبي حاجات السكان.[65]

وتشمل الأساليب الرئيسية للمحافظة على المياه في البلدان العربية الخزانات الأرضية (لتخزين كميات مائية محدودة لفترة قصيرة)، والأحواض المائية الصغيرة (بالقرب من المناطق المزروعة)، والسدود الصغيرة، والتخزين تحت الأرض. وتشمل نظم تجميع المياه المنتشرة مدرجات المياه السطحية (المساطيح في عمان، والسعودية، واليمن)، وسدود تحويل الري، وأحواض المياه المنحدرة المجاورة للحقول (المساقط في المغرب العربي)، والتغذية الصناعية، وسدود التخزين. وتسحب الآبار الضحلة المحفورة وحجرات التخزين المياه من طبقات المياه الضحلة (لإمدادات المياه المنزلية أيضا)، فضلا عن استغلال المياه الجوفية في الكثبان الرملية الساحلية. وتدير هذه النظم المختلفة عملية سقوط الأمطار، وتحمي التربة من الرطوبة، وتتحكم في تآكل التربة وتصحرها.[66]

ومن العوائق الرئيسية التي تعترض سبيل استخدام مياه الأمطار المجمعة استخداما أكبر قلة المعلومات المتوفرة حول الأمطار المتساقطة وجريان المياه، والأوضاع السيئة لأحواض المياه، والأساليب الهيدرولوجية، والتكلفة المرتفعة لتأسيس البنية التحتية لتكنولوجيا تجميع المياه، ورصدها وصيانتها. أما القيود الاجتماعية الاقتصادية فمنها قِدَم معلومات المزارعين بشأن أساليب جمع المياه، وضعف نُظم حيازة الأراضي التي تقلل من العوامل المحفزة للاستثمار في كيانات جديدة لجمع المياه.

ويحتاج تحسين أساليب جمع المياه إلى سياسات حكومية طويلة المدى لدعم المراكز البحثية الوطنية، وتوفير الخدمات الإرشادية، ومشاركة الكيانات المؤسسية والمنظمات المنتفعة (الجمعيات والتعاونيات)، وبرامج تدريب المزارعين، والرعاة، وطاقم الإرشاد.

وعلاوة على ذلك، تجري المنطقة العربية تجارب لاختبار طرق تعديل الطقس عبر تقنيات استمطار السحاب. وقد أفادت الإمارات بإيجابية نتائج الاستمطار في أيار/مايو 2008.[67] وسجل الأردن 13 في المئة في متوسط زيادة تساقط الأمطار بعد عشرة مواسم ممطرة من إجراء تجارب استمطار السحاب. وحقق الاستمطار في السعودية أيضا نتائج ايجابية،[68] فضلا عن بدء المركز الوطني السعودي للأرصاد الجوية وحماية البيئة مشروع تعديل الطقس.[69] وترتب على هذه الممارسات زيادة المخاوف المتعلقة بملكية السحب بين البلدان.[70]

وعلاوة على ذلك، تعتمد المنطقة العربية اعتمادا كبيرا على إعادة استخدام مياه الصرف في الري. فمن بين البلدان العربية، تستخدم مصر وسورية مصادر مياه الري الأكثر حداثة، حيث يبلغ معدل مياه الصرف المستخدمة في الزراعة 7.5 مليار متر مكعب في مصر، و 2.3 مليار في سورية.[71] وتبنت مصر سياسية وطنية تهدف إلى إعادة استخدام مياه الصرف منذ عام 1975 لتعزيز كفاءة استخدام المياه، ولزيادة المساحات المزروعة. ومن المتوقع أن تصل كمية مياه الصرف المستخدمة في الري إلى 8.7 مليار متر مكعب بحلول عام 2017.[72]

وعلى الرغم من هذه المنافع، فإن إعادة استخدام مياه الصرف تلحق الضرر بجودة مياه نهر النيل لأن الأملاح والمبيدات والنفايات الصناعية والمخلفات المنزلية التي تحملها المياه تضر بصحة الإنسان والبيئة. ولذلك، ثمة حاجة إلى سياسة طويلة المدى، وبرنامج رصد شامل لتحسين كفاءة إعادة استخدام مياه الصرف، ولتقليص آثاره الملوثة. ولدى مصر إرشادات تشغيلية حول إعادة استخدام مياه الصرف كجزء من برنامج التوسع الأفقي في الأراضي، ويشمل تقييم المياه المتوفرة، وتقييم جودة المياه، وفحص الجوانب الاجتماعية الاقتصادية المتعلقة بمُلاك الأراضي.[73]

ضعف الأنظمة المائية العربية

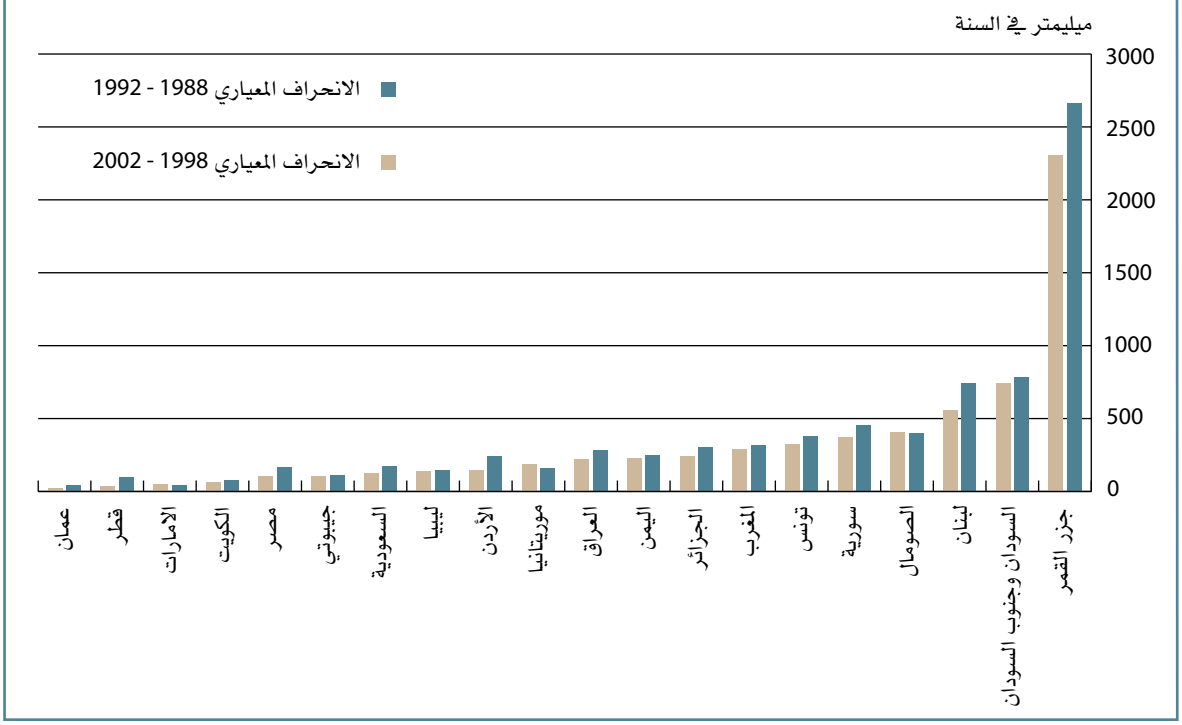
تعاني الأنظمة المياه العربية من نقاط ضعف متعددة بدءا من التغيرات الكبيرة في الموارد المائية حتى موارد المياه المشتركة، وتلوث المياه، وتأثيرات التغير المناخي.

التغير الطبيعي للموارد المائية

تواجه البلدان العربية تحديات خطيرة في إدارة موارد المياه المتغيرة. وقد تأقلمت بلدان الخليج شديدة القحولة مع ذلك الوضع بالاعتماد على تحلية مياه البحر؛ وسارعت مصر والعراق وسورية إلى تطوير الموارد المائية المتجددة، ومعظمها من الموارد العابرة للحدود، ودخلت هذه الدول في تنافس ونزاع محتمل مع دول المنبع نظرا لجهودها

الشكل 9.1

المؤشر الوطني لسقوط الأمطار في البلدان العربية الانحراف المعياري للفترة 1988 - 1992 و 1998 - 2002



ملحوظة: لا توجد بيانات كافية عن البحرين و دولة فلسطين. ويقيس المؤشر التفاوت في كمية الأمطار سنويا استنادا إلى المتوسط طويل المدى 1986 - 2000.

المصدر: FAO 2013.

الرامية إلى تأمين حقوقها التاريخية في هذه الموارد؛ وسعت البلدان العربية ذات موارد المياه المتجددة المحدودة، والقدرات المالية الضعيفة، كالأردن، للاستفادة من إعادة استخدام المياه، وانتهجت مبادرات إدارة الطلب؛ كما تعتمد الآن العديد من البلدان اعتمادا كبيرا على طبقات المياه الأحفورية غير المتجددة كي تعوض التوازن المائي السلبي. وقد ترتب على ذلك استنفاد أغلب البلدان العربية بالفعل لإمكانيات تطوير إمدادات المياه، وهو ما جعل من إدارة الطلب وتحسين كفاءة استخدام المياه من خلال القطاعات حلولا فعالة وواقعية. لذلك، يجب تطوير إمدادات المياه – التي بلغت معدلات استغلالها للحد الأقصى – والحفاظ عليها من أجل ضمان إمكانية الاعتماد عليها.

إن تغيرات سقوط الأمطار في المنطقة العربية ليست حالة موسمية وجغرافية فقط، وإنما هي سنوية أيضا؛ فالتغير الطبيعي في سقوط الأمطار قد يحدث بعد خمس سنوات من سقوط الأمطار بنسبة تزيد أو تقل عن 10 في المئة وهي متوسط التغير، على الرغم من أن نسبة التغير خلال تسع سنوات من أصل عشر أقل من 10 في المئة. ويعكس المؤشر الوطني لسقوط الأمطار هذا الارتفاع في معدل تغير سقوط الأمطار، إذ يقدر التغير في الإجمالي السنوي لتساقط الأمطار من خلال متوسط سقوطها طويل المدى في الفترة ما بين 1986 - 2000، وانخفض معدل التغير في سقوط الأمطار من الفترة 1988 - 1992 إلى 1998 - 2002 (الشكل 9.1).[74] وينتج عن التغيرات السنوية في معدل سقوط الأمطار مضاعفات خطيرة على نظم المياه،[75] مما يتطلب إدارة المياه على مدار السنوات، فضلا عن التخزين والاستخدام المترابط بين المياه السطحية والجوفية.

الموارد المائية المشتركة

ينبع من خارج المنطقة (نسبة التبعية المائية) ما يزيد على نصف الموارد المائية المتجددة (من المياه السطحية والجوفية) في المنطقة العربية (التي تبلغ كميتها 174 مليار متر مكعب سنويا من أصل 315 مليارا)،[76] ومن ضمن هذه المصادر الأنهار الكبرى كنهر الفرات، والسنغال ودجلة. وتشترك العديد من البلدان العربية في الأنهار الصغيرة كنهر اليرموك بين سورية والأردن، ونهري العاصي والكبير الجنوبي بين لبنان وسورية. وتمتد شبكات ضخمة للمياه الجوفية – سواء كانت متجددة أو غير متجددة – بين البلدان العربية المتجاورة وعبر حدود المنطقة؛ فمن طبقات المياه الجوفية المشتركة في المنطقة خزان الحجر الرملي النوبي المشترك بين تشاد ومصر وليبيا

والسودان، وخزان المياه الجوفية في الصحراء الغربية الشمالية بين الجزائر وليبيا وتونس، وحوض الجبل المشترك بين إسرائيل والضفة الغربية، وخزان الديسي بين الأردن والسعودية، وطبقة المياه بين جبلي رَمْ الأردني وساق السعودي، والحوض الشرقي الكبير بين الجزائر وتونس. وتتسم أغلب هذه النظم المائية بأنها غير متجددة؛ وممتدة لمساحات واسعة، وبالأخص في الصحراء الكبرى وشبه الجزيرة العربية؛ ومشتركة بين بلدان عربية وغير عربية عديدة. وتخزن هذه النظم كميات كبيرة من المياه في التكوينات الجيولوجية العميقة، ولكن ما يقيد استخدام هذه المياه هو عمرها المحدود، والقيود على جودتها.[77]

وتعتمد الدول العربية جميعها تقريبا على الأنهار أو طبقات المياه الجوفية المشتركة مع البلدان المجاورة لتوفير إمدادات المياه. وتسجل نسبة التبعية المائية (المياه السطحية) في بعض البلدان العربية نسبة مرتفعة جدا (الجدول 6.1)، إذ تعتمد مصر والعراق وسورية على الموارد المائية المشتركة عبر الحدود والمتكونة خارج حدودها دون غيرها، بينما يعتمد الأردن وفلسطين اعتمادا كليا تقريبا على مياه نهر الأردن الجاري عبر الحدود الذي تسيطر عليه إسرائيل بصفة أساسية. كما ترتفع هذه النسبة في بعض البلدان إذا حُسبت طبقات المياه الجوفية المشتركة. وتشترك الجزائر وليبيا وتونس في كميات كبيرة من المياه الجوفية، كما تشترك معظم بلدان شبه الجزيرة العربية في مياه نظام طبقة بالوجين الممتدة من الشمال إلى نهاية جنوب شبه الجزيرة.

تلوث المياه

يهدد التلوث الصادر من الأنشطة الزراعية والصناعية والمنزلية موارد المياه السطحية والجوفية في المنطقة العربية علاوة على استغلالها استغلالا مفرطا (الإطار 9.1). وكلما تدهورت جودة المياه، قلت القدرة على استخدامها، مما يؤدي إلى تقلص توفرها وزيادة ندرتها، وهو ما يزيد المخاطر الصحية، ويضر البيئة بما في ذلك النظم الإيكولوجية الضعيفة.[78]

وفي غزة – على سبيل المثال – ترتفع مستويات النترات إلى 600 - 800 ميليغرام لكل لتر نتيجة للتلوث الزراعي والتلوث بمياه الصرف، حيث يزيد هذا المعدل كثيرا عن الحد الأقصى المسموح به البالغ 50 ميليغرام لكل لتر من مياه الشرب، مما يتسبب في مخاطر صحية شديدة.[79] وفي رأس الجبل في تونس، وصل تركيز النترات بفعل التلوث الزراعي 800 ميليغرام لكل لتر.[80] ويتسبب زيادة تركيز النترات في ميثيموغلوبينيميا الدم (متلازمة الطفل الأزرق)، فضلا عن حالات مرضية أخرى قد تؤدي للوفاة أو إعاقة في النمو.[81] ومن ضمن حالات التلوث بفعل التدخل البشري في بلدان المغرب الأمثلة التالية: نفاد الأكسجين من مخزون السد المائي، تلوث المياه الجوفية بالنترات نتيجة لاستخدام الأسمدة، إطلاق المياه الغنية بالكادميوم من مناجم الفوسفات، والتلوث المتسبب في الأمراض للموارد المائية نتيجة لتدفق مياه الصرف غير المُعالجة.[82]

الجدول 6.1 نسبة التبعية المائية في المنطقة العربية، 2011 (المياه السطحية فقط)

البلد	نسبة التبعية المائية (%)	البلد	نسبة التبعية المائية (%)
الكويت	100.0	قطر	3.45
مصر	96.9	فلسطين	2.99
البحرين	96.6	لبنان	0.79
موريتانيا	96.5	المغرب	0.00
السودان وجنوب السودان	76.9	جيبوتي	0.00
سورية	72.4	عمان	0.00
العراق	60.8	اليمن	0.00
الصومال	59.2	السعودية	0.00
الأردن	27.2	ليبيا	0.00
تونس	8.7	الإمارات	0.00
الجزائر	3.6	جزر القمر	0.00

ملحوظة: تشير نسبة التبعية المائية إلى المياه السطحية فقط. ويشترك العديد من البلدان التي تبلغ نسبة التبعية المائية فيها صفرا مع بلدان أخرى في طبقات المياه الجوفية العابرة للحدود.

المصدر: FAO 2013.

الإطار 9.1 التكلفة الاجتماعية للاستغلال المفرط للمياه الجوفية، ونضوب مواردها في البحرين

يعتبر خزان الدمام للمياه الجوفية المصدر الوحيد للمياه الطبيعية العذبة في البحرين. ويبلغ إنتاجه الآمن للمياه سنويا 110 ملايين متر مكعب تقريبا، وتقدر هذه الكمية وفقا لمعدل تدفق المياه الثابت القادم من طبقات المياه الجوفية المُعادلة عند المنبع في شرق السعودية. ومنذ بدايات السبعينيات، أدت الزيادة السريعة لعوائد النفط إلى تعزيز قاعدة الدولة الاقتصادية، وتحسين مستويات المعيشة التي ترتب عليها نمو سكاني سريع، إضافة إلى التصنيع، والتحضر، والتوسع في الزراعة التي تعتمد على الري، وزيادة الطلب على المياه بشكل كبير. وثمة زيادة كبيرة في الاعتماد على المياه الجوفية لإشباع الطلب المتزايد من معدلات استخراج المياه الجوفية بصورة تتجاوز الإنتاج الآمن للمياه بعد أن ازدادت معدلات الضخ عن الضِعف في أواخر التسعينيات. وترتب على طول مدة الاستغلال المفرط تدهور حاد في جودة المياه نتيجة لتسرب مياه البحر، وللتدفق العلوي للمياه الملحة من طبقات الأرض، وسارة كلية في ينابيع المياه المتدفقة طبيعيا. وفقدت البحرين أيضا أغلب خزانات المياه الجوفية الأصلية بسبب التملح.

ويعتمد التأثر الاجتماعي بنضوب موارد المياه الجوفية على مستوى الاعتماد عليها والتكلفة الحدية (كلفة توفير إمدادات المياه البديلة). وعلاوة على ذلك، يجب أن يوضع في الاعتبار تكلفة الفرصة البديلة أو الاستخدامات التنافسية، فضلا عن القيمة الوظيفية للمياه الجوفية في الحفاظ على النظم البيئية وتوفير مخزون مياه للطوارئ.

وبالنسبة للبحرين، بلغت التكلفة الحدية معدلا ضخما – حيث يعادل إنتاج 110 مليون متر مكعب سنويا من مياه البحر المُحلاة أو مياه الصرف المعالجة بكلفة تُقدر بـ 160 مليون دولار سنويا. وإضافة إلى ذلك، يؤثر فقدان المياه الجوفية بسبب التملح على التنمية الاجتماعية الاقتصادية، والزراعة، والبيئة. ومع زيادة تملّح المياه الجوفية المستخدمة في الري، أجبرت خسائر الإنتاج والتصحر على هجر الأراضي الزراعية التقليدية؛ فتقلصت مساحة الأراضي المزروعة من 65 كيلومترا مربعا إلى 41 كيلومترا مربعا في أواخر السبعينيات، مما دفع الحكومة البحرينية إلى بذل جهود للحفاظ على المستويات السابقة للأراضي الزراعية عبر استصلاح أراضي جديدة، وإعادة استخدام مياه الصرف المعالج. ويضر نضوب المياه الجوفية الأراضي الرطبة، والتنوع البيولوجي، وأدى جفاف ينابيع المياه الطبيعية والبيئة المحيطة إلى تدمير الموئل البرية، والقضاء على أنواع الحيوانات، وتعريض النظام البيئي وإمكانات الاستثمارات السياحية للخطر (انظر الصور).

نماذج لجفاف الينابيع الطبيعية، وفقد الموائل الطبيعية في منطقة عين الرحى البحرينية في الفترة ما بين الخمسينيات والتسعينيات

المصدر: Zubari 2001; Abdulghafar 2000.

وتعاني الأراضي الرطبة الواقعة شمال نهر النيل من نضوب الأكسجين في مواقع عديدة. وقد أدى الاستخدام المتزايد لأسمدة النترات والفوسفات في مصر إلى ظهور مصدر آخر للتلوث؛[83] وعلاوة على ذلك، تجري التدفقات العائدة من مياه الصرف الصحي المنزلي، والصناعي والزراعي في مصر جريانا تمتد معظم مياهه غير المُعالجة عبر 70 كيلومترا من مصرف بحر البقر، ثم تصب هذه الكمية في بحيرة المنزلة في الشمال الشرقي لدلتا النيل. وتحفل عملية التصريف في بحر البقر بالمحتويات الملوثة التي تشمل البكتيريا، والمعادن الثقيلة، والمواد العضوية السامة. ونتج عن تلوث بحر البقر ارتفاع معدل وفيات الأسماك، والإحجام الكبير عن استهلاك أسماك البحيرة – التي كانت تحتل سابقا المركز الثالث في الإنتاج السمكي في مصر.[84] وفي السودان، تسببت المستويات المفزعة لنمو العوالق النباتية والزنابق المائية، وزيادة رواسب مياه السطح، في مشكلات كبيرة لإدارة المياه ومعالجتها، ونتج عنها ارتفاع معدلات الإطماء (زيادة تركيز الرواسب العالقة والدقيقة). ويمكن أن تنجم مخاطر صحية عن نقص إمدادات المياه الصالحة للشرب، وتجميع مياه الصرف، ومحطات المُعالجة.[85]

ويمثل حوض الليطاني العلوي في لبنان نموذجا صارخا آخر للتأثير السلبي طويل المدى الناجم عن ضعف إدارة مياه الصرف. وعلى الرغم من أنه يتغذى على مياه الينابيع العذبة، فقد أصبح نفقا للصرف الصحي في أغلب أوقات العام،[86] وعرضه الاستخدام العشوائي للأسمدة إلى المزيد من تلوث طبقات المياه الجوفية الأرضية.[87]

وفي مصر والأردن ولبنان ودولة فلسطين وسورية (المشرق)، أدى إلقاء مياه الصرف الخام، ومياه الصرف المعالجة جزئيا من القطاع الزراعي، والصناعي، والمنزلي في المجاري المائية إلى ظهور مخاوف صحية خطيرة، والتلوث الشديد للأراضي الزراعية والموارد المائية أثناء فترة انخفاض التصريف تحديدا. ومن الواضح أيضا تلوث طبقات المياه الجوفية الأرضية،[88] حيث ظهرت أعراض تلوث مماثلة في أحواض الأنهار؛[89] فقد يصل تركيز النترات في بعض الآبار المحلية لدولة فلسطين – على سبيل المثال – إلى 40 ميليغراما لكل لتر.[90] وتفتقر معظم قرى المشرق إلى أنظمة التخلص من مياه الصرف الملائمة، وتعتمد على البواليع المنزلية الفردية؛ فترتب على ذلك تلويث المياه الجوفية التي أصبحت غالبا مصدرا لمياه الشرب غير المُعالج. وتضاعفت هذه المشكلة مع الاستخدام المتزايد للروث كسماد للتربة نظرا لأن مياه التربة الجارية تتسرب إلى طبقات المياه الجوفية. وبمجرد تلوث المياه الجوفية تصبح معالجتها بلا شك صعبة وباهظة التكلفة، لا سيما وأن معدلات تغذية المياه الجوفية في المنطقة منخفضة جدا.

وقد أقرت بلدان عربية عديدة بالمشكلات المصاحبة لتلوث المياه الجوفية، واتخذت خطوات لحماية موارد المياه القيمة من التدهور. وتحسنت معالجة مياه الصرف الصحي تحسنا كبيرا في العديد منها، وبخاصة في مصر، والأردن. وبدأت كل من الجزائر ومصر والمغرب وتونس في الرصد الدقيق لجودة المياه الجوفية في التسعينيات؛ ففي مصر حظر القانون التخلص المباشر من مياه الصرف الصناعي غير المعالجة في مياه نهر النيل منذ 1999؛[91] وفي 2001، أصدرت سلطنة عمان قانونا لحماية موارد مياه الشرب من التلوث، وأنشئت منذ هذه اللحظة مناطق حماية مياه الشرب المستمدة من أحواض المياه الجوفية.[92] وبمساعدة من المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب أسيا، والمعهد الاتحادي الألماني لعلوم الأرض والموارد

الإطار 10.1 التغير المناخي: تأثيره ونقاط الضعف والمخاطر

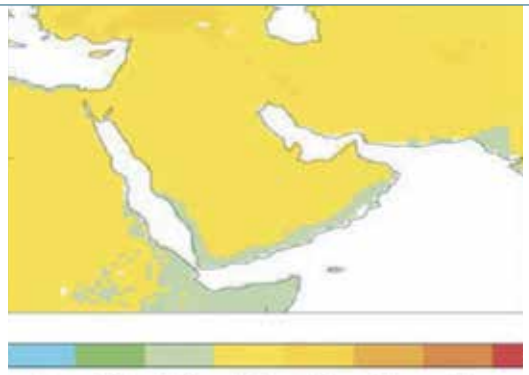
سيتسبب التغير المناخي في تغير الدورة الهيدرولوجية تغيرا سيؤثر على البنية التحتية للمياه والنظم البيئية الطبيعية (انظر الخرائط)، ولا يوجد أي بلد محصن ضد آثار التغير المناخي، بل إن بعض البلدان ستعاني من آثاره معاناة أكبر نتيجة لعوامل اقتصادية وجغرافية. وسيجعل نقص الموارد المالية والتكنولوجية البلدان النامية أكثر عرضة لمخاطر التغير المناخي، حيث يقدر البنك الدولي أن ارتفاع الحرارة بمعدل درجتين مئويتين يمكن أن يعرض ما يزيد على 100 – 400 مليون مواطن لخطر الجوع، فضلا عن أن أكثر من 1-2 مليار مواطن قد لا يحصلون على حصة المياه الكافية لإشباع حاجتهم. وسيواجه العالم النامي عواقب لا تتماشى مع التحديات، حيث يتوقع ازدياد صور عدم المساواة بين البلدان الغنية والفقيرة، فضلا عن إمكانية الإضرار بالتقدم التنموي أو انتكاسته.

وترتبط مخاطر التغير المناخي باحتمالية الحدوث، وشدة تأثيرها. وتُعرف الهيئة الدولية الحكومية المعنية بتغير المناخ سرعة التأثر «بدرجة التأثر بآثار التغير المناخي، بما في ذلك التقلبات المناخية والظواهر المتطرفة، أو عدم القدرة على التعايش معها». وترتبط سرعة التأثر بحساسية التعرض للمخاطر المحتملة ومداها. ومنها مخاطر الفيضانات. وتظهر حساسية التأثر في نقص الأمن الغذائي بعض التعرض للفيضانات، بينما يحدث التعرض عندما تقع الفيضان بوتيرة أكثر. وتعتمد سرعة التأثر بآثار التغير المناخي على مدى حساسية التعرض والقدرة على التكيف معه، وعلى طبيعة التغير المناخي وتقلباته ومقدارها ومعدله. ومع أن جهود التخفيف من آثار التغير المناخي يمكن أن تحد من التعرض إليه، فإن قدرة المجتمع على التكيف هي التي تحدد مدى خطوة تأثر السكان بحدوثه. ولذلك، فإن السبيل إلى نجاح التكيف يتمثل في دعم قدرة التكيف –التي تعد وظيفة معقدة من وظائف بنية المجتمع التحتية، وثروته، وهيكله الاقتصادي، وحالته المادية، وموارده المؤسسية والبشرية وعوامل أخرى.

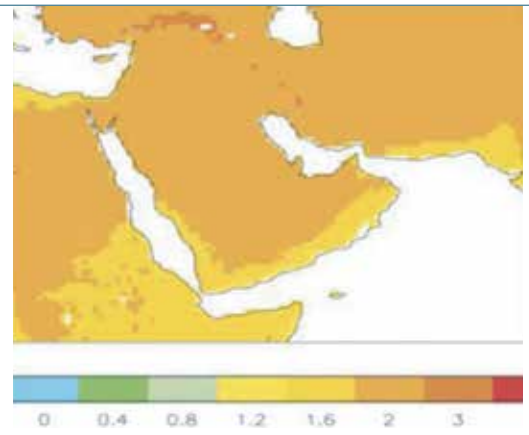
المصدر: World Bank 2010b; IPCC 2001, 2001a.

الخريطة 4.1.أ: التوقعات الخاصة بنموذج المناخ الإقليمي باستخدام التغيرات المتوسطة في درجة الحرارة (المئوية) خلال فترة عشرينات القرن الحادى والعشرين وأربعينياته وسبعينياته، مقارنة بفترة تسعينيات القرن العشرين

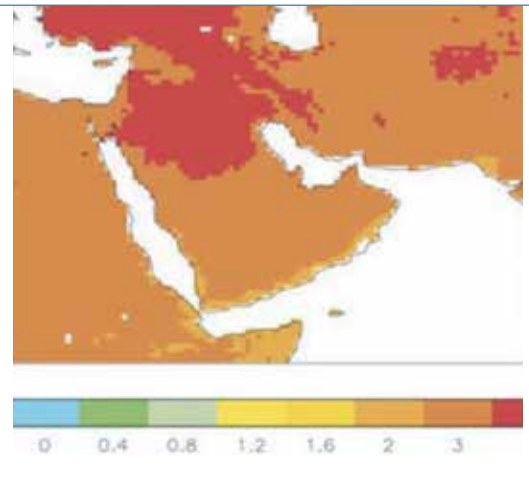
عشرينيات القرن الحادى والعشرين



أربعينيات القرن الحادى والعشرين

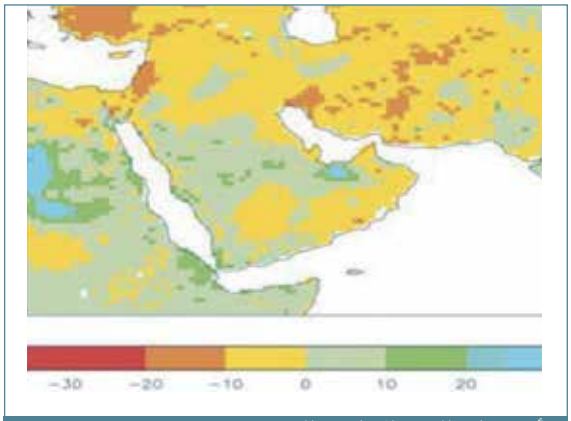


سبعينيات القرن الحادى والعشرين

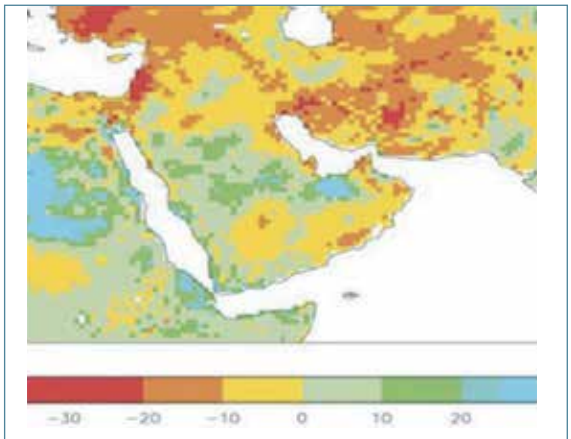


الخريطة 4.1.ب: التوقعات الخاصة بنموذج المناخ الإقليمي (في المئة) بإستخدام تغيرات سقوط الأمطار خلال فترة عشرينات القرن الحادى والعشرين وأربعينياته وسبعينياته، مقارنة بفترة تسعينيات القرن العشرين

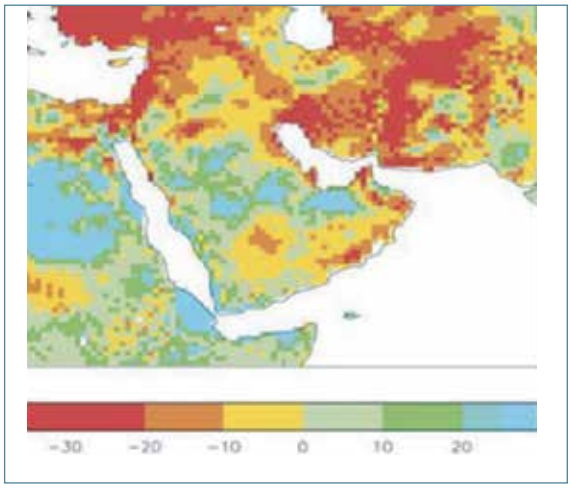
عشرينيات القرن الحادى والعشرين



أربعينيات القرن الحادى والعشرين



سبعينيات القرن الحادى والعشرين



المصدر: منقول بتصرف من Hemming, Betts, and Ryall 2007.

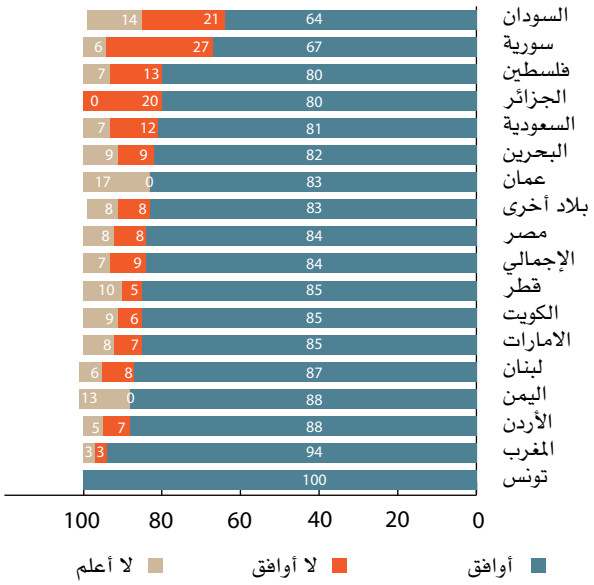
الطبيعية، والتعاون التنموي الألماني، تحشد سورية والأردن واليمن مواردها الفنية والمالية كي ترسم سياسات إدارة جودة المياه، وتحدد الإجراءات القانونية اللازمة، وتُعرف المسؤوليات في إطاراتها المؤسسية بهدف التنسيق الفعال بين الأطراف المعنية، مع الاهتمام الخاص بحماية المياه الجوفية.[93]

التغير المناخي

ثبت بالدليل العلمي أن هناك تغيرات مناخية بالفعل[94] تتجلى صورها في المنطقة العربية في زيادة الجفاف، والعواصف، والفيضانات (الإطار 10.1؛ الخريطتان 4.1.أ و4.1.ب).[95] ويشير تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية بشأن التغير المناخي (لعام 2009) إلى أن البلدان العربية تُصنف من ضمن البلدان الأكثر تأثرا بمخاطر التغير المناخي، حيث اعتمد التقرير على استطلاع الرأي العام العربي تجاه تغير المناخ، ويرى 84 في المئة من المشاركين أن التغير المناخي يشكل تهديدا خطيرا على بلادهم (الشكل 10.1)، كما يعترف الرأي العام في البلدان العربية بواقع التغير المناخي وبأنه وليد الأنشطة البشرية في المقام الأول. ويشير الاستقصاء إلى أن سكان البلدان العربية مستعدون للموافقة على العمل الوطني والإقليمي لمواجهة التغير المناخي، والمشاركة فيه.[96]

تشير نماذج محاكاة الاحتباس الحراري إلى أن المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء السطحي في المنطقة العربية قد يزداد من 2.5 إلى 4.0 درجة مئوية بحلول عام 2100.[97] ويتوقع أن يزيد ارتفاع الحرارة من معدلات التبخر مما سيؤدي إلى تقليل من رطوبة التربة ومياه الرشح، وإلى تغذية طبقات المياه الجوفية، كما أن من المتوقع أن تقل معدلات متوسط سقوط الأمطار في القرن الواحد والعشرين بنسبة 10 في المئة الى 20 في المئة في منطقة البحر المتوسط، والأجزاء الشمالية، وشبه الجزيرة العربية. وتشير التقديرات أيضا إلى أن معدل سقوط الأمطار سينخفض 30 في المئة الى 40 في المئة في المغرب، وشمال موريتانيا. وعلى عكس ذلك، من المتوقع أن تزداد معدلات سقوط الأمطار في الأجزاء الجنوبية الشرقية العمانية والسعودية والإماراتية، واليمنية. ومن المتوقع أيضا أن تتسبب زيادة كثافة هطول الأمطار – التي تنتج عنها سيول عارمة – في الحد من مياه الرشح، ومن إمكانية تغذية طبقات المياه الجوفية. وتبين التوقعات المتعلقة بآثار التغير المناخي على متوسط انتشار تغذية المياه الجوفية على المدى البعيد أن زيادة درجات حرارة السطح وانخفاض معدلات سقوط الأمطار ستؤدي إلى انخفاض تغذية طبقات المياه الجوفية بمعدل 30 في المئة

الشكل 10.1
التغير المناخي مشكلة خطيرة على الدول العربية، شباط /فبراير – أيار/مايو 2009



استطلاع الرأي العام العربي: يشكل تغير المناخ مشكلة خطيرة للبلد حيث أعيش؟
ملحوظة: الإجمالي قد لا يصل إلى 100 فى المئة نظرا إلى التقريب.
المصدر: Tolba and Saab 2009.

الى 70 في المئة في منطقة ساحل البحر المتوسط الشرقية والجنوبية.[98] وكلما زاد المناخ دفئا، اشتدت مخاطر تقلباته وموجات الفيضانات والجفاف بصورة تساهم في تفاقم الوضع المتزعزع فعليا نتيجة للندرة المائية (الإطار 11.1). والجفاف من أخطر كوارث نقص المياه المهددة للمنطقة العربية، وسيزيد ارتفاع درجات الحرارة من حدوثه وآثاره على المنطقة؛ حيث إن تكرار موجاته يزداد بالفعل في الجزائر، والمغرب، وسورية، وتونس؛ ومؤخرا كانت موجاته في سورية والأردن هي الأشد منذ عقود عديدة. وبالإضافة إلى ذلك، ستشهد بلدان عديدة تغيرات كبيرة في معدل سقوط الأمطار، وتناقصا في الموارد المائية المتاحة.[99]

وتبين أبحاث التغير المناخي أن في المنطقة العربية خمس دول من مجموع العشر دول الأكثر تعرضا لمخاطر تأثيرات التغير المناخي، وهذه الدول هي: جيبوتي، مصر، العراق، والمغرب، والصومال. وتتعرض جيبوتي – بصفتها أكثر البلدان تأثرا بالتغير المناخي – إلى العواصف الاستوائية التي تهب عليها بانتظام من المحيط الهندي، كما سيزداد سرعة تعرضها لمخاطر الفيضانات الأرضية عند ارتفاع مستويات البحر. وتأتي مصر في المرتبة الثانية لأكثر البلدان تأثرا بالتغير المناخي، حيث إن مصر – بجانب تركز الغالبية السكانية العظمى فيها حول وادي النيل والدلتا – معرضة بشدة لمخاطر الفيضانات الداخلية؛ كما سيصبح

الإطار 11.1 إدارة الفيضانات والتخفيف من أضرارها

تزداد – مع التغير المناخي – احتمالية حدوث موجات من الفيضانات الشديدة. ففي عام 2002، ناقشت لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا ورقة بحثية بشأن الوقاية المستدامة من الفيضانات، حيث طرحت الإرشادات العامة للوقاية من الفيضانات ومنع حدوثها، بما في ذلك التقييمات الأولية لخطورة الفيضان، ومخاطر الفيضانات، وخرائط المناطق المعرضة للأخطار. وتبين أن تخطيط الأراضي الفعال من العناصر الحيوية التي تضمن عنصر الجاهزية، وتنصح الورقة البحثية أيضا بإجراء بحوث حول الفيضانات، وإعداد منهجيات للتنبؤ بالفيضانات وتصميم المصارف، وإجراء دراسات حالة خاصة للأوضاع الفنية ولحالات الطوارئ لأحواض الأنهار، والاهتمام بالتدريب والتنمية لتلبية المطالب والتوقعات الجديدة.

وتهدد المنطقة العربية، على وجه الخصوص، الفيضانات الخاطفة التي تحدث بدون تحذيرات مسبقة كافية. وكثيرا ما تحدث في أحواض المياه الجبلية حيث لا تكون المؤسسات مجهزة للتعامل مع التخفيف من آثار الكوارث. ونتج عن سقوط غزير للأمطار في عامي 2009 و 2010 فيضانات خاطفة في أسوان والعريش المصريتين، وجدة السعودية، وغزة في دولة فلسطين، ومناطق أخرى عديدة، حيث تسببت في مقتل العديد، وغرق خطوط الكهرباء، وتدمير الطرق.

ويحدد تقييم مخاطر الفيضانات الخاطفة – وهو جوهر عملية إدارة مخاطر الكوارث – تدابير الحد من المخاطر الممكنة. ويجب أن يدمج تقييم المخاطر في أي تخطيط تنموي من أجل تحديد الإجراءات اللازمة لتلبية احتياجات التنمية، والحد من المخاطر.

وتضم اساليب التقييم والإدارة الموصى بتطويرها لإدارة الفيضان ما يلي: التقييمات البيئية، وتقييمات خسائر الفيضان، خطط إدارة أحواض الفيضانات، وآليات التقييم القانوني السريعة، والمشاركة المجتمعية، وعمليات التخزين، وإدارة تصريف المياه، وتخطيط الأراضي، والتكيف مع التغير المناخي، وخرائط المناطق المعرضة للأخطار والتبوء بها، ودراسات الحالة ودراسة التجارب، والتخطيط لطوارئ الفيضانات، والمسائل العابرة للحدود، واستعادة الأنهار، والحفاظ على الأراضي الرطبة، والفيضانات الخاطفة، والتدفقات الطينية، وإدارة الانهيارات الأرضية.

المصدر: منقول بتصرف من UNESCO (2010b) and UNECE (2000a).

تدفق مياه النيل غير مؤكد لأن معدلات سقوط الأمطار لا يعول عليها. أما العراق، والمغرب، والصومال – أي باقي الدول الخمس – فستتعرض لمخاطر الفيضانات الساحلية العالية، وتطرف درجات الحرارة. ومن المتوقع لدول الخليج العربي كالبحرين، والكويت، وعمان، وقطر، والسعودية، والإمارات أن تعاني من العواقب الوخيمة للتغير المناخي؛ فالبحرين – مع صغر كتلتها اليابسه إلى حد ما – ستواجه خطر الغرق في حالة ارتفاع مستويات البحر، وستتعرض قطر على وجه الخصوص لخطر الفيضانات الداخلية. ولذلك، تُوصف البحرين، وقطر، والكويت، واليمن بأنها بلدان تتأثر بالمخاطر تأثرا «قاسيا» ؛ أما الأردن، ولبنان، وليبيا، وعمان، والسعودية، وتونس، والإمارات فتتأثر بالمخاطر تأثرا «شديدا».[100]

وتحتاج البلدان العربية – كي تحد من سرعة التأثر بالمخاطر – إلى تعزيز قدرتها على التكيف، وإلى التفكير في تأثيرات التغير المناخي في تخطيطها لمواردها المائية. ولكن الخطط الوطنية وملفات الاستثمارات الإقليمية لا تعكس أي شعور بالاحتياج الملح لهذه المسائل الحيوية، كما أن عناصر قدرات الحكومة المتكيفة مع ندرة المياه بفعل تغير المناخ مازالت في طور النمو. ولذلك، ينبغي أن يتركز الاهتمام على الحوكمة الرشيدة، وتنمية الموارد البشرية، وإنشاء هياكل مؤسسية، وإدارة المالية العامة والموارد الطبيعية، فضلا عن حاجة البلدان العربية إلى دعم التعاون الإقليمي للتكيف مع التغير المناخي.

لقد وصلت الموارد المائية في المنطقة العربية إلى وضع خطير؛ حيث إن ندرة الموارد الطبيعية، وزيادة النمو السكاني، وتغير أنماط الحياة، والمطالبة بالتنمية والنمو الاقتصادي، والحوكمة وممارسات إدارة المياه غير الملائمة تؤدي إلى الدخول في حلقة مُفرغة. وتزيد من هذه المخاوف آثار التغير المناخي، والمنافسة المتزايدة على الموارد المائية. ومن ثم، فإن فعالية حوكمة المياه هي المخرج الوحيد من هذا الموقف الذي يشهد تدهورا سريعا.

الهوامش

[1] Beck Droubi, Jnad, and Al Sibaii 2006.

[2] FAO 2013.

[3] FAO 2013.

[4] FAO 2013; World Bank 2010a.

[5] FAO 2013.

[6] El-Ashry, Saab, and Zeitoon 2010.

[7] Doumani 2008.

[8] Shahin 1989.

[9] FAO 2013.

[10] World Bank 2007.

[11] Strzepek and others 2004.

[12] World Bank 2007.

[13] World Bank 2007; Strzepek and others 2004.

[14] Syvitski 2008.

[15] Sadek, Shahin, and Stigter 1997.

[16] World Bank 2007.

[17] Jordan Valley Authority 2011.

[18] World Bank 2007.

[19] Al-Zubari 2008.

[20] Al-Zubari 2008.

[21] UN-ESCWA 2009b.

[22] خزان الطويلة الجوفي في حوض صنعاء في اليمن (ACSAD and BGR 2005)؛ خزان الدمام في البحرين (Al-Zubari 2001)؛ والكويت (Sayid and Al-Ruwaih 1995; Al-Murad 1994)؛ أبار أم رضمة في السعودية (Al-Mahmoud 1987)؛ مناطق الذيد، حتا، العين، ليوا في الإمارات (Rizk, Alsharhan, and Shindu 1997)؛ ساحل الباطنة ووادي الخوض في عمان (Macumber and others 1997).

[23] LAS, UNEP, and CEDARE 2010.

[24] UN-ESCWA 1999; FAO 1997.

[25] ABHS and others 2007.

[26] PWA 2000.

[27] Hadidi 2005.

[28] ACSAD and BGR 2005.

[29] Al-Asam and Wagner 1997.

[30] Ruta 2005.

[31] Mechergui and Van Vuren 1998.

[32] UN-ESCWA 2005b.

[33] Jagannathan, Mohamed, and Kremer 2009.

[34] Bushnak 2010.

[35] World Bank and BNWP 2004.

[36] World Bank and BNWP 2004; World Bank 2007.

[37] World Bank 2005.

[38] World Bank 2005.

[39] Al-Jamal and Schiffler 2009.

[40] Al-Jamal and Schiffler 2009.

[41] Al-Jamal and Schiffler 2009.

[42] Bushnak 2010.

[43] Al-Hussayen 2009.

[44] Bushnak 2002.

[45] Abderrahman and Hussain 2006.

[46] Bushnak 2010.

[47] Al-Jamal and Schiffler 2009.

[48] Sommariva 2010.

[49] Bushnak 2010.

[50] Sommariva 2010.

[51] Al-Jamal and Schiffler 2009.

[52] Hmaidan 2007.

[53] Bushnak 2010.

[54] Qadir and others 2009.

[55] Assaf and Saadeh 2008.

[56] MED WWR WG 2007.

[57] Qadir and others 2009.

[58] World Bank 2007.

[59] Al-Zubari 2008.

[60] AHT 2009; Choukr-Allah 2010.

[61] Malkawi 2003; World Bank 2007.

[62] Al-Zubari 2001.

[63] Al-Zubari 2001.

[64] Zaki, Al-Weshah, and Abdulrazzak 2006.

[65] Zaki, Al-Weshah, and Abdulrazzak 2006.

[66] Nasr 1999.

[67] Gulf News 2008a.

[68] Al-Fenadi 2001.

[69] Gulf News 2008b.

[70] UNESCO 2012.

[71] UN-ESCWA 2007.

[72] Rassoul 2006.

[73] NWRC n.d.

[74] FAO 2012.

[75] Biswas 1994.

[76] FAO 2013.

[77] UNESCO 2012; LAS, UNEP, and CEDARE 2010.

[78] LAS, UNEP, and CEDARE 2010.

[79] PWA 2000.

[80] ACSAD and BGR 2005.

[81] UNU 2002.

[82] LAS, UNEP, and CEDARE 2010.

[83] CEDARE and AWC 2007.

[84] USAID 1997.

[85] LAS, UNEP, and CEDARE 2010.

[86] Assaf and Saadeh 2008.

[87] Assaf 2009.

[88] CEDARE and AWC 2007.

[89] Hamad, Abdelgawad, and Fares 1997.

[90] Zarour, Jad, and Violet 1994.

[91] CEDARE and AWC 2007.

[92] Sultanate of Oman 2001.

[93] LAS, UNEP, and CEDARE 2010.

[94] تعرف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC تغير المناخ بأنه تغير في حالة المناخ يمكن تحديده (باستخدام الاختبارات الإحصائية على سبيل المثال) من خلال التغيرات في متوسط أو تباين خصائصه والتي تستمر لفترة طويلة، تكون عادة عقودا أو أكثر. وتشير إلى أي تغير في المناخ على مر الزمن، سواء كان ذلك بسبب التقلبات الطبيعية أو نتيجة للنشاط البشري. يختلف هذا الاستخدام عن الاستخدام المنصوص عليه في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، الذي يحدد تغير المناخ باعتباره تغيرا في المناخ يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي وذلك فضلا عن التغير المناخي الطبيعي الملاحظ على مدى فترات زمنية متماثلة. الكشف عن تغير المناخ هو عملية بيان تغير المناخ بطريقة إحصائية محددة، دون تقديم سبب لذلك التغير. إن إسناد أسباب تغير المناخ هو عملية الوقوف على الأسباب الأكثر احتمالا للتغيير المكتشف، مع مستوى معين من الثقة. ويعتمد كل من الإسناد والكشف على بيانات الرصد ومخرجات النموذج المستخدم. لم تعد تقتصر أنماط تغير المناخ أو «البصمات» على متغير واحد (درجة الحرارة) أو على سطح الأرض. وقد استخدم المزيد من الكشف ونموذجي التسريب والضغط الأرضي، وتحليل البيانات الرأسية للتغير في درجة الحرارة في المحيطات والغلاف الجوي (IPCC 2007).

[95] IPCC 2007.

[96] Tolba and Saab 2009.

[97] UNESCO 2010a.

[98] Khater 2010; Doumani 2008.

[99] FAO 2002.

[100] Khater 2010.