

## تغير المناخ: التأثير والتكيف المياه العذبة

ضياء الدين القوصي



## ١ . مقدمة

من الاستهلاك الغذائي و25% فقط من الأراضي القابلة للزراعة هي مزروعة.

وتقدّر الموارد المائية المتجددة في المنطقة العربية بنحو 244 بليون متر مكعب في السنة، منها 204 بلايين مياه سطحية و40 بليوناً مياه جوفية متجددة. وتتخطى الكمية المسحوبة في بعض البلدان العربية الكميات المتوافرة المتجددة، بينما وصلت في بلدان أخرى إلى الحد الأقصى.

وليست الموارد المائية المحدودة وحدها هي التي تطرح المشاكل، فالظروف المناخية القاسية واستخدام القسم الأكبر من مياه البلدان العربية في أنشطة مستهلكة للمياه مثل الزراعة تزيد من حجم المسألة. وتتفاقم هذه المسألة بفعل معدلات عالية في النمو السكاني، ما يضيف طبيعة مزمنة إلى المشكلة ويزيد من أثرها. وإذا ما توج ذلك بالتغير المناخي، فقد يصل الأمر إلى وضع لا يُحتمل، مما قد يؤثر في النهاية على الاستقرار البيئي والاقتصادي والاجتماعي والسياسي، وحتى الأمني في المنطقة.

من العوائق التي تواجهها الأبحاث في العالم العربي وعنه توفر البيانات: فالقياسات المنتظمة والرصد المستمر والتقييم الحيادي لحالة المياه في المنطقة إما غائبة أو تتوفر فقط في مسوحات معزولة قد تنفصل بفواصل زمنية طويلة تغيب عنها السجلات، مما يزيد من انعدام التأكيد من مفعول التغير المناخي على الموارد المائية في معظم البلدان العربية. هذا الفصل محاولة لإلقاء بعض الضوء على التغير المناخي والتقلبية المناخية كظاهرتين قد تؤثران على توفر المياه في المنطقة العربية وكيفية تمكّن البلدان العربية من تخفيف الأثر والتكيف مع آثار الظاهرتين السلبية والإيجابية.

## ٢ . التقسيم المائي للبلدان العربية

يمكن تقسيم البلدان العربية مائياً إلى المجموعات التالية:

- بلدان المشرق: العراق، سوريا، لبنان، الأردن، فلسطين.
- بلدان المغرب: ليبيا، تونس، الجزائر، موريتانيا، المغرب.
- بلدان حوض النيل: مصر والسودان.
- شبه الجزيرة العربية: المملكة العربية السعودية، الكويت، الإمارات العربية المتحدة، قطر، عمان، البحرين، اليمن.
- بلدان الساحل: الصومال، جيبوتي، جزر القمر.

يعتبر العالم العربي من المناطق الأكثر تعرّضاً للإجهاد المائي في العالم. والتغير المناخي، الذي يتوقع أن يزيد من وتيرة الظواهر المناخية الشديدة كموجات الجفاف والفيضانات وكذلك يخفّض التساقطات، سوف يساهم في إساءة حالة شح المياه في المنطقة. وليست كمية المياه العذبة وحدها هي التي قد تتأثر بالتغير المناخي، فنوعية المياه الجوفية قد تسوء حالتها أيضاً، إذ إن المياه العذبة قد تتلوّث بتغلغل مياه البحر إلى الأحواض الجوفية الساحلية، ما يؤثر على مخزون مياه الشرب لملايين العرب.

ان مصدر ثلثي الموارد المائية المتجددة في العالم العربي هو خارج المنطقة. وثمانون في المئة من مساحة البلدان العربية هي صحراء قاحلة، وبالتالي فإن المنطقة قاحلة بشكل أساسي مع جيوب صغيرة تتمتع بظروف مناخية شبه قاحلة. ويتراوح معدل سقوط الأمطار الوسطي السنوي بين صفر و1800 مليمتراً، بينما يتخطى معدل التبخر الوسطي 2000 مليمتراً في السنة.

تحتوي مساحة العالم العربي نحو عشرة في المئة من الأراضي الجافة على الأرض، بينما لا تتخطى الموارد المائية الواحد في المئة من مجموع الموارد العالمية. وبالرغم من هذا الفقر المائي، يُخصّص ثمانون في المئة من ميزانية المياه في العالم العربي للزراعة، وهي النشاط الإنمائي الأكثر استهلاكاً للمياه، بينما تستهلك الصناعة 12% وتخصّص نسبة 8% المتبقية للاستخدامات المنزلية وللشرب. ومع أنّ نحو 2000 بليون متر مكعب من الأمطار تتساقط كل سنة على البلدان العربية، تبقى كمية تساقطات الأمطار الفعلية التي تستعمل بشكل نافع أقل بكثير من هذا الرقم. فكميات كبيرة من المياه السطحية الحرة تُفقد في التبخر، وفي تعرّق النباتات المائية (evapotranspiration) في المستنقعات والأهوار، أو تُفقد في البحر أو المحيط.

في العالم العربي 34 نهراً مستمراً التدفق من المياه العذبة، تتراوح أحواض تجميعها بين صغيرة بحجم 86 كيلومتراً مربعاً في حالة نهر الزهراني في لبنان، و2,8 ملايين كيلومتر مربع في حالة نهر النيل.

ونسبة المياه المستخدمة في العالم العربي من مجموع كميات المياه المتوفرة هي أقل من 50%، ما يعني أنّ 50% تقريباً من الموارد المائية المتجددة ما زالت غير مستعملة. إلا أنّ الواردات الغذائية إلى المنطقة تشكل أكثر من 50%



### منطقة حوض النيل

● يتمتع الجزء الجنوبي من السودان بتساقطات واسعة يمكن أن تستجيب للطلب المتزايد السائد. لكن الأمطار تخفت تدريجياً شمال العاصمة الخرطوم. وعلى أثر توقيع اتفاقية مياه النيل في العام 1959، تقاسمت السودان ومصر معدل التدفق الطبيعي في أسوان (84 بليون م<sup>3</sup> في السنة) على أساس ربع للسودان (18,5 بليون م<sup>3</sup> في السنة)، وثلاثة أرباع لمصر (55,5 بليون م<sup>3</sup> في السنة)، أما العشرة بلايين متر مكعب المتبقية فهي للتعويض عن التبخر الطبيعي في بحيرة الناصر.

● يشكّل التدفق الطبيعي لنهر النيل 95% من ميزانية المياه المصرية، والـ 5 المتبقية مؤلفة من كميات قليلة من الأمطار التي تتساقط على ساحل البحر المتوسط والبحر الأحمر (نحو 1,5 بليون م<sup>3</sup> في السنة) زائد مخزونات متواضعة من الأحواض الجوفية.

### شبه الجزيرة العربية

● إنّها المنطقة الأكثر فقراً من حيث الموارد المائية، حيث التساقطات المطرية نادرة بجميع المقاييس، والمياه الجوفية إمّا غير موجودة أو سبق واستنفدت، والمياه السطحية شبه معدومة. وتعتمد المنطقة لحاجاتها المائية بشكل أساسي على تحلية المياه من الخليج. واليمن هو البلد الوحيد في شبه الجزيرة العربية الذي يعتمد على

ولكلّ من المناطق الخمس المذكورة ميزاتها المائية التي يمكن اختصارها بما يلي:

### منطقة المشرق

● يعتمد العراق وسوريا جزئياً على نهري دجلة والفرات، اللذين ينبعان من تركيا. ويتمتع البلدان بتساقطات مطرية بكثافة معقولة، والطاقة المحتملة للمياه الجوفية فيهما مرتفعة نسبياً. كما أنّ سوريا تتمتع بتدفقات صغيرة من جراء ذوبان الثلوج من قمم الجبال المحلية.

● يعتمد لبنان على عدد من الأنهر المحلية أو المشتركة مع بلد مجاور أو أكثر.

● إن حصص المياه للفرد الواحد في لبنان كما في سوريا والعراق هي الأعلى بين البلدان العربية كافة.

● الأردن وفلسطين هما الأكثر فقراً من الناحية المائية في المنطقة، بما أنّهما يعتمدان على نهر الأردن وعلى كميات قليلة من الأمطار والمياه الجوفية.

### منطقة المغرب العربي

● تعتمد بلدان المغرب العربي الخمسة بصورة أساسية على تساقطات المطر وجزئياً على مخزونات متواضعة من المياه الجوفية.

الجزيرة العربية حيث الموارد المائية الداخلية المتجددة محدودة جداً في الوقت الحاضر. ومهما حصل فلن يؤدي إلى انخفاض كمية تلك الموارد المنخفضة أصلاً.

● البلدان الأربعة المعتمدة على تدفقات نهريّة تنبع من خارج حدودها، أي مصر والسودان والعراق وسوريا، لا تتعرض لانخفاض أو زيادة في التدفقات بفعل التغيّر المناخي فحسب، بل تتأثر أيضاً بالإجراءات التي تتخذها البلدان المجاورة في أعلى مجرى النهر والتي قد تؤثر على دفق النهر إلى جهة أسفل المجرى.

● تعتبر بلدان المغرب العربي الأكثر تأثراً بالتغيّر المناخي بما أنها معتمدة بشكل شبه كلي على تساقطات المطر. وتشكل ليبيا استثناءً بوجود النهر الاصطناعي العظيم الذي يشكل الآن المصدر الأساسي للمياه في البلاد. ويتغذى هذا النهر من ضخ المياه من حوض المياه الجوفية لطبقة الحجر الرملي النوبي المشترك مع مصر والسودان وتشاد. لكن مدة حياة المشروع هي خمسون سنة فقط، ينبغي على البلد أن يجد بعدها حلاً بديلة.

● جيبوتي وجزر القمر مهددتان أكثر بالغرق بفعل ارتفاع مستوى مياه البحر مما بفعل انخفاض أو ارتفاع تدفقات المياه العذبة.

● يسجل الأردن وفلسطين في الوقت الحاضر الحصة الأدنى للفرد من المياه في العالم العربي (100-200م<sup>3</sup> للفرد في السنة). كما أنّ الضعف الناتج عن تشارك مواردهما المائية مع إسرائيل التي تتسع مساحةً وكثافةً سكانية يبدو أنه يتفوق على الضعف الذي قد ينشأ عن التأثير بالتغيّر المناخي.

### III . مراقبة المناخ في العالم العربي

تعتبر المنطقة العربية الأفقر في العالم من حيث وجود محطات مراقبة للمناخ. فالمحطات الوحيدة المذكورة هي واحدة عند الطرف الشمالي للبحر الأحمر ومحطتان على ساحل المحيط الأطلسي.

في هذا الوقت، لم يوضّع أي نموذج دوران محلي لاستشراف الحالة المستقبلية في المنطقة، التي يتوقع أن تواجه ارتفاعاً في درجات الحرارة السطحية بفعل انبعاثات غازات الدفيئة، مع ما يترتب عن ذلك من آثار على التقلبية



تساقط المطر وجزئياً على المياه الجوفية.

#### بلدان الساحل

● الصومال وجيبوتي وجزر القمر تعتمد كلياً على تساقط المطر مع طاقة محتملة قليلة من المياه الجوفية.

إنّ الوصف المختصر الوارد آنفاً للوضع المائي في البلدان العربية يشير إلى عدد من الوقائع البارزة:

● درجة التأثير الأدنى بالتغيّر المناخي هي في حالة شبه

2. مصر والسودان باعتبارهما البلدين المستخدمين النهائيين لمياه نهر النيل، مع أن مصر تنتمي أيضاً إلى مجموعة البلدان المتوسطة.
  3. سوريا والعراق باعتبارهما البلدين المستخدمين النهائيين لنهري دجلة والفرات.
  4. شبه الجزيرة العربية التي تشمل المملكة العربية السعودية والكويت والإمارات العربية المتحدة وقطر وعمان والبحرين واليمن.
  5. الصومال وجيبوتي وجزر القمر باعتبارها بلدان الساحل الأفريقي.
- وسوف تناقش كل مجموعة فرعية في ما يلي:

### تأثر البلدان المتوسطة بالتغير المناخي

استعملت عبارة المناخ المتوسطي لتمييز مناطق أخرى لا تقع بالضرورة على ضفتي البحر المتوسط. فهذا المناخ معروف بفصل شتاء رطب ومعتدل، وبفصل صيف جاف ودافئ بشكل عام. ويعتبر حوض البحر المتوسط منطقة انتقالية بين خطوط العرض المتوسطة ومناطق المناخ المداري، مع خط فاصل يتحرك حسب الفصول عبر الحوض. وللبحر المتوسط بحد ذاته تأثيرات هامة على البيئة والمناخ والاقتصاد والثقافة في المناطق الساحلية، يؤمن لها مصدراً هاماً للرطوبة وخبزاً للحرارة.

الوضع في منطقة المتوسط شديد التعقيد بفعل اختلافات واسعة بين المناطق المختلفة. ففيما توقّف نمو السكان تقريباً على ساحلها الشمالي الغربي، يتوقع أن تشهد بلدان شمال أفريقيا ارتفاعاً في النمو السكاني إلى الضعفين خلال العقود الثلاثة الأولى من القرن الحادي والعشرين، مع نمو أوسع يحصل في سوريا وفلسطين، ما يزيد من الضغط على الموارد المائية التي تعاني ندرة أصلاً. وتفيد التوقعات العالمية باتفاق على الوضع في المنطقة المتوسطة، حيث يتوقع أن يكون الاحترار أكبر من المعدل العالمي مع نسبة مئوية عالية من انخفاض التساقطات وزيادة في التقلبية بين السنوات (Giorgi, 2006).

لا يمكن اعتبار الوضع العالمي دقيقاً لوصف المنطقة المتوسطة. ويمكن استخدام الطرق الإحصائية والنماذج الدينامية في بعض الحالات لتوفير فكرة أفضل وإعطاء نتائج أدق. ولا وجود الآن لنموذج محاكاة إقليمي لمنطقة المتوسط، ولا بد من إعداد نموذج كهذا في المستقبل. إضافة إلى ذلك، يجب ترك المجال لمقاربات كثيرة مثل استعمال البيانات الإحصائية وتقنيات أخرى.

في المكان والزمان لتساقطات المطر والجريان. فالنموذج الوحيد الذي هو قيد التطوير حالياً هو الذي يعدّه مكتب المملكة المتحدة للأرصاد الجوية بهدف توقع تدفقات نهر النيل في ظل سيناريوهات مناخية مختلفة. ويجري إعداد هذا النموذج من خلال تطبيق بيانات إحصائية ودينامية إنطلاقاً من نموذج دوران عام (UKMO) ويتوقع أن ينتهي العمل عليه في غضون 12 إلى 24 شهراً.

الظاهرة المناخية الشديدة المتمثلة في الإعصار المداري غونو الذي ضرب ساحل سلطنة عمان في العام 2007، والتلوج التي غطت قمم الإمارات العربية المتحدة، ودرجات الحرارة المنخفضة إلى حد أقصى بما أثر على أشجار النخيل في شبه الجزيرة العربية والأردن، كلها عوامل لفتت انتباه العالم العربي لمخاطر التغير المناخي، وهي مخاطر قد تزداد في المستقبل.

وبالرغم مما سبق، قامت بلدان قليلة من العالم العربي، بموجب التزاماتها باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ (UNFCCC)، بإعداد البيانين الوطنيين الأول والثاني وإعداد استراتيجية أو إطار للتغير المناخي.

يمتدّ الشريط الساحلي في العالم العربي على مسافة 34,000 كيلومتر من المحيط الأطلسي عبر البحر المتوسط والبحر الأحمر (من الجانبين الشرقي والغربي). ويسكن في المنطقة بين بحر العرب والخليج ملايين العرب ويجري فيها عدد كبير من الأنشطة الإنمائية. وقد لاقت مبادرة خادم الحرمين الشريفين الملك عبدالله، الذي خصّص أموالاً لغرض الأبحاث الخاصة بالتغير المناخي، ترحيباً من معظم العلماء العرب وتقديراً من الجميع.

## IV. تأثر الموارد المائية في العالم العربي بالتغير المناخي

في إطار تحقيقنا عن تأثر الموارد المائية في المنطقة العربية بالتغير المناخي، تبين أن من المناسب تقسيم المنطقة إلى المجموعات التالية:

1. البلدان المتوسطة التي تشمل: موريتانيا والمغرب وتونس والجزائر وليبيا ومصر وفلسطين ولبنان وسوريا والأردن. وقد أدخلت موريتانيا والأردن نظراً إلى قربهما من المناخ المتوسطي، خاصة بالنسبة إلى أنماط الأمطار. وتشتمل أيضاً على تركيا كبلد منبع نهري دجلة والفرات اللذين يشكلان مصدراً أساسياً للمياه إلى سوريا والعراق.

- التساقطات المطرية كمصدر المياه الأساسي. بالتالي، يؤثر تقلب تساقط الأمطار على الزراعة البعلية.
- يؤثر تقلب الحرارة على المحاصيل الزراعية.
- يؤثر ازدياد وتيرة موجات الجفاف ومدتها على الإنتاج الزراعي وتوفير الغذاء.

في مصر، تقتصر الزراعة البعلية على الساحل الشمالي وتمتد على مسافة 1200 كيلومتر حيث تتساقط الأمطار بكمية متواضعة كل سنة فتبلغ 100 - 200 ملم، خاصة خلال أشهر الشتاء (كانون الأول / ديسمبر - شباط / فبراير). وإذا انخفضت كمية الأمطار المحدودة هذه أكثر بعد، سوف تصبح الحياة في تلك المناطق حياة لا يمكن تحملها، إلا إذا حُوّلت مياه النيل من الفرعين الشرقي والغربي لدمياط وفروع رشيد (روزيتا) لنهر النيل. وإذا تبين أن هذا الحل مكلف للغاية، يبقى الخيار الوحيد المتبقي تحلية مياه البحر والمياه الجوفية المملحة التي قد تصبح أقل كلفة لو استعملت الطاقة المتجددة (طاقة الشمس والرياح والأمواج). وإلا فإن الطاقة النووية التي هي موضوع جدل في الوقت الحاضر قد تشكل الملاذ الأخير.

بصورة عامة، سوف تتأثر البلدان العربية الواقعة على المتوسط كلها تقريباً بالتغير المناخي بمستويات مختلفة. والبلدان التي تعتمد على تساقطات المطر سوف تشهد التأثير الأكبر. أما البلدان الأقل اعتماداً على تساقطات المطر فسوف تتأثر بصورة أقل. ولكن يجب أن تتوفر المياه لمناطق سوف تتأثر بطريقة غير مباشرة بفعل اعتمادها على موارد مائية أخرى داخل البلد أو خارجه.

والمشكلة المشتركة للبلدان العربية المشاطئة للمتوسط كلها هي إمكانية تولوث الأحواض الجوفية الساحلية في حال ارتفاع مستوى مياه البحر، خاصة في المناطق المنخفضة بسبب تغلغل مياه البحر. فالأحواض الجوفية الساحلية هي عبارة عن أنظمة شديدة الهشاشة من عدسات مياه عذبة تقع على أجسام كبيرة من الماء العالي الملوحة نسبياً. وإن الاستغلال المفرط لعدسات المياه العذبة، إلى جانب التغلغل المتوقع لمياه البحر في المناطق المنخفضة الارتفاع، سوف يؤثران على استخدام هذه الأحواض الجوفية وربما يؤديان إلى تولوث التربة أيضاً. وإذا غمرت أجزاء من الأراضي الموازية لشاطئ البحر، عندئذ لن تتأثر المياه الجوفية وحدها بل سيغير كل المشهد، مع هجر مساحات واسعة من الأراضي وتهجير أعداد كبيرة من المواطنين.

ويُظهر لبنان، الذي يعتبر من البلدان المتقدمة في مجال الأبحاث الخاصة بالتغير المناخي، التأثيرات التالية (Assaf, 2009):

- تطور مُدني فوضويّ على حساب الغابات والأراضي الحرجية.
- تلوث الهواء والمياه والتربة.
- تزايد وتيرة الحرائق بفعل مواسم جفاف مطوّلة.
- تغير في مستوى منسوب المياه نظراً إلى الضخ المفرط وأنشطة المقالع.
- الرعي المفرط للمراعي.
- شردمة الأراضي.

والمغرب مثل آخر لبلد عربي متوسطي يشهد تقدماً في الأبحاث الخاصة بالتغير المناخي. فقد أعدّ بياناً الوطني الأول إلى اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية لتغير المناخ (UNFCCC)، وهو في صدد وضع تقرير ثانٍ للبيان الوطني. ووضعت خريطة للمؤشرات المركبة تشير إلى تأثير كل من الزراعة واستخدامات المياه المنزلية بالإجهاد المناخي بشكل موجات حارة وجافة طويلة، وذلك لتحديد المناطق التي تعاني درجة عالية من التأثير. وأشارت النتائج إلى أن النظام البيئي لحوض نهر تانسيفت شديد التأثير بدرجات متنوعة في أجزاء مختلفة من المنطقة.

تنسّم ليبيا بمناخ متوسطي سائد ويجغرافياً تتميز بالوديان الساحلية والمرتفعات، وفصول شتاء باردة وماطرة وفصول صيف حارة وجافة، وفصلي ربيع وخريف تهبّ فيهما الرياح الخمسينية - المسمّاة محلياً بريح قبيلية. وقد وقعت البلاد عدداً من الاتفاقات والبروتوكولات التابعة للأمم المتحدة وتعامل كأحد البلدان الأقل نمواً في ما يتعلق بإجراءاتها الخاصة بالتخفيف من التغير المناخي والتكيف معه. والموارد المائية في ليبيا مقتصرة على تساقطات الأمطار في الشمال وعلى كميات متواضعة من المياه الجوفية في الجنوب. كما أن استخراج المياه الجوفية الأحفورية المستمر سوف يؤدي بالأحواض الجوفية في البلاد إلى حالة جدوى متدنية مع حلول سنة 2050. وإذا انخفضت حدة تساقطات الأمطار، كما تتوقع مصادر كثيرة، فلن يكون للبلد أي خيار سوى الاعتماد بشدة على تحلية المياه أو استيراد مياه سطحية من البلدان المجاورة. والخياران مكلفان فعلاً، خصوصاً أن البلد يواجه معدل نمو سكاني يتراوح بين 2,5 و3%.

- تتأثر سوريا بالتغير المناخي للأسباب التالية:
- أكثر من 75% من المنطقة المزروعة تعتمد على



هذا الحوض الفرعي بمنحدرات قاسية تجعل العواصف الشديدة تتآكل مساحات شاسعة من الأراضي. في الحوض الفرعي لبحر الغزال، الأراضي منبسطة جداً وتنتشر التساقطات على مساحات واسعة من المستنقعات والأهوار التي تسكنها حيوانات برية ونباتات مائية، وكذلك الأمر بالنسبة إلى هضبة البحيرة الاستوائية التي هي منبسطة، لكن مجرى النيل يسمح للمياه بالتدفق إلى أسفل النهر داخل قناة عادية. ويشهد كلا الحوضين الفرعيين لبحر الغزال والبحيرات الاستوائية موسمين من

### حوض النيل

يتألف حوض النيل من ثلاثة أحواض فرعية أساسية:

- الحوض الفرعي للبحيرات الاستوائية
- الحوض الفرعي للهضبة الإثيوبية
- الحوض الفرعي لبحر الغزال

تأتي تساقطات الأمطار على الهضبة الإثيوبية في موسم واحد وتستغرق ما بين 100 يوم و110 أيام من بداية حزيران (يونيو) إلى منتصف أيلول (سبتمبر). ويتسم

### تأثر الموارد المائية في تركيا

في دراسة هامة حول أحد الأحواض النهرية الأساسية في سيحان في تركيا، استطلع فريق من العلماء اليابانيين (Fujihara et al., 2008) أثر التغير المناخي على هيدرولوجية النهر والتدفقات المائية فيه. استُخدمت طريقة تخفيض دينامية (طريقة شبه الاحترار العالمي Pseudo Global Warming Method PGWM) لربط محصّلات نموذجي دوران عامين (GCMs) هما: MRI و CGCM2 سيناريو A2 SRES. وقد غطت البيانات المطبقة تخفيضاً خطوات لفترة عشر سنين موازية للأساس (1990) والمستقبل (2070). وجرّت مقارنة نتائج المحاكاة مع تلك المستخلصة للحاضر. وتمّ توقّع أن يكون معدل تغير الحرارة السنوي في المستقبل بالمقارنة مع الحاضر  $+2,0$  درجة مئوية و  $+2,7$  درجة مئوية بالـ MRI. والـ CCRS على التوالي. أمّا توقّعات التساقطات السنوية لسنة 2070 فتراجعت إلى حدّ كبير إلى مستويات الأساس 157 مليمتراً (25%) بالـ MRI و 182 مليمتراً (29%) بالـ CCRS. وتراجع الاستهلاك المائي السنوي للنبات 36 مليمتراً (9%) بالـ MRI و 39 مليمتراً (10%) بالـ CCRS. وهذا عائد بصورة أساسية إلى الانخفاض في رطوبة التربة.

وتراجع مستوى الجريان السنوي 118 مليمتراً (52%) بالـ MRI و 139 مليمتراً (61%) بالـ CCRS. وأظهر التحليل أن النقص في المياه لن يحصل في المستقبل إذا لم يزد الطلب على المياه. ولكن إذا اتسعت المساحة المرورية في ظلّ توقّع الدفق الطبيعي الحالي، فستحصل حالات نقص في المياه بفعل تزامن الانخفاض في العرض والتزايد في الطلب.

وهذا المثل مرعب لسوريا كما للعراق بما أن البلدين سوف يتأثران بالتأكد بأنظمة إدارة المياه في تركيا. فحالات النقص في المياه من جهة أعلى النهر (المنبع) سيكون لها من دون شكّ مفعول على التدفقات في جهة أسفل النهر (المصبّ) لنهري دجلة والفرات.

### تأثر شبه الجزيرة العربية بالتغير المناخي

تتسم شبه الجزيرة العربية بدرجات حرارة شديدة الارتفاع في الصيف، وكثافة قليلة لتساقطات الأمطار، وتراجع في مستويات منسوب المياه الجوفية بفعل الضخ المفرط ومعدلات عالية بالطبع للاستهلاك المائي للنبات. وتحتوي المنطقة على أكثر من نصف المخزون العالمي للنظف والغاز الطبيعي، ما يمكن معظم بلدانها من اعتماد تكنولوجيات

الأمطار، أحدهما طويل (4-6 أشهر) والآخر قصير (2-3 أشهر).

وأثبتت الأبحاث التي أجريت على حوض النيل أن التدفق الطبيعي للنهر حسّاس كثيراً للتساقطات التي تقع على المرتفعات الإثيوبية. فإن ارتفاعاً بنسبة 20% في التساقطات قد يزيد الدفق الطبيعي للنيل عند أسوان بنسبة 80%. أمّا إذا انخفضت التساقطات بنسبة 20% فإنّ الدفق الطبيعي قد يهبط إلى 20% من المعدل الاعتيادي. وبدرجة أقلّ، يتأثر الدفق الطبيعي أيضاً بتقلّب الحرارة، خاصة في الحوضين الفرعيين للبحيرات الاستوائية وبحر الغزال. فارتفاع الحرارة درجتين مئويتين قد يتسبب بهبوط الدفق الطبيعي إلى 50% من المعدل في هذين الحوضين.

وتؤدّي هذه الوقائع إلى الخلاصة الهامة القائلة بأنّ مصر والسودان يتأثران إلى حدّ كبير بالارتفاع أو الانخفاض في تساقطات المطر في حوض النيل كما بمستويات ارتفاع الحرارة.

للتدفقات الزائدة أو المتراجعة آثار سلبية على البلدين. فإذا ارتفع الدفق الطبيعي إلى حدّ كبير، قد لا تكفي الطاقة التخزينية للنظامين المائيين للتكيف مع تلك التدفقات العالية التي قد تتسبب بفيضانات مدمرة. وحتى لو كانت الطاقة التخزينية مناسبة، كما قد تكون الحال في مصر، فإنّ شبكة التفريغ والتوزيع للقنوات وشبكات الصرف قد لا تكون كافية. أمّا إذا حصل العكس، أي انخفضت التدفقات الطبيعية إلى حدّ كبير، فالبلدان سيواجهان موجات جفاف قد لا يتمكّنان من احتمالها.

توصّل تطبيق نماذج الدوران العام على تدفقات حوض نهر النيل إلى أرقام متقلّبة على مجموعة واسعة جداً. ويؤكد جانب الغموض هذا ضرورة توفير نماذج دوران إقليمية أو حتى محلية. إلا أن المؤسف أن هذه الأنواع من النماذج غير متوفرة في الوقت الحاضر. والمحاولات الوحيدة المذكورة هي مجموعات الدراسات التي أجراها فريق مصري من الخبراء استخدموا نموذج الدوران لمكتب المملكة المتحدة للأرصاد الجوية (UKMO) لإصدار نموذج إقليمي على حوض نهر النيل من خلال تطبيق النمذجة الإحصائية والدينامية. وهذه العملية بحاجة إلى سنة أو سنتين لتستكمل، ومن شأن نتائجها أن تؤدّي إلى أعلى درجة ممكنة من الدقة باستخدام التقنيات المثلى المتوفرة عالمياً في الوقت الحاضر.

له هو الأدنى في العالم . والسبب في ذلك أن الأساس الصناعي في معظم البلدان العربية ما زال يافعاً . ويستعمل القسم الأكبر من الطاقة في المنطقة للاستهلاك المنزلي، لا سيما الإنارة والتبريد وتشغيل الأدوات الكهربائية المنزلية .

ويعتبر قطاع السيارات القطاع الثاني في البلدان العربية من حيث استهلاك الطاقة . إلا أن مساهمة المنطقة في انبعاثات غازات الدفيئة، خصوصاً ثاني أكسيد الكربون، هي متواضعة جداً ولا تتخطى 5% من مجموع الانبعاثات العالمية . ولكن بعض البلدان العربية تتقيد بمستلزمات الأسرة الدولية المتعلقة بتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة، وقد قامت بمبادرات في هذا المجال . من بين هذه الإجراءات :

- تحويل المركبات العاملة بالبنزين إلى استخدام الغاز الطبيعي .
- استخدام الطاقة الشمسية والهوائية كبديل لمحطات توليد الطاقة الحرارية والبخارية .
- خفض انبعاثات غاز الميثان بخفض زراعة الرز وإنتاج سماد الحيوانات .
- تعزيز آلية التنمية النظيفة (Clean Development Mechanism - CDM) التي تمكن البلدان النامية من الحصول على دعم تقني ومالي من البلدان الصناعية وزيادة قدرة الأفراد على خفض انبعاثات غازات الدفيئة .
- وقف الدعم المخصص لأسعار الوقود الأحفوري .
- تطبيق ضرائب الكربون على الأنشطة التي تؤدي إلى انبعاث غازات دفيئة باستعمال مبدأ "الموْت يدفع" .

### مؤشر استغلال المياه (WEI)

مؤشر استغلال المياه هو رقم يحتسب بقسمة مجموع استخراج المياه العذبة السنوي على معدل الموارد المائية العذبة على المدى الطويل . ويستعمل كقياس لمعرفة مدى استدامة استخدام بلد ما لموارده من المياه العذبة على ضوء توافر المياه .

المصدر: وكالة البيئة الأوروبية

دولية عالية وحديثة في مجال تحلية مياه البحر .

إلا أن مخزون النفط والغاز الطبيعي لن يستمر الى ما لا نهاية . وتتعرض المنطقة لخطر ارتفاع درجات الحرارة العالية أصلاً وانخفاض التساقطات المطرية المنخفضة أصلاً، وذلك بفعل التغيير المناخي . كما أن المياه الجوفية في القسم الأكبر من المنطقة ليست متجددة بحسب مصادر كثيرة، وبالتالي فإن عمليات سحب المياه المستمرة تزيد من عمق منسوب المياه وفي بعض الحالات تزيد من رداءة نوعية المياه بفعل تغلغل مياه البحر .

ويتضح بذلك أن القحل المتزايد يعكس تأثير التغيير المناخي الذي يمكن تحسسه بدرجة أدنى في منطقة البحر الميت حيث انخفض مستوى المياه أكثر من 100 متر بفعل التبخر المفرط والتراجع في تساقطات الأمطار (Jorgensen, 2001) . وبصورة عامة، يعتبر مؤشر استغلال المياه Water Exploitation Index في معظم البلدان العربية على الخط الأحمر أو قريباً منه : 83% لتونس، 92% لمصر، 170% لفلسطين، 600% لليبيا، 50% لسوريا، 25% للبنان، 20% للجزائر، 40% للمغرب (Acreman, 2000) . وتفيد النتائج المستخلصة من HadCM2 (وهو نموذج دوران عام منظم جيداً) بأن تساقطات الأمطار يتوقع أن تنخفض في شمال أفريقيا وبعض أنحاء مصر والمملكة العربية السعودية وسوريا والأردن بنسبة 20 إلى 25% سنوياً . كما أن درجات الحرارة يتوقع أن ترتفع 2-2,75 درجة مئوية، فقرب الشاطئ سيكون ارتفاع الحرارة المتوقع أدنى (1,5 درجة مئوية) . وأمطار الشتاء (تشرين الأول / أكتوبر - آذار / مارس) قد تنخفض بنسبة 10 - 15% لكنها تزداد فوق الصحراء الغربية بنسبة 25% .

ولكن بما أن معدل تساقطات المطر فوق الصحراء غير مهم، فإن الارتفاع يكون بلا أهمية (Ragab et al., 2001) . ومع تراجع الأمطار، فإن تأثير المياه المستوردة عبر النيل ودجلة والفرات بالتغيير المناخي سيكون عالياً . وما قد يزيد من حدة هذا التأثير الإجراءات التي تتخذها البلدان المشاطئة من ناحية أعلى النهر لتزيد من الطلب لديها و/أو لتغيير استراتيجية إدارة المياه الخاصة بها .

### V . التخفيف

مع أن البلدان العربية هي البلدان الأكثر إنتاجاً للوقود الأحفوري في العالم، لا سيما النفط، فإن استهلاك المنطقة

- الترتيب لحمالات توعية وطنية حول أثر التغيرات المناخية تستهدف تلامذة المدارس وطلاب الجامعات والناس بصورة عامة.

## VI. التكيف

- سوف يواجه العالم العربي درجات حرارة متزايدة. ولكن ما هو أكثر خطورة هو إرباك الدورة المائية الذي يؤدي نوعاً ما إلى اضطرابات في تساقطات الأمطار تزيد من وضع ندرة المياه السيئ أصلاً ويترتب عنها صعوبات في تخصيص الموارد المائية للأنشطة الإنمائية المختلفة.
- سوف يعاني معظم سكان المناطق الريفية الفقراء، وسوف تبرز الحاجة إلى مجموعة من الاستراتيجيات التكيفية لمساعدتهم على التكيف مع التغير المناخي. وسوف تشمل الاستراتيجيات تنوع أنظمة الإنتاج لتتضمن خيارات ذات قيمة أعلى وفعالية أكبر لاستخدام المياه. ويمكن تحقيق تحسن في فعالية استخدام المياه من خلال اتباع تقنيات ري إضافية، واعتماد تقنيات حصاد وتكييف التقنيات الموجودة، واستخدام مشترك للمياه السطحية والمياه الجوفية معاً، وتحديث ممارسات الري على مستوى المزرعة ومن جانب التسليم، وتطوير زراعات تتحمل الملوحة وإجهاد الحرارة. ويجب المحافظة على جودة المياه بمستويات أعلى من خلال منع تلوثها بتغلغل مياه البحر. إضافة إلى ما سبق ذكره من إجراءات للمحافظة على المياه، يجب اتخاذ عدد من الخطوات الخاصة بكل بلد على حدة بحسب حاجاته ومستلزماته. وتمت الإشارة إلى بعض من الأمثلة المحددة.
- على سبيل المثال، يدعو البيان الوطني الثاني المصري لسنة 2009 إلى ما يلي:
- التكيف مع حالة عدم الثقة: يشمل ذلك تغيير طريقة تشغيل سد أسوان بتخفيض مستوى مياه التخزين وبالتالي توفير مجال أكبر لتلقي تدفقات أعلى، وفي الوقت نفسه تخفيض نسبة التبخر من المياه السطحية المعرضة، وزيادة المساحة المروية في حال فيضانات كبرى.
- التكيف مع الزيادة في الدفق الوافد من خلال توفير بنى إضافية للتخزين من جهة أعلى المجرى من سد أسوان بهدف تخفيف خطر الفيضان من جانب أسفل المجرى.
- زيادة مساحة المحميات وعددها.
- ترشيد استخدام الموارد المائية المتجددة وغير المتجددة من خلال اعتماد تقنيات الري الحديثة كبديل للأنظمة التقليدية في المناطق المروية.
- اعتمدت السلطات السودانية الاستراتيجيات التالية (Babikr et al., 2009) في إطار خططها الهادفة إلى التكيف مع التغير المناخي:
- بناء قدرات الأطراف المعنية ذات الصلة لتحقيق فهم
- زيادة إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة والمياه الصناعية المعالجة.
- تحلية مياه البحر والمياه الجوفية المملحة.
- واعتمدت وزارة الزراعة اللبنانية، كمثال آخر يُعطى، الإجراءات التكيفية التالي (Assaf, 2009):
- التكيف الطبيعي حيث باستطاعة الثروة النباتية والحيوانية أن تتكيف إذا كان التغير المناخي ما زال ضمن مستوى تحملها.
- زراعة أصناف تتحمل موجات الجفاف.
- تخفيض تجزئة الموائل عن طريق توفير أروقة وقنوات ربط بين المناطق المختلفة.
- ترشيد استخدام المياه والأراضي لحماية الأراضي الرطبة والموائل المشاطئة.

من مجموع سكان العالم. والوضع المثير للقلق هو أن الموارد المائية في البلدان العربية محدودة جداً، إذ تشكل فقط 1% من المياه العذبة المتجددة في العالم. وينبع ثلثا مياه العالم العربي تقريباً من بلدان غير عربية تبعد مئات الكيلومترات. وتستعمل 80% تقريباً من الموارد المائية في القطاع الزراعي الذي يستهلك كميات كبيرة من المياه بفعل الظروف المناخية القاسية. كما أن النمو السكاني المتسارع والحاجة إلى رفع مستوى معيشة الناس يزيدان من استهلاك المياه بشكل مأسوي. وقد تزيد الآثار المتوقعة للتغير المناخي من حدة الوضع من خلال تخفيض تدفقات الأنهر وتساقطات الأمطار ومن خلال تدهور جودة المياه الجوفية.

وتشمل تدابير تخفيف أسباب التغير المناخي: استهلاكاً أقل وأكثر كفاءة للوقود الأحفوري، وإنتاجاً أكبر للطاقة المتجددة، ومزيداً من غرس الغابات والمساحات الخضراء.

وتشمل إجراءات التكييف: حماية الأراضي المنخفضة ودلتا الأنهر من الفيضان وتغلغل مياه البحر، وتغيير أنماط المحاصيل، واعتماد تقنيات الاقتصاد بالمياه، وانتهاج إدارة متكاملة للموارد المائية.

أخيراً، ينبغي على البلدان العربية أن تعيد النظر في تخصيص المياه للأنشطة الإنمائية المختلفة، إذ إن ضعف كفاءة استخدام المياه، المتمثلة بالإنتاج لكل متر مكعب من المياه، يلغي النتائج المرجوة لكل وحدة من مساحات الأراضي. وهذا يستدعي تحقيق استخدام أمثل للمياه مما يولد عائداً اقتصادياً أقصى لكل وحدة حجم للمياه.

## المراجع

Agrawala, S., A. Moehner, M. El Raey, D. Conway, M. van Aalst, M. Hagenstad and J. Smith (2004). Development and Climate Change in Egypt. Focus on Coastal Resources and the Nile. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).

Allen, J.A. (2002). The Middle East Water Question, Hydropolitics and the Global Economy. London and New York: I. B. Tauris.

Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (Damascus), UNESCO Regional Office for Science and Technology for Arab States (Paris) and the International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering IHE (Delft). (1988). Water Resources Assessment in the Arab Region. IHP, Paris.

Assaf, H. (2009). Climate Change: Potential Impact on Water Resources in the Middle East and Adaptation

أفضل لسيناريوهات التغير المناخي وتحليل المخاطر.

● وعي عام حول مسائل التغير المناخي وما يترتب عنه.  
● إدارة الأزمة.

● نقل التكنولوجيا بما في ذلك أنظمة الري الحديثة، وحصاد المياه، وتحمية المياه، والنقل المائي، وإعادة تدوير مياه الصرف.

● زراعة الغابات واستصلاح الأراضي الهامشية والبور.

● استخدام طاقة صديقة للبيئة وفعالة من حيث التكلفة.

● مكافحة التصحر وتدهور الأراضي.

● إدارة مستدامة ومتكاملة للموارد المائية.

● بناء مرافق تخزين للمياه.

● إنشاء مشاريع لا تتأثر بالمناخ.

● تركّز ليبيا أكثر على النقاط التالية:

● إعداد جردة بالأنشطة التي تؤدي إلى إصدار غازات الدفيئة، بما في ذلك الطاقة والنقل والصناعة والزراعة والصحة والبيئة والسكن والمرافق.

● دمج سياسات التغير المناخي في السياسة الوطنية وتحديث التشريعات الداعمة.

● برامج تثقيف وإرشاد عام.

● جمع البيانات وتبادلها وتحليلها.

● دراسة مدى تعرّض البلد للتغير المناخي.

## VII. خلاصة وتوصيات

يقع العالم العربي في إحدى المناطق الأكثر قحلاً في العالم. فمساحة البلدان العربية تحتوي على نحو 10% من الأراضي الجافة في العالم، بينما لا تتعدى نسبة سكان المنطقة 5%

- Options. Research and Policy Memo #2, *Research and Policy Forum on Climate Change and Environment in the Arab*, Issam Fares Institute for Public Policy and International Affairs, American University of Beirut (AUB), Lebanon.
- Baetting, M.B. (2008). 'Measuring Countries' Cooperation within the International Climate Change Regime', *Environmental Science and Policy*, 11:478-489.
- Brown, O., A. Hammill, and R. Mcleman (2007). 'Climate Change as the New Security Threat: Implications for Africa'. *International Affairs*, 83(6): 1141-1154.
- Chin, J. (2008). 'Coping with Chaos: The National and International Security Aspects of Global Climate Change'. *The Journal of International Policy Solutions*, 9:15-26.
- European Environment Agency (2009). *Environmental Terminology Discovery*. At: <http://glossary.eea.europa.eu/terminology/>
- Expert Consultation on National Water Policy Reform in the Near East Beirut, Lebanon 9 - 10 December 1996.
- Fagan, B. (2005). *The Long Summer, How Climate Changed Civilization*, New York: Basic Book Publishing.
- Fujihara, Y., K. Tanaka, T. Watanabe, T. Nagano, and T. Kojiri (2008) 'Assessing the Impacts of Climate Change on the Water Resources of the Seyhan River Basin in Turkey: Use of Dynamically Downscaled Data for Hydrologic Simulations', *Journal of Hydrology*, 353:33-48.
- Giorgi, F (2006). 'Climate change hot-spots'; *geophysical Resources Letters*, 33, L08707.
- Haddad, B.M. (2005). 'Ranking the Adaptive Capacity of Nations to Climate Change when Socio Political Goals are Explicit'. *Global Environmental Change*, 15:165-176.
- Halwani, J. (2009). 'Climate Change and Water Resources in Lebanon', *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 6.
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2007). *Special Report on the Regional Impacts of Climate Change and Assessment of Vulnerability*.
- Jorgensen, D. and W.Y. al-Tikiriti (2002). 'A Hydrologic and Archeologic Study of Climate Change in Al Ain, UAE'. *Global and Planetary Change*, 35:37-49.
- Kouri, Jean (1995). *Rainfall Water Management in the Arab Region ROSTAS*, Cairo.
- Personal Communication (2009). Investigating the Climate Sensitivity of Different Nile Sub-Basins, Thirteen International Water Technology Conference, IWTC 13 2009, Hurgada, Egypt.
- Ragab R. and C. Prudhomme (2002). 'Climate Change and Water Resources Management in Arid and Semi-Arid Regions: Prospective and Challenges for the 21st Century'. *Biosystems Engineering*, 81(1):3-34.
- Second Expert Consultation on National Water Policy Reform in the Near East, Cairo, Egypt 24 - 25 November 1997.
- Spiess, A. (2008) 'Developing Adaptive Capacity for Responding to Environmental Change in the Arab Gulf States: Uncertainties to linking ecosystem conservation, sustainable development and society in authoritarian rentier economies', *Global and Planetary Change*, 64:244-252.
- Strezpek, K.M., D.N. Yates, and D. El Quosy (1996). 'Vulnerability Assessment of Water Resources in Egypt to Climate Change in the Nile Basin'. *Climate Research*. 6: 89-95.
- Thomas, R.J. (2008). 'Opportunities to Reduce the Vulnerability of Dry Land Farmers in Central and West Asia and North Africa to Climate Change Agriculture'. *Ecosystems and the Environment*, 126:36-45.
- United Nations Environmental Program - UNEP (2005). *Facing the Facts: Assessing the Vulnerability of Africa's Water Resources to Environmental Change*.
- علم المناخ - أوستن ملر تعريب د. محمد متولي - د. إبراهيم رزقانه.
- الأثار المستقبلية للتغيرات المناخية - حالة مصر - د. عبيد شقوي، د. نهلة السباعي - قضايا مستقبلية - مركز الدراسات المستقبلية - مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار - مجلس الوزراء - جمهورية مصر العربية (2007).
- عالم الفكر المجلد 37 أكتوبر - ديسمبر 2008 - الاحترار العالمي.