الأمم المتحدة

E

Distr.
LIMITED

E/ESCWA/SDPD/2008/IG.1/3
3 November 2008
ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

المجلس
الاقتصادي والاجتماعي

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

لجنة الموارد المائية
الدورة الثامنة
بيروت، ١٧-١٩ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٨

البند ٤ (أ) من جدول الأعمال المؤقت

مناقشة عامة حول تغيّر المناخ وآثاره على قطاع الموارد المائية في منطقة الإسكوا

الآثار المحتملة لتغيّر المناخ على قطاع الموارد المائية وتدابير التكيّف في منطقة الإسكوا

موجز

رغم أن منطقة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) تعتبر تاريخياً أقل مناطق العالم مساهمة في الاحترار العالمي، تشير التوقعات العلمية بدرجة عالية من الثقة إلى أن تغيّر المناخ سوف يؤثر فيها تأثيراً كبيراً لا يتناسب مع مساهمتها المتدنية في ذلك التغيّر. وحتى عام ٢٠٠٤ لم تشكل الحصة الإجمالية لمنطقة الإسكوا في الانبعاثات العالمية إلا نسبة تتراوح بين ٣ و٤ في المائة. وتعتبر الموارد المائية في منطقة الإسكوا من صلب تغيّر المناخ والتنمية البشرية، وسوف تطال معظم آثار تغيّر المناخ المنطقة من خلال مواردها المائية النادرة.

وهناك الكثير من الآثار الاجتماعية والاقتصادية والبيئية التي تترتب على تغيّر المناخ والعديد من مواضع الضعف إزاء هذا التغيّر، غير أن ما يتوقع أن يلحق منها بكمية المياه ونوعيتها في بلدان منطقة الإسكوا يعتبر ذا أثر حاسم في حياة سكان المنطقة واقتصادها. فالآثار التي يلحقها تغيّر المناخ بالموارد المائية قد تؤثر على قطاعات اجتماعية واقتصادية وبيئية واسعة تشمل الزراعة، والصحة، والسلامة العامة، والتنوع البيولوجي، وصناعة تحلية المياه المالحة، والسياحة، وإنتاج الطاقة من المصادر المائية، والملاحة النهرية.

ونظراً إلى التحديات المقبلة، أعدت الإسكوا ورقة تستعرض فيها الآثار المحتملة لتغيّر المناخ التي قد تلحق بقطاع الموارد المائية في منطقة الإسكوا؛ وتحدد تدابير عملية للتكيف ونهجاً لتحسين قدرة البلدان الأعضاء في الإسكوا على التصدي للآثار السلبية التي قد يلحقها تغيّر المناخ بقطاع الموارد المائية وتقليل تلك الآثار إلى حدّها الأدنى.

وإضافة إلى ذلك، تقترح الورقة رؤية لتكيف قطاع الموارد المائية مع تغيّر المناخ في منطقة الإسكوا، وتبرز أهمية إعداد تقييم لمواضع الضعف قبل وضع أي استراتيجية للتكيف مع تغيّر المناخ. كما تؤكد ضرورة جعل تكييف القطاعات المائية مع تغيّر المناخ في صلب خطط الإدارة المتكاملة للموارد المائية بغية الاستجابة بمزيد من الفعالية لآثار تغيّر المناخ. وتختتم الورقة بمجموعة من التحديات المتوقعة التي قد تواجه مديري الموارد المائية عند مواجهتهم أخطار تغيّر المناخ على قطاع الموارد المائية.

المحتويات

	الفقرات	الصفحة
مقدمة	١-٨	٤
الفصل		
أولاً- استعراض الآثار المحتملة لتغيّر المناخ على قطاع الموارد المائية في منطقة الإسكوا	٩-١٦	٥
ثانياً- الآثار المحتملة لتغيّر المناخ في قطاعات مائية فرعية محددة في منطقة الإسكوا	١٧-٢٣	٨
ألف- آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية الجوفية	١٧	٨
باء- آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية السطحية	١٨	٨
جيم- آثار تغيّر المناخ على تحلية المياه المالحة	١٩-٢٠	٨
دال- آثار تغيّر المناخ على نوعية المياه	٢١-٢٢	٩
هاء- آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية المشتركة	٢٣	٩
ثالثاً- رؤية لتكييف قطاع الموارد المائية مع تغيّر المناخ في منطقة الإسكوا	٢٤-٣٤	٩
ألف- الخطوة ١: تقييم مدى التأثر بمخاطر تغيّر المناخ	٢٧-٣٠	١٠
باء- الخطوة ٢: وضع استراتيجية تكيف مع تغيّر المناخ لقطاع الموارد المائية	٣١-٣٣	١١
جيم- الخطوة ٣: دمج إجراءات تكيف قطاعات الموارد المائية مع تغيّر المناخ في خطط الإدارة المتكاملة للموارد المائية	٣٤	١٢

المحتويات (تابع)

	الفقرات	الصفحة
الفصل		
رابعاً- تحديات تغيّر المناخ التي تواجه مديري الموارد المائية في منطقة الإسكوا...	٣٥	١٣
المراجع		١٥

قائمة الجداول

١- القطاعات المعرّضة لمخطر تغيّر المناخ وآثاره المحتملة في البلدان الأعضاء في الإسكوا ٦

٢- أمثلة على تكيف عناصر إدارة الموارد المائية مع تغيّر المناخ ١٢

مقدمـــة

١- وفقاً لتوقعات التقرير التقييمي الأخير الذي وضعته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (IPCC,2007a)، سوف يتجاوز متوسط درجات الحرارة العالمية في عام ٢١٠٠ متوسط الفترة ١٩٨٠-٢٠٠٠ بما بين ١,٨ و٤,٠ درجات مئوية، كما سوف ترتفع مستويات سطح البحر بما بين ٠,١٨ و٠,٥٩ متر بحلول عام ٢١٠٠. وتشير توقعات أحدث عهداً وضعها رامستروف وآخرون (Rahmstrof et al., 2007) وهانسن (Hansen, 2005) إلى أن مستوى سطح البحر سوف يرتفع في المستقبل جراء الانبعاثات العادية ارتفاعاً يتراوح بين ٠,٥ و١,٤ متر في هذا القرن. ويتوقع أيضاً أن تزداد حالات الطقس المتطرفة تكراراً وشدة (بما فيها الجفاف والفيضانات).

٢- ورغم أن منطقة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) تعتبر تاريخياً أقل مساهم في الاحترار العالمي، تشير توقعات علميّة على درجة عالية من الثقة إلى أن تغيّر المناخ سوف يؤثر تأثيراً لا يتناسب مع مساهمتها المتدنية في ذلك التغيّر. وحتى عام ٢٠٠٤، لم يتجاوز إجمالي حصة منطقة الإسكوا من الانبعاثات العالمية نسبة تتراوح بين ٣ و٥ في المائة. وتعتبر الموارد المائية في منطقة الإسكوا عاملاً أساسياً في موضوع تغيّر المناخ والتنمية البشرية، ومعظم آثار تغيّر المناخ سوف تؤثر على المنطقة عبر مواردها المائية النادرة.

٣- ومن الآثار الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لتغيّر المناخ ومواضع الضعف إزاءه، تبرز الآثار المتوقعة التي يلحقها تغيّر المناخ بكمية الموارد المائية ونوعيتها كآثار حاسمة في حياة سكان المنطقة وفي اقتصادها. فالآثار التي يلحقها تغيّر المناخ بالموارد المائية قد تطال قطاعات اجتماعية واقتصادية وبيئية واسعة تشمل الزراعة، والصحة، والسلامة العامة (الإعصار جونو في عُمان)، والتنوع البيئي، وصناعة تحلية المياه المالحة، والسياحة، وإنتاج الطاقة من المصادر المائية، والملاحة النهرية (حالة مصر).

٤- اما آثار تغيّر المناخ الرئيسية التي تلحق بموارد المياه في منطقة الإسكوا فيمكن أن تعزى نظرياً إلى ارتفاع درجات الحرارة، وتدني رطوبة التربة، وازدياد التبخر-النتح، وتحولات أنماط سقوط الأمطار من حيث التوزيع الزمني والجغرافي، والتقلب السنوي والموسمي الشديد، والجفاف والتصحر المتكررين، وتقلص الغطاء الثلجي على المرتفعات (المناطق الجبلية في لبنان والجمهورية العربية السورية وبدرجة أقل في العراق)، والآثار الضارة التي قد تقع جراء ارتفاع مستوى سطح البحر في المستقبل وتداخلها في الخزانات الجوفية للمياه العذبة القريبة من الشاطئ. وعلاوة على ذلك، يتوقع أن يؤثر تغيّر المناخ تأثيراً سلبياً على نوعية المياه (مثل تلويث المياه السطحية وتسرب مياه البحر إلى أحواض المياه الجوفية). ولا شك في أن التغيّرات المتوقعة ستؤثر في الخدمات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية التي تعتمد على هذه المتغيّرات اعتماداً مباشراً أو غير مباشر. وتبلغ هذه الآثار حداً بعيداً في منطقة الإسكوا، ويرجح أن تكون على أشدها في أوساط الفئات الأضعف مثل النساء والمسنين والأطفال والفقراء والفئات المهمشة.

٥- وعلى وجه الإجمال، فإن آثار تغيّر المناخ على قطاع الموارد المائية سوف تقوّض الخطط الإنمائية الوطنية، وتطال أمن البشر ومعيشتهم، وتشكل عامل دفع للحركات السكانية الهائلة والنزوح (الهجرة البيئية). ويمكن أن تزداد الحالة تعقيداً جراء اعتماد المنطقة اعتماداً شديداً على موارد المياه العذبة التي تتدفق من بلدان المصدر من خارج المنطقة. ولذلك يمكن أن تكون ندرة المياه سبباً لنزاعات وصراعات دولية بين البلدان التي تتشارك في الموارد المائية في داخل منطقة الإسكوا وبينها وبين مناطق أخرى.

٦- وأما سيناريوهات تأثير تغيّر المناخ على قطاع الموارد المائية في بلدان منطقة الإسكوا فلا يمكن بحثها بمعزل عن النمو السكاني السريع، والتنمية الصناعية، والتحضر، ولا بعيداً عن الحاجة إلى مياه الري في الزراعة لتوفير الغذاء للسكان الذين تتزايد أعدادهم بإطّراد.

٧- ومن الصعب جداً تحديد التكاليف الاجتماعية والاقتصادية التي تنطوي عليها آثار تغيّر المناخ في قطاع الموارد المائية في منطقة الإسكوا. وقد تشمل التكاليف تكاليف الأضرار (النزوح جراء أحداث مناخية شديدة، وتدهور نوعية المياه، ونحر التربة، والخسائر التي تلحق بالتنوع البيئي، وما إلى ذلك)، وتكاليف التكيف للحد من وقوع الأضرار أو تجنب وقوعها (إقامة الحواجز والسدود الجديدة والأحواض، ووحدات تحلية مياه البحر، ووحدات معالجة المياه، ومحطات الضخ، وما إلى ذلك). ويتوقع أن تزداد تكاليف إمدادات المياه وخدمات الصرف الصحي ازدياداً كبيراً، وذلك لتلبية متطلبات التغيّرات المتوقعة في نوعية المياه وتعديل البنية الأساسية لمعالجة المياه والمياه المستعملة من أجل مراعاة الخصائص المختلفة للمياه.

٨- والأهداف الرئيسية لهذه الورقة هي استعراض الآثار التي يحتمل أن يُلحقها تغيّر المناخ بقطاع الموارد المائية في منطقة الإسكوا؛ وتحديد تدابير ونُهُج عملية للتكيّف ترمي إلى تحسين قدرة البلدان الأعضاء في الإسكوا على معالجة الآثار السلبية التي يلحقها تغيّر المناخ بقطاع الموارد المائية والتصدي لها وتقليلها إلى حدها الأدنى؛ وأخيراً تحديد التحديات الرئيسية التي يسببها تغيّر المناخ ويواجهها مديرو الموارد المائية في المنطقة.

أولاً- استعراض الآثار المحتملة لتغيّر المناخ على قطاع الموارد المائية في منطقة الإسكوا

٩- استخدم هانسن وآخرون (Hansen et al., 2005) نموذجاً للمناخ العالمي لإجراء مقارنة لفعالية عوامل متنوعة تؤثر في المناخ، ومنها الغازات الدفيئة، فوضعوا توقعات مفادها أن حالات الجفاف ستشتد في منطقة البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط. ولاحظ شيندل (Shindell, 2007)، في أثناء دراسة احتمال حدوث تغيّر مفاجئ في المناخ، أن الندفة المائية قد تزداد حدة في منطقة البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط. ويتوقع في تقديراته أن تنخفض كمية الأمطار بنسبة ٢٥ في المائة على نطاق المنطقة وبنسبة تصل إلى ٤٠ في المائة في بعض الأماكن المحددة.

١٠- وعزا ألبرت وآخرون (Alpert et al., 2004) التكرّر المتزايد لظهور نطاقات الضغط المنخفض الجافة في منطقة البحر الأحمر إلى الاتجاه الغالب لتناقص الأمطار في شرقي البحر الأبيض المتوسط. وفي دراسة أخرى، وجد ألبرت وآخرون (Alpert et al., 2008) أن متوسط درجات الحرارة في منطقة البحر الأبيض المتوسط قد سجل زيادة تتراوح بين ١,٥ و٤ درجات مئوية، وتنبأوا بزيادة تتراوح بين ٤ و٦ درجات مئوية في الفترة ٢٠٧١-٢١٠٠. وتوصلوا أيضاً إلى توقعات مفادها أنه سيظهر اتجاه نحو وقوع أحداث مناخية شديدة إلى درجة بالغة، وبيّنوا أن التساقط في معظم حوض البحر الأبيض المتوسط يغلب عليه اتجاه سلبي منذ ٥٠ عاماً.

١١- وأما التوقعات التي خلص إليها كيتوه وآخرون (Kitoh et al., 2008) بشأن هطول الأمطار وتدفق مياه الأنهار في "الهلال الخصيب"، بناء على نموذج للمناخ العالمي عالي الدقة (٢٠ كلم)، فقد أشارت إلى أن "الهلال الخصيب" سوف يفقد بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين شكله الحالي وقد يزول كلياً. ووفقاً

لتوقعات هذه الدراسة المقلقة، يتوقع أن تنخفض كمية المياه التي يصرفها مجرى نهر الفرات بنسبة تتراوح بين ٢٩ و٧٣ في المائة، وسوف تنخفض أيضاً تلك التي يصرّفها مجرى نهر الأردن.

١٢- وأشار رجب وبرودوم (Ragab and Prudhomme, 2000) إلى أنه بحلول عام ٢٠٥٠ سوف تشهد فترة الجفاف التي تمتد من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر انخفاضاً في كمية الأمطار يتراوح بين ٢٠ و٢٥ في المائة عن الكمية الحالية. أما في مواسم المطر فإن كمية الأمطار سوف تنخفض بنسبة تتراوح بين ١٠ و١٥ في المائة في شمال أفريقيا وبعض أجزاء مصر والجمهورية العربية السورية والأردن وفلسطين والمملكة العربية السعودية.

١٣- وبحسب التوقعات التي توصل إليها بو زيد والفاضل (Bou-Zeid and El-Fadel, 2002) باستخدامهما مجموعة مختلفة من النماذج الرياضية لحركة المناخ (GCMs)، فإن لبنان سوف يشهد بحلول عام ٢٠٢٠ انخفاضاً بنسبة ١٥ في المائة في موارد المياه المتوفرة حالياً وزيادة بنسبة ٦ في المائة في الطلب على المياه لأغراض الزراعة.

١٤- وبحسب توقعات الدراسة التي اضطلع بها كونستمان وآخرون (Kunstmann et al., 2007) لأثر تغيّر المناخ على المياه المتوفرة في الشرق الأوسط وفي أعالي حوض وادي نهر الأردن، يتوقع أن ينخفض المتوسط السنوي لهطول الأمطار بنسبة ٢٥ في المائة في أعالي الحوض مصحوباً بانخفاض نسبته ٢٣ في المائة من إجمالي الصرف عند مخرج الحوض، ومعه انخفاض كبير في معدل شحن المياه الجوفية.

١٥- أما الصورة العامة التي تبرز من المراجع المحدودة عن منطقة الإسكوا ومن توقعات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (IPCC, 2007a) فتبين أن توفر المياه سيكون شديد التأثر بتغيّر المناخ. وسوف تترتب على تغيّر المناخ آثار كبيرة تطال المياه العذبة، وتمسّ توفر المياه العذبة ونسبة وقوع الفيضانات والجفاف في هذه المنطقة. وتغيّر المناخ قد يقوض خطط التنمية الوطنية، ويضر بأمن البشر وأسباب عيشهم، وقد يطال بآثاره الشديدة الزراعة والسياحة والصناعة، وقد يشكل عاملاً ضاغطاً لحركة السكان والهجرة.

١٦- ويعرض الجدول ١ القطاعات المعرضة لمخاطر تغيّر المناخ وآثاره المحتملة في كل بلد من البلدان الأعضاء في الإسكوا، وفقاً لما جاء في الكتابات المنشورة، وفي تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، وفي البلاغات الوطنية المقدمة إلى أمانة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ.

الجدول ١- القطاعات المعرّضة لمخاطر تغيّر المناخ وآثاره المحتملة في البلدان الأعضاء في الإسكوا

البلد	القطاعات المعرضة لمخاطر تغيّر المناخ وآثاره المحتملة	المرجع
الأردن	- ازدياد الطلب على مياه الري؛ - احتمال أن يؤدي تناقص الأمطار إلى زيادة الضغط على الموارد المائية الشحيحة أصلاً.	تقرير خاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، التأثيرات الإقليمية لتغيّر المناخ: تقييم لمدى سرعة التأثر، ١٩٩٧.
الإمارات العربية المتحدة	- تسرب مياه البحر إلى الأحواض الجوفية للمياه العذبة؛ - حدوث عواصف تؤثر على إنتاج النفط في المناطق الساحلية.	تقرير خاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، التأثيرات الإقليمية لتغيّر المناخ: تقييم لمدى سرعة التأثر، ١٩٩٧.

الجدول ١ (تابع)

البلد	القطاعات المعرضة لمخاطر تغيّر المناخ وآثاره المحتملة	المرجع
البحرين	تعرض المناطق المنخفضة من جزر البحرين لمخاطر ارتفاع منسوب البحر.	البلاغ الوطني الأول المقدم من البحرين إلى أمانة الاتفاقية الإطارية.
الجمهورية العربية السورية	- آثار محتملة على مجرى نهري دجلة والفرات؛ - ازدياد الطلب على مياه الري.	تقرير خاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، التأثيرات الإقليمية لتغيّر المناخ: تقييم لمدى سرعة التأثر، ١٩٩٧.
السودان	- سوف يؤدي انخفاض معدلات سقوط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة ونسبة التبخر إلى انخفاض تجدد المياه الجوفية؛ - تزايد مشكلة نقص المياه؛ - ازدياد الاعتماد على مياه من خارج الحدود؛ - توقع انخفاض إنتاج الدُخن والسّرغوم.	برنامج العمل الوطني للتكيف في السودان، ٢٠٠٧.
العراق	- آثار محتملة على مجرى نهري دجلة والفرات؛ - ازدياد الطلب على مياه الري.	تقرير خاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، التأثيرات الإقليمية لتغيّر المناخ: تقييم لمدى سرعة التأثر، ١٩٩٧.
عُمان	- تسرب مياه البحر إلى الأحواض الجوفية للمياه العذبة؛ - حدوث عواصف تؤثر على إنتاج النفط في المناطق الساحلية؛ - انخفاض منسوب المياه الجوفية.	تقرير خاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، التأثيرات الإقليمية لتغيّر المناخ: تقييم لمدى سرعة التأثر، ١٩٩٧.
قطر	- ازدياد مشكلة نقص المياه؛ - حدوث عواصف تؤثر على إنتاج النفط في المناطق الساحلية.	تقرير خاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، التأثيرات الإقليمية لتغيّر المناخ: تقييم لمدى سرعة التأثر، ١٩٩٧.
الكويت	- تعرض المناطق الساحلية المنخفضة لمخاطر ارتفاع منسوب البحر؛ - حدوث عواصف تؤثر على إنتاج النفط في المناطق الساحلية.	تقرير خاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، التأثيرات الإقليمية لتغيّر المناخ: تقييم لمدى سرعة التأثر، ١٩٩٧.
لبنان	- ازدياد الضغط على الموارد المائية؛ - انتقال المساحات الصالحة للزراعة إلى المنطقة الأكثر جفافا - آثار سلبية على إنتاج الحمضيات، والزيتون، والتفاح، والسمندر السكري.	البلاغ الوطني الأول المقدم من لبنان إلى أمانة الاتفاقية الإطارية.
مصر	- انخفاض إنتاجية المحاصيل وازدياد المتطلبات المائية؛ - تعرض دلتا نهر النيل المزدحمة بالسكان لمخاطر ارتفاع منسوب البحر.	IPCC (2007b).
المملكة العربية السعودية	تزايد مشكلة نقص المياه نتيجة ارتفاع درجات الحرارة.	البلاغ الوطني الأول المقدم من المملكة العربية السعودية بموجب الاتفاقية الإطارية.
اليمن	- ازدياد مخاطر التصحر؛ - ازدياد الطلب على مياه الري.	تقرير خاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، التأثيرات الإقليمية لتغيّر المناخ: تقييم لمدى سرعة التأثر، ١٩٩٧.

ثانياً- الآثار المحتملة لتغيّر المناخ في قطاعات مائية فرعية محددة في منطقة الإسكوا

ألف- آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية الجوفية

١٧- سوف تواجه إمدادات المياه الجوفية مخاطر عظيمة جراء ارتفاع مستوى سطح البحر في بلدان منطقة الإسكوا. فارتفاع مستوى سطح البحر يسبب تسرب مياه البحر إلى أحواض المياه الجوفية القريبة من السواحل مما يؤدي إلى تملح هذه المياه. أما الإفراط في سحب مياه الأحواض الجوفية فيزيد حجم المشكلة. وعلاوة على ذلك، يشير العديد من النماذج الرياضية لحركة المناخ (GCMs) إلى احتمال تزايد تغيّر تساقط الأمطار واشتداده. وهذا من شأنه أن يزيد الصرف والفيضانات السريعة، وأن يقلل في الوقت ذاته من قدرة المياه على التغلغل في التربة وإعادة تغذية أحواض المياه الجوفية (حالة الإعصار جونو في عُمان). ونظرياً، قد يشكل تسرّب مياه البحر إلى موارد المياه الجوفية الساحلية خطراً على مصر ولبنان والجمهورية العربية السورية ودول الخليج.

باء- آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية السطحية

١٨- وفقاً للتنبؤات العالمية المستندة إلى النماذج الرياضية لحركة المناخ (GCMs)، فإن التصريف في شبكة نهر النيل يتراوح بين ازدياد بنسبة ٣٠ في المائة وانخفاض بنسبة ٧٠ في المائة (وزارة الموارد المائية والري المصرية ووزارة الخارجية الهولندية، ٢٠٠١). وقد يقلل تغيّر المناخ أيضاً من تدفق مياه نهري دجلة والفرات بنسبة تتراوح بين ٣٠ و٥٠ في المائة (IPCC, 2007a). وعند تساقط الأمطار أكثر من الثلوج في فصل الشتاء في الجمهورية العربية السورية ولبنان وأجزاء من العراق، يضطر القائمون على إدارة الموارد المائية للموازنة بين ضرورة ملء الخزانات لأغراض الإمداد بالمياه وضرورة المحافظة على سعة في هذه الخزانات للسيطرة على فيضانات فصل الشتاء. ومن الضروري تطوير قدرة تخزينية للموازنة بين التغيّرات الكبيرة المحتملة وارتفاع التكاليف الاقتصادية والبيئية. وأما انخفاض تدفق مياه ذوبان الثلوج (لبنان والجمهورية العربية السورية) عبر السدود فسوف يقلل احتمالات إنتاج الطاقة الكهربائية المائية. وينطوي تغيّر المناخ أيضاً على آثار جدية تطال السياحة الشتائية في لبنان بسبب هبوط مستوى تراكم الثلج، مما يؤدي إلى تقليص موسم التزلج إلى فترة قصيرة جداً.

جيم- آثار تغيّر المناخ على تحلية المياه المالحة

١٩- يتوقع أن تصبح تحلية المياه المالحة خياراً من الخيارات الرئيسية في المستقبل لسد الفجوة بين إمدادات المياه والطلب عليها. غير أن تغيّر المناخ سوف يؤثر على الخصائص الفيزيائية والبيولوجية والبيولوجية-الجيولوجية-الكيميائية للمياه الساحلية المحيطة بمنطقة الإسكوا. وفي هذا الصدد، فإن تغيّر المناخ الذي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة مياه التبريد يتوقع أن يقلل من كفاءة عملية التحلية بالطاقة الكهربائية. كما قد تتأثر الطاقة الإنتاجية لوحدات التحلية بالملوحة الشديدة الناشئة عن تبخر مياه البحر المتجهة إلى الوحدات عند مداخل هذه المياه شبه المغلقة.

٢٠- وأما ارتفاع درجة حرارة مياه البحر القريبة من الشاطئ فسوف يؤدي إلى زيادة في المحتوى البيولوجي، فتكثر الطحالب تكاثراً يقتضي استعمال جرعات إضافية من الكلور في مداخل المياه المالحة لمكافحة التلوث البيولوجي. ومن شأن هذه الجرعات الإضافية بدورها أن تتفاعل تفاعلاً كيميائياً مع السلائف العضوية الطبيعية مكوِّنة مركبات كيميائية مسببة للسرطان، وهي مركبات الميثان ثلاثي الهالوجين (Trihalomethanes) المعالج بالبروم. وهذه المركبات الهيدروكربونية السائلة الطيارة (VLHs) المحتوية على البروم تظهر في مياه الشرب المنتجة بطريقة التقطير المشترك (codistillation) لخليط من مركّبين غير قابلين للامتزاج.

.ال- آثار تغيّر المناخ على نوعية المياه

٢١- يؤثر ارتفاع درجة حرارة المياه على جهد الأكسدة (Redox Potential)، والأكسجين المذاب، وظاهرة تكوين الطبقات (Stratification)، ومعدل الخلط، والنمو البيولوجي، والتطهير الذاتي، وتترتب على ذلك آثار هامة في نوعية المياه. وارتفاع درجة الحرارة يعزز أيضاً تكاثر الطحالب ويزيد المحتوى الجرثومي والفطري. وعلى هذا المستوى العالي للمحتوى البيولوجي، تؤدي معالجة مياه الشرب بالكلور لأغراض التطهير إلى نشوء رائحة وطعم كريهين وإلى تكوّن المواد السامة. وعلاوة على ذلك، فإن الفيضانات الشديدة تؤدي أيضاً إلى إطلاق مزيد من المواد المغذية، والعوالق الصلبة، والمُمْرِضات، ومبيدات الآفات، والفلزات الثقيلة، والمواد السامة التي تحملها الأمطار الغزيرة إلى مصادر المياه السطحية. ومن جهة أخرى، سوف يؤدي الجفاف أيضاً إلى ركود المياه السطحية، وإغناء المياه بالمغذيات، وتراكم الرواسب، والتراكم الأحيائي، والتضخم الأحيائي للملوثات.

٢٢- ونظراً إلى تردّي نوعية المياه السطحية، يمكن أن تنتقل أمراض عديدة إما عن طريق الشرب أو عن طريق استهلاك المحاصيل المروية بمياه ملوّثة تصلها بفعل هطول الأمطار الغزيرة أو فترات الجفاف الطويلة في المنطقة.

هاء- آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية المشتركة

٢٣- إن آثار تغيّر المناخ على الموارد المائية المشتركة دولياً في منطقة الإسكوا قد تثير مسألة الإنصاف وتزيد من احتمال نشوء نزاعات سياسية. وإذا صحت التوقعات بأن تغيّر المناخ سوف يحدّ من الموارد المائية في المنطقة، بات ممكناً نشوء نزاعات داخل المنطقة وبينها وبين مناطق أخرى تكون شرارتها التنافس على الموارد المائية المختلفة والمتناقصة مع البلدان الواقعة في أعالي الأنهار. وعلاوة على ذلك، فإن النزوح والهجرات الجماعية عبر الحدود للاجئين البيئيين قد تؤدي أيضاً إلى نزاعات سياسية بين بلدان الشمال وبلدان الجنوب.

ثالثاً- رؤية لتكييف قطاع الموارد المائية مع تغيّر المناخ في منطقة الإسكوا

٢٤- يمكن تعريف تكييف قطاع الموارد المائية مع تغيّر المناخ بأنه تدابير تتخذها المجتمعات استجابة أو تحوطاً لتغيّر في المناخ متوقع أو واقع فعلاً بغية الحد من أثاره الضارة. فالتكيف الاحترازي ينشأ قبل مشاهدة آثار تغيّر المناخ ويتخذ مثلاً شكل إقامة الحواجز لمنع تسرب مياه البحر إلى المياه الجوفية، وبناء

السدود، ونقل المجتمعات، وما إلى ذلك. ومن جهة أخرى، يتخذ التكيف شكل رد فعل أو خطة عندما يكون نتيجة لقرار مدروس في إطار سياسة عامة صادر عن أصحاب المصلحة في الموارد المائية استناداً إلى إدراكهم أن الظروف قد تغيّرت أو هي على وشك أن تتغيّر وأن المطلوب اتخاذ تدابير للعودة إلى الحالة المرغوب فيها.

٢٥- وفي الوقت الحاضر، تختار البلدان الأعضاء في الإسكوا نهج الحالة المحددة المعروف بالتكيّف العفوي أو المستقل الذي لا يشكل استجابة واعية للأسباب المناخية، لكنه ينطلق بفعل تغيّرات في نظم هيدرولوجية طبيعية وتغيّرات في أسواق النظم البشرية. ولا بد من التذكير بأنه، نظراً إلى أهمية قطاع الموارد المائية، ينبغي للحكومات ألا تترك كلياً التكيف مع تغيّر المناخ للقوى الاجتماعية أو لقوى السوق.

٢٦- إن تكييف قطاع الموارد المائية مع تغيّر المناخ يتطلب أولاً معرفة دقيقة لعنصر قطاع الموارد المائية الذي سوف يتأثر بتغيّر المناخ ومدى هذا التأثير. ولذلك يصح القول إنه لا يمكن تصور أي تكيّف دون القيام أولاً بتقييم درجة ومدى سرعة التأثر بأخطار تغيّر المناخ. ومن الناحية النظرية، فإن التسلسل المنطقي لوضع استراتيجية تكيف لقطاع الموارد المائية في بلدان منطقة الإسكوا يشمل الخطوات التالية:

ألف- الخطوة ١: تقييم مدى التأثر بمخاطر تغيّر المناخ

٢٧- يمكن تعريف التأثر بمخاطر تغيّر المناخ بأنه يشمل مميزات المجتمع من حيث قدرته على توقع آثار تغيّر المناخ على قطاع الموارد المائية ومواجهتها ومقاومتها والتعافي منها. وتقييم درجة التأثر يشكل وسيلة لفهم الطريقة التي تنتشر بها آثار تغيّر المناخ، وذلك بالدرجة الأولى لتعيين طريقة الحدّ من هذا التأثر.

٢٨- وتقييم مدى تأثر قطاع الموارد المائية بمخاطر تغيّر المناخ يقدم إجابات عن سؤالين أساسيين هما: (أ) ما حجم خطر تغيّر المناخ على قطاع الموارد المائية؟ (ب) كيف يمكن لقطاع الموارد المائية أن يتكيف مع تغيّر المناخ؟ يُجاب عن السؤال الأول بقيام خبراء الأرصاد الجوية الذين يقودون عملية تقييم درجة التأثر بالأخطار بتصغير المقاييس النسبية ودقة النماذج الرياضية لحركة المناخ (GCMs). ويمكن الإجابة عن السؤال الثاني بإشراك الجهات صاحبة المصلحة في هذا الأمر وكذلك المجتمعات عن طريق استخدام نهج ينطلق من قاعدة الهرم إلى أعلاه.

٢٩- ورغم أن أهمية تغيّر المناخ تعتمد على مدى التغيّر في قطاع الموارد المائية وعلى خصائص المجتمع الذي يُعتبر عرضة لتغيّر المناخ، يبدو أن العديد من البلدان الأعضاء في الإسكوا معرضة إلى حدّ بعيد لتغيّر المناخ، وذلك بسبب العوامل التالية:

(أ) إن ما يحدثه تغيّر المناخ من تغيّرات في درجة الحرارة والتساقط لن تكون متساوية في جميع بلدان منطقة الإسكوا، فالبلدان الواقعة على شواطئ البحر الأبيض المتوسط ستكون الأكثر معاناة من آثار تلك التغيّرات؛

(ب) الموارد والثروات ليست موزعة بالتساوي على مجتمعات البلدان الأعضاء في الإسكوا؛

(ج) البلدان الأعضاء في الإسكوا غير المصدرة للنفط أشد تعرضاً لمخاطر تغيّر المناخ وأقل قدرة على التكيف معه من بلدان العالم المتقدمة، وذلك للأسباب التالية: (١) الازدياد السكاني المطرد (نسبة إلى الإنتاجية والدخل والموارد الطبيعية في الوقت الحاضر)؛ (٢) والقاعدة الإيكولوجية المتردية (تردي الأراضي وتجزؤها)؛ (٣) والإفراط في الاعتماد على القطاعات الحساسة للمناخ وأبرزها الزراعة والرعي والسياحة الإيكولوجية وتربية المائيات، وغيرها؛

(د) المهارات التكنولوجية والموارد البشرية محدودة نسبياً؛

(هـ) سوء الوضع الصحي والخدمات الصحية القائمة أصلاً في بعض البلدان الأعضاء في الإسكوا؛

(و) حالة عدم الاستقرار السياسي والنزاعات المسلحة المزمنة في الأراضي المحتلة؛

(ز) الاعتماد الشديد على موارد المياه العذبة الدولية التي تقع مصادرها في البلدان الواقعة في أعالي الأنهار.

٣٠- وفي حالة الفئات السريعة التأثر بمخاطر تغيّر المناخ، تعتبر استراتيجيات التكيف في قطاع الموارد المائية عاملاً حيوياً لأن الفشل في التكيف يمكن أن يؤدي إلى "الكثير من الحرمان والتفكك الاجتماعي ونزوح السكان، وعدم الاستقرار السياسي، بل ارتفاع معدلات الاعتلال والوفاة". وتكمن المشكلة في تحديد أشكال التكيف التي تستجيب لحاجات أشدّ الفئات تعرضاً للمخاطر في البلدان الأعضاء في الإسكوا.

باء- الخطوة ٢: وضع استراتيجية تكيف مع تغيّر المناخ لقطاع الموارد المائية

٣١- كحصيلة لتقييم مدى التأثر بمخاطر تغيّر المناخ، سوف يتمكن مديرو الموارد المائية في المنطقة من وضع استراتيجية تكيف لقطاع الموارد المائية. ويقتضي وضع هذه الاستراتيجية أن يميز مديرو الموارد المائية بين نوعين من التكيف هما التيسير والتنفيذ.

(أ) التيسير يشمل أنشطة تعزز قدرة قطاع الموارد المائية على التكيف (مثل التوعية، وبناء القدرات، وتعزيز بنية المؤسسات والإدارة السليمة، وغير ذلك)، مما يحسّن الظروف المطلوبة لتنفيذ تدابير التكيّف؛

(ب) والتنفيذ يشير إلى أنشطة تساعد فعلاً على التخفيف من آثار تغيّر المناخ الضارة بقطاع الموارد المائية و/أو تجنبها.

٣٢- وعلى ضوء النقص المتوقع في الموارد المائية لمنطقة الشرق الأوسط في هذا القرن، استنتج رجب وبرودوم (Ragab and Prudhomme, 2000) أنه من الضروري تطوير الهياكل الأساسية الرئيسية لقطاع الموارد المائية واعتماد أشكال مبتكرة من أشكال إدارة الموارد المائية، وذلك لزيادة الكفاءة في مجال الموارد المائية. وشدّدا على ضرورة زيادة الإنتاجية في هذا المجال والتعجيل في تطوير الموارد المائية غير التقليدية في المنطقة. كما توصّل بو زيد والفضل (Bou-Zeid and El-Fadel, 2000) إلى الاستنتاج ذاته بمزيد من التشديد على تطوير الموارد المائية غير التقليدية.

٣٣- ولتوضيح عملية وضع استراتيجية للتكيف يعرض الجدول ٢ أمثلة على تكيف عناصر إدارة الموارد المائية مع مخاطر تغيّر المناخ.

الجدول ٢- أمثلة على تكيف عناصر إدارة الموارد المائية مع تغيّر المناخ

عناصر إدارة الموارد المائية المتأثرة بالمخاطر	التكيف في جانب العرض	التكيف في جانب الطلب
إمدادات المياه البلدية	• زيادة سعة الخزانات • التحلية • التحويل من حوض إلى آخر • جمع مياه الأمطار	• استعمال المياه الرمادية (المياه المستعملة في المنازل والمعاد تدويرها) • تحسين الكفاءة في استخدام المياه • الحدّ من التسرّب • الترشيد • استخدام أدوات اقتصادية • تطبيق تشريعات المياه
الحماية من التلوث (تردي نوعية المياه)	• تحسين وحدات المعالجة • إعادة الاستعمال والاسترداد • تحسين حماية المياه	• الحدّ من حجم النفايات السائلة • تعزيز بدائل المواد الكيميائية
الزراعة • بالأمطار	• تحسين حفظ التربة • استكمال مياه الأمطار من مصادر أخرى بحسب الحاجة	• استخدام المحاصيل التي تتحمل الجفاف
• بالري	• تطوير تكنولوجيا الزراعة الملحية • تحسين ممارسات الزراعة • جمع مياه الأمطار • إعادة استعمال مياه الصرف المنزلية المعالجة على نحو وافٍ	• زيادة كفاءة الري • تمكين الجمعيات المحلية لمستخدمي المياه • تفعيل الأدوات الاقتصادية
إدارة الفيضانات	• بناء الخزانات وحواجز منع الفيضانات • حماية الأراضي الرطبة وإصلاحها	• تحسين وسائل الإنذار من وقوع الفيضانات • الحد من تطوير السهول الفيضانية

جيم- الخطوة ٣: دمج إجراءات تكيّف قطاعات الموارد المائية مع تغيّر المناخ في خطط الإدارة المتكاملة للموارد المائية

٣٤- الهدف الأساسي للبلدان الأعضاء في الإسكوا هو ضمان جعل "تكيف قطاع الموارد المائية مع تغيّر المناخ" جزءاً من البرامج التي تعزّز التخطيط للتنمية المستدامة. فإدماج التكيف مع تغيّر المناخ في سياسات قطاع الموارد المائية وبرامجه ومشاريعه يزيد فرص الحدّ من التعرض للمخاطر ويمكن أيضاً من معالجة الآثار بطريقة أبسط وأكثر كفاءة من الناحية الاقتصادية. وبعد انتهاء قطاعات الموارد المائية من وضع استراتيجية للتكيف مع تغيّر المناخ، وتحديد المجالات ذات الأولوية لتعزيز القدرة على التكيف، يكون من

الضروري مواصلة العمل لضمان إدماج تلك الاستراتيجية وتلك المجالات في سياسات وبرامج ومشاريع الإدارة المتكاملة للموارد المائية. وفي إطار الاستدامة، تتخذ استراتيجية التكيف في قطاع الموارد المائية بمنطقة الإسكوا الأولويات التالية:

(أ) الأولوية الأولى: الحد من تعرض السكان والمجتمعات لمخاطر تحول الاتجاهات في مجالات المياه، وتزايد تقلب المناخ والأحداث المناخية الشديدة؛

(ب) الأولوية الثانية: حماية واسترداد النظم الإيكولوجية الحيوية التي توفر الأراضي والموارد المائية والخدمات التي تؤدي دوراً حيوياً؛

(ج) الأولوية الثالثة: سدّ الفجوة بين العرض والطلب في مجال المياه بتعزيز الإجراءات التي ترمي إلى الحد من الطلب.

رابعاً- تحديات تغيّر المناخ التي تواجه مديري الموارد المائية في منطقة الإسكوا

٣٥- كخلاصة فإن جميع التنبؤات تشير إلى أن تغيّر المناخ سوف يقلل إجمالي هطول الأمطار بنسبة ٢٠ في المائة وسوف يزيد التقلب وصعوبة إدارته. وحتى إذا استقرت اليوم انبعاثات غازات الدفيئة ستظل المنطقة تواجه مشاكل توفر المياه والفيضانات لعقود قادمة. أما مواجهة أكثر آثار تغيّر المناخ شدة في المنطقة فتقتضي إجراء تغييرات كبيرة في مفاهيم إدارة الموارد المائية والمواقف المتعلقة بها، وفي بعض الأحيان في الهياكل الأساسية المؤسسية والتشريعية. وفي ما يلي التحديات الرئيسية المتوقع أن يواجهها مديرو الموارد المائية جراء تغيّر المناخ وأخطاره على قطاع الموارد المائية:

(أ) التحدي الأول: يتأثر معظم مديري الموارد المائية في البلدان الأعضاء في الإسكوا بثقافة إدارة الموارد المائية التي تقوم على أساس الحدّ الأدنى من التقلب. أما دخول عناصر عدم اليقين في إدارة الموارد المائية في المنطقة جراء تغيّر المناخ فيمثل تحدياً غير مسبوق لمديري الموارد المائية؛

(ب) التحدي الثاني: سوف يُضطر مديرو الموارد المائية للتصدي للتكيف بوصفه تدبيراً يقتصر على الحدّ من تأثير تغيّر المناخ على قطاع الموارد المائية. ونظراً إلى الندرة الشديدة للمياه في منطقة الإسكوا اليوم فإن تحسين إدارة الموارد المائية يصبح أمراً لازماً. وقواعد العمل آخذة بالتحول بفعل تغيّر المناخ. ومن حسن الحظ أن إيجاد نُهُج جديدة ليس الهم الرئيسي، بل إن التحدي الرئيسي في هذا الصدد هو تضمين سياسات التنمية المستدامة والإدارة المتكاملة للموارد المائية تدابير تكيف قابلة للنجاح؛

(ج) التحدي الثالث: إن توفير إمدادات إضافية من المياه لتلبية الطلب المتزايد عليها وتخفيف شدة الجفاف يمكن أن ينطوي على زيادة الاستثمار في الطاقة التي تستخدم في التحلية، وفي محطات الضخ لنقل المياه من حوض إلى آخر، ومعالجة مياه الفضلات لإعادة استعمالها. وهذه التدابير تزيد في أحيان كثيرة استهلاك الوقود الأحفوري مما يؤدي إلى زيادة في انبعاثات غازات الدفيئة تقيّد التدابير التي تتخذ على المستوى الوطني لتخفيف آثار تغيّر المناخ. ومن الضروري أن يحرص مديرو الموارد المائية على

ألا تكون تدابير التكيف المعتمدة ذات تأثير على الاهتمام بالتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة. والتحدي الرئيسي في هذا الصدد هو ربط التكيف بالتخفيف الذي يجري حالياً بمعزل عن التكيف على جميع مستويات إدارة الموارد المائية في المنطقة؛

(د) التحدي الرابع: إن قلة البحوث والمعلومات (وغيابها الكامل في بعض الحالات) في موضوع تعرّض المجتمعات والنظم الإيكولوجية لآثار تغيّر المناخ في البلدان الأعضاء في الإسكوا سوف تشكل عائقاً للجهود التي ترمي إلى وضع استراتيجيات تكيّف لقطاع الموارد المائية. والتحدي الرئيسي في هذا الصدد يكمن في تحسين القدرات الوطنية في مجال وضع استراتيجيات تكيف فعالة للتحوط والرد عن طريق إجراء البحوث الرامية إلى تقييم تعرض قطاع الموارد المائية لمخاطر تغيّر المناخ وتطوير قواعد بيانات أفضل بشأن شدة وتكرر وآثار حالات الطقس الشديدة والاستجابة لهذه الحالات؛

(هـ) التحدي الخامس: إن تنفيذ استراتيجيات التكيف مع تغيّر المناخ في إطار خطط استراتيجية للموارد المائية على الصعيد الوطني يعتبر عملية متعددة التخصصات تتطلب تفاعلاً وتنسيقاً أفقياً بين المؤسسات الحكومية على مستويات عديدة، كما تتطلب مشاركة الجهات صاحبة المصلحة، والمجتمع المدني، وقطاعات الأعمال التجارية، والجمهور. والتحدي الذي يواجه مديري الموارد المائية في هذا الصدد يكمن في تحقيق درجة عالية من التنسيق فيما بين القطاعات المعنية والجهات صاحبة المصلحة في الموارد المائية.

المراجع

Alcamo, J., and Henrichs, T. 2002: Critical regions: A model-based est mation of world water resources sensitive to global changes, Aquatic Sciences, 64, 352-362.

Alpert P., S.O. Krichak, H. Shafir, D. Haim and I. Osetinsky, 2008 (accepted). Climatic trends to extremes employing regional modeling and statistical interpretation over the E. Mediterranean. Global and Planetary Change.

Alpert, P., Osetinsky, I., Zi v, B. and Shafir, H., 2004: Semi-objective classification for daily synoptic systems: Application to the Eastern Mediterranean climate change. International Journal of Climatology, 24 (8):1001-1011.

Avissar R., and Pan H., 2000: "Simulations of the Summer Hydrometeorological Processes of Lake Tiberias" Journal of Hydrometeorology 1 (1): 95-109.

Bou-Zeid, E., and El-Fadel, M. 2002. Climate change and water resources in Lebanon and the Middle East, Journal of Water Resources Planning and Management. Volume 128 Issue 5, pp. 343-355.

FAO (2008), Climate Change: Implications for Agriculture in the Near East, NERC/08/INF/5, in the "Twenty-Ninth Regional Conference for the Near East" Cairo, Egypt 1-5 March 2008.

Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Nazarenko, L., Lacis, A., Schmidt, G.A., Russell, G., Aleinov, I., Bauer, M., Bauer, S., Bell, N., Cairns, B., Canuto, V., Chandler, M., Cheng, Y., Del Genio, A., Faluvegi, G., Fleming, E., Friend, A., Hall, T., Jackman, C., Kelley, M., Kiang, N., Koch, D., Lean, J., Lerner, J., Lo, K., Menon, S., Miller, R., Minnis, P., Novakov, T., Oinas, V., Perlwitz, J., Perlwitz, J., Rind, D., Romanou, A., Shindell, D., Stone, P., Sun, S., Tausnev, N., Thresher, D., Wielicki, B., Wong, T., Yao, M., and Zhang, S, 2005: Efficacy of climate forcings, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 110.

IPCC (2007a). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 976.

IPCC (2007b). Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States of America, pp. 851.

IPCC (2007c). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States of America, pp. 996.

Kitoh A., A. Yatagai and P. Alpert, 2008. First super-high-resolution model projection that the ancient "Fertile Crescent" will disappear in this century. Hydrological Research Letters, 2, 1-4.

Kunstmann, H., Suppan, P., Heckl, A. and A. Rimmer, 2007: Regional climate change in the Middle East and impact on hydrology in the Upper Jordan catchment. IAHS publication 313. Quantification and Reduction of Predictive Uncertainty for Sustainable Water Resources Management. pp. 141-149. Proceedings of Symposium H S2004 at IUGG2007, Perugia, July 2007.

Ministry of Water Resources and Irrigation, Egypt, Planning Sector, and Ministry of Foreign Affairs, the Netherlands, Directorate General for International Cooperation. "Impacts of Climate Change on Egypt's Water Resources System: a Review", NWRP Technical Report No. 21, Cairo, June, 2001.

Rahmstorf, S., Cazenave, A., Church, J.A., Hansen, J.E., Keeling, R.F., Parker, D.E. and Somerville R.C.J. (2007). Recent Climate Observations Compared to Projections. Science, 316, 709.

Ragab R., and C. Prudhomme. 2000. Climate change and water resources management in the Southern Mediterranean and Middle East countries. The second World Water Forum, 17-22, March 2000, The Hague, the Netherlands.

Shindell, D. 2007. Estimating t he potential for twenty-first century sudden climate change, Philosophical Transactions of the Royal Society a-Mathematical Physical and Engineering Sciences, 365, 2675-2694.