

قابلية التأثير بتغير المناخ والتكيف معه

قطاع المياه

١.١ الخلفية

يتمتع لبنان بموقع متميز لجهة الموارد المائية ذلك أنه يتلقى معدلاً يوازي ٦٦١ ملم من المتساقطات سنوياً (وزارة البيئة، ٢٠٠١؛ الفاضل، ٢٠٠٩). بيد أنه يواجه تحديات هائلة في تلبية الطلب المحلي على المياه لجهة الكمية والنوعية. فممارسات إدارة المياه غير المستدامة، المخاطر البيئية وضعف إدارة المياه تبرز من بين العوائق الرئيسية التي تواجه القطاع.

المتساقطات

يتراوح معدل المتساقطات بين ٣٠٠ و ٤٠٠ ملم في الداخل و ٦٠٠ و ١١٠٠ ملم في المناطق الساحلية وأكثر من ١٤٠٠ ملم في أعالي فاريا وبشري (بيانات صادرة عن محطة الأرصاد الجوية للجامعة الأمريكية في بيروت؛ حجار، ١٩٩٧). وقد وصل أدنى مستوى للمتساقطات في لبنان إلى ٨٠ ملم بينما بلغ أعلى مجموع سُجِّل ٣٠١٠ ملم (حجار، ١٩٩٧).

الموارد المائية السطحية

يضم لبنان ١٧ مجرى دائم التدفق وحوالي ٢٣ مجرى موسميًا، فضلاً عن أكثر من ألفي نبع يبلغ معدل تدفقها حوالي ١٠٠٠ مليون م^٣. ويبلغ إجمالي طول الأنهار حوالي ٧٣٠ كم (وزارة البيئة، ٢٠٠١). بيد أن معدلات التدفق المقدرة تختلف بشكل ملحوظ على اختلاف المصادر وتتراوح بين ٣١٧١ و ٦٠٢١ مليون م^٣ سنوياً (وزارة البيئة، ٢٠٠١؛ باكالوفيتش، ٢٠٠٩؛ حجار، ١٩٩٧؛ وجابر، ١٩٩٧). يقدر إجمالي الدفق السطحي (surface water outflow) بـ ٧٣٥ مليون م^٣، يصب ١٦٠ مليون م^٣ منها مباشرة في البحر. أما الدفق السطحي نحو الجمهورية العربية السورية فيقدر بما يناهز ٤٢٥ مليون م^٣، بالإضافة إلى حوالي ١٦٠ مليون م^٣ يجري نحو شمال الأراضي المحتلة (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٠٨).

أما بنى التخزين الخاصة بالمياه السطحية، فهي نادرة في لبنان. فالخزان الوحيد الكبير هي بحيرة القرعون على نهر الليطاني التي تبلغ سعتها ٢٢٠ مليون م^٣، بالإضافة إلى سدّ وخزان شبروح الاصطناعي الذي تبلغ سعته ٨ مليون م^٣. ولكن، ثمة العديد من الخطط لإنشاء سدود أخرى على أهم الأنهار بحلول العام ٢٠١٨ وذلك ضمن خطة الحكومة العشرية الخاصة بقطاع المياه (وزارة البيئة، ٢٠٠٥).

المياه الجوفية

تقدّر تغذية الطبقة المائية الجوفية بحوالي ٣٢٠٠ مليون م^٣، يشكل ٢٥٠٠ مليون م^٣ منها التدفق الأساسي للأنهار (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٠٨). يشكل الغطاء الثلجي المصدر الأساسي لتغذية المياه الجوفية، بالإضافة إلى ترشح مياه الأمطار (percolation) (سعادة، ٢٠٠٨ أ).

تتكوّن الخزانات الجوفية في لبنان بشكل أساسي من الصخور الكلسية وهي تدفق كميات كبيرة من المياه ويعود ذلك إلى طبيعتها الكارستية. صحيح أن مصادر الخزانات الجوفية الكارستية معروفة، بيد أن أيّاً منها حالياً لا يخضع للرصد المفصل لتحديد خصائصها المحددة مما يصعب دراستها بشكل مناسب.

أما نوعية المياه الجوفية فهي مهددة بسبب رشح الملوثات (من المياه المبتذلة، النفايات الصناعية، عصاره النفايات الصلبة، إلخ...)، تدخل مياه البحر (seawater intrusion) وازدياد عدد الآبار المحفورة من دون ضوابط (أكثر من ٤٥ ألف بئر خاص) (إدارة الإحصاء المركزي، ١٩٩٧ ومجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥).

تدخل مياه البحر (seawater intrusion)

ساهم الاستغلال المفرط للمياه الجوفية وسوء الإدارة خلال السنوات بعكس منحنى انحدار الماء (hydraulic gradient) مما عزز تدخل مياه البحر في المناطق الساحلية اللبنانية. هذا وقد أدى النمو الحضري المستمرّ فضلاً عن ظروف الجفاف الطبيعي المتكررة إلى زيادة تقاوم الوضع (سعادة، ٢٠٠٨ ب).

الغطاء الثلجي

يتلقّى لبنان، الذي تغطي الجبال ٦٠ إلى ٦٥ في المئة من مساحته، كمية مهمة من الثلوج تغطي حوالي ٢٥ في المئة من القمم التي تقع على ارتفاع يتخطى الـ ١٢٠٠ متراً (شعبان وآخرين، ٢٠٠٤) محدّدة شكل السلسلتين الجبليتين فيه (شعبان، ٢٠٠٨). هذا ويبلغ معدل المتساقطات السنوي حوالي ٩ مليون م^٣، تلتها ثلوج تغطي سلسلة جبل لبنان على ارتفاع يتراوح بين ١٧٠٠ م و ٣٠٠٠ م على مدى ٣ أشهر سنوياً. ويغذي ذوبان الثلوج خلال فصل الربيع معظم الأنهر (وذلك مع بعض التأخير بالنسبة لمياه الأمطار) مما يتيح استمرار تدفقها خلال فصلي الربيع والصيف (نجم، ٢٠٠٧).

خلال العامين ٢٠٠٠ و ٢٠٠١، ساهمت الثلوج التي غطت جبل لبنان بما يوازي ١٢٥٠ مليون م^٣، مع هامش خطأ بنسبة ١٠ في المئة، مقارنةً بإجمالي كمية الأمطار التي بلغت ١٨٧٥ مليون م^٣ (المركز الإقليمي للمياه والبيئة في جامعة القديس يوسف - CREEN، ٢٠٠١). وقدّرت كمية المياه الناتجة عن ذوبان الثلوج في جبل لبنان

عامي ٢٠٠١ و٢٠٠٢ بحوالي ١١٠٠ مليون م^٣، أي ما يوازي معدل متساقطات يصل إلى ٤٢٥ ملم في المنطقة (شعبان وآخرين، ٢٠٠٤؛ هريش وآخرين، ٢٠٠٦؛ شعبان وآخرين، ٢٠٠٩). وقد تبلغ نسبة مساهمة المياه الناجمة عن ذوبان الثلوج بين ٤٠ و ٥٠ في المئة من تصريف الأنهار الساحلية (شعبان وآخرين، ٢٠٠٤؛ هريش وآخرين، ٢٠٠٦)، مما يسلب الضوء على الدور الأساسي الذي تؤديه الثلوج في تجديد الموارد المائية في لبنان.

الميزانية المائية

نظراً إلى غياب المعلومات المتناسقة، من المتفق عليه عامة أن ما يقارب ٥٠ في المئة من معدل المتساقطات السنوي (٨٦٠٠ مليون م^٣) تتم خسارتها بفعل التبخر الرشحي، كما تضمّ خسائر إضافية تدفق المياه السطحية إلى الدول المجاورة ورشح المياه الجوفية. وبالتالي، تصبح كمية المياه المتبقية والمتوفرة ٢٦٠٠ مليون م^٣، يعتبر ٢٠٠٠ مليون م^٣ منها قابلاً للاستخدام (وزارة البيئة، ٢٠٠١). يظهر الجدول ١-١ الميزانية المائية السنوية وفقاً لمصادر مختلفة.

جدول ١-١ ملخص عن الميزانية المائية

الوصف	مبادرة المياه الأوروبية - منطقة المتوسط (MED (EUWI)، ٢٠٠٩	وزارة الطاقة والمياه، ٢٠٠٤	البنك الدولي، ٢٠٠٣	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ١٩٧٠	جدع، ٢٠٠٢	بلاسار، ١٩٧١
المتساقطات (ملم)	١٠٠٠-٨٠٠	٨٢٠	٨٢٠	٩٤٠	-	-
التبخّر الرشحي (ملم)	٦٠٠-٥٠٠	٤٣٠	٣٨٠	-	-	-
المتساقطات (مليون م ^٣)	١٠٤٠٠-٨٣٢٠	٨٦٠٠	٨٦٠٠	٩٨٠٠	٨٦٠٠	٨٦٠٠
التبخّر الرشحي (مليون م ^٣)	٦٢٤٠-٤٣٠٠	٤٥٠٠	٤٠٠٠	-	٤٣٠٠	٤٣٠٠
إجمالي دفق أهم ٤٠ مجرى (مليون م ^٣)	٤٨٠٠-٣٦٧٣	٣٦٨٠	٣٨٠٠	٤٣٠٠	١٧٧٤	١٨٠٠
الجريان السطحي نحو البلدان المجاورة (مليون م ^٣)	٦٧٠-٣٠٠	٩٤٥	٧٠٠	٦٨٠ ~	٦٧٠	١٦٠ (فلسطين) ٥١٠ (سوريا)
الجريان الجوفي نحو البلدان المجاورة (مليون م ^٣)	٣١٠		٢٠٠	-	٣٠٠	١٥٠ (فلسطين)
دفق الينابيع تحت البحرية (مليون م ^٣)	١٠٠٠-٣٨٥	٣٨٥	٧٠٠	٧١١	٨٨٠	٨٨٠
إجمالي الموارد (مليون م ^٣)	سنة معتدلة ٤٨٠٠-٢٦٠٠	-	-	-	-	-
	سنة جافة ٢٢٠٠-١٤٠٠	-	-	-	-	-
الموارد القابلة للاستخدام (مليون م ^٣)	المياه السطحية ١٥٠٠	-	-	-	-	١٨٠٠
	المياه الجوفية ١١٦٥-٧٠٠	-	-	-	-	٨٠٠

-	٢٠٠٠	-	-	-	٢٢٠٠-١٤٠٠	المجموع	(م ^٢)
---	------	---	---	---	-----------	---------	-------------------

المصادر: باكالوفيتش/مبادرة المياه الأوروبية، ٢٠٠٩؛ وزارة الطاقة والمياه، ٢٠٠٤؛ البنك الدولي، ٢٠٠٣؛ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ١٩٧٠؛ جدع، ٢٠٠٢؛

بلاسار، ١٩٧١.

استهلاك المياه بحسب القطاعات

يعتبر تقييم قطاع المياه الأصعب وذلك نظراً إلى قلة البيانات والكم الهائل من الخسائر الناجمة عن التسريبات وانتشار الآبار غير المرخص لها التي لا تخضع عملية الضخ فيها لأية رقابة.

ولكن، تتوفر التقديرات الدولية والمحلية حول الطلب على المياه واستهلاكها في كل قطاع. ومقارنة باستهلاك المياه في فرنسا والولايات المتحدة، تبدو حصة استهلاك المياه المنزلي في لبنان أصغر من مثيلاتها في العالم (٢٦ إلى ٤٥% في لبنان مقارنةً بـ ٥١ إلى ٥٥% في فرنسا والولايات المتحدة)، فيما تبدو حصة الخسائر أكبر بكثير (٢٣% في لبنان مقارنةً بـ ١٨% في الولايات المتحدة) (حجار، ١٩٩٧؛ جابر، ١٩٩٧؛ البنك الدولي، غير منشور).

أظهرت دراسة قامت بها وكالة التعاون الدولية اليابانية (٢٠٠٣) أن إجمالي المياه المستخدمة منزلياً وصناعياً عام ٢٠٠٢ بلغ ٦٥٠٤٥٥ م^٣ في اليوم و١٢٠٦٤٨ م^٣ في اليوم على التوالي، بينما بلغت نسبة التسريبات ٤٤٩٩٨٠ م^٣ في اليوم. هذا وتتراوح تقديرات أخرى حول استهلاك المياه بين ٩٤ و٣٦٨ مليون م^٣ في السنة بالنسبة إلى الاستخدام المنزلي وبين ٣٥ و٤٠٠ مليون م^٣ سنوياً بالنسبة إلى الاستخدام الصناعي وبين ٤٠٠ و١٦٠٠ مليون م^٣ سنوياً بالنسبة إلى الريّ (عامري، ٢٠٠٠؛ قمير، ٢٠٠٦). وفي الإطار عينه، تشير تقديرات البنك الدولي (غير منشور) إلى أن قطاع الزراعة هو أكبر قطاع مستهلك للمياه بنسبة استهلاك ناهزت ٦٥% من المياه المتوفرة، يليه استخدام المنزلي (٢٦%) والصناعي (٩%).

يؤمن القطاع العام معظم إمدادات المياه بينما يؤمن القطاع الخاص الإمدادات المتبقية الضرورية في كل المناطق اللبنانية. بالإضافة إلى هذا، ساعدت زيادة استخدام المياه الجوفية لأغراض الري المزارعين على التأقلم مع النقص في المياه من خلال الاعتماد المتزايد على الآبار الخاصة (هريش، ٢٠٠٩).

١.١.٢ المنهجية

١.١.٢.١ نطاق التقييم

موضوع الدراسة

يعاين هذا التقييم آثار تغير نسبة المتساقطات ودرجة الحرارة في أن في نسبة المتساقطات والتبخّر المتوقعة، وبالتالي على تراجع كمية المياه المتوفرة في الدولة، من جهة، وأثر السكان والنمو الاقتصادي من جهة أخرى.

هذا ويتم تناول الوقع المحتمل لارتفاع درجات الحرارة على غطاء الثلوج وذلك انطلاقاً من الدراسات السابقة نظراً إلى قلة البيانات والقياسات ذات الصلة في لبنان.

الإطار المكاني

تمتد الرقعة التي خضعت للتحليل من الحدث في الجنوب الغربي إلى الأرز في الشمال الشرقي، أي على مساحة تبلغ ٥٠ كم x ٥٠ كم (٢٥٠٠ كم^٢). وانطلاقاً من النتائج، تم تخمين وضع كامل الأراضي اللبنانية، ذلك أن جميع المناطق المناخية الفرعية (باستثناء منطقتين فرعيتين تغطيان منطقة صغيرة في الهرمل) ممثلة في رقعة الدراسة.

الإطار الزمني

يغطي التقييم السنة بكاملها لتحديد نسبة المتساقطات (فصل الشتاء)، بما في ذلك غطاء الثلوج، والخسائر الناتجة عن عملية التبخر والتي تتزايد نسبتها مع ارتفاع درجات الحرارة (فصل الصيف).

١.١.٢.٢ العوامل المناخية

المتساقطات ودرجة الحرارة والتبخر هي العوامل المناخية الثلاثة ذات الصلة بتقييم وقع تغير المناخ على قطاع المياه.

١.١.٢.٣ طرق التقييم

إن المتساقطات الفعلية هي التي تتأثر بشكل رئيسي بتراجع نسبة المتساقطات وارتفاع درجات الحرارة. وبالتالي، تم بناء نموذج من علوم الرياضيات لمحاكاة تقلب المتساقطات الفعلية الناجمة عن تغير درجة الحرارة والمتساقطات وذلك في ظل غياب البيانات عن تدفق الينابيع والأنهار الضرورية لمحاكاة وقع تغير المناخ على تلك الأخيرة. ويحتسب النموذج نسبة التبخر المحتملة مع الأخذ بالاعتبار الرطوبة النسبية التي تعتمد على درجة الحرارة.

تم احتساب نسبة التبخر الحقيقية والمتساقطات الفعلية بواسطة العلاقات التي حددها كاتافاغو وجابر (٢٠٠١) بين التعرض الجغرافي (المنحدرات الغربية مقابل المناطق الداخلية)، المتساقطات والارتفاع. فتمت مقارنة سلاسل شهرية عن المتساقطات الفعلية في الماضي القريب، المستقبل القريب والبعيد بغية تقييم أثر تغير المناخ على التقلب الذي يصيب المتساقطات الفعلية.

أما بالنسبة إلى الآثار المحتملة على غطاء الثلوج، فقد تم تقييم الأثر المباشر لارتفاع درجة الحرارة على المنطقة التي تغطيها الثلوج وفترة التغطية تلك إنطلاقاً من بعض الدراسات السابقة، وذلك بسبب غياب البيانات والقياسات المستمرة المرتبطة بالثلوج في لبنان.

١.١.٣ السيناريوهات القاعدية

١.١.٣.١ السيناريوهات الاجتماعية الاقتصادية

قد تبدو الموارد المائية في لبنان وافرة بيد أنها قد لا تتجح في تلبية الطلب على المياه في المستقبل القريب. فالضغوطات العديدة الناجمة عن النمو السكاني السريع، النمو الاقتصادي، توسع رقعة المناطق الحضرية والنشاطات الزراعية تؤدي جميعها إلى الاستغلال المفرط للمياه الجوفية وتلويث المجاري المائية القائمة (قمير، ٢٠٠٦).

السياسات، الخطط والآفاق

نشرت وزارة الطاقة والمياه عام ١٩٩٩ خطة المياه العشرية بين العامين ٢٠٠٠ و ٢٠٠٩ لإدارة المياه والمياه المبتدلة التي حددت فيها الاستراتيجية المطلوبة لتلبية حاجات لبنان المستقبلية بالمياه. وقد قامت تلك الاستراتيجية بشكل رئيسي على فكرة زيادة إمدادات المياه عبر بناء السدود والبحيرات، توسيع رقعة مشاريع المياه الصالحة للشرب، زيادة كمية مياه الري، تشييد محطات تكرير المياه المبتدلة، تنظيف مجاري الأنهار،... إلخ. (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٠٨ و هريش، ٢٠٠٩). ولكن، حتى بحلول العام ٢٠١٠، لم يتم تنفيذ هذه الخطة وتم تجديدها لتغطي الفترة الممتدة بين ٢٠٠٨ و ٢٠١٨. وحتى الآن، لم يتم بناء سوى ثلاثة سدود (شبروح في كسروان - جبل لبنان؛ باريصا في الضنية - شمال لبنان؛ ونبع اليمونة في بعلبك).

يتم التنسيق اليوم بين مجلس الإنماء والإعمار ووزارة الطاقة والمياه لتنفيذ الخطة العشرية، من خلال اتباع الأولويات التي حددتها الوزارة عبر تلميز تنفيذ المشاريع لمقاولين فرعيين.

على صعيد مواز، وضعت وزارة الطاقة والمياه خطة طويلة الأمد لتنمية المياه السطحية (تمتد حتى العام ٢٠٣٠)، تقوم على بناء ١٨ سداً و ٢٣ بحيرة فضلاً عن سدين منظمين في منطقة البقاع، على أن تتراوح قدرة السدود المقترحة بين ٤ و ١٢٨ مليون م^٣، وتلك الخاصة بالبحيرات بين ٠.٣٥ و ٢ مليون م^٣. ومن شأن هذه الخطة، في حال نفذت، أن تتيح تحرك كمية سنوية من المياه توازي ١١٠٠ مليون م^٣، فيبلغ معها مجموع الكميات المستغلة (الحالية والمستقبلية) ٢٠٠٠ مليون م^٣، وهو رقم قريب إلى الكمية القصوى الممكن تحقيقها. هذا الطرح سيساهم طبعاً في حل مشكلة إمدادات المياه المنزلية وريّ الأراضي الزراعية القابلة للري الفعال في لبنان (التي تبلغ

نسبتها تقريباً نصف نسبة الأراضي المزروعة حالياً). ولكن من غير المتوقع أن تتجح الإدارة اللبنانية والتمويل العام بتنفيذ هذا المشروع بأقل من ٣٠ عاماً، لذا، يجب اعتبار هذا الأخير خطة تنموية أكثر منه برنامجاً كاملاً ومحدد المواعيد (مجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥).

السيناريوهات الاجتماعية الاقتصادية

يمثل الجدول ٣-١ التوقعات الإجمالية للطلب على المياه والتوقعات الخاصة بكل قطاع للعامين ٢٠٢٠ و ٢٠٣٠ بحسب مصادرة مختلفة.

جدول ٣-١ الطلب السنوي على المياه، ٢٠٠٣-٢٠٣٠

وفقاً لفئة استخدام المياه

الطلب المنزلي على المياه، مليون م ^٣ سنوياً (%)					السنة
بالإضافة إلى أرقام وكالة التعاون اليابانية الخاصة بكل قطاع					
وكالة التنمية اليابانية، ٢٠٠٣	مجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥	البنك الدولي، غير منشور	أبو زيد والفاضل، ٢٠٠٢	حجّار، ١٩٩٢	
٥٩٥ (٣٥)	-	٧٦٧ (٣٧)	٦٤١ (٢٥)	٨٥٠ (٣٢)	٢٠٢٠
٦٤٥ (٣٤)	٥٢٥ (٢٣)	١٢٥٨ (٤٥)	٨٧٦ (٢٧)	-	٢٠٣٠
الطلب الصناعي على المياه					السنة
مليون م ^٣ سنوياً (%)					
وكالة التنمية اليابانية، ٢٠٠٣	مجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥	البنك الدولي، غير منشور	أبو زيد والفاضل، ٢٠٠٢	حجّار، ١٩٩٢	
٨١ (٥)	-	٢٦٨ (١٣)	٥٩٨ (٢٣)	٢٤٠ (٩)	٢٠٢٠
١٠٢ (٥)	١٤٠ (٦)	٤٤٠ (١٦)	٨٠٤ (٢٤)	-	٢٠٣٠
الطلب على مياه الريّ					السنة
مليون م ^٣ سنوياً (%)					
وكالة التنمية اليابانية، ٢٠٠٣	مجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥	البنك الدولي، غير منشور	أبو زيد والفاضل، ٢٠٠٢	حجّار، ١٩٩٢	
١٠٤٥ (٦١)	-	١٠٢٠ (٥٠)	١٣٥٠ (٥٢)	١٦٠٠ (٥٩)	٢٠٢٠
١١٢٧ (٦٠)	١٦٠٠ (٧١)	١١٢٠ (٤٠)	١٦٠٠ (٤٩)	-	٢٠٣٠

إجمالي الطلب على مياه مليون م ^٣ سنوياً (%)					
وكالة التنمية اليابانية، ٢٠٠٣	مجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥	البنك الدولي، غير منشور	أبو زيد والفاضل، ٢٠٠٢	حجّار، ١٩٩٢	
١٧٢١	-	٢٠٥٥	٢٥٨٩	٢٦٩٠	٢٠٢٠
١٨٧٥	٢٢٦٥	٢٨١٨	٣٢٨٠	-	٢٠٣٠

المصدر: حجّار، ١٩٩٢؛ أبو زيد والفاضل، ٢٠٠٢؛ البنك الدولي، غير منشور؛ مجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥؛
وكالة التنمية اليابانية، ٢٠٠٣

انطلاقاً من توقعات الخطة الوطنية الشاملة لترتيب الأراضي المتعلقة بعدد السكان، النمو الاقتصادي ونماذج
التنمية بحلول العام ٢٠٣٠ (مجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥)، تم تحديد السيناريوهين التاليين لقطاع المياه:

سناريو أ	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ تكامل متزايد للتجارة الدولية، لن يكون إنتاج لبنان للسلع القابلة للتبادل نامياً جداً. ▪ تنمية إقتصادية أقل توازناً. ▪ نمو إجمالي الناتج المحلي بمتوسط سنوي يبلغ ٤.٢%^١. ▪ نمو سكاني خفيف - سيزداد عدد السكان ولكن بنسبة متناقصة - بمعدل ٠.٣٥%^٢ بين العامين ٢٠١٠ و ٢٠٣٠. ▪ زيادة رقعة المساحة الحضرية. ▪ ميزان الهجرة^٣ بين العامين ٢٠٠١ و ٢٠٣٠ سيبلغ حوالي (-٢٧٠٠٠) شخص سنوياً. 	<p>لن ترتفع نسبة الطلب المنزلي على المياه نظراً إلى الزيادة البطيئة في عدد السكان واستقرار مستوى المعيشة. لكن توسع الرقعة الحضرية سيولد طلباً أكبر على المياه في المناطق الحضرية، واحتمال أكبر بتسرب مياه البحر إلى خزانات المياه الجوفية، الأمر الذي سيؤدي هو الآخر إلى تدهور نوعية المياه الجوفية.</p> <p>لن يزيد طلب القطاعين الزراعي والصناعي على المياه هو الآخر ذلك أنه من غير المتوقع أن ينمو هذان</p>

^١ إنه متوسط معدل نمو حقيقي لإجمالي الناتج المحلي وفقاً لأسعار عام ١٩٩٠ الثابتة، وذلك بين العامين ٢٠٠٠ و ٢٠٠٤ (صندوق النقد الدولي، ٢٠٠٩).

^٢ إنه متوسط معدل النمو السكاني في إطار سيناريو نسبة خصوبة متدنية كما هو متوقع في "التوقعات السكانية العالمية: تنقيح عام ٢٠٠٨" (الأمم المتحدة، ٢٠٠٩).

^٣ ميزان الهجرة هو الفارق بين عدد الذين دخلوا أراضي الدولة وعدد الذين تركوا أراضيها خلال السنة عينها. هذا المفهوم لا يرتبط بالجنسية (المعهد الوطني للإحصاءات والدراسات الاقتصادية، ٢٠١٠).

<p>القطاعان بشكل كبير (حتى أنه من المتوقع أن تتراجع قليلاً نسبة الإنتاج الزراعي). بيد أن طلب قطاع السياحة على المياه سيزداد بسبب النمو الذي من المتوقع أن يشهده هذا القطاع، بخاصة خلال فصل الصيف، مما سيولد ضغطاً على نظام التموين ويؤدي إلى نقص. على الرغم من كل هذا، من المتوقع أن يخفف تطبيق الخطط الحكومية الخاصة بقطاع المياه من حدة هذه الضغوط قليلاً.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ مستوى المعيشة عينه.
<p>سيزداد الطلب على المياه في القطاعات كافة (المنزل، الزراعة، الصناعة والسياحة) بسبب معدلات النمو السكاني المرتفعة، النمو الاقتصادي المرتفع الذي سيشمل جميع القطاعات والتحسين المتوقع في مستوى المعيشة.</p> <p>لن يتوقف استخراج المياه من الآبار الخاصة؛ وفي ظل ظروف مماثلة، سيزداد خطر تسرب مياه البحر وملوحة الخزانات الجوفية على الرغم من تطبيق الخطط الحكومية الرامية إلى تنمية الإمدادات بالمياه وتوسيع رقعتها.</p> <p>وبما أن مجلس الإنماء والإعمار ينوي، في هذا السيناريو، التخفيف من وطأة الضغط عبر تنمية المدن الداخلية (زحلة-شطورة، النبطية وبعكك)، ستحتاج البنية</p>	<p>سيناريو ب</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ تكامل متنامي للتجارة الدولية، وبإمكان الإنتاج المحلي الصمود أكثر في وجه المنافسة الناجمة عن المنتجات المستوردة. ▪ نمو اقتصادي متوازن. ▪ نمو كبير في إجمالي الناتج المحلي - متوسط معدل نمو إجمالي الناتج المحلي السنوي المفترض هو ٨.٦%^٤ بين العامين ٢٠١٠ و٢٠٣٠. ▪ نمو سكاني مرتفع - ستزداد نسبة السكان بمعدل معتدل يبلغ متوسطه السنوي ٠.٩٦%^٥ بين العامين ٢٠١٠ و٢٠٣٠. ▪ زيادة الرقعة الحضرية مع ارتفاع نسبة السكان، زيادة بنسبة ٢٨٤ كم^٢ في المناطق الحضرية. ▪ ميزان الهجرة بين العامين ٢٠٠١ و٢٠٣٠ سيبلغ حوالي (-٦.٠٠٠) شخص سنوياً.

^٤ إن تضاعف متوسط معدل نمو إجمالي الناتج المحلي، فسيبلغ متوسط معدل النمو السنوي، بحسب توقعات صندوق النقد الدولي، ٤.٣% للفترة الممتدة بين العامين ٢٠١٠ و٢٠١٤ (صندوق النقد الدولي، ٢٠٠٩).

^٥ إنه متوسط معدل النمو السكاني في إطار سيناريو نسبة خصوبة مرتفعة كما هو متوقع في "التوقعات السكانية العالمية: تنقيح عام ٢٠٠٨" (الأمم المتحدة، ٢٠٠٩).

<p>التحتية لإمدادات المياه إلى التوسيع بحيث تغطي المناطق التي ستمارس الضغط الأكبر على نظام التموين. وصحيح أن الوضع الاقتصادي المحسن من شأنه أن يعزز معه التمويل العام وبالتالي يفسح المجال أمام تطبيق أفضل لخطط المياه، إلا أن نظام التموين - وبالتالي الأمن المائي - سيعاني من القصور ولن يلحق بركب النمو المتوقع، مما سيترك طلباً غير ملتبى.</p>	<p>تحسن مستوى المعيشة، سيتحسن بنسبة ٢.٤ مرات تقريباً.</p>
--	---

١.١.٣.٢ السيناريوهات المناخية

يلخص الجدول ١-٤ التوقعات المتعلقة بالعوامل المناخية ذات الصلة بقطاع المياه لمنطقة البحر المتوسط ولبنان كما وردت في تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ونماذج محاكاة المناخ التي وضعها مركز الأبحاث حول الطاقة والبيئة والمياه على التوالي. وتجدر الإشارة إلى أن التوقعات المتعلقة بالتبخر استحال تحديدها بدقة بواسطة نموذج "تأمين مناخات إقليمية للدراسات حول الآثار" (PRECIS) بسبب قلة البيانات التاريخية المتوفرة. لذا، تم تحديدها عبر اللجوء إلى نموذج علم الرياضيات الفاعل "المتساقطات الفعلية مقابل المتساقطات" الذي طور من أجل هذا القطاع.

الجدول ١-٤: التغير المتوقع في العوامل المناخية ذات الصلة بقطاع المياه

العامل المناخي	التوقعات بالنسبة إلى منطقة البحر المتوسط ^٦	التوقعات بالنسبة إلى لبنان ^٧
درجة الحرارة	يتراوح المتوسط السنوي للاحترار في الفترة الممتدة من ١٩٨٠-١٩٩٩ بنسبة تتراوح بين درجة مئوية واحدة على ٢٠٨٠-٢٠٩٩ إلى ٢.٢ و ٥.١ الساحل اللبناني ودرجتين مؤبيتين في درجة مئوية. ويرجح أن تكون فترة الاحترار فوق منطقة المتوسط ٣ درجات مئوية على الساحل و ٥ درجات الأطول خلال فصل الصيف.	تزداد درجة الحرارة القصوى في الفترة الممتدة من ١٩٨٠-١٩٩٩ بنسبة تتراوح بين درجة مئوية واحدة على ٢٠٨٠-٢٠٩٩ إلى ٢.٢ و ٥.١ الساحل اللبناني ودرجتين مؤبيتين في درجة مئوية. ويرجح أن تكون فترة الاحترار فوق منطقة المتوسط ٣ درجات مئوية على الساحل و ٥ درجات الأطول خلال فصل الصيف.

^٦ المصادر: كريستنسن وآخرين، ٢٠٠٧.

^٧ القسم المخصص لنماذج المحاكاة حول المناخ.

٢٠٩٠.

المتساقطات

يتراوح المتوسط السنوي للتغير في يتوقع أن تتراوح نسبة انخفاض معدلات المنطقة في الفترة الممتدة من الأمطار بين -١٠% و-٢٥% بحلول العام ١٩٨٠-١٩٩٩ إلى ٢٠٨٠-٢٠٩٩ ٢٠٤٠ وبين -٢٥% و-٥٠% بحلول العام بين -٤% إلى -٢٧% في منطقة ٢٠٩٠. المتوسط.

التبخر (نتائج النموذج - المطور)

بيروت: ارتفاع بنسبة ١% بحلول العام ٢٠٤٤ و٢% بين العامين ٢٠٤٤ و٢٠٩٨.
الأرز: ارتفاع بنسبة ٥% بحلول العام ٢٠٤٤ و٨% بين العامين ٢٠٤٤ و٢٠٩٨.
زحلة: ارتفاع بنسبة ٢٦% بحلول العام ٢٠٤٤ و١٠% بين العامين ٢٠٤٤ و٢٠٩٨.
ضهر البيدر: ارتفاع بنسبة ٥% بحلول العام ٢٠٤٤ و٦% بين العامين ٢٠٤٤ و٢٠٩٨.

13

١.١.٤ تقييم قابلية التأثر

تم تحديد البؤر الساخنة القابلة للتأثر في قطاع المياه انطلاقاً من حساسيتها على تغير المناخ وقدرتها على التكيف في إطار كل سيناريو (الجدول ١-٥). ومن المتوقع أن تكون درجة قابلية تأثر الموارد المائية أعلى في إطار سيناريو (ب) نتيجة النمو السكاني الكثيف، معدل الهجرة المنخفضة ومعدلات توسع الرقعة الحضرية المرتفعة. على الرغم من ذلك، من شأن النمو في إجمالي الناتج المحلي المرتفع والتنمية الاقتصادية الأكثر توازناً أن يولد قدرة تكيف أكبر من خلال التطبيق الأسرع لمشاريع المياه.

الجدول ١-٥ تحديد الأنظمة القابلة للتأثر

النظام	الحساسية	القدرة على التكيف	قابلية التأثر
الطلب على المياه	معتدلة بسبب الاستهلاك المتزايد للفرد	متوسطة	معتدلة
	والمتساقطات المنخفضة ودرجة الحرارة المتزايدة	منخفضة	مرتفعة
توفر المياه	عالية بسبب التراجع	متوسطة	مرتفعة

مرتفعة جداً	منخفضة	سيناريو ب	المتوقع في المتساقطات وارتفاع درجات الحرارة	
متوسطة	متوسطة	سيناريو أ	مرتفعة بسبب صعوبة تلبية الطلب المتزايد نظراً	إمدادات المياه
مرتفعة جداً	منخفضة	سيناريو ب	إلى تراجع نسبة توفر المياه	
مرتفعة	متوسطة	سيناريو أ	مرتفعة بسبب الضغط المتنامي على الموارد المائية وارتفاع نسبة	نوعية المياه
مرتفعة جداً	منخفضة	سيناريو ب	تسرب مياه البحر إلى خزانات المياه الجوفية	

١.١.٥ تقييم الأثر

١.١.٥.١ الآثار الناجمة عن العوامل المناخية وغير المناخية

بالإضافة إلى الارتفاع المتوقع في الضغط على الموارد المائية نتيجة النمو السكاني واستهلاك المياه، من المتوقع أن تسجل نسبة المتساقطات ونسبة المتساقطات الفعلية من مجموع المتساقطات تراجعاً مع الوقت نتيجة تغير المناخ بخاصة خلال النصف الثاني من القرن والتغيرات التي قد تطرأ على كمية الأمطار في آن. وسيكون للارتفاع المتوقع في المعدل السنوي لدرجة الحرارة مترتبات كمية ونوعية على الموارد المائية تتمثل بشكل رئيسي بتراجع في نسبة الاحتياطيات المائية العالمية وبتغير في التوزيع الموسمي للكميات التي يتم تصريفها (باكالوفيتش، ٢٠٠٩).

من المرجح أن يؤدي تغير المناخ إلى تراجع في إجمالي كمية الموارد المائية في لبنان بنسبة تتراوح بين ٦ و ٨% في ظل ارتفاع بمعدل درجة الحرارة يبلغ درجة مئوية واحدة، وبين ١٢ و ١٦% في ظل ارتفاع بمعدل درجة الحرارة يبلغ درجتين مئويتين. هذا ويتوقع أن يتراجع مجموع الموارد، المقدر حالياً بـ ٢٨٠٠ إلى ٤٧٠٠ مليون م^٣، بنسبة تتراوح بين ٢٥٥٠ و ٤٤٠٠ مليون م^٣، وبين ٢٣٥٠ و ٤١٠٠ مليون م^٣ في ظل ارتفاع بدرجة الحرارة يبلغ درجة مئوية واحدة ودرجتين مئويتين على التوالي.

لهذا، على خطط إدارة الموارد المائية الشاملة في لبنان، شأنها شأن المشاريع والتنمية الرامية إلى تنظيم التقلبات الموسمية، أن تبلغ الهدف المتعلق بحجم الموارد القابلة للاستغلال أي ما يناهز ٢٣٠٠ مليون م^٣.

غطاء الثلوج

أظهر تحليل صور الأقمار الصناعية التقطت في تواريخ مختلفة تراجعاً ملحوظاً في رقعة غطاء الثلوج ترافق مع تراجع في فترة تواجد غطاء ثلوج كثيف نتيجة ارتفاع بدرجة الحرارة (شعبان وآخريين، ٢٠٠٩). إلى هذا، أظهر نموذج MEDOR الافتراضي حول مياه الأمطار وجريانها والنموذج الاحتمالي حول مياه الأمطار ودرجة الحرارة أن رقعة الثلوج فوق هضبة السينومانيان في نهر ابراهيم، على ارتفاع بلغ ٢٠٠٠، قد تتراجع بشكل كبير (حوالي ٥٠%) في ظل ارتفاع بدرجة الحرارة وصل إلى درجتين مؤبيتين، ومتوسط العرض قد يناهز العشرين سنتم. هذا وسيترجع أيضاً الحجم الأقصى لكثافة الثلوج وذلك بشكل كبير.

وفي الإطار عينه، توقعت دراسة أخرى أجراها المركز الإقليمي حول المياه والبيئة التابع لجامعة القديس يوسف في بيروت (نجم، ٢٠٠٧) أن أي ارتفاع بدرجة الحرارة بنسبة درجتين مؤبيتين (أو ما يناهزها) من شأنه أن يتسبب بتراجع كثافة الثلوج من ١٢٠٠ مليون م^٣ إلى ٧٠٠ مليون م^٣؛ وارتفاع بنسبة ٤ درجات مئوية سيتسبب بتراجعها أكثر إلى ٣٥٠ مليون م^٣. وسيزداد ارتفاع كثافة الثلوج التي تدوم من ١٥٠٠ م إلى ١٧٠٠ م في ظل ارتفاع بنسبة درجتين مؤبيتين؛ وإلى ١٩٠٠ م في ظل ارتفاع بنسبة ٤ درجات مئوية. فضلاً عن ذلك، وفي ظل ارتفاع بدرجة الحرارة يتراوح بين ٠.٨ ودرجة مئوية واحدة، من المتوقع أن يزداد ارتفاع متوسط حدود منطقة الأمطار/الثلوج بحوالي ١٠٠ م. وفي ظل ارتفاع بدرجة الحرارة يتراوح بين ١.٦ ودرجتين مؤبيتين، فسيزداد ارتفاع حدود منطقة الأمطار/الثلوج بحوالي ٢٠٠ م، وبحوالي ٣٠٠ م في ظل ارتفاع يصل إلى ٣ درجات مئوية. (حكيم، ١٩٨٢ و ١٩٨٥؛ الحج، ٢٠٠٨؛ باكالفيتش، ٢٠٠٩).

على صعيد مواز، من المتوقع أن يؤدي ازدياد ارتفاع حدود منطقة الأمطار/الثلوج إلى تراجع في رقعة الثلوج وبالتالي كمية المياه الناتجة عنها. وعليه أيضاً، ستتراجع نسبة الجريان الجوفي الناجم عن ذوبان الثلوج والتسرب البطيء، فيما يتكثف الجريان والتسرب السريع. ومن شأن هذا أن يولد ارتفاعاً في أقصى كميات التدفق بخاصة في مطلع المواسم الممطرة. ومن بين المترنبات المتوقعة أيضاً انحسار فترة تساقط الثلوج بين أسبوع و٣ أسابيع في بداية الموسم ونهايته.

ستمتد المترنبات والعواقب لتشمل قطاع السياحة، والينابيع والأنهار مما سيولد تحديات كثيرة في وجه إدارة الموارد المائية.

على صعيد آخر، أظهر تحليل لحدة التغيرات العامة التي طرأت على البؤر الساخنة القابلة للتأثر أن الآثار ستكون أكثر حدة في إطار سيناريو (ب) منه في (أ). وسيهدد الأمن المائي في لبنان بسبب التراجع المتوقع في نسبة المياه المتوفرة، ازدياد الطلب على المياه، عدم تلبية هذا الأخير وملوحة المياه الجوفية، بخاصة في إطار سيناريو (ب).

بيد أن تطبيق خطط الحكومة في قطاع المياه سيعزز بفضل نمو أكبر لإجمالي الناتج المحلي والتنمية المتوازنة في إطار سيناريو (ب)، مما سيعوّض عن النقص والأمن المائي.

تدابير التكيف

تضم تدابير التكيف لقطاع المياه التالي:

١. تطبيق الخطة المتعلقة بمحطات تكرير المياه المبتدلة في كل المناطق.
٢. إنشاء قاعدة بيانات عن موارد المياه الجوفية بهدف تحديد أبرز المناطق والخزانات الجوفية الكارستية وتحديد قابلية تأثرها؛ تحديد مواقع الحفر الفضلى والمواقع المحتملة لعملية التغذية الاصطناعية أو تحلية المياه الجوفية المالحة.
٣. تنمية وتعزيز الإدارة السليمة للموارد المائية والسدود والبحيرات بغية الحد من التقلبات الموسمية؛ تحديد الاستخدام الرئيسي لكل سدّ مع الأخذ بالاعتبار الزيادة المحتملة في كمية الخسائر الناجمة عن التبخر في الخزانات والبحيرات الاصطناعية.
٤. مراجعة تسعيرة المياه للاستخدام المنزلي من خلال زيادة سعر الكميات الكبيرة أو التسعير وفقاً للمستويات الذي يحد من استخدام المياه عبر رفع التكلفة بالوحدة بالنسبة إلى المياه مع ارتفاع الكمية المستخدمة. ويجب أن تفرض وزارة الطاقة والمياه غرامة على الاستخدام المفرط.
٥. تعزيز البنية التحتية بغية دعم الحفاظ على المياه من خلال تخصيص الأموال لإعادة تأهيل البنية التحتية القائمة وشبكة التموين (الخزانات، القنوات، الشبكة، العدادات، إلخ) الرامية إلى مراقبة التسربات.
٦. إعادة النظر في رسوم المياه لأغراض الري وتعزيز الري الفاعل.
٧. وضع سياسة زراعية تعيد تحديد أنواع المحاصيل في المناطق انطلاقاً من الحاجات إلى المياه وتوفرها.
٨. التشجيع على إعادة استخدام المياه على الأصعد كافة: إعادة استخدام العادم المائي الرمادي، جمع المياه، اعتماد الممارسات الفضلى لإدارة انسياب مياه العواصف، جمع مياه العواصف وتخزينها لإعادة استخدامها في عملية الري وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المكررة.

٩. تغذية الخزانات الجوفية الساحلية بواسطة الموارد المائية التي تتلاءم والمعايير الدولية الخاصة بتغذية تلك الخزانات، على ألا يتم استخدامها لتمنع المياه المالحة من التسرب إلى الخزانات البعيدة عن الشاطئ التي يتم عندها استغلالها لتأمين المياه العذبة لمختلف القطاعات.

١٠. بناء الخزانات الخاصة بالمياه الجوفية وتغذيتها بهدف تخزين فائض المياه عند توفره وتلبية الحاجات عند الطلب لاحقاً (للري وأغراض أخرى)، وفي الوقت عينه، تحسين نوعية المياه من خلال تغذية الخزانات الجوفية بمياه ذات جودة عالية.

١١. صياغة قانون جزائي يراعى مسائل تلويث الأجسام المائية يقوم على مبدأ "الملوث يدفع".

١٢. وضع خطة استجابة طارئة وتنفيذها لمكافحة الأحداث الملوثة والقيام بعملية بناء القدرات الضرورية.

١٣. إنشاء المركز اللبناني للحفاظ على المياه وإدارتها، على أن يكون مسؤولاً عن تحديد الحاجات وتنسيق الجهود لبناء القدرات، إنشاء قاعدة البيانات ونشر التوعية.

١.١.٧ توصيات لمزيد من العمل

تقوم التوصيات لمزيد من العمل الرامي إلى تحسين وتسهيل تحليل قابلية تأثر قطاع المياه بتغير المناخ وآثاره المتوقعة على تأمين الرصد المستمر لتدفق الأنهار والينابيع ومركزية البيانات مع ضمان النفاذ إليها وإلى البيانات المناخية ذات الصلة. هذا ويتعين على السلطات العامة القيام بالأبحاث والقياسات الضرورية لغطاء الثلوج بغية السماح بإجراء الرصد الطويل المدى وتشجيع مشاركة القطاع الخاص (مثلاً، أصحاب منتجات التزلج).