

# قابلية التأثير بتغير المناخ والتكيف معه

## المستوطنات البشرية والبنى التحتية

### ١.١ الخلفية

بلغ عدد سكان لبنان حوالي ٤.٢٩ مليون نسمة<sup>١</sup> في العام ٢٠٠٤ (مجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥) وهم موزعون بطريقة غير متوازنة بين المناطق، حيث يعيش ثلثهم في منطقة بيروت الكبرى (إدارة الإحصاء المركزي، ٢٠٠٤). هذا ويصنّف لبنان بأنه بلد حضري إذ يعيش حوالي ٨٥ في المئة من سكانه في المدن (الأمم المتحدة، ٢٠٠٨ أ).

يولّد لبنان معدلاً سنوياً من المياه المبتذلة المنزلية يوازي ٢٥٠ مليون م<sup>٣</sup> (٠.٦٨ مليون م<sup>٣</sup> يومياً). وتتلخّص أبرز وسائل تصريف المياه المبتذلة المنزلية بحُفر صحية تقليدية مصنوعة من الباطون، والآبار المفتوحة القعر التي تُحفر في الصخر (LDK-ECO، ٢٠٠٦؛ جامعة البلمند وآخرين، ٢٠٠٤). وعلى المستوى المحلي، ما زالت القدرة على معالجة المياه المبتذلة متدنية جداً.

هذا ويولّد لبنان معدلاً سنوياً من النفايات الصلبة البلدية يوازي ١.٥٦ مليون طنّاً. وتختلف طرق معالجة تلك النفايات مع اختلاف المناطق اللبنانية، بيد أن الأكثر شيوعاً منها هو إلقاؤها بطريقة عشوائية وإحراقها في الهواء الطلق، حيث تقوم معظم المدن والبلدات بإدارة مكبات النفايات ضمن نطاقها. ولكن، يمكن إيجاد أنظمة ملائمة لإدارة النفايات الصلبة البلدية في مناطق بيروت الكبرى وزحلة وإلى حد ما في طرابلس (وزارة البيئة، ٢٠٠٥).

على صعيد آخر تتضمن أنظمة النقل في لبنان النقل البرّي (نقل الطرق بمعظمه)، النقل البحري (عبر مرفأ بيروت، طرابلس، صيدا وصور) والأنظمة الفرعية للنقل الجويّ (مطار رفيق الحريري الدولي - بيروت). تعاني شبكة الطرق من قلة الصيانة، القدرة المتدنية على استيعاب عدد السيارات الكبير مما يؤدي إلى تدفق بطيء للسيارات وزحامت سير خانقة وأخيراً شروط سلامة غير الملائمة. أما مطار رفيق الحريري الدولي في بيروت، فهو مطار المسافرين والسلع الرئيسي في لبنان، ومرفأ بيروت هو المرفأ الأساسي أيضاً بالإضافة إلى ثلاثة مرفأ تجارية وعدد من المرفأ الصغيرة الممتدة على طول الساحل اللبناني والتي تستخدم أساساً لصيد السمك وأغراض الراحة والاستجمام.

### ١.٢ المنهجية

#### ١.٢.١ نطاق التقييم

<sup>١</sup> تم الحصول على هذا الرقم من خلال اعتماد نسبة نموّ سنوية تبلغ واحد في المئة لعدد السكان المسجلين عام ١٩٩٧ والبالغة ٤ ملايين نسمة (مجلس الإنماء والإعمار، ٢٠٠٥).

- تتمحور الدراسة حول المستوطنات البشرية وفئات البنى التحتية المختلفة كذلك المتعلقة بالمياه المبتدلة و النفايات الصلبة والنقل.
- يغطي الإطار المكاني المناطق الساحلية والجبلية وتلك المعرضة للكوارث بالإضافة إلى التجمعات الحضرية.
- يمتد الإطار الزمني لمدة عام، بخاصة خلال فصل الشتاء الذي يحمل معه خطر الفياضانات الناجم عن غزارة الأمطار، قوة العواصف وموجات البرد القارس.

### ١.٢.٢ العوامل المناخية

- تتضمن العوامل المناخية ذات الصلة بتقييم قابلية تأثر البنى التحتية والمستوطنات البشرية بتغير المناخ هطول الأمطار، درجة الحرارة، ارتفاع مستوى سطح البحر وتواتر العواصف وحدتها.

### ١.٢.٣ طرق التقييم

انطلق هذا التقييم من التالي:

- وضع سيناريوهين اجتماعيين اقتصاديين مرجعيين من شأنهما إبراز وتمييز القوى الدافعة السكانية، الاجتماعية الاقتصادية والتكنولوجية الحالية في البلد، والتغيرات المستقبلية فيها.
- وضع سيناريو تغير المناخ لإظهار التغير المحتمل في العوامل المناخية وتلك المرتبطة بالمناخ.
- تحديد النظم القابلة للتأثر بتغير المناخ بناءً على تعرضها الاجتماعي والبيوفيزيائي، حساسيتها وقدرتها على التكيف مع تغير المناخ. وقد اعتمد هذا التحديد على الخرائط، الرأي المهني ومراجعة الدراسات العلمية في هذا المجال.
- تحديد مؤشرات لدراسة حساسية هذه النظم وقدرتها على التكيف وقابلية تأثرها، وذلك ضمن إطار سيناريوهات اجتماعية اقتصادية وتلك المتعلقة بتغير المناخ.
- تحديد أثر تغير المناخ المحتمل من خلال مراجعة الدراسات العلمية في هذا المجال والقيام بتحليل إضافية.

### ١.٣ تقييم قابلية التأثر

#### ١.٣.١ السيناريو المرجعي

أشار تقرير الخطة الوطنية الشاملة لترتيب الأراضي اللبنانية إلى عدة تحديات يواجهها لبنان اليوم وقد يواجهها في المستقبل. وانطلاقاً منها، تم اقتراح سيناريوهين محتملين لتطورّ المستوطنات البشرية والبنى التحتية العامة - المتعلقة بالمياه المبتدلة والنفايات الصلبة والنقل - بحلول العام ٢٠٣٠، ويرد شرحهما أدناه.

- اندماج متنامي للتجارة الدولية، وبالتالي لن يكون إنتاج لبنان للمنتجات القابلة للتبادل نامياً بشكل ملحوظ.
  - نمو اقتصادي غير متوازن.
  - نمو إجمالي الناتج المحلي بنسبة ٤.٢% سنوياً
  - نمو سكاني خفيف: تزايد لعدد السكان بمعدلات متناقصة - بمعدل ٠.٣٥%<sup>٢</sup>
  - سنوياً بين العامين ٢٠١٠ و ٢٠٣٠.
  - زيادة خفيفة في رقعة المنطقة الحضرية.
  - حصيلة الهجرة<sup>٣</sup> بين العامين ٢٠٠١ و ٢٠٣٠ ستبلغ حوالى (- ٢٧٠٠٠)
  - شخصاً سنوياً.
  - مستوى المعيشة ثابت.
- في هذا السيناريو، سيعتمد لبنان على الخدمات السياحية والتجارية فحسب بصفتها أهم قطاعين اقتصاديين مولدين للمداخيل وذلك بغية ضمان نموه في وجه التجارة الدولية المفتوحة التي يعجز عن منافستها.
- على الرغم من النمو الاقتصادي المتوسط، ستساهم الاستثمارات في تحسين البنى التحتية في لبنان بهدف التمكن من استضافة المعارض الدولية والسياحة الفاخرة. وبحسب الخطة الوطنية الشاملة لترتيب الأراضي، سيتمكن مطار بيروت من استيعاب نسبة مقبولة من المسافرين سنوياً، ستصبح المرافئ التجارية مؤهلة لمنافسة المرافئ الأخرى الإقليمية، وسيتم إنشاء طرق جديدة (سريعة وفعّالة). ومن خلال تحسين وسائل النقل ومع امتداد الأصول السياحية اللبنانية في مختلف المناطق، ستخفّض نسبة الكثافة السكانية في المدن بينما ترتفع بشكل طفيف في المناطق الريفية. وتدعم هذا التوقع نسبة النمو السكاني المنخفضة ومعدلات الهجرة المرتفعة.
- هذا وستؤدي التحسينات التي ستطرأ على البنى التحتية إلى نفاذ أكبر إلى الصرف الصحي والمياه النظيفة.

<sup>٢</sup> إنه متوسط معدل نمو حقيقي لإجمالي الناتج المحلي وفقاً لأسعار عام ١٩٩٠ الثابتة، وذلك بين العامين ٢٠٠٠ و ٢٠٠٤ (صندوق النقد الدولي، ٢٠٠٩).

<sup>٣</sup> إنه متوسط معدل النمو السكاني في إطار سيناريو نسبة خصوبة متدنية كما هو متوقع في التوقعات السكانية العالمية: تنقيح عام ٢٠٠٨ (الأمم المتحدة، ٢٠٠٩).

<sup>٤</sup> حصيلة الهجرة هي الفارق بين عدد الذين دخلوا الأراضي اللبنانية وعدد الذين غادروها خلال السنة. هذا المفهوم لا يترتب بالجنسية (المعهد الوطني للإحصاءات والدراسات الاقتصادية - Insee، ٢٠١٠).

## سيناريو ب:

- اندماج متنامي للتجارة الدولية، وبإمكان الإنتاج المحلي الصمود أكثر في وجه المنافسة الناجمة عن المنتجات المستوردة.
  - نمو اقتصادي متوازن.
  - نمو ملحوظ في إجمالي الناتج المحلي - متوسط معدل نمو إجمالي الناتج المحلي السنوي المفترض هو ٨.٦% بين العامين ٢٠١٠ و ٢٠٣٠.
  - نمو سكاني مرتفع - ستزداد نسبة السكان بمعدل منخفض يبلغ متوسطه السنوي ٠.٩٦% بين العامين ٢٠١٠ و ٢٠٣٠.
  - زيادة رقعة المنطقة الحضرية بنسبة ٢٨٤ كم<sup>٢</sup> مع ارتفاع نسبة السكان.
  - حصيلة الهجرة بين العامين ٢٠٠١ و ٢٠٣٠ ستبلغ حوالى (-٦٠٠٠) شخص سنوياً.
  - تحسن مستوى المعيشة بنسبة ٢.٤ مرات تقريباً.
- في هذا السيناريو، سيعتمد لبنان على القطاعين الصناعي والزراعي لمواجهة المنافسة الناجمة عن المنتجات المستوردة ولزيادة مداخيله من خلال تصدير السلع.
- ستساهم الاستثمارات بإعادة تنظيم القطاع الزراعي وتطوير الصناعات القائمة على التكنولوجيا المتوسطة. وبالتالي، سيحتل لبنان مكانة مهمة بالنسبة إلى العديد من المنتجات، بخاصة السلع ذات الجودة العالية والمنتجات المحلية.
- هذا وسيتيح تحسين وسائل النقل خروج بعض النشاطات من العاصمة وتمركزها في مناطق أخرى. بيد أن نسبة النمو السكاني المرتفعة ومعدلات الهجرة المنخفضة ستساهم في زيادة الكثافة السكانية في كافة المناطق اللبنانية، أي في المدن والمناطق الريفية على حد سواء.
- وبفضل ارتفاع مستوى المعيشة، ستتحسن نسبة النفاذ إلى المياه والصرف الصحي.

<sup>٥</sup> إنه ضعف متوسط معدل نمو إجمالي الناتج المحلي الذي سيبلغ بحسب توقعات صندوق النقد الدولي ٤.٣% للفترة الممتدة بين العامين ٢٠١٠ و ٢٠١٤ (صندوق النقد الدولي، ٢٠٠٩).

<sup>٦</sup> إنه متوسط معدل النمو السكاني في إطار سيناريو نسبة خصوبة مرتفعة كما هو متوقع في التوقعات السكانية العالمية: تنقيح عام ٢٠٠٨ (الأمم المتحدة، ٢٠٠٩).

## ١.٣.٢ السيناريوهات المناخية

- المتساقطات: تشير التغيرات المتوقعة للمؤشر اليومي البسيط لغزارة الأمطار (SDII)<sup>٧</sup> إلى تراجع في غزارة الأمطار بحلول نهاية القرن، فيما لاحظت دراسة لشعبان (٢٠٠٩) ارتفاعاً في عدد ذروات هطول الأمطار في لبنان بعد فترة الثمانينيات. وإن استمر التوجه الذي لاحظته شعبان ، فقد تزداد غزارة الأمطار.
- درجة الحرارة: من المتوقع أن يرتفع عدد أيام الصيف الحارة من ١٢ إلى ٢٩ يوماً عام ٢٠٤٠ وبنسبة شهرين تقريباً بحلول نهاية القرن (٢٠٨٠-٢٠٩٩).
- ارتفاع مستوى سطح البحار: بحسب الدراسات المتوفرة في هذا المجال، فإن مستوى سطح البحر على طول الشاطئ اللبناني سيبلغ ١٢ إلى ٢٥ سنتيمتراً بحلول العام ٢٠٣٠، و ٢٢ إلى ٤٥ سنتيمتراً بحلول العام ٢٠٥٠.
- تواتر العواصف وحدتها: تشير بعض الدراسات إلى ارتفاع نسبة تواتر العواصف وحدتها فوق حوض البحر المتوسط (توري وآخرين، ٢٠٠٨)، في حين أن البعض الآخر يتوقع انحساراً في مسارها في المنطقة عينها (بينغتون وآخرين، ٢٠٠٥).

## ١.٤ تقييم قابلية التأثر

### ١.٤.١.١ الحساسية إزاء العوامل المناخية

يلخص الجدول ١-١ المخاطر المحتملة التي تتربص بمختلف أنواع البنى التحتية/ المستوطنات البشرية والناجمة عن التغيرات المتوقعة في العوامل المناخية وتلك المتعلقة بالمناخ .

الجدول ١-١. مدى تعرض المستوطنات البشرية والبنى التحتية لتغير المناخ وحساسيتها إزاءه

زيادة عدد أيام الصيف الحارة	زيادة غزارة الأمطار	زيادة الظواهر الشديدة والعواصف القوية	ارتفاع مستوى سطح البحر بنسبة ١٢-٢٥ سنتيمتراً بحلول العام ٢٠٣٠، و ٢٢-٤٥ سنتيمتراً بحلول العام

<sup>٧</sup> المؤشر اليومي البسيط لغزارة الأمطار (Simple Daily Intensity Index- SDII) هو النسبة السنوية للأمطار (مم)/(عدد الأيام التي شهدت نسبة أمطار  $\leq 1$  ملم.

٢٠٥٠				
<b>المستوطنات البشرية</b>				
خطر بسيط باستثناء الأحياء الفقيرة المبنية على الشواطئ.	خطر بسيط باستثناء الأحياء والمستوطنات الفقيرة.	خطر بسيط باستثناء الأحياء والمستوطنات الفقيرة. خطر داهم في المناطق المبنية والمعرضة للفيضانات.	خطر أكيد بخاصة في المدن حيث قد تؤدي زيادة عدد أيام الصيف الحارة إلى تنامي الظواهر القائمة كأثر الجزر الحرارية في المدن (urban heat island effect).	<b>البنى والهياكل</b>
<b>البنى التحتية</b>				
خطر بسيط	خطر بسيط	الخطر يقتصر على قدرة المعالجة بسبب كميات مياه الأمطار المتزايدة.	خطر محتمل لمشاكل جراء الروائح.	<b>المياه المبتدلة</b>
الخطر يقتصر على مكبات الساحلية صيدا وطرابلس.	خطر بسيط - تطاير أكبر للنفايات وزيادة عدد الأيام التي تفوح فيها رائحة نتنة بالقرب من مكبات النفايات المفتوحة.	خطر بسيط	خطر بسيط - تدهور سريع للمواد العضوية في المدافن ومكبات النفايات المفتوحة وزيادة عدد الأيام التي تفوح فيها رائحة نتنة.	<b>النفايات الصلبة</b>
خطر بسيط	خطر محتمل على الطرقات الجبلية التي تنفجر إلى البنية الملائمة لمنع قطع الطرقات بالأشجار والحجارة.	خطر بسيط يقتصر على ازدياد عدد الحفر.	خطر بسيط يقتصر على تراجع نسبة لزوجة الأسفلت.	<b>الطرقات</b>
خطر أكيد نظراً إلى أن مطار رفيق الحريري الدولي في بيروت ساحلي وحساس إزاء العواصف التي قد تعرقل العمليات وتهدد سلامة المسافرين.			خطر بسيط	<b>المطارات</b>
خطر محتمل من حدوث فيضانات تتجم عن ارتفاع مستوى سطح البحر من شأنه عرقلة حركة السلع في المرافئ.			خطر بسيط	<b>المرافئ</b>

## ١.٤.٢ القدرة على التكيف

إن قدرة المستوطنات البشرية والبنى التحتية على التكيف في لبنان أكثر تقلباً من حساسيتها، ذلك أن الأمر يعتمد على تصميمها، حالة البنية التحتية وقدرتها على التكيف مع الظروف المناخية؛ هذا وتتأثر بالظروف الاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية.

- تتميز المستوطنات الحضرية في لبنان بالاحتفاظ السكاني، البناء العشوائي وغياب الخدمات المناسبة (أبو جودة وآخرين، ١٩٩٩). كما أن قدرة المجتمعات المحلية التي تعيش في الأحياء الفقيرة على التكيف متدنية. ومن شأن زيادة الكثافة السكانية في تلك المناطق أن تزيد من الضغط على تأمين الخدمات العامة، بما في ذلك الطلب على استخدام خدمات البنى التحتية.
- البنى التحتية للمياه المبتذلة: ما من إدارة أو معالجة سليمة لمياه الصرف الصحي قبل تصريفها. فشبكات الصرف الصحي لا تخضع لأعمال الصيانة المناسبة أو لضبط التشغيل. لكن من المتوقع أن تتحسن قدرتها الحالية على التكيف تدريجياً مع ازدياد الاستثمارات في مجال البنى التحتية للمياه المبتذلة ومعالجتها.
- البنية التحتية للنفايات الصلبة: تتميز الإدارة الفوضوية للنفايات الصلبة البلدية في لبنان بمقاربتى "الجمع والإلقاء" البدائيتين. صحيح أنه في الوقت الحالي تعتبر قدرتها على التكيف متدنية إلا أنه يُتوقع ازديادها مع الوقت بفضل ازدياد الوعي والاستثمارات الضخمة التي ستصب في تحسين إدارة النفايات الصلبة.
- البنية التحتية لقطاع النقل: على الرغم من الاستثمارات التي تصبّ في مجال تحسين البنية التحتية للنقل البري عبر الطرق، إلا أن قدرة تكيف هذه البنية التحتية بشكل عام قد لا تتحسن مستوياتها الحالية المتدنية.

## ١.٤.٣ نتائج تقييم قابلية التأثر

تزداد قابلية تأثر المستوطنات البشرية والبنى التحتية العامة بفعل عدة مخاطر وتهديدات وكذلك بفعل قدرة تكيف المجتمعات المحلية المحدودة. فالفقراء هم أكثر عرضة للأضرار المحتملة التي قد تطرأ على البنية التحتية بسبب الظواهر القصوى. ولكن، على الرغم من احتمال ارتفاع نسبة الاستثمار في إطار السيناريو (ب) نظراً إلى نسبة النمو المرتفعة المتوقعة، إلا أن المجتمعات التي تعيش في المدن من شأنها أن تعاني من زيادة في الكثافة السكانية ومن الضغط على البنية التحتية العامة بشكل يتخطى قدرة تلك الاستثمارات على تلبية. وبالتالي، بين السيناريوهين الاجتماعيين الاقتصاديين الذين قُدمَا سلفاً، قد تكون المستوطنات البشرية أكثر قابلية للتأثر بتغير المناخ في إطار السيناريو الثاني. وبغية تقييم قابلية التأثر تلك، تم اختيار عدة نظم وفقاً لحساسيتها وقدرتها على التكيف كالتجمعات

الحضرية، المياه المبتدلة، النفايات الصلبة، البنية التحتية لقطاع النقل والمناطق المعرضة للفيضانات وانزلاق التربة (الجدول ١-٢).

الجدول ١-٢ . قابلية تأثر المستوطنات البشرية والبنى التحتية

النظام	الحساسية إزاء تغير المناخ	القدرة على التكيف	قابلية التأثر
التجمعات الحضرية	مرتفعة بسبب أثر الجزر الحرارية، وجود الأبنية في أماكن معرضة للفيضانات والأحياء والمجمعات الفقيرة	سيناريو (أ)	مرتفعة
		سيناريو (ب)	مرتفعة جداً
البنى التحتية للمياه المبتدلة والنفايات الصلبة وقطاع النقل	منخفضة إلى معتدلة وفقاً للعامل المناخي الذي تتم معايينته	سيناريو (أ)	معتدلة
		سيناريو (ب)	منخفضة
المناطق المعرضة للفيضانات وانزلاق التربة	مرتفعة بسبب الخطر المرتفع للفيضانات وانزلاق التربة	سيناريو (أ)	معتدلة
		سيناريو (ب)	مرتفعة

## ١.٥ تقييم الأثر

### ١.٥.١ آثار العوامل المناخية وغير المناخية

أبرز آثار تغير المناخ على البنى التحتية والمستوطنات البشرية المتوقع حدوثها هي التالية:

- الآثار على المباني:

- خطر كبير بإغراق المستوطنات والمباني الساحلية بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر وبخاصة في حال ترافق الأمر مع حدوث عواصف.

- الآثار على البنى التحتية العامة والخاصة بالخدمات:

- إصابة البنية التحتية لقطاع النقل وشبكات المياه والمياه المبتدلة بأضرار عديدة بسبب العواصف الثلجية أو الرملية والأمطار الغزيرة.

- تراجع نسبة لزوجة الأسفلت وبالتالي نوعية الطرق المعبّدة بسبب ازدياد تواتر الأيام الحارة وحدتها.



- عرقلة تشغيل مطار رفيق الحريري الدولي- بيروت بسبب تواتر العوصف الرملية أو الرعدية وحثتها.
- قطع الطرقات الجبلية بسبب ازدياد خطر الانهيارات الوحلية والصخرية نتيجة ظواهر البرد القارس والأمطار الغزيرة.
- تفاوت معدل النمو في البنى التحتية المتعلقة بالمياه المبتذلة والنفايات الصلبة وقطاع النقل بين ازدياد كبير وانخفاض معتدل في إطار سيناريو (ب)، بينما يحافظ على استقراره في إطار سيناريو (أ).
- انخفاض متوقع بنسبة السكان الذين يقيمون في مناطق معرضة للكوارث في إطار السيناريو هين (أ) و(ب).

#### • الآثار الاجتماعية الاقتصادية:

- تراجع نوعية العيش ومستوى الدخل بسبب الخسائر المالية في البنى التحتية الداعمة لمختلف النشاطات الاقتصادية.
- ازدياد الطلب على المياه بسبب زيادة مدة الجفاف وملوحة المياه الجوفية.
- ازدياد الضغط على ميزانيات الأسر مع ارتفاع معدل درجة الحرارة المتوقع مع الوقت.
- استمرار ارتفاع تكاليف العيش في المدن بشكل معتدل بسبب آثار تغير المناخ.

#### ١.٦ تدابير التكيف

يتطلب التكيف القيام بتعديلات تتلاءم والمناخ الحالي والمستقبلي في أن، وبالتالي يمكن اعتماد عدة تدابير للتكيف منها:

- التكامل بين قطاع النقل وترتيب الأراضي في مرحلة التخطيط لإنشاء بنى تحتية جديدة أو إعادة تأهيل تلك المتأثرة بتغير المناخ.
- اعتماد تصميم أفضل لغللاف المباني من خلال استخدام تقنيات تصميم ومواد بناء مناسبة؛ اعتماد تدابير لحماية المستوطنات والمواقع التاريخية والمنشآت الساحلية.
- توقع حدوث فيضانات في المناطق القابلة للتأثر من خلال اعتماد تدابير هندسية و/أو طرق غير بنوية (جاوريغوي وآخرين، ٢٠٠١).

#### ١.٧ التوصيات

من أجل تحسين تقييم قابلية التأثر وجعله أكثر دقة، يمكن اقتراح عدة توصيات منها ضمان استخدام وسائل دقيقة ومتناسقة لجمع البيانات حول المؤشرات وقياسها؛ تحسين نفاذ مختلف السلطات المحلية ومراكز الأبحاث إلى المعلومات وتعزيز التعاون بين الطرفين؛ وتحسين النفاذ إلى البيانات والمعلومات ذات الصلة بالمستوطنات البشرية والبنى التحتية بشكل عام.