Issam Fares Institute for Public Policy
and International Affairs

AUB
American University of Beirut

UNFCCC

REPUBLIC OF LEBANON
MINISTRY OF ENVIRONMENT

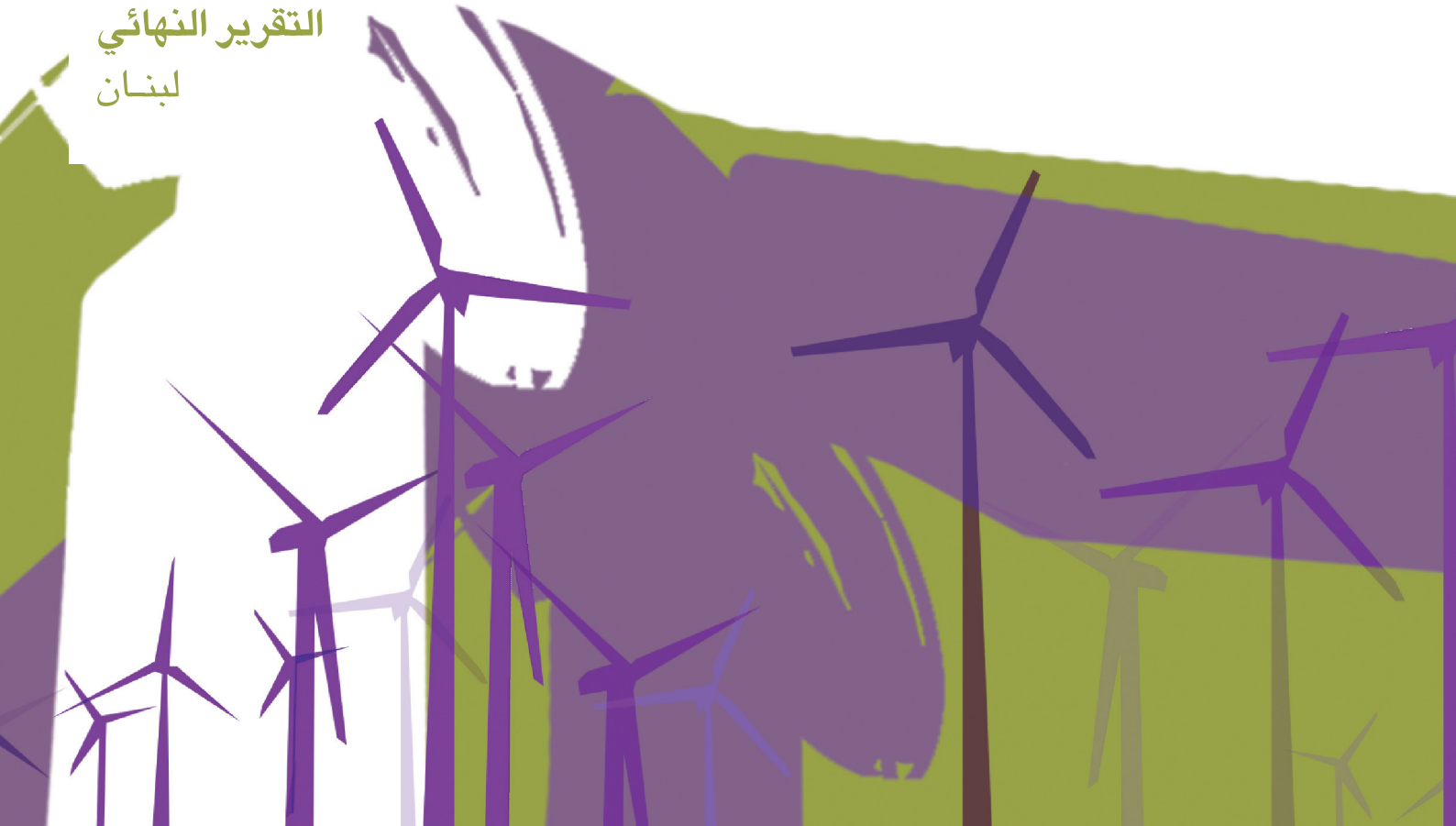
الجمهورية اللبنانية
وزارة البيئة

معهد عصام فارس للسياسات
العامة والشؤون الدولية
الجامعة الأميركية في بيروت

مشروع الدراسة الوطنية الاقتصادية والبيئية والإنمائية لتغير المناخ

التقرير النهائي

لبنان



Issam Fares Institute for Public Policy and International Affairs

مشروع الـــراسة الوطنية الاقتصادية والبيئية والإنمائية لتغير المناخ (NEEDS)

التقرير النهائي

الـــكتور نـــيم فرج الله
الـــكتور ماركوس ماركتانر
الـــكتور ليلى داغر
الـــكتور فيليب زغيب

معهـــد عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الـــولية
الجامعة الأميركية في بيروت

كانون الثاني / يناير ٢٠١١

شكر وعرفان

إن هذا العمل هو ثمرة التعاون الإيجابي بين برنامج تغير المناخ والبيئة في العالم العربي في معهـــ عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الـــولية (IFI) – الجامعة الأميركية في بيروت (AUB) ووزارة البيئة. كان الطريق طويلاً وصعباً لتحقيق هذا الإنجاز الذي شمل ثلاثة وزراء في ثلاث حكومات مختلفة. فقـــبـــأمع الـــكتور طوني كرم الذي أطلق المشروع واستمر مع السيـــمحمـــرحال الذي وقّع مرسوم قبول الهبة المالية وانتهى مع السيـــ ناظم الخوري الذي أشرف على نشر التقرير. طوال هذه الفترة، كان الـــكتور بيرج هاتجيان "الجنـــي المجهول" الذي قام بـــعم سير المشروع والعمل والبحوث وحل أي مشاكل ومصاعب اعترضت المشروع.

كانت الاستجابة السريعة لـــعوة الشراكة هذه من قبل مـــير معهـــعصام فارس للسياسات العامة والشؤون الـــولية السيـــرامي خوري والمشاركة التكميلية لمكتب المنح والعقود في الجامعة الأميركية في بيروت الممثل بالـــكتور فاديا حميـــان حاسمة وأساسية في دفع هذا المشروع عبر العملية البيروقراطية التي لا مفر منها.

وغني عن القول أن هذا التقرير لم يكن ليبصر النور لولا الـــعم المستمر والثابت لفريق وزارة البيئة بقيادة السيـــ يوسف نـــاف والسيـــةلياقاعي والسيـــفاهاكن كاباكيان. وكذلك الأمر بالنسبة إلى فريق الـــعم من معهـــعصام فارس للسياسات العامة والشؤون الـــولية بقيادة الآنسة سارين كاراجرجيان الذي بذل جهوداً كبيرة وأظهر كفاءة عالية.

وكان للكفاءة المهنية والتزام واضعي التقرير في ظروف صعبة للغاية دور جوهري في إعـــاد دراسة نوعية بموارد محـــودة في الوقت المناسب. وقـــكوفئ هذا الجهـــ من قبل الأمانة التنفيذية لاتفاقية الأمم المتحـــة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) عبر اختيارها تقرير لبنان حول الـــراسة الوطنية الاقتصادية والبيئية والانمائية من بين ١٢ دولة مختارة من الـــول الأعـ ماء كافة، ليتم تقـــيمه في مؤتمر الأطراف الخامس عشر (COP15) في كوبنهاغن – الـــنمارك في كانون الأول / ديسمبر ٢٠٠٩.

أخيراً وليس آخراً، لم يكن ممكناً تحقيق هذه الشراكة من دون ثقة الأمانة التنفيذية لاتفاقية الأمم المتحـــة الإطارية بشأن تغير المناخ ودعمها المالي والتي عمل مبعوثوها جاهـــين على تسهيل جهود لبنان وتنسيقها مع جهود الـــول الأخرى في المنطقة.

إنّ هذا التقرير هو نتيجة جمع وتحليل معرفة علمية، وهو جهـــ مشترك بين معهـــ عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الـــولية في الجامعة الأميركية في بيروت ووزارة البيئة اللبنانية. على الرغم من بذلنا قصارى جهـــنا لتوخي الـــقة في تقـــيم المعلومات، نوّد إيـ ماح إن المعلومات المتوفرة في هذا التقرير تخـــم كمرجع فقط. إنّ معهـــ عصام فارس للسياسات العامة والشؤون الـــولية في الجامعة الأميركية في بيروت ووزارة البيئة يعتذران عن أي خلل في الـــقة أو أي إغفال ناتج عن جمع البيانات، ولا يتحملا المسؤولية عن أيّ تغيّرات قـــ تستجـــ على الحقائق العلمية التي يستنـــ إليها هذا التقرير مع مرور الوقت.

المحتويات

١- لمحة عامة ٤

أ- التخفيف: قطاع الطاقة الكهربائية ٦

ب- التكيف: قطاع الزراعة ٨

تكلفة تغير المناخ في المجتمع الريفي ١١

٢- النتائج الرئيسية بشأن تكاليف تنفيذ تـــابير التخفيف والتكيف ذات الأولوية ١٣

أ- تكلفة تنفيذ تـــابير التخفيف ذات الأولوية ١٣

ب- تكلفة تنفيذ تـــابير التكيف ذات الأولوية ١٥

٣- النتائج الرئيسية بشأن السياسات والأدوات المالية لمعالجة تغير المناخ ١٨

أ- الأدوات المالية ١٨

i) التخفيف ١٨

ii) التكيف ١٩

ب- السياسات ٢٠

i) التخفيف ٢٠

ii) التكيف ٢١

٤- الإطار المؤسسي ٢٢

٥- الـــروس المستفادة ٢٢

أ- التحـــيات ٢٢

ب- الفرص ٢٣

٦- المراجع ٢٤

ملحق ١ ٢٦

الملحق ٢ ٤١

١ – لمحة عامة

أصبح تغير المناخ واقعاً مقبولاً وتم تسجيل تأثيراته وتوثيقها في جميع أنحاء العالم. فقـــ سجّل مركز أبحاث الأوبئة الناجمة عن الكوارث (CRED) في بلجيكا ٣٩ كارثة مناخية[1] لغربي آسيا منذ عام ١٩٦٩. وتم تسجيل ١٢ كارثة في عام ٢٠٠٠ وحـــه. وتشكّلت غالبية هذه الكوارث من موجات الجفاف (١٦) تليها درجات الحرارة القصوى (١٤) وحرائق الغابات (٩). ومعيشة السكان هي الأكثر تأثراً بالجفاف الذي أثّر على أكثر من ٥١ مليون شخص في غرب آسيا في السنوات الأربعين الماضية (CRED)، ٢٠٠٩). تقـــّر الخسائر المرتبطة بجميع الأحـــاث المناخية بمبلغ يتجاوز ١,٤ مليار دولار. وقـــ حـــ ثت معظم هذه التكاليف بعـــ عام ١٩٩٠. للبنان سجل واحـــ فقط في قاعـــة بيانات مركز أبحاث الأوبئة الناجمة عن الكوارث لعام ٢٠٠٧ ضمن فئة حرائق الغابات. بالرغم من أن السجل يشير إلى عـــ م تأثر أي شخص وعـــ م وقوع أي أضرار، تتوقّع نماذج التغير المناخي القائمة زيادة مخاطر الكوارث المناخية.

تشير تقـــ يرات فرج الله وآخرين (٢٠٠٩) إلى أن درجة الحرارة الـــ نيا في بيروت ارتفعت بنحو ٢,٩ درجة مئوية على مـــ ى السنوات الـ ١٢٥ الماضية. أما كلاين (٢٠٠٧) فيتوقع أن ينخف ض هطول الأمطار والإنتاج الزراعي بنسبة تصل إلى ١٥ و ٢٥ في المئة على التوالي في منطقة غرب آسيا بحلول عام ٢١٠٠. وتشير النتائج الأولية من البلاغ الوطني الثاني للبنان (SNC) إلى أن درجة الحرارة القصوى في بع ض المناطق في لبنان يمكن أن ترتفع ١,٨ درجة مئوية في حين أن درجة الحرارة الـــ نيا من شأنها أن ترتفع ١,٥ درجة مئوية بحلول عام ٢٠٣٦. كما تتوقع الـــ راسة نفسها انخفاض هطول الأمطار في كافة أنحاء البلاد بنسبة ١٥ في المئة إلى ٢٠ في المئة. وتشير النتائج الأولية لقوائم جرد غازات الـــ فيئة من البلاغ الوطني الثاني إلى أن لبنان ينتج ١٨٣٠٧ غيغاغرام من مكافئ ثاني أكسيـــ الكربون. يرتبط نحو ٧٨ في المئة من الانبعاثات بصناعات توليـــ الطاقة التي تشكّل ٣١ في المئة من الانبعاثات، في حين أن قطاع النقل يشكّل ٢٢ في المئة والصناعات التحويلية والتشييـــ ١٥ في المئة. وكان معظم غاز ثاني أكسيـــ الكربون المتولّـــ ناجماً عن قطاعات الطاقة والنقل والصناعة. وشكّلت الزراعة ٩٥ في المئة من انبعاثات أكسيـــ الآزوتي (N_2O) والنفايات الصلبة ٨٧ في المئة من انبعاثات الميثان. في البلاغ الوطني الأول للبنان (INC) في عام ١٩٩٩، أشارت التقـــ يرات إلى أن انبعاثات ثاني أكسيـــ الكربون وتلك من غازات الـــ فيئة الأخرى هي في مستويات مختلفة من التحكم، وهي مبيّنة في الجـــ ول ١ أدناه.

الجـــ ول ١. توقعات انبعاثات غازات الـــ فيئة وفقاً للبلاغ الوطني الأول

	١٩٩٤ – ٢٠٠٤	٢٠٠٥ – ٢٠٤٠		
		٪٤	٪٦	٪٨
ثاني أكسيـــ الكربون	٣٩٦٤٤	٧٤١٤٥٠	١٢٠٠٨٧٠	١٩٥٢٩٢٠
أول أكسيـــ الكربون	٨,٧٦	١٨٠	٢٧٥	٤٣٠
النيتروجين	١١٧	٢٠٧٤	٣٣٤٣	٥٤٢١
الكبريت	٥٥٧	٨٤٥٩	١٤٤٩٢	٢٤٣٦٢

[1] يسجّل مركز أبحاث الأوبئة الناجمة عن الكوارث (CRED) أي حـــ ث بأنه كارثة إذا كان هناك عشرة قتلى أو أكثر أو مئات الأشخاص المتـ ررين على الأقل (على سبيل المثال من خلال فقـــ ان سبل المعيشة أو الهجرة القسرية) أو إذا تم إعلان حالة الطوارئ أو إذا تمت الـــ عوة إلى تقـــ يم المساعـــ ة الـــ ولية.

بالرغم من أن هذه الأرقام هي تقـــيرات فقط وبالرغم من أن نماذج التغير المناخي المختلفة تقـــم استنتاجات مختلفة، ليس هناك شك في أن لبنان سوف يتأثّر من جرّاء تغير المناخ. وكثيراً ما ينظر إلى آثار تغير المناخ على بلـــ مثل لبنان من حيث قـــرتها على زعزعة استقرار البلاد داخلياً وخارجياً. فعلى الصعيـــ الخارجي، قـــ يؤدي تغير المناخ إلى إثارة الصراع المسلح على الموارد المائية الشحيحة في المنطقة (براون وكروفورد، ٢٠٠٩). أما داخلياً، فإنه قـــ يؤدي إلى زيادة في الهجرة من الريف إلى الحـ ر وعـــم الاستقرار الاجتماعي بسبب انخفاض سبل العيش في المجتمعات الريفية.

اتخذ لبنان العـــيـــ من الخطوات في جهوده لمكافحة تغير المناخ. فقـــ صادق على اتفاقية الأمم المتحـــة الإطارية بشأن تغير المناخ في عام ١٩٩٤ واذ ـم إلى بروتوكول كيوتو في عام ٢٠٠٦. كما شارك لبنان بفعالية في معظم الاجتماعات المتعلقة بتغير المناخ من خلال وزارة البيئة. وأصـــر بلاغه الوطني الأول في عام ١٩٩٩ وقام بإعـــاد تقرير تقييم الاحتياجات التكنولوجية في عام ٢٠٠٢. في عام ٢٠٠٧، بـــأ لبنان بإعـــاد بلاغه الوطني الثاني.

بذلت الحكومة اللبنانية والمنظمات غير الحكومية جهوداً عـــة لـــراسة تغير المناخ والمساعـــة على تطوير جهود وبرامج التكيف والتخفيف. على سبيل المثال، يجري بذل جهود مت ـافرة لحماية وصون الغابات في البلاد. فوزارتي الزراعة والبيئة تبذلان مختلف الجهود الرامية إلى إعادة التحريج، والتحريج، وحفظ وإدارة المناطق المحمية، بما في ذلك غابات الأرز الرئيسية مثل غابتي إهـــن والباروك. وقـــ حـــدت دراسة حول تقييم الاحتياجات التكنولوجية للبنان القطاعات الخمسة التالية كمساهمة رئيسية في انبعاثات غازات الـــفيئة: ١- الطاقة، ٢- النقل، ٣- الصناعة، ٤- النفايات، ٥- البناء/التشييـــ.

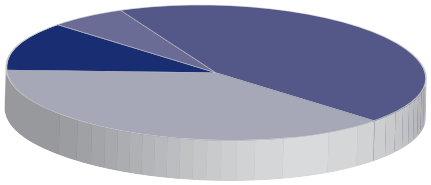
وقـــ أكـــ الفريق الحكومي الـــولي المعني بتغير المناخ (IPCC) في تقريره التقييمي الرابع أن جهود التخفيف في السنوات الـ ١٥ إلى الـ ٢٠ المقبلة سيكون لها تأثير كبير على فرص تحقيق مستويات استقرار أقل، وبالتالي لـــيها القـــرة على الحـــ من آثار تغير المناخ الرئيسية (IPCC, 2007).

تركّز هذه الـــراسة على قطاعين اقتصاديين يتأثران بشكل مباشر بتغير المناخ: ١- قطاع الطاقة الكهربائية و ٢- القطاع الزراعي. يمثل الأول القطاع الذي تطبّق فيه تـــابير التخفيف في حين أن الثاني هو قطاع موجّه أساساً نحو التكيف.

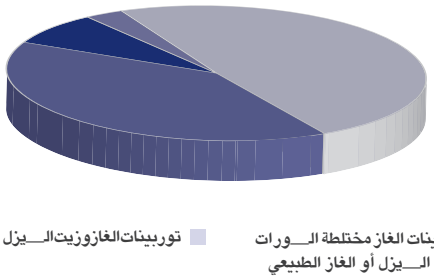
أ- التخفيف: قطاع الطاقة الكهربائية

كما هو شائع في معظم البلـــان النامية، يتم احتكار توليـــ الكهرباء ونقلها وتوزيعها في لبنان من خلال مرفق عام متكامل رأسياً، ألا وهو مؤسسة كهرباء لبنان (EDL). يقتصر توليـــ الكهرباء على نوعين من محطات توليـــ الطاقة: محطات الطاقة الحرارية (٢٠٣٤ ميغاواط) ومحطات الطاقة الكهرمائية (٢٧٣ ميغاواط)، وهي تولّـــ طاقة إجمالية قـــرها ٢٣٠٧ ميغاواط (الجمعية اللبنانية لترشيـــ الطاقة والبيئة، ٢٠٠٦). تعمل محطات توليـــ الطاقة الحرارية على زيت الـــيزل أو زيت الوقود أو الغاز الطبيعي وفقاً لتكنولوجيا التوربينات المستخـــمة فيها. فالتوربينات البخارية (١٠٢٤ ميغاواط) تستخـــم زيت الوقود وتوربينات الغاز (١٤٠ ميغاواط) تستخـــم زيت الـــيزل، أما توربينات الغاز مختلطة الـــورات (٨٧٠ ميغاواط) فيمكنها استخـــام زيت الـــيزل أو الغاز الطبيعي. تختلف حصة القـــرة الكهربائية حسب نوع الوقود عادة عن حصة الكهرباء المولّـــة لأن وحـــات التوليـــ لا تعمل كلها بكامل طاقتها باستمرار. يظهر الرسمان البيانيان ١a و ١b النسب المئوية لعام ٢٠٠٦.

الرسم البياني ١a: قـــرة التوليـــ (٢٠٠٦)



الرسم البياني ١b: توليـــ الكهرباء (٢٠٠٦)



المصـــر: بيانات من الجمعية اللبنانية لترشيـــ الطاقة والبيئة (ALMEE) والبنك الـــولي وتقارير المركز اللبناني لحفظ الطاقة (LCECP).

يستنـــ اختيار القطاع في التحليل المتعلق بالتخفيف في المقام الأول، على واقع أن قطاع الطاقة الكهربائية هو أكبر مصـــر منفرد لانبعاثات ثاني أكسيـــ الكربون في لبنان. في عام ٢٠٠٦، أي سنة الأساس، كان إجمالي الكهرباء المنتجة ٩٢٨٦ غيغاواط/ساعة والانبعاثات الناتجة عن مؤسسة كهرباء لبنان بلغت ٦,٣٩ طناً متريا من ثاني أكسيـــ الكربون ($MtCO_2$)، وهو ما يمثّل حوالي ٤٨ في المئة من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيـــ الكربون (البلاغ الوطني الثاني، ٢٠٠٩). و ازدادت مساهمة قطاع الطاقة في انبعاثات ثاني أكسيـــ الكربون من ٤٠ في المئة عام ٢٠٠٠ إلى ٤٨ ٪ في عام ٢٠٠٦ (البلاغ الوطني الثاني، ٢٠٠٩). ومن الجـــير بالذكر هنا أنه وفقاً لمبادئ الفريق الحكومي الـــولي المعني بتغير المناخ التوجيهية، تعرّف قوائم الجرد الوطنية لغازات الـــفيئة قطاع الطاقة بأنه يقتصر فقط على المنتجين الرئيسيين، أي مؤسسة كهرباء لبنان، وبالتالي في إطار النهج القطاعي، لا يتم تـ ـمين الانبعاثات الناتجة عن مولّـــات احتياطية ضمن فئة "صناعات الطاقة". ولذلك، في هذه الـــراسة، يتم التركيز بشكل رئيسي على الانبعاثات الناجمة عن توليـــ الطاقة الكهربائية من مؤسسة كهرباء لبنان فقط.

سوف يتم تحليل الاحتياجات المالية للتخفيف المناسب من آثار تغير المناخ ضمن سيناريوهين بـــيلين: مرجع أو سيناريو خط الأساس (BS) وسيناريو التخفيف من انبعاثات غازات الـــفيئة (MS). فمن ناحية، يعكس سيناريو خط الأساس حال الأعمال على النحو المعتاد وبالتالي يصف تطور قطاع الطاقة الأكثر احتمالاً في حال عـــم وجود أي سياسات ذات صلة بتغير المناخ. وبموجب هذا السيناريو، من المتوقع أن تقوم مؤسسة كهرباء لبنان بتوسيع قـــرتها بين الوقت الحالي وعام ٢٠٥٠ بما يتفق مع النمو في الطلب على الكهرباء. ويتمثّل الافتراض الأساسي بأن حصة كل من الوقود المستخـــم، أي زيت الوقود وزيت الـــيزل

والطاقة الكهرمائية، سيتم الحفاظ عليها، فستبقى نسبة زيت الوقود ٤٠ في المئة من كل الوقود المستخدم في توليد الكهرباء وزيت الديزل ٥٢ في المئة والطاقة الكهرمائية ٨ في المئة (راجع الرسم البياني 1b).

من ناحية أخرى، يتضمن سيناريو التخفيف سياسات محددة تهدف إلى الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. في السيناريو البديل، أي سيناريو التخفيف، يفترض أن تلبّي مؤسسة كهرباء لبنان النمو في الطلب على الكهرباء تماماً حتى عام ٢٠٥٠ من خلال استحداث نظم الطاقة المتجددة والتوسع فيها. سيتضمن أحد الخيارات القابلة للتطبيق إنشاء عدة محطات لتوليد الطاقة من الرياح، كون الرياح الأكثر رسوخاً بين تكنولوجيات الطاقة المتجددة. وقد تم النظر بجدية في هذا المشروع خلال العامين الماضيين ويجري اتخاذ بعض الخطوات الأولية مثل وضع أطلس الرياح في لبنان. تكشف الأدلة الأولية من هذه المبادرة، فضلاً عن الأدلة من قاعدة البيانات الموجودة حول سرعة الرياح، وجود العديد من المناطق التي لديها طاقة رياح محتملة.

في إطار سيناريو التخفيف، يتمثّل الافتراض الأساسي بأن حصة كل من الوقود المستخدم ستتغير من ٤٠ في المئة بالنسبة إلى زيت الوقود و ٥٢ في المئة بالنسبة إلى زيت الديزل و ٨ في المئة بالنسبة إلى الطاقة الكهرمائية في عام ٢٠٠٦ إلى ٢٦ في المئة بالنسبة إلى زيت الوقود و ٣٤ في المئة بالنسبة إلى زيت الديزل و ٥ في المئة بالنسبة إلى الطاقة الكهرمائية و ٣٥ في المئة بالنسبة إلى طاقة الرياح في عام ٢٠٥٠. لقد اخترنا النمو في حصة طاقة الرياح بشكل يتوافق مع الخطة الوطنية بالحصول على نسبة ١٢ في المئة من الطاقة المتجددة في عام ٢٠٢٠.

تتفاوت المعدلات السائدة للنمو السنوي في الطلب على الكهرباء في المنشورات بين ٣ في المئة و ٥ في المئة (شوتز ١٩٩٨، شيي وآخرون ٢٠٠١، شيي وغجر ٢٠٠٤). في هذا التحليل، سيتم استخدام معدل نمو قدره ٣ في المئة وهو يقع في الطرف الأدنى من النطاق ويمكن بالتالي اعتباره تقديراً متحفظاً للنمو في لبنان. ترد تفاصيل محددة عن افتراضات النمذجة للسيناريوهين في الملحق ٢.

في هذا التحليل، تم استخدام نظام تخطيط بدائل الطاقة طويل المدى (LEAP)، وهو برنامج للمحاسبة والنمذجة القائمة على السيناريوهات وضعه معهد ستوكهولم للبيئة (SEI، ٢٠٠٦). وهو برنامج سهل الاستعمال وتفاعلي ومستخدم على نطاق واسع لتحليل السياسات الخاصة بالطاقة وتقييم التخفيف من آثار تغير المناخ. وأعلنت الأمم المتحدة أخيراً أن أكثر من ٨٥ دولة اختارت استخدام نظام تخطيط بدائل الطاقة طويل المدى كجزء من التزامها تقديم تقرير إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (LEAP، ٢٠٠٩). على أساس النهج المنطلق من القاعدة، يكون المفهوم الرئيسي تحليل سيناريو الاستخدام النهائي مع سيناريو العمل كالمعتاد وواحد أو أكثر من السيناريوهات البديلة. فهو يحاكي بدائل الطاقة المستقبلية المفترضة بالإضافة إلى الانبعاثات البيئية في إطار مجموعة من الافتراضات المعرّفة من قبل المستخدم. يمكن لأداة تحليل التكاليف والفوائد المدمجة المساعدة على تصنيف السيناريوهات الموفّرة للطاقة المختلفة والاختيار بينها.

كما هو مبيّن في الرسم البياني ٢، في إطار سيناريو العمل كالمعتاد، من المتوقع أن تصل انبعاثات سنة الأساس البالغة ٦,٣٩ طناً متريا من ثاني أكسيد الكربون ($MtCO_2$) إلى ١٠,٦٤ أطنان مترية من ثاني أكسيد الكربون ($MtCO_2$) بحلول عام ٢٠٢٠ و ٢٥,٨ طناً متريا من ثاني أكسيد الكربون ($MtCO_2$) بحلول عام ٢٠٥٠. في إطار سيناريو التخفيف، يمكن للتدابير المتخذة أن تقلل من الانبعاثات بنسبة ١,١٩ طناً متريا من ثاني أكسيد الكربون ($MtCO_2$) في عام ٢٠٢٠ و ٩ أطنان مترية من ثاني أكسيد الكربون ($MtCO_2$) في عام ٢٠٥٠ بالنسبة إلى خط الأساس.

الرسم البياني ٢ . انبعاثات ثاني أكسيـــ الكربون من قطاع الطاقة الكهربائية

ب- التكيف: قطاع الزراعة

تساهم الزراعة بنسبة ستة إلى سبعة في المئة من الناتج المحلي الإجمالي وتوظّف ٢٠-٢٥ في المئة من القوة العاملة (وزارة الزراعة، ٢٠٠٤). مثل العـــيـــ من البلـــان الأخرى، بالكاد أعطى صانعو السياسات في لبنان الأولوية للتنمية الزراعية (تقرير التنمية في العالم ٢٠٠٨). وأعطت سنوات عـــيـــة من انخفاض أسعار المواد الغذائية انطباعاً كاذباً بأن انعـــام الأمن الغذائي هو مشكلة تنموية منحسرة. وكان سبب هذا الانطباع الكاذب يرجع بشكل كبير إلى الإعانات للقطاع الزراعي في البلـــان الصناعية، مما أدى إلى فائ ض في المعروض من السلع الغذائية الأساسية التي تباع في الأسواق العالمية. غير أن الزيادة الكبيرة في الوقود الحيوي والم ـارية على السلع الأساسية وانخفاض قيمة الـــولار والمزيـــ من أحـــاث تغير المناخ قـــ أدت إلى انتشار هذا الانطباع الكاذب.

يتجلّى ضعف الأداء الزراعي في لبنان في أن محصول الحبوب (كلغ للهكتار الواحـــ) واستهلاك الأسمـــة (١٠٠ غرام لكل هكتار من الأراضي الصالحة للزراعة) هما أقل من قيمتهما المتوقعة بالنسبة إلى دخل الفرد وبعـــ ضبط الآثار الثابتة الإقليمية (راجع الملحق ١ رقم ١). على وجه التحـــيـــ، تشير النتائج إلى أن محصول الحبوب واستهلاك الأسمـــة للهكتار الواحـــ هما ١٦٥ كلغ و ٤٥٢ كلغ على التوالي أقل من قيمتهما المتوقعة.

إن لبنان هو في وضع معرّض للخطر من ناحية الأمن الغذائي. فقـــ خصصت الحكومات المتعاقبة منذ أوائل التسعينات أقل من ٣ في المئة من الميزانية الوطنية لوزارة الزراعة. بالرغم من أن معـــل انتشار نقص التغذية البالغ ٣ في المئة منخف ض جـــاً، فإن فاتورة الأمن الغذائي في لبنان آخذة في الارتفاع ومعها سرعة التأثر بارتفاع أسعار المواد الغذائية المفاجئ. في ضوء انعـــام الأمن في المستقبل بالنسبة إلى أسعار المواد الغذائية وآثار تغير المناخ، يتوقع أن ترتفع فاتورة الواردات الغذائية وأن تصبح أكثر تقلباً. ضمن فئات المواد الخام الزراعية والأغذية والوقود والخامات والمعادن والمصنوعات والخـــمات في نظام التصنيف الموحـــ للتجارة

الـــولية (SITC)، يتبيّن أن الميزان التجاري للبنان إيجابي في فئة الخـــمات فقط. وتحتل المصنوعات المركز الأول من حيث العجز بنسبة ١٦ في المئة من الناتج المحلي الإجمالي يليها الوقود بنسبة ٧ في المئة. أما مجموع العجز للمواد الزراعية الخام (٠,٤ ٪) والمواد الغذائية (٥,٦ ٪) بنسبة ٦ في المئة فهو في مستوى العجز نفسه لتجارة الوقود تقريباً (راجع الجـــول ٢).

الجـــول ٢. حصة التجارة في لبنان في فئات مختلفة من المنتجات (متوسط أعوام ٢٠٠١–٢٠٠٥، النسبة المئوية من الناتج المحلي الإجمالي)

المواد الزراعية الخام	الأغذية	الوقود	الخامات والمعادن	المصنوعات	الخـــمات
٠,٤٢-	٥,٦٠-	٧,١٧-	٠,١٥-	١٨,٤٨-	١٠,٣٣

المصـــر: حسابات المؤلفين من قاعـــة بيانات البنك الـــولي لمؤشرات التنمية العالمية لعام ٢٠٠٨.

إذا انخف ت الإنتاجية الزراعية بنسبة ٢٥ في المئة بين عامي ٢٠١٠ وعام ٢١٠٠، فإن الحـــث الذي يمكن التنبؤ به عنـــ اعتبار كل شي آخر ثابت، هو أن فاتورة الواردات الغذائية في لبنان سترتفع. من المرجّح حصول آثار أخرى، ولكن من الصعب التنبؤ بها ومحاكاتها. تشمل هذه الآثار التوترات الاجتماعية وزيادة عـــم المساواة الأفقية والرأسية والهجرة من المناطق الريفية إلى المراكز الحـ رية وهجرة الأدمغة والبطالة والتعرض للصـــمات الخارجية في مجال الاقتصاد الكلي والـ مغط على نظم الـ مان الاجتماعي وتخفيـ ن القاعـــة الـ مريبية.

ما هي آليات النقل المختلفة من انخفاض الإنتاجية الزراعية إلى التكاليف الاجتماعية والاقتصادية؟ يجب على فاتورة الواردات الغذائية المتزايـــة أن تأخذ في الاعتبار أن الإنتاج الزراعي ينكمش حين يزداد عـــد السكان. ويجب أن تلبّي الواردات الغذائية فائـ ن الطلب، ومن المرجّح أن يزداد سعر الواردات من حيث القيمة الحقيقية مع تزايـــ تغير المناخ. ولأن فواتير الواردات الغذائية المتزايـــة تؤثر على الفئات الفقيرة أكثر من الغنية، فسوف يزيـــ الفقر وعـــم المساواة في الفرص الاقتصادية والـ مغوط لاتخاذ تـــابير إعادة التوزيع.

من أجل تقـــير آثار تغير المناخ على فاتورة الواردات الغذائية والعواقب الاجتماعية والاقتصادية في لبنان، يجب محاكاة السيناريو المحـــد التالي: تبـــأ المحاكاة في عام ٢٠١٠ وتنتهي في عام ٢١٠٠. يتم افتراض أن حجم اقتصاد لبنان يبلغ ثلاثين مليار دولار في عام ٢٠١٠ [معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٥]. يتم تقريب حجم السكان إلى ٤ ملايين. فيكون نصيب الفرد من الـــخل ٧٥٠٠ دولار في عام ٢٠١٠. تساهم الزراعة بنسبة ستة في المئة أو ١,٨ مليار دولار من الناتج المحلي الإجمالي. إذا كان ٢٠ في المئة من القوة العاملة في لبنان البالغ عـــدها ١,٥ مليون يعملون في الزراعة، يكون متوسط الناتج المحلي الإجمالي للعامل الزراعي ٦٠٠٠ دولار. وبافتراض أن كل عامل زراعي يعيل ثلاثة معالين، يكون متوسط دخل الأسرة ١٥٠٠ دولار وهو قريب من خط الفقر العلوي البالغ ٤ دولار في اليوم الواحـــ للشخص الواحـــ الذي وضعه البنك الـــولي (الليثي وآخرون، ٢٠٠٨). متوسط الناتج المحلي الإجمالي لكل عامل غير زراعي هو ٢٣٥٠٠ دولار.

يبلغ مجموع النفقات على المنتجات الزراعية ٣,٦ مليار دولار، منها ستة في المئة أو ١,٨ مليار دولار مصـــرها قيمة الزراعة المـ افة إلى الناتج المحلي الإجمالي والستة في المئة الأخرى أو ١,٨ مليار دولار مصـــرها الواردات. وتبلغ النفقات الغذائية للفرد الواحـــ ٩٠٠ دولار. وينفق كل شخص ٤٥٠ دولاراً على المنتجات الزراعية المنتجة محلياً و٤٥٠ دولاراً على الواردات، بافتراض أن هذه النفقات تعكس شراء المواد الغذائية الأساسية في الغالب.

يتم تحـــيـــ الـــينياميات الانتقالية لعام ٢١٠٠ من خلال الافتراضات التالية: ينمو الاقتصاد اللبناني بنسبة ٣ في المئة والسكان بنسبة واحـــ في المئة. نتيجة لتغير المناخ، تخ مع المحاصيل الأساسية لزيادة تبلغ اثنين في المئة سنوياً بالأسعار الحقيقية. ثم تتم مقارنة هذا السيناريو مع آخر بـــيل يفترض أن الإنتاجية الزراعية لا تتغيّر. من خلال هذه العملية، نريـــ الإجابة عن السؤال التالي: كم يزيـــ تغير المناخ فاتورة الواردات الغذائية؟ يصف الملحق ١ رقم ٢ المنهجية المستخـــمة في إطار النظام الـــينياميكي.

يمكن تلخيص النتائج على النحو التالي:

- الآثار الاقتصادية لتغير المناخ على فاتورة الواردات الغذائية في لبنان غير ذي صلة من الناحية الاقتصادية
- زيادة فاتورة الواردات الغذائية في لبنان هي بشكل حصري تقريباً نتيجة للنمو السكاني وتـ سخم أسعار المواد الغذائية الخارجية.

يلخّص الجـــول ٣ المتغيرات المتوقعة لمعايير النماذج المختلفة لعامي ٢٠٢٠ و ٢٠٥٠.

الجـــول ٣. نتائج المحاكاة – تغير المناخ والأمن الغذائي في لبنان

	لمحة عن عام ٢٠٢٠			لمحة عن عام ٢٠٥٠		
	من دون تغير المناخ	مع تغير المناخ	تأثير تغير المناخ	من دون تغير المناخ	مع تغير المناخ	تأثير تغير المناخ
الناتج المحلي الإجمالي	٤٠,٣ مليار دولار	٤٠,٣ مليار دولار	٠	٩٧,٩مليار دولار	٩٧,٩مليار دولار	٠
عـــد السكان	٤,٤ مليون	٤,٤ مليون	٠	٦,٠ مليون	٦,٠ مليون	٠
نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي	٩،١٢٥ دولار	٩،١٢٥ دولار	٠	١٦،٤٣٢ دولار	١٦،٤٣٢ دولار	٠
مجموع فاتورة الإنفاق الغذائي للفرد الواحـــ	١،٠٩٧ دولار	١،٠٩٧ دولار	٠	١،٩٨٧ دولار	١،٩٨٧ دولار	٠
القيمة المـ افة في قطاع الزراعة إلى الناتج المحلي الإجمالي	١,٨ مليار دولار	١,٧٤ مليار دولار	٥٦,٦- مليون دولار	١,٨ مليار دولار	١,٥٩ مليار دولار	٢١٠- مليون دولار
فاتورة الإنفاق الغذائي المحلية للفرد الواحـــ	٤٠٧ دولاراً	٣٩٤ دولاراً	١٣- دولاراً	٣٠٢ دولاراً	٢٦٦ دولاراً	٣٦- دولاراً
فاتورة الإنفاق الغذائي للفرد الواحـــ من الواردات	٦٩٠ دولاراً	٧٠٣ دولاراً	١٣+ دولاراً	١،٦٨٥ دولاراً	١،٧٢١ دولاراً	٣٦+ دولاراً
مجموع الإنفاق الغذائي كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي	٪١٢	٪١٢	٠	٪١٢	٪١٢	٠
إجمالي فاتورة الواردات الغذائية كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي	٪٧,٦	٪٧,٧	٠,١	٪١٠,٣	٪١٠,٥	٠,٢

يلخّص الملحق ١ رقم ٣ نتائج المحاكاة بالرسومات في مزيـــ من التفاصيل.

تكلفة تغير المناخ في المجتمع الريفي

تشير البيانات المتاحة إلى أن أسر العمال الزراعيين هم إحصائياً فوق خط الفقر الأعلى البالغ ٤ دولارات للشخص الواحد في اليوم بقليل، على افتراض أن كل عامل زراعي يعم ثلاثة معالين. مع انخفاض نصيب الفرد من القيمة المضافة في قطاع الزراعة إلى الناتج المحلي الإجمالي نتيجة لتغير المناخ والنمو السكاني، يبقى السؤال نفسه: أي من العوامل يساهم في انخفاض معيشة المجتمعات الزراعية وبأي قدر؟ وعلى وجه التحديد، نود أن نعرف عدد العمال الزراعيين الذين سيهبطون تحت خط الفقر البالغ ٦٠٠٠ دولار (معادل القوة الشرائية بدولار عام ٢٠٠٥) سنوياً وبأي قدر وكم يتعين أن يكون حجم شبكة الأمان الاجتماعي من أجل استيعاب الأسر المعيفة.

من أجل الإجابة عن هذه الأسئلة، تمت محاكاة الافتراضات التالية:

- في عام ٢٠١٠، تكون القوة العاملة الزراعية ٣٠٠٠٠٠، وكل عامل يعم ثلاثة معالين في المتوسط
- من المتوقع أن تزداد القوة العاملة الزراعية بمعدل سنوي يبلغ واحد في المئة (علماً أن معدل النمو السكاني العام الحالي يبلغ حوالي ٠,٧ في المئة).
- يعتبر الناتج المحلي الإجمالي ما دون ٦٠٠٠ دولار لكل عامل زراعي ضعيفاً من حيث أن المداخيل تمنع الأسر من تلبية جميع احتياجاتها الأساسية.
- يتم تعريف القوة العاملة الزراعية المستدامة على الشكل التالي:

القوة العاملة الزراعية المستدامة = القيمة المضافة في قطاع الزراعة إلى الناتج المحلي الإجمالي (معادل القوة الشرائية بدولار عام ٢٠٠٥) \ ٦٠٠٠ (معادل القوة الشرائية بدولار عام ٢٠٠٥)

- ويكون السكان الزراعيون المعفاء كالتالي:

السكان الزراعيون المعفاء = السكان الزراعيون – القوة العاملة الزراعية المستدامة

تم توضيح الأجوبة عن هذا السؤال مرة أخرى باستخدام نموذج محاكاة النظام الديناميكي (راجع الملحق ١ رقم ٤). تبيّن نتائج المحاكاة أن المجتمعات الزراعية في لبنان ضعيفة، إلا أن ضعفها هو في الغالب نتيجة للنمو السكاني في ظل غياب الزراعة التجارية. وتأثير تغير المناخ لا يكاد يذكر. يلخّص الجدول ٤ نتائج المحاكاة لعامي ٢٠٢٠ و ٢٠٥٠. والملحق ١ رقم ٥ يعطي ملخّصاً رسومياً تفصيلياً مع محاكاة عمليات "مع تغير المناخ" و "من دون تغير المناخ".

الجـــول ٤. نتائج المحاكاة – تغير المناخ والأمن الغذائي في لبنان

	لمحة عن عام ٢٠٢٠		لمحة عن عام ٢٠٥٠			
	من دون تغير المناخ	مع تغير المناخ	تأثير تغير المناخ	من دون تغير المناخ	مع تغير المناخ	تأثير تغير المناخ
القوة العاملة الزراعية	٣٣١،٣٨٧	٣٣١،٣٨٧	٠	٤٤٦،٦٥٩	٤٤٦،٦٥٩	٠
القيمة المـ افة لكل عامل زراعي	٥،٤٣٢ دولاراً	٥،٢٦١ دولاراً	-١٧١ دولاراً	٤،٠٣٠ دولاراً	٣،٥٤٦ دولار	-٤٨٤ دولاراً
القوة العاملة الزراعية المـــعومة	٣٠٠،٠٠٠	٢٩٠،٥٦٢	-٩،٤٣٨	٣٠٠،٠٠٠	٢٦٣،٩٩٣	-٣٦،٠٠٧
القوة العاملة الزراعية الـ معيفة	٣١،٣٨٧	٤٠،٨٢٤	٩،٤٣٨	١٤٦،٦٥٩	١٨٢،٦٦٦	٣٦،٠٠٧
فجوة الـــخل في موارد الرزق	١٧،٨ مليون دولار	٣٠،٢ مليون دولار	١٢،٤ مليون دولار	٢٨٨،٩ مليون دولار	٤٤٨،٢ مليون دولار	١٥٩،٣ مليون دولار
القوة العاملة الزراعية الـ معيفة كنسبة مئوية من المجموع	٪٩،٥	٪١٢،٣	٪٢،٨	٪٣٢،٨	٪٤٠،٩	٪٨،١

يمكن تلخيص النتائج على النحو التالي:

• المجتمعات الزراعية ضعيفة في الغالب بسبب انخفاض القيمة المـ افة إلى الناتج المحلي الإجمالي لكل عامل زراعي. بحلول عام ٢٠٢٠، سيبلغ الناتج الزراعي للعامل الواحـــ ٥٤٣٢ دولاراً و ٤٠٣٠ دولاراً بحلول عام ٢٠٥٠. من قيمة الـ ٦٠٠٠ دولار في عام ٢٠١٠، ستبلغ هذه الانخفاضات ٥٦٠ دولاراً و ١٩٧٠ دولاراً على التوالي. من شأن تغير المناخ أن يخفـ ض الناتج الزراعي للعامل الواحـــ في عام ٢٠٢٠ بـ ١٧١ دولاراً إضافياً وبحلول عام ٢٠٥٠ بـ ٤٨٤ دولاراً إضافياً. وبالتالي، فإن مساهمة تغير المناخ في الناتج الزراعي للعامل الواحـــ (سواء كان يعمل أم لا) هو أقل بكثير من مساهمة معـــل النمو السكاني.

• عيل الزراعة في لبنان ٣٠٠٠٠٠ عامل زراعي في عام ٢٠١٠، أي تاريخ بـــء المحاكاة. بطبيعة الحال، من دون تغير المناخ، تستمر الزراعة في لبنان بإعالة ٣٠٠٠٠٠ عامل في عام ٢٠١٠. غير أن تغير المناخ يؤدي إلى الحـــ من الإنتاجية الزراعية وإلى فقـــان ٩٤٣٨ وظيفة بحلول عام ٢٠٢٠ و ٣٦٠٠٧ وظيفة بحلول عام ٢٠٥٠. من جهة أخرى، سوف يصبح ٢،٨ في المئة من القوة العاملة الزراعية عرضة للخطر بسبب تغير المناخ بحلول عام ٢٠٢٠ وثمانية في المئة بحلول عام ٢٠٥٠.

• إذا أخذنا الفرق بين الناتج المحلي الإجمالي الزراعي للعامل الواحـــ في القوة العاملة و الـ ٦٠٠٠ دولار، وهو أمر ضروري لمنع الـ معف في المجتمعات الزراعية، سيؤدي النمو السكاني إلى فجوة الـــخل في موارد الرزق تبلغ ١٧،٨ مليون دولار بحلول عام ٢٠٢٠. وسيـ ميف تغير المناخ ١٢،٤ مليون دولار على ذلك. بحلول عام ٢٠٥٠، سيساهم النمو السكاني في فجوة الـــخل في موارد الرزق تبلغ ٢٨٩ مليون دولار في حين أن تغير المناخ سيساهم في ١٥٩ مليون دولار إضافية.

• وأخيراً، في عام ٢٠٢٠، سوف يكون ١٢،٣ في المئة من القوة العاملة الزراعية عرضة للخطر، ٢،٨ في المئة منها يمكن أن يعزى إلى تغير المناخ. في عام ٢٠٥٠، سوف يكون ٤٠،٩ في المئة من المجتمعات الزراعية عرضة للخطر، ٨،١ في المئة منها يعزى إلى تغير المناخ.

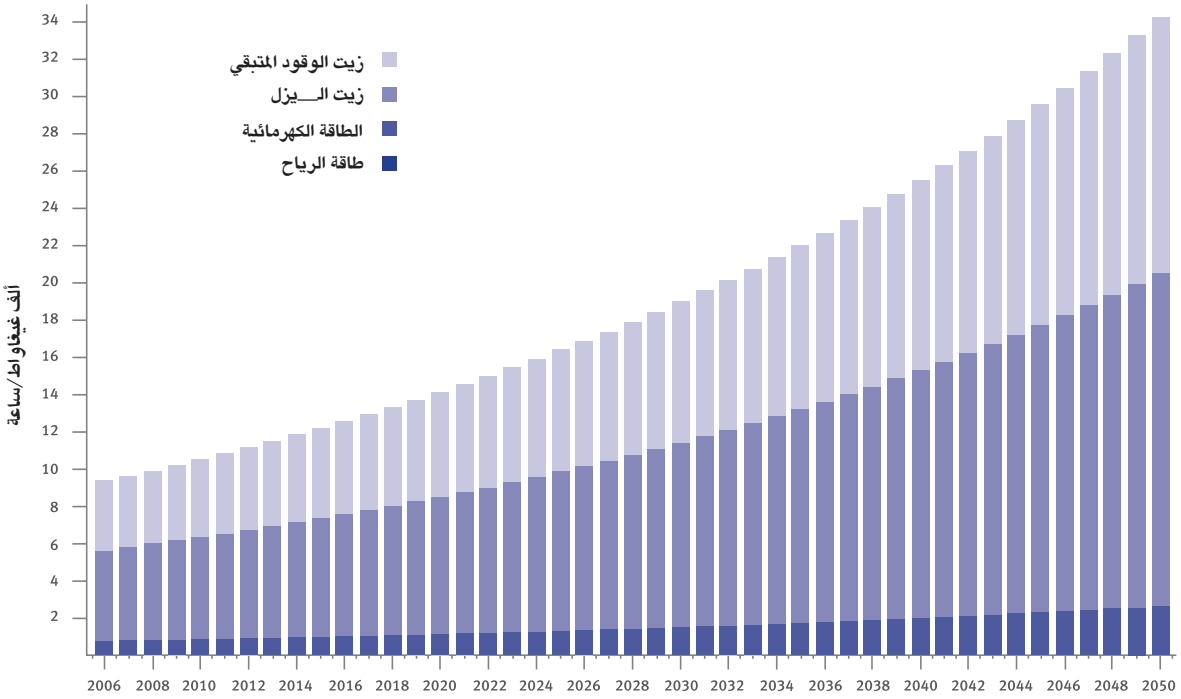
٢- النتائج الرئيسية بشأن تكاليف تنفيذ تـــابير التخفيف والتكيف ذات الأولوية

تصف الأقسام التالية تكاليف تـــابير التكيف والتخفيف المختلفة في القطاعين المستهـــفين.

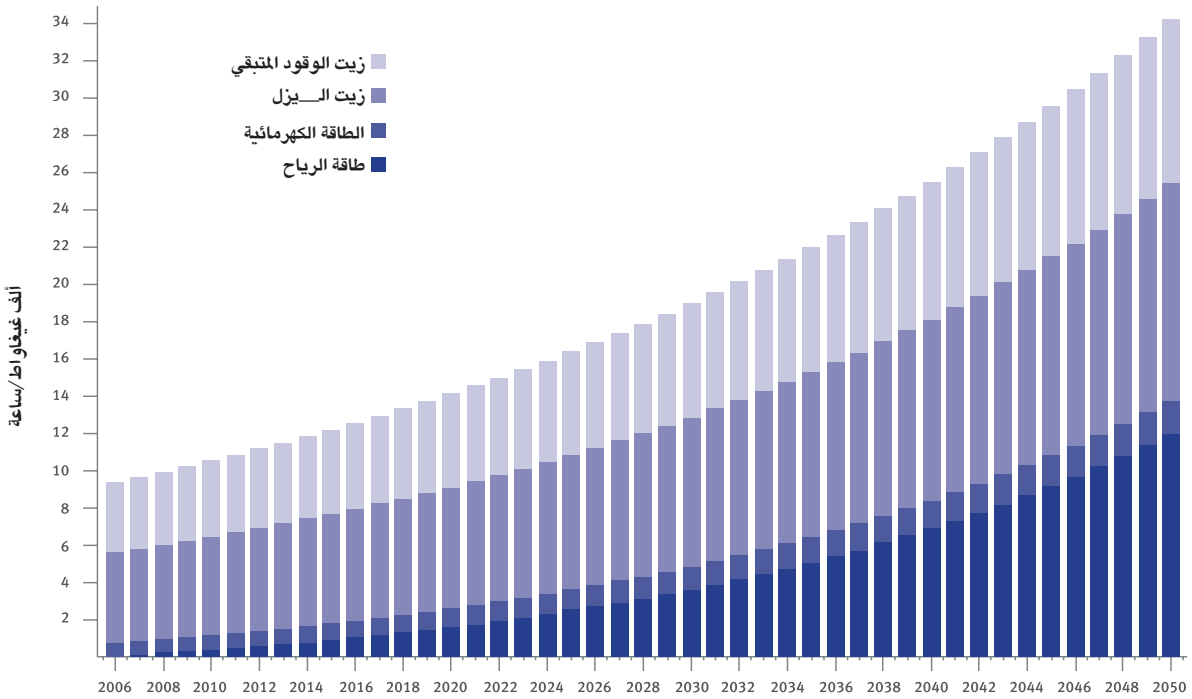
أ- تكلفة تنفيذ تـــابير التخفيف ذات الأولوية

في إطار سيناريو خط الأساس، لا يتغير مزيج الوقود حتى عام ٢٠٥٠، فيمثّل زيت الوقود وزيت الـــيزل والطاقة الكهرمائية ٤٠ في المئة و ٥٢ في المئة و ٨ في المئة على التوالي من إجمالي الغيغاواط/ساعة المولّـــد. يعرض الرسم البياني ٣ تفاصيل إجمالي الكهرباء المولّـــدة بحسب الوقود والسنة. وبموجب هذا السيناريو، فإن انبعاثات ثاني أكسيـــد الكربون من قطاع الكهرباء سترتفع من ٧ أطنان مترية من ثاني أكسيـــد الكربون (MtCO2) في عام ٢٠٠٦ إلى ١٠,٦ أطنان مترية من ثاني أكسيـــد الكربون (MtCO2) بحلول عام ٢٠٢٠ و ٢٥,٨ طناً متريـاً من ثاني أكسيـــد الكربون (MtCO2) بحلول عام ٢٠٥٠.

الرسم البياني ٣. تفاصيل توليـــد الكهرباء بحسب نوع الوقود (سيناريو خط الأساس)



الرسم البياني ٤. تفاصيل توليـــ الكهرباء بحسب نوع الوقود (سيناريو التخفيف)



في إطار سيناريو التخفيف، يتغير مزيج الوقود بحيث تؤمّن الرياح ٣٥ في المئة من الكهرباء المولّـــدة في عام ٢٠٥٠ وحصص الوقود المتبقية هي ٢٦ في المئة و ٣٤ في المئة و ٥ في المئة لزيت الوقود وزيت الـــيزل والطاقة الكهرمائية على التوالي. كما ذكر من قبل، لقـــد اخترنا النمو في حصة طاقة الرياح بشكل يتماشى مع الخطة الوطنية بالحصول على الطاقة المتجـــددة بنسبة ١٢ في المئة في عام ٢٠٢٠. يعرض الرسم البياني ٤ تفاصيل إجمالي الكهرباء المولّـــدة بحسب الوقود والسنة. وبموجب هذا السيناريو، فإن انبعاثات ثاني أكسيـــد الكربون من قطاع الكهرباء ستزداد من ٧ أطنان مترية من ثاني أكسيـــد الكربون ($MtCO_2$) في عام ٢٠٠٦ إلى ٩,٥ أطنان مترية من ثاني أكسيـــد الكربون ($MtCO_2$) في عام ٢٠٢٠ و١٦,٧ طناً متريـاً من ثاني أكسيـــد الكربون ($MtCO_2$) في عام ٢٠٥٠ وهو أقل بـ ٩ أطنان مترية من ثاني أكسيـــد الكربون ($MtCO_2$) من سيناريو خط الأساس.

يبلغ صافي القيمة الحالية للاستثمارات اللازمة حتى عام ٢٠٣٠ (٢٠٥٠)١,١١ (١,٦٣) مليار دولار و ١,٤١ (٢,٠٧) مليار دولار لسيناريوهي خط الأساس والتخفيف على التوالي. بيـــد أن هذه التكاليف في سيناريو التخفيف تعادلها الوفورات المحققة في تكاليف الوقود. وهذه الوفورات هي في حـــدود ٢,٩ مليار دولار بين عامي ٢٠٠٧ و ٢٠٥٠.

يكشف تحليل التكاليف والمنافع أن سيناريو التخفيف لـــيه قيمة صافية حالية سلبية تبلغ ٢٤٣٦ مليون دولار (بـــولار عام ٢٠٠٧) بالمقارنة مع سيناريو خط الأساس. ومن هنا، يمكن اعتبار سياسة التخفيف التي تم تحليلها أنها سياسة لا تستـــعي النـــم طالما أن الافتراضات الكامنة وراء النموذج تنطبق (راجع الملحق ٢). وبالتالي يتم احتساب منفعة التخفيف لتبلغ ٢٧٠,٦ دولاراً/ إجمالي ثاني أكسيـــد الكربون. وهذه نتيجة مثيرة جـــداً للاهتمام تؤكـــد أهمية طاقة الرياح في المـــدى القصير وأكثر من ذلك على المـــدى الطويل. تشير الحسابات الى أن تكاليف الوقود تفوق تكاليف رأس المال الإضافي لطاقة الرياح مقابل التوربينات البخارية التقليـــدية حتى في العام الأول. وهذه النتيجة لها انعكاسات واضحة في السياسات ويمكن استخـــدامها في أي تشريع في الحكومة المقبلة بشأن تخفيف غازات الـــدفيئة في قطاع الطاقة. يفترض سيناريو التخفيف تحولاً كبيراً في مزيج توليـــد الكهرباء في عام ٢٠٣٠، والذي يتوقّع أن يشكّل تحـــديات عـــيـــة ستتم مناقشتها في الأقسام التالية.

ب- تكلفة تنفيذ تـــابير التكيف ذات الأولوية

بالرغم من أن تغير المناخ يشكّل تهـــيـــاً عالمياً، يتم إيلاء اهتمام لا يذكر لاحتمال أن العـــيـــ من البلـــان قـــيستفيـــ في الواقع من ذلك إما بشكل مباشر أو غير مباشر. قـــ يستفيـــ بعـ ـ البلـــان مباشرة من تغير المناخ من خلال تحسين الظروف الزراعية أو بشكل غير مباشر من خلال تقـــيم مساهمات مفيـــة لأبحاث التخفيف والتكيف مع تغير المناخ. ولبنان لـــيه القـــرة على أن يساهم في هذه الأخيرة. بالرغم من أن لبنان سيتأثّر بشـــة من جرّاء تغير المناخ من حيث انخفاض هطول الأمطار وزيادة نـــرة المياه وارتفاع درجات الحرارة والحـــ من سبل العيش للمجتمعات الزراعية التقليـــية، للبنان ميزة وهي أن قاعـــته الزراعية صغيرة جـــاً بحيث لن يكون لتغير المناخ تأثير كبير على النشاط الاقتصادي والأمن الغذائي. فعمليات المحاكاة التي أجريت في هذه الـــراسة تشير بوضوح إلى أنه حتى لو كان تغير المناخ مجهولاً، سيكون انعـــام الأمن الغذائي أساساً ذات طبيعة مالثوسية، بمعنى أن النمو السكاني هو المشكلة الرئيسية بالنسبة إلى الأمن الغذائي. أما تهـــيـــات الأمن الغذائي الأخرى فمن المحتمل أن تكون ناتجة عن صـــمات أسعار المواد الغذائية في الأسواق الـــولية. يتكوّن القطاع الزراعي في لبنان بشكل رئيسي من أصحاب الملكيات الزراعية الصغيرة التقليـــية، مع وجود بعـ ـ المنتجات المتخصصة المجـــية اقتصادياً، مثل صناعة النبيذ والـــواجن وما إلى ذلك. حتى الزراعة التجارية من غير المرجّح أن يكون لها تأثير إيجابي على الأمن الغذائي، وذلك لأن القيود على المياه ستزداد في ظل ارتفاع درجات الحرارة. غير أن التنوع النباتي في لبنان بالإضافة إلى تـ ماريس المناطق الساحلية والـــاخلية والجبلية إلى جانب تغير المناخ قـــ يعطيه أفـ ملية في تطوير مراكز البحوث حول التكيف مع تغير المناخ. إن إنشاء مثل هذه الصناعات لا يؤثر على التكلفة بشكل كبير ولـــيه القـــرة على أن يصبح من قطاعات التكنولوجيا الحـــيثة في لبنان.

إن القطاع الزراعي في لبنان هو بالفعل صغير جـــاً في المقام الأول بحيث لن يكون لتغير المناخ تأثير كبير على الأمن الغذائي أو معيشة المجتمعات الزراعية. بالرغم من أن الزراعة هي مصـــر للتكاليف الاجتماعية، يتم تفعيل هذه التكاليف في الغالب من جرّاء النمو السكاني أو زيادة التعرض للصـــمات الخارجية (والتي بـــورها قـــ تكون نتيجة لتغير المناخ). والسؤال الآن هو: ما هي الاستراتيجية الجيـــة للتكيف مع تغير المناخ إذا كان موجوداً فعلياً ولكنه لا يسبّب اضطرابات اقتصادية كبرى؟ نحن نرى أن تغير المناخ في السياق اللبناني يمكن أن يؤدي إلى ظهور ميزة نسبية من خلال إنشاء مركز للبحوث حول تكيف قطاع الزراعة مع تغير المناخ. فالمزايا التي يتمتع بها لبنان هي أن تكيف القطاع الزراعي مع تغير المناخ يمكن دراسته في مناخات محلية مختلفة. فلبنان لـــيه زراعات في المناطق الساحلية والجبلية والـــاخلية. كما أن هناك العـــيـــ من الجامعات التي لـــيها سجل جيـــ في مجال البحوث الزراعية. وعلاوة على ذلك، يملك لبنان قوة عاملة متعلّمة بامكان صناعات التكنولوجيا الحيوية أو الشركات الناشئة أن تستفيـــ منها.

كم يبلغ حجم القـــرة المحتملة لصناعة بحوث التكيف مع تغير المناخ في لبنان؟ إن النموذج المرجعي الأفـ مل لتقـــير إمكانيات تطويرها هو قطاع التكنولوجيا الحيوية. فالبيانات التفصيلية عن حجم السوق العالمية والمبيعات والعمالة والتوقعات في الصناعة نادرة وبالتالي يصعب التوصل إلى استنتاجات. لكن تقرير بوزوكوم وأرونـــل (٢٠٠٩) هو نقطة انطلاق جيـــة. يلخّص الجـــول ٥ بعـ ـ الأرقام من تقريرهما، بالرغم من أنه مخصص لبلـــان منظمة التعاون والتنمية في الميـــان الاقتصادي المختارة فقط، يمكن استخـــامه لبعـ ـ الأفكار التقريبية بشأن إمكانات تطوير صناعة بحوث التكيف مع تغير المناخ.

الجـــول ٥. مؤشرات التكنولوجيا الحيوية لبلـــان منظمة التعاون والتنمية في الميـــان الاقتصادي المختارة

البلـــ	السنة	مجموع العمالة	الشركات	المبيعات (بالملايين)	الناتج القومي الإجمالي (بالمليارات) (معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٠)	نصيب الفرد من الناتج الإجمالي المحلي	السكان (بالملايين)
النمسا	٢٠٠٦	١٠،١٦١	٧٧	٢،٥٦٩	٢١٥	٢٥،٩٤٠	٨,٢٨
بلجيكا	٢٠٠٦	١٧،٢٠٨	١٣٦	٧،٥٩٦	٢٥٧	٢٤،٤٠٥	١٠,٥٤
تشيكيا	٢٠٠٧	٩،٣٢٩	٨٢	غير معروف	٧٢	٧،٠٥٦	١٠,٢٧
فنلنـــا	٢٠٠٧	٣٤،٥١٠	١٤١	غير معروف	١٤٦	٢٧،٦٦٠	٥,٢٧
فرنسا	٢٠٠٦	٢٣٧،٢٤٤	٨٢٤	غير معروف	١،٤٦٨	٢٣،٩٧٠	٦١,٢٦
إيرلنـــا	٢٠٠٥	١،١٥١	١٠٠	غير معروف	١٣١	٣٠،٧٣٦	٤,٢٧
إيطاليا	٢٠٠٦	٤٣،٠٢١	١٤٦	غير معروف	١،١٥٧	١٩،٦٦٣	٥٨,٨٤
كوريا	٢٠٠٦	١٣٠،٧٦٧	٦٢٧	غير معروف	٦٧١	١٣،٨٦٥	٤٨,٤٢
البرتغال	٢٠٠٦	٥،٢٥٨	٥٢	٤،٧٥١	١١٩	١١،١٩٦	١٠,٥٩
اسبانيا	٢٠٠٦	٦٥،١١٨	٤٦٧	غير معروف	٧٠٧	١٦،٠٢٥	٤٤,١٢
الولايات المتحـــة الأمريكية	٢٠٠٦	١،٣٦٠،٠٠٠	٣،٣٠١	٤٧٤،٩٦٨	١١،٣١٥	٣٧،٧٩١	٢٩٩,٤٠

المصادر: بوزوكوم وأرونـــل (٢٠٠٩)، ص. ٤٦ و ٥٤، مؤشرات التنمية العالمية (٢٠٠٨).

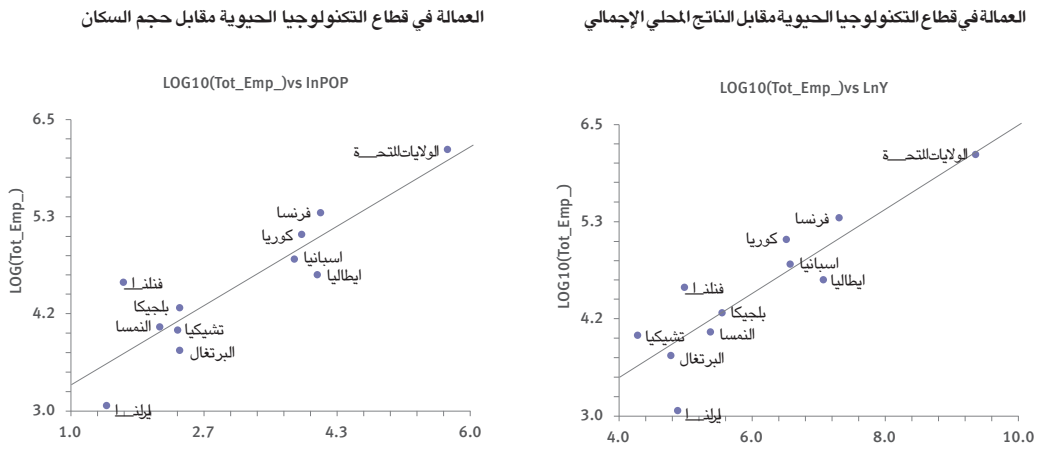
يبـــو من المعقول أن نفترض أن حجم قطاع التكنولوجيا الحيوية في بلـــ معين يعتمـــ على حجم السكان وحجم السوق. إذا قمنا باستبـــال حجم قطاع التكنولوجيا الحيوية بمجموع العمالة وحجم السوق بالناتج المحلي الإجمالي، يوضح الرسمان البيانيان التنقيطيان أن حجم السكان والناتج المحلي الإجمالي في الواقع يشكّلان مؤشرات جيـــة للعمالة الإجمالية في قطاع التكنولوجيا الحيوية.

ستسمح المعادلة التالية

$$\text{Biotech Employment}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Population}_i + \beta_2 \text{GDP}_i + \varepsilon_i$$

بتقـــير بسيط جـــاً لإمكانات استيعاب لبنان لصناعة بحوث التكيف مع تغير المناخ. نتائج التقـــير موضّحة في الرسم البياني ٥ وملخّصة في الملحق ١ رقم ٦.

الرسم البياني ٥. العمالة في قطاع التكنولوجيا الحيوية مقابل حجم السكان و الناتج المحلي الإجمالي.



المصـــر: رسوم المؤلفين التوضيحية باستخـــام بيانات من الجـــول ٥.

باستخـــام نتائج الانحـــار من الملحق ٦ ومطابقتها مع عـــد سكان لبنان البالغ حالياً نحو ٤ مليون نسمة و الناتج المحلي الاجمالي (معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٠) البالغ ٢٠ مليار لعام ٢٠٠٦، سيكون للبنان القـــرة على تطوير قطاع التكنولوجيا الحيوية الذي يوظّف ١٨٣٢ شخصاً (العمالة في قطاع التكنولوجيا الحيوية = EXP[4.89+0.79(ln4)+0.51(ln20)])، راجع الملحق ١ رقم ٦). وهذا التقـــير مشابه جـــاً التقـــير إيرلنـــا التي يبلغ عـــد سكانها ٤,٢٧ مليون وتوظّف ١٥١١ شخصاً في مجال التكنولوجيا الحيوية. يقترح الجـــول ٥ أن متوسط المبيعات لكل عامل في مجال التكنولوجيا الحيوية هو حوالي ٣٥٠٠٠٠ دولار (معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٠). وتشير التقـــيرات المتحفظة إلى أن القيمة المـ ـافة المحتملة اليوم في لبنان لقطاع التكنولوجيا الحيوية هي ٦٤١ مليون دولار (معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٠). وبافتراض أن معـــل نمو الناتج المحلي الإجمالي يبلغ ثلاثة في المئة سنوياً ومعـــل النمو السكاني واحـــ في المئة، يمكن لقطاع التكنولوجيا الحيوية في لبنان أن ينمو ليصبح صناعة قيمتها ٨٠٦ ملايين دولار وتوظّف ٢٣٠٠ شخص بحلول عام ٢٠٢٠ مع الأخذ بالاعتبار أن كل شيء آخر هو ثابت. بحلول عام ٢٠٥٠، يمكن لقطاع التكنولوجيا الحيوية أن يخلق قيمة مـ ـافة تبلغ ١,٦ مليار دولار تقريباً و ٤٤٠٠ وظيفة.

يمكن ربط القيمة المـ ـافة المحتملة لتطوير صناعة التكنولوجيا الحيوية بفاتورة الواردات الغذائية لعام ٢٠٥٠ بسبب تغير المناخ (الجـــول ٢) وبفجوة الـــخل في موارد الرزق لعام ٢٠٥٠ نتيجة لتغير المناخ (الجـــول ٣). ويتم ذلك في الجـــول ٦، ممـا يـــل على أن إنشاء مركز بحوث التكيف مع تغير المناخ في لبنان سوف يفوق التكاليف الاجتماعية الناجمة عن تغير المناخ بكثير.

الجـــول ٦. القيمة المـ افة من قطاع التكنولوجيا الحيوية مقابل التكاليف الاجتماعية الناجمة عن تغير المناخ

	٢٠٢٠ (ملايين)	٢٠٥٠ (ملايين)
فاتورة الواردات الغذائية نتيجة لتغير المناخ *	~ ٤٠,٣*	~ ١٩٦*
فجوة الـــخل في موارد الرزق الناجمة عن تغير المناخ بين العمال الزراعيين *	~١٢,٤*	~١٥٩,٣*
مجموع التكاليف الاجتماعية الناجمة عن تغير المناخ *	~٥٧,٢*	~٣٥٥,٣*
القيمة المـ افة المحتملة لقطاع التكنولوجيا الحيوية اللبنانية *	~٨٠٦	~١،٥٦٨

* **معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٥ + معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٠. المصـــر: تقـــيرات المؤلفين.**

٣- النتائج الرئيسية بشأن السياسات والأدوات المالية لمعالجة تغير المناخ

يتطلب تنفيذ التـــابير التي نوقشت تطوير الأدوات المالية والسياسات التمكينية. تعـــّد الأقسام أدناه بعـ ن هذه الأدوات من أجل التخفيف والتكيف وتصفها بإيجاز.

أ- الأدوات المالية

أ) التخفيف

تركّز الأدوات التي تم وصفها على اثنين من الجوانب المالية المتعلقة بطاقة الرياح المتجـــدة: الكفاءة الاقتصادية والربحية التجارية.

الكفاءة الاقتصادية

- ربط تقلب النمو الاقتصادي بالتـــهور البيئي: العوامل الخارجية الاقتصادية ملازمة للنمو الاقتصادي. يمكن تقييم العوامل الخارجية ذات الصلة بالبيئة وترتيبها من حيث علاقتها بالنمو.
- ربط الفوائـــ المحتملة لكفاءة استخـــام الطاقة بمصادر طاقة جـــيـــة: تمثل كفاءة التطبيق والتخزين في طاقة الرياح حوافز تجارية وللمستهلكين من أجل التحول إلى مصادر جـــيـــة بـــيلة.
- تقييم تكاليف البـــء لقوانين البناء بطاقة الرياح: تبيّن تكاليف البناء لكل وحـــة أو لكل مساحة منجزة القيمة الاقتصادية وتكاليف بـــء وربط المنشآت للمباني الجـــيـــة والقائمة.
- المشاركة في صنـــوق إقليمي لتكنولوجيا طاقة الرياح: قـــتؤدي استراتيجية إقليمية متعـــدة البلـــان لإنتاج طاقة الرياح إلى وفورات الحجم فـ ـلاً عن وفورات المجال.
- البـــء بهيكل مؤسسي لـــعم إدماج ممارسات جـــيـــة في الأنماط الاقتصادية القائمة: يستوعب تقسيم المناطق الحـ ـرية والمؤسسات شبه الخاصة نقل التكنولوجيا الجـــيـــة إلى الممارسات القائمة في مجال استهلاك الطاقة.
- تطوير الأدوات المالية على المستويات المحلية والوطنية والـــولية: تكون الجـــاول المالية لـــعم تطوير محطات طاقة الرياح متاحة من خلال المؤسسات المالية المحلية والإقليمية والعالمية.

الربحية التجارية

• وضع التكاليف الاستثمارية الأولية للزراعة الريحية: تسمح حسابات الاستثمارات الرأسمالية لمحطات التوصيل وتكاليف البـــءللوحـــات الفردية بوجود مبادئ توجيهية واضحة لمعايير نقطة التعادل وكذلك جـــاول الاستهلاك للعمليات على المـــدى الطويل.

• تقـــيم تحليل الحساسية على مجموعة من السيناريوهات على أساس نسب التكاليف والفوائـــ: تتم مقارنة الظروف غير المواتية مع السيناريوهات المواتية لتوفير حساسية النسب المالية لمجموعة من ظروف السوق والواقع. التخطيط الاحتياطي ممكن من أجل تخفيف الظروف المعاكسة. كما تسمح السيناريوهات المالية المواتية بالسعي لتحقيق النتائج المرجوة.

• تقييم معـــّلات العائـــ والقيم الصافية الحالية على وحـــات إنتاج الرياح الصغيرة: سيصبح إنتاج طاقة الرياح قريباً وبسرعة ذاتي الاعتماد كلياً. وسوف تظهر اعتبارات الربحية التجارية البقاء والاكتفاء الذاتي بالإضافة إلى المكاسب الاقتصادية الشاملة.

• تقييم تكاليف الأقساط السنوية للتشغيل والصيانة لإنتاج الطاقة الريحية: تثبت تكاليف الأعمال وميزانيات التشغيل جـــوى إنتاج طاقة الرياح على أساس الميزانية السنوية.

الأدوات المالية الأخرى لقطاع الطاقة التي يمكن استخـــامها هي:

• تـــخيل اقتصاديات السوق للمولـــات الكهربائية خارج نطاق الشبكة: تنتج المولـــات الكهربائية غير المشروعة والخاصة الطاقة الأغلى. بعـــ إضافة التكاليف الاجتماعية للتلوث والـ موضاء وإساءة استعمال الشبكات القائمة، سوف تخسر كل هذه المولـــات الحوافز لمستخـــميها.

• تقييم التكاليف غير المباشرة من طرف ثالث من أجل التحكم في التلوث: تجعل إضافة تكاليف التلوث وفقـــان الجودة البيئية للحياة المستخـــم الفعلي أن يـــفع لتغطية تكاليف الإنتاج الفعلي بـــلاً من المجتمع ككل.

• تحفيز التطوير المؤسسي بالحوافز المالية: تـــعم معـــلات متباينة من رسوم الإنتاج والاستهلاك استخـــام الأسر فـ ملاً عن الاستمرار الصناعي لمستخـــمي الأعمال.

• دراسة خيارات الخصخصة لقطاع الطاقة في لبنان: يمكن معالجة العجز التشغيلي الكبير في مؤسسة كهرباء لبنان على أساس إعادة الهيكلة التنظيمية.

ii) التكيف

إن الأدوات المالية التي من شأنها أن تساعـــ في تحويل لبنان إلى مركز للبحوث في مجال التكيف بسيطة ومحـــودة نوعا ماً. يتمثّل العنصر الرئيسي في زيادة مخصصات ميزانية الحكومة للبحوث. وينبغي أن يحصل هذا جنباً إلى جنب مع الحوافز التي تقـــّمها الحكومة الرامية إلى تسهيل إطلاق المشاريع المبتـــئة وبقائها. والعناصر الهامة في هذا السياق هي على الشكل التالي:

• تخفيـ ـ كبير في التعريفات الجمركية على الواردات من المعـــات اللازمة في صناعة التكنولوجيا الحيوية أو إلغاؤها
• تقـــيم حوافز ضريبية للمشاريع المبتـــئة في مجال التكنولوجيا الحيوية
• توفير إمكانية الوصول على نطاق واسع إلى تمويل القروض الصغيرة

قـــتساعـــ الإنماءات الأخرى في الأعمال التجارية الزراعية على توفير وظائف بـــيلة أو ضمن القطاع نفسه لليـــ العاملة الزراعية. فالزراعة المتخصصة هي مجال مهم للتطوير بحيث أن بع ض الممارسات المعينة مثل زراعة العنب لصناعة النبيذ وزراعة الزعفران وبع ض أشجار الفاكهة والبذور وما إلى ذلك يمكن أن تستفيـــ من الأدوات المالية التالية:

- توجيه الإنفاق العام الزراعي نحو البحوث والإرشاد
- فرض اقتصادات السوق من أجل كفاءة فائـــة الزراعة
- تمكين التعاونيات من أجل بقاء الأعمال التجارية

ب- السياسات

أ) التخفيف

يمكن معالجة عناصر السياسات لتنفيذ خيار طاقة الرياح المتجـــدة على مستويين: المستوى الوطني أو التجميع الكلي ومستوى الأعمال الـــقيقة أو التجميع الجزئي.

التجميع الكلي: على المستوى القطري

- تشجيع إقامة شراكات بين القطاعين العام والخاص على المستوى الوطني: توفّر الترتيبات التجارية المختلطة التوازن بين الكفاءة الاقتصادية والعـــالة الاجتماعية.
- تطوير التعاون الإيجابي بين البيئة والاقتصاد: تترجم الجودة البيئية إلى قيمة اقتصادية تنعكس في طلب المستهلكين على الملاءمة البيئية.
- توفير الإطار الـــولي للمفاوضات من أجل التعاون الثنائي و / أو المتعـــد الأطراف: بإمكان المستفيـــين والشركاء في التنمية المالية تحقيق تعاون أكثر فعالية عنـــما يتم التفاوض على المساعـــات على أساس المعايير المتفق عليها.
- نشر المعلومات على مستوى المستخـــم لتوعية الجمهور على تكنولوجيات الطاقة الجـــيـــة: نقل المعلومات حول الطاقة الريحية الجـــيـــة من وضع البحث والتطوير إلى حملة الـــعاية الاستهلاكية والتسويق.
- تركيز تنسيق جمع البيانات وتخزينها حول تطبيقات تكنولوجيا الرياح: يتم تعزيز التخطيط والتوجيه الصناعي عنـــما تكون المعلومات متوافرة بشكل مفيـــ قابل للتطبيق مباشرة.

التجميع الجزئي: على مستوى الأعمال

- إقامة كيان بحثي متخصص في إنتاج طاقة الرياح: يترجم الابتكار في مجال الأعمال البحوث التقنية إلى قيمة اقتصادية.
- تحـــيـــ التمويل في مجال الابتكار في الطاقة من شركاء التنمية المالية حسب مصـــر الطاقة: تكون مطابقة جـــول أعمال مانحين معينين أفـ مل عنـــما تكون احتياجات المستفيـــين محـــدة وواضحة المعالم.
- البـــء بالسجل المتكامل لقياس الإنتاج في التخطيط الاستراتيجي للتخفيف من الطاقة: تفترض الإدارة الاستراتيجية ضمناً التحقق من أن الأداء متسق مع الأهـــاف المحـــدة مسبقاً. تتم موازنة سجل قياس الإنتاج من خلال عملية شاملة على مستوى الأعمال.
- تنفيذ الإطار المنطقي لإدارة طاقة الرياح: بإمكان الشركاء في التنمية المالية التأكـــ من فعالية المساعـــات وبرامج الـــعم من خلال انتهاج الإطار المنطقي للإدارة التنظيمية.

• الوصول إلى المستوى المناسب من الخبرة: تصبح الخبرة المتوافرة ملائمة للمستهلك عنـــما تتم ترجمة ما يكفي من الخبرة إلى آليات يومية لنقل المعرفة.
• إنشاء سلطات مختصة: تسهم الوكالات المختصة من القطاعين العام والخاص في إدارة الجودة الشاملة.
• تـــريب الموظفين: تبقى الموارد البشرية العامل الرئيسي للنجاح في تنفيذ التكنولوجيا الجـــيـــة.

أدوات السياسات الأخرى المتوفرة لقطاع الطاقة بشكل عام هي:

• تأمين موثوقية البيانات بشأن استهلاك الطاقة بحسب فئة المستخـــم: يسمح التنسيق الموحّـــ للبيانات بوصول المستخـــم والتخطيط على المـــى الطويل.
• دعم وضع أطلس الرياح لإنتاج الطاقة الريحية: تتسق أنماط الرياح المحلية والإقليمية تاريخياً. يمكن توثيق تيارات البحر الأبي ض المتوسط بشكل مناسب والاعتماد عليها لتصميم وتشغيل توليـــ الطاقة من الرياح.
• تحـــيث أنظمة الانبعاثات: ملاءمة معايير جودة الهواء وسلامة البيئة الإقليمية والـــولية.
• تعزيز أدوات التنفيذ: يعتمـــ التنفيذ المحلي للمعايير الإيكولوجية وكذلك أنظمة الطاقة على دعم مؤسسي لإنتاج الطاقة واستهلاكها.

ii) التكيف

تستفيـــ مراكز بحوث التكيف بشكل كبير من السياسات التي تحمي حقوق الملكية الفكرية وبراءات الاختراع. يجب على الحكومة توفير بيئة أعمال تتم فيها حماية هذه الحقوق. وعلاوة على ذلك، لا بـــ من تطبيق القوانين القائمة ذات الصلة على نحو فعال وشامل في مختلف أنحاء البلاد. وثمة عنصر آخر مهم هو بناء كل من القـــرات البشرية والمؤسسية في القطاع العام المشارك في جميع جوانب بحوث التكيف.

السياسات الأخرى التي يمكن أن تعود بالنفع على القطاع الزراعي بشكل عام هي:

• تعزيز تسويق المحاصيل
• تنفيذ قياس موثوق للموارد في الإنتاج الزراعي
• بناء القـــرات المؤسسية
• الاستفادة من الموارد البشرية
• دمج إدارة الشبكات الزراعية

٤- الإطار المؤسسي

حالياً، هناك برنامجان من قبل الحكومة يهـــفان إلى الحـــ من انبعاثات غازات الـــفيئة. أحـــهما هو "فعالية الطاقة الشاملة لعـــة قطاعات في لبنان وإلغاء العوائق أمام عملية شركة خـــمات الطاقة (ESCO) الذي يهـــف إلى خف ں انبعاثات غازات الـــفيئة الناجمة عن عـــم كفاءة الاستعمال النهائي للطاقة في جميع قطاعات الاقتصاد. والآخر هو "مشروع تغير المناخ" الذي يهـــف إلى معالجة ة مايا غازات الـــفيئة في لبنان. ويتم تنفيذ المشروع الأول من قبل وزارة الطاقة والمياه والثاني من قبل وزارة البيئة. وعلاوة على ذلك، يستطيع لبنان الاستفادة من بع ں المخططات الـــولية مثل آلية التنمية النظيفة (CDM). من الناحية النظرية، يمكن أن يتم تمويل وتنفيذ مشاريع الطاقة المتجـــدة في إطار آلية التنمية النظيفة ضمن بروتوكول كيوتو.

يعمل مشروع المركز اللبناني لحفظ الطاقة على إنشاء صنـــوق وطني لكفاءة الطاقة والطاقة المتجـــدة وصنـــوق آخر لسخانات المياه السكنية بالطاقة الشمسية. ويمكن استخـــام هذا الصنـــوق في نهاية المطاف لتمويل جزء من مزارع طاقة الرياح المقترحة في سيناريو التخفيف. من الناحية المثالية، وعلى غرار العـــيـــ من البلـــان المتقـــمة، يمكن فرض رسوم الطاقة المتجـــدة على مستهلكي الكهرباء من خلال إدراجه في تعرفة الكهرباء اللبنانية. كما يمكن استخـــام هذه الأموال لتمويل مزارع طاقة الرياح.

إن مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية (LARI) هي الوكالة الوحيـــة المموّلة من الحكومة والتي تجري البحوث الزراعية التي تركّز على التغير المناخي. الهيكل الإداري والتوزيع الجغرافي الحاليان لمصلحة الأبحاث العلمية الزراعية مناسبان لمواصلة بذل جهـــ أكثر تركيزاً على بحوث التكيف. فمعظم الجامعات (في القطاعين العام والخاص) التي تملك أحـــث برامج البحوث الزراعية لـــيها التوزيع المؤسسي والجغرافي المناسب للسماح بـــعم الشركات المبتـــئة في مجال التكنولوجيا الحيوية.

٥- الـــروس المستفادة

أدى النطاق المحـــود لهذه الـــراسة إلى فهم التحـــيات التي تواجه لبنان في محاولته للحـــ من الانبعاثات ومحاولته للتكيف مع تغير المناخ. جنباً إلى جنب مع التحـــيات، كانت هناك بع ں الفرص الواضحة التي قـــ تكون مفيـــة للبنان. تصف الأقسام التالية بع ں هذه التحـــيات والفرص.

أ- التحـــيات

إن الاستثمارات في محطات توليـــ الطاقة اللازمة لتلبية الطلب للسنوات العشرين إلى الأربعين المقبلة كبيرة. يبلغ صافي القيمة الحالية للاستثمارات اللازمة حتى عام ٢٠٣٠ (٢٠٥٠) ١,١١ مليار (١,٦٣ مليار) دولار و ١,٤١ مليار (٢,٠٧ مليار) دولار لسيناريوهي خط الأساس والتخفيف على التوالي. ومع ذلك، من المهم الإشارة إلى أن الوفورات المحققة في تكاليف الوقود تفوق تكاليف سيناريو التخفيف بكثير. وتبلغ هذه الوفورات ٢,٩ مليار دولار بين عامي ٢٠٠٧ و ٢٠٥٠، مما يجعل سيناريو التخفيف أكثر جاذبية من الناحية الاقتصادية. بلغ الـــين العام ١٦٣,٥ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي في عام ٢٠٠٨ مما يجعل نسبة الـــيون إلى الناتج المحلي الإجمالي في لبنان في المرتبة الثالثة في العالم (الحقائق العالمية من وكالة المخابرات المركزية، ٢٠٠٩). وبالتالي، يكون تحقيق تمويل أي مشروع واسع النطاق، مثل محطة توليـــ الكهرباء، أكثر صعوبة وسوف يحتاج إلى أن يموّل في معظمه من مصادر أجنبية. ومع ذلك، فإن المؤسسة المحتكرة التي تسيطر عليها الـــولة، أي مؤسسة كهرباء لبنان، قـــ تكون عاملاً مثبطاً رئيسياً للاستثمار الأجنبي المباشر (كاجياناس وآخرون، ٢٠٠٣). وفي الواقع، كان هناك الكثير من الـ مغط من قبل المقرضين الـــوليين لخصخصة قطاع الكهرباء. ويبقى أن نرى إذا كان هذا سيحـــث في المستقبل القريب.

إن احتياجات التكيف الناجمة عن تغير المناخ خارجية في الغالب. لا يؤدي تغير المناخ في لبنان إلى زيادة في فاتورة الواردات الغذائية، ولكنه سيتسبّب بصـــمات أكبر في أسعار المواد الغذائية. وبالتالي تكون حاجة التكيف الأهم (في مقابل الفرص) تطوير القـــرات المالية والتنويع الاقتصادي. ما لم يقم لبنان بزيادة قاعـــته الـ ضريبية بشكل كبير، سيكون غير مستعـــد لتقـــيم شبكات الأمان الاجتماعي.

في حين أن الإنتاج المتخصص ومراكز بحوث التكيف هي فرص للتكيف، فإن توسيع شبكات الأمان الاجتماعي هو ضرورة للتكيف. بالرغم من أن القيمة الـ مضافة لقطاع الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي هي صغيرة جـــداً، فإنه لا يزال يوظّف نسبة كبيرة من القوة العاملة. سيؤثّر تغير المناخ على معيشة المجتمعات الزراعية التقليـــية، وبالتالي تحتاج الحكومة إلى أن تكون مستعـــدة له. لذا، فإن إنشاء تأمينات البطالة هو أحـــد الحلول ذات الأولوية في هذا الصـــدد.

ب- الفرص

من خلال دراسة أطلس الرياح الذي وضع أخيراً، يمكن للمرء أن يتبيّن عـــدة مناطق على طول السلاسل الجبلية التي يكون متوسط سرعة الرياح فيها أعلى من ٥ أمتار في الثانية مثل عكار ومرجعيون وغيرها. عموماً، يكون لـــدى هذه المناطق ذات ارتفاع سرعة الرياح المستمر تركّز سكاني منخفض للغاية وأراض وفيرة بأسعار رخيصة جـــداً لشرائها أو استئجارها لمثل هذه المشاريع (داغر وروبل، ٢٠٠٩).

للتوسع في إمـــادات الكهرباء عن طريق إدخال الطاقة المتجـــددة العـــيـــمن المزايا مقارنة مع التوسع في محطات الطاقة التقليـــية. فهو سيساعـــد في الحـــد من اعتماد لبنان على واردات الوقود، وبالتالي المساهمة في تنويع مزيج الطاقة. ثانياً، إذا كان إدراج الطاقة المتجـــددة يأخذ شكل موزّعين متعـــددين، فهذا من شأنه تعزيز أمن الإمـــادات في أوقات النزاع الشائعة جـــداً في هذه المنطقة، خصوصاً أنه تم استهـــاف مرافق الطاقة الكهربائية مباشرة في العقـــين الأخيرين (داغر وروبل، ٢٠٠٩).

ومن الأولويات التي هي أيـ ـاً بمثابة فرصة تسهيل التنقل الرأسي والأفقي من خلال الاستثمارات العامة في القـــرات التكنولوجية (الإنترنت والاتصالات) والنقل (الطرق ووسائل النقل العامة). وسوف تكمّل هذه الاستثمارات فرص التكيف، فـ ـلاً عن أنها تحسّن مناخ الأعمال في لبنان. وعلاوة على ذلك، تتم متابعة مشروعات البنى التحتية على الصعيـــ الإقليمي.

٦- المراجع

Association Libanaise pour la Maitrise de L'Energie (ALMEE), 2006. L'Energie au Liban.

Brown, O. and Crawford, A. (2009), Rising Temperatures, Rising Tensions. Climate change and the risk of violent conflict in the Middle East. International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Manitoba, Canada.

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED, EM-DAT The International Disaster Database (http://www.emdat.be/, accessed: October 30, 2009).

Chedid, R., Ghaddar, N., Chaaban, F., Chehab, S., Mattar, T., 2001. Assessment of energy efficiency measures: the case of the Lebanese energy sector. International Journal of Energy Research, 25 (4), 355-374.

Chedid, R., Ghajar, R., 2004. Assessment of energy efficiency options in the building sector of Lebanon. Energy Policy, 32, 647-655.

CIA, The World Factbook, 2009. Accessed at https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/LE.html

Cline, W. (2007), Global Warming and Agriculture, Impact Estimates by Country, Peterson Institute for International Economics, Washington, D.C., 2007.

Dagher, L. and Ruble I. Challenges for CO2 Mitigation in the Lebanese Electric Power Sector. Energy Policy, 38, 912-918, 2010.

Farajalla, N.S., Haddad, J., and M. Mhanna, 2009 "Long-term Temperature Trends in Beirut Lebanon." International Journal of Climatology (Submitted September 2007).

International Poverty Center, Poverty, Growth and Income Distribution in Lebanon, Country Study No. 13, January 2008.

IPCC 2007. Fourth Assessment Report, Climate Change 2007 Synthesis Report.

Kagiannas, A., Askounis, D., Anagnostopoulos, K., Psarras, J., 2003. Energy policy assessment of the Euro-Mediterranean cooperation. Energy Conversion and Management, 44, 2665-2686.

LEAP, 2009. Website accessed at http://www.energycommunity.org/default.asp?action=47 on 11/08/09.

Ministere de l'Agriculture Libanaise, Strategie de Développement Agricole du Liban, 2004.

Lebanese Center for Energy Conservation Project (LCECP), 2008. Approach to Greenhouse Gas emission reduction analysis.

Republic of Lebanon's Initial National Communication to the UNFCCC, 2002.

Republic of Lebanon's Second National Communication to the UNFCCC (SNC draft), 2009.

Schutz, G., 1998. Restructuring of the Lebanese electric power sector. Final Report.

Laithy, H., Abu Ismail, Kh. and K. Hamdan, 2008, Country Report: Poverty, Growth and Income Distribution in Lebanon, UNDP, accessed at http://www.undp-povertycentre.org/pub/IPCCountryStudy13.pdf in Ocotber 2009

Stockholm Environment Institute (SEI),Tellus Institute, 2006. LEAP:Long Range Energy Alternative Planning System,User Guide for LEAP 2006. http://www.energycommunity.org/documents/Leap2006UserGuideEnglish.pdf .

Van Beuzekom B, Arundel A. 2009. OECD Biotechnology Statistics 2009, 103 pp, OECD, accessed at http://www.oecd.org/dataoecd/4/23/42833898.pdf. in October 2009

World Bank 2007, World Bank Development Report 2008, Agriculture for Development, Washington, D.C.

World Bank Development Indicator Database 2008, CD-Rom, Washington, D.C.

World Bank, 2004. Republic of Lebanon, Hydrocarbon Strategy Study, Report No. 29579-LE.

World Bank, 2009. Lebanon social impact analysis – electricity and water sectors.

ملحق ١

رقم ١ : ضعف أداء الناتج الزراعي في لبنان

من أجل اختبار الفرضية القائلة بأن الانتاج الزراعي في لبنان هو دون المستوى الأمثل، نقوم بتقـــير المعادلة التالية

$$CerYield_i = \beta_0 + \beta_1 lny_i + \sum_{j \neq i} \beta_j Reg.Dummy_j + \varepsilon_i$$

حيث

CerYield = محصول الحبوب (كلغ للهكتار الواحـــ).

تعريف: يشمل محصول الحبوب الغذائية، عنـــ قياسه بالكيلوغرام لكل هكتار تم حصاده، القمح والأرز والذرة والشعير والشوفان والشيلم والذرة الرفيعة (الـــخن) والسرغوم والحنطة السوداء والحبوب المختلطة. وترتبط بيانات الإنتاج المتعلقة بالحبوب الغذائية بالمحاصيل التي يتم حصادها للحبوب الجافة فقط. ويتم استبعاد محاصيل الحبوب التي تحصـــ للتبن أو التي تحصـــ خ مراء للغذاء والأعلاف أو تلك التي تستخـــم للرعي.

المصـــر: منظمة الأغذية والزراعة، الكتاب السنوي للإنتاج وملفات البيانات.

lny = اللوغاريتم الطبيعي لنصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي (بالسعر الثابت للـــولار عام ٢٠٠٠).

تعريف: نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي هو إجمالي الناتج المحلي مقسوماً على عـــد السكان في منتصف العام. إجمالي الناتج المحلي هو عبارة عن مجموع إجمالي القيمة المـ افة من جانب جميع المنتجين المقيمين في الاقتصاد زائـــ أية ضرائب على المنتجات وناقص أية إعانات غير مشمولة في قيمة المنتجات. ويتم حسابه دون اقتطاع قيمة إهلاك الأصول المصنعة أو إجراء أية خصوم بسبب ذ موب وتـــهور الموارد الطبيعية. البيانات هي بالـــولار الأميركي الثابت.

المصـــر: بيانات الحسابات القومية للبنك الـــولي، وملفات بيانات الحسابات القومية لمنظمة التعاون والتنمية في الميـــان الاقتصادي.

البيانات متاحة في قاعـــة بيانات المؤشرات الإنمائية لعام ٢٠٠٨ من البنك الـــولي. أخذت تعريفات المتغيرات من المصـــر نفسه. والمتغيرات هي متوسط خمس سنوات للفترة بين عامي ٢٠٠١ و ٢٠٠٥.

يتم تعريف البيانات النموذجية الإقليمية المختلفة على النحو التالي:

• الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (DivMENA)

• جيبوتي، مصر، إسرائيل، الأردن، لبنان، المغرب، سوريا، تونس، فلسطين، اليمن.

• شرق آسيا والمحيط الهادئ (EAP)

• ساموا الأميركية، أستراليا، بروناي، كمبوديا، الصين، فيجي، بولينيزيا الفرنسية، غوام، انـــونيسيا، اليابان، كيريباتي، جزر مارشال، ميكرونيزيا، كاليـــونيا الجـــيـــة، نيوزيلنـــا، كوريا الشمالية، لاوس، جزر ماريانا الشمالية، منغوليا، ميانمار، بالاو، بابوا غينيا الجـــيـــة، الفلبين، ساموا، جزر سليمان، تايلناد، تيمور الشرقية، تونغا، فانواتو، فيتنام.

• نمور شرق آسيا (EAT)

• هونغ كونغ، كوريا الجنوبية، ماكاو، ماليزيا، سنغافورة.

• أوروبا الشرقية والوسطى (ECE)

• ألبانيا، أرمينيا، أذربيجان، بيلاروس، البوسنة والهرسك، بلغاريا، كرواتيا، تشيكيا، استونيا، جورجيا، المجر، كازاخستان، قيرغيزستان، لاتفيا، ليتوانيا، مقـــونيا، مولـــوفا، بولنـــا، رومانيا، روسيا، صربيا، سلوفاكيا، سلوفينيا، طاجيكستان، تركيا، تركمانستان، أوكرانيا، أوزبكستان.

• أميركا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي (LAC):

• أنتيغوا وبربودا، الأرجنتين، أروبا، جزر البهاما، بربادوس، بليز، بوليفيا، البرازيل، جزر كايمان، تشيلي، كولومبيا، كوستاريكا، كوبا، دومينيكا، الجمهورية الـــومينيكية، إكوادور، السلفادور، غرينادا، غواتيمالا، غيانا، هايتي، هنـــوراس، جامايكا، المكسيك، جزر الأنتيل الهولنـــية، نيكاراغوا، بنما، باراغواي، بيرو، بورتوريكو، سانت كيتس ونيفيس، سانت لوسيا، سانت فنسنت وغرنادين، سورينام، ترينيـــاد وتوباغو، أوروغواي، فنزويلا، جزر فيرجن (الولايات المتحـــدة).

• أميركا الشمالية (NAM):

• برمودا، كنـــا، الولايات المتحـــدة.

• اقتصادات النفط من الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (OilMENA):

• الجزائر، البحرين، إيران، العراق، الكويت، ليبيا، عمان، قطر، السعودية، الإمارات العربية المتحـــدة.

• أفريقيا جنوب الصحراء (SSA):

• أنغولا، بنين، بوتسوانا، بوركينا فاسو، بوروني، الكاميرون، الرأس الأخ ضر، جمهورية أفريقيا الوسطى، تشاد، جزر القمر، الكونغو، جمهورية الكونغو الـــيمقراطية، جمهورية الكونغو، شاطىء العاج، غينيا الاستوائية، إريتريا، إثيوبيا، الغابون، غامبيا، غانا، غينيا، غينيا بيساو، كينيا، ليسوتو، ليبيريا، مـــغشقر، ملاوي، مالي، موريتانيا، موريشيوس، مايوت، موزامبيق، ناميبيا، النيجر، نيجيريا، روانـــا، السنغال، سيشيل، سيراليون، الصومال، جنوب أفريقيا، السودان، سوازيلانـــا، ساو تومي وبرينسيبي، تنزانيا، توغو، أوغنـــا، زامبيا، زمبابوي.

• جنوب آسيا (SA):

• أفغانستان، بنغلاديش، بوتان، الهنـــد، المالـــيف، نيبال، باكستان، سري لانكا.

• أوروبا الغربية (WE):

• أنـــورا، النمسا، بلجيكا، جزر القنال، قبرص، الـــنمارك، جزر فارو، فنلنـــا، فرنسا، ألمانيا، اليونان، غرينلانـــا، إيسلنـــا، إيرلنـــا، جزيرة مان، إيطاليا، ليشتنشتاين، لوكسمبورغ، مالطا، موناكو، هولنـــا، النرويج، البرتغال، سان مارينو، إسبانيا، السويـــ، سويسرا، المملكة المتحـــدة.

الجـــول: نتائج الانحـــار بطريقة المربعات الصغرى العادية لـ "فرضية محصول الحبوب دون المستوى الأمثل"

المتغير التابع = محصول الحبوب	معامل الانحـــار	الخطأ القياسي	إحصائية الاختبار	القيمة الاحتمالية
التقاطع	٥٥٢,٢٥	١،١٠٩,٣٣	٠,٥٠	٠,٦٢
lny	***٤٧٣,٨٦	١٠٦,٥٣	٤,٤٥	٠,٠٠
(المنطقة="DIVMENA")	***١،٧٧٤,٨٠-	٥٧٥,٠٦	٣,٠٩-	٠,٠٠
(المنطقة="EAP ")	٧٤٥,٥٢-	٥٨٥,٨٨	١,٢٧-	٠,٢١
(المنطقة="EAT")	٢,٣٢	٩٧٧,٣٠	٠,٠٠	١,٠٠
(المنطقة="ECE")	**١،١٢٠,٦٣-	٤٧٦,١٣	٢,٣٥-	٠,٠٢
(المنطقة="LAC")	***١،٧١٤,٦٢-	٤٣٤,٥٠	٣,٩٥-	٠,٠٠
(المنطقة="NAM")	٩٧٤,٢١-	٩٦٩,٨٣	١,٠١-	٠,٣٢
(المنطقة="OCE")	**١،٤٢٨,٩٤-	٦٠٧,٤٢	٢,٣٥-	٠,٠٢
(المنطقة="OILMENA")	***٢،٢٢٨,٣٥-	٥٨٩,٨١	٣,٧٨-	٠,٠٠
(المنطقة="SA")	٤٢١,٧٦-	٦٨٨,٣٢	٠,٦١-	٠,٥٤
(المنطقة="SSAs")	***٢،١٢٢,٨٦-	٥٥٧,٧٧	٣,٨١-	٠,٠٠
N	١٦٤			
R2	٠,٥١			

*** = مهم عنـــ مستوى ١ ٪ و ** = مهم عنـــ مستوى ٥ ٪ و * = مهم عنـــ مستوى ١٠ ٪.

أظهرت النتائج أن الإنتاج الزراعي يرتبط ارتباطاً إيجابياً بنصيب الفرد من الـــخل. وهذا على الأرجح نتيجة للانتقال من الزراعة التقليـــية إلى الزراعة التجارية في عملية التنمية الاقتصادية. تشير كل من النماذج الإقليمية للاقتصادات المتنوعة والنفطية من منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا إلى وجود محصول حبوب سلبي إلى حـــ كبير. يبلغ محصول الحبوب في لبنان ٢٢,٢٦٣٥. وقيمته المتوقعة هي أعلى بـ٢٨,١٦٥ . الخطأ القياسي لجميع البواقي هو ٩٨,٣. الباقي السلبي للبنان مهم عنـــ مستوى ١٠ ٪.

من أجل اختبار الفرضية القائلة بأن لبنان ربما يفتقر إلى رأس المال، عبر استخـــام استهلاك الأسمـــة، قمنا أيـ ـاً بتقـــير التالي

$$Fert_i = \beta_0 + \beta_1 lny_i + \sum_{j \neq l} \beta_j Reg.Dummy_j + \varepsilon_i$$

حيث

Fert = استهلاك الأسمـــة (١٠٠ غرام لكل هكتار من الأراضي الصالحة للزراعة)

تعريف: يقيس استهلاك الأسمـــدة (١٠٠ غرام لكل هكتار من الأراضي الصالحة للزراعة) كمية المغذيات النباتية المستخـــدمة لكل وحـــدة من وحـــدات الأراضي الصالحة للزراعة. وتغطي منتجات التسميـــد الأسمـــدة الآزوتية والبوتاسية والفوسفاتية (بما في ذلك الفوسفات الصخري المطحون). ولا يشمل ذلك المغذيات التقليـــدية كالأسمـــدة الحيوانية والنباتية. التوقيت المرجعي لاستهلاك الأسمـــدة هو السنة المحصولية (من تموز / يوليو إلى حزيران / يونيو). تعرّف منظمة الأغذية والزراعة الأرض الصالحة للزراعة على أنها الأرض التي تزرع بمحاصيل مؤقتة (المناطق ذات المحصولين تحسب مرة واحـــدة)، والمروج المؤقتة لتخزين التبن أو للرعي، والأرض المزروعة بمحاصيل للسوق أو للمنازل، والأرض المراحة مؤقتاً. وتستثنى الأرض المهجورة نتيجة للحرث والتهذيب.

المصـــدر: منظمة الأغذية والزراعة، الكتاب السنوي للإنتاج وملفات البيانات.

البيانات متاحة في قاعـــدة بيانات المؤشرات الإنمائية لعام ٢٠٠٨ من البنك الـــدولي. أخذت تعريفات المتغيرات من المصـــدر نفسه. والمتغيرات هي متوسط خمس سنوات للفترة بين عامي ٢٠٠١ و ٢٠٠٥.

الجـــدول: نتائج الانحـــدار بطريقة المربعات الصغرى العادية لـ "فرضية التسميـــد دون المستوى الأمثل"

المتغير التابع = استهلاك الأسمـــدة	معامل الانحـــدار	الخطأ القياسي	إحصائية الاختبار	القيمة الاحتمالية
التقاطع	-١٨،٠١٥,١٤	٩،٤١٩,٢٤	-١,٩١	٠,٠٦
lny	××٢،١٥٢,٤٥	٩١٣,١٨	٢,٣٦	٠,٠٢
("DIVMENA" =المنطقة)	٦،٢١٨,٤٧	٤،٤٦٦,٧٥	١,٣٩	٠,١٧
("EAP"=المنطقة)	٤،٤١٤,٥٨	٤،٧١٩,٣٨	٠,٩٤	٠,٣٥
("EAT"==المنطقة)	×××٤٣،٨٥٢,٧٣	٥،٨٢٥,٥٧	٧,٥٣	٠,٠٠
("ECE"=المنطقة)	٢،٥٥٦,٠٢	٣،٥٩٩,٩٣	٠,٧١	٠,٤٨
("LAC"=المنطقة)	٢،٤٩٠,٩٨	٣،٤٦٨,٠٣	٠,٧٢	٠,٤٧
("NAM"=المنطقة)	-٣،٢٨٤,٣٧	٦،٩٢٢,٢٧	-٠,٤٧	٠,٦٤
("OCE"=المنطقة)	٢،٠٨٤,١٢	٤،٧٠٣,٨٨	٠,٤٤	٠,٦٦
("OILMENA"=المنطقة)	٤،٧٧٤,٣٥	٤،٠٤٩,٨٩	١,١٨	٠,٢٤
("SA"=المنطقة)	٥،٤٧٧,٩٢	٥،٤٦١,٦٦	١,٠٠	٠,٣٢
("SSA"=المنطقة)	٥،١٦٥,٢٣	٤،٥٩٩,٠٧	١,١٢	٠,٢٦
N	١٣٣			
R2	٠,٣٨			

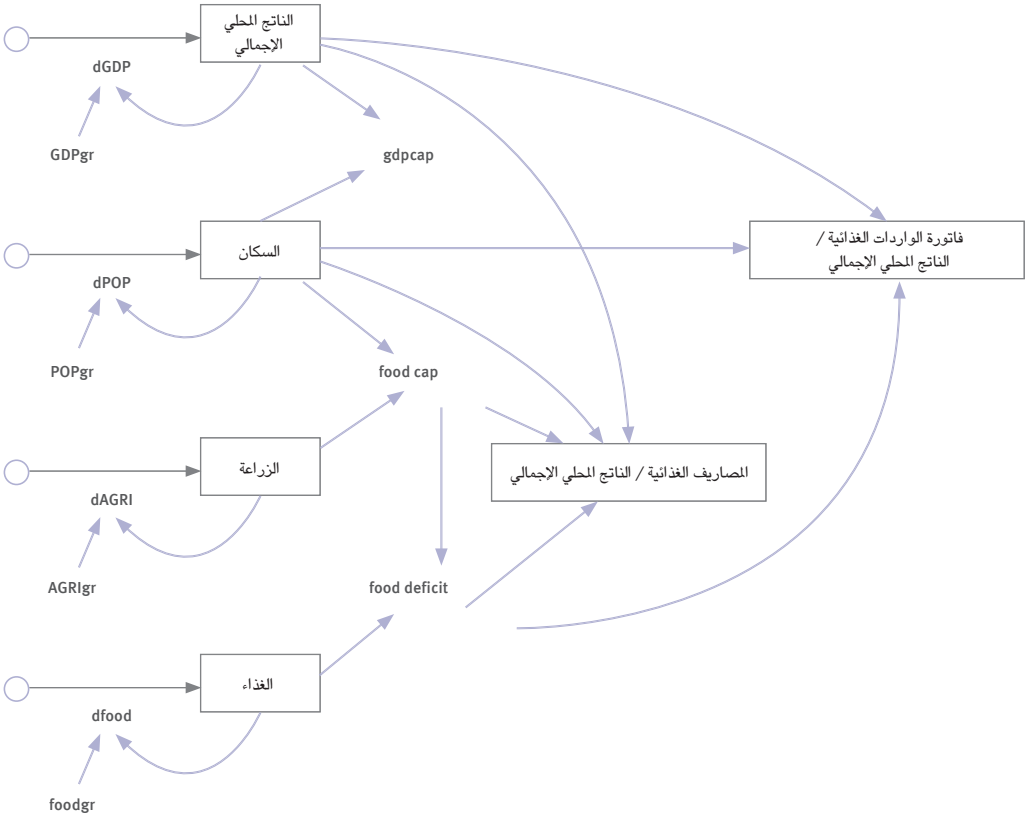
*** = مهم عنـــد مستوى ١ ٪ و ** = مهم عنـــد مستوى ٥ ٪ و * = مهم عنـــد مستوى ١٠ ٪.

أظهرت النتائج أن استهلاك الأسمـــدة، الذي يمكن استخـــامه كبـــديل للحصول على رأس المال، يرتبط ارتباطاً إيجابياً بنصيب الفرد من الـــدخل. باستثناء النموذج الإقليمي "نمور شرق آسيا"، لا يوجـــد أي متغير آخر مهم. يبلغ استهلاك لبنان للأسمـــدة ١٨٦٠ كلغ في الهكتار الواحـــد من الأراضي الصالحة للزراعة. القيمة المتوقعة هي أعلى بـ ٤٦١ كلغ. العجز في استهلاك لبنان للأسمـــدة هو ذات دلالة إحصائية عالية.

رقم ٢ : محاكاة آثار تغير المناخ على فاتورة الواردات الغذائية في لبنان

تمت برمجة المحاكاة باستخـــام نموذج النظام الـــينامكي، وهي موضّحة بالرسوم والصور أدناه:

الرسم البياني: برمجة آثار تغير المناخ على لبنان



متغيرات المخزون:

الناتج المحلي الإجمالي = الناتج المحلي الإجمالي (معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٥)، قيمة ٢٠١٠ = ٣٠ مليار دولار، معـــل النمو GDPgr = ٠,٠٣.

السكان = عـــد السكان، قيمة ٢٠١٠ = ٤ مليون، معـــل النمو السكاني POPgr = ٠,٠١.

الزراعة = قيمة الزراعة المـ ـافة إلى الناتج المحلي الإجمالي، قيمة ٢٠١٠ = ١,٨ مليار دولار. عمليتان بـــيلتان: "مع تغير المناخ" و "من دون تغير المناخ". "مع تغير المناخ": AGRIgr = -٠,٠٠٣١٩١، "بـــون تغير المناخ": AGRIgr = ٠.

الغذاء = نصيب الفرد من نفقات الغذاء (للاستهلاك المحلي والواردات)، قيمة ٢٠١٠ = ٩٠٠ دولار، التـ ـخم في أسعار المواد الغذائية الخارجية foodgr = ٠,٠٢.

dGDP = الناتج المحلي الإجمالي × GDPgr

dPOP = السكان × POPgr

dAGRI = الزراعة × AGRIgr

dfood = الغذاء × foodgr

المتغيرات المساعـــة:

gdpcap = نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٥)

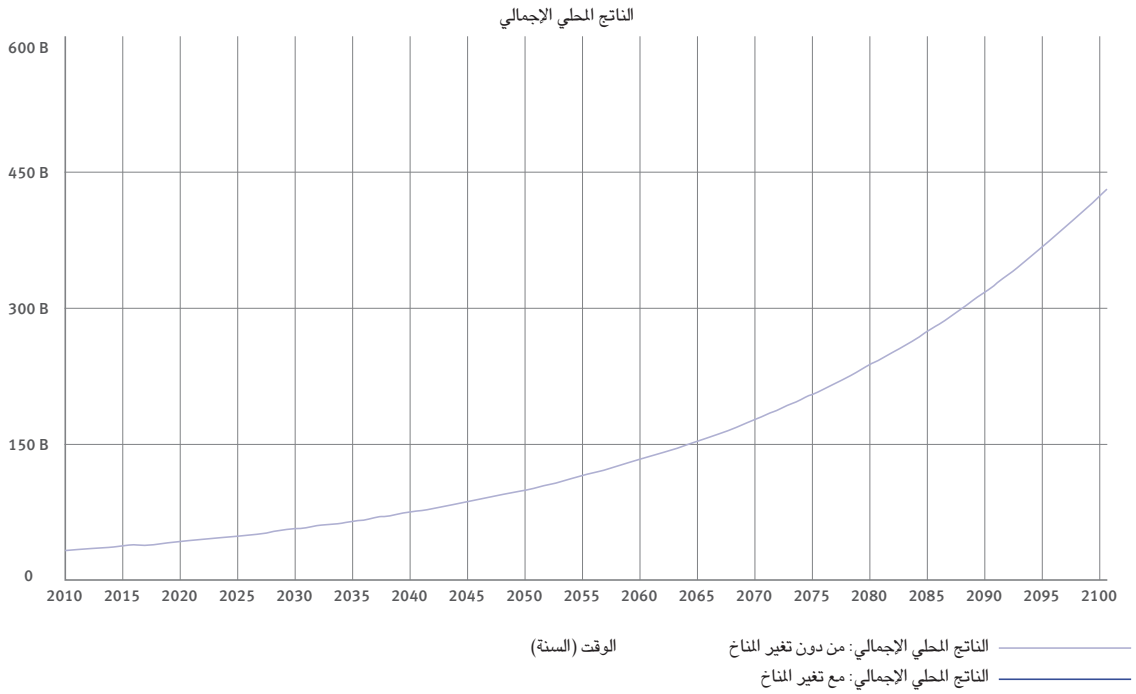
foodcap = قيمة إنتاج الغذاء المحلي المتوفر (معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٥)

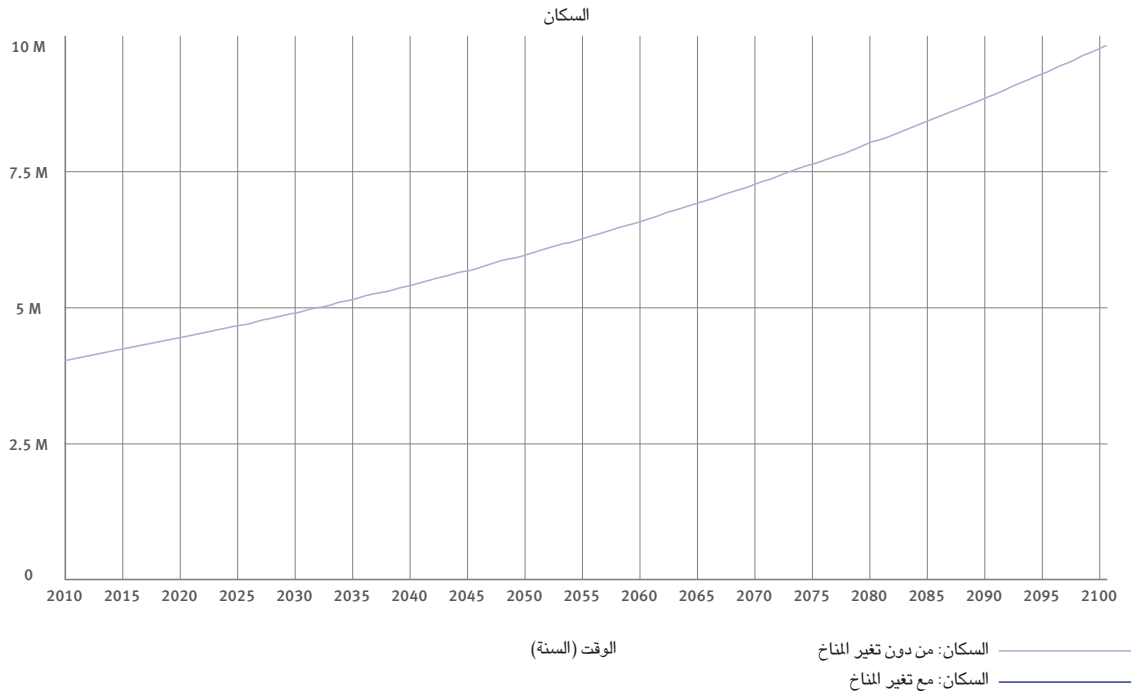
fooddef = قيمة العجز الغذائي للحفاظ على نصيب الفرد من استهلاك الأغذية ثابتاً (معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٥)

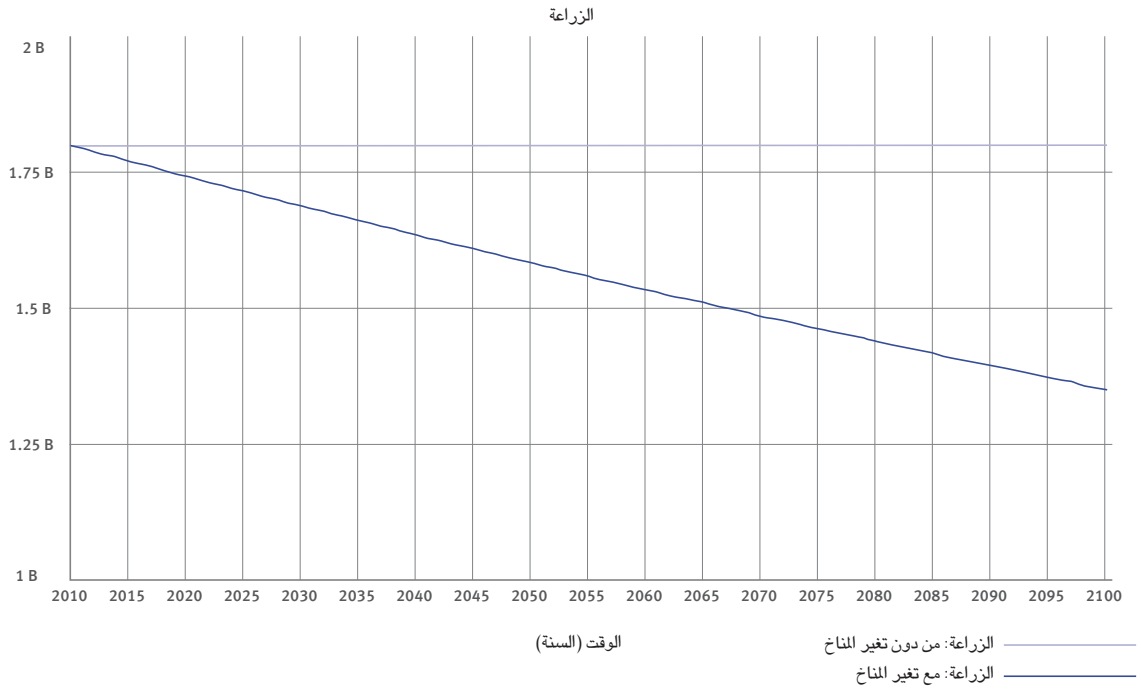
المصاريف الغذائية / الناتج المحلي الإجمالي = مجموع النفقات الغذائية كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي (قيمة الزراعة المـ ـافة إلى الناتج المحلي الإجمالي بالإضافة إلى الواردات الغذائية)

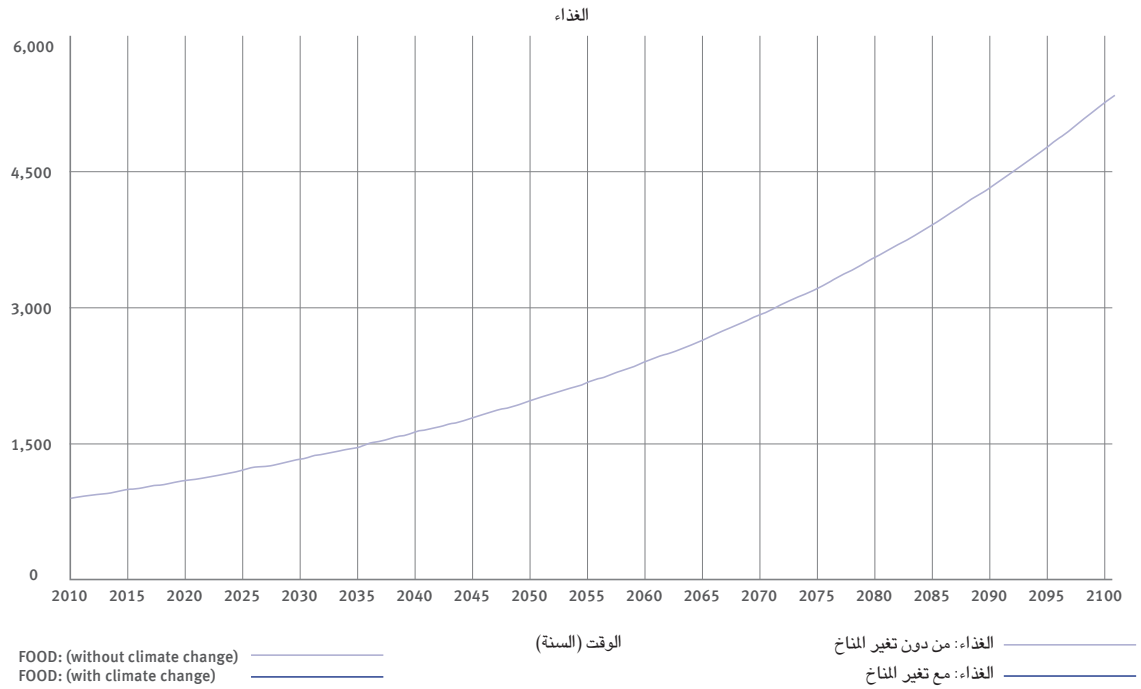
فاتورة الواردات الغذائية / الناتج المحلي الإجمالي = فاتورة الواردات الغذائية كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي

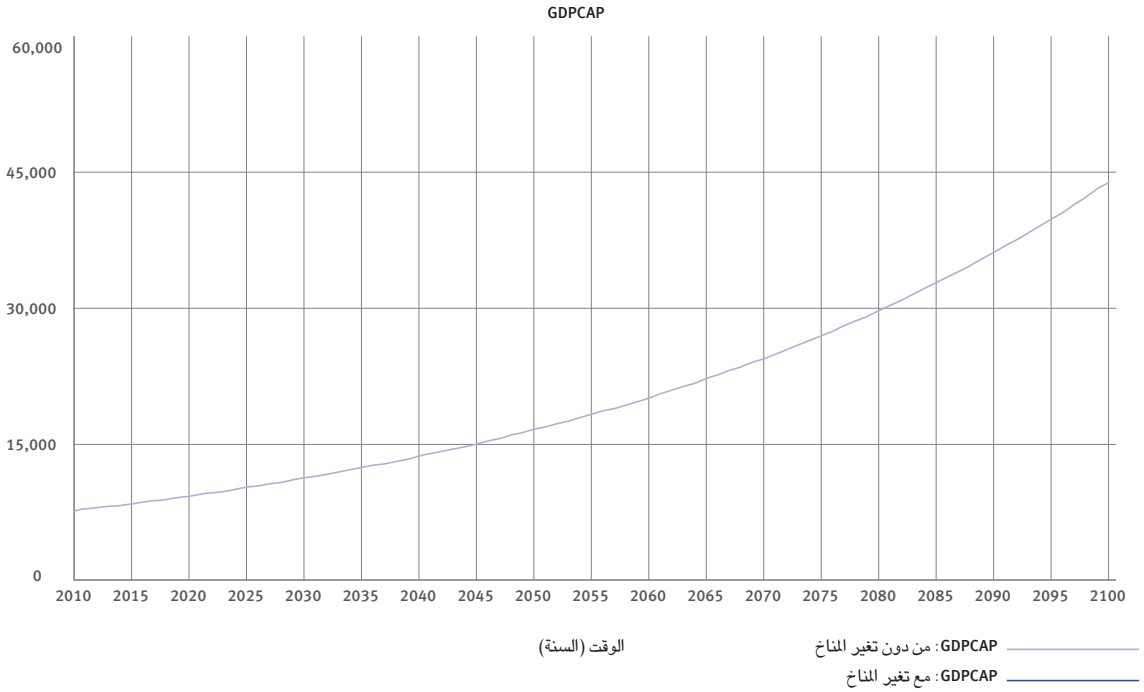
رقم ٣: نتائج محاكاة آثار تغير المناخ على فاتورة الواردات الغذائية في لبنان

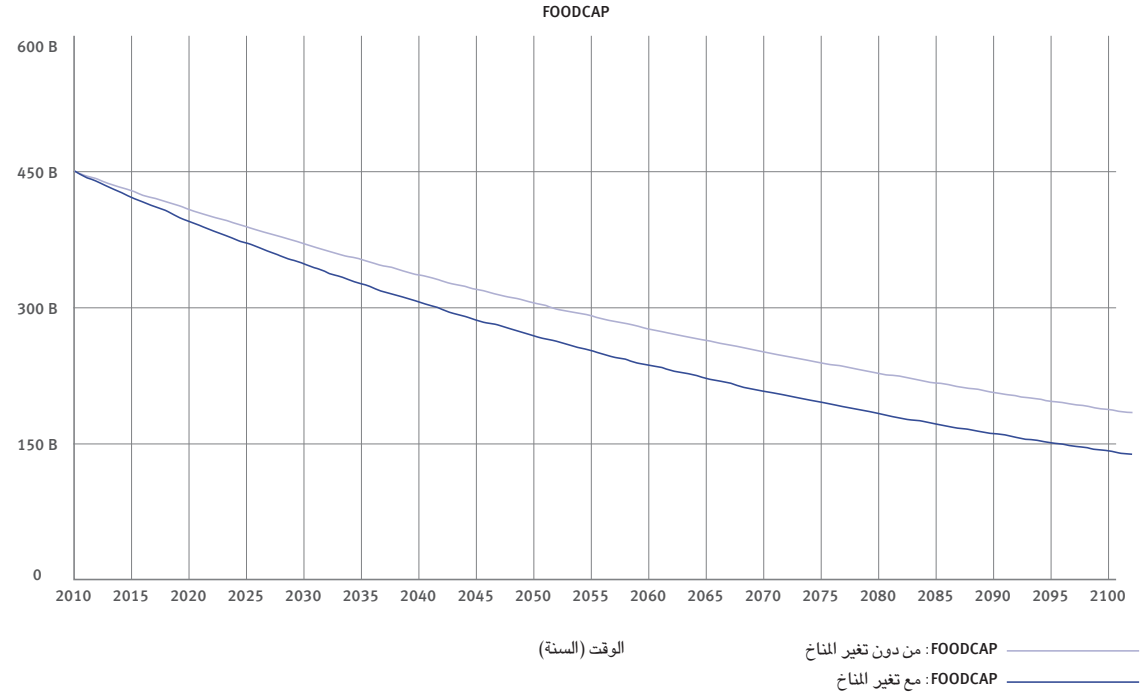


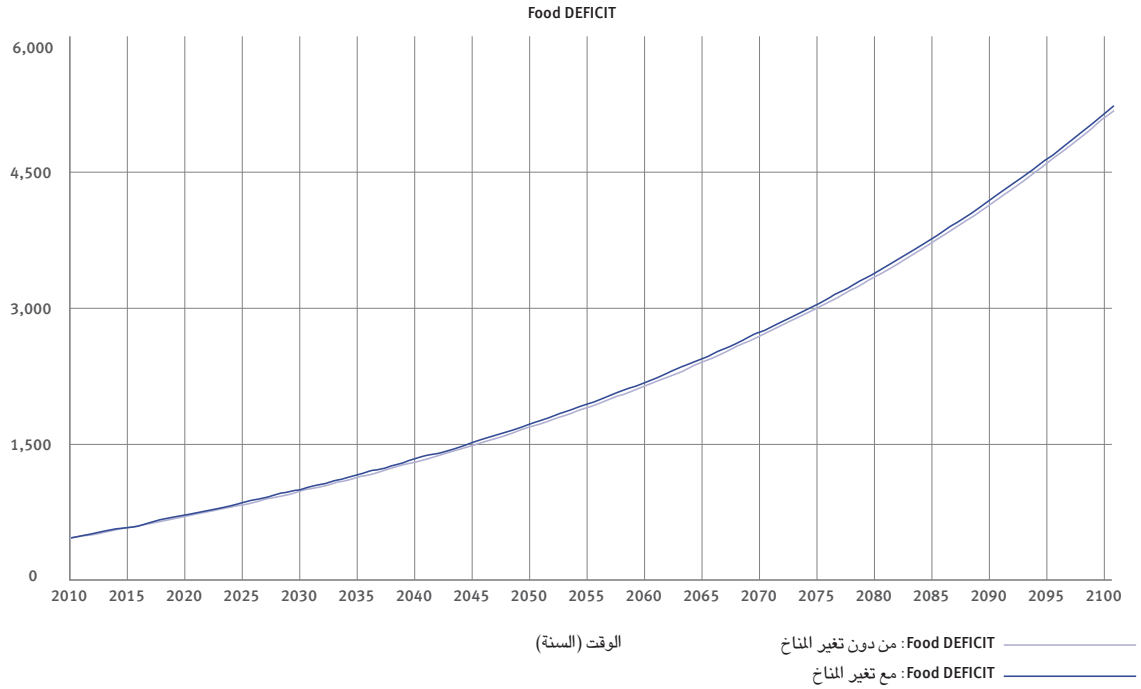


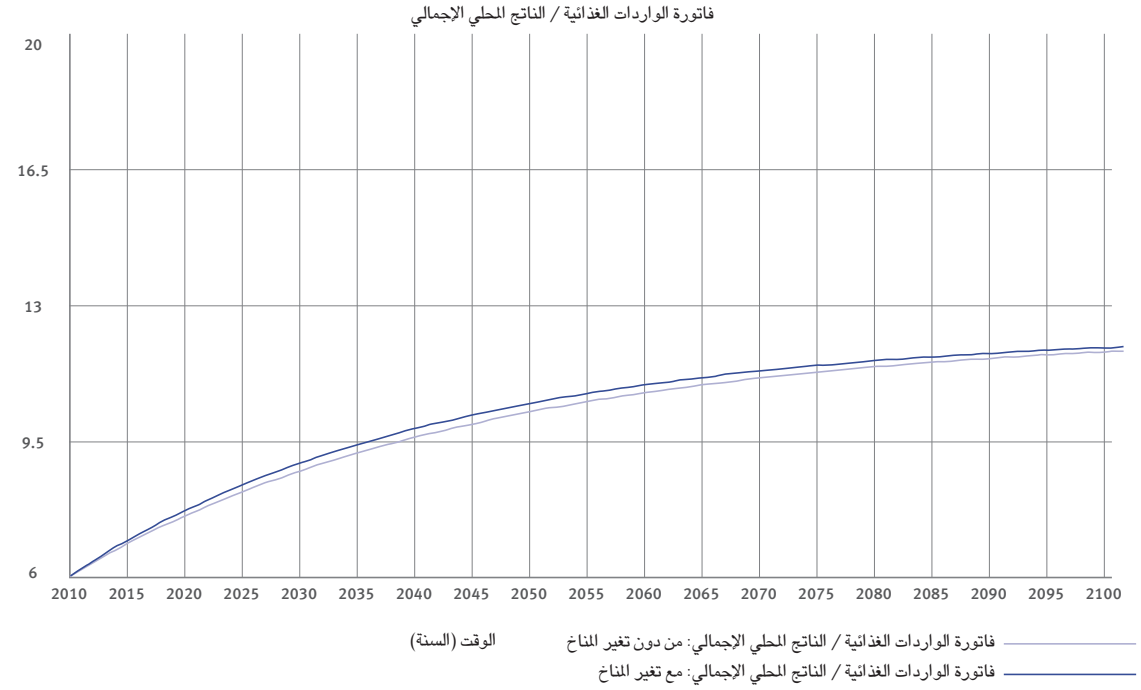

الزراعة
2 B
1.75 B
1.5 B
1.25 B
1 B
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
الزراعة: من دون تغير المناخ
الزراعة: مع تغير المناخ


الغذاء
6,000
4,500
3,000
1,500
0
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
الغذاء: من دون تغير المناخ
الغذاء: مع تغير المناخ
FOOD: (without climate change)
FOOD: (with climate change)


GDPCAP
60,000
45,000
30,000
15,000
0
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
GDPCAP: من دون تغير المناخ
GDPCAP: مع تغير المناخ


FOODCAP
600 B
450 B
300 B
150 B
0
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
FOODCAP: من دون تغير المناخ
FOODCAP: مع تغير المناخ

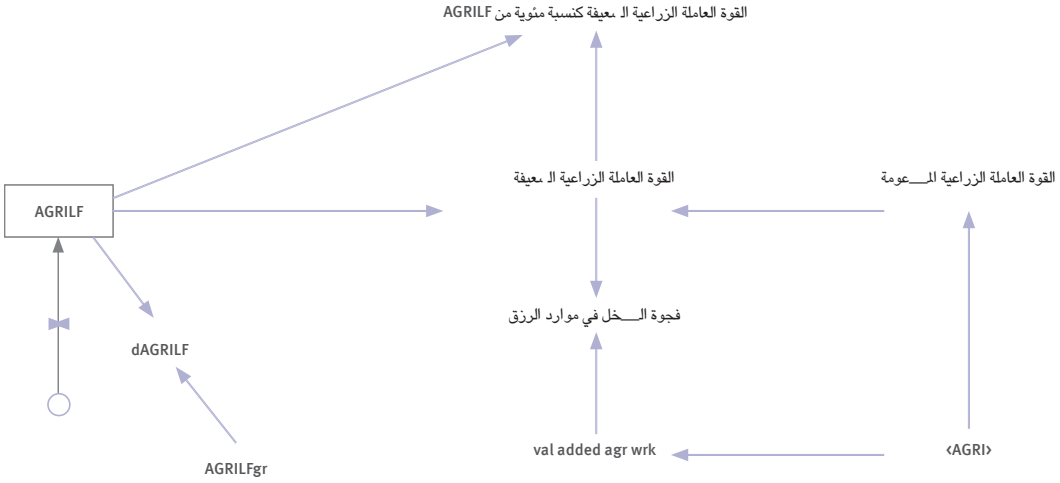

Food DEFICIT
6,000
4,500
3,000
1,500
0
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
Food DEFICIT: من دون تغير المناخ
Food DEFICIT: مع تغير المناخ


فاتورة الواردات الغذائية / الناتج المحلي الإجمالي
20
16.5
13
9.5
6
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
فاتورة الواردات الغذائية / الناتج المحلي الإجمالي: من دون تغير المناخ
فاتورة الواردات الغذائية / الناتج المحلي الإجمالي: مع تغير المناخ

رقم ٤ : منهجية محاكاة "سبل المعيشة الزراعية"

يوضح الرسم البياني التالي ديناميات التغير المناخي والنمو السكاني الزراعي على معيشة المجتمعات الزراعية.

الرسم البياني: برمجة تعرّض المجتمعات الزراعية لتغير المناخ والنمو السكاني



حيث

AGRILF = القوة العاملة الزراعية، قيمة ٢٠١٠: ٣٠٠،٠٠٠، معـــل نمو القوة العاملة الزراعية السنوي AGRILFgr = ١ ٪.

AGRILF * AGRILFgr = dAGRILF

‹AGRI› = قيمة الزراعة المضافة إلى الناتج المحلي الإجمالي، قيمة ٢٠١٠ = ١,٨ مليار دولار. عمليتان بـــيلتان: "مع تغير المناخ" و "من دون تغير المناخ"، "مع تغير المناخ": AGRIgr = -٠,٠٠٣١٩١، "من دون تغير المناخ": AGRIgr = ٠. متغير الظل من محاكاة "الأمن الغذائي".

val added agr wrk = القيمة المضافة لكل عامل زراعي (AGRILAF / AGRI)

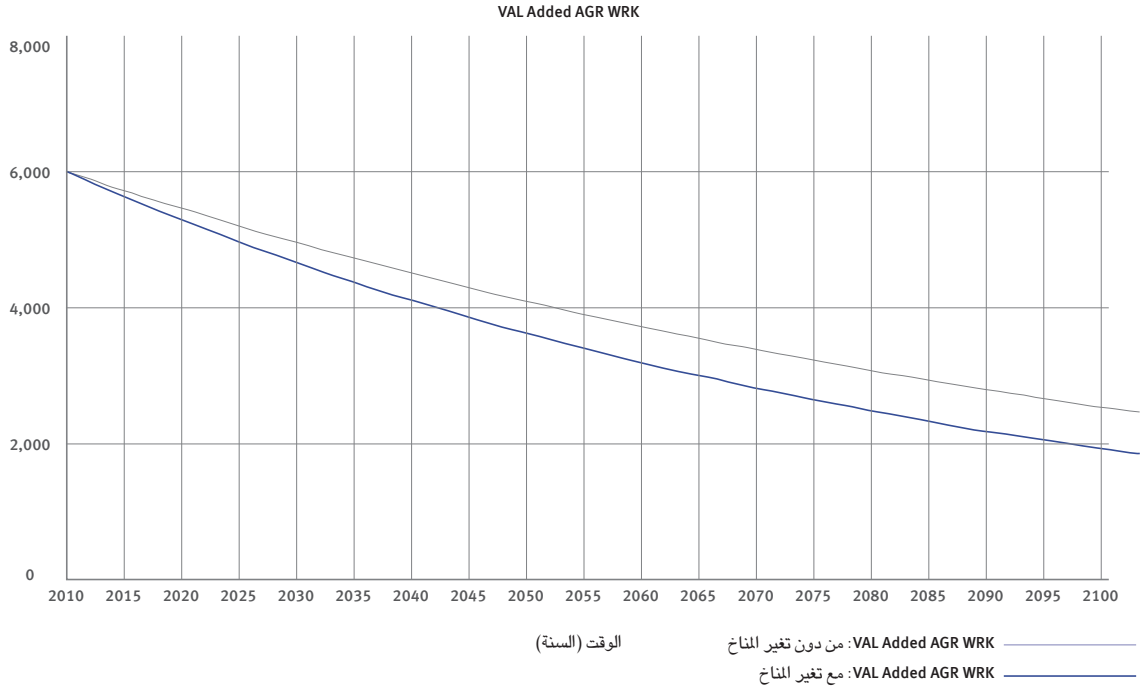
فجوة الـــخل في موارد الرزق = (٦٠٠٠ دولار - val added agr wrk) * AGRILF

القوة العاملة الزراعية المـــعومة = AGRI/٦٠٠٠

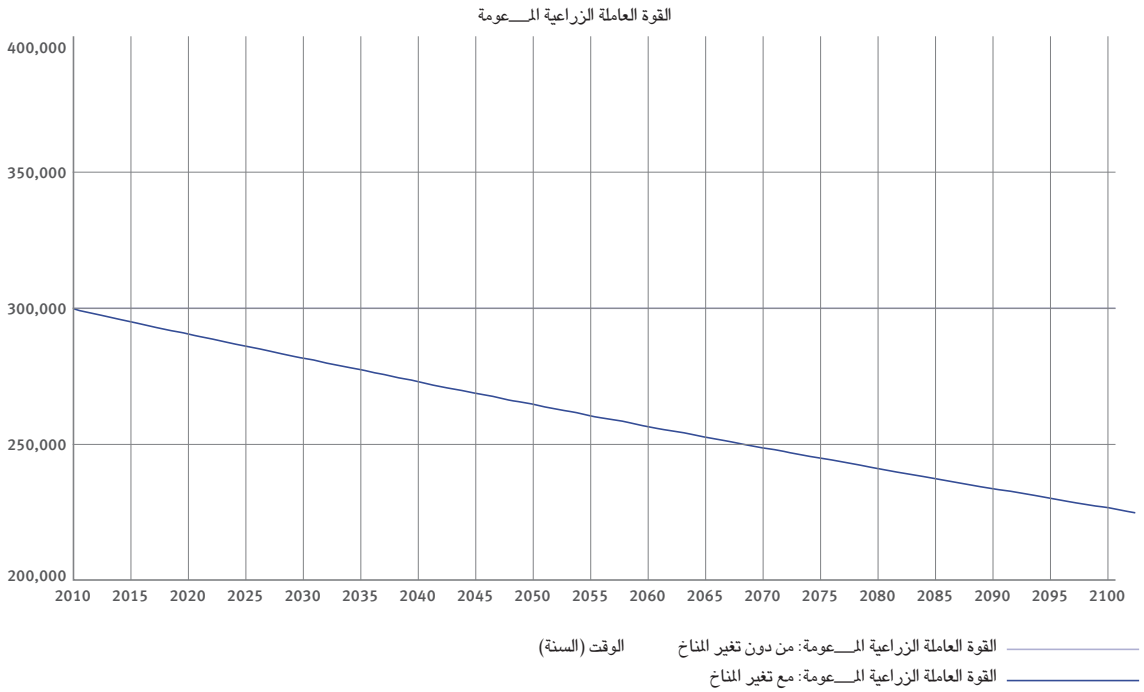
القوة العاملة الزراعية المعيشة = AGRILF - القوة العاملة الزراعية المـــعومة

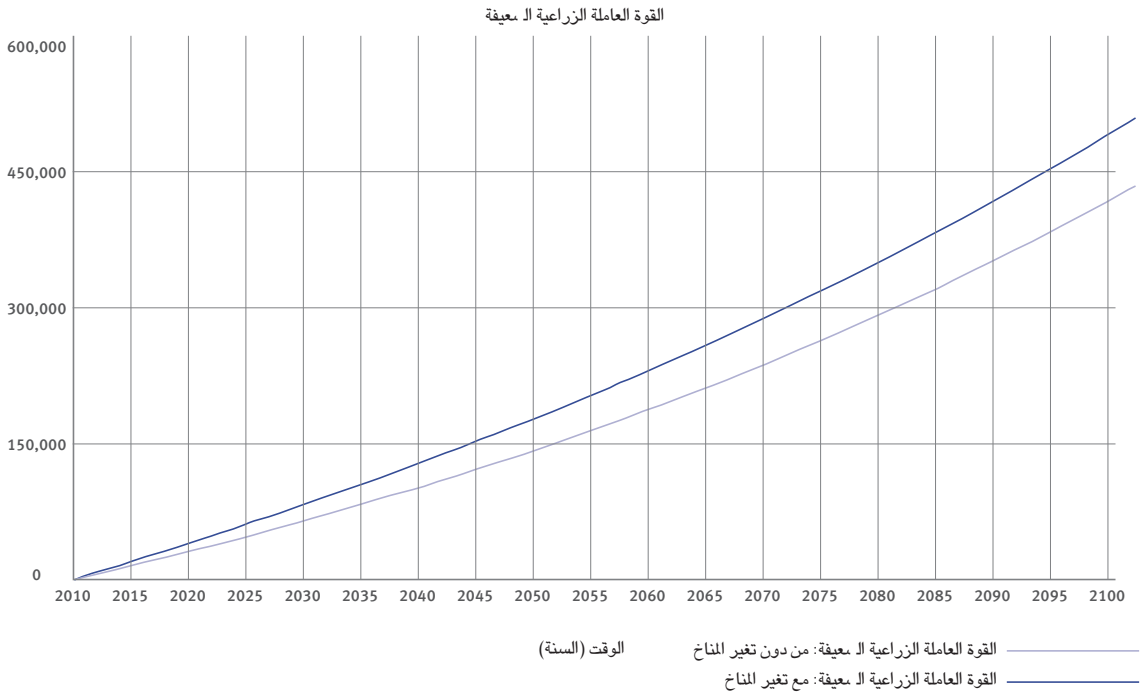
القوة العاملة الزراعية المعيشة كنسبة مئوية من AGRILF = القوة العاملة الزراعية المعيشة / AGRILF

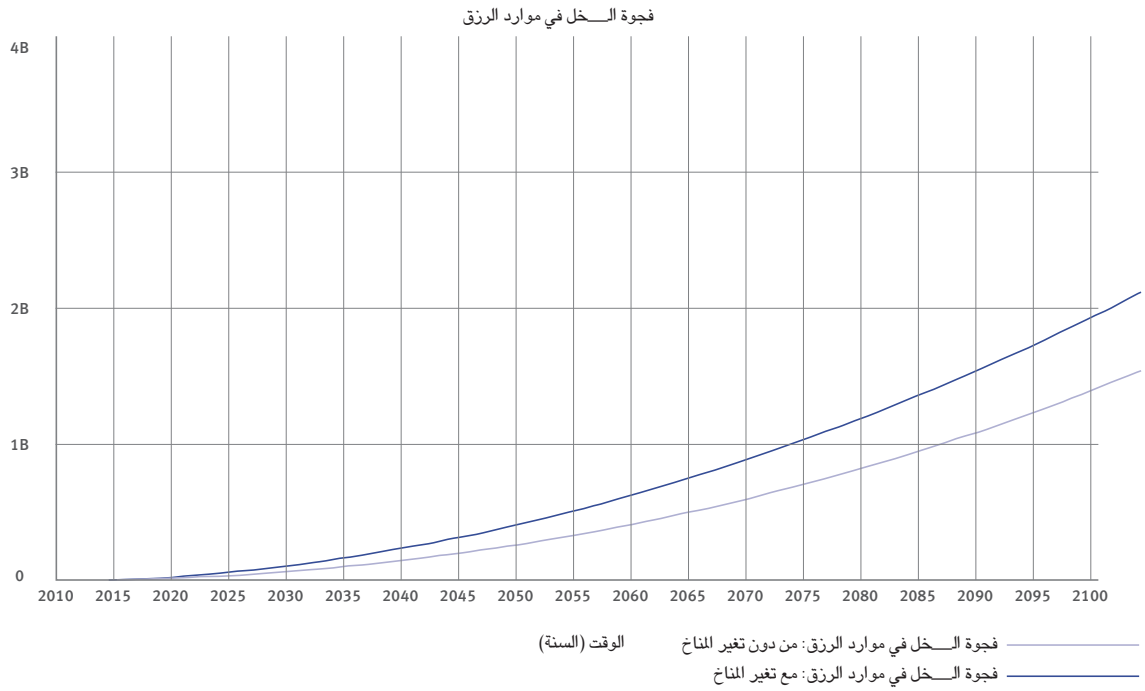
AGRILF
800,000
600,000
400,000
200,000
0
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
AGRILF: من دون تغير المناخ
AGRILF: مع تغير المناخ

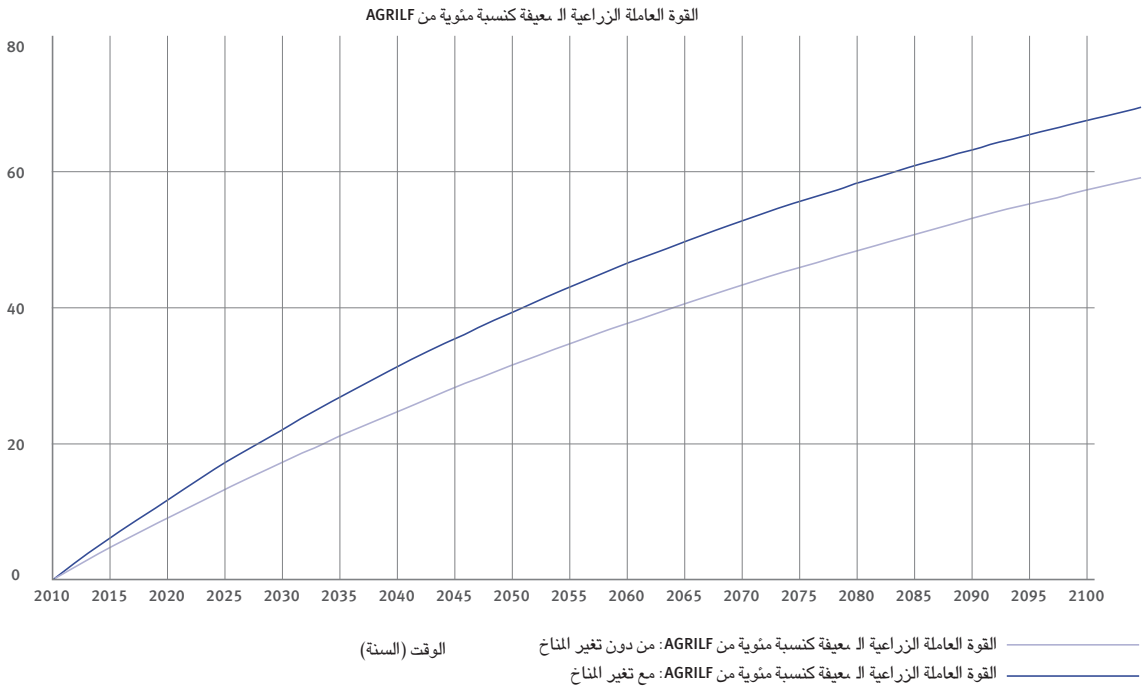

VAL Added AGR WRK
8,000
6,000
4,000
2,000
0
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
VAL Added AGR WRK: من دون تغير المناخ
VAL Added AGR WRK: مع تغير المناخ

رقم ٥: عمليات محاكاة "سبل المعيشة الزراعية"






فجوة الـــخل في موارد الرزق
4B
3B
2B
1B
0
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
فجوة الـــخل في موارد الرزق: من دون تغير المناخ
فجوة الـــخل في موارد الرزق: مع تغير المناخ


القوة العاملة الزراعية الـ معيقة كنسبة مئوية من AGRILF
80
60
40
20
0
2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100
الوقت (السنة)
القوة العاملة الزراعية الـ معيقة كنسبة مئوية من AGRILF: من دون تغير المناخ
القوة العاملة الزراعية الـ معيقة كنسبة مئوية من AGRILF: مع تغير المناخ

رقم ٦: نتائج الانحـــار البسيط بطريقة المربعات الصغرى العادية لـ "العمالة في قطاع التكنولوجيا الحيوية"

$$\text{Biotech Employment}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Population}_i + \beta_2 \text{GDP}_i + \varepsilon_i$$

المتغير التابع = العمالة في قطاع التكنولوجيا الحيوية (ln)	النموذج الثاني	النموذج الأول	المتغير التابع = العمالة في قطاع التكنولوجيا الحيوية (ln)
التقاطع	٦,٣٠***	٣,٣٠**	٤,٨٩**
	(٠,٧٤)	(١,٢٨)	(١,٨٧)
عـــد السكان (ln)	١,٣٣***		٠,٧٩
	(٠,٢٢)		(٠,٦٩)
الناتج المحلي الإجمالي (ln)		١,١٧***	٠,٥١
		(٠,٢١)	(٠,٦١)
N	١١	١١	١١
R2	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٧

الأخطاء القياسية بين قوسين، * = مهم عنـــ مستوى ١ ٪، ** = مهم عنـــ مستوى ٥ ٪.**

بسبب صغر حجم العينة (N=١١) والعلاقة القوية جـــداً بين حجم السكان والناتج المحلي الإجمالي (r=٠,٩٧)، من غير المرجّح أن يولّـــ النموذج الثالث نتائج هامة. ومع ذلك، لا ينبغي أن تقف اللاأهمية الإحصائية في طريق استخـــام النموذج الثالث لأغراض الاستـــلال.

باستخـــام نتائج الانحـــار من الملحق رقم ٦ ومطابقته مع سكان لبنان البالغ عـــدهم نحو ٤ مليون نسمة والناتج المحلي الاجمالي (معادل القوة الشرائية بـــولار عام ٢٠٠٠) البالغ ٢٠ مليار لعام ٢٠٠٦، سيكون للبنان القـــرة على تطوير قطاع التكنولوجيا الحيوية الذي يوظّف ١٨٣٢ شخصاً (العمالة في قطاع التكنولوجيا الحيوية = EXP[٤,٨٩+٠,٧٩(ln4)+٠,٥١(ln20)]).

الملحق ٢

مجموعة الافتراضات المستخـــدمة في نمذجة قطاع الكهرباء هي التالية:

توليـــد الكهرباء (٢٠٠٦): ٩٢٨٧ غيغاواط في الساعة

نمو الطلب: ٣ ٪ سنوياً

عمر المحطة: ٣٠ سنة

معـــدل الخصم: ٨ ٪

عوامل الانبعاثات البيئية المستخـــدمة هي من قاعـــدة بيانات البيئة والتكنولوجيا

زيت الوقود

كفاءة العملية: ٣٤ ٪

الحـــد الأقصى للتوافر: ٨٠ ٪

تكلفة رأس المال: ١ مليون دولار / ميغاواط

تكلفة الاستيراد: ٣٩٥ دولاراً / طن متري

زيت الـــديزل

كفاءة العملية: ٣٢ ٪

الحـــد الأقصى للتوافر: ٨٠ ٪

تكلفة رأس المال: ٠,٨ مليون دولار / ميغاواط

تكلفة الاستيراد: ٦٦٠ دولار / طن متري

الطاقة الكهرمائية

كفاءة العملية: ١٠٠ ٪

الحـــد الأقصى للتوافر: ٧٠ ٪

تكلفة رأس المال: ٢ مليون دولار / ميغاواط

الرياح

كفاءة العملية: ١٠٠ ٪

توافر الحـــد الأقصى: ٥٠ ٪

تكلفة رأس المال: ١,٥ مليون دولار / ميغاواط