الآثار الاقتصادية للتغير المناخى[1]

مريم رؤوف[2]

مقدمة

يعتبر تغير المناخ من أهم القضايا التى ظهرت فى بداية القرن الواحد والعشرين. واستحوذت على اهتمام العديد من الباحثين كما حازت على تركيز اعلامى شديد. ويتركز البحث الاقتصادى فى الاجابة عن ثلاث تساؤلات وهى: ماذا لو؟ ثم؟ وما الذى ينبغى علينا فعله؟ تهتم هذه الورقة بالاجابة على التساؤلين الأولين. ما هى تداعيات قضية التغير المناخى وما هى حدة هذه المشكلة؟ كما تتطرق الورقة أيضاً إلى الاجابة عن السؤال الثالث. ما هى عناصر السياسة المثلى للتعامل مع التغير المناخى؟ ولا تدعى الورقة أنها تمتلك الاجابة عن هذه التساؤلات. حيث قدمت الأبحاث التى تم إجراؤها حول هذا الموضوع خلال العقدين الماضيين العديد من الحلول والاقتراحات. وبالتالى تسعى هذه الورقة إلى اجراء مسح شامل لما نعرفه ولما نحتاج الإلمام به حول الآثار الاقتصادية للتغير المناخى- وما أثر ذلك على السياسات الواجب اتخاذها.

التغير المناخى هو أصل كل المؤثرات الخارجية كما أنه أكثر تعقيداً من أى مشكلة بيئية أخرى. فمثلاً تنشأ انبعاثات ثانى أكسيد الرصاص – والتى هى من أهم مسببات التحمض acidification- نتيجة عدم نقاء الوقود الأحفورى. ويعتبر الرصاص ضرراً وأحد المؤثرات الخارجية فى نفس الوقت. وعلى الرغم من ذلك، يتم توليد الطاقة الحرارية نتيجة تكسير الروابط الكيميائية فى الكاربوهيدرات (مثل الزيوت) وأكسدة مكونات ثانى أكسيد الكربون والمياه. أى أن ثانى أكسيد الكربون يعتبر داخل

---

[1] - هذه الترجمة هى للورقة التالية:
Richard S.J. Tol, 2008, The Economic Impact of Climate Change, Economic and Social Research Institute, Working Paper No. 255, Dublin, Ireland.

[2] - باحث، مركز العلاقات الاقتصادية الدولية، معهد التخطيط القومى.

عملية حرق الوقود الأحفورى. وبالمثل، فإن انبعاث غاز الميثان CH4 يعتبر ضروريا لمنع تكون الهيدروجين فى عملية الهضم اللاهوائى. فلا يمكن الحصول على اللحم أو الألبان أو الأرز دون انبعاث الميثان. وبالتالى فإن انبعاثات غاز الصوبات تعتبر ذات أهمية محورية بالنسبة لإنتاجنا من الغذاء ولإنتاجنا من الطاقة. ومن ثم لا توجد حلول سهلة. حيث تنتشر مصادر انبعاث غازات الصوبات الزراعية أكثر من أى مشكلة بيئية أخرى. وتتشابه الآثار الحادة ، حيث تتأثر الزراعة واستخدام الطاقة والصحة والطبيعة بشكل مباشر من المناخ مما يؤثر بدوره على كل شىء وكل انسان.

وفى الواقع لا يمكن إنكار أن الدول الفقيرة تعانى من الفقر نتيجة لكونها تتسم بالمناخ الحار. ومع أن اندثار طبقة الأوزون أحد المؤثرات الخارجية العالمية إلا أن الأسباب الكامنة وراءه (المواد المستخدمة فى عدد قليل من العمليات الصناعية والتطبيقات السكنية) والآثار المتولدة عنه تعتبر محدودة. وتتعدد أسباب التغير المناخى وآثاره المختلفة. والدول التى تساهم بشكل أقل فى مسببات هذه المشكلة هى تلك التى تعانى بشكل أكبر من نتائجها. وبالتالى لا يمثل التغير المناخى مشكلة على مستوى الكفاءة فقط ولكنه يمتد ليشمل أبعاد تتعلق بالمساواة والعدالة. وتعتبر مشكلة التغير المناخى مشكلة ممتدة فى الأجل الطويل. حيث يصل عمر بعض الغازات المنبعثة من الصوبات الزراعية إلى عشرات الآلاف من السنوات بل وسيستمر جزء صغير من ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى للأبد. وفى هذا الاطار يمكن المقارنة بين انبعاثات غازات الصوبات من جهة والنفايات النووية من جهة أخرى ولكن تعتبر الكميات كبيرة جداً لتسمح بتطبيق أسلوب الحاوية المستخدم فى تخزين المادة المشعة. وأخيراً، تتسع درجة عدم التأكد المحيطة بقضية التغير المناخى، بل إنها تتسع بشكل كبير بحيث إننا قد لا نتمكن من تطبيق أدوات صنع القرار التقليدية والمستخدمة فى اطار بيئة من عدم التأكد. وبالتالى وفى ظل ما يثار حول انبعاثات غازات الصوبات الزراعية، يعتبر التغير المناخى من أهم التحديات الفكرية فى هذا العصر.

٢- تقدير للأثر الكلى على المناخ:

أجريت أولى الدراسات حول تأثير التغير المناخى على الرفاهة فى الولايات المتحدة الأمريكية بواسطة (Cline, 1992; Nordhaus, 1991; Titus, 1992; cf. Smith, 1996) وبالرغم من قيام

دراسة Nordhaus (1991; cf. Ayres and Walter, 1991) بتعميم هذه النتائج على المستوى العالمى بالإضافة إلى تقدير دراسة كل من Hohmeyer and Gaertner (1992) لبعض الآثار العالمية، إلا أنه يعود الفضل الأساسى إلى دراسة Fankhauser (1994, 1995) باعتبارها أولى الدراسات الجادة التى اهتمت بتقدير التأثير على الرفاهة العالمية. ثم توالت الدراسات التى قدرت التأثيرات العالمية مثل : Nordhaus (1994a, b), Tol (1995), Nordhaus and Yang (1996), Plambeck and Hope (1996), Nordhaus and Boyer (2000), Mendelsohn et al. (2000a, b), Tol (2002a, b), Maddison (2003), Rehdanz and Maddison (2005) and Nordhaus (2006)[٣]

وبالرغم من وجود عدة دراسات تناولت هذه القضية إلا أن عدد الباحثين فى هذا المجال قليل. وغالباً ما تسيطر على هذه الدراسات فئة قليلة من الأفراد داخل معظم المجالات العلمية. ويتطلب هذا المجال متحدثين جدد. ويعانى هذا المجال من سيادة الرؤية الضيقة أو ما يسمى برؤية النفق tunnel vision. وهو ما يدعو للقلق. حيث يعلن السياسيون أن التغير المناخى هو التحدى الأعظم فى هذا القرن. وأنفقت بلايين من الدولارات فى سبيل دراسة هذه المشكلة واقتراح عدة حلول لها، كما من المتوقع أن يتم انفاق المئات من البلايين بهدف تخفيض الانبعاث (مثلاً، Weyant *et al.*, 2006)[٤].

وبالرغم من ذلك لا يزال البحث الاقتصادى فى جدوى هذا الانفاق محدوداً.

ويعود القصور فى هذا المجال البحثى إلى عدة أسباب وهى:

- نقص التمويل: حيث يتسم هذا المجال البحثى بوجود جانب تطبيقى كبير به، مما لا يجذب المصادر الأكاديمية لتقديم التمويل الكافى. ومن ناحية أخرى قد تجد الهيئات التطبيقية بعض الحرج فى الاعلان عن نتائج هذه النوعية من الدراسات. مما يدفعها إلى عدم تقديم تمويل لاجراء دراسات اقتصادية فى هذا المجال.

---

[٣] - الأرقام المستخدمة فى دراسة Hope (2006) هى متوسطات لتقديرات سابقة بواسطة Fankhauser and Tol كما تعتمد دراسة Stern *et al.* (2006) على دراسة Hope (2006).

[٤] - يوجد عدد كبير من الأدبيات حول اقتصاديات التغير المناخى ولكنها تركز على الاتفاقيات الدولية والأدوات التى تستخدمها السياسات الحكومية من أجل تخفيض الانبعاثات وآثار تخفيض الانبعاثات.

- نقص الجرأة: يتطلب البحث فى هذا المجال وضع فرضيات غالباً ما تتسم بكونها معضلات إشكالية.
- نقص الحافز: يتوجس البحث الاقتصادى فيما يتعلق بالبحث التطبيقى بشكل عام وفى ما يخص التداخل بين العلوم المختلفة من جهة أجرى.
- كما يرى العديد من الأفراد، ومن ضمنهم العديد من الاقتصاديين، أن قضية التغير المناخى تتعدى تحليل التكلفة/ العائد (مثل: van den Bergh, 2004) وأن التقييم النقدى يعتبر عملاً لاأخلاقياً (مثل Spash, 2007; Ackerman, 2008).

ويوضح الجدول رقم (١) بعض الخصائص المختارة للتقديرات المنشورة. ويستعرض الشكل رقم ١ هذه التقديرات فى مقابل متوسط الحرارة العالمية. ونلمح عدة نقاط. أولاً: يعتبر تأثير مضاعفة التركيز الجوى على الرفاهة الاقتصادية محدودا نسبياً. وبالرغم من اختلاف التقديرات، فإن الخسائر على مستوى الرفاهة لا تتعدى نسبة ضئيلة من الناتج المحلى الاجمالى. وبالتالى ليس من المستغرب أن يوصى تحليل التكلفة والعائد فى مجال التغير المناخى بتخفيض انبعثات غازات الصوبات بنسبة محدودة- فمثلاً يدعو Nordhaus (1993) بأن المعدل الأمثل لتخفيض الانبعاثات يتراوح بين ١٠-١٥٪[٥].

ثانياً بالرغم من أن هذا التأثير يعتبر محدودا نسبياً ، إلا أنه لا يمكن اغفاله. حيث أن خسارة نسبة ضئيلة من الناتج المحلى الاجمالى سنوياً تعتبر أمراً يدعو للإهتمام.

ثالثاً: تشير بعض التقديرات (Hope, 2006; Mendelsohn et al., 2000a, b; Tol, 2002b) إلى وجود بعض المكاسب المبدئية من جراء التغير المناخى[٦]. ويتضح ذلك جلياً فى الشكل رقم ١. ويفسر البعض وجود المكاسب المبدئية نتيجة زيادة ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى مما يقلل من حاجة النباتات إلى المياه وبالتالى يجعلها تنمو بشكل أسرع (Long et al., 2006). كما يوجد سبب آخر

---

[٥] - تعتبر هذه النتيجة من أكثر النتائج إثارة للجدل فيما يتعلق بأدبيات اقتصاديات المناخ. وقد رفضها معظم علماء الطبيعة والعديد من الاقتصاديين.

[٦] - الدراسات المنشورة بعد عام ١٩٩٥ تشتمل على صافى الخسائر وصافى المكاسب نتيجة ارتفاع درجة الحرارة بالنسبة لكل المناطق، اقتصرت الدراسات السابقة على عرض صافى الخسائر فقط.

يتعلق بتركز الاقتصاد العالمى فى المنطقة المعتدلة، حيث تؤدى زيادة حرارة الجو إلى تخفيض تكاليف التدفئة والمشكلات الصحية المتعلقة بالجو البارد. وفى ذات الوقت، يتركز أغلب سكان الأرض فى المناطق المدارية حيث تكون النتائج المبدئية للتغير المناخى غالباً سالبة.

وإذا افترضنا أن الآثار الاقتصادية قد تكون موجبة، إلا أن ذلك لا يعنى أنه يتحتم تقديم الدعم لانبعاثات غازات الصوبات حيث إن المناخ يستجيب بشكل بطىء للتغيرات فى الانبعاثات. ومن المعروف أنه لا يمكن تفادى حدوث الآثار المبدئية حيث إنها تعتبر مكاسب ضائعة sunk. وعندما تبدأ الانبعاثات فى التأثير على التغير المناخى تتدهور تلك الآثار (Hitz and Smith, 2004; Tol, 2002b; Tol et al., 2000). ويشير الخط المقدر فى الشكل رقم (١) إلى أن النقطة المحورية هى عندما تبلغ مقدار ١,١ درجة °C تدفئة مع انحراف معيارى قدره ٠,٦ °C . وحتى بافتراض أن زيادة درجة الحرارة بمقدار ١-٢ °C سوف يحدث آثار موجبة إلا أن الآثار الحدية من المتوقع أن تكون سالبة.

ورابعاً ترى عدة دراسات أن الآثار النسبية فى الدول الفقيرة تعتبر اعلى (انظر مثلاً Yohe and Schlesinger, 2002)[٧]. حيث تفتقر هذه الدول إلى القدرة على التكيف مع التغير المناخى (Adger, 2006; Alberini et al., 2006; Smit and Wandel, 2006; Yohe and Tol, 2002) وبالأخص فى مجال الصحة (Tol, 2005). وتعتبر الدول الفقيرة أنها أكثر عرضة للتغير المناخى ، وخصوصاً فى ما يتعلق بالزراعة والموارد المائية. كما تميل الدول الفقيرة إلى أن تكون ذات مناخ حار وبالتالى فهى أدنى إلى الاقتراب من حدود درجات الحرارة البيوفيزيائية. وبالرغم من ذلك لا يوجد إلا عدد محدود من الدراسات التى تناولت تأثير التغير المناخى على الدول النامية مقارنة بتلك المنشورة حول الدول المتقدمة[٨]. ولذلك أثران، أولاً: تمتزج غازات الصوبات بشكل موحد فى الغلاف الجوى. وتحدث هذه الغازات الأثر نفسه بصرف النظر عن مصدر انبعاثها. وبالتالى فإن تبرير هذه الانبعاثات من شأنه أن

---

[٧] - الانبعاثات أعلى فى الدول الأكثر ثراءاً. مما يعيق من التوصل لاتفاق دولى حول تخفيض الانبعاثات.

[٨] - لاحظ أن بعض الدراسات (مثل Rosenzweig and Parry, 1994) تفترض أكثر ما تستنتج بأن الدول الأكثر فقراً هى الأكثر تعرضاً للأضرار.

يزيد من حدة الأثار السلبية التى تلحق بالفقراء نتيجة ما يفرضه الأغنياء (Schelling, 2000). ثانياً: إذا اعتبرنا ان الفقر هو السبب الرئيسى وراء هشاشة هذه الدول تجاه التغير المناخى، قد يتساءل البعض حول ما إذا كان تحفيز النمو الاقتصادى أو تخفيض الانبعاثات هو الوسيلة الافضل للتقليل من حدة الآثار. ويرى Tol and Dowlatabadi (2001) and Tol and Yohe (2006) أن النمو الاقتصادى الذى لا يسير جنباً إلى جنب مع اجراء تخفيض حاد فى الانبعاثات يؤدى إلى عدم القدرة على تجنب الآثار السلبية الناجمة عن تغير المناخ، على الأقل بالنسبة إلى الملاريا، بينما يشير Tol (2005) إلى أن مسار التنمية هو أرخص الطرق لتقليل تأثير التغير المناخى على انتشار الملاريا مقارنة بتخفيض الانبعاثات. كما قد تجد الدول الاكثر ثراء أنه من الأسهل والأرخص أن تقدم تعويضات للدول الفقيرة مقابل ما تحدثه من آثار سلبية ناجمة عن التغير المناخى مقارنة بتخفيض انبعاثات غازات الصوبات. وقد تأخذ هذه التعويضات الشكل الصريح ولكنها فى الأغلب تكون فى صورة تقديم الدعم الفنى والمالى مع توضيح أساليب التكيف (Paavola and Adger, 2006).

وتتلخص الملاحظة الخامسة التى نستنتجها من الجدول رقم (١) فى أن الآثار المقدرة أصبحت أقل تشاؤماً عبر الزمن. ويتمثل الاتجاه العام فى زيادة التقديرات بنسبة ٠,٢٣٪ من الناتج المحلى الاجمالى سنوياً، مع انحراف معيارى قدره ٠,١ ٪ كل عام. ويوجد ثلاث أسباب وراء ذلك. أولاً: أضحت التوقعات للانبعاثات المستقبلية والتغير المناخى المستقبلى أقل حدة عبر الزمن- وذلك بالرغم زيادة انخراط الرأى العام بالحوار فى هذه الأمور. ثانياً: ركزت الدراسات الأولى فى هذا الموضوع على الآثار السلبية للتغير المناخى، بينما أخذت الدراسات الأحدث فى اعتبارها التوازن بين الإيجابيات والسلبيات. ثالثاً: تجاهلت الدراسات الأولى جانب التكيف. أو بمعنى آخر ، بالرغم من حدوث التغير المناخى إلا أن الجميع لا يزال يقوم بالأمور عينها. وبالتالى كانت المحصلة تراكم الآثار السلبية والكبيرة. واهتمت الدراسات الأحدث بجانب التكيف. فالمناخ يتغير وعلى الأفراد أن يقوموا بتغيير سلوكياتهم لتقليل الخسائر وتعظيم الاستفادة من الفرص الجديدة. ومن المفترض أن الأفراد يمتلكون رؤية كاملة ويتسمون بالمرونة الملائمة ولديهم الحافز المطلوب لتغيير سلوكياتهم. إلا أن هذه الافتراضات قد تبدو متفائلة بعض الشىء، وذلك بالرغم من أن التغير المناخى يعتبر بطيئاً بالمقارنة مع التغير الاقتصادى

والاجتماعى. حيث أن التوقعات غير كاملة والأفراد تحيطهم القيود كما أن الأسواق تشوبها غالباً التشوهات – وبالأخص فى المجالات التى ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالتغير المناخى مثل المياه والغذاء والطاقة والصحة. ولذلك تبدو الدراسات الحديثة مفرطة فى التفاؤل حول ما يتعلق بالتكيف ومن ثم بالنسبة للآثار التى يحدثها التغير المناخى. وبالتالى قد لا نتمكن من التنبؤ بالاتجاه المشاهد.

إلا أنه يوجد شبه اجماع بين الدراسات العديدة التى تم استعراضها فى الجدول رقم (١) مع أنها تستخدم أساليب مختلفة. وتستخدم كل من الدراستين Fankhauser, Nordhaus (1994) و Tol الأسلوب السردى enumerative. أى يتم الحصول على تقديرات الآثار الفيزيائية من الأوراق البحثية فى مجال العلوم الطبيعية والمستندة على نماذج "الاستناد على العمليات" أو "التجارب المعملية". وبعد حاصل ضرب الآثار الفيزيائية فى الأسعار يتم القيام بعملية التجميع. ويتم الحصول على "الأسعار" بواسطة تحويل المكسب benefit transfer.

وفى المقابل، تستند دراسة Mendelsohn على التقديرات المباشرة لآثار الرفاهة باستخدام التغيرات المشاهدة (عبر المكان) فى الأسعار والنفقات للكشف عن تأثير المناخ. وأجريت تقديرات Mendelsohn لكل قطاع على حدة ثم جمعت، وتم تفادى القيام بالنمذجة الفيزيائية وتحويل المكاسب. واستخدم Nordhaus (2006) تقديرات امبريقية للتأثير المجمع للمناخ على الدخل بينما اهتم Maddison (2003) بأنماط الانفاق العائلى المجمع. واعتمد كل من Nordhaus and Maddison – كدراسة Mendelsohn – بشكل مكثف على المشاهدات بإفتراض أن " المناخ" ينعكس فى الدخول والنفقات. كما قدر كل من Rehdanz and Maddison (2005) امبريقياً التأثير المجمع باستخدام السعادة الذاتية. وما يميز المؤشر المستخدم فى دراسة Nordhaus و Maddison هم أنه يتسم أكثر بالموضوعية.

وتستند الدراسات السردية على التجارب التى يتم التحكم فيها (وهى فى أغلبها نماذج تستند على العمليات). ويتميز هذا الأسلوب بسهولة التفسير والواقعية الفيزيائية، ولكن من أهم عيوبه هو بقاء عدة أشياء ثابتة، رغم تغيرها فى الواقع. وفى الأغلب يعتبر التكيف هو العنصر الأساسى. وتستند الدراسات الاحصائية على تجارب لا يتم التحكم فيها. ويتميز هذا الأسلوب بإمكانية تغير كل شىء كما

يحدث فى الواقع، بينما من أهم عيوب هذه الطريقة هو أن التقييم مقيد بالتغيرات المشاهدة[٩] كما يمكن الربط زيفاً بين الآثار والتغير المناخى. ولكن الاتفاق العام فى التقديرات من واقع الأساليب المختلفة يعزز الثقة فى هذه النتائج.

ويمكن ملاحظة عدة أوجه للقصور فى التقديرات الموضحة فى الجدول رقم ١. حيث تم اعتبار خسائر الرفاهة على أنها التكاليف المباشرة بينما تم تجاهل الآثار المتعلقة بالتوازن العام بل والتوازن الجزئى (انظر أدناه). وفى اطار الدراسات السردية، يتم تقييم كل أثر بشكل منفصل عن الآخر حتى لو ظهر تداخل واضح كما يوجد بين الموارد المائية والزراعة. وغالباً تستند التقديرات على التنبؤ انطلاقاً من دراسات حالة مفصلة، ويتم التنبؤ بالمناخ ومستويات التنمية والتى تختلف عن دراسة الحالة الأصلية. وفى الواقع لم يبذل الكثير من الجهد للتدليل على صحة النماذج الأساسية فى مقابل البيانات المستقلة- وذلك بالرغم من التناقض الشديد بين نتائج التقدير الامبريقى الأول حول تأثير تغير المناخ على الزراعة (Mendelsohn et al., 1994) والنتائج السابقة عليه (مثل Parry, 1990). ويتم التقييم على أساس تحويل المكاسب مدفوعاً فقط بالاختلاف فى نصيب الفرد من الدخل القومى. وتشكل النمذجة الواقعية للتكيف معضلة بحثية، حيث تفترض الدراسات إما عدم وجود تكيف أو وجود تكيف كامل. ولا يخضع العديد من الآثار للتقييم الكمى كما قد تكون هذه الأثار كبيرة (انظر أدناه). ولا يتسنى تقدير كل الامور غير المتأكد منها حيث يوجد تقدير لعدم التأكد فيما يتعلق بخمس تقديرات فقط من أصل ١٤ تقديراً فى الجدول رقم ١. وتحاول الدراسات ايجاد حلول تدريجياً لهذه المشكلات. وتتشابه أوجه القصور المشار إليها مع ما سبق استعراضه فى Fankhauser and Tol (1996, 1997)

وتستخدم الطريقة السردية لتقدير الآثار الكلية حاصل الضرب الداخلى inner لمتجه من الكميات والأسعار. وتستخدم أسعار السوق بالنسبة للسلع والخدمات القابلة للاتجار. وهناك أساليب أخرى بالنسبة للسلع غير القابلة للاتجار. وتحتاج دراسات التقييم الأولى لوقت طويل بالاضافة إلى ارتفاع تكلفتها. ولذلك يعتمد التقدير النقدى لآثار تغير المناخ على تحويل المكاسب. حيث يتم تستخدم

[٩] - هذا يقيد تقدير الآثار المباشرة للدرجات الأعلى من تركيز ثانى أكسيد الكربون.

القيم التى تم تقديرها لصالح قضايا أخرى فى التطبيق على الأمور المتعلقة بالتغير المناخى. هذا بالاضافة إلى استخدام القيم التى تم تقديرها على مستوى عدد محدود من الأماكن فى التنبؤ بالقيم العالمية، كما تستخدم القيم التى تم تقديرها خلال فترة زمنية معينة فى التنبؤ بالمستقبل. وهذا لا يمكن تفاديه. وبالرغم من ذلك، أظهرت الاختبارات الخاصة بأساليب تحويل المكاسب إلى وجود أخطاء فادحة فى القيم المتنبأ بها (Brouwer and Spaninks, 1999).

يوجد أيضاً قضية مفاهيمية تتعلق بالتقييم. وأظهرت الدراسات الإمبريقية أن القيم قد تختلف اعتماداً على قيام الباحث بتقدير الرغبة فى الدفع لتحسين الخدمات البيئية أم تقدير الرغبة فى قبول التعويضات لانخفاض الخدمات. ويوجد الكثير من الكتابات حول هذا الموضوع (انظر Horowitz and McConnell, 2002)، ومن الواضح الآن أن الأمر يتعدى كونه مجرد خطأ فى القياس. ولتفسير هذا الفرق، يبدو أن الأفراد أكثر تحوطاً للمخاطر المفروضة عليهم من الآخرين. وتستخدم الدراسات المتعلقة بالآثار، والمعروضة فى الجدول رقم ١، الرغبة فى الدفع كأساس للتقييم، كما أوصى Arrow et al. (1993). وضمنياً، تصاغ المشكلة فى السؤال التالى: " كم ترغب فى الدفع لشراء مناخ أفضل لأطفالنا؟". أو يمكن صياغة المشكلة فى الشكل التالى: كم ينبغى دفعه كتعويض لأطفالنا فى مقابل مسؤليتنا عن تدهور مناخهم؟" ونتيجه للفرق بين هذين المفهومين، فلكل من السؤالين اجابة مختلفة. إن تخفيض الانبعاثات يبدو أكثر عملية من انشاء صندوق للتعويض بين الأجيال ومن ثم فمفهوم الرغبة فى الدفع أفضل. ولكن، تفترض صياغة الرغبة فى الدفع أنه " لا يوجد تخفيض للانبعاثات" بينما تفترض صياغة الرغبة فى قبول التعويض أنه " لا يوجد تغير مناخى"- وبالتالى تنتهك فرضية الرغبة فى الدفع مبدأ " لا تضر" وهو مبدأ أساسى فى الأخلاقيات والقوانين (Tol and Verheyen, 2004).

ويوضح كل من الجدول رقم ١ والشكل رقم ١ أن عدم التأكد حول التغير المناخى كبير جداً- وسف ندرك حجم هذا الكبر عند مناقشة الآثار الحدية. وتشير الدراسات التى تستند على معيار زيادة درجة الحرارة بمقدار $2.5^{o}C$ إلى أن المتوسط العام للآثار يبلغ ٠,٧٪ من الناتج المحلى الاجمالى وبانحراف معيارى قدره ١,٢٪ من الناتج المحلى الاجمالى- ولاحظ اننا نقصد عدم التأكد حول أفضل تقدير للآثار وليس عدم التأكد حول الآثار. وسجلت خمس دراسات من أصل ١٤ دراسة فى الجدول رقم

١ بعض مقاييس عدم التأكد. وسجلت اثنان منهما انحرافا معيارى مما يشير إلى وجود تماثل فى التوزيع. كما سجلت هذه الدراسات فترة ثقة- ومن بين هذه الدراسات توصلت دراستان إلى أن عدم التأكد منحرف لليمين، ولكن دراسة واحد استنتجت توزيعاً منحرف لليسار. وبالرغم من وجود نتائج قليلة متناقضة، إلا أن المفاجآت العكسية أكثر من المفاجآت الموجبة. وبينما من الأيسر نسبياً أن نتخيل سيناريو حدوث كارثة- يشتمل على ارتفاع مستوى مياه البحار بشكل هائل وزيادة حجم الهجرة بشكل ضخم ونشوب الصراعات العنيفة- إلا أنه ليس من السهل أبداً أن نزعم أن التغير المناخى سوف يدفع النمو الاقتصادى دفعة قوية للأمام. وبالرغم من عدم وجود تقديرات يمكن الاعتماد عليها فيما يتعلق بعدم التأكد، إلا أنها من الواضح أنها كبيرة ومنحرفة لليمين.

٣. تقدير التكلفة الحدية للضرر الناتج من انبعاثات غازات الصوبات:

بالرغم من قلة عدد الدراسات التى تقدر التكاليف الكلية للتغير المناخى (يوجد بالجدول رقم ١ ثلاث عشر دراسة و١٤ تقديراً)، إلا أننا نلاحظ اهتمام عدد أكبر بتقدير التكلفة الحدية: ويسجل Tol (2008) ٤٧ دراسة و٢١١ تقديراً، كما صدر عدد آخر من الدراسات حديثاً (Hope, 2008a,b; Nordhaus, 2008; Stern and Taylor, 2007) . وتعرف التكلفة الحدية للضرر الناتج من ثانى أكسيد الكربون — والمعروفة أيضاً بالتكلفة الاجتماعية للكربون- بأنها صافى القيمة الحالية للضرر المتزايد الناتج عن زيادة متناهية الصغر فى انبعاثات ثانى أكسيد الكربون. وتصبح التكلفة الحدية للضرر مساوية لضريبة بيجو Pigou إذا تم حسابها بالتوازى مع المسار الأمثل للانبعاثات. ومن ثم تُشتق التكلفة الحدية للضرر من تقديرات التكاليف الكلية. ولاحظ أنه تم استخدام بعض من تقديرات التكلفة الكلية (Maddison, 2003; Mendelsohn *et al.*, 2000a,b; Nordhaus, 2006; Rehdanz and Maddison, 2005) فى حساب تقدير التكلفة الحدية. وبالتالى تعتمد الـ٢١١ تقديراً للتكلفة الاجتماعية للكربون على ٩ تقديرات للتأثير الكلى للتغير المناخى. ومن ثم فالأساس الامبريقى للضريبة المثلى للكربون يعتبر محدوداً بالمقارنة بعدد التقديرات.

يوجد طريقة واحدة للحصول على المشتقة التفاضلية الاولى، ولكن كيف أمكن الحصول على ٢١١ قيمة حدية من واقع ٩ كليات؟ يتم تقدير الآثر الكلى للتغير المناخى باعتباره الفرق بين اقتصاد اليوم ومناخ

اليوم واقتصاد اليوم مع المناخ فى المستقبل. وبالتالى فإن التقديرات المنبثقة من نفس التحليل الاستاتيكى المقارن تنطوى على تكاليف حدية متعددة اعتماداً على التوقعات المختلفة للإنبعاثات والتغير المناخى. كما ان افتراض سيناريوهات بديلة للسكان والمسار الاقتصادى يمكننا من الحصول على تقديرات مختلفة، وخصوصاً إذا افترضنا أن التغير المناخى يتغير مع حالة التنمية. هذا بالإضافة إلى أن تقديرات التكلفة الحدية تتغير مع أسلوب التعامل مع عدم التأكد. وتختلف التقديرات أيضاً عند تجميع الآثار فى عدة مناطق. وتلجأ عدة دراسات إلى تجميع الآثار النقدية بالنسبة للمناطق المختلفة من العالم، مما يعكس بالكاد الافتراض القائل بان المتسببين فى انبعاثات غازات الصوبات سوف يقومون بتعويض ضحايا التغير المناخى. وتقود دراسات أخرى بتجميع الأثار المكافئة للمنفعة بافتراض وجود مخطط اجتماعى ودالة رفاهة عالمية. وتنتج الافتراضات المختلفة حول شكل دالة الرفاهة تقديرات مختلفة للتكلفة الاجتماعية للكربون. وبالرغم من ذلك تجدر الإشارة إلى أن سعر الخصم هو المصدر الأكثر أهمية فى تغير تقديرات التكلفة الاجتماعية للكربون. وليس ذلك بمستغرب فى ظل ان أغلب الآثار المراد تفاديها نتيجة للتغير المناخى سوف تحدث فى المستقبل البعيد. وبجانب استخدام تحليلات الحساسية مع المكونات الثلاثة لقاعدة رامزى Ramsey rule فى سعر الخصم بمعدل هندسى، قامت دراسات حديثة بتحليل أشكال عديدة من الخصم المفرط.

يوضح الجدول رقم ٢ بعض خصائص التقديرات المنشورة للتكلفة الاجتماعية للكربون. ووفقاً ل Tol (2008) ، قمت بتوفيق توزيع Fisher-Tippett على كل تقدير منشور واستخدام هذا التقدير كمنوال وكانحراف معيارى للعينة. ويعتبر توزيع Fisher-Tippett هو التوزيع الوحيد ذو المعلمتان وذو الذيل السميك fat-tail والذى له تعريف على أرض الواقع. وبعض التقديرات المنشورة لها قيمة سالبة وبالتالى فالذيل السميك هو الأنسب لها (انظر : Tol, 2003;). وتظهر دالة التوزيع الاحتمالى من واقع التجميع واستخدام أوزان تعكس عمر وجودة الدراسة بالاضافة إلى الأهمية التى يوليها المؤلفون للتقدير– وتعرض بعض التقديرات كتقديرات مركزية بينما تهتم دراسات أخرى بعرضها بأسلوب تحليل الحساسية أو حدود دنيا وقصوى.

ويؤكد الجدول رقم ٢ زيادة عدم التأكد المرتبط بالتغير المناخى. ويرجع السبب فى ذلك – جزئياً – إلى استخدام معدلات مختلفة للتفضيل الزمنى. ولكن خصم الزمن يشكل جزءاً فقط من عدم التأكد، كما يتضح من تقديرات العينات الفرعية الثلاثة التى استخدمت نفس معدل التفضيل الزمنى. وبالنسبة لمعدل تفضيل زمنى ٣٪ ، يبلغ متوسط التكلفة الاجتماعية للكربون ٥٠$/ Tc والوسيط ٣٧$/ Tc. بينما تصل ال ٩٩٪ إلى ٢٧١$/ Tc. أى أن درجة عدم التأكد كبيرة ومنحرف لليمين. ولكل ١٪ معدل للتفضيل الزمنى، تتزايد قيمة هذه الأرقام بمقدار الضعف او أكثر. وإذا انخفض معدل التفضيل الزمنى إلى صفر٪ تتزايد التقديرات ولكن بأقل مما قد يتوقع البعض، حيث إن معظم التقديرات تعتمد على أفق زمنى محدد[١٠]. ويوضح الجدول رقم ٢ أن تقديرات العينة بأكملها تعتمد على أسعار خصم منخفضة. وتجدر الملاحظة إلى أنه يوجد تقدير وحيد (Hohmeyer and Gartner, 1992) يعتمد على سعر خصم استهلاكى يساوى الصفر (انظر Davidson, 2006) وبالتالى معدل سالب للتفضيل الزمنى.

ولوضع هذه الأرقام فى سياقها، سوف تكون محطات الطاقة الجديدة خالية من الكربون لضريبة على الكربون تبلغ ٥٠$ – ١٠٠/ tC (Weyant et al., 2006) بينما سوف تكون وسائل النقل خالية من الكربون لضريبة أعلى من الكربون (Schaefer and Jacoby, 2005, 2006). ويتطلب التخفيض الشديد فى انبعاثات الكربون ضريبة على الكربون تبلغ على الأقل ٥٠$/ tC وهو ما يمكن تبريره بمعدل للتفضيل الزمنى يبلغ ٣٪. ولاحظ ان التكلفة الاجتماعية للكربون هى تقدير على مستوى العالم– وبالتالى تقل مساهمة كل دولة فى هذه الأضرار.

٤– الاحتياجات البحثية:

١,٤ آثار ذات درجات أعلى:

تقتصر الأدبيات التى تم استعراضها أعلاه على تقديرات التكاليف الكلية، أى حاصل ضرب السعر فى الكمية بالأسعار الثابتة. وهذه قيمة تقريبية لأثر الرفاهة. ولدراسات التوازن العام المتعلقة بأثر التغير

[١٠] - مع وجود أفق زمنى غير محدد، ستظل التكلفة الاجتماعية للكربون محددة مادامت احتياطيات الوقود الأحفورى محددة ومادام بإمكان الاقتصاد التوازن مع المناخ الجديد.

المناخى على الزراعة تاريخ طويل (Kane et al., 1992; Darwin, 2004). وتشير هذه الدراسات إلى أهمية عمل الأسواق بل أنها قد تؤدى إلى تغير الاشارة المبدئية للآثار المقدرة (Yates and Strzepek, 1998). ويوضح كل من Bosello et al. (2007) و Darwin and Tol (2001) أن ارتفاع مستوى البحار سوف يؤدى إلى تغيير الانتاج والاستهلاك داخل الدول التى لا تتأثر بشكل مباشر. ويتسبب تجاهل آثار التوازن العام فى ظهور تحيز صغير بالسالب فى خسائر الرفاهة العالمية، بينما تتزايد الاختلافات فى خسائر الرفاهة على مستوى المناطق وقد تكون هذه الاختلافات بالسالب أو الموجب. وبالمثل أوضح Bosello et al. (2006) أن التكاليف المباشرة متحيزة إلى الصفر بالنسبة للصحة بينما يركز Berrittella et al. (2006) على اعادة توزيع الآثار على السياحة من خلال عمل السوق. ولذلك تظهر الحاجة إلى اجراء مزيد من الدراسات فى هذا المجال.

يشير تحليل البيانات المقطعية حول نصيب الفرد من الناتج القومى ودرجات الحرارة إلى أن الفقر يرجع إلى المناخ (Nordhaus, 2006; van Kooten, 2004) . وبالتالى قد نصل إلى استنتاج خاطىء مفاده أن ازدياد درجات الحرارة قد يؤدى إلى انكماش الاقتصادات أو النمو بمعدلات أبطأ. مما يؤدى إلى زيادة الأضرار الناجمة عن تغير المناخ. وبما أن الفقر يؤدى إلى تفاقم الآثار فإن ذلك من شأنه أن يؤثر سلباً على الاقتصاد القومى. ولكن، كما هو واضح فى دراسة Fankhauser and Tol (2005) فإن الاختيارات المتطرفة فقط للمعلمات قد تسمح بتحقق هذا السيناريو. ويتناقض ذلك بشدة مع النتائج القياسية لدراسة Dell et al. (2008) والتى أشارت إلى أن التغير المناخى من شأنه أن يتسبب فى تباطؤ معدل النمو السنوى للدول الفقيرة بمقدار ٠,٦ إلى ٢,٩٪. ولكن للأسف يوجد عدد محدود فقط من المتغيرات المفسرة فى معادلة انحدار هذه الدراسة، ولذلك قد يعانى تأثير المناخ من وجود تحيز نتيجة غياب عدة متغيرات. وتوصل كل من allup et al. (1999) و Masters and McMillan (2001) إلى وجود علاقة بين الجغرافيا والتنمية ولكن أوضح كل من Easterly and Levine (2003) عدم قوة هذه النتائج وأن المؤسسات تقوم بتفسير الاختلاف بين الدخول بشكل أفضل من الجغرافيا والمناخ.وتوصلت دراسة Acemoglu et al. (2002) إلى نفس هذا الاستنتاج. ولكن ألمحت هذه الدراسة إلى أن المناخ

يعتبر السبب الرئيسى للتنمية من خلال معدلات الوفاة بين المقيمين الاوربيين. وبالرغم من ذلك فإن التغير المناخى المتوقع فى المستقبل لن يؤثر على التاريخ الماضى. وتضع النماذج الاقتصادية – السكانية (Galor and Weil, 1999) فى اعتبارها الوفاة كمرحلة مركزية. وفى هذه النماذج يتحدد الفرق بين الركود فى فكر مالتس والنمو الأسى من واقع المقابلة بين الجودة / الكمية بالنسبة لإنجاب الأطفال، والتى تتحدد جزئياً من خلال وفيات الأطفال. وللتحوط من المخاطر، يفضل الأفراد انجاب مزيد من الأطفال وذلك لزيادة فرصة الرعاية عند التقدم فى العمر. ولكن كلما ازداد عدد الأطفال فى الأسرة كلما انخفض المال المخصص لانفاقه على تعليمهم. وبالتالى سوف يصبح هؤلاء الأفراد فقراء بالغين غير قادرين على تحمل تكاليف الرعاية الصحية لأطفالهم فيما بعد. هل يمكن أن يؤدى التغير المناخى إلى زيادة نسبة حدوث الملاريا والإسهال بشكل أكبر مما تحدثه مصيدة الفقر؟ لم يتم دراسة هذه الآلية بالنسبة للتغير المناخى ولكن من الممكن أن يؤثر التغير المناخى على النمو الاقتصادى بشكل أكبر من الآثار الاستاتيكية الموضحة فى الجدول رقم ١.

٢,٤ الآثار الغائبة

تشتمل آثار التغير المناخى – والتى تم تقديرها كماً ونقداً – على التأثير على قطاعات الزراعة والغابات والموارد المائية والمناطق الساحلية واستهلاك الطاقة وجودة الهواء وصحة البشر. ومن الواضح أن هذه القائمة غير كاملة. والتقييم أيضا غير كامل بداخل كل قطاع. فالدراسات المتعلقة بتقدير تأثيرارتفاع مياه البحار على المناطق الساحلية غالباً تغفل امكانية تداخل المياه المالحة مع المياه الجوفية Nicholls and (Tol, 2006). هذا بالاضافة إلى أن الدراسات غالباً تقوم بالمقارنة بين الأوضاع قبل وبعد التغير المناخى وبالتالى فهى تتجاهل الفترة الزمنية التى يمكن أثنائها حدوث عملية التكيف – وتكاليف ذلك غير معروفة.

تحمل بعض من هذه الآثار الغائبة غالباً الاشارة السالبة. وتؤدى الزيادة فى درجة حرارة المياه إلى ارتفاع تكلفة تبريد محطات الطاقة (Szolnoky et al., 1997). ويعتبر كل من اعادة تصميم نظم ادارة المياه فى المناطق الحضرية عملية مكلفة (Ashley et al., 2005) ، ووضع شروط السلامة ضد أوجه عدم التأكد فى الظروف المستقبلية عمليتان مكلفتان. ويصح ذلك أيضاً بالنسبة لأى أمر آخر يتعلق بالبنية

التحتية. ومن المحتمل أن تزداد العواصف المدارية الشديدة مما يحدث ضرر أكبر ويتطلب وضع مستويات أعلى وأكثر تكلفة فيما يتعلق بمعايير البناء (Dorland et al., 1999). وتحدث العواصف المدارية أضراراً كبيرة ولكن من غير المعروف كيف سيؤدى التغير المناخى إلى تعديل عدد مرات حدوث هذه العواصف المدارية وكثافتها ودرجة انتشارها (McDonald et al., 2005). كما يتسبب تحمض المحيطات فى الإضرار بالثروة السمكية (Kikkawa et al., 2004). وتعتبر هذه الأمور ذات أهمية ضئيلة بالنسبة للنشاط الاقتصادى ككل. وحتى لو أدى التغير المناخى إلى زيادة التكاليف بمقدار الضعف أو ثلاثة أمثال فإن التأثير سيبقى ضئيلاً.

ومن المحتمل أن تكون الآثار الغائبة الأخرى موجبة. حيث إن ارتفاع سرعة الرياح من الممكن أن يؤدى إلى تخفيض تكاليف طاقة الرياح والموجات البحرية(Breslow and Sailor, 2002). ومن المتوقع أيضاً ان تحسن قلة الثلوج فى البحار من النفاذ إلى الموانىء المتجمدة مما يقلل من تكاليف البحث عن البترول والأملاح المعدنية فى المناطق المتجمدة بل إنه من المحتمل أن يفتح ذلك آفاقاً جديدة فى مسارات النقل بين أوروبا وشرق آسيا (Wilson et al., 2004). ومن المحتمل أن يؤدى ازدياد درجات الحرارة إلى تخفيض الانفاق على الكساء والملابس والغذاء والاختلالات المرورية الناتجة عن تساقط الثلوج (Carmicheal et al., 2004). وفى هذه الحالات أيضاً يبدو تأثير التغير المناخى صغيراً بالنسبة للاقتصاد ككل.

كما تبدو بعض الآثار الغائبة مختلطة. والسياحة مثال على ذلك. قد يقود التغير المناخى إلى توجيه سياح فصل الصيف إلى القطبين وإلى اعلى الجبال مما يعنى اعادة توزيع الايرادات السياحية (Berrittella et al., 2006). وبعض الآثار الأخرى غير معروفة. فقد تشهد بعض الأنهار زيادة فى فيضانها بينما تشهد أخرى انخفاضاً (Kundzewicz et al., 2005).

وهذه هى الأمور الصغيرة غير المعروفة. وقد توجد أيضاً أمور كبيرة غير معروفة: خسائر فى التنوع البيولوجى والسيناريوهات المتطرفة فيما يتعلق بالمناخ والصراع العنيف والأجل الطويل جداً غير المعروف. ويمكن اعتبار تأثير التغير المناخى على التنمية الاقتصادية — ما تم مناقشته أعلاه– كجزء من "الأمور الكبيرة غير المعروفة".

من المتوقع أن يحدث التغير المناخى تأثيرا عميقا على الطبيعة. حيث تتأثر النباتات والحيوانات بشكل مباشر بدرجات الحرارة والترسيب وبشكل غير مباشر من خلال التفاعل مع الكائنات الأخرى. ويشتمل التغير المناخى على التغيرات فى التوزيع والوفرة وحالات الانقراض على المستويين المحلى والعالمى (Gitay et al., 2001). ويواجه الاقتصاديون عدة مشكلات مع تلك الأمور. أولاً، يوجد القليل من الدراسات الكمية حول تأثير التغير المناخى على النظم البيئية والتنوع البيولوجى لأن التعبير الكمى عن البيئة لايزال فى مهده، ويوجد العديد من الفصائل المطلوب نمذجتها. ثانياً: تحدث التغيرات فى استخدام الأرض والدورات الغذائية والتحمض تأثيرات عميقة وواسعة النطاق على الطبيعة. وهذا يعيق تفسير المشاهدات السابقة ويعقد التنبؤ بالمستقبل ويشوه العلاقة بين الآثار والأسباب (Parmesan and Yohe, 2003). ثالثاً: من الصعوبة اجراء تقييم للتغيرات التى تحدث فى النظام البيئى. وعبر مرور السنوات أصبحت الأساليب والتطبيقات أكثر تحديداً (مثلاً: Champ et al., 2003) بينما أصبح تحويل المكاسب صعباً (Brouwer and Spaninks, 1999). فمن الصعب التحرى عن التغيرات الواسعة النطاق والبحث فى هذه الأمور يتعدى حدود أساليب التقييم الحالية. وبالرغم من ذلك أظهرت دراسات التقييم بأن الأفراد لديهم رغبة فى الدفع مقابل اتخاذ اجراءات من شأنها الحفاظ على الطبيعة أو تحسينها، إلا أن الأفراد غير مستعدين لدفع مبالغ كبيرة. وأشارت العديد من الدراسات إلى أن اجمالى الرغبة فى الدفع للحفاظ على الطبيعة تصل إلى أقل من ١٪ من الدخل (Pearce and Moran, 1994). وحتى إذا وصلت الخسائر فى التنوع البيولوجى الناتجة عن التغير المناخى إلى ١٪ من الناتج المحلى الاجمالى، فإن ذلك لن يحدث تغييراً جوهرياً فى التقديرات المتعلقة بالآثار الكلية للتغير المناخى.

تعتبر سيناريوهات المناخ المتطرفة جزءاً من الأمور "الكبيرة غير المعروفة". وتتعدد أمثلة ذلك: إغلاق الدورات الحرارية (مثلاً: Marotzke, 2000) وانهيار اللوح الجليدي فى غرب قارة إنتاركتيكا (Vaughan and Spouge, 2002) وانبعاثات غاز الميثان بشكل هائل من الجليد (Harvey and Huang, 1995). ويوجد أشياء مشتركة تجمع بين تلك الأمور. أولاً، قد يؤدى ذلك إلى تغيرات سريعة فى النظام الطبيعي. ثانياً، لم يتم دراسة الآثار بالشكل الكافي. ثالثاً: لم يتم استيعاب الآلية إلا جزئياً.

رابعاً: الاحتمال غير معروف ولكنه غالباً منخفضاً. وإذا حدث تغير مناخي سريع سيؤدى ذلك إلى ظهور العديد من المشكلات حيث إنه لن يكون هناك وقت كاف للتكيف. وبالتالى ستكون الآثار كبيرة. وتجدر الإشارة إلى ظهور النماذج التى تقيس الآثار impact models ولكنها صممت للتغيرات المناخية التدريجية. ووجدت دراسة نيكولز وآخرون زيادة حدة الآثار المحتملة الناتجة عن انهيار اللوح الجليدى فى قارة انتاركتيكا، ولكنها بالغت فى تقدير القدرة على التكيف ومن ثم لم تعبر الآثار المقدرة عن الواقع الحقيقى (Olsthoorn et al. ، دراسة لم تنشر بعد). وقدر كل من Link and Tol (2004) الآثار الناجمة عن الدوران الحراري والتي من شأنها الإبطاء من زيادة درجة الحرارة العالمية. ولم يكن بمستغرب أن يسجلا تحقيق مكاسب نتيجة إغلاق هذه الدورات الحرارية.

فى مجال البحث عن محددات الصراع العنيف تبين أن ندرة الموارد هى عامل من العوامل المساهمة ولكنها ليست أبداً السبب وراء الحروب (Alesina and Spolaore, 2005; Collier and Hoeffler, 1998; Homer-Dixon, 1994). أى أن ندرة الموارد الناجمة عن التغيرات المناخية لن تؤدى إلى الحروب أيضاً، ولكنها قد تتسبب فى ازدياد حدة الصراعات الموجودة. وبالتالى، من المستحيل تقدير تأثير التغير المناخى على الصراعات العنيفة دون وجود سيناريو عن صراعات سابقة. ولا تشتمل الدراسات على هذه النوعية من السيناريهات، حيث تنشد كل السيناريوهات المستقبلية جواً من السلام والألفة (Nakicenovic and Swart, 2001). ومن الواضح أن هناك احتمال بزيادة حدة الصراعات وبالتالى ينبغى أخذ ذلك فى الاعتبار. وتوصل كل من Butkiewicz and Hanakkaya (2005) إلى أن عدم الاستقرار السياسى (أى احتمال حدوث حرب) يتسبب فى انخفاض نصيب الفرد من الدخل القومى بنسبة ٢٪ سنوياً فى أكثر الدول فقراًبينما لا يحدث وجود حرب فعلاً أى تأثير معنوى. ولكن ليس من الواضح ما إذا كان التغير المناخى سيؤدى فعلاً إلى ظهور صراعات.

ورابع الأمور الكبيرة غير المعروفة هو الأجل الطويل جداً. تقف معظم التحليلات الاستاتيكية عند 2xCO2 فقط، بينما معظم الدراسات الديناميكية تقف عند ٢١٠٠. ولكن التغير المناخى لن يقف عند هذا الحد، حيث تشير كل التقديرات فى عام ٢١٠٠ إلى أن التغير المناخى يحدث تأثيراً سالباً متنامياً بمعدل نمو متسارع– انظر الشكل رقم ١. ومن الواضح أهمية ما يحدث فى عام ٢١٠٠ بالنسبة لاتخاذ

السياسات المتعلقة بالمناخ، ولكننا لم نتطرق بعد لدراسة ذلك – ويصح ذلك بالنسبة للانبعاثات والتغير المناخى والآثار والتقييم النقدى لهذه الآثار.

٣,٤ الرفاهة

وتتطلب فجوة المعلومات الموضحة أعلاه المزيد من البحث والذى يجمع بين الاقتصاد وعلوم أخرى. ويوجد موضوعان يخصان الاقتصاد البحت. وكلاهما يتناول قضية تحديد شكل دالة الرفاهة.

إن الآثار الناتجة عن تغير المناخ يشوبها الكثير من عدم التأكد ولكنها من المتوقع أن تسبب ضرراً أكبر بالدول الاكثر فقراً (انظر الجدول رقم ١). ومن مطالعة الكتب الاقتصادية، يتم قياس الأوضاع تجاه عدم التأكد بواسطة معدل التحوط من المخاطر أو مرونة المنفعة الحدية تجاه الاستهلاك. وتلعب هذه المعلمة دوراً هاماً فى سعر الخصم Ramsey حيث إنها تحكم جزئياً الاحلال بين الاستهلاك الحاضر والمستقبلى. كما تحدد هذه المعلمة علاقات المقايضة بين الآثار المختلفة عبر توزيع الدخل داخل الدول وبين الدول بعضها وبعض[١١]. وتلعب مرونة الاستهلاك بالنسبة للمنفعة الحدية أربعة أدوار. وبالرغم من اختلاف المفاهيم ، إلا أن معظم التحليلات المتعلقة بسياسات المناخ تستخدم قيمة عددية وحيدة (انظر Saelen et al., 2008). ويرجع ذلك إلى السبب التالى: يوجد اختلاف بين كل من الاستهلاك عبر الزمن والتحوط ضد المخاطر، كما يختلف هذا وذاك عن التحوط ضد عدم العدالة – وتختلف هذه الأوضاع تجاه فجوات الدخول داخل وبين الهيئات المختلفة (مثلاً: Amiel et al., 1999). وبالرغم من العدد الكبير من الأبحاث الذى أجرى فى هذا المجال، إلا أن المتخصصين فى مجال الرفاهة لم يتوصلوا بعد إلى الحد الفاصل بين دوال الرفاهة والمنفعة والتى يمكن استخدامهما فى العمل التطبيقى. ويضيف التغير المناخى مطلبا ضروريا من أجل حل هذه المشكلات النظرية.

---

[١١] - تم استعراض الاختلافات فى الآثار بين الدول المختلفة أعلاه. وبالرغم من ندرة البحث (O'Brien et al., 2004) ، لا يوجد أى سبب يدعونا للافتراض بتجانس الآثار الناجمة عن تغير المناخ بين الدول المختلفة.، وبالطبع يوجد قطاعات اقتصادية محددة (مثل الزراعة) ومناطق محددة (مثل المناطق الساحلية) وفئات عمرية معينة (مثل العجائز) هم الأكثر عرضة للتأثر الشديد مقارنة بآخرين.

توجد مشكلة مماثلة مع السكان. حيث يمكن تطبيق دوال الرفاهة العادية بشكل جيد إذا كان النمو السكانى يتحدد بعوامل خارجية، اما فى الحالة العكسية فيتولد منها نتائج غريبة وغير مرغوب فيها (Blackorby and Donaldson, 1984). وبما أن التغير المناخى يؤثر على الوفيات والهجرة، لذا يمكن اعتبار أن عامل السكان يتحدد داخلياً بالنسبة للسياسات المتعلقة بالمناخ. وإذا اعتبرنا دالة رفاهة عادية تأخذ الشكل التالى: $W = Pln(C/P)$ حيث W هى الرفاهة و P السكان و C اجمالى الاستهلاك، فإنها تضع علاوة على الهجرة من الدول الفقيرة إلى الدول الغنية مما يشجع على ارتفاع مستوى البحار ولا يشجع على الحفاظ على الشواطىء. وكما أوضحنا سابقاً، فالمشكلة معرفة جيداً فى نظرية الرفاهة لكن لم يتم الحصول بعد على الحل العملى.

المناقشات والنتائج:

بدأ البحث فى الآثار الاقتصادية للتغير المناخى مع صدور دراسة Nordhaus (1991). وإلى وقت قريب كانت تعتقد معظم الدراسات إلمامها بمعظم الأمور وأن البحث سوف يصبح كاملاً فى غضون سنوات قليلة. إلا ان هذا قد ثبت خطأه تماماً. فبعد ١٧ عاماً من البحث، أثق اننا ندرك نطاق الأجندة البحثية. وكما أوضحنا سابقاً، لدينا تقدير معقول حول العديد من الآثار، بل واننا نعرف مدى فداحة البعض منها أيضاً. كما نمتلك فكرة واضحة حول حساسية هذه التقديرات لافتراضات معينة، بالرغم من اننا فى بعض الحالات لا نعرف حقاً ما الذى ينبغى أن نفترضه. ويوجد أيضا قضايا ندرك جهلنا بها. أنا اعتقد أنه بعد ١٧ عاماً من البحث لا يوجد قضايا كانت غير معروفة لاتزال غير معروفة، أو على الأقل ليست بالجوهرية.

إلا أن هذا الاستنتاج يجعلنى أبدو مفرطاً فى الثقة، مع أنى لست أول خبير يعانى من ذلك (Morgan and Henrion, 1990). حيث يدعو هذا الاستنتاج إلى القلق بعض الشىء خصوصاً إذا أخذنا فى اعتبارنا المبالغ المالية الضخمة التى يقترحها العديد من السياسيين لانفاقها على تخفيض انبعاثات غازات الصوبات. وفى الوقت الحالى نحن لا نعرف هل هذه الاستثمارات كبيرة جداً أم قليلة جداً. لقد تم استعراض كل الدراسات المنشورة فى هذا المجال فى صفحة واحدة فقط (انظر الجدول رقم ١)، ولا

يوجد أى باحث يخصص كل وقته البحثى فى هذا المجال. وبالتالى لا يتناسب مستوى الجهد البحثى فى هذا المجال مع حجم مشكلة التغير المناخى والتكاليف المتوقعة للحلول وحجم الفجوة البحثية.

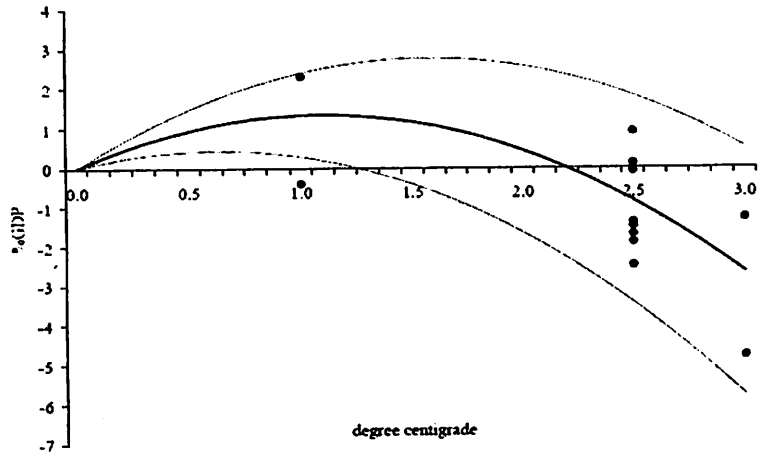
وبالرغم من ذلك، ينبغى أن يتم اتخاذ القرارات فى ظل أفضل المعلومات المتاحة- حتى لو كانت أفضل المعلومات المتاحة ليست بالجودة المطلوبة. وتم اعطاء أهم النصائح العامة للسياسة الحكومية فى الجدول رقم ٢. فالدولة التى تلعب لعبة تعاونية حول سياسة المناخ وتستخدم سعر خصم للتغير المناخى، ينبغى ان تفرض ضريبة كربونية قدرها ٢٦$/ tC و٥٠$/tC (المتوسط). ويمكن تبرير وضع ضريبة أعلى كاستجابة للمخاطرة (Weitzman، دراسة لم تنشر بعد)، ولكن ليس بالضرورة كاستجابة لسعر خصم منخفض (Nordhaus, 2008) أو المساواة الدولية (Schelling, 2000). وسعر انبعاثات ثانى أكسيد الكربون المسموح به فى الاتحاد الاوروبى هو 134$/tC[١٢]. أما بالنسبة للولايات المتحدة، فلا يوجد سياسة فيدرالية تختص بتخفيض الانبعاثات بالرغم من أن المرافق العامة تأخذ الضريبة على الكربون – وقدرها 15$/tC- فى اعتبارها عند اتخاذ القرارت الاستثمارية.

وهذا يشير إلى أنه لا يمكن اعتبار السياسة الخاصة بالاتحاد الاوروبى أو الولايات المتحدة سياسة مثلى. وفى الواقع لا يوجد سياسة تتعلق بالمناخ فى دولة خارج دول منظمة التنمية والتعاون الاقتصادى- بالرغم من أن هذه الدول هى الأكثر قابلية للتعرض لأضرار التغيرات المناخية، ونصيبها من التكلفة الاجتماعية للكربون موجبة حتى لو افترضنا سعر خصم مرتفع. وتدعم العديد من هذه الدول استخدام الوقود الأحفورى بدلاً من فرض ضريبة عليه. ومع اعترافنا بضعف مستوى المعرفة الحالية حول الآثار الاقتصادية للتغير المناخى، إلا أن اتجاه التعديلات المطلوبة فى جانب السياسات واضح. وبينما لا يعبر ذلك عن " حالة من أجل اتخاذ خطوات جادة فيما يخص التغير المناخى" (Heal, 2008)، إلا أنها تعبر عن "حالة جادة من أجل اتخاذ خطوات للعمل فيما يخص التغير المناخى".

[١٢] - سعر السماح وسعر الصرف هو فى ٢٩ أغسطس ٢٠٠٨.

الشكل رقم ١

الشكل رقم ١



الشكل رقم ١ يوضح الأربعة عشر تقديراً لتأثير التغير المناخى على الاقتصاد العالمى، معبراً عنها بواسطة الخسارة فى الدخل المكافئة للرفاهة، والدخل مقاس بالناتج المحلى الاجمالى، كدالة فى الزيادة فى متوسط درجة الحرارة العالمية بالنسبة إلى اليوم. وتشير النقاط إلى التقديرات. والخط الأوسط هو الخط الموفق بواسطة أسلوب المربعات الصغرى لـ١٤ مشاهدة:

$D = 2.46\ (1.25)\ T - 1.11\ (0.48)\ T2,\ R2 = 0.51$ حيث D تشير للآثار وT تشير للحرارة والانحرافات المعيارية بين الأقواس. والخطان الآخران هما فترة الثقة بنسبة ٩٥٪، حيث الانحراف المعيارى مقدر بطريقة المربعات الصغرى وموفق من خمس انحرافات معيارية:

$S = 0.43\ (0.18)\ T,\ R2 = 0.58,$ حيث S هو الانحراف المعيارى.

الجدول رقم (١)

تقدير آثار التغير المناخى، الأرقام بين قوسين إما انحرافات معياريةأو فتراتثقة

الدراسة	زيادة درجات الحرارة	الأثر	القيمة الدنيا		القيمة العليا	
Nordhaus (1994a)	٣	١.٣-				
Nordhaus (1994b)	٣	٤.٨- (٣٠- إلى ١٠.٠)				
Fankhauser (1995)	٢.٥	١.٤-	٤.٧-	الصين	٠.٧-	أوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتى السابق
Tol (1995)	٢.٥	١.٩-	٨.٧-	أفريقيا	٠.٣-	أوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتى السابق
Nordhaus and Yang (1996)	٢.٥	١.٧-	٢.١-	الدول النامية	٠.٩	الاتحاد السوفيتى السابق
Plambeck and Hope (1996)	٢.٥	٢.٥- (٥.٠- إلى ١١.٤)	٨.٦- (٠.٦- إلى ٣٩.٥)	أسيا (دون الصين)	٠ (٠.٢ إلى ١.٥)	أوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتى السابق
Mendelsohn et al. (2000)	٢.٥	٠.٠ ٠.١	٣.٦- ٠.٥-	أفريقيا	٤ ١.٧	أوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتى السابق
Nordhaus and Boyer (2000)	٢.٥	١.٥-	٣.٩-	أفريقيا	٠.٧	روسيا
Tol (2000)	١	٢.٣ (١)	٤.١- (٢.٢)	أفريقيا	٣.٧ (٢.٢)	أوروبا الغربية
Maddisson (2003)	٢.٥	٠.١-	١٤.٦-	جنوب أمريكا	٢.٥	أوروبا الغربية
Rehdanz and Maddison (2005)	١	٠.٤-	٢٣.٥-	أفريقيا تحت الصحراء	١٢.٩	جنوب آسيا
Hope (2006)	٢.٥	٠.٩ (٠.٢- إلى ٢.٧)	٢.٦- (٠.٤- إلى ١٠)	أسيا (دون الصين)	٠.٣ (٢.٥- إلى ٠.٥)	أوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتى السابق
Nordhaus (2006)	٢.٥	٠.٩- (١.٠)				

الجدول رقم ٢

التكلفة الاجتماعية للكربون ($/tC) ، خصائص توزيع Fisher-Tippett والموفقة ل ٢٣٢ تقديراً منشوراً، ولثلاث فئات فرعية من هذه التقيرات استناداً على معدل التفضيل الزمنى.

	الكل	معدل التفضيل الزمنى		
		٪٠	٪١	٪٣
الوسط	١٥٢	١٤٨	١٢٢	٥٠
الانحراف المعيارى	٢٧١	١٥٦	١٤٩	٦١
المنوال	٤١	٨٢	٥٢	٢٦
٪٣٣	٣٨	٦٨	٤٦	٢٠
الوسيط	٨٨	١١٧	٩٢	٣٧
٪٦٧	١٤٩	١٧٥	١٤٤	٥٦
٪٩٠	٣٤٧	٣٤٣	٢٦٧	١١٤
٪٩٥	٥٣٩	٤٨٩	٤١٨	٢٠٤
٪٩٩	١٦٨٨	٦٦٩	٦٧٧	٢٧١

References

Acemoglu, D., S.Johnson, and J.A.Robinson (2001), 'The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation', *American Economic Review*, **91**, 1369-1401.

Acemoglu, D., S.Johnson, and J.A.Robinson (2002), 'Reversal of fortune: Geography and institutions in the making of the modern world income distribution', *Quarterly Journal of Economics*, **117**, (4), pp. 1231-1294.

Ackerman, F. (2008), 'Climate economics in four easy pieces', *Development*, **51**, (3), pp. 325-331.

Adger, W.N. (2006), 'Vulnerability', *Global Environmental Change*, **16**, 268-281.

Alberini, A., A.Chiabai, and L.Muehlenbachs (2006), 'Using Expert Judgement to Assess Adaptive Capacity to Climate Change: Evidence from a Conjoint Choice Survey', *Global Environmental Change*, **16**, 123-144.

Alesina, A. and E.Spolaore (2005), 'War, Peace, and the Size of Countries', *Journal of Public Economics*, **89**, 1333-1354.

Amiel, Y., J.Creedy, and S.Hurn (1999), 'Measuring attitudes towards inequality', *Scandinavian Journal of Economics*, **101**, (1), pp. 83-96.

Arrow, K., Solow, R., Portney, P., Leamer, E., Radner, R and Schuman, H. 1993.Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. *Federal Register*, **58**, 10. 4016-4064.

Ashley, R. M., Balmfort, D. J., Saul, A. J., & Blanskby, J. D. Flooding in the future - Predicting climate change, risks and responses in urban areas. 52[5], 265-273. 2005. Ref Type: Serial (Book,Monograph)

Ayres, R.U. and J.Walter (1991), 'The Greenhouse Effect: Damages, Costs and Abatement', *Environmental and Resource Economics* , **1**, 237-270.

Berrittella, M., A.Bigano, R.Roson, and R.S.J.Tol (2006), 'A General Equilibrium Analysis of Climate Change Impacts on Tourism', *Tourism Management*, **27**, 913-924.

Blackorby, C. and D.Donaldson (1984), 'Social Criteria for Evaluating Population Change', *Journal of Public Economics*, **25**, 13-33.

Bosello, F., R.Roson, and R.S.J.Tol (2006), 'Economy-wide estimates of the implications of climate change: Human health', *Ecological Economics*, **58**, 579-591.

Bosello, F., R.Roson, and R.S.J.Tol (2007), 'Economy-Wide Estimates of the Implications of Climate Change: Sea Level Rise', *Environmental and Resource Economics*, **37**, 549-571.

Breslow, P.B. and D.J.Sailor (2002), 'Vulnerability of wind power resources to climate change in the continental United States', *Renewable Energy*, **27**, 585-598.

Brouwer, R. and F.A.Spaninks (1999), 'The Validity of Environmental Benefits Transfer: Further Empirical Testing', *Environmental and Resource Economics*, **14**, 95-117.

Butkiewicz, J.L. and H.Yanikkaya (2005), 'The Impact of Sociopolitical Instability on Economic Growth: Analysis and Implications', *Journal of Policy Modeling*, **27**, (5), 629-645.

Carmichael, C.G., J.Gallus, B.R.Temeyer, and M.K.Bryden (2004), 'A winter weather index for estimating winter roadway maintenance costs in the Midwest', *Journal of Applied Meteorology*, **43**, (11), pp. 1783-1790.

Champ, P.A., K.J.Boyle, and T.C.Brown (eds.) (2003), *A Primer on Nonmarket Valuation* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.

Cline, W.R. (1992), *The Economics of Global Warming* Institute for International Economics, Washington, D.C.

Collier, P. and A.Hoeffler (1998), 'On Economic Causes of Civil War', *Oxford Economic Papers*, **50**, 563-573.

Darwin, R.F. and R.S.J.Tol (2001), 'Estimates of the Economic Effects of Sea Level Rise', *Environmental and Resource Economics*, **19**, 113-129.

Darwin, R.F. (2004), 'Effects of Greenhouse Gas Emissions on World Agriculture, Food Consumption, and Economic Welfare', *Climatic Change*, **66**, 191-238.

Davidson, M.D. (2006), 'A social discount rate for climate damage to future generations based on regulatory law', *Climatic Change*, **76**, 55-72.

Dell, M., B.F.Jones, and B.A.Olken (2008), *Climate Change and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century*, Working Paper **14132** ,National Bureau of Economic Research, Washington,DC.

Dorland, C., R.S.J.Tol, and J.P.Palutikof (1999), 'Vulnerability of the Netherlands and Northwest Europe to Storm Damage under Climate Change', *Climatic Change*, **43**, 513-535.

Easterly, W. and R.Levine (2003), 'Tropics, germs, and crops: how endowments influence economic development', *Journal of Monetary Economics*, **50**, 3-39.

Fankhauser, S. (1994), 'The Economic Costs of Global Warming Damage: A Survey', *Global Environmental Change*, **4**, (4), 301-309.

Fankhauser, S. (1995), *Valuing Climate Change - The Economics of the Greenhouse*, 1 edn, EarthScan, London.

Fankhauser, S. and R.S.J.Tol (1996), 'Climate Change Costs -- Recent Advancements in the Economic Assessment', *Energy Policy* , **24**, (7), 665-673.

Fankhauser, S. and R.S.J.Tol (1997), 'The Social Costs of Climate Change: The IPCC Second Assessment Report and Beyond', *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, **1** , 385-403.

Fankhauser, S. and R.S.J.Tol (2005), 'On climate change and economic growth', *Resource and Energy Economics*, **27**, 1-17.

Gallup, J.L., J.D.Sachs, and A.D.Mellinger (1999), *Geography and Economic Development*, CAER II Discussion Papers **39** ,Harvard Institute for International Development, Cambridge/USA.

Galor, O. and D.N.Weil (1999), 'From Malthusian Stagnation to Modern Growth', *American Economic Review*, **89**, (2), 150-154.

Gitay, H., S.Brown, W.E.Easterling, III, B.P.Jallow, J.M.Antle, M.Apps, R.Beamish, T.Chapin, W.Cramer, J.Frangi, J.Laine, E.Lin, J.J.Magnuson, I.Noble, J.Price, T.D.Prowse, T.L.Root, E.-D.Schulze, O.Sitotenko, B.L.Sohngen, and J.-F.Soussana (2001), 'Ecosystems and their Goods and Services', in *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability -- Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, J.J. McCarthy et al. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 235-342.

Harvey, L.D.D. and H.Zhen (1995), 'Evaluation of the potential impact of methane clathrate destabilization on future global warming', *Journal of Geophysical Research*, **100**, (D2), pp. 2905-2926.

Heal, G.M. (2008), *Climate Economics: A Meta-Review and Some Suggestions*, Working Paper **13927**, National Bureau of Economic Research, Cambridge.

Hitz, S. and J.Smith (2004), 'Estimating global impacts from climate change', *Global Environmental Change*, **14**, 201-218.

Hohmeyer, O. and M.Gaertner (1992), *The Costs of Climate Change - A Rough Estimate of Orders of Magnitude* ,Fraunhofer-Institut fur Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe.

Homer-Dixon, T.F. (1994), 'Environmental Scarcities and Violent Conflict: Evidence from Cases', *International Security*, **19**, (1), 5-40.

Hope, C.W. (2006), 'The Marginal Impacts of CO2, CH4 and SF6 Emissions', *Climate Policy*, **6**, (5), 537-544.

Hope, C.W. (2008a), 'Discount rates, equity weights and the social cost of carbon', *Energy Economics*, **30**, (3), 1011-1019.

Hope, C.W. (2008b), 'Optimal Carbon Emissions and the Social Cost of Carbon over Time under Uncertainty', *Integrated Assessment Journal*, **8**, (1), 107-122.

Horowitz, J.K. and K.E.McConnell (2002), 'A Review of WTA/WTP Studies', *Journal of Environmental Economics and Management*, **44**, 426-447.

Kane, S., J.M.Reilly, and J.Tobey (1992), 'An Empirical Study of the Economic Effects of Climate Change on World Agriculture', *Climatic Change*, **21**, 17-35.

Kikkawa, T., J.Kita, and A.Ishimatsu (2004), 'Comparison of the lethal effect of CO2 and acidification on red sea bream (Pagrus major) during the early developmental stages', *Marine Pollution Bulletin*, **48**, (1-2), pp. 108-110.

Kundzewicz, Z.W., D.Graczyk, T.Maurer, I.skwar, M.Radziejewski, C.Svensson, and M.Szwed (2005), 'Trend detection in river flow series: 1. Annual maximum flow', *Hydrological Sciences Journal*, **50**, (5), pp. 797-810.

من بحوث المعهد

يصدر معهد التخطيط القومى سلسلتين من الانتاج العلمى ، المذكرات العلمية الخارجية منذ عام ١٩٦٠ وسلسلة قضايا التخطيط والتنمية منذ عام ١٩٧٨ ، لتقديم الانتاج الفكرى للهيئة العلمية للمعهد الذى يركز بصفة خاصة على المشكلات التى تواجه التنمية والتخطيط فى المجتمع المصرى سواء على المستوى القومى والقطاعى أو المستوى الاقليمى ، ويقترح السياسات الكفيلة بعلاج هذه المشكلات ودفع عجلة التنمية فى مصر .

والاعمال المنشورة فى هاتين السلسلتين إما فى انتاج فردى لاعضاء الهيئة العلمية به، أو نتاج جهد جماعى لفرق العمل البحثية التى تتشكل فى المعهد لبحث قضايا عملية تواجه متخذ القرار ، وذلك بمنهج علمى سليم . وقد تنوعت الموضوعات التى تناولتها الاعداد المختلفة لهاتين السلستين بحيث اصبحت تشكل مكتبة علمية فى مجال التخطيط والتنمية فى مصر .

وتستهدف هيئة التحرير من هذا الباب تقديم عرض لبعض الدراسات والبحوث التى تصدر فى كل منهما