اثار النمو الاقتصادي على التلوث البيئي: مقاربة قياسية باستعمال نماذج البانل على دول شمال افريقيا (1971-2014)

The effects of economic growth on environmental pollution A econometric approach using the panel models for North africain countries '(1971-2014)

تاريخ الارسال: 25/05/2018 تاريخ القبول: 10/08/2018

جمعاسي إبراهيم
جامعة بومرداس
brahim.djemaci@gmail.com

نورالدين نجيب
جامعة بومرداس
najub20@gmail.com

لمجد بوزيدي
جامعة بومرداس
bouzidi28@otmail.com

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي (EKC) بالاعتماد على بيانات أربع دول من شمال إفريقيا (الجزائر، تونس، المغرب، مصر) في الفترة 1971-2014، حيث تشير هذه الفرضية إلى العلاقة ما بين النمو الاقتصادي و التلوث البيئي و هي على شكل مقلوب U، باعتماد تحليل الانحدار لبيانات السلاسل الزمنية المقطعية (البانل)، و أشارت نتائج الاختبارات الإحصائية إلى ضرورة اختيار تقديرات نموذج الآثار الثابتة، و أكدت نتائج هذا النموذج صحة فرضية (EKC)، كما أوضحت النتائج كذلك أن استهلاك الطاقة يزيد من التلوث البيئي (انبعاثات ثاني أكسيد الكربون).

الكلمات المفتاحية : النمو الإقتصادي، التلوث البيئي، منحنى كوزنتس البيئي ، بيانات البانل.

Abstract :

The object of this study is to test the hypothesis of the Kuznets environmental curve (EKC) based on data from four North African countries (Algeria, Tunisia, Morocco and Egypt) during the period 1971-2014. This hypothesis suggests the relationship between economic growth and environmental pollution. In the form of an inverted U, using the regression analysis of the time series data (panel). The results of this model confirmed the validity of the EKC hypothesis. The results also showed that energy consumption increases environmental pollution (emissions) Carbon Dioxide.

Keys Words: Economic growth, environmental pollution, Kuznets curve, panel data.

تمهيد:

تشهد دول شمال إفريقيا في السنوات الأخيرة تزايدا ملحوظا في إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون و هذا ما أدى إلى تدهور الحالة البيئية في هذه الدول. و يرجع كثير من الباحثين سبب هذا التلوث الى حركة الاقتصاد من خلال مختلف القطاعات خاصة الصناعية منها. كما أن التطور الصناعي يتأثر مباشرة بإستهلاك الطاقة إضافة الى وسائل النقل المتعددة التي تكون المصدر الأول لإنبعاثات CO_2. و على هذا الأساس تظهر جليا العلاقة الموجودة بين النمو الاقتصادي و التلوث البيئي و التي حاول Kuznets شرحها من خلال منحنى كوزنتس البيئي EKC. فكان أصل الفكرة أنه كيف يمكن القضاء على التفاوت في الدخل؟

لقد شرح Kuznets (1955) العلاقة بين عدم المساواة في الدخل و النمو الاقتصادي، و افترض أن القضاء على التفاوت في الدخل يكون من خلال النمو الاقتصادي، حيث اقترح أنه عندما يزداد الدخل، فان التفاوت في توزيع الدخل يزداد أيضا، ثم بعد نقطة معينة فان التفاوت يبدأ في الانخفاض، و بذلك يعتقد Kuznets بأن توزيع الدخل يكون غير متساوي في المراحل المبكرة من النمو، لكن هذا التوزيع يتحرك نحو المساواة في نهاية المطاف مع استمرار النمو الاقتصادي، بمعنى أن النمو الاقتصادي المستدام سيؤدي الى مستويات أدنى من عدم المساواة و تعرف هذه العلاقة ما بين النمو الاقتصادي و عدم المساواة في توزيع الدخل بمنحنى U معكوس (shaped inverted u-)، و في التسعينات أصبحت هذه العلاقة من بين أهم الفرضيات في الاقتصاد البيئي، حيث استخدمت هذه العلاقة من طرف باحثين في هذا المجال لوصف العلاقة ما بين التلوث و النمو الاقتصادي، و عرفت بمنحنى kuznets البيئي (EKC)، و اقترحت هذه الفرضية لأول مرة من طرف Grossman and Krueeger (1991)، و من ثم سعت الجهود الأكاديمية الى التحقيق في ذلك من خلال دراسات تجريبية واسعة على مختلف الدول و باستخدام مختلف النماذج في القياس الاقتصادي، و فعلا تأكدت صحة هذه الفرضية من طرف العديد من الباحثين، الا أنه يوجد مجموعة أخرى من الباحثين الذين لم يلاحظوا مثل هذه العلاقة ما بين التلوث البيئي و النمو الاقتصادي، فهناك من لاحظ أن العلاقة هي على شكل U، و آخرون لاحظوا أن العلاقة تكون على شكل N، بينما هناك من لاحظ أن العلاقة ما بين هذين المتغيرين تكون على شكل معكوس N، و عليه فإن إشكالية الدراسة هي من الشكل التالي: **هل تتحقق فعلا منحنى Kuznets البيئي بدول شمال فريقيا أم لا ؟**

و عليه، يمكن صياغة فرضيات الدراسة بالشكل التالي:

- تكون فرضية منحنى كوزنتس البيئي (EKC) محققة بالدول محل الدراسة، وعليه نرى أن العلاقة ما بين النمو الإقتصادي و التلوث البيئي بهذه الدول هي علاقة غير خطية.
- يمثل النمو الاقتصادي أهم محدد الانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربونCO_2.

- يعتبر استهلاك الطاقة المؤثر الأساسي في زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 .

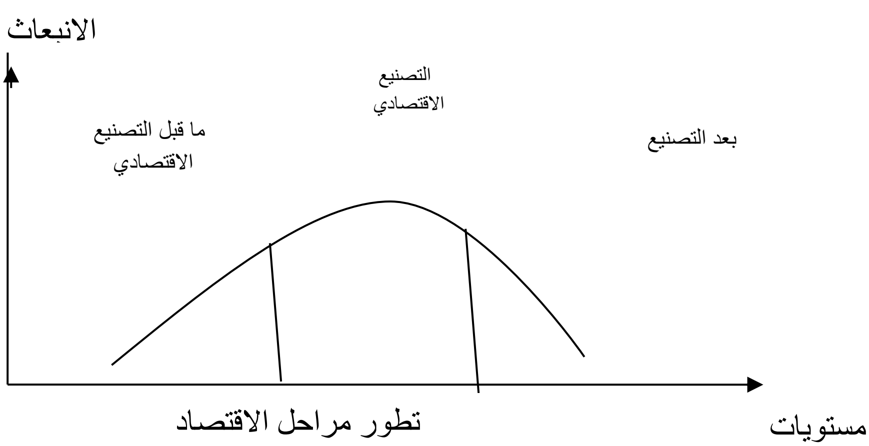
تهدف هذه الدراسة إلى اختبار فرضية EKC ب 06 دول إفريقية. من أجل تبسيط إشكالية البحث و محاولة إحاطة الموضوع من أهم جوانبه ارتأينا أن نقسم الدراسة الى جانب نظري يتعلق بمنحنى كوزنتس البيئي، وما تبعه من دراسات سابقة و جانب تطبيقي مخصص للدراسة الميدانية و هذا بالتطرق للتحليل القياسي لتأثير الطاقة و النمو الاقتصادي على ثاني أكسيد الكربون في مجموعة من دول شمال افريقيا.

1. الإطار النظري لمنحنى كوزنتيس البيئي(EKC).

1.1. النقاش حول منحنى(EKC).

إن النقاش الدائر حول فرضية منحنى كوزنتس البيئي(EKC) هو في الأصل خلاف بين النمو الاقتصادي و البيانات المناسبة لقياس التلوث البيئي. حسب (Dinda, 2004) فلقد قال الباحثون في البداية أن مستوى مرتفع للدخل الفردي يزيد في تدهور نوعية البيئة. ثم وضعوا فرضية أخرى و التي حسبها أن مستويات مرتفعة من الدخل يمكن أن تدهور البيئة (Beckerman, 1992) ، و حسب Bhagawati (1993) فإن النمو الاقتصادي يمكن أن يكون كشرط مسبق من أجل تحسين نوعية البيئة .
هذا ما سمح لـ (Panayoton,1993) بتأكيد أن النمو الاقتصادي يمكن أن يكون القناة القوية لتحسين نوعية البيئة في البلدان النامية. لأن هذه الفرضية الأخيرة قد تركت بعض الانتقادات. و يمكن تمثيل (EKC) في شكل منحنى مثل ما يمثله المنحنى التالي:

الشكل 1 : منحنى كوزنتس البيئي(EKC).



يبين هذا المنحنى ثلاث مناطق أفقية أين يمكن للاقتصاد أن تصنف بدلالة طبيعة العلاقة الموجودة بين الدخل الفردي والانبعاثات الملوثة لكل فرد. الشريط على اليسار يمثل إلى الاقتصاديات لما قبل مرحلة التصنيع الأولية للعلاقة بين الدخل الوطني الخام PIB والانبعاثات الملوثة لها شكل خطي موجب، يعني التدهور البيئي يزداد مع الدخل، أما الشريط الوسط فهو يمثل الدول في المرحلة الانتقالية من اقتصاد أولي الى اقتصاد صناعي، هذه المرحلة تتميز بإسراع الاستهلاك للموارد الطبيعية خاصة الطاقوية، إن الآثار تكون اقتصادية و بيئية و يمكن أن يصل التدهور البيئي خاصة الانبعاثات الملوثة إلى ذروته. فمستوى الدخل يتحسن فيؤدي إلى إخراج الأفراد من دائرة الفقر. لكن طلب بيئة من نوعية جيدة يكون أكثر و أقوى. هذه الاقتصاديات التي تكون عموما غنية تبحث عن تكنولوجيات الاستغلال للموارد الطبيعية و الإنتاج أقل تلوثا و هذا ما يسمح بعكس منحنى التدهور البيئي. أما في الشريط الأخير العلاقة بين PIB و الانبعاثات الملوثة لها شكل خطي سالب، و منه فإن التدهور البيئي ينخفض مع الدخل، فالاقتصاديات تدعم استعمال التكنولوجيات النظيفة و تطور النشاطات الأقل تلويثا إضافة إلى الخدمات.

إن التفسير الأساسي لشكل (EKC) هو المعنى الذي من خلاله عندما يصل السكان مستوى حياة جد مرتفع تعطي أهمية للتجهيزات البيئية، ومنه فبعد عبور مستوى معين للدخل الفردي، فإن إرادة الأفراد للدفع من أجل الحصول على بيئة نظيفة تزداد بسبب أكبر من ذلك الخاصة بالدخل (Roca, 2003) و هذا ما يترجم عموما بهبات للمنظمات التي تهتم بحماية البيئة و الطلب و استهلاك مواد أقل تلوثا. على هذا المستوى تكون مرونة الدخل للطلب للنوعية البيئية أكبر من 1 و منه فإن البيئة من نوعية جيدة و حمايتها تصبح من سلع الرفاهية.

إن فرضية EKC استنبطت من نموذج اقتصادي أين لا يوجد ردود الفعل لنوعية البيئة على النمو الاقتصادي. إن التدهور البيئي أصبح معروفا فإن له آثار مختلفة على نوعية الحياة و لكن غير مباشرة على سبيل الانتاج و في غياب ردود الفعل فإن النمو يمكن أن يكون حلا من أجل الولوج إلى نوعية جيدة للحياة في البلدان النامية عندما تتحقق فرضية EKC. حسب (Lopez,1994) فإن التدهور الاقتصادي أصبح ممكنا من خلال تراكم عوامل الإنتاج المعرفة من طرف المؤسسات و في نفس الوقت فإن الطلب على بيئة جيدة يزداد من طرف الأفراد و الإدارة. إن الباحث Munasinghe (1999) يؤكد أن منحنى كوزنتس البيئي (EKC) هو عبارة عن مجموع نقاط تقاطع بين التكاليف الحدية و الأرباح الحدية. أما بالنسبة Andieani & Levison, (2001) فإنه يمكن أن تستنتج من العلاقة التكنولوجية التي توجد بين استهلاك سلعة و تخفيض سلعها المشتقة أو السلع الثانوية الغير مرغوب فيها أو الملوثة، عندما يكون التلوث غير خاضع للضريبة، فإن المؤسسات تستعمله كعامل من عوامل الإنتاج، و هذا إلى أن كون السلعة الحدية معدومة. إن العلاقة نمو-بيئة تظهر ديناميكي. كما أن مخزون رأس المال موزع على جزئين: جزء مستعمل مباشرة في عملية الإنتاج مع سلعة ثانوية ملوثة و تدهور البيئة و الجزء الثاني موجه لتحسين نوعية البيئة (Dinda, 2002)، و من أجل

لمحة شاملة للعوامل التي يمكن أن تفسر شكل "U" مقلوب للعلاقة بين النمو و البيئة. أنظر (Dinda, 2004).

1.2. الدراسات السابقة:

تعددت الدراسات السابقة التي اهتمت بفرضية منحنى Kuznets البيئي، حيث تهدف هذه الدراسات إلى التأكد من وجود أو عدم وجود علاقة على شكل معكوس U ما بين التلوث البيئي و النمو الاقتصادي، و يوجد من بين هذه الدراسات التي أدرجت متغيرات تفسيرية أخرى التي قد تؤثر فب نظر الباحثين على التلوث البيئي مثل زيادة السكان، استهلاك الطاقة، التبادل التجاري، و متغيرات أخرى، كما اختلفت نماذج و نتائج هذه الدراسات عن بعضها البعض، بالإضافة إلى اختلاف مؤشرات قياس التلوث البيئي.

فبخصوص الدراسات التي أكدت هذه الفرضية نجد دراسة Ahmed et al.(2012) على باكستان خلال الفترة 19871-2008، حيث أكدت نتائج منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة ARDL المستخدمة بهذه الدراسة وجود علاقة على شكل Uمعكوس ما بين ثاني أكسيد الكربون CO_2 و النمو الاقتصادي، كما اخذت هذه الدراسة في الاعتبار كل من التبادل التجاري، الكثافة السكانية و استهلاك الطاقة كمحددات رئيسية لثاني أكسيد الكربون. و أوضحت النتائج أن التبادل التجاري يحسن من النوعية البيئية، بينما الكثافة السكانية و استهلاك الطاقة يزيدان من التدهور البيئي. و باستخدام نفس المنهجية من طرف Saboori et al.(2012) لكن على ماليزيا و اثناء الفترة 1980-2009، أكدت نتائج هذه الدراسة أن فرضية U معكوس محققة في المدى القصير و المدى البعيد. كذلك استخدم (Shahbaz et al.(2012 نفس المنهجية على تونس خلال الفترة 1971-2010، و أشارت نتائج الدراسة أن فرضية Kuznets محققة في كل من المدى القصير، و المدى البعيد، و مع اخذ عوامل اخرى التى من المحتمل أن تفسر التغيرات في ثاني أكسيد الكربون كمتغير يقيس التلوث البيئي و المتمثلة في استهلاك الطاقة و التبادل التجاري، فأوضحت النتائج ان كلاهما يزيدان من التلوث البيئي. و في دراسة أخرى أعدها Shahbaz et al(2014) على الإمارات العربية المتحدة خلال الفترة 1975-2011، و باستخدام نفس المنهجية لكن مع أخذ متغيرات تفسيرية أخرى تتمثل في استهلاك الكهرباء، الصادرات، بالإضافة الى الحضر.أكدت نتائج الامارات نتائج تونس بخصوص فرضية منحى Kuznets البيئي، كما كشفت النتائج أن كل من استهلاك الكهرباء و الصادرات يخفضان من التلوث البيئي، بينما التحضر يزيد من التلوث. وفي دراسة أخرى، اختبر Apergis et al.(2015) الفرضية على 14 دولة أسيوية خلال الفترة 1990-2014، باستخدام تقديرات العزوم المعممة GMM على بيانات البانل، وأشاروا أن الفرضية EKC حول العلاقة ما بين التلوث البيئي و النمو الاقتصادي محققة، كما أدرج الباحثون متغيرات

تفسيرية أخرى في النموذج تتمثل في الكثافة السكانية، الأرض، الصناعة كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي، بالإضافة إلى أربع مؤشرات أخرى تقيس النوعية المؤسساتية و هي الاستقرار السياسي، فعالية الحكومة، الجودة التنظيمية، و السيطرة على الفساد.

وفي دراسة حديثة اخرى أعدها Ahmed et al (2016) على كرواتيا خلال الفترة 1992-2010 مع الأخذ بعين الاعتبار متغيرات تفسيرية أخرى، و هي استهلاك الطاقة المتجددة، استهلاك الطاقة الغير المتجددة بالإضافة الى التبادل التجاري، و أكدت نتائج و نتائج DOLS أن فرضية EKC محققة بالدول محل الدراسة، كما أوضحت نتائج الدراسة كذلك، أن زيادة التبادل التجاري و استهلاك الطاقة المتجددة سيساهم في تخفيض التلوث البيئي (CO_2).

دراسة Lacheheb and al.,(2015) قام الباحثون في هذه الدراسة بالتقصي عن وجود منحنى كوزنتس البيئي بين النمو الاقتصادي كمتغير مستقل و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من ثلاثة مصادر طاقة مختلفة كمتغيرات تابعة، مع إدراج متغيرات مستقلة أخرى في الجزائر للفترة 1971-2009، باستخدام اختبار التكامل المشترك وفق منهجية الانحدار الذاتي للفترات الزمنية موزعة الإبطاء. حيث أظهرت نتائج الدراسة عدم تحقق فرضية كوزنتس البيئي للمتغيرات التابعة الثلاثة، بالرغم من وجود علاقة تكامل مشترك في الأجل الطويل بين متغيرات الدراسة.
دراسة أحلام زواوية: قامت هذه الدراسة بمحاولة معرفة العلاقة بين النمو الاقتصادي و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و استخدام الطاقة الأحفورية بالجزائر خلال الفترة (1980-2014)، حيث قامت الباحثة في هذه الدراسة بمحاولة الإجابة على الإشكالية التالية: ماهي الآثار المتبادلة بين النمو الاقتصادي و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، و ما هي متطلبات تحقيق استدامت هذا النمو بالجزائر؟ و من أجل الاجابة على هذه الاشكالية قامت الباحثة باختبار الفرضيات التي جاءت بها النظرية الاقتصادية في إطار تطبيق نموذج EKC على حالة الجزائر . و تهدف هذه الدراسة إلى تتبع مسار المؤشر البيئي و المتمثل في إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون عبر مراحل النمو الاقتصادي في الجزائر في إطار استراتيجية التحول نحو اقتصاديات الطاقة الأقل كربونا، و هذا عن طريق اختبار العلاقة السببية في المدى القصير و الطويل بين متغيرات نموذج انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و تحديد اتجاه هذه العلاقة فيما إذا كانت علاقة سببية بإتجاه واحد أو بإتجاهين.

و قامت الباحثة في هذه الدراسة باختبار وجود علاقات طويلة المدى من خلال التكامل المتزامن و العلاقات السببية لاختبار جرانجر بين النمو الاقتصادي و استخدام الطاقة و انبعاثات ثاني اكسيد الكربون في الجزائر خلال فترة الدراسة، حيث توصلت في البداية من خلال اختبارات الاستقرارية إلى اعتماد الفروق الأولى للمتغيرات و استقراريتها عند المستوى الأول، كما تأكدت من وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، و هو ما يتوافق مع نتائج فرضيات منحنى كوزنتس البيئي في وجود علاقات تكامل مشتركة طويلة المدى بين المتغيرات. و في الأخير توصلت إلى وجود

علاقة سببية ذات اتجاهين بين استخدام الطاقة و نمو الناتج المحلي و بين الناتج المحلي و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، و هو ما يؤكد الفرضيتين الأولى و الثانية و إسهامات نموذج EKC.

أما فيما يخص علاقة استخدام الطاقة التقليدية و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون فلم تجد أي علاقة سببية، و هو ما يتناقض مع فرضية كوزنتس، و عليه يقتضي الأمر ضرورة البحث في مؤشرات أخرى و معايير غير الطاقة التقليدية بالجزائر التي توجه جلها نحو التصدير و لا تستخدم في عملية الإنتاج.

دراسة فاطمة الزهراء بن زيدان بعنوان نموذج النمو الاقتصادي و التلوث البيئي، اختبار منحنى كوزنتس البيئي(EKC) في الجزائر: هدف هذه الدراسة اختبار منحنى كوزنتس البيئي في الجزائر ونوع العلاقة بين النمو الاقتصادي و التلوث البيئي، خلال الفترة (1990-2015). من أجل تحديد علاقة و أثر بعض المتغيرات الاقتصادية على التلوث البيئي تم الاستعانة في تحليل النموذج في هذه الدراسة الى نوعين من المؤشرات هما: المؤشر الاقتصادي و يمثله كل من متغير الناتج المحلي الاجمالي و استهلاك الطاقة و عدد السكان، و المؤشر البيئي و يمثله متغير انبعاثات غار ثاني اكسيد الكربون و ذلك باستخدام نموذج انحدار عادي و لقد تم اخياره نظرا لبساطة استعماله مقارنة بالنماذج التجميعية القياسية الاخرى حيث تستخدم القليل من القيود وفقا لما تمليه النظرية الاقتصادية. لقد قامت بدراسة نموذج VAR إلا أن النتائج كانت سلبية غير موافقة للنظرية الاقتصادية، لذلك اكتفت باختبار السببية طويلة الأجل لأنه أعطى نتائج موافقة للنظرية. من خلال نتائج تقدير النموذج:

- أن هناك علاقة طردية بين معدل نمو السكان و غاز ثاني أكسيد الكربون و يفسر ذلك من خلال ارتفاع عدد السكان يؤدي الى ارتفاع استهلاك الطاقة و بالتالي ارتفاع غاز CO_2.

- أن هناك علاقة طردية في اتجاه واحد بين معدل النمو الاقتصادي الذي يمثله نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي و انبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكربون CO_2 في المدى الطويل و ليس في المدى القصير.

- هناك علاقة طردية بين استهلاك الطاقة و انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 و هذا منطقي لأن اغلب الطاقة المستهلكة هي ملوثة (نفط و غاز) و مصدر رئيسي لانبعاثات CO_2.

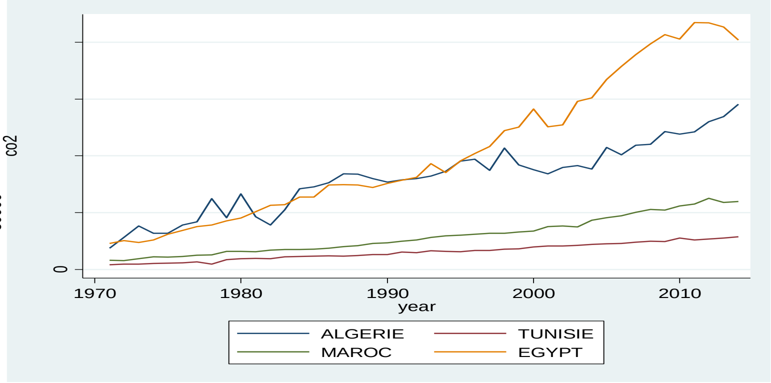
- لا يمكن تطبيق منحنى كوزنتس البيئي EKC في الاقتصاد الجزائري، أي لم يصل نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي الذي يؤدي الى انخفاض مستوى الانبعاثات. و كذلك يمكن تفسيره أن الجزائر لم تطبق اجراءات صارمة للحد من الانبعاثات كفيلة بتخفيضها، و إنما اكتفت بفرض رسوم على بعض الصناعات.

2. القياس الاقتصادي لتأثير الطاقة و النمو الاقتصادي على CO2.

2.1. تقديم البيانات.

إن الخطوة الأولى في تعيين نموذج العلاقة بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون و استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي في بلدان شمـــال إفريقيا خلال الفترة (1971-2014)، تتمثل في تقديم المتغيرات التي يتضمنها النموذج انطلاقا من قاعدة النظرية الاقتصادية والمعلومات المتاحة عن المتغير التابع والمتغيرات المستقلة خلال فترة الدراسة. و قد شملت هذه البيانات على: **المتغير التابع**: و يرمز له بـ CO_2. الذي يمثل ثاني أكسيد الكربون للشخص في الدولة (i)، و يقاس بطن/فرد، حيث يقيس التلوث البيئي، و هو من بين المعايير التي تستعمل في قياس نوعية البيئة، و هذا ما يتماشى و دراسة كل من فاطمة الزهراء و شهيب وآخرون (2015) و زواوية أحلام، و لقد تم الحصول على هذه المعطيات من الموقع الرسمي للبنك العالمي[1]، و هو خاص بأربع دول(الجزائر، تونس، المغرب، مصر)، و يمتد من سنة 1971 إلى سنة 2014. و نمثله في المنحنى التالي:

شكل 2: تطور ثاني أكسيد الكربون (الطن المتري).



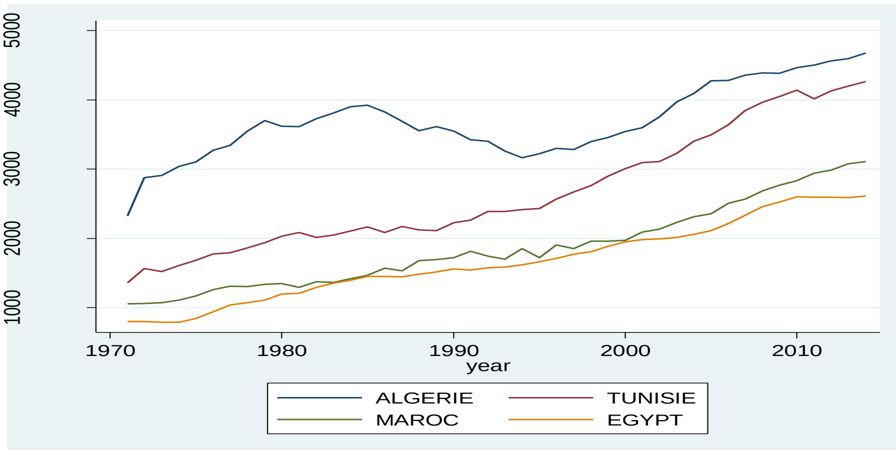
- يمثل المنحنى تطور إنبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون في البلدان الأربعة (الجزائر، تونس، المغرب و مصر) خلال الفترة الممتدة من (1971-2014) حيث نلاحظ أن كل البلدان في تزايد من حيث الانبعاثات حيث يكون ترتيبها تدريجيا من الأكثر تلويثا الى الأقل فتأتي مصر ثم الجزائر و بعدها تأتي المغرب فتونس.

(1) أنظر الموقع .www.warldbank.org

ب- المتغيرات المستقلة:

GDP_cap: يمثل الناتج المحلي للفرد الخاص بكل دولة(الجزائر، تونس، المغرب، مصر) خلال الفترة الممتدة ما بين 1971-2014. وهو يعبر عن النمو الاقتصادي، وتحصلنا على بياناته من البنك العالمي.

شكل3 : تطور الناتج المحلي الخام (دولار أمريكي).

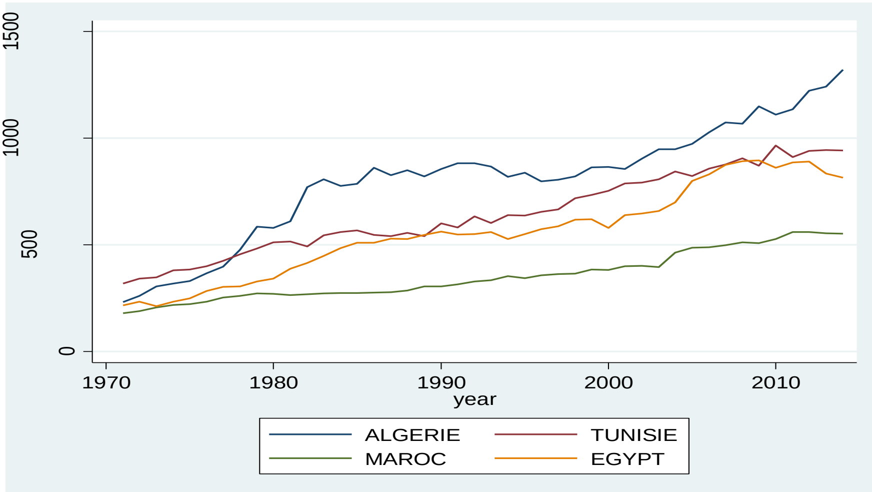


يمثل المنحنى السابق تطور الناتج المحلي للفرد الخاص بكل دولة (الجزائر، تونس، المغرب و مصر). خلال الفترة الممتدة من 1971 الى 2014 و التي أعطت تغيرات عديدة حيث نلاحظ في كل من المغرب و مصر أنه يتزايد بنسب متفاوتة و أن هذه الأخيرة هي الأصغر قيمة من حيث الناتج المحلي للفرد و بعدها تأتي تونس كذلك في تزايد. ثم تأتي الجزائر الأولى حيث المنحنى في تزايد إلى غاية سنة 1986 ثم يتناقص بسبب أزمة البترول و بعدها تأتي العشرية السوداء التي أثرت في النمو الاقتصادي للبلد و بعدها يعود الارتفاع في السنوات المتبقية.

energy: تمثل استهلاك الطاقة (كيلوغرام مكافئ نفط (وقود مكافئ) لكل فرد) في أربع بلدان خلال الفترة الممتدة ما بين1971-2014، وتحصلنا عليها من البنك العالمي.

- يمثل المنحنى 4 تطور استهلاك الطاقة خلال الفترة (1971-2014) للبلدان. الأربع حيث نلاحظ أن كل الدول في تزايد في استهلاك الطاقة حسب فترات صغيرة و نلاحظ أن الجزائر في المرتبة الأولى و بعدها تونس ثم مصر و في الأخير المغرب.

شكل 4: تطور إستهلاك الطاقة (كلغ/لكل فرد)



2. التقدير و النتائج.

1- 2. النموذج التجميعي OLS:

يعتبر نموذج الانحدار التجميعي من أبسط نماذج بيانات البانل، حيث يهمل هذا النموذج وجود الأثر الفردي (تأثير البعد المقطعي والزمني) أي (μ_i=0)، و يمكن كتابة النموذج على الشكل التالي:

$$CO_{2_i} = \beta_0 + \beta_1 \mathrm{GDP_i} + \beta_2 \mathrm{GDP_i^2} + \beta_3 Energy_i + \varepsilon_i$$

جدول1: نتائج تقدير النموذج التجميعي للمربعات الصغرى.

Source	SS	df	MS			
				Number of obs	=	176
				F(3, 172)	=	54.67
Model	2.2022e+11	3	7.3406e+10	Prob > F	=	0.0000
Residual	2.3094e+11	172	1.3427e+09	R-squared	=	0.4881
				Adj R-squared	=	0.4792
Total	4.5116e+11	175	2.5780e+09	Root MSE	=	36643

co2	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
GDP_cap	-3.425509	15.37482	-0.22	0.824	-33.77313	26.92211
GDP2	-.0056654	.0028002	-2.02	0.045	-.0111927	-.0001381
energy	227.4104	19.6858	11.55	0.000	188.5536	266.2673
_cons	-27820.86	18406.61	-1.51	0.133	-64152.78	8511.059

نلاحظ في مخرجات Stata أن نتائج النموذج التجميعي هي إحصائية فيشر المحسوبة تساوي 54.67 و القيمة الاحتمالية لها تساوي 0.000 و أن قيمة R^2 هي 0.98 و منه فإن معادلة الانحدار تكتب على الشكل التالي:

$$CO_2 = -27820.86 - 3.42\mathrm{GDP} - 0.005\mathrm{GDP}^2 + 227.41Energy$$

- الزيادة بوحدة واحدة في GDP تؤدي إلى انخفاض CO_2 بـــ 3.42 وحدة، إلا أن قيمة tالاحتمالية أكبر من 0.05 تساوي 0.83 أي غير معنوية.
- الزيادة بوحدة واحدة في GDP^2 تؤدي إلى انخفاض CO_2 بـــ 0.005 وحدة.
- الزيادة بوحدة واحدة في Energy تؤدي إلى زيادة CO_2 بـــ 227.41 وحدة.

2.2.نموذج المربعات الصغرى للمتغيرات الصماء LSDV:

من أجل دراسة الآثار الثابتة لكل دولة ندخل الدول كمتغيرات وهمية و هي متغيرات ALG، TUN، MAR، EGY حيث أن إذا كانت الدولة الأولى تساوي 1 و صفر في الحالة المعاكسة، و هكذا بالنسبة لكل دولة. ومن أجل هذا قمنا بإنشاء هذه المتغيرات التي تشمل اسم الدول. ومنه فإن نموذج LSDV يكتب على الشكل التالي:

$$CO_{2_i} = \beta_0 + \beta_1\mathrm{GDP_i} + \beta_2\mathrm{GDP_i}^2 + \beta_3 Energy_i + \mu_1\mathrm{ALG} + \mu_2\mathrm{TUN} + \mu_3\mathrm{MAR} + \mu_4\mathrm{EGY} + \varepsilon_i$$

نلاحظ وجود أربع متغيرات وهمية، تضاف مقارنة إلى النموذج التجميعي. نلاحظ أن النموذج يحتوي فقط على 3 متغيرات و أن المتغير الرابع هو المرجع الذي يقارن عليه، حيث يتم حذفه بسبب مشكلة التعدد الخطي، في هذا المثال حذفت الجزائر.

جدول2 : نتائج نموذج LSDV.

note: Algerie omitted because of collinearity

Source	SS	df	MS			
				Number of obs	=	176
				F(6, 169)	=	216.52
Model	3.9922e+11	6	6.6537e+10	Prob > F	=	0.0000
Residual	5.1935e+10	169	307307281	R-squared	=	0.8849
				Adj R-squared	=	0.8808
Total	4.5116e+11	175	2.5780e+09	Root MSE	=	17530

co2	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
GDP_cap	55.31142	8.117618	6.81	0.000	39.28643	71.33641
GDP2	-.0124123	.0013848	-8.96	0.000	-.0151461	-.0096785
energy	171.7621	13.35673	12.86	0.000	145.3945	198.1296
Algerie	0	(omitted)				
Tunisie	-56683.8	4751.204	-11.93	0.000	-66063.15	-47304.45
Maroc	2458.234	5372.358	0.46	0.648	-8147.34	13063.81
Egypt	43016.67	6961.186	6.18	0.000	29274.58	56758.75
_cons	-89001.89	11201.11	-7.95	0.000	-111114	-66889.77

نلاحظ أن قيمة فيشر ارتفعت إلى 216.52 مع قيمة احتمالية أقل من 0.05. كما نلاحظ أن معلمات المتغيرات مختلفة عن النموذج التجميعي مثال معلمة المتغير GDP=55.31 في نموذج LSDV حيث كان 3.42- في النموذج التجميعي OLS، كما أن هذا المتغير أصبح معنوي حيث أن قيمة tالاحتمالية أقل من 0.05 بعدما كانت تساوي 0.83 في النموذج التجميعي OLS (أي غير معنوية).

إضافة إلى كل هذا فإن هذا النموذج يوفر لنا معلمة خاصة بكل دولة (متغير وهمي)
لكن كيف يتم تفسيرها؟
تقدير معلمة الدولة المرجعية الجزائر هنا (المحذوفة في الانحدار) تمثل في نموذج LSDV بالثابت الذي يساوي 89001.89- و هي ثابت النموذج. ومنه فإن المعلمات μ_2, μ_4 تمثل الانحراف بالنسبة لهذه القيمة. مثال بالنسبة لـ $\mu_2 = -56683.8$ أي أن ثابت الدولة الثانية أقل بـ (56683.8) مقارنة بالدولة المرجعية (الجزائر) (-89001.89) و منه فإن ثابت الدولة (2) هو:

$$-89001.89+ (-56683.8)= (-145685.69)$$

و يمكن أن نحسب:

$$-89001.89+(-56683.8)*1+2458.23*0+43016.67*0=-145685.69$$

$$-89001.89+(-56683.8)*0+2458.23*1+43016.67*0=-86543.656$$

-89001.89+(-56683.8)*0+2458.23*0+43016.67*1=-45985.22

و في الأخير نكتب المعادلات الخاصة بكل دولة:

الدولة 1: (الجزائر).

$$CO_2 = -89001.89 + 55.31\text{GDP} - 0.0124\text{GDP}^2 + 171.76\text{Energy}$$

الدولة 2: (تونس).

$$CO_2 = -145685.69 + 55.31\text{GDP} - 0.01\text{GDP}^2 + 171.76\text{Energy}$$

الدولة 3: (المغرب).

$$CO_2 = -86543.66 + 55.31\text{GDP} - 0.0124\text{GDP}^2 + 171.76\text{Energy}$$

الدولة 4: (مصر).

$$CO_2 = -45985.22 + 55.31\text{GDP} - 0.0124\text{GDP}^2 + 171.76\text{Energy}$$

إن تفسير ثابت الدولة (2) هو أنه أصغر بـــ 56683.8 مقارنة بثابت الدولة (1)، مع قيمة إحتمالية p.value=0.000. أما بالنسبة للدولة الثالثة (المغرب) فثابتها أكبر بـ 2458.23 مقارنة بثابت الجزائر. و بصفة عامة فإن كل المعلمات ذو معنوية إحصائية ما عدا معلمة المغرب فهي غير معنوية لأن P.value= 0.64 و هي أكبر من 0.05. حيث أن هذا الأخير له جودة افضل من ناحية القيمة الاحصائية لاختبار فيشر و قيمة R^2 المعدل هي 88% في النموذج LSDV مقابل 47% في النموذج التجميعي، كما أن المعلمات المرتبطة بكل متغير مختلفة بين النموذجين، حيث أن في نموذج LSDV فإن المتغيرات GDP-cap و GDP^2 و Energy معنوية عند مستوى 0.1%، أما في النموذج التجميعي فإن المتغير GDP غير معنوي و المتغير GDP^2 معنوي عند مستوى 5%، كما أن نموذج LSDV يعطي لنا ثابت النموذج الخاص بالمتغير المرجعي و الباقي عبارة عن انحرافات مقارنة بالثابت العام. حيث أنها كلها معنوية ماعدا بالنسبة للمغرب.

2.3. النموذج ذو الآثار الثابتة:

يدرس نموذج الآثار الثابتة المتغير الثابت الخاص بكل دولة، و من أجل تقدير هذا النموذج في برنامج stata نستعين بالتعليمة xtreg و التي يجب أن تتبع بالخاصية fe لتحديد النموذج ذو الآثار الثابتة.

جدول3: نتائج تقدير نموذج الآثار الثابتة.

```
Fixed-effects (within) regression               Number of obs      =       176
Group variable: pays                            Number of groups   =         4

R-sq:                                           Obs per group:
     within  = 0.7667                                         min =         44
     between = 0.0943                                         avg =       44.0
     overall = 0.4032                                         max =         44

                                                F(3,169)           =    185.14
corr(u_i, Xb)  = -0.1401                        Prob > F           =    0.0000
```

co2	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
GDP_cap	55.31142	8.117618	6.81	0.000	39.28643	71.33641
GDP2	-.0124123	.0013848	-8.96	0.000	-.0151461	-.0096785
energy	171.7621	13.35673	12.86	0.000	145.3945	198.1296
_cons	-91804.12	9574.165	-9.59	0.000	-110704.5	-72903.75
sigma_u	40980.156					
sigma_e	17530.182					
rho	.8453162	(fraction of variance due to u_i)				

```
F test that all u_i=0: F(3, 169) = 194.17                    Prob > F = 0.0000
```

مقارنة نتائج هذا النموذج مع نموذج LSDV نلاحظ أن هذا النموذج يعطي معلمات صحيحة إلا أن قيمة فيشر غير صحيحة 185.14 و كذا R^2=0.76 .

ففي السطر الأخير في الجدول لدينا إحصائية فيشر التي تختبر الفرضية الصفرية لمعلمات المتغيرات الصماء في نموذج LSDV تساوي 0. أي:

$$(\mu_1 = 0, \mu_2 = 0, \mu_3 = 0, \mu_4 = 0)$$

من خلال احصائية فيشر نلاحظ أن القيمة الاحتمالية أصغر من 0.05 و منه فإننا نفضل النموذج ذو الآثار الثابتة على النموذج التجميعي OLS.

2.4. النموذج ذو الآثار العشوائية:

هذا النوع من النماذج يبحث عن الافراد/ أو الزمن يؤثر في التباين. فهو يعتمد على المربعات الصغرى المعممة FGLS . باستعمال التعليمة xtreg المتبوعة بالخاصية re تحصلنا على النتائج التالية:

جدول4: نتائج تقدير نموذج الآثار العشوائية بطريقة المربعات الصغرى المعممة

```
Random-effects GLS regression                   Number of obs      =       176
Group variable: pays                            Number of groups   =         4

R-sq:                                           Obs per group:
     within  = 0.6830                                         min =         44
     between = 0.2983                                         avg =       44.0
     overall = 0.4881                                         max =         44

                                                Wald chi2(3)       =    164.01
corr(u_i, X)   = 0 (assumed)                    Prob > chi2        =    0.0000
```

co2	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
GDP_cap	-3.425509	15.37482	-0.22	0.824	-33.5596	26.70858
energy	227.4104	19.6858	11.55	0.000	188.827	265.9939
GDP2	-.0056654	.0028002	-2.02	0.043	-.0111538	-.000177
_cons	-27820.86	18406.61	-1.51	0.131	-63897.15	8255.425
sigma_u	0					
sigma_e	17530.182					
rho	0	(fraction of variance due to u_i)				

نلاحظ في الجدول عدة إحصائيات منها:

R^2 الذي ينقسم إلى ثلاث أجزاء (الكلي، الداخلي و الخارجي) فالكلي يساوي 0.48 و الداخلي يساوي 0.68 و الخارجي يساوي 0.29 .إحصائية wald مع قيمتها الاحتمالية و التي تتبع قانون chi2. و هنا نلاحظ أن القيمة الإحتمالية أصغر من 0.05 إذن نموذج جيد. و هذا عبارة عن اختبار فيشر من أجل معرفة هل كل المعلمات مختلفة عن الصفر. المعلمات الخاصة بالمتغيرات التفسيرية، فمعلمة energy هي (227.4104) وهي معنوية .

اختبار نموذج الآثار العشوائية.

من أجل اختبار وجود الآثار العشوائية في النموذج نستعمل اختبار Breusch and Pagan LM test for random effects. حيث أن الفرضية الصفرية هي أن مكونات تباين الخطأ للآثار الخاصة الزمنية أو الآثار الخاصة الفردية معدومة $H0$=$\sigma_{\mu}^{2}=0$. (Green,2002, p298) في حالة رفض الفرضية الصفرية فهذا معناه وجود آثار عشوائية مهمة في البيانات المقطعية، و أن نموذج re أفضل من نموذج المربعات الصغرى.

نتائج اختبار نموذج الآثار العشوائية.

```
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

        co2[pays,t] = Xb + u[pays] + e[pays,t]

        Estimated results:
                        |       Var     sd = sqrt(Var)
                ---------+-----------------------------
                     co2 |   2.58e+09       50774.44
                       e |   3.07e+08       17530.18
                       u |          0              0

        Test:   Var(u) = 0
                             chibar2(01) =     0.00
                          Prob > chibar2 =   1.0000
```

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية لـــ chibar2=1.000 اكبر من 0.05 أي نقبل الفرضية الصفرية ومنه نؤكد عدم وجود آثار عشوائية في البيانات المقطعية. و هذا يعني أن نموذج المربعات الصغرى أفضل من نموذج re.

2.5. اختبار هوسمان Hausma:

يسمح هذا الاختبار باختيار النموذج الأفضل بين نموذج الآثار العشوائية و نموذج الآثار الثابتة.

جدول: نتائج اختبار هوسمان.

```
                 ---- Coefficients ----
             |      (b)          (B)            (b-B)     sqrt(diag(V_b-V_B))
             | fixed_model  random_model     Difference          S.E.
-------------+----------------------------------------------------------------
     GDP_cap |   55.31142    -3.425509        58.73693        7.178091
        GDP2 |  -.0124123    -.0056654       -.0067469        .0007332
      energy |   171.7621     227.4104       -55.64838        19.79749
------------------------------------------------------------------------------
                           b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
            B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

    Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

                  chi2(2) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
                          =      126.37
                Prob>chi2 =      0.0000
```

نلاحظ من الجدول أن القيمة الاحتمالية لـ chi2 هي 0.0000 و هي أصغر من 0.05 إذن النموذج هو نموذج ذو آثار ثابتة.

3. التحليل الإقتصادي:

بالنظر الى النتائج الموضحة في الجدول الذي يمثل نتائج تقدير النموذج ذو الآثار الثابتة و هو النموذج المختار لدراستنا بإختبار هوسمان، تتضح أن الفرضية شكل مقلوب U و المعروفة بمنحنى kuznets البيئي أو فرضية EKC محققة لأن معامل الدخل الفردي الحقيقي موجب (GDP) و معامل مربع الدخل الفردي سالب 2(GDP)، و عليه يمكن الاستنتاج أنه في الجدول محل الدراسة تكون العلاقة بين النمو الاقتصادي و التلوث البيئي هي علاقة غير خطية و تأخذ شكل ∩ حيث إذا ارتفع النمو الاقتصادي يرتفع معه التلوث البيئي، و في تقديراتنا نرى أنه إذا ارتفع النمو الاقتصادي ب 1% مع ثبات العوامل الأخرى يزيد ثاني اكسيد الكربون للفرد ب 55.31% و هذا التأثير الإيجابي معنوي إحصائيا عند مستوى معنوية 5% و بمجرد أن يستمر النمو الإقتصادي في الإرتفاع بشكل سريع يبدأ التلوث البيئي في الإنخفاض، و في تقديراتنا إذا إرتفع مربع النمو الاقتصادي 2(GDP) ب 1% مع ثبات العوامل الأخرى ينخفض ثاني اكسيد الكربون للفرد ب 0.012% و هذا التأثير السلبي معنوي احصائيا عند مستوى معنوية 5% ، و هذه النتيجة تتفق مع أغلبية الدراسات السابقة، و بخصوص المحدد الآخر الذي هو استهلاك الطاقة فيتضح أنه كلما زاداستهلاك الفرد من الوقود يزيد معه التلوث البيئي، حيث إذا ارتفع استهلاك الفرد من الطاقة ب 1% مع ثبات العوامل الأخرى يرتفع ثاني اكسيد الكربون للفرد ب 171.76% و هذا التأثير الايجابي و معنوي احصائيا عند مستوى معنوية 5% و هذه النتيجة يتفق مع بعض الدراسات السابقة أشارت إلى أن استهلاك الطاقات غير المتجددة يزيد من حدة التلوث البيئي عكس استهلاك الطاقات المتجددة و عليه على الدول أن تتجه إلى الإستثمار في مجال الطاقات المتجددة من أجل الحفاظ على طهارة البيئة.

ويمكن حساب نقطة التحول و التي تساوي: $x^* = -\frac{\beta_1}{2\beta_2} = -\frac{55.31}{2(-0.012)} = 2304.5\ \$$

الخلاصة:

مما لا شك فيه أن أي ظاهرة إقتصادية تكون نتيجة لعوامل مختلفة تؤثر فيها و في طريقة سيرورتها، كما أن هذه الظاهرة ليست بمعزل عن التأثير فيما حولها و بكل ما يربطها في محيطها، و تعتبر ظاهرة التلوث البيئي واحدة من أهم الظواهر الاقتصادية التي نالت قسطا وافرا من البحث و الدراسات الأكاديمية لما لها من أثر بالغ استدعى مواكبة التطورات الحاصلة على جميع الأصعدة، و تمثل هذه الدراسة التي قمنا بإنجازها محاولة للمساهمة في إثراء الأدب الإقتصادي التجريبي، حيث انصبت على دراسة العلاقة بين النمو الإقتصادي و التلوث البيئي، باستخدام بيانات السلاسل الزمنية المقطعية الساكنة من أجل تحديد الفوارق الدائمة بين هذه الأخيرة،

من خلال الدراسة تبين أن نموذج منحنى كوزنتس البيئي(EKC) يمكن أن يأخذ المعادلة التي تعطي سبعة أشكال، حسب قيم المعلمات β_K . كما أن من خلال الدراسات السابقة فأن منحنى كوزنتس البيئي قد يتحقق في بعض الدول كما يمكن أن لا يتحقق في بعض الدول الأخرى، حيث أن المتغيرات التي أدرجت في الدراسات غالبا ما تكون PiB أو PiB/h، إضافة إلى الطاقة، أما متغير التلوث البيئي فيأخذ غالبا CO_2 مكافئ أو SO_2 وغيرها من المتغيرات التي تقيس التلوث البيئي.

و أكدت نتائج نموذج الآثار الثابتة صحة العلاقة غير الخطية و التي تأخذ شكل مقلوب U ما بين النمو الإقتصادي و التلوث البيئي حيث أشارت النتائج إلى إيجابية معامل الدخل الفردي الحقيقي كما أشارت إلى معنويته الإحصائية عند مستوى معنوية 1%، و أشارت كذلك إلى سلبية معامل مربع الدخل الفردي الحقيقي و إلى معنويته الإحصائية عند مستوى معنوية 1%.

بالأخذ في الإعتبار النمو الإقتصادي أهم محددات التلوث البيئي، حيث استخدم هذا المتغير في العديد من الدراسات السابقة كأحد أسباب التلوث البيئي، و كما كان متوقع تبين فعلا من نتائج دراستنا أن النمو الإقتصادي يزيد من التلوث البيئي، و كان هاذ التأثير الإيجابي معنوي إحصائيا.

و بالأخذ في الإعتبار استهلاك الطاقة أهم محددات التلوث البيئي، حيث استخدم هذا المتغير في العديد من الدراسات السابقة كأحد أسباب التلوث البيئي، و كما كان متوقع تبين فعلا من نتائج دراستنا أن استهلاك الطاقة يزيد من التلوث البيئي، و كان هاذ التأثير الإيجابي معنوي إحصائيا.

- المراجع:

- احلام زواوية، 2017، " العلاقة السببية بين النمو الإقتصادي و متغيرات نموذج كوزنتس البيئي حالة الجزائر"، مجلة الإستراتيجية و التنمية، جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم، العدد 13.
- فاطمة الزهرة بن زيدان، 2017، نموذج النمو الإقتصادي و التلوث البيئي، اختبار منحنى كوزنتس البيئي في الجزائر، مجلة الإستراتيجية و التنمية، جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم، العدد 13.
- Ahmed, K., & Long, W. (2012). Environmental Kuznets curve and Pakistan: an empirical analysis. Procedia Economics and Finance, 1, 4-13.
- Andreoni J. and Levinson A.(2001): " the simple analytics of the Environmental Kuznetss Curve", Journal of public Economics, vol 80,pp 269-286.
- Beckerman W.(1992): "Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment?", World Development, vol.20, pp481-496;
- Bhagawati J.(1993):"the case for free trade ", scientific American, pp 42-49;
- Dinda S. (2002): " A theoretical basis for environmental Kuznets Curve", Economic Reseach Unit, Indian Statistical Institue, Kolkata. Mimeo;
- Dinda S. (2004): " Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A survey", Ecological Economics, vol 49, pp 431-455;
- Grossman G-M and krueger A.B., 1993, " Environmental Impact of a North Amercian free trade Agreement".In " The Mexico-US Free trade agreement", MIT Press, Cambridge, MA,.
- Lopez R. (1994): " The environmental as a factor of production: the effects of economic growth and trade liberalization", Journal of Environmental Economics and management, vol 27, pp 163-184;
- Munasinghe M. (1999): "Is environmental degradation an inevitable consequence of economic growth: tunneling through the environmental Kuznets curve", Ecological Economics, vol 29, pp 89-109;
- Panayotou T. (1993): "Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Devlepment", Working paper WP238 Technology and Employment Programme, Geneva: International Labor Office;
- Roca J. (2003): " Do individual preferences explain Environmental Kuznets Curve?", Ecological Economics, vol. 45, pp 3-10;
- Shahbaz, M., Leitao, N.C. (2013). Portuguese Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: A Time Series Analysis, Bulletin of Energy Economics. 1(1): 1-7;

- William. H. Greene, 2003, Econometric Analysis, 5th edition, Prentice Hall, New Jersey.
- -موقع البنك العالمي WWW.worldbank.org.