مجلة آفاق علمية ISSN: 1112-9336
المجلد: 14 العدد: 03 السنة 2022 ص 701 – 724

تاريخ الإرسال: 2022/03/18 تاريخ القبول: 2022/08/25
تاريخ النشر: 2022/10/06

العوامل الدافعة لتغير استهلاك الطاقة في الجزائر خلال الفترة 2000-2019 باستخدام منهجية التفكيك التحليلي وفق طريقة (LMDI)

Driving factors for Energy Consumption Changes in Algeria over 2000–2019: A Decomposition Analysis Using Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI)

طرايش معمر[1]، إخلف حكيم[2]
جامعة الحاج موسى أق اخاموك تامنغست، [1]traichmaamar@yahoo.fr
جامعة الحاج موسى أق اخاموك تامنغست ، [2]ikhlef.hakim@univ-tam.dz

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد القوى والعوامل الدافعة إلى تغير إستهلاك الطاقة في الجزائر خلال الفترة 2000-2019 باستخدام منهجية التفكيك التحليلي بطريقة the logarithmic mean Divisia index (LMDI) ، التي تمكننا من معرفة دور وحجم تأثير كل من النشاط الاقتصادي والتغيرات الهيكلية وكثافة الطاقة للتغير في استهلاك الطاقة، وأظهرت نتائج الدراسة أن إجمالي استهلاك الطاقة في اتجاه تصاعدي خلال الفترة 2000-2019، وأن النشاط الاقتصادي هو القوة الدافعة الأولى لزيادة استهلاك الطاقة في الجزائر، ونظرا لتدهور كفاءة الطاقة وتحول الإقتصاد الجزائري إلى قطاع كثيف الاستخدام للطاقة (قطاع الخدمات على حساب قطاع الصناعة والزراعة) فإن عامل كثافة الطاقة وعامل الهيكل الاقتصادي لم يساعدا في الحد من مستويات إستهلاك الطاقة، وتشير هذه النتائج إلى أنه ينبغي

لواضعي السياسات العامة في الجزائر الصرامة في تنفيذ البرنامج الوطني للطاقة أفاق 2030 من خلال ترشيد استخدام الطاقة والإستثمار في الطاقات المتجددة.

الكلمات المفتاحية: تغير استهلاك الطاقة، تفكيك تحليلي، طريقة LMDI.

Abstract:

This study aims to identify the forces and factors driving the change in energy consumption in Algeria during the period 2000-2019. Using the logarithmic mean Divisia index (LMDI) method, we can see the role and magnitude of the impact of both economic activity, structural changes and energy intensity of energy consumption change. The results of the study showed that total energy consumption was on an upward trend during the period 2000-2019 and that economic activity was the primary driving force for increased energy consumption in Algeria and due to the deterioration of energy efficiency and the transformation of the Algerian economy into an energy-intensive sector (the service sector at the expense of industry and agriculture), the energy intensity factor and the economic structure factor did not help reduce energy consumption levels and these results indicate that algeria's policy makers should be strict in implementing the programme. National Energy Horizons 2030 by rationalizing energy use and investing in renewable energies.

Keywords: Change in energy consumption, Decomposition Analysis, (LMDI) method.

المؤلف المرسل: طرايش معمر، الإيميل: TRAICHMAAMAR@YAHOO.FR.

1-مقدمة:

الطاقة عنصر محوري بالنسبة لكل تحد رئيسي يواجه العالم، فإمكانية حصول الجميع على الطاقة أمر جوهري، سواء من أجل فرص العمل أو الأمن أو تغير المناخ أو إنتاج الأغذية أو زيادة الدخل، من هذا المنطلق تأسست مبادرة

منظمة الأمم المتحدة لبعث مفهوم جديد للطاقة من خلال ربطها بالاستدامة وترتكز المبادرة على ثلاث أهداف عالمية رئيسية وهي: ضمان حصول الجميع على خدمات الطاقة الحديثة ومضاعفة المعدل العالمي لتحسين كفاءة استخدام الطاقة ومضاعفة كميتها المتجددة في مزيج الطاقة العالمي [1]يعكس ارتفاع استهلاك الطاقة التطور والنمو في اقتصاديات الدول، وكذا حجم التنمية الاقتصادية والاجتماعية، والرفاهية التي يعيشها أفراد تلك الدول، وفي الجزائر ومع بروز قطاع الطاقة، أصبح قطاعا محركا للاقتصاد حيث يمثل 60% من الناتج المحلي الإجمالي و97% من إجمالي الصادرات[2]، حيث عرف استهلاك الطاقة منحا تصاعديا كبيرا حيث ارتفع من 18 مليون طن مكافئ نفط إلى 48 مليون طن مكافئ نفط خلال الفترة 2000–2019 في ظل غياب سياسة طاقوية تعتمد على كفاءة استخدام الطاقة والطاقات المتجددة والدعم العشوائي لمختلف مصادر الطاقة، الأمر الذي كان له تأثير سلبي على الاحتياطي من الطاقة الأحفورية وزيادة إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وكذلك انخفاض حصة صادرات الطاقة التي يعتمد عليها الاقتصاد الجزائري في تحريك باقي القطاعات الأخرى(الإقتصاد الريعي).

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد وتحليل تطور مختلف العوامل التي تسهم في التغيرات في إستهلاك الطاقة وتأثيرها على الإقتصاد الجزائري من خلال مناقشة الأسباب التي أدت إلى هذا التطور، حيث استخدمنا طريقة مؤشر التفكيك التحليلي (IDA) وطريقة مؤشر المتوسط اللوغاريتمي المجزئ (LMDI) المطورتان من Su and Ang (2012)[4] Ang(2004)[3]، وتغطي هذه الدراسة الفترة من 2000–2019 التي خرجت فيها الجزائر من أزمة سياسية واقتصادية خانقة، ولوحظت خلالها تغيرات هامة في مسار السياسة الاقتصادية التي كانت مبنية على سعر

برميل النفط في السوق العالمي، وعرفت الأسعار خلال الفترة 2000–2013 منحا تصاعديا حتى وصل إلى 140 دولار للبرميل، حيث اتبعت الجزائر خلال هذه المرحلة سياسة توسعية من خلال برامج الإنعاش الاقتصادي وبرامج دعم النمو القائمة على التوسع في الإنفاق العام لتحريك الاقتصاد، فارتفع على إثر ذلك إستهلاك الطاقة، وابتداء من سنة 2014 حصلت صدمة في أسعار النفط أثرت على مسار السياسة الاقتصادية في اتجاه الانكماش[5] مع بقاء ارتفاع إستهلاك الطاقة بنفس الوتيرة، بالتالي فإن هذه الدراسة خلال ذات الفترة تمكننا من مراقبة آثار مختلفة لسياسات الاقتصاد الكلي على استهلاك الطاقة من خلال التغيرات الهيكلية في النشاط الاقتصادي والتغير القطاعي في استهلاك الطاقة.

استخدمت منهجية التحليل التفكيكي لأول مرة في أواخر السبعينات لدراسة أثر التغير في الطلب على الطاقة في القطاع الصناعي، واستخدمت بعدها هذه المنهجية بشكل متزايد في التحليل البيئي المتصل بالطاقة[6]، وتندرج ضمن منهجية التفكيك التحليلي طريقتان هما: طريقة التفكيك التحليل الهيكلي SDA (حيث يتم استكشاف الصلة بين أنشطة التأثير والاستهلاك) ومؤشر التفكيك التحليلي IDA لدراسة أثر العلاقة بين (الطاقة والبيئة والعمالة) ومستوى الإنتاج[7]، وأدخل الباحثون عدة تحسينات على هذه الطريقة من خلال تقسيمها إلى شكلين the logarithmic mean Divisia index (LMDI) method and the arithmetic mean Divisia index (AMDI) [8] method

منذ عام 2000 استخدمت على نطاق واسع طريقة the arithmetic mean Divisia index (AMDI [9] وتندرج ضمن منهجية التفكيك التحليلي بأسلوب lmdi طريقتان هما: lmdi-2, lmdi-1 الفرق بينهما يكمن في وزن الصيغة المستخدمة[10].

قدمت بعض الدراسات على غرار Ang and Liu (2001)[12] Ang and Choi (1997);[11] مقارنات بين مختلف طرق منهجية التفكيك التحليلي وأجمعت هذه الدراسات على أن طريقة lmdi هي أحسن طريقة كونها تتميز بالتناسق في التجميع وسهلة التفسير، مما جعلها تستخدم على نطاق واسع في مختلف الدراسات المتعلقة بتحليل تغير استهلاك الطاقة وكثافة الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

كما أجمعت مختلف الدراسات السابقة أن لمنهجية التحليل التفكيكي دور مهم في التنبؤ بالظواهر المرتبطة بالطاقة والبيئة من خلال تتبع العوامل الدافعة إلى تغير الاستهلاك أو الانبعاثات أو الكثافة على المستوى الكلي أو القطاعي[13].

هناك دراسات عديدة حول التفكيك التحليل لاستهلاك الطاقة أجريت على دول مختلفة في أمريكا وأوروبا وآسيا وحتى إفريقيا سواء على مستوى الاقتصاد ككل أو على المستوى القطاعي، على غرار دراسة Colinet Román Collado (2016) **[14]** Carmona، ودراسة Xu, J. H., Fleiter, T, Eichhammer, W., & Fan, Y. (2012) [15]، ودراسة Akyürek, Z. (2020). [16]، ودراسة Sana Essaber (2015) Jouini **[17]** ، ودراسة Olanrewaju, O. A. (2018) [18]، ولكن في الجزائر لا توجد أية دراسة من هذا النوع تناولت تغير استهلاك الطاقة باستخدام منهجية التفكيك التحليلي بتقنية (LMDI)، حيث خلصت معظم هذه الدراسات إلى الدور الكبير لأثر عامل النشاط الاقتصادي في زيادة استهلاك الطاقة، بالإضافة إلى المساهمة الفعالة لكل من أثر التغير الهيكلي وأثر كثافة الطاقة في التقليل من استهلاك الطاقة وبالتالي تحقيق نسبة مهمة من وفرات الطاقة، على غرار دراسة Román (2016) Colinet Carmona Collado في اسبانيا، ودراسة Xu, J. H., Fleiter, T Eichhammer, W & Fan, Y. (2012)[19] في قطاع صناعة الإسمنت في الصين ودراسة Kim, S. (2017) في قطاع الصناعة التحويلية في كويا الجنوبية، دراسة

Sana Essaber Jouini (2015) على مستوى الاقتصاد الكلي في تونس، كما خلصت دراسات أخرى إلى التأثير السلبي لكل من عامل التحول الهيكلي وكثافة الطاقة في تخفيض استهلاك الطاقة، وبالتالي يترتب على ذلك تدهور في كفاءة استخدام الطاقة على غرار دراسة Faisal Jamil* and Arbab Shahzad(2017) على مستوى الاقتصاد الكلي في باكستان.

وكانت هذه الدراسة مساهمة منا في تحليل تطور استهلاك الطاقة في الجزائر كونها بلد طاقوي بامتياز يحتل المرتبة الأولى من حيث الاستهلاك في شمال إفريقيا والمرتبة الثالثة إفريقيا، حيث يعتبر قطاع الطاقة المحرك الرئيسي للاقتصاد الجزائري فمن جهة زيادة الاستهلاك المحلي من الطاقة يؤثر على الحصة الموجهة للتصدير وبالتالي خسارة موارد مهمة من العملة الصعبة، ومن جهة أخرى فترشيد استخدام الطاقة يساعد على تحقيق وفرات مهمة في الطاقة، وهذا ما يساعد على تدعيم القدرة التصديرية للطاقة، وبالتالي الحصول على موارد مهمة من العملة الصعبة لاستعمالها في الاستثمار في قطاع الطاقة والاستثمار في باقي القطاعات، حيث تقدم هذه الدراسة رؤية مستقبلية لصانعي السياسات العامة من خلال تحديد القوى الدافعة لتغير استهلاك الطاقة لتصميم وتنفيذ السياسات الطاقوية والتنموية من خلال إعادة هيكلة نمط استخدام الطاقة في الجزائر على نحو مستدام.

2-منهجية الدراسة

بغرض تفكيك مختلف العوامل المتسببة في تغير إستهلاك الطاقة في الاقتصاد الجزائري خلال الفترة 2000-2019 استخدمنا طريقة LMDI من خلال Additive Decomposition Technique المطورة من طرف (Ang 2005)

يمكن تحليل التغيرات الحاصلة في إستهلاك الطاقة من خلال التغير في النشاط الاقتصادي (أثر النشاط) والتغير في هيكل القطاعات المشكلة للاقتصاد (أثر الهيكل) والتغير في كثافة الطاقة (أثر الكثافة) كما يلي:

$$E = \sum_i E_i = \sum_i Q \frac{Q_i}{Q} \frac{E_i}{Q_i} = \sum_i Q S_i I_i \ldots\ldots(1)$$

حيث: E :إجمالي إستهلاك الطاقة و E_i :إستهلاك الطاقة حسب القطاع i

$Q = \sum_i Q_i$:إجمالي مستوى النشاط الاقتصادي ; $S_i = \sum_i \frac{Q_i}{Q}$:حصة القطاع i من إجمالي النشاط الاقتصادي Q ; $I_i = \sum_i \frac{E_i}{Q_i}$ كثافة الطاقة حسب القطاع i

يعطى المؤشر العام لطريقة التفكيك التحليلي بالصيغة التالية:

$$V = \sum_i V_i = \sum_i X_{1,i} X_{2,i} \ldots X_{n,i\ldots} \ldots\ldots\ldots(2)$$(The general index decomposition analysis) (IDA)

حيث: V يمثل مجمع طاقوي (إستهلاك الطاقة مثلا)

$X_{n,i}$ يمثل مجموع العوامل المتسببة في تغير المجمع الطاقوي V عبر الزمن / $V_i = x_{1,i}, x_{2,i} \ldots\ldots x_{n,i}$

وعليه نستطيع أن نعبر عن التغير الحاصل في المجمع الطاقوي V بين الفترتين الزمنيتين 0 و t كما يلي:

$$\Delta V_{tot} = V_t - V_0 = \sum_i X^t_{1,i}, X^t_{2,i} \ldots\ldots X^t_{n,i} - \sum_i X^0_{1,i}, X^0_{2,i} \ldots X^0_{n,i} \ldots\ldots\ldots(3)$$

ذن التغير الاجمالي الحاصل في المجمع الطاقوي V بين الفترتين الزمنيتين 0 و t من خلال Additive Decomposition Technique يكتب كما يلي:

$$\Delta V_{tot} = V_t - V_0 = \Delta V_{X1} + \Delta V_{X2} + \ldots\ldots\ldots + \Delta V_{xn} \ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

وهو ما يعني أن إجمالي التغيرات التي تحدث في المجمع الطاقوي ΔV_{tot} بين الفترتين الزمنيتين 0 و t هو سبب لمجموعة من الاثارة المتمثلة في $\Delta V_{X1} + \Delta V_{X2} + ... + \Delta V_{xn}$

وعليه تعطى الصيغة العامة لمجموع الآثار والعوامل(kth عامل) المسببة للتغير في المجمع الطاقوي عبر الزمن والمعبر عنها في المعادلة (4) من خلال طريقة LMDI كما يلي:

$$\Delta V_{x,K} = \sum_i L\left(V_i^t, V_i^0\right) \ln\left(\frac{x_{k,i}^t}{x_{k,i}^0}\right) = \sum_i \frac{V_i^t - V_i^0}{\ln V_i^t - \ln V_i^0} \ln\left(\frac{x_{k,i}^t}{x_{k,i}^0}\right) .....(5)$$

حيث $L(a,b) = (a-b)/(\ln a - \ln b)$ متوسط لوغاريتم للمتغير a و b ,و $L(a,a) = a$ ، وعليه فإن Additive Decomposition Technique لتغير استهلاك الطاقة تأخذ الصيغة التالية:

$$\Delta E_{tot} = E_t - E_0 = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{\text{int}} ....(6)$$

تشير الرموز التالية (act int str) إلى الآثار المرتبطة بالنشاط الاقتصادي

والهيكل الاقتصادي وكثافة الطاقة على التوالي.

إذن نستطيع أن نكتب الصيغ العامة لمختلف الآثار المسببة للتغير في إستهلاك الطاقة كما يلي:

$$\Delta E_{act} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{Q^t}{Q^0}\right) .....(5a)$$

$$\Delta E_{str} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{S_i^t}{S_i^0}\right) .....(5b)$$

$$\Delta E_{\text{int}} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{I_i^t}{I_i^0}\right) \text{.....} (5c)$$

3- بيانات الدراسة:

تقوم منهجية هذه الدراسة على تفكيك وتحليل مختلف العوامل المتسببة في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 2000-2019 باستخدام طريقة LMDI، حيث استخدمنا بيانات مجموعة من المتغيرات المرتبطة بالظاهرة المدروسة على غرار: استهلاك الطاقة النهائية $E_{i,j}$ في القطاع i (مليون طن مكافئ نفط Mtep)، من خلال قطاعات الاستخدام النهائي القطاع الصناعي والزراعي والخدمات (مجموع الاستهلاك النهائي للطاقة في القطاع السكني وقطاع النقل والقطاع التجاري) (الوحدة:مليون طن مكافئ نفط) تحصلنا على هذه البيانات من موقع وزارة الطاقة والمناجم الجزائرية من خلال الحصيلة السنوية للقطاع لسنوات 2000-2019 [20]، كما استخدمنا متغير الناتج المحلي الإجمالي بالدولار الأمريكي بأسعار سنة 2010 وحصة مساهمة كل من القطاع الصناعي والخدمات والزراعي في هذا الناتج من خلال بيانات البنك الدولي. [21]

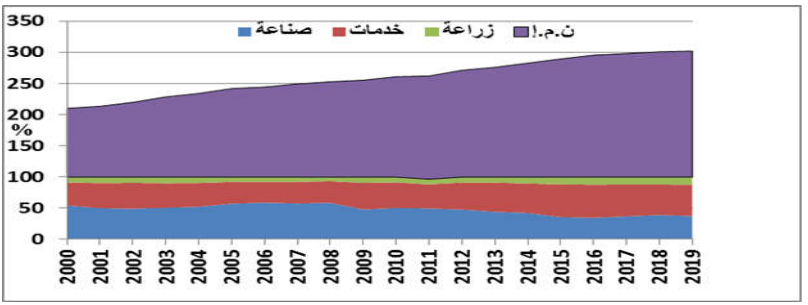
3-مناقشة النتائج:

قبل مناقشة وتفسير النتائج المحصل عليها من تفكيك وتحليل العوامل المؤثرة في تغير إستهلاك الطاقة في الجزائر خلال الفترة 2000-2019، سنقوم بتحليل تطور سلوك متغيرات الدراسة خلال فترة الدراسة والمتمثلة في النشاط الاقتصادي (الناتج المحلي الإجمالي وهيكله)، الاستهلاك النهائي للطاقة، كثافة الطاقة النهائية، وذلك لمعرفة مدى كفاءة وفعالية استخدام الطاقة في الجزائر.

يبين الشكل رقم01 مساهمة كل من قطاعات الصناعة والخدمات والفلاحة في الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة 2000-2019، حيث نلاحظ هيمنة القطاع

الصناعي على هيكل النشاط الاقتصادي خاصة خلال الفترة 2000-2014 يليه قطاع الخدمات، ثم القطاع الفلاحي الذي لم تتجاوز نسبة مساهمته في النشاط الاقتصادي 11%، وما تجدر الإشارة إليه أن سبب هيمنة القطاع الصناعي على هيكل النشاط الاقتصادي هو ارتفاع مساهمة الصناعة الاستخراجية في ناتج القطاع الصناعي كون الجزائر بلد طاقوي بامتياز، وابتداء من سنة 2014 بدأ القطاع الصناعي في الانخفاض لصالح قطاع الخدمات الذي عرف انتعاشا كبيرا خلال هذه الفترة، ويعود سبب ذلك إلى الانخفاض الملحوظ لأسعار النفط في الأسواق العالمية الأمر الذي انعكس سلبا على ناتج القطاع الصناعي.

الشكل 1 :مساهم مختلف القطاعات في إجمالي الناتج المحلي الاجمالي



المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي

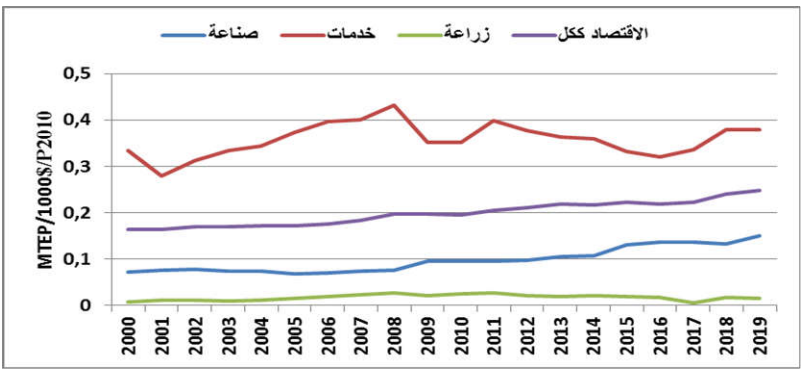
يقيس مؤشري كثافة الطاقة النهائية وكثافة غاز ثاني أكسيد الكربون كفاءة الطاقة على مستوى الإقتصاد ككل، حيث يلخص المعلومات عن إجمالي إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2 والطاقة النهائية لكل وحدة من الناتج المحلى الإجمالي(GDP) وبالتالي فإن زيادة هذان المؤشران يعني أننا نستهلك طاقة أكثر ونخلف إنبعاثات أكثر لإنتاج وحدة من إجمالي الناتج المحلى والعكس صحيح.

يبين الشكل 03 كثافة الطاقة النهائية في الجزائر خلال الفترة 2000-2019 حيث نلاحظ تزايد مطرد لكثافة الطاقة النهائية وفي كل القطاعات خلال فترة الدراسة حيث ارتفع من 0.16 طن مكافئ نفط لكل 1000 دولار بالأسعار الثابتة

لسنة2010 إلى 0.24 طن مكافئ نفط لكل 1000 دولار بالأسعار الثابتة لسنة2010، مقارنة مع متوسط دول منظمة التعاون الاقتصادي التي بلغت 0.1 طن مكافئ نفط لكل 1000 دولار بالأسعار الثابتة لسنة2010، وهذا يعني أن هناك تدهور في كفاءة الطاقة من خلال الاستخدام النهائي للطاقة، ويعود سبب هذا التدهور إلى الإفراط في إستهلاك الطاقة المدعمة من طرف الدولة خاصة في القطاع السكني وقطاع النقل، بالإضافة إلى مشكل تهريب المنتجات النفطية على الحدود الغربية والشرقية والجنوبية.

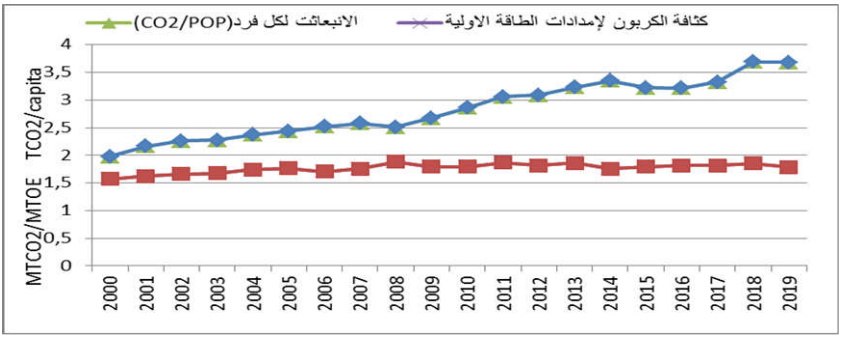
يبين الشكل 04 كثافة غاز ثاني أكسيد الكربون حيث ارتفع من0.55 KG.CO2/ 2010$ إلى 0.78 KG.CO2/ 2010$ ، أي ما يعادل ضعفي المعدل العالمي الذي بلغ 0.4 KG.CO2/ 2010$ وثلاث أضعاف دول منظمة التعاون والتنمية والذي بلغ 0.24 KG. CO2/ 2010$ عام 2015 [22]، ويعود سبب زيادة هذا المؤشر في الجزائر إلى زيادة إنبعاثات غاز Co_2 المصاحبة لزيادة نمو إستهلاك الطاقة بصورة أسرع وأكبر من معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي، الشيء الذي يعتبر هدرا كبيرا للمقدرات الطاقوية للبلد وتدهورا في كفاءة استخدام الطاقة.

الشكل 2 :كثافة الطاقة النهائية



المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي والتقارير السنوية لوزارة الطاقة

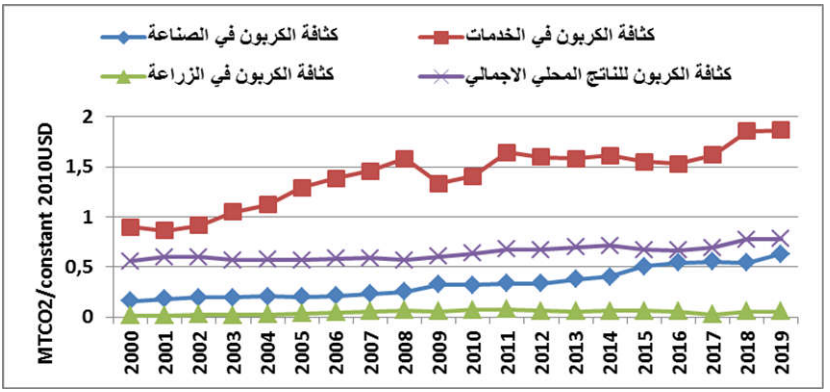
الشكل 3 :كثافة الكربون لاجمالي امدادات الطاقة الأولية ونصيب الفرد من الانبعاثات في الجزائر



المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة والتقارير السنوية لوزارة الطاقة

كما نلاحظ من الشكل 3 أن مؤشر حصة إنبعاثات Co_2 لكل فرد في ارتفاع مستمر حيث بلغ عام 2000 حوالي 1.68T.CO2/ capita وارتفع إلى 3.67 T.CO2/ capita عام 2019، وبلغ المؤشر العالمي لحصة الانبعاثات لكل فرد عام 2015 حوالي 4.4 T.CO2/ capita و9.18 T.CO2/ capita في دول منظمة التعاون والتنمية [23]، حيث يعود زيادة هذا المؤشر إلى تحسن مستوى المعيشة وزيادة رفاهية الأفراد من خلال زيادة الانبعاثات المصاحبة لزيادة استهلاك الطاقة لكل فرد، كما نلاحظ أيضا من الشكل 4 ارتفاع في كثافة غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن إجمالي إمدادات الطاقة الأولية من 1.57 MTCO2/MTEP إلى 1.78 MTCO2/MTEP خلال فترة الدراسة، في حين بلغ هذا المؤشر 0.1 MTCO2/MTEP في دول منظمة التعاون والتنمية [24].

الشكل 4 :كثافة ثاني أكسيد الكربون في الجزائر



المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي والوكالة الدولية للطاقة والتقارير السنوية لوزارة الطاقة

يعتمد استخدام الطاقة في الجزائر على مصادر الطاقة الأحفورية في كل قطاعات الاقتصاد الوطني، حيث نستخدم طاقة أكثر من أجل إنتاج نفس الناتج وهذا ما يعبر عنه بتدهور كفاءة استخدام الطاقة من خلال ارتفاع مؤشر كثافة الطاقة النهائية خلال فترة الدراسة، بالإضافة إلى عامل التلوث البيئي المعبر عنه بمؤشرات الإنبعاثات، حيث نخلف انبعاثات أكثر من جراء إستهلاك أكثر للطاقة من أجل إنتاج نفس الناتج من خلال ارتفاع هذه المؤشرات خلال فترة الدراسة.

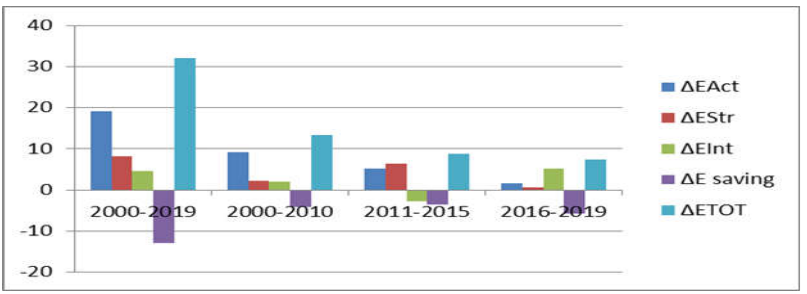
بعد وقوفنا على واقع استخدام الطاقة في الجزائر خلال الفترة 2000-2019 من خلال مجموعة من المؤشرات ذات الصلة، الأمر الذي سيساعدنا على فهم واستيعاب التغيرات الحاصلة في استهلاك الطاقة من خلال تحليل وتفكيك العوامل والآثار المسببة لهذا التغير (أثر النشاط, أثر الهيكل, اثر الكثافة)

الجدول 1:نتائج تفكيك العوامل الدافعة لتغير استهلاك الطاقة في الجزائر باستخدام طريقة (LMDI)

(الوحدة) الفئة	ΔE_{Act}	ΔE_{Str}	ΔE_{Int}	ΔETOT (MTEP)	ΔE (saving)
2000-2019					
قيمة التغير (MTEP)	19.16	8.15	4.68	32.01	12.38
نسبة اتغير (%)	59.85	25.46	14.68		
2000-2010					
قيمة التغير (MTEP)	9.22	2.24	1.94	13.41	4.18
نسبة اتغير (%)	68.75	16.7	14.54		
2011-2015					
قيمة التغير (MTEP)	5.13	6.35	-2.8	8.69	3.55
نسبة اتغير (%)	59,03	73.07	-32.22		
2016-2019					
قيمة التغير (MTEP)	3,63	0,5	3,26	7.4	3,76
نسبة اتغير (%)	49.05	6.75	44.04		

المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي و الوكالة الدولية للطاقة والتقارير السنوية لوزارة الطاقة

الشكل 5: نتائج تفكيك العوامل الدافعة لتغير استهلاك الطاقة في الجزائر



المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي و الوكالة الدولية للطاقة والتقارير السنوية لوزارة الطاقة

ويلخص الشكل 5 نتائج تحليل وتفكيك التغير الإجمالي لأربعة فترات من خمس سنوات لاستهلاك الطاقة النهائية في الجزائر خلال الفترة 2000-2019، حيث أظهرت نتائج التحليل والتفكيك أن النشاط الاقتصادي كان له أثر كبير في زيادة إستهلاك الطاقة النهائية خلال جميع الفترات، إلا أن نسبته تفاوتت حسب كل فترة، حيث ساهم في الفترة 2000-2005 بنسبة 59.85% من إجمالي التغير في الاستهلاك وارتفع خلال الفترة 2005-2010 عند مستوى 68.76% وبنسبة 59.03% للفترة 2010-2019 و بلغ أدنى نسبة بـ 49.05% خلال الفترة 2015-2019 ، ويعود سبب ذلك إلى الركود الذي عرفه الاقتصاد الجزائر جراء انهيار أسعار النفط في السوق العالمي ابتداء من سنة 2014 [25]، وذلك للارتباط الشديد بين الاقتصاد الجزائري وعائدات الطاقة بصفة عامة (35 %من الناتج المحلي الإجمالي، 97 % من عائدات التصدير وأكثر من 60 % من إيرادات ميزانية الدولة)[26]، وهذا ما يوحي بوجود علاقة طردية بين حجم النشاط الاقتصادي وحجم الاستهلاك الطاقوي في حالة الرواج أو الركود بفعل صدمات أسعار الطاقة [27].

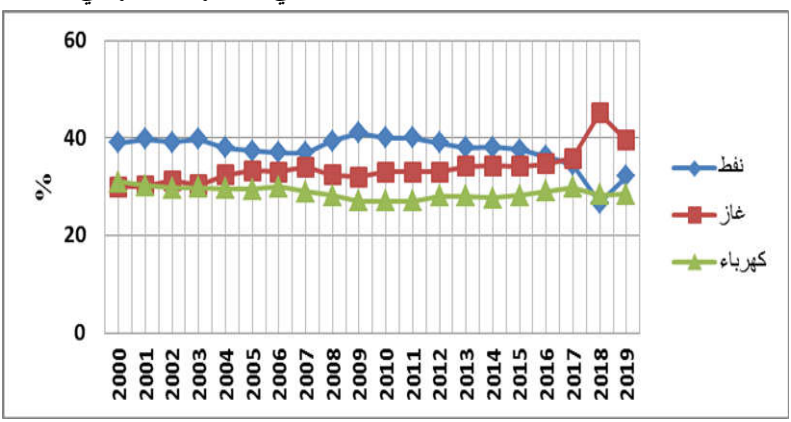
أما فيما يخص أثر التغير الهيكلي في الاقتصاد الجزائري، فقد كان له أثر ملحوظ وخاصة خلال الفترتين 2005-2010 و2010-2015 في زيادة حجم الاستهلاك، حيث بلغت نسبته 37.02% و 44.47% على التوالي، وهذا ما يوحي بأن الاقتصاد الجزائري قد انتقل إلى قطاع كثيف الاستخدام للطاقة من خلال زيادة النمو في قطاع الخدمات على حساب القطاع الصناعي كما هو موضح في الشكل 1 ، وخاصة أن قطاع الخدمات هو أكبر مستهلك للطاقة النهائية حسب الشكل 8 ، حيث إرتفع استهلاك النهائي في قطاع الخدمات من 13.76 MTOE إلى 38.55 MTOE خلال فترة الدراسة أي بنسبة 76.6% من إجمالي الاستهلاك، وهذا ما يبرز أعراض العلة الهولندية في الاقتصاد الجزائري نتيجة انتعاش عوائد صادرات الطاقة، حيث إن الزيادة الكبيرة في أسعار موارد الطاقة في السوق الدولية يشجع الحكومات على التوسع في الإنفاق، فيؤدي ذلك إلى انتقال عناصر الإنتاج إلى الأنشطة التي يعمل

بها القطاع المزدهر(قطاع الطاقة) وسحب عناصر الإنتاج من القطاعات المنتجة للسلع التبادلية المعدة للتصدير أساسا مثل الصناعة والزراعة إلى القطاعات المنتجة للسلع غير التبادلية مثل قطاع الخدمات.[28]

ساهم أثر كثافة الطاقة أيضا بشكل ملحوظ في التغير في استهلاك الطاقة النهائية بحوالي MTEP4.68 و MTEP1.94 و-2.8 MTEP و MTEP3.26 خلال الفترات 2000-2019 و 2000-2010 و 2011-2015 و 2016-2019 على التوالي الجدول 1 بسبب تدهور كفاءة استخدام الطاقة الناتج أساسا عن ارتفاع معدل نمو استهلاك الطاقة، مقارنة مع ضعف معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي الذي يتميز باختلال هيكلي مزمن نتيجة ارتباطه الشديد مع عوائد قطاع الطاقة الذي يتحدد خارجيا.

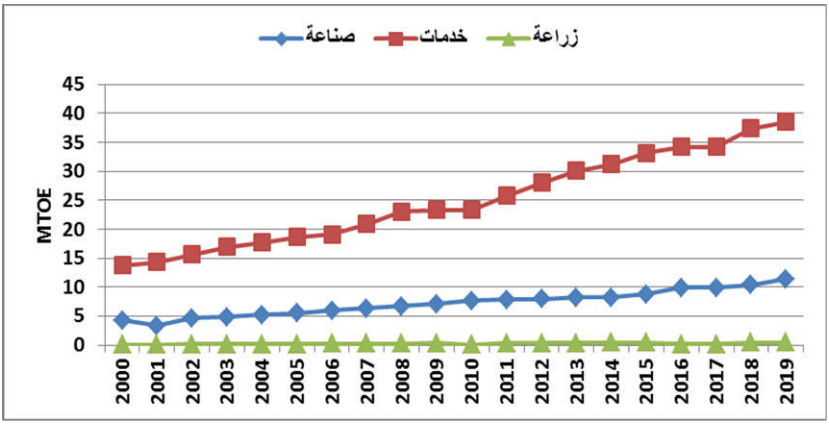
وبصفة عامة فإن النشاط الاقتصادي والتغيرات الهيكلية وكثافة الطاقة تعد من العوامل والأسباب الرئيسية في زيادة إستهلاك الطاقة النهائية في الجزائر، حيث ترتبط هذه العوامل بخصوصية الاقتصاد الجزائري الذي يتميز بالطابع الريعي أو أحادي القطاع .[29]

الشكل 6:نسبة مساهمة مختلف مصادر الطاقة في الاستهلاك النهائي للطاقة



المصدر:من إعداد الباحثين بالاعتماد على التقارير السنوية لوزارة الطاقة

الشكل 7: مساهمات مختلف القطاعات في إجمالي استهلاك الطاقة النهائية



المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على التقارير السنوية لوزارة الطاقة

توضح الجداول 1,2,3 نتائج تحليل وتفكيك تغير إستهلاك الطاقة خلال الفترة 2000–2019 المقسمة على أربعة فترات، حيث تسبب القطاع الصناعي وقطاع الخدمات في زيادة استهلاك الطاقة بـ MTEP 6.91 و MTEP 27.21 على التوالي في حين أن مساهمة القطاع الزراعي جد ضئيلة في زيادة استهلاك الطاقة.

كما يبرز الجدول 1 أن النشاط في قطاع الخدمات هو المسبب الرئيسي في تغير الاستهلاك وتليها كثافة الطاقة لاسيما خلال الفترة 2000-2005، أما خلال الفترتين 2000-2019 و 2011-2015 فقد كانت التغيرات الهيكلية في القطاع المسبب الرئيسي في التغير في الاستهلاك، كما أن كثافة الطاقة ساهمت في الحد من إستهلاك الطاقة بـ 70.4% خلال الفترة 2011-2015 وفي الفترة 2010-2019 تسببت كثافة الطاقة بـ 34.95 % من إجمالي التغير في الاستهلاك في القطاع.

يبين الجدول3 أن أثر النشاط في القطاع الصناعي كان المسبب الرئيسي في تغير إستهلاك الطاقة خلال الفترة 2000-2010، بينما كان لأثر تدهور كفاءة الطاقة في القطاع (أثر كثافة الطاقة) خلال الفترات 2000-2019 و2000-2010 و 2011-2015 و 2016-2019 العامل الرئيسي في زيادة إستهلاك الطاقة.

الجدول 2:نتائج تفكيك العوامل الدافعة لتغير استهلاك الطاقة في القطاع الصناعي

(الوحدة)الفئة	ΔE_{Act}	ΔE_{Str}	ΔE_{Int}	ΔE(saving)	$\Delta ETOT$
2000-2019					
(MTEP) قيمة التغير	4,47	−3,47	5,91	2.44	6,91
2000-2010					
(MTEP) قيمة التغير	2,29	−0,41	1,68	1,27	3,56
2011-2015					
(MTEP) قيمة التغير	1,12	−2,92	2,73	−0,19	0,93
2016-2019					
(MTEP) قيمة التغير	0,8	−0,15	1,47	1,32	2,12

المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي و الوكالة الدولية للطاقة والتقارير السنوية لوزارة الطاقة

الجدول 3:نتائج تفكيك العوامل الدافعة لتغير استهلاك الطاقة في قطاع الخدمات

(الوحدة) ا(لفئة	ΔE_{Act}	ΔE_{Str}	ΔE_{Int}	ΔE(saving	$\Delta ETOT$
2000-2019					
(MTEP) قيمة التغير	14,5	11,5	1,08	12,61	27,12
2000-2010					
(MTEP) قيمة التغير	6,8	2,69	0,24	2,93	9,75
2011-2015					
(MTEP) قيمة التغير	3,9	9,16	−5,42	3,74	7,69
2016-2019					
(MTEP) قيمة التغير	2,8	0,66	1,83	2,49	5,29

المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي و الوكالة الدولية للطاقة والتقارير السنوية لوزارة الطاقة

الجدول 4:نتائج تفكيك العوامل الدافعة لتغير استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي

(الوحدة) الفئة	ΔE_{Act}	ΔE_{Str}	ΔE_{Int}	$\Delta E(saving)$	$\Delta ETOT$
2000-2019					
(MTEP) قيمة التغير	0,19	0,099	-0,13	-0,031	0,159
2000-2010					
(MTEP) قيمة التغير	0,106	-0,033	0,005	-0,028	0,078
2011-2015					
(MTEP) قيمة التغير	0,05	0,11	-0,1	0,01	0,06
2016 -2019					
(MTEP) قيمة التغير	0,03	-0,01	-0,04	-0,05	-0,02

المصدر:من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي و الوكالة الدولية للطاقة والتقارير السنوية لوزارة الطاقة

4-الخاتمة:

لقد احتل مفهوم التنمية المستدامة مكانة هامة في صياغة برامج التنمية في الجزائر منذ الألفية الثانية من خلال دمج البعد البيئي ضمن تنفيذ هذه البرامج، فنجد أن الجزائر انخرطت ووقعت على جل الاتفاقيات التي تهتم بالجانب البيئي، غير أن الوضع كان على عكس ذلك تماما؛ ومع ذلك فإن الصرامة في تطبيق المعايير البيئية دون المساس بالنمو الاقتصادي وتحسين مستوى المعيشة يعد أكبر تحدي يواجه واضعي السياسات في الجزائر.

تعالج هذه الورقة البحثية تحليل وتفكيك العوامل الدافعة الى تغير استهلاك الطاقة في الجزائر خلال الفترة 2000-2019 باستخدام منهجية التفكيك التحليلي باستعمال طريقة LMDI، حيث توصلت الدراسة الى النتائج التالية:

أسهم قطاع الطاقة في الجزائر بشكل فعال في رسم معالم الاقتصاد الجزائري من خلال تغيره الهيكلي الغير متوازن، حيث في حالة انتعاش أسعار المحروقات في السوق العالمي يزيد معدل النمو في القطاع الصناعي المدفوع بازدهار قطاع الصناعة الاستخراجية، وفي ظل غياب الروابط الإنتاجية بين القطاع المزدهر وباقي القطاعات ينكمش النمو في قطاع الصناعة التحويلية والقطاع الزراعي، وينتعش قطاع الخدمات (نتيجة سحب عناصر الإنتاج من القطاعات المنتجة للسلع التبادلية الى القطاع المنتج للسلع الغير تبادلية).

يعتبر تأثير النشاط الاقتصادي عامل مهم في تحديد التغيرات الحاصلة في التغير في استهلاك الطاقة في الجزائر خلال فترة الدراسة حيث تشير النتائج ان ارتفاع النشاط الاقتصادي المدفوع بالنمو في قطاع الطاقة يزيد من حجم استهلاك الطاقة والانكماش في النشاط الاقتصادي بفعل انخفاض أسعار الطاقة يودي الى الانخفاض في الاستهلاك وهذا ما يوحي بوجود علاقة طردية بين حجم النشاط الاقتصادي وحجم استهلاك الطاقة في حالة الرواج أو الركود بفعل صدمات أسعار الطاقة.

ساهم اثر التغير الهيكلي في الاقتصاد الجزائري في زيادة استهلاك الطاقة نتيجة الانتقال إلى قطاع كثيف الاستخدام للطاقة من خلال زيادة النمو في قطاع الخدمات على حساب القطاع الصناعي والزراعي. ونتيجة لانخفاض كثافة الطاقة خلال الفترة 2000-2019 الناتجة عن النمو الكبير في الطلب على الطاقة مقارنة بتذبذب النمو في الناتج المحلي الإجمالي لارتباطه بأسعار الطاقة في السوق الدولي.

يعتبر قطاع الخدمات اكبر قطاع مسبب في زيادة استهلاك الطاقة ب81% يليه القطاع الصناعي ب21 %حيث تشير نتائج التحليل ان النشاط في كل من قطاعي الخدمات والصناعة كان له اثر كبير في تغير استهلاك الطاقة في كلا القطاعين

وخاصة خلال فترة ارتفاع العائدات من الطاقة، أما في فترة انكماشها فيصبح اثر النشاط في القطاعين غير قوي في تغير الاستهلاك، أما فيما يخص اثر كثافة الطاقة فقد ساهم بشكل كبير في زيادة استهلاك الطاقة على مستوى القطاعين وخاصة خلال فترة صدمة أسعار الطاقة.

على ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة فإن أحد الآثار الهامة المترتبة على هذه الدراسة في مجال السياسة العامة هو الحاجة إلى وضع سياسة طاقة مقترنة بسياسة تغير المناخ، فتبين أن كثافة الطاقة والتحول الهيكلي نحو القطاع الأكثر استخدام للطاقة هما عاملان رئيسيان بعد النشاط الاقتصادي وراء التغير في استهلاك الطاقة، فإنه ينبغي على واضعي السياسات العامة في الجزائر تحريك القطاعات الراكدة لتنويع مصادر الدخل من جميع القطاعات عن طريق فتح قنوات إنتاجية تتجه من قطاع الطاقة إلى القطاع الصناعي والزراعي وبذل جهود إضافية وأكثر صرامة فيما يخص تحسين كفاءة الطاقة والعمل على التخفيض التدريجي لدعم الطاقة للوصول إلى أسعار تحقق الكفاءة في تخصيص الموارد، الذي بدوره سيعزز نمو الطاقة المتجددة من خلال توسيع الاستثمارات في هذا المجال على الأقل آفاق 2030 لتعزيز مكانة الطاقات النظيفة ضمن المزيج الطاقوي لمجابهة الطلب المتزايد على الطاقة المرتبط بالنمو الاقتصادي.

5-المراجع:

[1] Yumkella, K., Nakicenovic, N., Bazilian, M., & Jewell, J. (2012). The Sustainable Energy for All initiative and climate change mitigation. WMO Bulletin, 61(1), 15-17.

[2] Belaid, F, and M Youssef. "Environmental degradation, renewable and non-renewable electricity consumption, and economic growth: Assessing the evidence from Algeria." *Energy Policy* 112 (2017): 277-287.

[3] Ang, B W. "Decomposition analysis for policymaking in energy:: which is the preferred method?" *Energy Policy* 32, no. 9 (2004): 1131-1139

[4] Su, B., & Ang, B. W. (2012). Structural decomposition analysis applied to energy and emissions: some methodological developments. *Energy Economics*, *34*(1), 177-188.

[5] Grigoli , Francesco, Alexander Herman, and Andrew Swiston. "A Crude Shock: Explaining the Impact of the 2014-16 Oil." *IMF Working Papers*, no. 17/160 (2017): 26.

[6] Ang, B W, and F Q Zhang. "A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies." *Energy* 25, no. 12 (2000): 1149-1176.

[7] de Boer, Paul , and João F D Rodrigues. "Decomposition analysis: when to use which method?" *Economic Systems Research* 32, no. 1 (2020): 1-28.

[8] Ang BW (2005) The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide. Energy Policy 33(7):867–871. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.010

[9] Ang, B W. "The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide." *Energy Policy* 33, no. 7 (2005): 867-871

[10] Ang, B W. "Decomposition analysis for policymaking in energy:: which is the preferred method?" *Energy Policy* 32, no. 9 (2004): 1131-1139.

[11] Ang, B W, and F L Liu. "A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation." *Energy* 26, no. 6 (2001): 537-548.

[12] Ang, B W, and Ki-Hong Choi . "Decomposition of Aggregate Energy and Gas Emission Intensities for Industry: A Refined Divisia Index Method." *The Energy Journal* 18, no. 3 (1997).

[13] Faisal Jamil Arbab Shahzad 2017 Decomposition Analysis of Energy Consumption in Pakistan for the Period 1990-2013 Journal of Social Sciences and Humanities 152-177 vol3 n2 https://doi.org/10.51732/njssh.v3i2.21

[14] Colinet Carmona, M. J., & Román Collado, R. (2016). LMDI decomposition analysis of energy consumption in Andalusia (Spain) during 2003–2012: the energy efficiency policy implications. *Energy Efficiency*, *9*(3), 807-823.

[15] Xu, J. H., Fleiter, T., Eichhammer, W., & Fan, Y. (2012). Energy consumption and CO2 emissions in China's cement industry: A perspective from LMDI decomposition analysis. *Energy policy*, *50*, 821-832.
[16] Akyürek, Z. (2020). LMDI decomposition analysis of energy consumption of Turkish manufacturing industry: 2005–2014. *Energy Efficiency*, *13*(4), 649-663.
[17] Jouini, S. E. (2015). Energy Consumption in Tunisia over 1990–2008: A Decomposition Analysis Using Logarithmic Mean Divisia Index Technique. In *Energy Security and Development* (pp. 147-161). Springer, New Delhi.
[18] Olanrewaju, O. A. (2018). Energy consumption in South African industry: A decomposition analysis using the LMDI approach. *Energy & Environment*, *29*(2), 232-244.
[19] Xu, J. H., Fleiter, T., Eichhammer, W., & Fan, Y. (2012). Energy consumption and CO2 emissions in China's cement industry: A perspective from LMDI decomposition analysis. *Energy policy*, *50*, 821-832.
[20] https://www.energy.gov.dz/?article=bilan-energetique-national-du-secteur Date of access 12/01/2022
[21] https://data.worldbank.org/country/algeria Date of access 06/01/2022
[22] IEA. "Key world energy statistics." International Energy Agency, 2017.P:163
[23] IEA. "op CIT,P :165
[24] IEA. "op CIT :177
[25] Hou, Zhenbo, Jodie Keane, Jane Kennan, and Dirk Willem. "The oil price shock of 2014." Technical report, Overseas Development Institute, London, 2015.
[26] Belaid, F, and M Youssef. "Environmental degradation, renewable and non-renewable electricity consumption, and economic growth: Assessing the evidence from Algeria." *Energy Policy* 112 (2017): 277-287.
[27] Tunç, G I, S Türüt-Aşık, and E Akbostancı. "A decomposition analysis of CO2 emissions from energy use." *Energy Policy* 37, no. 11 (2009): 4689-4699.

[28] Jbir, R, and S Zouari-Ghorbel. "Oil Price and Dutch Disease: The Case of Algeria." *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy* 6, no. 3 (2011): 280-293.
[29] Henry, C M. "Algeria's Agonies: Oil rent effects in a bunker state." *The Journal of North African Studies* 9, no. 2 (2004): 68-81.