نمذجة الطلب على الكهرباء للقطاع العائلي في الجزائر وفقا لنموذج H.R LINDEN

Modeling the demand for electricity for the family sector in Algeria according to the H.R LINDEN model

أ. لخضر ديلمي
delhoum.kh@univ-ouargla.dz

أ. خليدة دلهوم
dilmicro@yahoo.fr

جامعة باتنة-الجزائر

ملخص:

يعتبر الطلب على الطاقة من بين المواضيع المهمة المطروحة للنقاش على مستوى جميع الدول، فنتيجة للخصائص التي تتميز بها الكهرباء عن غيرها من السلع وكذا التغير الشديد والمتنامي للطلب على هذه المادة الحيوية عبر الزمن دفع بالدول الى البحث المستمر في كيفية تلبية احتياجات افرادها المتزايدة في الوقت والزمن المطلوب.

تهدف هذه الورقة البحثية الى نمذجة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي في الجزائر وفقا لنموذج H.R LINDEN (1950−1960) من خلال بيانات سنوية للفترة الممتدة بين 1970− 2009 للتعرف فيما اذا يعطي هذا النموذج نتائج دقيقة وقريبة من الواقع يمكن الاعتماد عليها في التنبؤ واتخاذ القرارات المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: نمذجة الطلب على الكهرباء، القطاع العائلي، نموذج ليندن.

Abstract:

Energy demand is considered to be one of the important issues currently under discussion in all states, due to its characteristics including electricity. The latter is a vital material and important economic product whose demand increases from day to day. Of great intensity and accelerated pace. This has prompted the majority of countries to seek in-depth and intense solutions capable of meeting the electricity consumption needs of its growing individuals. This is why this subject forms the core of our present study which is mainly interested in showing the image of the modeling of electricity demand in the household sector, and as a case study, we have chosen Algeria by adopting the HR LINDEN model (1950-1970) from annual data in the period 1970-2009 to better understand to what extent this model can give us precise results and which is close to reality, and which can be data supports to plan and make future decisions

Keywords: Demand modeling, H.R.LINDEN model, Household sector

Résumé:

La demande d'énergie se considéré comme l'une des questions importantes actuellement en discussion dans tous les Etats, en raison de ses caractéristiques notamment l'électricité. Cette dernière est une matière vitale et produit économique important dont la demande s'augment de jours à un autre. D'une grande intensité et d'un rythme accéléré. Ce qui a poussé la majorité des pays à la recherche approfondie et intense des solutions capables de répondre aux besoins de consommation électrique de ses individus qui sont en croissance. C'est pourquoi ce sujet forme le noyau de notre présente étude qui s'intéresse principalement de montrer l'image de la

modélisation de la demande d'électricité dans le secteur des ménages, et comme étude de cas, nous avons choisi l'Algérie en adoptant le modèle H.R. LINDEN (1950-1970) a partir des données annuelles dans la période de 1970-2009 pour mieux connaitre à quel point ce modèle peut nous donner des résultats précis et qui se rapproche du réel, et qui peuvent êtres des données supporte pour prévoir et prendre des futures décisions

Les mots clés : Modélisation de la demande, Modèle H.R.LINDEN, secteur de Ménage

تمهيد :

تعتبر الطاقة الكهربـائية من الطاقات النظيفة التي تقوم عليها الانشطة الاقتصادية والعنصر الفعال التي تبنى عليها حياة الشعوب وتطور الأمم، ونتيجة لأهميتها الكبرى في الحياة أصبحت واحدة من مقومات البنية الأساسية التي يتوقف عليها التقدم الاقتصادي والرقي الاجتماعي في أي إقليم ،كما ان نصيب الفرد منها يعد مؤشراً هاما لقياس مستوى المعيشة ودرجة تقدم الدول.

ان التطلع الى حياة الرفاه لمختلف الافراد والرقي كأقرانهم من الشعوب الاخرى نتج عنه الاستهلاك وبشكل مضاعف للطاقة الكهربـائية، لذلك نجد ان المتغير الديمغرافي والذي يعرف نمو متسارعا، وتوزيعا متباينا في مختلف الدول، سيؤدي الى الزيادة المطردة في الطلب على هذه السلعة الحيوية، ولان القطاع العائلي او السكني يعتبر احد اهم القطاعات المكونة للطلب الكلي في البلاد وتمثل حصته المستهلكة من الكهرباء اكبر نسبة مقارنة بمختلف القطاعات الاخرى حوالي 47% من الاستهلاك الاجمالي للطاقة الكهربائية[1]، ونتيجة للخصائص المتعددة التي تتميز بها الكهرباء عن غيرها من السلع كونها سلعة غير مختزنة تولد، توزع وتستهلك في وقت الطلب عليها،من جهة اخرى يعتبر الطلب عليها طلب غير مباشر (طلباً مشتقاً)، فالكهرباء لا تستهلك مباشرة مثل بعض السلع العادية والضرورية وإنما تطلب لتستخدم في تشغيل سلع وأجهزة اخرى وعليه فان هذه الخاصية تحتم تشغيل النظام الكهربائي ككل[2] لذلك تسعى الدول جاهدة لإدارة وتسيير هذا السلاح بالاعتماد هلى احدث الطرق وهذا لتخصيص الاستهلاك العادل بين سكانها اي تلبية الطلب في الوقت والكمية المطلوب واللازمة .

يُؤخذ المتغير الديمغرافي بعين الاعتبار في معظم النماذج سواء كانت قياسية او تحليلية غير انه من النادر ادخالها بطريقة تفسيرية وواضحة أي انها تعتبر غير مفسرة للطلب على الطاقة وبالأخص في النماذج المتعلقة بالدول المتطورة، الا انه للمتغير الديمغرافي تأثير على مستويات عدة، ويبرز ذلك من حيث: عدد السكان،هيكل السكان والمتمثل في عدد الاسر، السكان ألناشطين، توزيعهم (حسب نوع السكن، الطبقة ألاجتماعية، الأعمار، الجنسية)، وعليه نجده ضروري جدا في تحديد الطلب على الطاقة بصفة عامة والطاقة الكهربائية خاصة فهناك

القليل من النماذج التي تأخذ بنظر الاعتبار المتغير الديمغرافي، وعلى خلاف نموذج ليندن "LINDEN "[3]، الذي سنعتمده في هذه الدراسة لنمذجة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي في الجزائر لنتعرف **فيما اذا يعطي نتائج واقعية وقريبة من الواقع يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ القرار.**

* **الدراسات السابقة:** هناك مجموعة من الدراسات التي اهتمت بهذا الموضوع نذكر منها :

1 . دراسة تايلور (Taylor)[4] 1970

تهدف دراسة تايلور الى نمذجة الطلب على الكهرباء للقطاع العائلي في الولايات المتحدة الامريكية خلال الفترة الممتدة من 1947-1964.وباستخدام بيانات سنوية للمتغيرات التفسيرية للنموذج التالية: السعر النسبي للكهرباء، الدخل، الكمية الكهرباء المستهلكة في الفترة السابقة و .باستخدام نموذج الطلب التالي :

$$Q_t = \beta_O + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \varepsilon_i \qquad i = 1.2 \dots \dots n$$

e العشوائي المتغير

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ معاملات المتغيرات المستقلة

وقد توصل الباحث الى النتائج التالية: ان مرونة الطلب السعرية على الكهرباء بلغت (-1.311)، وهو طلب مرن في الاجل الطويل، ومعلمة السعر ذات دلالة معنوية احصائية حيث بلغت قيمة (t) المحسوبة -4.32؛ اما كمية اما كمية الكهرباء المستهلكة في الفترات السابقة ومعلمات كل من سعر الفحم وسعر زيوت التسخين ذات دلالة غير معنوية لان قيمة (t) المحسوبة بلغت على التوالي: (0.917)، (0.509)،(0.192) .

2. الدراسة التي قام بها كل من: (T.D) Mount. (L.D) Chapman.(T.J) Tyrrell.[5] سنة 1973 تحت عنوان "Electricity Demand in the United States: an Econometric Analysis."، التي هدفت الى قياس العلاقة بين الطلب على الكهرباء[6] والعوامل المؤثر فيها، خلال الفترة الممتدة بين 1946- 1970 لـ48 ولاية في الولايات المتحدة الامريكية بالاعتماد على بيانات سنوية للفترة المحددة والمتغيرات التفسيرية التالية: من السكان، المداخيل، سعر الكهرباء، الوقود البديل مثل الغاز الطبيعي، ومنتجات مكملة مثل الاجهزة المنزلية وكذلك استخدام متغير الابطاء كمتغير تفسيري في النموذج، ومن خلال المرونات المحسوبة لمتغيرات الدراسة وجد ان الطلب على الكهرباء مرن بشكل عام في السعر ويكون مرن بشكل متزايد مع تزايد ارتفاع الاسعار، كما توصل الى نتيجة مفادها ان الطلب غير مرن بالنسبة للدخل وخاصة القطاع السكني(العائلي) والصناعي تتقارب الى الصفر بزيادة الدخل. اما

متغير السكان فهو حاضر بمرونة تؤول الى الواحد لمختلف الفئات ألاستهلاكية فيحين مرونة كل من سعر الغاز والاجهزة المنزلية فهي غير مرنة.[7]

3. نموذج هالفورسن (Halvorsen):

تهدف دراسة Halvorsen[8] الى نمذجة الطلب على الكهرباء للقطاع العائلي في الولايات المتحدة الامريكية خلال الفترة الممتدة للفترة الممتدة بين 1965- 1977 باستخدام بيانات السنوية للمتغيرات التفسيرية التالية: السعر المتوسط للكهرباء؛ متوسط الدخل الحقيقي للاسرة؛ متوسط السعر الحقيقي للغاز؛ الرقم القياسي الحقيقي لاسعار الجملة للاجهزة الكهربائية، نسبة السكان قاطني الريف، نسبة الوحدات السكنية في المباني متعددة الطوابق لتلك الفترة،اما فيما يخص النمذجة اعتمد على نموذج الانحدار المتعدد اللوغاريتمي.

وتوصلت دراسة Halvorsen الى ان جميع معلمات النموذج ذات دلالة معنوية حيث بلغت على التوالي: مرونة الطلب السعرية(0.953-) مرونة الطلب الدخلية تساوي 0.653 اي ان الكهرباء سلعة ضرورية للمستهلك؛ مرونة الطلب بالنسبة لسعر الغاز تساوي 0.312 ويدل هذا ان الغاز بديل للكهرباء؛ قيمة معامل الرقم القياسي لأسعار الجملة للأجهزة الكهربائية تساوي (0.215-) كما أن قيمة معامل الطلب بِالنسبة لِنسبة السكان قاطني الريف تساوي0.471 وأخيرا بلغت قيمة معامل الوحدات السكنية متعددة الطوابق . 0.812.

4. نموذج القنيبط 1989[9]

قام القنيبط بتقدير دالة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي بلكويت من خلال ثلاثة نماذج: خطي، لوغاريتمي واسي، بالاعتماد على بيانات سلاسل زمنية شهرية للفترة الممتدة من 1977-1981م للمتغيرات التالية، سعر الكهرباء، متوسط الرطوبة النسبية، متوسط دخل الفرد، متوسط درجة الحرارة، الكمية المستهلكة من الكهرباء للفترة السابقة، وكانت نتائج الدراسة على النحو التالي:

1. **النموذج الأسى:** في هذا النموذج وجد ان هناك علاقة عكسية بين الكمية المطلوبة من الكهرباء وكل من سعر الكهرباء ومتوسط الرطوبة النسبية ، فيحين توجد علاقة طردية بين الكمية المطلوبة من الكهرباء وكل من متوسط دخل الفرد ومتوسط درجة الحرارة والكمية المستهلكة من الكهرباء عن الفترة السابقة.
2. **النموذج الخطي:**

- مرونة الطلب الداخلية في الأجل القصير تساوي 0.147 فيحين على المدى الطويل تساوي 0.180 مما يوضح أن الكهرباء سلعة ضرورية؛

- مرونة الطلب السعرية في الأجلين القصير والطويل تساوي على التوالي (−0.934)(0.762 في الأجل الطويل وتمثل طلب غير مرن. جاءت معلمات سعر الكهرباء ودرجة الحرارة والكمية السابقة المستهلكة من الكهرباء ذات دلالة إحصائية حيث بلغت قيمة (t) لها على الترتيب (−3.81)، 15.665، 2.360 بينما لم يكن للدخل والرطوبة النسبية معنوية إحصائية حيث بلغت قيمتي (t) لهما 0.978، 1.551.

3. **النموذج اللوغاريتي:** وكانت نتائج هذا النموذج كمايلي:

- مرونة الطلب السعرية في الأجل القصير تساوي (−0.714) في حين في الاجل الطويل تساوي (−1.088) وعليه نجد أن الطلب غير مرن بالنسبة للسعر في الأجل القصير ومرن في الأجل الطويل، اما معلمة السعر ذات دلالة احصائية حيث بلغت قيمة (t) المحسوبة (−2.687). اما المرونة الداخلية كذلك متباينة بين الفترتين ففي الأجل القصير تساوي 0.226 في حين الاجل القصير تساوي 0.405 وهذا يدل على ان الكهرباء سلعة ضرورية في الأجلين القصير والطويل غير انه معلمة الدخل ذات دلالة غير معنوية حيث بلغت قيمة (t) لها (1.474).

5.نموذج عطية عبد القادر 1998: قام " عطية"[10] عام 1998 بتقدير دالة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي للاجلين الطويل والقصير بمصر خلال الفترة 1980−1995م وذلك باستخدم الانحدار المتعدد اللوغاريتمي لبيانات سلسلة زمنية السنوية للفترة السابقة. وبالاعتماد على النموذج التالي:

$$lnY_t = C + \beta_1 lnY_{t-1} + \beta_2 lnX_{1t} + \beta_3 X_{2t} + u_t \quad t = 1.2 \dots \dots n$$

حيث:

Y_1 متوسط استهلاك الاسرة من الكهرباء بالالف كيولوات Y_{t-1} استهلاك الكهرباء للفترة السابقة ؛ X_{1t} السعر الحدي الحقيقي للكهرباء؛ X_{2t} متوسط الدخل الحقيقي. و $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ تمثل مرونات الطلب بالنسبة للمتغيرات السابقة الذكر.

النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة هي:

- ان مرونة الطلب الدخلية تساوي − 0,2 ومعنوية الدخل ذات دلالة احصائية حيث بلغت قيمة (t) المحسوبة 3,127؛ مرونة الطلب السعرية في الاجلين القصير والطويل تساوي على التوالي 0.113−، 0.690− وهذا يدل على ان الطلب على

الكهرباء غير مرن سواء على الاجل الطويل او القصير ؛غير انه من الواضح ان مرونة الطلب في المدى الطويل اكبر منها في الاجل القصير.

- مرونة الطلب الداخلية في كل من الأجل القصير والطويل تساوي على التوالي: 0.157، 0.960 هما موجبتان وهذا ما يتفق مع النظرية الاقتصادية الا ان المرونة في الاجل الطويل اعلى من المرونة في الاجل القصير وبما انهما اقل من الصفر فهذا يعني انها سلعة ضرورية غير ان الطلب على الكهرباء بالنسبة لدخل في الأجل القصير أكثر ضرورة منه في الأجل الطويل.

6.نموذج ايمان قام وجلال الدين بن رجب[11] 2012:

حاول الباحثين في هذه الدراسة على تحديد العوامل الاساسية المؤثرة في الطلب الكلي للكهرباء في تونس على المدى الطويل ونمذجتة خلال الفترة الممتدة من 1976-2006 اي 31 سنة ، باستخدام المتغيرات التفسيرية التالية: الناتج المحلي الاجمالي بالاسعار الثابتة، درجة التحضر، متوسط درجة الحرارة السنوية، سعر الكهرباء للكيلواط ساعي، كذلك ادخال متغير استهلاك الكهرباء كمتغير داخلي وبالاعتماد على المنهجية المطبقة في دراسة Joutz and Hltedahl[12] (2004)،كان النموذج المعتمد بالشكل التالي:

$$Cons_t = A_t\, PIB_t^{B1} prix_t^{B2} urban_t^{B3} temp_t^{B4} e^{\varepsilon t} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

حيث:

$Cons_t$ استهلاك الكهرباء بالكيلواط ساعي؛ PIB_t الناتج المحلي الخام بالأسعار الثابته؛ $prix_t$ سعر الحقيقي للكهرباء للكيلواط ساعي؛ $urban_t$ معدل التحضراوالعصرنة.[13] $temp_t$ متوسط السنوي لدرجات الحرارة؛ ε_t الخطأ الشوائي.

توصل الباحثين الى ان الطلب على الكهرباء مرن بالنسبة للدخل، درجات الحرارة و التحضر وغير مرن بالنسبة للسعر وكانت المرونات على التوالي: 0.86، 13.2، 24.6، (-0.24)

II. البيانات والمنهجية

II.1 البيانات:

- تم اعداد البحث بناءاً على بيانات سنوية للفترة الممتدة بين 1970- 2009 .

بالنسبة للمتغير التابع والمتمثل في استهلاك الكهرباء للقطاع العائلي وعدد المشتركين فقد استخرجت بياناته من قاعدة البيانات: الديوان الوطني للإحصاء(ONS)[14]اما فيما

يخص المتغيرات المستقلة والمتمثلة في السكان، السكان الناشطين فقد استخرجت بياناته من قاعدة بيانات البنك الدولي 30 جانفي 2015.

- تم استخدام التطبيق Excel 2010 في معالجة هذه البيانات والحصول على البيانات النهائية.

II.2 النمذجة:

كما سبقت الإشارة سنعتمد في نمذجة الطلب على الكهرباء على النموذج المقترح من طرف H.R.LINDEN (1950-1960)[15] اين اخذ بنظر الاعتبار المتغير الديمغرافي وصاغ النموذج على الشكل التالي:

الشكل العام لنموذج:

$$E = f(T.P.A) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (I)$$
$$E = P^{a_0} T^{a_1} A^{a_3} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (II)$$
$$E = P^{a_0} (AB)^{a_1} A^{a_3} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (III)$$

حيث:

E استهلاك الطاقة[16]، P السعر، T عدد السكان الاجمالي، A عدد السكان الناشطين بالمليون،(AB)عدد السكان المشتركين. و a_1, a_2, a_3 تمثل مرونات الطلب بالنسبة للمتغيرات السابقة الذكر.

بغرض تقدير معلمات النموذج تم تحويل صيغة الاسية للنموذج العام الى الشكل الخطي على النحو التالي بإدخال اللوغاريتم النيبري "ln" وكذلك بالنسبة للنموذج الثاني كما يلي:

$$Ln\,E = a_0 + a_1 LnP + a_2\, lnT + a_3\, lnA \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$
$$Ln\,E = a_0 + a_1 LnP + a_2\, lnAB + a_3\, lnA \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

III- النتائج ومناقشتها :

حاولنا في هذه الورقة البحثية نمذجة الطلب على الطاقة الكهربائية في القطاع العائلي باعتبار استهلاكها يشكل اهم نسبة في الاستهلاك الكلي للطاقة وذلك باستخدام نموذج **H.R.Linden 1950-1960**، وبإدخال بيانات المشار اليها في المقدمة الى التطبيق Excel 2010 وبالتقدير الموثوق للمرونة تحصلنا على النماذج التالية والمستخرج من جدول رقم (1) و(2) في ملحق الجداول.

ا. النموذج الاول:

$$Ln\,E = -34.3854 + 2.9128 LnPOP\,T + 1.668\, lnPOP\,A - 0.25195 \ln PRIX \dots\dots (3)$$

سنقوم باختبار معنوية المعلمات المقدرة للنموذج كل واحدة على انفراد وذلك انطلاقاً من اختبار الاحصائية ستيودنت عند مستوى معنوية 5%، والتفسير الكلي لأثر المتغيرات المستقلة على المتغير التابع او الطلب على الكهرباء وذلك من خلال كل من معامل التحديد، والاحصائية فيشر، والبواقي.

من خلال جدول رقم (1) لتحليل التباين ANOVA يتم اختبار معنوية المعلمات المقدرة للنموذج:

- ان معامل السكان الجمالي (ln pop T) المقدرة تقريباً بـ " 2.92" ويدل هذا على ان الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي مرن لتغير عدد السكان الاجمالي أي ان تغير عدد السكان الاجمالي بنسبة 1 في المئة يؤدي الى زيادة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي بنسبة 2.92% ، اما الاشارة الموجبة فهي تدل على العلاقة الطردية بين عدد السكان الاجمالي واستهلاك الكهرباء من جهة اخرى نجد ان قيمة P-value تساوي 3.02E-10 وهي اقل من 5% أي ان معلمة المتغير المستقل ذات معنوية احصائية وعليه رفض فرضية العدم وقبول فرضية البديل.
- معامل السكان النشطون (ln pop A) والمقدر بالتقريب بـ 1.67 ذو اشارة موجبة واكبر من الواحد ويدل هذا على العلاقة الطردية بين المتغيرين كذلك انه طلب مرن أي ان الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي يزداد بتغير عدد السكان النشطين بـ نسبة 1.6 %. كذلك لها دلالة احصائية حيث بلغت قيمة *P-value* 0.008693 وهي اقل بكثير من 5% وعليه رفض الفرضية وقبول فرضية البديلة.
- معامل السعر (ln prix) والمقدر بـ (0.25-) فهو ذو اشارة سالبة واقل من الواحد ويدل هذا على العلاقة العكسية بين الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي والسعر وهذا يتوافق مع النظرية الاقتصادية كما انه طلب غير مرن حيث ان زيادة السعر بـ 1% يؤدي الى انخفاض الطلب على الطاقة الكهربائية بـ 0,25% ، من جهة اخرى فهو ذو دلالة احصائية فقيمة *P-value* تساوي 0.015904 وهي اقل من 5% وعلية قبول فرضية البديل اي للسعر اثر على الطلب.

بناءاً على النتائج المتحصل عليها نجد ان معلمات المنفردة مقبولة بشكل احصائياً عند مستوى معنوية 5 بالمئة.

من خلال جدول "ملخص النتائج" **SUMMARY OUTPUT** نتحقق من التفسير الكلي لأثر المتغيرات المستقلة على المتغير التابع كما يلي

- **اختبار معامل التحديد المعدل** ^{2} : انطلاقا من نتائج التقدير الممثلة في الجدول رقم (1) فان قيمة R^2 للنموذج المقدر للطلب على الكهرباء تساوي 0.995 ما يدل على ان قيمة معامل التحديد المعدل مرتفعة وجودة تقدير عالية وان 99.5 % من التغيرات في المتغير التابع تفسرها التغيرات في المتغيرات المستقلة، بينما 0,05 % ترجع الى عوامل اخرى غير مدرجة في النموذج فمن خلال قيمة R^2 فان هناك علاقة قوية بين المتغير التابع والمتغيرات المفسرة.
- **اختبار الاحصاءة فيشر** F: من خلال اختبار معالم النموذج مع بعض أي دفعة واحدة تبين ان قيمة الاحصاء F المحسوبة F_C تساوي 2241,142 وبمقارنتها مع قيمة فيشر الجدولية[17] F_T والمساوية لـ3,27 نجد ان $F_C > F_T$ وهذا يعني رفض فرضية العدم القائلة بعدم وجود علاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة وقبول فرضية البديل التي نص على وجود علاقة بينهما.

من خلال هذه النتائج فان هناك بين كل من المتغير التابع والتفسيري وان للنموذج جودة تفسيرية كبيرة.

II. النموذج الثاني:

بالاعتماد على النموذج اعلاه حاولنا نمذجة الطلب على الكهرباء ولكن هذه المرة باستبدال متغير السكان الاجمالي (pop T) بالمشتركين(les Abonnées) (AB) لان هذه الفئة فقط هي المستفيد فعلاً من التغذية بالكهرباء وبإدخال البيانات المشار اليها اعلاه في برنامج Excel 2010 كانت النتائج كما يلي:

$$Ln\,E = -4.0852 + 1.3078 LnAB + 1.668\, lnPOP\,A - 0.1465 \ln PRIX \ldots\ldots (4)$$

- من خلال جدول رقم (2) تحليل التباين ANOVA يتم اختبار معنوية المعلمات المقدرة للنموذج كما يلي:

ان معامل المشتركين (الزبائن) (ln AB) المقدرة تقريباً بـ " 1,30" ذو اشارة موجبة واكبرمن الواحد ويدل هذا على ان الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي مرن لتغير عدد المشتركين وان تغير عدد المشتركين بنسبة 1 % يؤدي الى زيادة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي بنسبة 1,30% ، اما الاشارة الموجبة فهي تدل على العلاقة الطردية بين عدد المشتركين واستهلاك الكهرباء من جهة اخرى نجد ان قيمة P−value تساوي 1.13E−16 وهي اقل بكثير من 5% أي ان معلمة المتغير المستقل ذات معنوية احصائية وعليه رفض فرضية العدم وقبول فرضية البديل.

- معامل السعر (ln prix) والمقدر بـ (0.146−) فهو ذو اشارة سالبة واقل من الواحد ويدل هذا على العلاقة العكسية بين الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي والسعر وهذا يتوافق مع النظرية الاقتصادية كما انه طلب غير مرن حيث ان زيادة السعر بـ 1% يؤدي الى انخفاض الطلب على الطاقة الكهربائية بـ 0,14% ، من جهة اخرى فهو ذو دلالة احصائية فقيمة *P–value* تساوي 0.033617 وهي اقل من 5% وعلية قبول فرضية البديل اي للسعر اثر على الطلب.
- معامل السكان النشطون (ln pop A) والمقدر بالتقريب بـ 1.67 ذو اشارة موجبة واكبر من الواحد ويدل هذا على العلاقة الطردية بين المتغيرين كذلك انه طلب مرن أي ان الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي يزداد بتغير عدد السكان النشطين بـ نسبة 1.6 %. كذلك لها دلالة احصائية حيث بلغت قيمة *P*–value 4.06E−05 وهي اقل بكثير من 5% وعليه رفض الفرضية وقبول فرضية البديلة.

بناء على النتائج المتحصل عليها نجد ان معلمات المنفردة مقبولة بشكل احصائياً عند مستوى معنوية 5 بالمئة.

من خلال جدول "ملخص النتائج" SUMMARY OUTPUT نتحقق من التفسير الكلي لأثر المتغيرات المستقلة على المتغير التابع كما يلي:

- **اختبار معامل التحديد المعدل** ^{2} : انطلاقا من نتائج التقدير الممثلة في الجدول رقم (2) فان قيمة R^2 للنموذج المقدر للطلب على الكهرباء تساوي 0.997 مما يدل على ان قيمة معامل التحديد المعدل مرتفعة وجودة تقدير عالية وان 99.7 % من التغيرات في المتغير التابع تفسرها التغيرات في المتغيرات المستقلة، بينما 0,03 % ترجع الى عوامل اخرى غير مدرجة في النموذج فمن خلال قيمة R^2 فان هناك علاقة قوية بين المتغير التابع والمتغيرات المفسرة.
- **اختبار الاحصاءة فيشر** F: من خلال اختبار معالم النموذج مع تبين ان قيمة الاحصاء F المحسوبة F_C تساوي 4790.867 وبمقارنتها مع قيمة فيشر الجدولية[18] F_T والمساوية لـ3,27 نجد ان

$F_C > F_T$ اي قيمة فيشر المحسوبة اكبر من المجدولة وهذا يعني رفض فرضية العدم القائلة بعدم وجود علاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة وقبول فرضية البديل التي نص على وجود علاقة بينهما.

من خلال هذه النتائج فان هناك بين كل من المتغير التابع والتفسيري وان للنموذج جودة تفسيرية كبيرة.

المفاضلة بين النموذجين:

من اجل المفاضلة بين النموذجين المقدرين سنعتمد مجموعة من المؤشرات الاحصائية المتحصل عليها لكلا النموذجين كما يلي:

- معامل التحديد المعدل R^2 عند مقارنة قيمة R^2 لكلا النموذجين نجد ان قيمة المعامل للنموذج الثاني اكبر من النموذج الاول وعليه فان جودة التقدير للنموذج الثاني اكبر من النموذج الأول وان المتغيرات التفسيرية للنموذج الثاني تفسر وبنسبة اكبر للمتغير التابع من النموذج الاول، كذلك عند مقارنة الاحصائية F نجد ان $F_2 > F_1$ $4790.87 >$ 2111.94أي ان مدى قدرة المتغيرات التفسيرية في شر ح النموذج ومن خلال المقارنة تبين انه للنموذج الثاني لديه قدرة تفسيرية اكثر من النموذج الاول عند نفس القيمة الجدولية F والمساوية لـ 3.27.

- من جهة اخرى نجد ان خطأ التقدير[19] في النموذج الثاني افضل من خطأ التقدير في النموذج الاول كما هو موضح في الجدول رقم (1) و(2) حيث نجد ان $0.1140 < 0.2579$ ويمكن ان نتاكد من ذلك حسابياً سنعتمد النموذجين المتحصل عليهما ونقدر القيم ثم نجري الفرق بين القيم الحقيقة والقيم المقدرة. وعليه ومن خلال نتائج الجدول رقم (4) يمكن اقول ان النموذج الثاني ذو جودة تقدير احسن من النموذج الاول.

IV- الخلاصة :

يعتبر الطلب على الطاقة الكهربائية من اشبك المواضيع التي تعالجها اقتصاديات الدول نظراً لما تتميز به " الكهرباء" عن غيرها من السلع، فعدم القدرة على التخزين والاستهلاك الفوري لها كذلك الطلب المتنامي لها نتيجة لزيادة في عدد السكان كل هذا جعل الدول في بحث مستمر عن كيفية ادار وتسيير الطلب على الكهرباء بدءاً من التحديد الدقيق لمحددات الطلب الى التنبؤ الجيد للكميات المطلوبة بالاعتماد على احدث الطرق وهذا لتخصيص الاستهلاك العادل بين سكانها اي تلبية الطلب في الوقت والكمية المطلوب واللازمة . من خلال الورقة البحثية هذه حاولنا نمذجة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي في الجزائر وفقا لنموذج LINDEN (1950- 1960) من خلال بيانات سنوية للفترة الممتدة بين 1970- 2009 للتعرف فيما اذا يعطي هذا النموذج نتائج دقيقة وقريبة من الواقع يمكن الاعتماد عليها في التنبؤ واتخاذ القرارات ألمستقبلية، وتوصلنا الى انه يمكن الاعتماد على

نموذج LINDEN في عملية نمذجة الطلب على الكهرباء كما توصلنا الى ان النموذج الثاني الذي اعتمدنا فيه على متغير المشتركين اكثر دقة من خلال النتائج المتحصل عليها. سواء في معنوية المعلمات المقدرة،معامل التحديد،و كذا تقارب القيمة المقدرة للطاقة الكهربائية من لبقيم الفعلية.

ملحق الجداول والأشكال البيانية :

جدول رقم (1) نتائج تقدير النموذج رقم1

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.9972
R Square	0.9944
Adjusted R Square	0.9939
Standard Error	0.0846
Observations	40

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	3	45.3913	15.1304	2111.942	1.7E-40
Residual	36	0.2579	0.0071		
Total	39	45.6496			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	-34.3854	3.4059	-10.095	4.8E-12	-41.293	-27.478	-41.293	-27.478
ln	2.9108	0.3389	8.5903	3.0E-10	2.2253	3.5963	2.2253	3.5963

POPT	2877	933	94269	2E-10	49	026	549	026
ln POPA	1.668868	0.601336	2.752065	0.008693	0.4493	2.88843	0.4493	2.88843
ln PRIX	-0.25195	0.099565	-2.5305	0.015904	-0.4539	-0.05002	-0.4539	-0.05

المصدر: تم اعداد الجدول بناءاً على التطبيق Excel 2010

الجدول رقم (2) نتائج تقدير النموذج رقم 2

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.99875
R Square	0.9975
Adjusted R Square	0.99729
Standard Error	0.05629
Observations	40

ANOVA

	Df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	3	45.5422	15.1807	4790.87	7.03E-47
Residual	36	0.11407	0.003177		
Total	39	45.6563			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	-4.08452	0.35958	-11.361	1.8E-13	-4.81442	-3.35591	-4.8144	-3.35591
ln AB	1.30788	0.08973	14.575	1.1E-	1.125887	1.489867	1.12589	1.48987

ln POPA	1.66807	0.35693	4.67341	164.1E-05	0.944186	2.391953	0.94419	2.39195
ln PRIX	-0.1465	0.06631	-2.2091	0.03362	-0.28096	-0.012	-0.281	-0.012

المصدر: تم اعداد الجول بناءاً على التطبيق Excel 2010

الجدول رقم (3) المفاضلة بين النموذجين

(VR-VE)2	(VR-VE)2			
0.000809944	0.003231743			
0.001387346	0.000391463			
0.003340942	0.00217607		model1	model2
0.001548343	0.04665436	Adjusted R Square	0.993879305	0.997293
0.011761669	0.007736058	*F*	2111.94195	4790.867
0.00032699	0.02057251	*Significance F*	1.67689E-40	7.03E-47
0.000441183	0.025882856	*SS*	0.257952211	0.114073
0.007401272	0.001387145			
0.002798278	0.025180811			
7.23519E-05	0.001217738			
0.000206624	0.000990433			
0.001085373	0.000252791			
0.000562926	0.000424979			
6.92305E-05	0.00219308			
7.83193E-06	0.001138602			
0.114156857	0.258858848			
model 2	model1			

المصدر: تم اعداد الجدول بناءاً على التطبيق Excel 2010

الإحالات والمراجع :

[1] Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie(APRUE), **Consommation Energétique Finale de l'Algérie Chiffres clés Année 2012**, Données & Indicateurs, Edition 2014, p04-05.

[2] عطية عبد القادر عطية، دالة الطلب على الكهرباء، **الاقتصاد القياسي**،الطبعة الثانية، (مصر:الدار الجامعية،2000) ص ص 734-736.

[3] Jean-Claude chesnais and Jean- Michel chasseriaux, **L'incidence des facteurs démographiques sur la consommation d'énergie. Application au cas français,** population (French Edition), 36 Année, No 3(May-jun.)1981, p506.

[4] L.D. Taylor, **Consumer Demand in the United States** 2nd. Edition, Cambridge: Harvard Univ. press. 1970

[5] Mount (T.D). Chapman (L.D). Tyrrell (T.J**), Electricity Demand in the United States: an Econometric Analysis**, National Science Foundation, OAK Ridge National Laboratory , Operated by Union corporation, juin 1973.

[6] درس العلاقة لثلاث فئات استهلاكية، القطاع الصناعي، التجاري، والسكني(العائلي).

[7] استنتج كل من Kaysen et Fisher (1962) و(1972) Griffin وباحثين اخرين ان السعر في المدى الطويل يكون غير مرن، اما Wilson (1969), Mac Avory (1969), Halvorsen (1972) فقد توصلوا الى نفس النتائج المتحصل عليها في الدراسة اي ان السعر مرن على المدى الطويل.

[8] R. Halvorsen, **Econometric Models of U.S Energy Demand,** Lexington ,Mass: D.C. Heath and Company, 1978 .

[9] محمد حمد القنيبط ، **تقدير دالة الطلب على الكهرباء في الكويت** :دراسة تطبيقيه الكويت، 1989 م

[10] عبد القادر محمد عبد القادر عطية، **المرجع السابق** ص.ص 743- 745.

[11] Imen Gama, Jaleleddine Ben Rejeb, Electricity demande in tunisia" Energy policy, volum45,2012 pp 714-720.

[12] الذي قام بتطبيق طريقة التكامل المشترك وتصحيح الخطا لتحليل الطلب على الكهرباء في المساكن بتايوان.

[13] استخدام معدل التحضر في هذا النموذج كبديل لمتغير المعدات، نظرا لصعوبة الحصول على بيانات عن المعدات.

[14] Office Nationale de Statistique (ONS)

[15] يوضح هذا النموذج مدة تاثير النمو الديمغرافي على الانشطة في امريكا الشمالية وخاصة في العشرين سنة 1950- حيث اعطى هذا النوع من النماذج اهمية خاصة للمتغير الديمغرافي في استهلاك الطاقة الكهربائية للولايات المتحدة.

[16] وحدة الدولية لقياس الطاقة الكهربائية: 10^{15} (BTU)، اما الوحدة المعتمدة هي كيلو واط

[17] $F_{(\,k-1,n-k,a\%)} = F_{(2,37,5\%)}$

[19] مجموع مربع البواقي '(لفرق بين القيمة المقدرة والفعلية) من بين اهم المعايير المعتمدة لقياس جودة التقدير، فإذا كانت القيمتين متساويتين أو الفرق بينهما ضعيف نقول ان للنموذج جودة عالية ومقدرة على التنبؤ عالية أيضا، وإذا حدث العكس نقول أن مقدرة النموذج ضعيفة