نماذج السلاسل الزمنية الأحادية لإنتاج واستهلاك الكهرباء بولاية الخرطوم,السودان (2011-1990)

أ. العبد احمد خالد أحمد[1], د. عادل على أحمد محمد[2]

ملخص الدراسة

هدفت هذه الدراسة إلي بناء نموذجين قياسين لتحليل اتجاه إنتاج واستهلاك الكهرباء والتنبؤ بالقيم المستقبلية لهما بولاية الخرطوم. وتم اعتماد منهجية بوكس- جنكز، وتم إجراء التطبيق لسلسلتي بيانات إنتاج واستهلاك الكهرباء ولاية الخرطوم في الفترة (1990-2011) باستخدام الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) وبرنامج التحليل الإحصائي (MINITAB). ومن خلال النتائج اتضح أن النموذج ARIMA (1,2,0) هو النموذج الملائم للتنبؤ بكميات إنتاج الكهرباء ولاية الخرطوم، والنموذج ARIMA (1,3,0) هو النموذج الملائم للتنبؤ بكميات استهلاك الكهرباء ولاية الخرطوم. حيث حقق النموذجيان قدرة عالية في التنبؤ وذلك حسب اختبار القدرة التنبؤية. وتوصي الدراسة الجهات المختصة بوضع السياسات الاقتصادية للاعتماد على النموذجين المقترحين، واعتماد الجهات التخطيطية أسلوب تحديث النموذجين المقترحين سنوياً وذلك من خلال إضافة المعلومات السنوية لسلسلة البيانات الأصلية لكلٍ من الإنتاج والاستهلاك.

[1] أستاذ نظم المعلومات الإدارية المحاضر—كلية الاقتصاد والعلوم الاجتماعية- جامعة النيل الأزرق.
[2] الأستاذ المشارك بقسم الإحصاء التطبيقي والديموغرافيا- كلية الاقتصاد والتنمية الريفية- جامعة الجزيرة.

Univariate Time Series Models for Production and Consumption of Electricity in Khartoum State, Sudan (1990-2011)

Abstract

This study aimed at building two econometric models to analyze the trend of electricity production and consumption and to predict the future amount in Khartoum State. Methodologically viewed, the so-called Box and Jenkins, approach was adopted in addition to the application of the data series of electricity production and consumption in Khartoum State over the period(1990– 2011), the Statistical Packages for Social Sciences (SPSS) and MINITAB are used to analyzing these data. The results confirmed that, the ARIMA (1,2,0) Model's is the suitable one for the prediction to electricity production of Khartoum State and ARIMA (1,3,0) models were suitable for the prediction of the amount of electricity consumption of Khartoum State. Both models were highly predictably according to the prediction test. The study recommended that the concerning authorities to put the economic policies in order to adapt the two proposed models, and planning authorities to adapt the method of updating them annually, by adding the annual information of the original data series to the production and consumption.

تمهيد:

يعد موضوع تحليل السلاسل الزمنية من المواضيع الإحصائية المهمة التي تتناول سلوك الظواهر، وتفسرها عبر حقب محددة. ويمكن إجمال أهداف تحليل السلاسل الزمنية بالحصول على وصف دقيق للملامح الخاصة بالعملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية، وبناء نموذج لتفسير سلوك السلسلة الزمنية وإستخدام النتائج للتكهن بسلوك السلسلة في المستقبل، إضافة إلى التحكم في العملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية بفحص ما يمكن حدوثه عند تغيير بعض معلمات النموذج. ولتحقيق ذلك يتطلب الأمر دراسة تحليلية وافية لنماذج السلاسل الزمنية بالإعتماد على الأساليب الإحصائية والرياضية. والسلسلة الزمنية هي مجموعة من المشاهدات الخاصة بظاهرة معينة خلال حقب متعاقبة وبحدود متتابعة. وتكون السلسلة الزمنية على نوعين متصلة ومنفصلة بحسب الزمن. ويمكن أن تكون مستقرة إذا كانت الخصائص الإحتمالية لا تتأثر بالزمن أو غير مستقرة إذا كانت الخصائص الإحتمالية تتأثر بالزمن. ونموذج السلسلة الزمنية هو الدالة التي تربط قيم السلسلة الزمنية بالقيم السابقة لها وأخطائها. ويتكون تحليل السلاسل الزمنية من مراحل متسلسلة تبدأ بمرحلة التشخيص للنموذج والتي تعد المرحلة الأهم. وتليها مرحلة تقدير معلمات النموذج ، ومن ثم مرحلة فحص مدى الملاءمة للنموذج. وتأتي المرحلة الأخيرة وهي مرحلة التكهن أو التنبؤ. وهنالك أساليب كثيرة للتنبؤ ومن بين أبرز هذه الأساليب نماذج أريما أي نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكاملة. وتم صياغة هذه المنهجية من قبل بوكس وجنكنز عام 1970 وتعتمد هذه المنهجية على الدمج بين نماذج الإنحدار الذاتي AR والمتوسطات المتحركة MA **(هارون وعزام** ,1992).

وتعتبر الطاقة الكهربائية من أهم عوامل التنمية وتلعب دوراً رئيسياً فى التغير الإجتماعي والإقتصادي حيث نجد أن هنالك علاقة مباشرة بين إستهلاك الطاقة ومستوى التنمية وبين التنمية والإنتاج.

أسئلة الدراسة:

تتلخص اسئلة الدراسة في **الآتي:**

1. هل تمثل كميات الكهرباء المنتجة والمستهلكة سلسلة خطية مستقرة؟
2. هل يمكن بناء نماذج رياضية يمكن من خلالها التنبؤ بإنتاج واستهلاك الكهرباء في ولاية الخرطوم؟

أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة **إلي:**

1. التعرف علي نمط اتجاه إنتاج واستهلاك الكهرباء في ولاية الخرطوم.
2. بناء نماذج رياضية تمكّن من التنبؤ بكميات الكهرباء المنتجة والمستهلكة سنوياً في ولاية الخرطوم.

أهمية الدراسة:

تتأتى أهمية هذه الدراسة من جانبين اقتصادي وإحصائي فمن الجانب الأول يأتي استخدام نماذج للتنبؤ بكميات الكهرباء المنتجة والمستهلكة سنوياً في ولاية الخرطوم في وقت تحتاج اليه الجهات المختصة تمكن الجهات المختصة من إدراجها فى وضع السياسات الاقتصادية واتخاذ القرارات العامة فى التطوير والاستفادة من الطاقة الكهربائية المنتجة، ومن ثم الإستفادة من فائض الإنتاج وذلك عن طريق تصديره. ومن الجانب الثاني فإن استخدام طرق التحليل الإحصائي المعتمد على النظرية الإحصائية المتقدمة تجعل النموذج أكثر اعتمادية.

منهجية الدراسة:

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي واعتمدت علي منهجية بوكس جنكنز في التحليل.

مصادر البيانات:

تم جمع البيانات من مصادر ثانوية من سجلات إنتاج ومبيعات الكهرباء الشركة السودانية لتوزيع الكهرباء المحدودة ولاية الخرطوم في الفترة من (1990-2011).

أسلوب التحليل:

اعتمدت الدراسة علي إستخدام منهجية بوكس جنكنز (BOX- JENKINS) (Box, Jenkins (1976) في تحليل السلاسل الزمنية التي تستند على الدمج بين نماذج الإنحدار الذاتي ونماذج المتوسطات المتحركة وذلك لسلسلتي بيانات إنتاج واستهلاك الكهرباء في ولاية الخرطوم خلال الفترة (1990-2011) بإستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS).

الدراسات السابقة:

في العام 1997 قدمت **سلمى الآلوسي** دراسة لنيل درجة الماجستير في الإحصاء من جامعة بغداد حول بناء نماذج تخطيطية قصيرة المدى لنشاطات المنشأة العامة لتوزيع كهرباء بغداد، تضمنت بناء نماذج تتناول كافة النشاطات المتفاعلة فيما بينها للمنشأة العامة لتوزيع كهرباء بغداد، كما تطرقت الدراسة إلى موضوع التخطيط من زاوية كمية.

في العام 1998 قام **عمار الزيدي** بدراسة لنيل درجة الماجستير في الإحصاء من جامعة الأنبار حول التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية لمدينة بغداد باستخدام دالة التحويل، وتناولت هذه الدراسة أسلوب دالة التحويل على سلسلة الاستهلاك اليومي لكمية الطاقة الكهربائية في مدينة بغداد كسلسلة مخرجات وسلسلة درجات الحرارة العظمى اليومية كسلسلة مدخلات.

في منحى آخر قامت **رحاب كاظم حمزة** عام 2000 بدراسة لنيل درجة الماجستير في الإحصاء من جامعة بغداد بعنوان " استخدام أسلوب بيز التجريبي لتقدير معلمة نموذج الإنحدار الذاتي من الدرجة الأولى" حيث أوضحت أن سلسلة

أحمال الذروة الكهربائية غير مستقرة من ناحية المتوسط والتباين ، وتم التعامل مع عدم استقرارية السلسلة من ناحية المتوسط من خلال تمثيل السلسلة بدلالة الزمن ومعالجة عدم استقرار من ناحية التباين من خلال إجراء التحويل المناسب.

في العام 2007 أعد **الشيخ إدريس الطيب** دراسة لنيل درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي من جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان: "دراسة النماذج الإحصائية لإنتاج الطاقة الكهربائية في السودان". وقد توصلت الدراسة إلى أن النموذج المناسب لتقدير إنتاج الطاقة الكهربائية في السودان هو النموذج المضاعف ARIMA (1,1,1). وقد أوصت الدراسة بأن تقوم الجهات المستفيدة وذات الصلة كالهيئة القومية للكهرباء بتطبق نماذج تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بالطاقة الكهربائية المستهلكة مستقبلاً وهذا يساعد في التخطيط السليم للمستقبل، وكذلك دراسة النماذج الإحصائية الأكثر شمولاً وذلك بمحاولة الحصول على متغيرات ذات علاقة بإنتاج الكهرباء وإدخالها في النماذج مثل تكلفة الإنتاج وسعر إنتاج الوحدة وهذا من شأنه أن يجعل التنبؤات أكثر دقة.

منهجية بوكس – جينكز:

السلسلة الزمنية: هي مجموعة من المشاهدات أو القياسات التي تأخذ على إحدى الظواهر (الاقتصادية – الاجتماعية – الطبية – الطبيعية – .....) على فترات زمنية متتابعة عادة تكون متساوية الطول،(**شعراوي** 2005).

تستخدم منهجية بوكس – جينكز في بناء النماذج الخطية للسلاسل الزمنية وتتكون هذه المنهجية من أربعة خطوات **وهي:**

التعرف علي النموذج:

في هذه الخطوة يقوم الباحث باختيار نموذج من نماذج أريما ARIMA (نماذج الإنحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية). أي أن الباحث يختار رتبة الفروق المتتالية ورتبة الفروق الموسمية اللازمة لتحقيق سكون السلسلة، كما يقوم بتحديد رتبة كثيرة الحدود المناظرة لنموذج الإنحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة اللازمة لتمثيل نموذج السلسلة تمثيلاً صحيحاً. ونسبة لكثرة نماذج أريما ARIMA فلابد من البحث عن وسائل بسيطة للتعرّف على مجموعة جزئية من هذه النماذج حتى يمكن دراستها تفصيلياً أي لتحديد (رتبة الإنحدار الذاتي p والمتوسطات المتحركةq والفروق اللازمة لتحقيق السكون d). وتعتبر مرحلة التعرّف مرحلة أساسية وهامة في بناء نموذج السلسلة الزمنية، (**سعد الدين وإبراهيم**2001).

التقدير:

بعد الانتهاء من مرحلة التعرف على النموذج المبدئي الملائم للبيانات المتاحة يجب تقدير معالم هذا النموذج باستخدام إحدى الطرق المعروفة في نظرية الإحصاء وأهمها طريقتي المربعات الصغرى والإمكان الأكبر. ويهدف هذا المبحث إلى تقديم الفلسفة العامة لاستخدام هاتين الطريقتين لتقدير معالم نماذج الإنحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة والنماذج المختلطة، (**شعراوي** 2005).

التشخيص:

يعتمد نموذج السلاسل الزمنية الذي يتم التعرف عليه في المرحلة الأولى على مجموعة هامة من الفروض النظرية الخاصة بالعملية العشوائية التي ولدت البيانات والشكل العام للنموذج والتغيرات العشوائية εt. ويعني هذا أن مقدرات المعالم وخصائصها الإحصائية والاستدلالات الإحصائية المختلفة ليس لها معنى إلا إذا كانت هذه الفروض صحيحة أو على الأقل لا يمكن رفض ملامتها للبيانات المتاحة. ومن ثم فإن دراسة ملامة هذه الفروض للسلسلة الزمنية المتاحة تعد من الأمور الضرورية.

وجزء لا يتجزأ من دراسة تحليل السلاسل الزمنية لأي مجموعة من البيانات والتي يجب أن يوليها مستخدم السلاسل الزمنية اهتماماً خاصاً. وتعرف هذه النوعية من الدراسة في الأعراف الإحصائية بتشخيص النموذج المبدئي والذي يمكن النظر إليه كنوع من التوازن بين الفروض النظرية التي يعتمد عليها النموذج ومخرجات العملية التطبيقية لمرحلة التقدير. والتشخيص هو المرحلة الثالثة من مراحل تطبيق منهجية بوكس وجينكيز، فبعد التعرف على النموذج المبدئي وتقدير معالمه يجب تقويم هذا النموذج للتأكد من أن مرحلة التقدير ومخرجاتها تتوافق مع الفروض النظرية أو على الأقل لا تظهر خلل وأضح في أي من هذه الفروض. وهذه المرحلة من أهم وأخطر مراحل التحليل حيث يتم فيها الاطمئنان على ملاءمة النموذج المبدئي وبالتالي إمكانية استخدامها في التنبؤ أو يتم فيها تعديل هذا النموذج وذلك بناءً على نتائج الفحوص والاختبارات التي تجرى في هذه المرحلة، وفي هذه الحالة يجب إخضاع النموذج المعدل لكافة الفحوص والاختبارات التي سنتحدث عنها بالتفصيل. أي أن مرحلة التشخيص هي في جوهرها مشكلة تحسين أو تطوير النموذج المبدئي لكي يكون أكثر ملاءمة للبيانات المتاحة، وهي مشكلة معقدة ومتعددة الأبعاد والجوانب. ومحلل السلاسل الزمنية إذ يأخذ في اعتباره كل هذه الأبعاد والجوانب يجب أن ينتهي إلى نموذج أفضل للبيانات المتاحة. ويعتمد تشخيص النموذج بصفة عامة على أجزاء العديد الفحوص والاختبارات أهمها، (شعراوي 2005):

- تحليل السكون.
- تحليل الانعكاس.
- تحليل البواقي.
- توفيق النموذج الأدنى مباشرة.
- توفيق النموذج الأعلى مباشرة.

التنبؤ :

التنبؤ هو المرحلة الأخيرة من مراحل منهجية بوكس وجينكنز وهو عادة الهدف النهائي من تحليل السلاسل الزمنية. ولا يمكن الانتقال إلى هذه المرحلة إلا بعد أن يجتاز النموذج المبدئي كافة الفحوص والاختبارات التشخيصية التي سبق تقديمها في المبحث السابق. فإذا لم يجتز النموذج المبدئي هذه الفحوص والاختبارات بكفاءة فإنه يجب العودة إلى المرحلة الأولى (مرحلة التعرف) وقراءة دالتي الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي بتمهل وإمعان واختيار نموذج مبدئي ثان. فإذا اجتاز هذا النموذج الثاني كافة الفحوص والاختبارات التشخيصية ننتقل إلى مرحلة التنبؤ ، وإذا لم يجتزها بكفاءة نعود مرة أخرى إلى المرحلة الأولى لاختيار نموذج ثالث. وتتكرر هذه العملية حتى نحصل على نموذج يجتاز كل الفحوص والاختبارات بكفاءة، (شعراوي 2005).

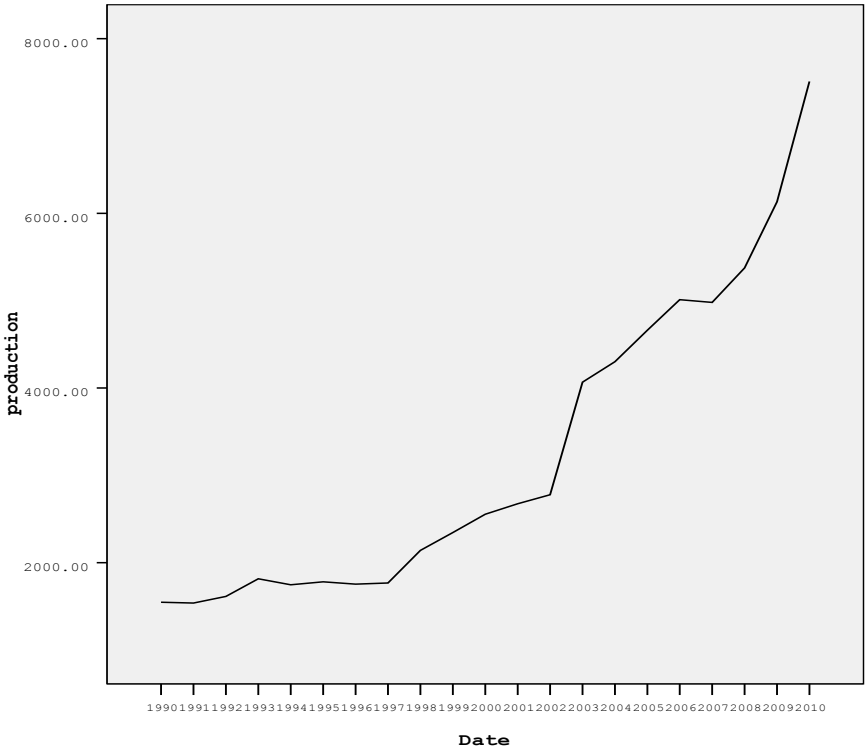
تحليل البيانات:

تحليل بيانات الإنتاج:

التشخيص:

تعد مرحلة التشخيص المرحلة الأهم في تحليل السلسلة الزمنية ، وتشمل مكون السلسلة الزمنية ومعرفة نوع النموذج.

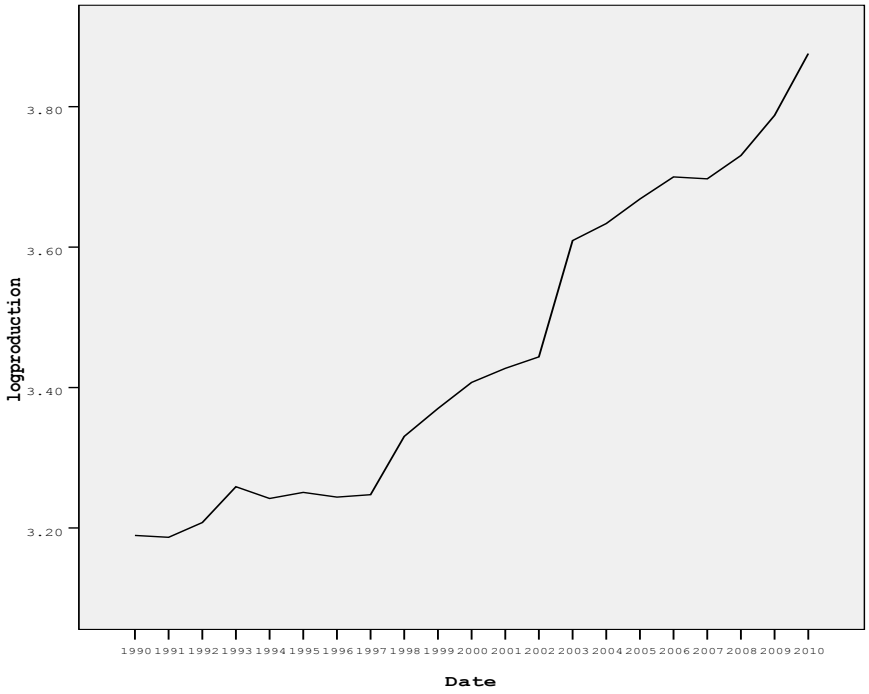
شكل رقم (1) مكون السلسلة الزمنية للإنتاج



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011م)

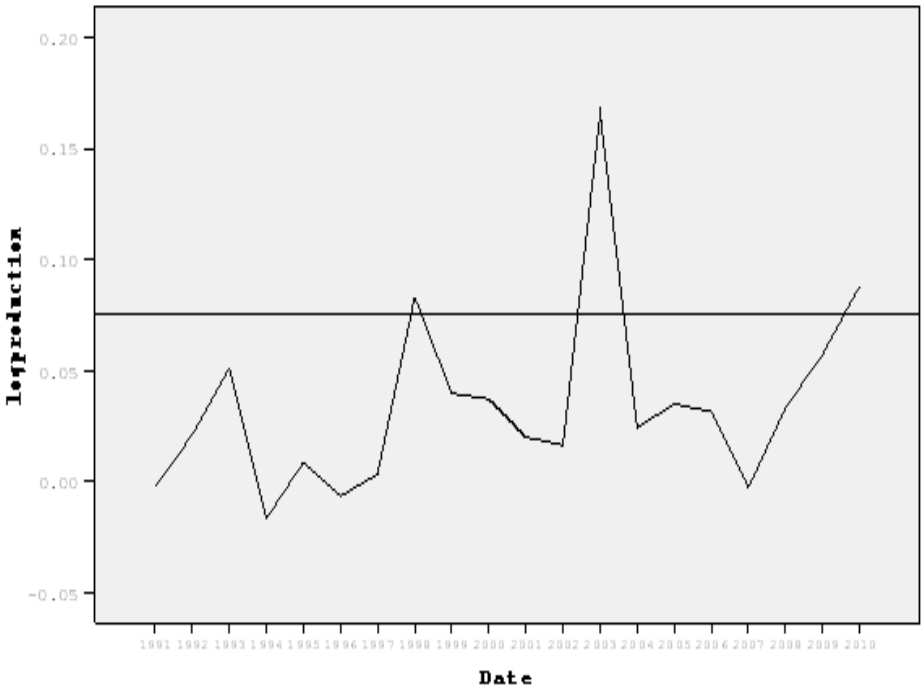
يتضح من خلال الشكل (1) أن السلسلة غير مستقرة في كل من المتوسط والتباين وبها إتجاه عام مما يستدعي استخدام إحدى التحويلات (اللوغاريثمي – الجزر التربيعي).

شكل رقم (2) مكون السلسلة بعد استخدام التحويل اللوغاريثمي للإنتاج



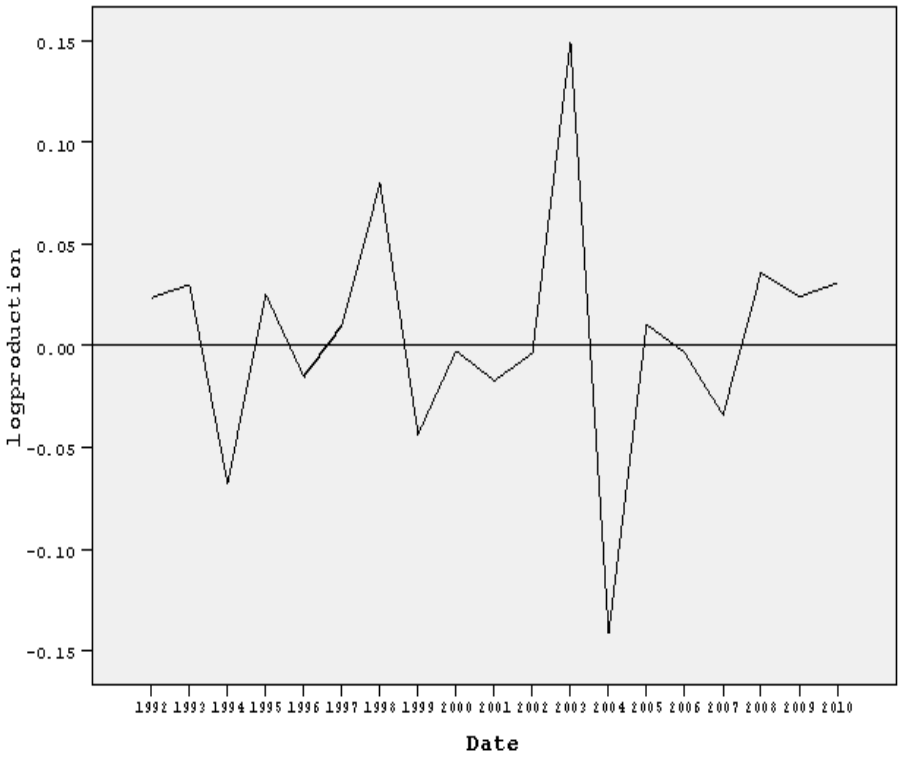
يتضح من الشكل (2) أن السلسلة مازالت تعاني من مشكلة اختلاف التباين والمتوسط حيث مازال يوجد اتجاه عام متزايد مما يتطلب أخذ فروق من الدرجة الأولى.

شكل رقم (3) سلسلة الفروق من الدرجة الأولى



يتضح من الشكل (3) أن السلسلة مستقرة في التباين ولم تستقر في المتوسط مما يتطلب أخذ فروق من الدرجة الثانية.

شكل رقم (4) سلسلة الفروق من الدرجة الثانية



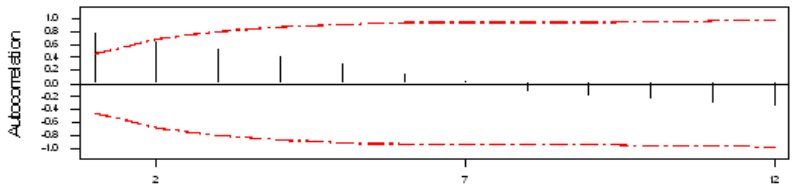
المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء (1990-2011م)

يتضح من الشكل (4) أن السلسلة مستقرة في كل من التباين والمتوسط.

تحديد النموذج:

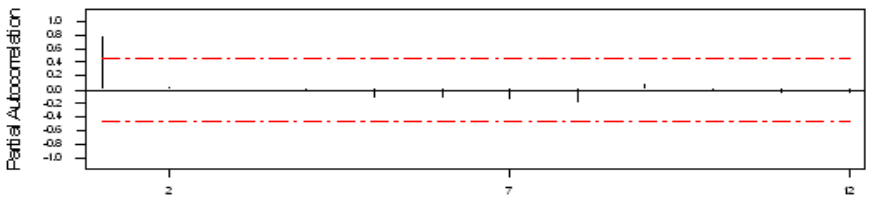
لتحديد النموذج المناسب نرسم دالة الإرتباط الذاتي والإرتباط الذاتي الجزئي لبيانات الإنتاج.

شكل رقم (5) دالة الإرتباط الذاتي لبيانات الإنتاج



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء (1990-2011م)

شكل رقم (6) دالة الإرتباط الذاتي الجزئي لبيانات الإنتاج



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء (1990-2011م)

من الشكل (5) والشكل (6) يتضح أن دالة الإرتباط الذاتي تقترب من الصفر تدريجياً عند مستوي معنوية 0.05. ودالة الإرتباط الذاتي الجزئي تساوي الصفر بعد إزاحة مقدارها (1) عند مستوي معنوية 0.05، ومن ثم وجدنا أنهما يسلكان نفس سلوك الإنحدار الذاتي من الدرجة الأولى، فيصبح النموذج الملائم لتحليل بيانات سلسلة إنتاج الكهرباء ولاية الخرطوم هو ARIMA (1,2,0).

تقدير معلمات النموذج:

يتم في هذه المرحلة تقدير معالم النموذج الذي تم إختياره في مرحلة التعرف وهو نموذج أريما ARIMA (1,2,0) ، وباستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الإجتماعية (SPSS) أمكن الحصول على تقدير المعلمات الموضحة بالجدول رقم (1).

جدول رقم (1) تقدير معلمات ومعنوية النموذج

	Estimate	SE	T	P-Value
Constant	0.004	0.008	0.472	0.643
AR	-0.455	0.215	-2.118	0.049
Difference	2			

المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

يلاحظ من الجدول أعلاه أن P-Value = .049 لمعلمة نموذج الإنحدار الذاتي أقل من 0.05 مما يدل على معنوية معلمة النموذج.

مرحلة فحص مدي الملاءمة:

تعد هذه المرحلة من أهم مراحل التحليل حيث يتم فيها التحقق من ملائمة النموذج، وبالتالي يمكن استخدامه في التنبؤ أو يتم فيها تعديل هذا النموذج وذلك بناءً على نتائج الفحوص والإختبارات التي تجري في هذه المرحلة، ويعتمد ملاءمة النموذج بصفة عامة علي إجراء العديد من الإختبارات **أهمها:**

اختبار السكون:

اتضح للباحثين من خلال خطوة التعرف أن النموذج ARIMA (1,2,0) هو النموذج المناسب لوصف السلسلة الزمنية لإنتاج الكهرباء ولاية الخرطوم، ومن المعروف نظرياً أن نماذج الإنحدار الذاتي لابد أن تتحقق الشرط $-1 < \theta_1 < 1$ لكي تكون ساكنة: ومع أن قيمة θ_1 تساوي -0.455 يتضح أن الشرط متحقق مما يعني أن النموذج ARIMA (1,2,0)ساكن.

اختبار الانعكاس:

من المعلوم نظرياً أن جميع نماذج الإنحدار الذاتي منعكسة بالتعريف، وبالتالي فإن هذا مؤشر في صالح عشوائية الأخطاء.

فحص البواقي:

*** إختبار متوسط البواقي:**

جدول رقم (2) إختبار التوزيع الطبيعي للبواقي

Variable	N	Mean	SD	SE Mean	Z	P-Value
Residuals	19	0.0003	0.0514	0.0118	0.02	0.98

المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

يتضح من الجدول (2) أن P-Value = 0.98 وهي أكبر من مستوي المعنوية 0.05 أي أننا لا نرفض الفرضية الصفرية أي متوسط البواقي يساوي صفر.

*** عشوائية البواقي:**

جدول رقم (3) إختبار عشوائية البواقي

observed number of runs	expected number of runs	P-Value
7	9	0.1476

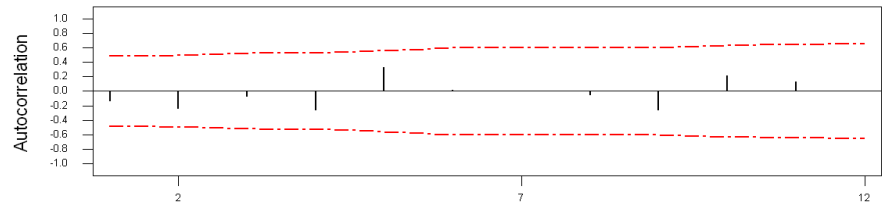
المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

يتضح من الجدول (3) وبعد استخدام اختبار Run test حول المتوسط والصفر وهو اختبار لا معلمي أن P-Value = 0.1476وهي أكبر من مستوي المعنوية 0.05 أي أننا لا نرفض فرضية عشوائية البواقي.

*** إختبار إستقلالية البواقي:**

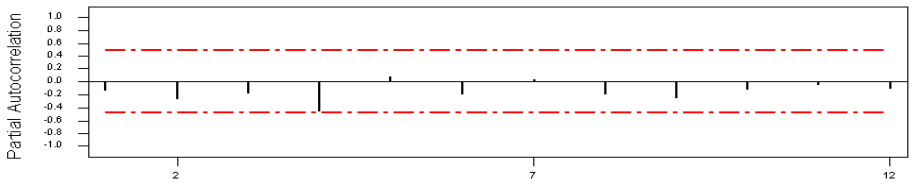
يتم فيه رسم دوال الإرتباط الذاتي والذاتي الجزئي للبواقي.

شكل رقم (7) دالة الإرتباط الذاتي لبواقي النموذج ARIMA (1,2,0)



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011م)

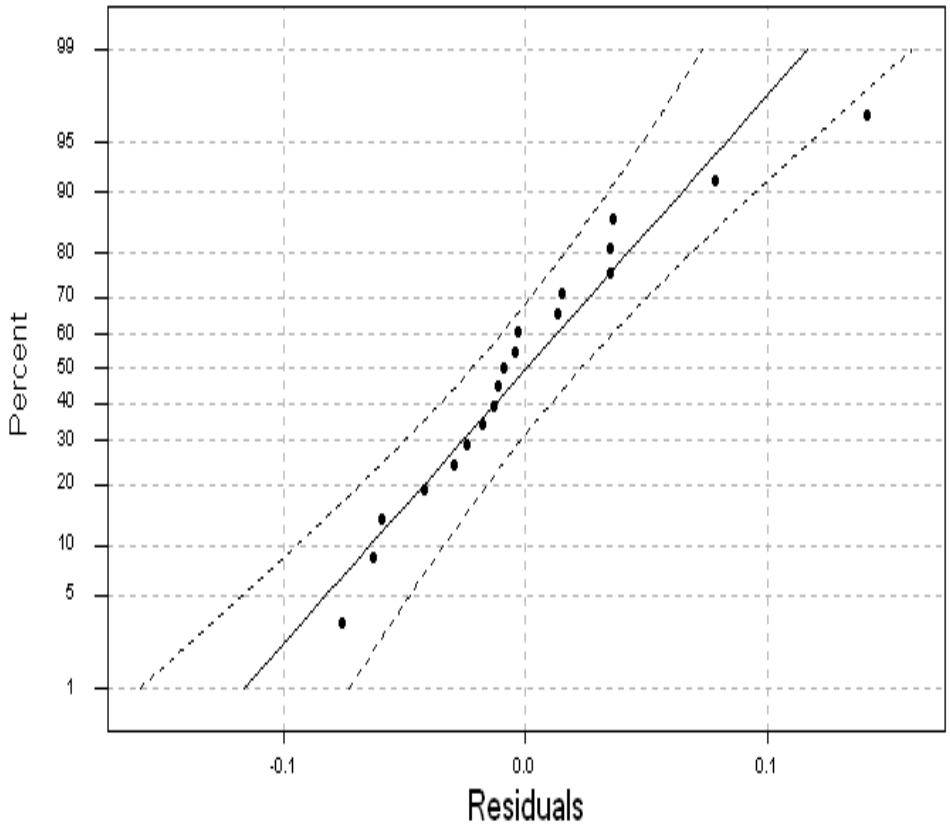
شكل رقم (8) دالة الإرتباط الذاتي الجزئي لبواقي النموذج ARIMA (1,2,0)



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

يتضح من الشكل (7) والشكل (8) أن أخطاء النموذج تمثل تغيرات عشوائية بحتة وذلك لأن معظم قيم معاملات الإرتباط الذاتي والذاتي الجزئي للبواقي تقع بأكملها داخل فترة ثقة 95%.

شكل رقم (9) التوزيع الطبيعي الاحتمالي لبواقي النموذج ARIMA (1,2,0)

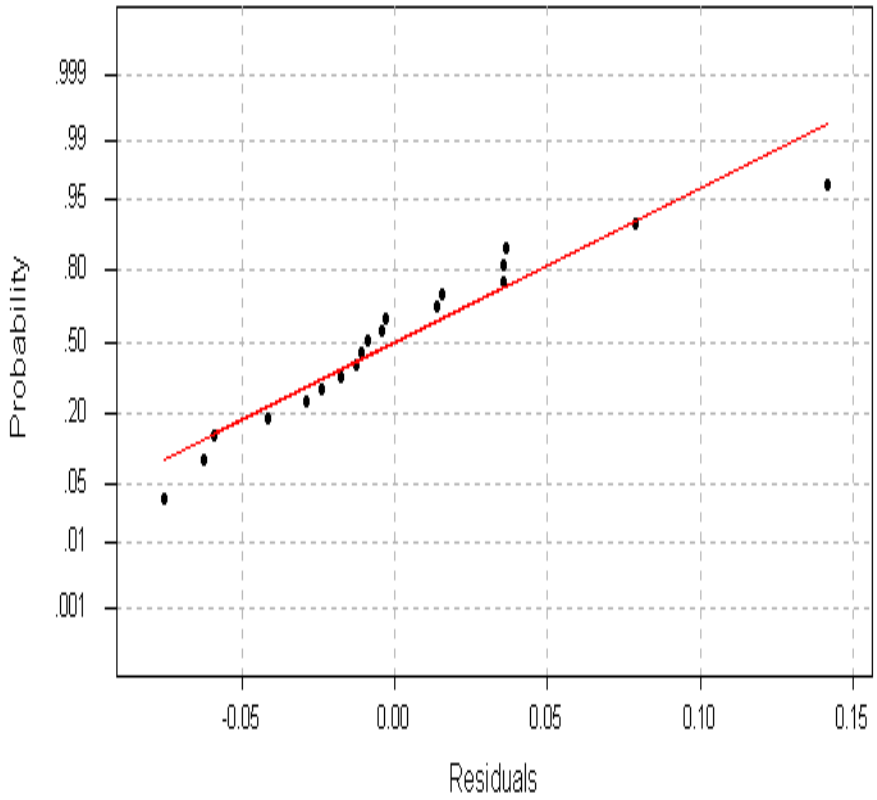


المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

*** اختبار طبيعة البواقي:**

يتضح من الشكل (9) أن معظم قيم الأخطاء قريبة من الخط مع وجود إنحراف بسيط عن هذا الخط وبالتالي فإن توزيع البواقي يتبع التوزيع الطبيعي.

شكل رقم (10) إختبار كولموجروف – سميرنوف لحسن التطابق للبواقي



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

يتضح من الشكل (10) أن معظم قيم البواقي قريبة جداً من الخط المستقيم وهذا يعني أن البواقي تتوزع توزيع طبيعي.

التنبؤ:

جدول رقم (4) القيم التنبؤية لإنتاج الكهرباء ولاية الخرطوم حتي (2011-2016)

حدود الثقة 95%			
السنة	قيم التنبؤ	الحد الأدنى	الحد الأعلى
2011	3.96	3.84	4.07
2012	4.04	3.84	4.25
2013	4.14	3.81	4.46
2014	4.23	3.77	4.70
2015	4.33	3.71	4.95
2016	4.44	3.65	5.22

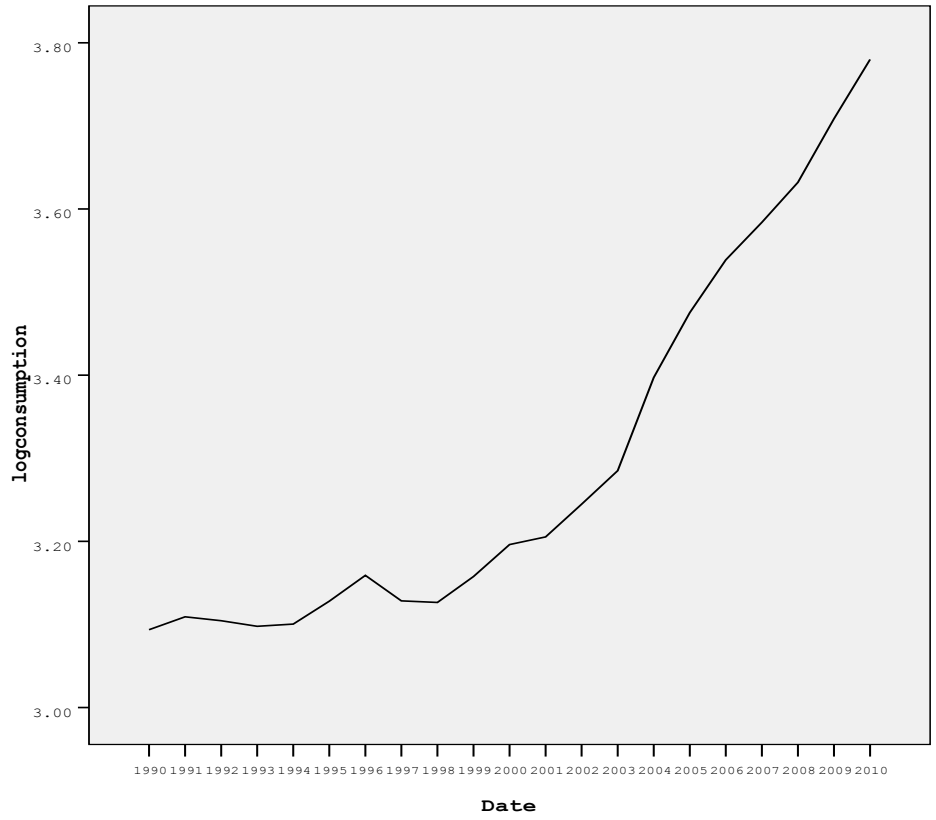
المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

يوضح الجدول (4) كميات إنتاج الكهرباء المتنبأ بها في ولاية الخرطوم في الفترة (2011–2016)، حيث نجد أن القيمة المتنبأ بها في العام 2011م، (3.96) وهي قريبة جداً من القيمة الفعلية، ونكون واثقين بنسبة 95% أن جميع القيم المتنبأ بها حتي العام 2016 تكون محصورة بين الحدين الأدنى والأعلى بمعني أن إحتمال وقوع القيم خارج حدود الثقة هو (5%).

تحليل بيانات الاستهلاك:

التشخيص:

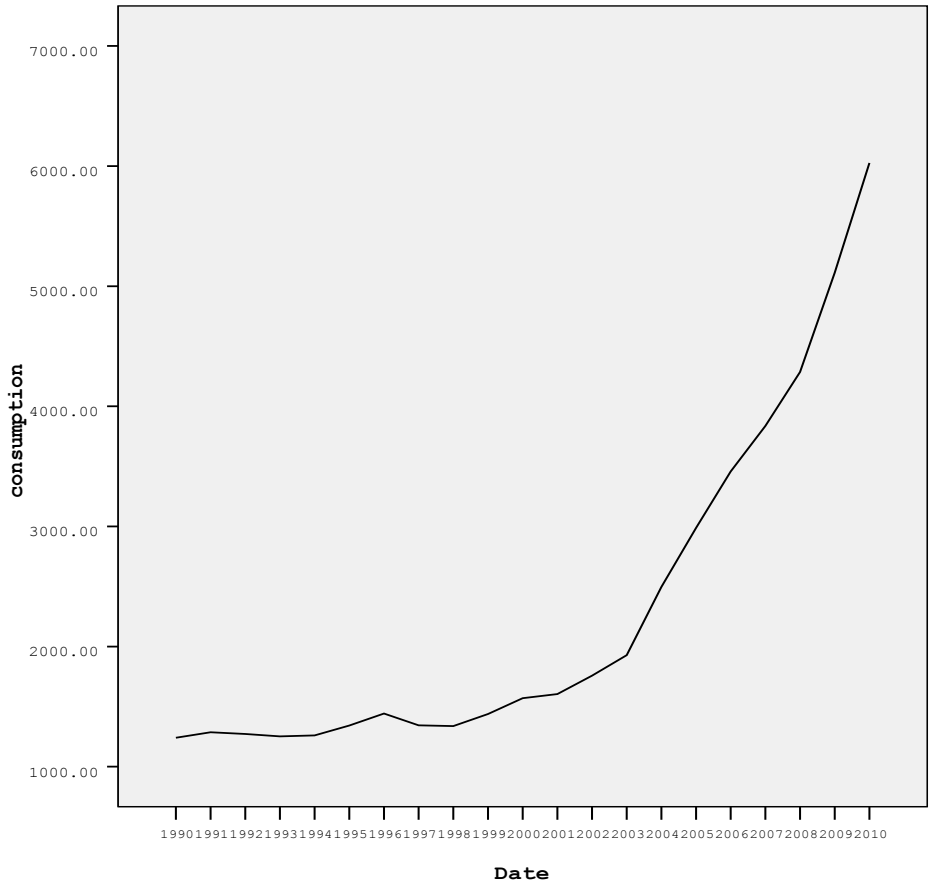
شكل رقم (11) مكون السلسلة الزمنية للاستهلاك



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990–2011)

يتضح من خلال الشكل (11) أن السلسلة غير مستقرة في كل من المتوسط والتباين وبها إتجاه عام مما يستوجب استخدام إحدى التحويلات (اللوغاريثمي – الجزر التربيعي).

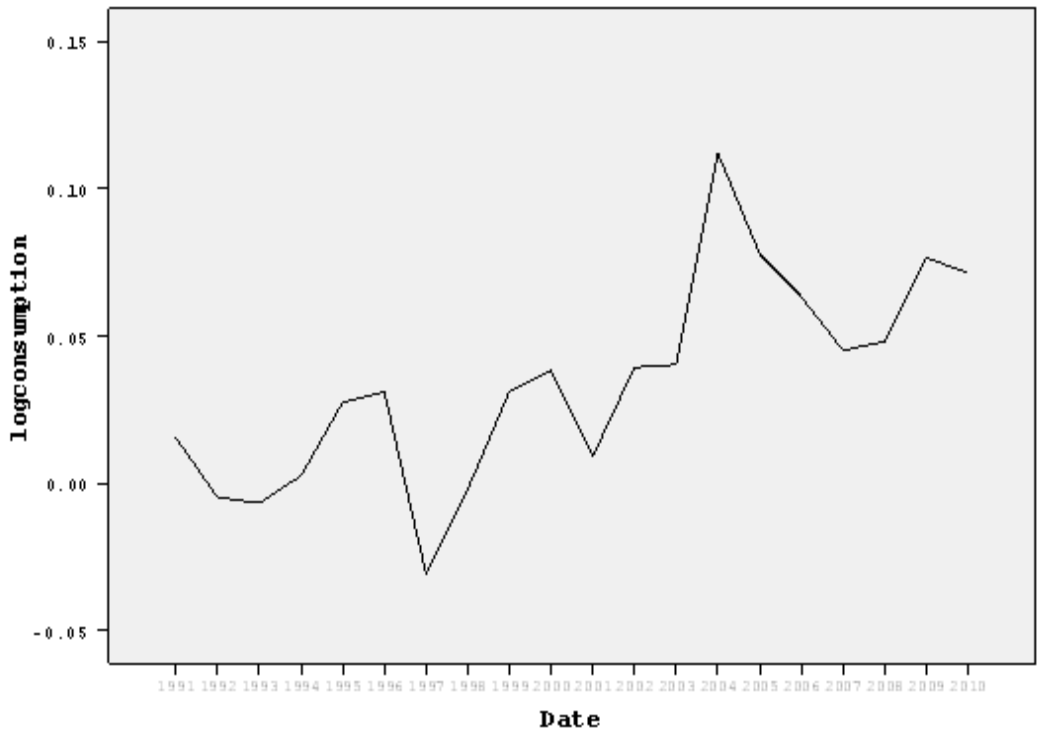
شكل رقم (12) مكون السلسلة بعد استخدام التحويل اللوغاريثمي للاستهلاك



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011م)

يتضح من الشكل (12) أن السلسلة ما زالت تعاني من مشكلة اختلاف التباين والمتوسط مما يتطلب أخذ فروق من الدرجة الأولى.

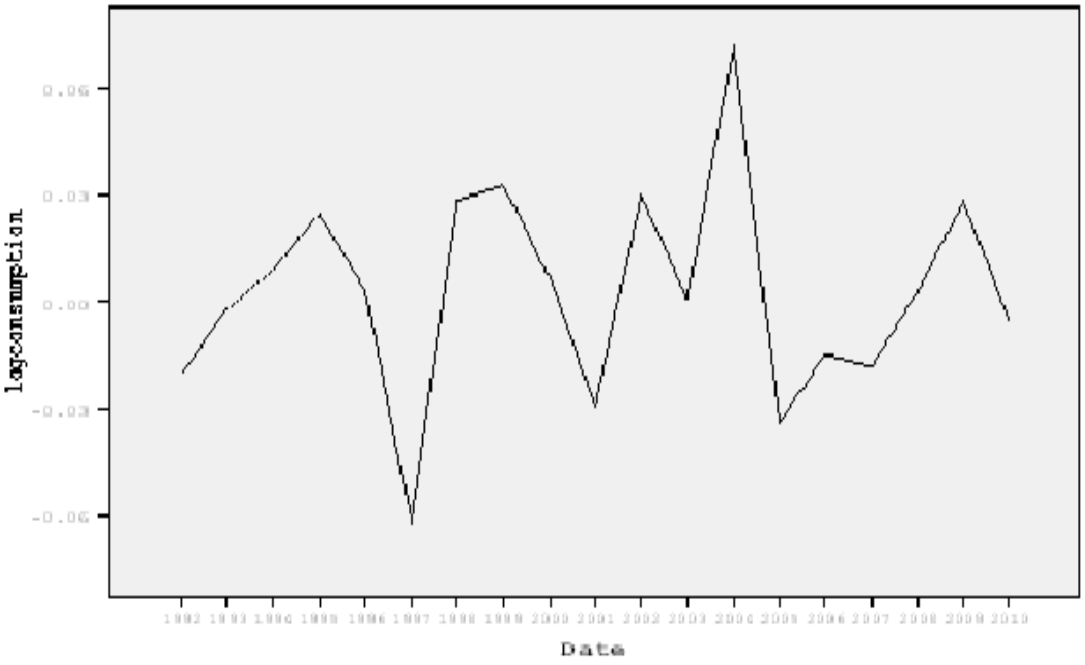
شكل رقم (13) سلسلة الفروق من الدرجة الأولى للاستهلاك



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء (1990-2011م)

يتضح من الشكل (13) أن السلسلة مستقرة قليلاً في التباين ولم تستقر في المتوسط مما يتطلب أخذ فروق من الدرجة الثانية.

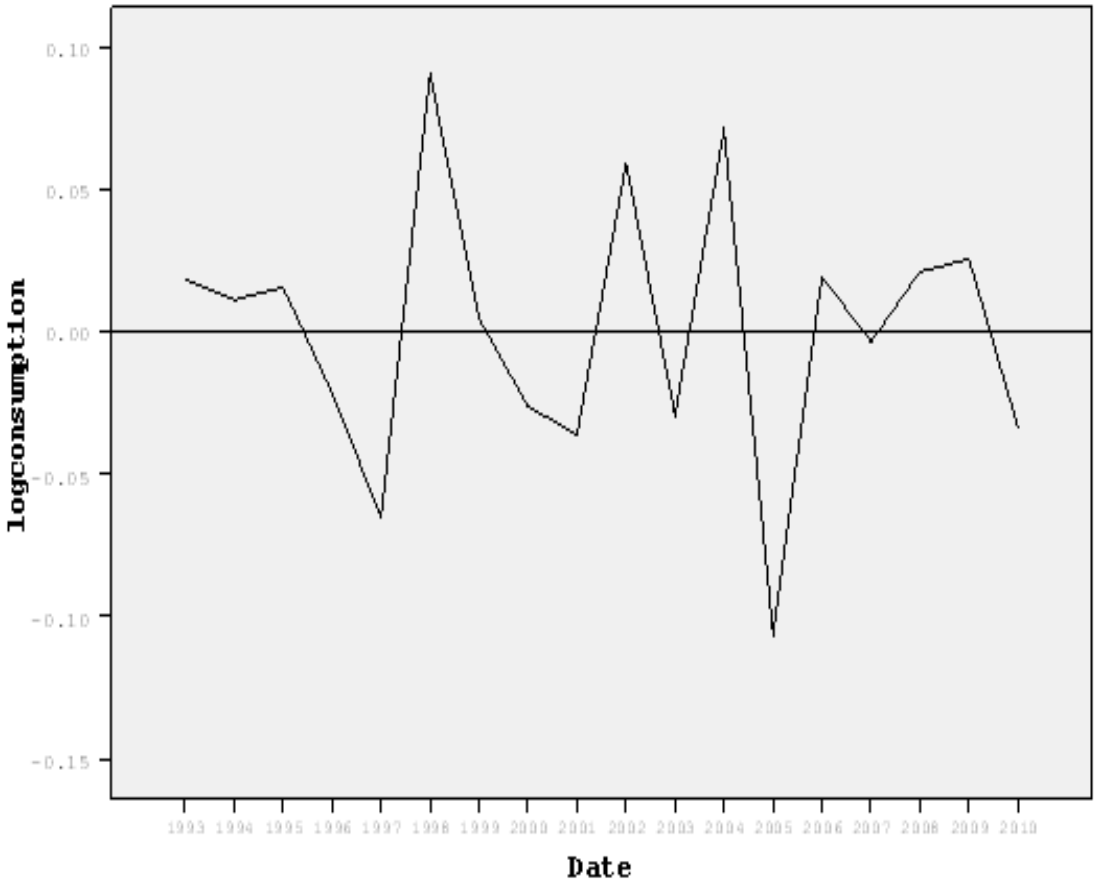
شكل رقم (14) سلسلة الفروق من الدرجة الثانية للاستهلاك



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء (1990-2011م)

يتضح من الشكل (14) أن السلسلة استقرت في التباين وقليلاً في المتوسط.

شكل رقم (15) سلسلة الفروق من الدرجة الثالثة للاستهلاك



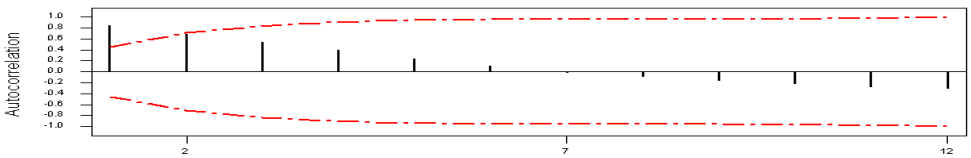
المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

يتضح من الشكل (15) أن السلسلة مستقرة في كل من التباين والمتوسط.

تحديد النموذج:

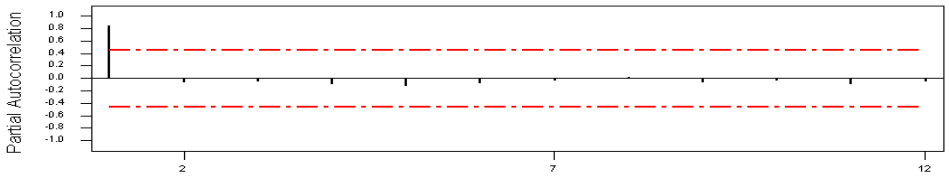
لتحديد النموذج المناسب نرسم دالة الإرتباط الذاتي والإرتباط الذاتي الجزئي لبيانات الإنتاج.

شكل رقم (16) دالة الإرتباط الذاتي لبيانات الاستهلاك



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

شكل رقم (17) دالة الإرتباط الذاتي الجزئي لبيانات الاستهلاك



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

من الشكل (16) والشكل (17) يتضح أن دالة الارتباط الذاتي تقترب من الصفر تدريجياً عند مستوي معنوية 0.05. ودالة الارتباط الذاتي الجزئي تساوي الصفر بعد إزاحة مقدارها (1) عند مستوي معنوية 0.05، ومن ثم وجدنا أنهما يسلكان نفس سلوك الإنحدار الذاتي من الدرجة الأولى، فيصبح النموذج الملائم لتحليل بيانات سلسلة استهلاك الكهرباء ولاية الخرطوم هو ARIMA (1,3,0).

تقدير معلمات النموذج:

يتم في هذه المرحلة تقدير معلمات النموذج الذي تم إختياره في مرحلة التعرف وهو نموذج ARIMA (1.3.0) ، وبإستخدام برنامج SPSS حصلنا على تقدير المعلمات.

جدول رقم (5) تقدير معلمات ومعنوية النموذج

	Estimate	SE	T	P-Value
Constant	0.001	0.007	0.169	0.868
AR(1)	-0.487	0.219	-2.222	0.041
Difference	3			

المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011م)

يلاحظ من الجدول (5) أن P-Value = 0.041 لمعلمة نموذج الإنحدار الذاتي أقل من 0.05 مما يدل علي معنوية معلمة النموذج.

مرحلة فحص مدى الملاءمة:

تعد هذه المرحلة من أهم مراحل التحليل حيث يتم فيها التحقق من ملائمة النموذج، وبالتالي يمكن إستخدامه في التنبؤ أو يتم فيها تعديل هذا النموذج وذلك بناءً على نتائج الفحص والاختبارات التي تجري في هذه المرحلة، وتعتمد ملاءمة النموذج بصفة عامة على إجراء العديد من الإختبارات **أهمها:**

اختبار السكون:

اتضح للباحثين من خلال خطوة التعرف أن النموذج ARIMA (1.3.0) هو النموذج المناسب لوصف السلسلة الزمنية لإنتاج الكهرباء بولاية الخرطوم، ومن المعروف نظرياً أن نماذج الإنحدار الذاتي لابد أن تتحقق الشرط $\theta_1 < 1$ -1< لكي تكون ساكنة، ويلاحظ أن قيمة θ_1 تساوي 0.487-، ويتضح أن الشرط متحقق مما يعني أن النموذج ARIMA (1,3,0) ساكن.

اختبار الانعكاس:

من المعلوم نظرياً أن جميع نماذج الإنحدار الذاتي منعكسة بالتعريف وبالتالي فهذا مؤشر في صالح عشوائية الأخطاء.

فحص البواقي:

*** إختبار متوسط البواقي:**

جدول رقم (6) إختبار التوزيع الطبيعي للبواقي

Variable	N	Mean	St. Dev	SE Mean	Z	P-Value
Residuals	18	0.00024	0.04118	0.0097	0.02	0.98

المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

يتضح من الجدول (6) أن P-Value = 0.98 وهي أكبر من مستوي المعنوية 0.05 أي أننا لا نرفض الفرضية الصفرية أن متوسط البواقي يساوي صفر.

*** عشوائية البواقي:**

جدول رقم (7) إختبار عشوائية البواقي

observed number of runs	expected number of runs	P-Value
10	9.8889	0.9564

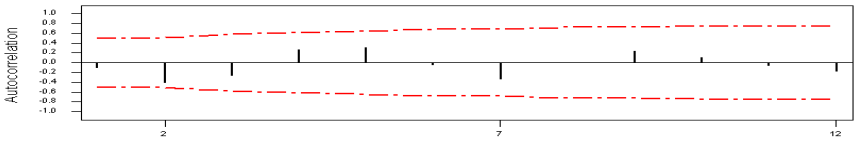
المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لميعات الكهرباء(1990-2011)

من الجدول (7) وبعد استخدام Run test حول المتوسط والصفر وهو اختبار لا معلمي يبدو أن P-Value = 0.9564وهي أكبر من مستوى المعنوية 0.05 أي عدم رفض فرضية عشوائية البواقي.

*** إختبار استقلالية البواقي:**

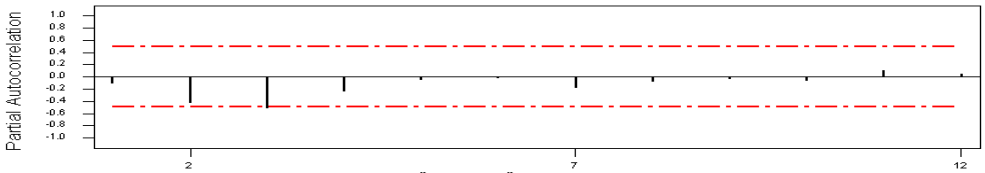
يتم فيه رسم داول الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي للبواقي.

شكل رقم (18) دالة الإرتباط الذاتي لبواقي النموذج ARIMA (1,3,0)



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

شكل رقم (19) دالة الإرتباط الذاتي الجزئي لبواقي النموذج ARIMA (1,3,0)

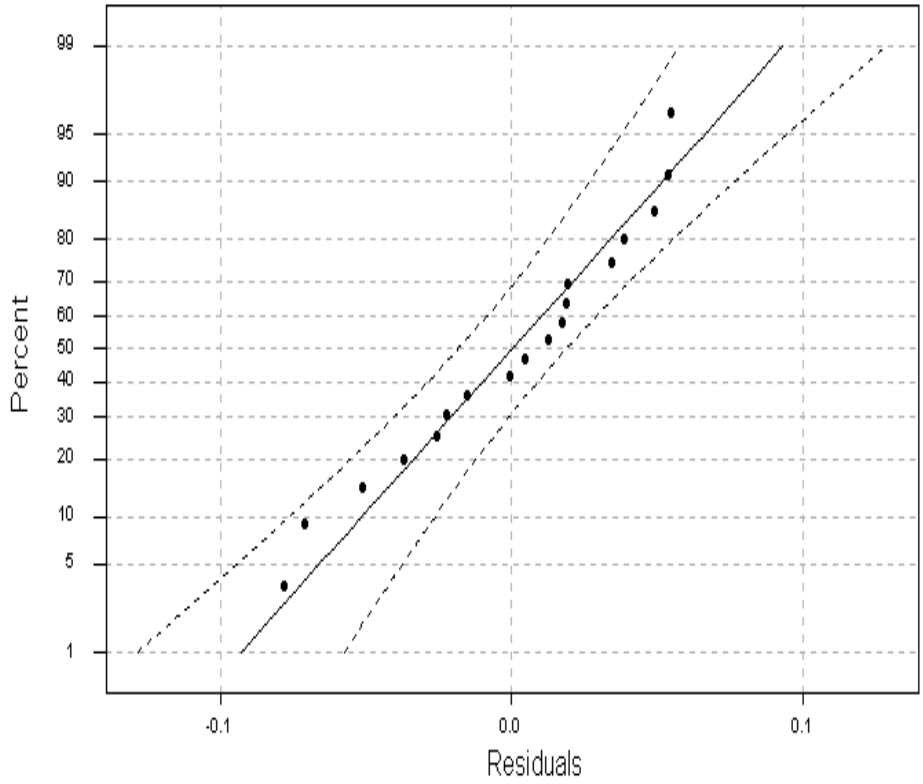


المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011)

يتضح من الشكل (18) والشكل (19) أن أخطاء النموذج تمثل تغيرات عشوائية بحتة وذلك لأن معظم قيم معاملات الإرتباط الذاتي والذاتي الجزئي للبواقي تقع بأكملها داخل فترة ثقة 95%.

*** إختبار طبيعة البواقي:**

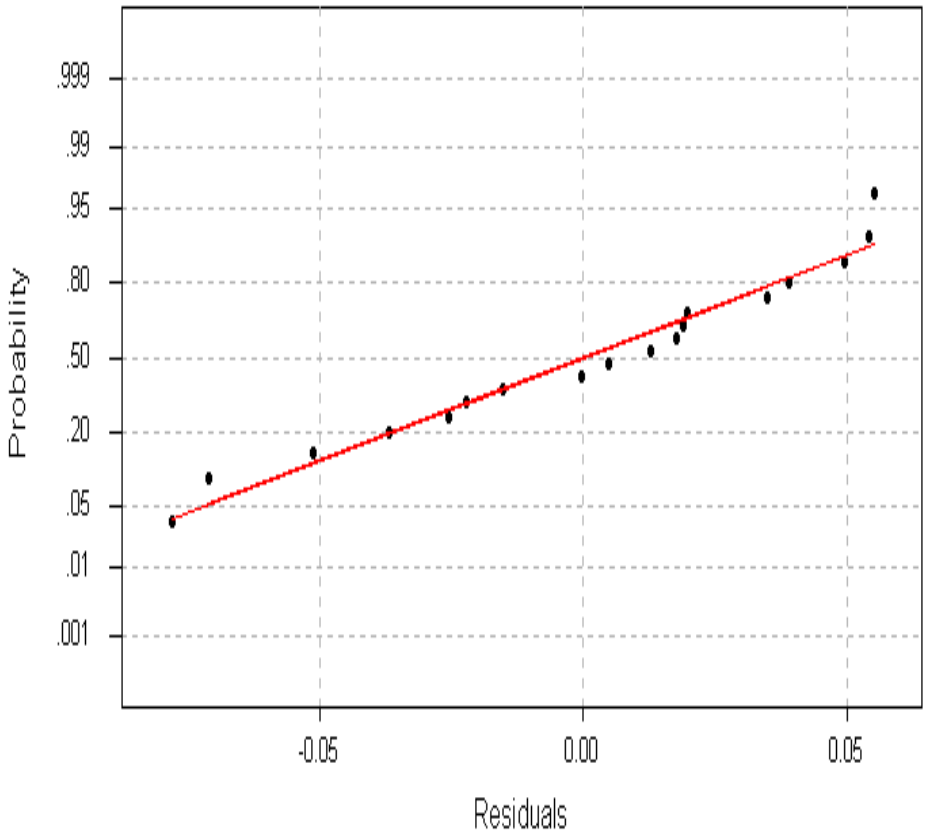
شكل رقم (20) التوزيع الطبيعي الإحتمالي لبواقي النموذج ARIMA(1,3,0)



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990-2011م)

يتضح من الشكل (20) أن معظم قيم الأخطاء قريبة من الخط مع وجود إنحراف بسيط عن هذا الخط وبالتالي فإن توزيع البواقي يعد توزيعاً طبيعياً.

شكل رقم (21) أختبار كولموجروف – سميرنوف لحسن التطابق للبواقي



المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990–2011)

يتضح من الشكل (20) أن معظم قيم البواقي قريب جداً من الخط المستقيم وهذا يعني أن البواقي تتوزع توزيع طبيعي.

التنبؤ:

جدول رقم (8) القيم التنبؤية للإستهلاك الكهرباء ولاية الخرطوم (2011–2016)

حدود الثقة 95%			
السنة	قيم التنبؤ	الحد الأدنى	الحد الأعلى
2011	3.86	3.77	3.95
2012	3.95	3.71	4.20
2013	4.06	3.56	4.55
2014	4.17	3.32	5.02
2015	4.29	2.97	5.62
2016	4.43	2.50	6.35

المصدر: إعداد الباحثين من بيانات الشركة السودانية لمبيعات الكهرباء(1990–2011م)

يوضح الجدول(8) كميات إستهلاك الكهرباء المتنبأ بها في ولاية الخرطوم في الفترة (2011–2016م)، حيث يلاحظ أن القيمة المتنبأ بها في العام 2011 (3.86) قريبة جداً من القيمة الفعلية، ونكون واثقين بنسبة 95% أن جميع القيم المتنبأ بها حتي العام 2016 تكون محصورة بين الحدين الأدنى والأعلى، بمعني أن إحتمال وقوع القيم خارج حدود الثقة هو (5%).

النتائج والتوصيات:

النتائج:

تتمثل أهم نتائج الدراسة في **الآتي:**

1. السلسلة الزمنية لبيانات إنتاج الكهرباء في ولاية الخرطوم سلسة غير مستقرة وبعد أخذ الفرق الثاني أصبحت مستقرة.
2. السلسلة الزمنية لبيانات إستهلاك الكهرباء في ولاية الخرطوم سلسة غير مستقرة وبعد أخذ الفرق الثالث أصبحت مستقرة.
3. النموذج الإحصائي الملائم لسلسلة إنتاج الكهرباء ولاية الخرطوم هو نموذج أريما(1,2,0) ARIMA.
4. النموذج الإحصائي الملائم لسلسلة استهلاك الكهرباء ولاية الخرطوم هو نموذج أريما (1,3,0) ARIMA.
5. النماذج التي تم التوصل إليها نماذج ذات كفاءة عالية ويمكن الإعتماد عليه.
6. يمكن إستخدام النماذج التي توصلت إليها الدراسة لمعرفة إتجاهات سلسلتي الإنتاج والاستهلاك لاستخدامها من قبل الجهات التخطيطية والتنفيذية لتحليل ودراسة الظاهرة.
7. كميات الإنتاج والاستهلاك تزيد مع مرور الزمن دون حدوث فجوة سالبة حتي عام 2016.

التوصيات:

بناءً على نتائج الدراسة التي تم التوصل إليها يُوصي **بالآتي:**

1. استخدام النموذج الذي توصل إليه الباحثان من قبل الجهة المستفيدة (الشركة السودانية لتوزيع للكهرباء المحدودة) لمعرفة الإتجاهات المستقبلية للظاهرة ووضع الخطط اللازمة لها والاستفادة منها في إنتاج الكهرباء وتنمية البلاد.
2. إعتماد الجهات التخطيطية أسلوب تحديث النموذجين المقترحين سنوياً وذلك من خلال إضافة المعلومات السنوية لسلسلة البيانات الأصلية لكل من الإنتاج والاستهلاك وإيجاد معلمات النموذج الجديد واستخدامها في التنبؤات المستقبلية.
3. استخدام تحليل السلاسل الزمنية لمتعدد المتغيرات وذلك من خلال أخذ السلسلة لعدة متغيرات مثل تكلفة الإنتاج وسعر إنتاج الوحدة وهذا من شأنه أن يجعل التنبؤات أكثر دقة.
4. الاستفادة من الفائض من الإنتاج وزيادة الاستهلاك الذي يدعم الاقتصاد الوطني مع تحويل الفائض إلى الولايات الأخرى.

قائمة المراجع

أولاً : المراجع باللغة العربية:

1. إدريس، الشيخ (2007) **دراسة النماذج الإحصائية لإنتاج الطاقة الكهربائية في السودان** – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.
2. الألوسي، سلمي (1997) **بناء نماذج تخطيطية قصيرة المدي لنشاطات المنشأة العامة لتوزيع كهرباء بغداد** – جامعة بغداد.
3. الزيدي، عمار(1998) **التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لمدينة بغداد بإستخدام دالة التحويل** – جامعة الأنبار.
4. سعد الدين، محمد سعد الدين وإبراهيم، حذيفة عبد الرحمن (2001) .**السلاسل الزمنية** .السودان ، الجزيرة : جامعة الجزيرة .
5. شعراوي، سمير مصطفي (2005م). **مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية** . المملكة العربية السعودية ، جدة : مركز النشر العلمي .
6. كاظم، رحاب (2000) **إستخدام أسلوب بيز التجريبي لتقدير معلمة نموذج الإنحدار الذاتي من الدرجة الأولى علي سلسلة أحمل الذروة الكهربائية** – جامعة بغداد.
7. هارون، أحمد حسين وعزام، المرضي حامد (1992) **(السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس جينكس)** ، دار المريخ للنشر.

ثانياً : المراجع باللغة الإنجليزية:

1. Wily, New York T.W(1971) **The Statistical Analysis of Time Series**, John Anderson,
2. Box, Jenkins (1976) **Time Series Analysis Forecasting & control Holden-Dynic,** U.S.A.