

محددات الطلب على استهلاك الكهرباء في إطار التكامل المشترك في السودان في الفترة (1990 - 2020م)

أستاذ مساعد-جامعة شندي

د. ليلى على القشاط دفع السيد

أستاذ مساعد-جامعة شندي

د. أمير سليمان مصطفى أبوقرون

المستخلص:

تناولت هذه الدراسة محدّدات الطلب على استهلاك الكهرباء في إطار التكامل المشترك في السودان في الفترة (1990-2020) وهدفت الدراسة إلى بناء نموذج قياسي لمعرفة محدّدات الطلب على الكهرباء للقطاعات الاقتصادية في السودان، واستخدام منهجية التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ في التنبؤ بحجم الاستهلاك الكهربائي. اتبعت الدراسة المنهج التاريخي والمنهج الاستنباطي والاستقرائي في الجانب النظري، أما الجانب التطبيقي استخدم المنهج الوصفي التحليلي ومنهج البحث القياسي لتقدير دوال الطلب على الكهرباء. وتوصلت الدراسة لنتائج من أهمها وجود علاقة طردية بين الطلب على الكهرباء والنتائج المحلي الإجمالي في السودان خلال فترة الدراسة، زيادة أسعار الكهرباء أدت لنقصان الطلب على الكهرباء في السودان خلال فترة الدراسة. وعلى ضوء نتائج الدراسة تمت التوصية بعدة توصيات أهمها العمل على تنويع مصادر الطاقة الكهربائية بالاعتماد على طاقة الرياح والطاقة الشمسية لمقابلة الطلب المتزايد على الكهرباء، العمل على إدخال التقنيات والبرمجيات الحديثة في السياسة السعيرية للكهرباء.

الكلمات المفتاحية: الكهرباء، التكامل المشترك، الناتج المحلي الإجمالي، نموذج تصحيح الخطأ

Determinants of demand for electricity consumption within the framework of joint integration in Sudan In the period (1990- 2020)

Dr.Layla Ali Al gashat Dafa Alseed

Dr.Ameir Suleiman Mustafa Abugroon

Abstract:

This study examined the determinants of demand for electricity consumption within the framework of joint integration in Sudan during the period (1990-2020). The study aimed to build a standard model to know the determinants of electricity demand for the economic sectors in Sudan. And the use of cointegration methodology and error correction model in predicting the size of electrical consumption. The study followed the historical approach and the deductive and inductive

approach in the theoretical side, while the applied side used the descriptive analytical approach and the standard research method to estimate the functions of demand for electricity. The study found results, the most important of which is the existence of a positive relationship between the demand for electricity and the gross domestic product in Sudan during the study period. The increase in electricity prices led to a decrease in the demand for electricity in Sudan during the study period. In light of the results of the study, several recommendations were recommended, the most important of which are: Working on diversifying the sources of electric energy by relying on wind and solar energy to meet the increasing demand for electricity, working on the introduction of modern technologies and software in the price policy of electricity

Key words: Electricity, Cointegration, GDP, Error correction model

أولاً: المقدمة:

الكهرباء هي أهم مصادر الطاقة في العصر الحديث، بل هي عصب الحياة الحديثة، وتبذل الدول جهوداً كبيرة في وضع الخطط وجذب الاستثمارات الضخمة للحصول على الطاقة الكهربائية بأقل تكلفة ممكنة، كما أن تأمين الحاجات المستقبلية وتغطية الطلب المتزايد على الطاقة أحد أهم عناصر نجاح خطط التنمية على كافة المستويات، كما أن التطورات المتلاحقة وتطور المجتمعات البشرية والزيادة السكانية ضاعفت من قيمة الكهرباء في حياة البشر وأصبح يتوقف التيار الكهربائي على توفر طائفة واحدة من الخدمات الأساسية.

أصبحت الكهرباء إحدى المعايير التي تقاس عليها حضارة الدول وفي السودان كبلد غني بثرواته وموارده المتعددة مؤهل لقيام نهضة تنموية لذا لابد من الحاجة لزيادة الطاقة الكهربائية في المجالات والنشاطات الصناعية والاقتصادية والاجتماعية.

مشكلة البحث:

بالرغم من وجود مصادر عديدة لتوليد الكهرباء إلا أن الكمية المتوفرة حالياً لا تلبي الاحتياجات اللازمة للقطاعات مما يقود إلى مشاكل اقتصادية واجتماعية عديدة حيث يتزايد الطلب على الكهرباء خاصة الاستهلاك المنزلي الذي يشكل النسبة الأكبر في الاستهلاك. وتتمثل المشكلة الرئيسية للدراسة في ماهي العوامل المؤثرة على الطاقة الكهربائية لتقدير الطلب على استهلاك الكهرباء.

أهمية البحث:

تأتي أهمية الدراسة من خلال تأثير الكهرباء على كافة القطاعات الإنتاجية والخدمية، بالإضافة إلى نمذجة دالة الطلب على الكهرباء للقطاع السكني والزراعي والصناعي مما يساهم في اتخاذ القرارات الإنتاجية وقرارات تسعير الكهرباء من خلال تقدير العوامل المحددة لهذا الطلب.

أهداف البحث:

1. بناء نموذج قياسي لمعرفة محددات الطلب على الكهرباء للقطاعات الاقتصادية في السودان.
2. استخدام منهجية التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ في التنبؤ بحجم الاستهلاك الكهربائي.
3. التعرف على الواقع الحالي للطاقة الكهربائية وتحديد أهم العوامل المؤثرة لقياس الطاقة الكهربائية.

فروض البحث:

1. هنالك علاقة ذات دلالة معنوية بين الطلب على الكهرباء وسعر الكهرباء بالكيلو واط / ساعة
2. هنالك علاقة ذات دلالة معنوية بين الطلب على الكهرباء والناتج المحلي الإجمالي.

منهج البحث:

الجانب النظري يستخدم كلا من المنهج التاريخي والمنهج الاستنباطي، والاستقرائي، أما الجانب التطبيقي يستخدم المنهج الوصفي التحليلي ومنهج البحث القياسي لتقدير دوال الطلب على الكهرباء.

حدود البحث:

الحدود المكانية: تقدير دوال الطلب على الكهرباء للقطاعات الاقتصادية المختلفة في السودان.

الحدود الزمانية: الفترة 1990-2020م

مصادر البحث:

مصادر ثانوية: وتشمل الكتب والمراجع والبحوث والمجلات والتقارير والإحصاءات من الجهاز المركزي للإحصاء وبنك السودان ووزارة المالية.

هيكل البحث:

تشتمل هذه الورقة على أربع محاور: المحور الأول المقدمة (الخطة والدراسات السابقة)، المحور الثاني التكامل المشترك، المحور الثالث الكهرباء، المحور الرابع الدراسة التطبيقية والنتائج والتوصيات.

الدراسات السابقة:

1. دراسة حسام الدين يوسف خضر: دالة الطلب على الكهرباء في السودان (1977_2000م) (2004) (1)

هدفت الدراسة إلى محاولة علاج الاختلال النسبي بين الندرة النسبية للطاقة الكهربائية والوصول إلى علاقة نسبية بين الطلب على الكهرباء والمتغيرات المؤثرة فيها. واستخدمت الدراسة المنهج الاستقرائي والمنهج الاستنباطي ومنهج دراسة الحالة، توصلت إلى عدة نتائج منها الطلب

على الكهرباء في السودان قاصر على العرض في ظل الطلب المتزايد للكهرباء مما أدى إلى التشغيل المستمر للوحدات المنتجة، العلاقة بين الكمية المطلوبة والناتج المحلي علاقة طردية. أوصت الدراسة بوضع برنامج للعلوم والتكنولوجيا ودعم استراتيجية البحوث والتنمية من أجل الوصول إلى مرحلة متقدمة من مستعملين لمنتجين.

2/ دراسة عمران والزعلان استخدام بعض الأساليب الإحصائية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية 2012م(2).

هدفت الدراسة إلى دراسة تأثير بعض المتغيرات الاقتصادية في دالة استهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية واستخدام الأساليب الإحصائية للتنبؤ بتوقعات الطلب على الطاقة في المملكة، وأن استهلاك الطاقة الكهربائية يتأثر بمتغيرات عديدة اقتصادية عديدة منها عدد السكان ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، كل هذا أدى إلى حصول تفاوت في استهلاك الطاقة الكهربائية بين القطاعات وتوصلت الدراسة إلى أن أهم المتغيرات التي تؤثر في استهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة هي متغيرات الناتج المحلي الإجمالي وعدد السكان ومتغير استهلاك الطاقة الكهربائية في الفترات السابقة، وأن أفضل نموذج للتنبؤ هو نموذج بوكس جينكز.

3/ دراسة زينب يوسف عثمان محمد، تقدير دالة طلب القطاع السكني للكهرباء في السودان، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة كردفان، السودان، (2017م)(3).

تناولت الدراسة تقدير دالة طلب القطاع السكني للكهرباء في السودان خلال الفترة (1994-2013م) بالأخذ في الاعتبار أسعار الكهرباء، الدخل المتاح وعدد السكان، كمتغيرات مستقلة، اتبعت الدراسة المنهج القياسي لتقدير النموذج حيث تم استخدام طريقة المربعات الصغرى العادية لتقدير النموذج، وطريقة تصحيح الخطأ للتوفيق بين السلوك قصير الأجل وطويل الطويل للعلاقات الاقتصادية، وتم استخدام اختبار White لدراسة مدى وجود مشكلة عدم ثبات التباين واختبار LM لاختبار مدى وجود مشكلة الارتباط الذاتي واختبار Ramsey Rest لدراسة مدى التوصيف السليم للنموذج المقدر، ومن أهم نتائج الدراسة أن طلب القطاع السكني للكهرباء غير مرن بالنسبة لتغيرات أسعار الكهرباء والدخل المتاح وعدد السكان هو المحدد الرئيسي لدالة طلب القطاع السكني ويؤثر إيجاباً.

ثانياً: التكامل المشترك

مفهوم التكامل المشترك:

مفهوم التكامل المشترك من المفاهيم المهمة في الاقتصاد الكلي التطبيقي، ففكرة التكامل المشترك ترجع إلى جرانجر عام (1981م)، وإن إدخال التحليل بالتكامل المشترك في الاقتصاد القياسي في منتصف الثمانينات من القرن الماضي يعتبر من أهم تطورات المنهج التجريبي للنمذجة، ويمتاز ببساطة الحساب والاستخدام لأنه يحتاج فقط إلى الإلمام بالمربعات الصغرى العادية. وينظر التكامل المشترك إلى العلاقات التوازنية للسلاسل الزمنية حتى إن احتوت كل سلسلة على اتجاه عام عشوائي (غير ساكنه، والمتغيرات متكاملة من درجة واحدة) فأنهم سيتحركون متقاربين عبر الزمن ويكون

الفرق بينهما ساكناً(4) وعليه فإن فكرة التكامل المشترك تشابه وجود توازن فى المءى الطويل الذى يؤول إالىه النظام الاقءصاءى وىتركز السبب الرئىسى لءءم وجود التوازن فى ءءم مقءرة الوكلاء الاقءصاءىىن على التكىف مع المءلومات لءظياً(5)

التكامل المشترك ومؤءج تصحىح الءطأ:

تءبءر أوىل ءطوات التللىل القىاسى هو التللىل الأولى للبىانات، وءاصة إذا كانت بىانات السلاسل الزمنىة ىر ساكنة، إذ أن معظم الءراساء القىاسىة تءءمء عليها، وقء أوضءت ءء من الءراساء التللىقىة أن اءلب السلاسل الزمنىة ىر مستقرة فى مستوىاتها (ىر ساكنة) أى أنها ءءوى على ءذر الوءءة وىؤءى وجود ءذر الوءءة إلى وجود ارءباط زائف ومشاكل فى التللىل والاسءءلال القىاسى، لءا لاءء من التأء من سلامة البىانات بإءراء اءءباراء سكون السلاسل الزمنىة.وىوءء على المستوى التللىقىى هنالك ءءة اءءباراء ءسءءم فى معظم البرامء نءء من أهمها وأكثرها اسءءءاماً هى:

1-اءءبار انءل _ءرانءر:

ولأءراء هءا الاءءبار ءبع الءطوات ءالآة:

$$1\text{-}Y=a_0+a_1x+u \text{ (الءراءة موقع الءراءة)}$$

$$2\text{-}E_t=y-\hat{a}-bx \text{ الءصول على قىمة البواقى}$$

3-اءءبار مءى سكون السلسلة

4-إىءاءءالمءسوبة ومقارنهما بالقىمة الءءولىة

5-فإذا كانت t المءسوبة أكبر من t الءءولىة نرفض فرض العءم، وبءالىى ءكون سلسلة (u_t) ساكنة وبىانات سلسلة كم من المءءر المءسءل والمءءر ءابء مءساوىة التكامل وبنىاء على ءلك فان الانءءار المقءر لا ىكون زائفاً.

اءءبار المءكامل لءىربن واآسن:

اقءراح هءا الاءءبار بواسطة كل من سرجان وبار قافا وىءءمء علىإءصائىةلدىربن واآسن $D.W$ المءءصل عليها من إءراء انءءار النموءج. وىقوم هءا الاءءبار على الءطوات ءالآة:

نقوم بءساب إءصائىة لىربن واآسن المصاءبة للانءءار المقءر وءسمى d المءسوبة فى

ءءاول أءءها $sargan$ Bhargava عن d الءءولىة

فإذا كانت d المءسوبة أكبر من d الءءولىة نرفض فرض العءم وبءالىى ىوءء هناء ءكامل مءساوى ولا ىكون الانءءار المقءر زائفاً. والعكس هو الصحىح

اءءبار وعلاء مشاكل القىاس:

من المءلوم أن الطرق المءسءءمة فى ءءقىر ءقوم على ءءء من الاءراضاء وهءه الاءراضاء قء ءوفء فى الواقء وقء لا ءوفء وفى ءالة ءوافرها ءكون الطرق المءسءءمة صالءة للاستءءام فى قىاس العلاءاء الاقءصاءىة موضع القىاس أما فى ءالة ءءم ءوافرها فان هءه الطرق لا ءصءب هى الطرق الملاءمة لءءقىر مءلمات العلاءاء الاقءصاءىة وبءالىى ءظهر بءض المشاكل

القياسية وذلك يتعين على الباحث اختبار هذه المشاكل القياسية للتأكد من سلامة النموذج. السلاسل غير الساكنة والعمليات المتكاملة:

تعتبر السلاسل غير الساكنة دوماً مشكلة في التحليل القياسي، وأوضحت بعض الأعمال النظرية (فيلبس 1980) أن الخواص الإحصائية لتحليل الانحدار تفتقد عند استخدام سلاسل غير ساكنة ويعطي انحدار وهمي للعلاقات تحت التقدير، دون اللجوء للنظرية وسنتعرف على السلاسل غير الساكنة التي بالإمكان مذجتها وإيجاد اختبارات إحصائية لها. ويمكن للسلسلة X_t الغير ساكنة أن تصبح ساكنة عن طريق إضافة متغير الزمن إلى تحليل متعدد للعوامل لإزالة الاتجاه العام، وإضافة متغير وهمي موسمي لإزالة أثر الموسمية وتحويل البيانات إلى الشكل الأسّي أو اللوغاريتمي (6).

اختبار درجة التكامل:

قبل إجراء أي انحدار من المهم أن نتعرف على درجة التكامل لكل متغير غير ساكن علماً بأنه من الإمكان تحويل هذا المتغير إلى درجة السكون، واختبار فرضية أن المتغير Y_t غير موسمي متكامل من الدرجة الأولى (7) ويتولد الآتي:

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (1)$$

ونختبر $p=1$ في النموذج التالي :

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (2)$$

إذا كانت قيمة p تساوي الواحد الصحيح فن السلسلة Y_t تكون غير ساكنة، عند تطبيق المربعات الصغرى العادية على المعادلة (2) واختبار الفرض $p=1$ بوسطة t وذلك بقسمة تقدير المربعات الصغرى للمعلمة p على خطأها المعياري كالتالي :

$$pT = \frac{\text{SE}_p}{\dots \dots \dots} \dots \dots \dots (3)$$

فإن توزيع t في المعادلة 3 ليس مطابقاً للتوزيع.

نموذج تصحيح الخطأ:

يقوم مفهوم تصحيح الخطأ على فرضية أن هنالك علاقة توازنه طويلة المدى تحدد في ظلها القيمة التوازنية للمتغير التابع في إطار محدّداته، وعلى الرغم من وجود هذه العلاقة التوازنية في المدى الطويل، إلا أنه نادراً أن تحقق ومن ثم فقد يأخذ المتغير التابع قيماً مختلفة عن قيمتها التوازنية، ويمثل الفرق بين القيمتين عند فترة زمنية خطأ التوازن. ويتم تعديل تصحيح هذا الخطأ أو جزء منه على الأقل في المدى الطويل، لذلك جاءت تسمية هذا النموذج بنموذج تصحيح الخطأ (8). يستخدم هذا النموذج عادة للتوفيق بين السلوك قصير الأجل والسلوك طويل الأجل للعلاقات، فالمتغيرات يفترض أن تتجه في الأجل الطويل نحو حالة من الاستقرار تسمى وضع التوازن (9).

إن طريقة المربعات الصغرى العادية Ols تقوم على افتراض أن الظواهر تتبع في سلوكها التوزيع المعتدل الطبيعي، وهذا يعني أن بيانات السلاسل الزمنية للمتغيرات هي بيانات مستقرة ولكن هذا قد لا يحدث في الواقع العملي، فكثيراً ما تكون هذه البيانات غير مستقرة وفي هذه

الحالة يترتب على استخدام طريقة Ols في التقدير الحصول على انحدار زائف يعبر عنه في الآتي:

1-ارتفاع معامل الانحدار.

2-معاملات الانحدار ذات معنوية إحصائية مرتفعة.

3-وجود ارتباط سلسلي تظهره إحصائية D.W.

وعموماً حتى إذا كانت السلاسل غير مستقرة كل على حده، ولكنها تتصف بخاصية التكامل المشترك كمجموعة، ويصبح النموذج الملائم لتقدير العلاقة بينهما هو نموذج تصحيح الخطأ ولا يترتب على قياس العلاقة بينهما في هذه الحالة انحدار زائف.

تأخذ صيغ نموذج تصحيح الخطأ في الاعتبار كل من العلاقة طويلة الأجل وقصيرة الأجل، أما عن كونها تأخذ في الاعتبار العلاقة طويلة الأجل فهذا يتم باحتوائها على متغيرات ذات فجوة زمنية. أما باشتغالها على العلاقة قصيرة الأجل هذا يتم بإدراج فروق السلاسل الزمنية فيها والتي تعبر عن التغير بين القيم من وقت لآخر.

نأخذ الصيغة البسيطة التالية التي تتكون من متغيرين (y_t) و (X_t) :

$$Y_t = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 x_t + ut$$

حيث (Y_t) تمثل قيمة المتغير التابع أو اللوغاريتم الطبيعي، أما (X_t) تعبر عن قيمة المتغير المستقل اللوغاريتم الطبيعي له. عندئذ يمكن الحصول على متغير جديد يسمى حد تصحيح الخطأ كالآتي:

$$U_t = y_t - \hat{\alpha}_0 - \hat{\alpha}_1 x_t$$

وباستخدام هذا الحد يمكن صياغة نموذج تصحيح الخطأ كالآتي:

$$\Delta y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_j \Delta x_{t-i} + \theta (x_t + \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 x_t)_{t-j} + zt$$

حيث:

Δy_t = تمثل الفرق للمتغير التابع

j = تمثل رقم الفجوة الزمنية لفروق المتغير المستقل

k = عدد الفجوات الزمنية المدرجة في النموذج

θ = معامل سرعة التعديل

ويشير معامل سرعة التعديل إلى مقدار التغير في المتغير التابع نتيجة لانحراف قيمة المتغير المستقل في الأجل القصير عن قيمته التوازنية في الأجل الطويل بقدر واحد وحده، ويتوقع أن يكون هذا المعامل سالباً لأنه يشير للمعدل الذي تنح به العلاقة قصيرة الأجل، وعليه يتعين رصد أول معلمه سالبة لها معنوية إحصائية بالنسبة لحد تصحيح الخطأ (10).

ثالثاً: اقتصادات الكهرباء في السودان

خلفية تاريخية لصناعة الكهرباء في السودان:

إن الحاجة الإنسان الأساسية لمصدر ضوئي آمن كانت هي الدافع وراء التطور الذي حدث في أنظمة الطاقة والقدرة الكهربائية والتي صارت ممتدة عبر القارات. وقد ظل ضوء الغاز وسيلة

الإضاءة السائدة حتى منتصف القرن التاسع عشر ولكن لم يكن آمناً ولا عملياً بدرجة كافية. وقد كانت العبقرية الخلاقة لأديسون هي التي أثمرت عن المصباح المتوهج الضياء، وخلقت الحاجة لنظام إمداد كهربائي. وفي سنة 1880م تقريباً خرجت للوجود أولى شركات الإضاءة الكهربائية والتي كان أشهرها نظام شارع بيرل في مدينة نيويورك بإمداده بالقدرة الكهربائية اللازمة لسريان التيار المستمر. وكانت هذه القدرة تولد بواسطة «مولدات» تيار مستمر تدار بالبخار، ثم عن طريق كابلات تحت الأرض. ومن المفيد أن نذكر أن التيار الكهربائي لم ينقطع إلا مرة واحدة لمدة ثلاث أعوام خلال الأعوام الثمانية الأولى من تشغيل هذا النظام، وبذلك يثبت أنه جدير أن يعول عليه بدرجة قياسية ظلت متحققة في صناعة استخدام الكهرباء طوال تاريخها. وقد تطورت الشركات المحلية للإضاءة الكهربائية تطوراً سريعاً في أوروبا وأمريكا خلال العقد الأول من «عصر الكهرباء» ثم ظهور اختراع محرك الحث الذاتي الذي يعمل بالتيار المتردد في العقد الأخير من القرن التاسع عشر (11). تنبع أهمية الطاقة كونها المصدر الرئيسي لأي تنمية سواء كانت صناعية أو زراعية أو خلافاً أي أنها تلعب الدور الرئيسي للنمو لأي قطاع ويقاس تقديم الشعوب بمقدار المنتج من الطاقة ومدى الاستفادة منه.

أهداف الهيئة القومية للكهرباء:

1. استغلال مصادر الطاقة المتاحة اقتصادياً لتوفير احتياجات البلاد للأغراض المختلفة.
2. الاستفادة من التطور العالمي في مجال صناعة وخدمات الكهرباء بالقدر الذي تسمح به ظروف وبيئة السودان لتطوير صناعة الكهرباء بالبلاد.
3. العمل على تطوير المصادر المحلية للطاقة في توليد الكهرباء.
4. إدارة أعمالها على أساس تجاري يمكنها من تحقيق عائدات سنوية يمكن استثمارها بمعدلات يحددها مجلس الإدارة لتوفير الأموال اللازمة لتنفيذ الخطط المستقبلية (12).

أنشطة الهيئة القومية للكهرباء:

تم إعداد وإجازة الهيكل التنظيمي للهيئة الكهربائية على ضوء الموجهات التالية:

1- التركيز على الأنشطة الأساسية للهيئة وهي:

1. التوليد: توليد الطاقة الكهربائية من جميع مصادرها داخل وخارج الشبكة (مائي - حراري - غازي - ديزل) وذلك بأقل تكلفة والاستمرارية وفقاً لسياسات ومواصفات الهيئة.
2. النقل: نقل الطاقة الكهربائية من مصادر التوليد إلى مناطق الاستهلاك بكفاءة وفعالية ووضع معايير وأسس لحماية وسلامة شبكات النقل.
3. التوزيع: تنظيم وتوزيع الكهرباء للمستهلكين وتحصيل إيراداتها وفقاً لمعايير فنية وزمنية وتكلفة معيارية على نطاق القطر.
4. إدارة الموارد: ووضع الاستراتيجيات المالية والاستخدام الأمثل للموارد المالية للهيئة واستقطاب القوى العاملة ذات التأهيل والفعالية والمحافظة على استمراريته لخدمة الهيئة.

- 2/ إعادة ترتيب أوضاعها ونظم عملها بالانتقال من أنظمة العمل التقليدية إلى الأنظمة الحديثة من استخدامات الحاسوب وغيرها، وقد رصدت إدارة التدريب ميزانية لتدريب العاملين بالهيئة في مجال الحاسوب تعادل ميزانية التدريب القومية.
- 3/ مراعاة توجهات الهيئة للتحويل إلى نظام الإدارة بالجودة الشاملة والذي تبنته الهيئة منذ ديسمبر 1996م.

أسباب العجز في الطاقة الكهربائية:

تقوم صناعة الكهرباء في السودان على قاعدة عريضة من مصادر التوليد المائي، حراري (بخار - غازي - ديزل) والتي تعتبر طاقة مولدة داخل الشبكة بمحطات الخرطوم - الرصيرص - سنار - خشم القربة كذلك هنالك طاقة كهربائية مولدة خارج الشبكة كلها حرارية موزعة بمدن السودان المختلفة، وقد تقتصر مصادر التوليد عن الإيفاء بطلب البلاد من الكهرباء مما نتج عنه عجز في امتدادات الطاقة الكهربائية، وتدني في مستوى خدمات الكهرباء والقطوعات المبرمجة والغير مبرمجة لقطاعات المستهلكين المختلفة التي تهدم بخدماتها (السكني - التجاري - الحكومي - الخدمي - الزراعي - الصناعي) مما ترتب عليه أثار اقتصادية لها انعكاساتها الاجتماعية على القطاعات المختلفة أعلاه (13). وتعزي الهيئة القومية هذا العجز لمشاكل البنيات الأساسية حيث معظم مصادر التوليد بأنواعها المختلفة قد تجاوزت العمر الافتراضي للتشغيل كما أن الكثير منها تحتاج للصيانة المستمرة مما أدى إلى تدني كفاءتها التشغيلية، كما تعزي العجز لزيادة الطمي في فترة الفيضانات بالإضافة إلى القطوعات الفجائية بسبب حفریات الشركة السودانية للاتصالات (سوداتل)، إدارة المياه، الصرف الصحي، سفلتة الشوارع والتي تمثل حوالي 30% من قطوعات الكهرباء (14)، توزع الكهرباء لوجود التوسع السكني الأفقي لذلك يتم توزيع الشبكات عن طريق الخطوط الهوائية وليس كما يحدث في الدول المتقدمة التي تعتمد على نظام الكوابل الأرضية في توزيع الشبكات نسبة للتوسع السكاني الرأسي لما يحتاج إلى لعمالة مدربة ذات مهارات فنية وتقنية، وتواجه الطاقة بعض المشاكل في السودان منها: قصور العرض، السعة والطاقة عن الطلب مما يترك أثار اجتماعية واقتصادية، وفنية، وسياسية سيئة انعكست على المجتمع بصورة عامة (15).

تقليل التكلفة: اعتمد الجهد الشعبي على التكلفة الرأسمالية وفي مجال قانون الكهرباء، المرسوم الثاني عشر نص على الآتي:

1. الاستغلال الأمثل للمياه والطاقة الكهربائية العائدة من السلطات الولائية.
2. الأجهزة والمشروعات والمؤسسات والهيئات القومية القائمة للتحسين وتخويلها بالقانون الاتحادي من السلطات الاتحادية.

تحليل واقع الشركة:

عوامل القوة:

- 1- حظرية توزيع الكهرباء للشركة لأكثر من 1.480.000 مشترك.
- 2- وجود التقنيات الحديثة في تقديم الخدمات.
- 3- وجود أصول كافية كضمان لتوفير تمويل للشركة (ضمان قروض وخلافه).

عوامل الضعف:

- 1/ المديونيات.
- 2/ وجود اختناقات متأزمة في الشبكة وعدم وجود خطوط تغذية بديله.
- 3/ ضعف مستوى الجهد في بعض المناطق.

المهددات:

1. العوامل الطبيعية (خريف - صيف) مما يترتب عليه زيادة تكلفة الأعمال الطارئة (خارج الخطة).
2. ضعف التمويل للمشروعات وتعارض بعض القوانين المحلية بالبلاد.
3. عدم استقرار أسعار الصرف للمعدات الأجنبية.

الفرص:

- 1/ فائض الطاقة الكهربائية المتاحة بالشبكة.
- 2/ الطلب المتزايد على الخدمة من القطاع الزراعي والصناعي وغيرها.
- 3/ الاستفادة من التقنيات الحديثة المتاحة.

الجودة والتطوير:

- أ/ الجودة والتحسين في تقليل المفقود في الكهرباء وذلك من خلال:
 - قيام مركز الزبائن بزيادة من سرعة الاستجابة لمعالجة البلاغات.
 - مراقبة وتحديد موقع الأعطال عبر نظام ال SCADA و Outage Management.
 - ضبط ومراقبة جودة الكهرباء بالخطوط والمحطات وربط أجهزة Switch و Ioand Break و Sectionlizer وقراءة مستويات الجهد والتيار بمركز تحكم التوزيع المباشر (Real Time).
 - تركيب المكثفات ومراجعة الموجود.
 - زيادة عدد عربات أجهزة تحديد أعطال الكوابل مع تركيب كشافات الأعطال Fault Indicators وذلك في الخطوط الهوائية.
 - زيادة ساعات المحاولات 11/33 ك . ف المختلفة إلى ساعات أكبر.
 - العمل على غيار الأسلاك الضعيفة.
 - استخدام الأسلاك المكسية ال ABC لتقليل الفاقد الناتج عن السرقات وتلامس الأسلاك.
 - استخدام المحطات المتحركة (Mobile S/S) (16).

ب/ النظم الإدارية ونظم الاتصال:

- * تتم الجودة عبر تبني المفاهيم والمقترحات التالية:
 1. إعداد الدارسات التنظيمية لتطوير نظم العمل بالشركة.
 2. العمل بمفهوم الجودة واقتراح تطبيق نظم ومواصفات الإدارة بالشركة وخلق بيئة عمل جاذبة للإبداع والتميز.

* تطوير نظم الاتصال:

1. العمل على تشغيل وصيانة شبكات الاتصال المختلفة وتطويرها.
2. تصميم صفحة بالإنترنت خاصة بالشركة.
3. توصيل مكاتب الشركة في الولايات بشبكة الألياف الضوئية عبر أقرب نقطة للفايبر (مشروع).
4. عمل نظام متكامل لعرض ومراقبة الشبكة ونظام حماية موثوق لخدمة الشبكة.
5. توفير المعينات اللازمة لدخول الطرف الثالث لبائع الكهرباء بصورة آمنة على الشبكة.

سياسة الجودة:

تلتزم الشركة السودانية لتوزيع الكهرباء المحدودة بإمداد كهربائي مستقر ومستمر وبجودة عالية وفقاً للمعايير العالمية وتقديم خدمات إلى تفي بمتطلبات زبائنها الكرام بالتكلفة الأمثل. ويتحقق بالآتي:

- تطبيق نظام المعايير التشريعية والقانونية المتعلقة بتوزيع الكهرباء.
- تطبيق نظام المعايير الأوربية للجودة (EFQM) كنظام العمل بالشركة.
- استخدام التقنيات المتطورة والمناسبة لتطوير الأداء.
- تنمية الموارد البشرية.
- التحسين المستمر والعمل بروح الفريق
- إنشاء علاقة شراكة ومنفعة متبادلة مع مورديها.

لماذا عدادات الدفع المدمج؟

بالرغم من أن صناعة الكهرباء في السودان هي من أول المؤسسات التي استخدمت الحاسوب وذلك في العام 1968م في العاصمة القومية بغرض حوسبة نظام الفواتير، إلا أن ذلك لم يساعدها في ضبط حسابات الزبائن بالقدر المطلوب والذي يمكنها من تحصيل قيمة ما تباعه من طاقة، فقد كانت البيانات المتعلقة بهذه الأنظمة تعمل بصورة معزولة بعضها عن بعض. ويتم تجميعها عبر ماكينات مبرمجة بنماذج للإدخال دون أي معالجات تدقيقية فورية للبيانات المدخلة، ومن أكبر عيوب تلك الأنظمة هو عدم قدرتها على التأكد من صحة البيانات إلا في مراحلها الأخيرة كبيان رقم الحساب مثلاً وترتب على ذلك ملف للنقد غير المرحل بلغت سجلاته الملايين عبر السنين لعشرات الآلاف من العدادات غير المدرجة بالحاسوب (لا تحاسب) مع عدد مقدر من الحسابات الوهمية ومنها الموصولة بطرق غير شرعية، ومثلها التي لا تحاسب بالمتوسطات من إنشائها وذلك لعدم انتظار القراءات. وربما كان هذا هو السبب الذي جعل حاسوب الإدارة المركزية عرضة للتهكم والسخرية للاذعة حتى شبه بطائر العنقاء لاستخراجه فواتير خيالية لا وجود لها في الحقيقة. ونسبة لذلك كان في كل منطقة من مناطق الكهرباء قسم خاص بالتسويات يقوم بتصحيح الحسابات الخاطئة. وأصبح أفراد هذا القسم في تنامي مستمر نسبة لمقابلة الزيادة المطردة في نسبة الفواتير الخاطئة التي يقوم بإصدارها الحاسوب. لوضع حد للإخفاقات التي

لازمت الهيئة في جانب التحصيل أصدر مدير العام للهيئة قراراً قضي بتكوين إدارة عامة للمبيعات في منتصف العام 1992م لتؤول إليها النشاطات التالية:

- التوصيلات الجديدة وتركيب العدادات.
- التفتيش الفني للعدادات.
- حسابات المشتركين بمختلف قطاعاتهم.

وكان من أهم أهداف هذه الإدارة تحصيل الفواتير المستخرجة ورعاية خدمات الزبائن وتم تكليف الإدارة بالمهام الآتية (17):

- استخراج الفواتير الصحية بالاستهلاك الشهري.
 - مراجعة السجل الحسابي وتصحيحه.
 - مراجعة وإحياء الحسابات غير المدرجة بالحاسوب (سواقط).
 - تخطيط الحملات ووضع السياسة العامة واللوائح المتعلقة بالمبيعات.
 - تقديم الاستشارات الفنية للأقاليم عبر الإدارة العامة لكهرباء الولايات.
- نسبة لعدم فعالية الوسائل والطرق المتبعة لم تحسن التحصيل بالصورة المطلوبة ولذلك كان التعجيل لإنشاء غرفة التحصيل في ذلك الوقت لأن وضع الهيئة المالي كان قد دخل مرحلة العجز الكلي عن الإيفاء بأي التزام، ولمحاسبة الزبائن بالاستهلاك الحقيقي يتطلب بناء بيانات شاملة ومتكاملة، وأن تضم هذه القاعدة بيانات صحيحة عن الزبائن والعدادات التي يجب التأكد من أنها تعمل بصورة جيدة. ولبلوغ ذلك تم القيام بحملة لجمع وتصحيح المعلومات بالحاسب المركزي، تجري خلال تلك الحملة زيارة كل المواقع التي تغطيها خدمة الكهرباء واختبار العدادات، والتأكد من سلامتها، واستمرت الحملة لمدة خمسة أشهر تقريباً، وأفرزت حملة جمع وتصحيح المعلومات 1993-1994م نقاط ضعف على وجه الخصوص كان أهمها:
- عدم صحة تسجيل قراءات العدادات الميكانيكية المستخدمة.
 - زيادة عدد المخالفات بما كان ب (الكباري والتفسير) للعدادات "التفسير يعني تعديل القراءة العداد والتلاعب فيه".
 - عدم القدرة على التحصيل بنسبة 001% رغم حشد كل الوسائل المادية والبشرية والإشراف اليومي المباشر لغرفة التحصيل.
 - زيادة المعدلات المفقودة بنسبة تجاوزت 05%.
 - لذلك كان لابد من اتخاذ قرار عاجل لإصلاح وكان هنالك عدد من الخيارات من بينها:
 - تركيب عدادات ميكانيكية بمواصفات جيدة.
 - تركيب عدادات تعمل بنظام القراءة عن بعد.
 - تركيب عدادات إلكترونية تعمل بنظام الدفع المقدم (18).
- نظام عدادات الدفع المقدم:**

بذلت الإدارة العامة للمبيعات مجهود كبير لتحسين مستوى التحصيل وتقليل الفاقد الغير فني وتحسين علاقة الهيئة بالمستهلك ومن أهم هذه المجهودات إدخال نظام عداد

الدفع المقدم والسودان من أوائل الدول التي استخدم عداد الدفع المقدم في العالم، وهناك بعض الدول التي تعمل على دراسة هذا النظام وبدأت تنفذه بفكرة تجريبية مثل دولة نيجيريا، وإثيوبيا مقدمه على نفس الفكرة. نظام عداد الدفع المقدم يتلخص في أن يقوم الزبون بدفع المبلغ نقدا لشراء الكمية التي يودها من الكهرباء التي تتناقص كميتها عند الاستعمال وينفصل التيار إذا لم يزود العداد بكمية جديدة. إن هذا النظام هو أحدث تقنية في عالم العدادات لأنه يمكن المواطن من الآتي:

- وضع ميزانية لاستهلاك الكهرباء.
- معرفة متى يريد شراء كمية إضافية من الكهرباء لاحتوائه على شاشة تمكنه من رؤية الكهرباء المخزونة لديه.
- معرفة كمية الكهرباء المستهلكة فعليا في المنزل شهريا بل يوميا. وذلك يساعد المواطن على ترشيد استهلاكه والذي يجدر ذكره أن نظام عدادات الدفع المقدم المصنع بواسطة شركة GOLNOC بجنوب إفريقيا والذي بدأ ترقية بالسودان كأول تجربة بمدينة الرياض نظام متكامل ويتكون من الأجهزة التالية:
- 1/ جهاز إدارة النظام للبرمجة والتحكم.
- 2/ جهاز إصدار الإيصالات لبيع الكهرباء.
- 3/ جهاز توزيع وقياس الكهرباء المستهلك (19).

فوائد نظام الدفع:

يمتاز هذا النظام بعدة إيجابيات لكل من الهيئة القومية للكهرباء والمستهلك، مما يجعل استخدامه يقلل كثيراً من التوتر الموجود لدى الطرفين، ومن هذه الإيجابيات:

أولاً : فوائد النظام بالنسبة للزبون :

- 1/ تحديد الميزانية الشهرية لاستهلاك الكهرباء.
- 2/ ترشيد الاستهلاك وبالتالي انخفاض الفاتورة كما يريح من تراكم المديونية على الزبون.
- 3/ معرفة الاستهلاك اللحظي.
- 4/ تحكم الزبون في متى يريد شراء كمية إضافية من الكهرباء ومقدارها.
- 5/ زوال القلق من جراء القطع لعدم السداد كما لا توجد رسوم إضافية لإعادة التيار.
- 6/ يريح مالك العقار من مشاكل الكهرباء مع المستأجرين.
- 7/ يلغي نظام القراءة الشهرية مما يريح من زيادة القارئ للمنزل.

ثانياً: فوائد النظام بالنسبة للهيئة:

- 1/ تقليل الفاقد الغير فني الناجم عن تقادم المكونات الميكانيكية للعدادات التقليدية.
- 2/ إلغاء ظاهرة تراكم المديونية.
- 3/ تقليل التكلفة التشغيلية (عمالة وعربات ومعدات عمل).
- 4/ ترشيد الاستهلاك.

- 5/ تحسين العلاقة بين الهيئة والزبون.
- 6/ تقليل الأعطال وشكاوى الزبائن الناجمة عن الرخاوة والقطع والإعادة.
- 7/ يوفر ميزانية مقدما يمكن الاستفادة منها في تحسين الخدمة.
- 8/ تقليل عدد أعطال الرخاوات الناجمة عن القطع والإعادة بالنسبة للتشغيل.
- 9/ انخفاض متوسط الاستهلاك الشهري.
- 10 / تحسين الشبكة.

مميزات العداد:

- الدقة العالية.
- إمكانية برمجة العداد.
- قدرة العداد على كشف المخالفات.
- الوقاية الفائقة للعداد.
- كما يمكن معرفة الاتي من العداد:
- رقم العداد معرفة الاستهلاك اللحظي.
- معرفة الشراء الكلي.
- اختيار عمل المفاتيح.
- اختبار تعطل العداد(20).

مفهوم الطلب والعوامل المؤثرة فيه:

تحتل دراسة وتحليل الطلب ومن ثم التنبؤ بها أهمية كبيرة في البحوث الاقتصادية ،لأنه الأساس لقيام أي نشاط إنتاجي فمن دون الطلب تنتهي الحاجة إلى استثمارات جديدة ،إذ يعد الطلب الركيزة الأساسية لتخطيط الإنتاج والاستهلاك ولأغراض التقدير والتنبؤ لبناء سياسة اقتصادية ناجحة، فالطلب يعني الرغبة المدعومة بقوة شرائية للحصول على سلعة أو خدمة معينة بوقت معين وبسعر معين ويفرض ثبات العوامل الأخرى (21)أما مفهوم الطلب عند جي هولتن ولسون بأنه الكميات التي يكون المستهلكون راغبين وقادرين على شرائها بأسعار مختلفة .ومن خلال ما سبق يمكن أن يعرف الطلب بأنه الرغبة المصحوبة بالقدرة على شراء كميات مختلفة من السلع والخدمات عند الأسعار المختلفة في فترة زمنية معينة .

العوامل المؤثرة في الطلب أو محدثات الطلب:

1. سعر السلعة: من أهم العوامل التي تجذب معظم المستهلكين لشراء كمية معينة من سلعة خلال فترة زمنية محددة هو السعر التي تباع به الوحدة(22).
2. عدد المستهلكين: أن زيادة عدد المستهلكين في أي سوق تؤدي إلى زيادة الطلب على السلع والخدمات والعكس، أي أن زيادة عدد السكان في منطقة معينة فهذا يؤدي إلى زيادة عدد السكان في منطقة معينة فهذا يؤدي إلى زيادة عدد المشتريين في تلك المنطقة وبالتالي زيادة الطلب على السلع(23).

3. دخول المستهلكين: هنا نميز بين نوعين من السلع العادية والرديئة، السلع العادية هي السلع التي يزداد الطلب عليها إذا ما ارتفع دخله أي هناك علاقة طردية. أما السلع الرديئة علاقة عكسية إذ يستغني عنها المستهلك إذا زاد دخله (24).

4. أسعار السلع الأخرى: هي أسعار السلع البديلة والمكملة فانخفاض وارتفاع سعر أحدهما يؤدي إلى زيادة أو نقصان الكمية من السلعة الأخرى مع ثبات بقية العوامل الأخرى (25).

5. أذواق المستهلكين: تؤدي التغيرات الأذواق إلى تغيرات في الطلب والمرتبطة بالتغيرات الثقافية والاجتماعية والعادات الاستهلاكية (26).

6. الطلب على الطاقة الكهربائية للقطاع السكني ومحدداته:

يعتمد طلب مستهلكي المنازل على الكهرباء شأنها شأن أي منتج آخر على دخل المستهلكين وسعر الكهرباء في الأجل القصير بمعدلات استخدام السلع التي تتكامل مع الكهرباء خلال فترة زمنية أطول لتحليل فرضية تلك السلع يتعرض للنمو ومن ثم يعد الرصيد المتاح للمستهلكين من هذه السلع أحد المتغيرات المؤثرة في دالة الطلب في الأجل الطويل وكذلك درجات الحرارة خلال فترات معينة من السنة تؤثر في الطلب على الطاقة الكهربائية ومتوسط عدد أفراد الأسرة.

محددات الطلب على الطاقة الكهربائية للقطاع المنزلي:

1. العوامل الاقتصادية: الطلب على الطاقة الكهربائية يتأثر بمستوي دخل الأسرة، فالأسر ذات الدخل المرتفع تستهلك طاقة كهربائية تفوق أضعافاً من الأسر ذات الدخل المنخفض ويكون تأثير الدخل في طلب القطاع السكني من هذه الطاقة على الوجه الآتي:

أ/ زيادة متوسط وحجم المسكن نتيجة ارتفاع الدخل، فالمساحة التي تسكنها كل عائلة تميل إلى الزيادة نتيجة للطلب على الوحدات السكنية الخاصة وكذلك زيادة الطلب على المساكن الكبيرة التي تتطلب كميات كبيرة من الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد.

ب/ زيادة عدد الآلات والمعدات المستهلكة للطاقة إذ أن ارتفاع الدخل الفردي يؤدي إلى انتشار ظاهرة التكييف والأجهزة الحديثة لأغراض الطهي والتنظيف وغيرها.

2. العوامل المناخية: أن استهلاك الطاقة الكهربائية يرتفع في فصل الشتاء والصيف وذلك لأغراض التدفئة والتبريد على التوالي.

3. العوامل الاجتماعية: منها معدلات نمو السكان نتيجة الزيادة الطبيعية فضلاً عن الهجرة الداخلية من الريف إلى الحضر بسبب ارتفاع معدلات التحضر (27).

رابعاً: محددات الطلب على الكهرباء في إطار التكامل المشترك في السودان في الفترة (1990-

2020م)

1/ الأساليب الكمية المستخدمة في التحليل:

تعتمد الدراسة على أسلوب تحليل السلاسل الزمنية في تحليل البيانات للوصول إلى نتائج تتسم بالدقة ويتم ذلك من خلال اتباع المراحل التالية:

المرحلة الأولى:

تم وصف بيانات المتغيرات المستخدمة في الدراسة باستخدام مقاييس التششت والنزعة المركزية، ومن ثم اختبار جذر الوحدة (Unit Roots test) لمعرفة مدى استقرار السلاسل الزمنية المستخدمة في الدراسة، لتجنب النتائج المزيفة نتيجة لعدم استقرارها، تم استخدام اختبار ديكي فولر الموسع (ADF) Augmented Dickey-Fuller .

وتعتبر سلسلة زمنية ما مستقرة إذا (Stationary) إذا توفرت فيها الخصائص التالية:

- ثبات متوسط القيم عبر الزمن.
- ثبات التباين عبر الزمن.
- أن يكون التغير بين أي قيمتين لنفس المتغير معتمداً على الفجوة الزمنية بين القيمتين وليس على القيمة الفعلية للزمن الذي يحسب عنده التغير.

المرحلة الثانية:

بعد التأكد من أن السلاسل الزمنية مستقرة ومن نفس الرتبة، نتحول إلى اختبارات التكامل المشترك باستخدام اختبار جوهانسن، ويقوم تحليل التكامل المشترك بتحديد العلاقة الحقيقية بين المتغيرات في المدى الطويل على عكس النماذج الإحصائية التقليدية. ومفهوم التكامل المشترك يقوم على أنه في المدى القصير قد تكون السلاسل الزمنية غير مستقرة لكنها تتكامل في المدى الطويل أي توجد علاقة ثابتة في المدى الطويل بينهما، هذه العلاقة تسمى بالتكامل المشترك وللتعبير عن العلاقات بين مختلف هذه المتغيرات لا بد أولاً من إزالة مشكلة عدم السكون وذلك باستخدام اختبارات جذور الوحدة.

المرحلة الثالثة:

يتم فيها استخدام نموذج تصحيح الخطأ (ECM) (Error Correction Model) لمعرفة متى تقترب السلسلة من التوازن في المدى الطويل وتغيرات السلسلة الديناميكية المشتركة في المدى القصير، أي أن هذا الاختبار له القدرة على اختبار وتقدير العلاقة في المدى القصير والطويل بين متغيرات النموذج، كما أنه يتفادى المشكلات القياسية الناجمة عن الارتباط الزائف (Spurious correlation). (19)(28).

ولتطبيق الاختبارات السابقة يتم استخدام برنامج الحزمة الإحصائية (Eviews-9.5).

2/ النماذج المستخدمة لتقدير محددات الطلب على الكهرباء في السودان في الفترة (1990-

2020م):

لتقدير محددات الطلب على الكهرباء في السودان في الفترة (1990-2020م) فقد تم بناء النماذج الموضح أدناه.

$$EC = \beta_0 + \beta_1 GDP + \mu \quad \beta_1 > 0 \quad (1)$$

$$EC = \alpha_0 + \alpha_1 P + \mu \quad \alpha_1 < 0 \quad (2)$$

حيث أن: EC = الكمية المستهلكة من الكهرباء، GDP = الناتج المحلي الإجمالي، P = سعر الكهرباء.

β_0, α_0 ثابت النموذج (الجزء المقطوع من النموذج)

β_1, α_1 = معلمتا النموذج والإشارات المتوقعة لها كما موضحة في النموذج أعلاه.

3/ اختبار سكون بيانات الدراسة:

يعتبر شرط السكون مهما لدراسة وتحليل السلاسل الزمنية للوصول إلى نتائج سليمة ومنطقية، ويتم استخدام اختبار جذر الوحدة (Unit Root test): لتحديد الخصائص غير الساكنة (non-stationary) لمتغيرات السلسلتين الزمنيتين على حد سواء في المستويات (levels) من خلال الاختبارات التالية:

1- اختبار ديكي فوللر الموسع (ADF)، حيث يستخدم هذا الاختبار باتجاه الزمن (Time trend) أو بدونه. والصيغة الرياضية العامة لاختبار ديكي فوللر الموسع (ADF) هي كالآتي:

$$\Delta Z_t = \chi + (\rho - 1)Z_{t-1} + \gamma T + e_{1t}$$

$$\Delta Z_t = \chi + (\rho - 1)Z_{t-1} + \gamma T + \delta \Delta Z_{t-1} + e_{2t}$$

وبتطبيق هذا النموذج على البيانات المتحصل عليها من بنك السودان المركزي تم الحصول على البيانات الموضحة في الجدول التالي رقم (1):

جدول رقم (1) نتائج اختبار ديكي فوللر الموسع (ADF)

المتغير		الفرق الثاني
Probability	t-Statistic	
0.0025	-3.233570	EC
0.0000	-8.221628	GDP
0.0000	-8.786843	P
-2.674290	1%	القيم الحرجة
-1.957204	5%	
-1.608175	10%	

المصدر: إعداد الباحثون باستخدام برنامج E-views - 2022م

من خلال الملاحظة على الجدول رقم (1) أوضحت نتائج اختبار ديكي فوللر الموسع أن بيانات الدراسة مستقرة بعد أخذ الفرق الثاني عند مستوى معنوية 1%. بعد التأكد من استقرار بيانات المتغيرات في مستوى واحد يمكن قياس العلاقة طويلة المدى بين المتغيرات.

4/ قياس العلاقة طويلة المدى بين متغيرات الدراسة (التكامل المشترك):

تم استخدام اختبار جوهانسن (Johansen) للتكامل المشترك لقياس العلاقة طويلة المدى،

والذي يتفوق على اختبار انجل-جرانجر للتكامل المشترك، نظراً لأنه يتناسب مع العينات صغيرة الحجم، وكذلك في حالة وجود أكثر من متغيرين، والأهم من ذلك أن هذا الاختبار يكشف عن ما إذا كان هناك تكاملاً مشتركاً فريداً، أي يتحقق التكامل المشترك فقط في حالة انحدار المتغير التابع على المتغيرات المستقلة، وهذا له أهميته في نظرية التكامل المشترك، حيث تشير إلى أنه في حالة عدم وجود تكامل مشترك فريد، فإن العلاقة التوازنية بين المتغيرات تظل مساراً للشك والتساؤل. يتم اختبار وجود توازن طويل الأجل بين السلسلتين المستقرتين ومن نفس الرتبة على الرغم من وجود اختلال في الأجل القصير، من خلال اختبار التكامل المشترك بين المتغيرات باستخدام منهجية (جوهانسن، Johansen) و(جوهانسن - جوسليوس، Johansen and Juselius) المستخدمة في النماذج التي تتكون من أكثر من متغيرين، والتي تعتبر أفضل حتى في حالة وجود متغيرين فقط؛ لأنها تسمح بالآثار المتبادل بين المتغيرات موضع الدراسة، ويفترض أنها غير موجودة في منهجية (إنجل - جرانجر، Engle - Granger) ذات الخطوتين.

وتعتبر منهجية "جوهانسن - جوهانسن - جوسليوس" اختباراً لرتبة المصفوفة II. ويتطلب وجود التكامل المشترك بين السلاسل الزمنية ألا تكون المصفوفة II ذات رتبة كاملة ($r = \text{rank}(\Pi) < n$). ومن أجل تحديد عدد متجهات التكامل يتم استخدام اختبارين إحصائيين مبنيين على دالة الإمكانات العظمى Likelihood Ratio Test (LR) maximum وهما اختبار الأثر λ_{trace} واختبار القيم المميزة العظمى maximum eigenvalues test (λ_{max}). ويعرف اختبار الأثر (مجموع القطر الرئيس) بـ:

$$\lambda_{\text{trace}} = -T \sum_{i=r+1}^n \log(\hat{\lambda}_i)$$

حيث يتم اختبار فرضية العدم أن عدد متجهات التكامل المشترك $r \geq$ مقابل الفرضية البديلة أن عدد متجهات التكامل المتزامن r (حيث $r = 0, 1, 2$).

$$\lambda_{\text{max}} = -T \log(1 - \hat{\lambda}_i)$$

ويعرف اختبار القيم المميزة العظمى بـ

حيث يتم اختبار فرضية العدم أن عدد متجهات التكامل المشترك r مقابل الفرضية البديلة أن عدد متجهات التكامل المتزامن $r + 1$ ($29 = r + 1$) (20).

جدول رقم (2): نتائج اختبار جوهانسن (Johansen) للتكامل المشترك

النتيجة	Stat	C V5%	Prob.**
None *	24.39964	24.27596	0.0482
At most 1	10.12289	12.32090	0.1136
At most 2	3.795880	4.129906	0.0610
وجود متجه واحد للتكامل المشترك عند مستوى معنوية 5%			

المصدر: إعداد الباحثون باستخدام برنامج E-views - 2022م

أوضحت نتائج اختبار جوهانسن (Johansen) للتكامل المشترك وجود علاقة طويلة المدى

بين متغيرات الدراسة ويظهر ذلك من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول رقم (2) ووجود متجه واحد للتكامل المشترك عند مستوى معنوية 5% وبالتالي نرفض فرض العدم ونقبل الفرض البديل والذي يعني أن متغيرات الدراسة تحقق التوازن في المدى الطويل.

5- نموذج تصحيح الخطأ (Error Correction Model-ECM):

يتميز نموذج تصحيح الخطأ عن نموذج إنجل-جرانجر بأنه يفصل العلاقة في المدى الطويل عنها في المدى القصير، كما يتميز بخواص أفضل في حالة العينات الصغيرة، وتعد المعلمة المقدرة في النموذج أكثر اتساقاً من الطرق الأخرى مثل طريقة إنجل-جرانجر (Engel Granger 1987) وجوهانسن (Johansen 1988)، واختبار مدى تحقق التكامل المتزامن بين المتغيرات في ظل (ECM) يقدم (Persaran 2001) منهجاً حديثاً لاختبار مدى تحقق العلاقة التوازنية (قصيرة وطويلة الأجل) بين المتغيرات في ظل نموذج تصحيح الخطأ حيث يتميز بإمكانية التطبيق سواء كانت المتغيرات التفسيرية متكاملة من الدرجة الصفر $I(0)$ أو متكاملة من الدرجة الأولى $I(1)$ ، أو كان بينهما تكامل مشترك من نفس الدرجة، ويمكن تطبيقها في حالة العينات الصغيرة على خلاف الطرق السابقة التقليدية، ولا يطبق هذا النموذج إلا بعد نجاح اختبار جوهانسن للتكامل المتزامن

3/ تقدير العلاقة بين الطلب على الكهرباء والناتج المحلي الإجمالي وسعر الكهرباء في السودان:

1- تقدير العلاقة بين الكمية المستهلكة من الكهرباء والناتج المحلي الإجمالي في السودان:

$$EC = \beta_0 + \beta_1 GDP + \mu \quad \beta_1 > 0 \quad (1)$$

لقياس أثر الناتج المحلي الإجمالي في السودان على الكمية المستهلكة من الكهرباء تم تطبيق نموذج تصحيح الخطأ وتم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول رقم (3).

جدول رقم (3)

نتائج اختبار نموذج تصحيح الخطأ للنموذج (1)

Vector Error Correction Estimates		
Date: 12/07/22 Time: 05:21		
Sample (adjusted): 1995 2020		
Included observations: 26 after adjustments		
Standard errors in () & t-statistics in []		
	CointEq1	Cointegrating Eq:
	1.000000	EC(-1)
	300.0616	GDP(-1)
	(76.0342)	
	[3.94640]	
D(GDP)	D(EC)	Error Correction:
-0.000203	-0.428086	CointEq1
(0.00024)	(0.46716)	
[-0.84286]	[-3.05698]	
0.436011	0.710397	R-squared
1.159628	3.679506	F-statistic
24	Number of coefficients	

المصدر: إعداد الباحثون باستخدام برنامج E-views 2022م

- [] هي قيم T المحسوبة. (-) الانحراف المعياري.

ولتفسير نتائج نموذج تصحيح الخطأ المقدر يتم استخدام ثلاثة معايير والتي تشتمل على معيار النظرية الاقتصادية، المعيار الإحصائي والمعيار القياسي.

1. معيار النظرية الاقتصادية:

المعيار الاقتصادي أو الفحص الاقتصادي يتعلق بالتحقيق من انطباق النتائج مع افتراضات النظرية الاقتصادية من خلال هذا الفحص يتم التأكد من نوع علامة المعامل coefficient وحجمه إذا جاءت العلامة مطابقة حجماً واتجهاً للنظرية الاقتصادية اعتمدت النتيجة اقتصادياً. (30) (21) يلاحظ من خلال نتائج النموذج المقدر في الجدول رقم (3) أن إشارة معلمة المتغير المستقل (الناتج المحلي الإجمالي) بلغت (300.0616) وهي متوافقة مع النظرية الاقتصادية. وهذا يدل على أنه كلما كانت هناك زيادة في الناتج المحلي الإجمالي في السودان تؤدي إلى زيادة في الطلب على الكهرباء أي هنالك علاقة طردية بين الناتج المحلي الإجمالي في السودان والطلب على الكهرباء خلال الفترة 1990-2020م.

2. المعيار الإحصائي: بعد التأكد من معقولية التقديرات لمعاملات النموذج من الناحية الاقتصادية يأتي دور الاختبارات الإحصائية التي تقرر في ضوءها أمرين على جانب كبير من الأهمية:

1. مقدرة النموذج على تفسير الظاهرة محل البحث.

2. مدى الثقة في تقديرات معاملات النموذج وذلك باستخدام معامل التحديد والخطأ المعياري (31)

يلاحظ من خلال الجدول رقم (3) قيمة اختبار (F) دلت المنتجة عن المعنوية الشاملة للنموذج، كما بلغت الإحصائية (F-Statistic) المحسوبة للمتغير المستقل (الناتج المحلي الإجمالي) (3.679506) عند مستوى معنوية 5% وهي أكبر من قيمة (F) الجدولية التي بلغت (2.27).

3. المعيار القياسي:

في الجدول رقم (3) أوضحت قيمة معامل التحديد (R^2) أن المتغير المستقل المضمن في النموذج يفسر نسبة 71% من المتغير التابع وبقيّة التأثير يعزى لمتغيرات أخرى غير مضمنة في النموذج، ومعامل سرعة التكييف للنموذج بلغت (-0.428086) ومن خلال قيمة (T) المحسوبة له التي بلغت (-3.05698) عند مستوى معنوية 5% وهي أكبر من قيمة (T) الجدولية المقابلة البالغة (2.10)، مما يشير إلى أنها معنوية إحصائياً، وهو ذو قيمة سالبة وأقل من الصفر مما يدل على مقدرة نموذج تصحيح الخطأ على قياس سرعة التكييف للمتغيرات بمعنى أنه إذا انحرفت البيانات عن الوضع التوازني فهي تحتاج إلى فترة تقدر بـ 24 سنة للرجوع إليها.

2- تقدير العلاقة بين الطلب على الكهرباء وسعر الكهرباء في السودان:

$$EC = \alpha_0 + \alpha_1 P + \mu \quad \alpha_1 < 0 \quad (2)$$

لقياس أثر تغير سعر الكهرباء على الطلب على الكهرباء في السودان تم تطبيق نموذج تصحيح الخطأ وتم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول رقم (4).

جدول رقم (4)

نتائج اختبار نموذج تصحيح الخطأ للنموذج (2)

Vector Error Correction Estimates		
Date: 12/07/22 Time: 05:19		
Sample (adjusted): 1996 2020		
Included observations: 25 after adjustments		
Standard errors in () & t-statistics in []		
	CointEq1	Cointegrating Eq:
	1.000000	EC(-1)
	-10786.57	P(-1)
	(1648.54)	
	[-6.54310]	
D(P)	D(EC)	Error Correction:
4.80E-05	-0.600549	CointEq1
(1.5E-05)	(0.86355)	
[3.18081]	[-3.01147]	
0.711775	0.704182	R-squared
2.469512	2.380455	F-statistic
28	Number of coefficients	

المصدر: إعداد الباحثون باستخدام برنامج E-views 2022

- [] هي قيم T المحسوبة. - () الانحراف المعياري.

ولتفسير نتائج نموذج تصحيح الخطأ المقدر يتم استخدام ثلاثة معايير والتي تشتمل على معيار النظرية الاقتصادية، المعيار الإحصائي والمعيار القياسي.

1. معيار النظرية الاقتصادية:

يلاحظ من خلال نتائج النموذج المقدرة في الجدول رقم (4) أن إشارة معلمة المتغير المستقل (سعر الكهرباء) بلغت (-10786.57) متوافقة مع النظرية. وهذا يدل على أنه كلما كانت هناك زيادة في سعر الكهرباء في السودان تؤدي إلى نقصان في الطلب على الكهرباء في السودان أي هنالك علاقة عكسية.

2. المعيار الإحصائي:

يلاحظ من خلال الجدول رقم (4) قيمة اختبار (F) دلت عن المعنوية الشاملة للنموذج، كما بلغت الإحصائية (F-Statistic) المحسوبة للمتغير المستقل (سعر الكهرباء) (2.380455) عند مستوى معنوية 5% وهي أكبر من قيمة (F) الجدولية التي بلغت (2.27).

3. المعيار القياسي:

في الجدول رقم (4) أوضحت قيمة معامل التحديد (R^2) أن المتغير المستقل المضمن في النموذج يفسر نسبة 70% من المتغير التابع وبقيمة التأثير يعزى لمتغيرات أخرى غير مضمنة في

النموذج أو نتيجة للصدفة والخطأ العشوائي، ومعامل سرعة التكيف للنموذج بلغت (-0.600549) ومن خلال قيمة (T) المحسوبة له التي بلغت (-3.01147) عند مستوى معنوية 5% وهي أكبر من قيمة (T) الجدولية المقابلة البالغة (2.10)، مما يشير إلى أنها معنوية إحصائياً، وهو ذو قيمة سالبة وأقل من الصفر مما يدل على مقدرة نموذج تصحيح الخطأ على قياس سرعة التكيف للمتغيرات بمعنى أنه إذا انحرفت البيانات عن الوضع التوازني فهي تحتاج إلى فترة تقدر بـ 28 سنوات للرجوع إليها.

النتائج:

- تم تحليل بيانات الدراسة من مصادرها الأولية والثانوية لمحددات الطلب على الكهرباء في إطار التكامل المشترك في السودان في الفترة (1990-2020م) وعلى ضوء التحليل التطبيقي والنظري خرجت الدراسة بالنتائج التالية:
1. وجود علاقة طردية بين الطلب على الكهرباء والنتائج المحلي الإجمالي في السودان خلال فترة الدراسة.
 2. زيادة أسعار الكهرباء أدت لنقصان الطلب على الكهرباء في السودان خلال فترة الدراسة.
 3. توجد علاقة توازنه طويلة الأجل بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع.

التوصيات:

1. العمل على تنويع مصادر الطاقة الكهربائية بالاعتماد على طاقة الرياح والطاقة الشمسية لمقابلة الطلب المتزايد على الكهرباء.
2. العمل على إدخال التقنيات والبرمجيات الحديثة في السياسة السعرية للكهرباء.
3. الاهتمام بالبنيات التحتية للدولة من خلال تأثيرها على الناتج المحلي والدخل.

الهوامش:

- (1) حسام الدين يوسف خضر (دالة الطلب على الكهرباء في السودان 1977_2000م)، رسالة ماجستير غير منشورة جامعة أم درمان الإسلامية، 2004م.
- (2) خلود موسيعمران، وريسان عبد الإمام الزعلان، استخدام بعض الأساليب الإحصائية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، مجلة العلوم الاقتصادية، العدد 29 المجلد الثامن، 2012م.
- (3) زينب يوسف عثمان محمد، تقدير دالة طلب القطاع السكني للكهرباء في السودان، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة كردفان، السودان، (2017م).
- (4) خلف الله أحمد محمد عربي، الاقتصاد القياسي المتقدم، (الخرطوم: مطبعة جي تاون، 2005م)، ص 7
- (5) Richard Harris, Using Cointegration Analysis in Econometric Modelling, Harvester, Wheatsheaf, prentice hall, London, p23
- (6) طارق محمد الرشيد المرشد في الاقتصاد القياسي التطبيقي (الخرطوم: ب ن، 2005م)، ص 33
- (7) خلف الله أحمد محمد عربي، مرجع سابق، 60
- (8) عابد العبدلي، محدّدات الطلب على واردات المملكة العربية السعودية في إطار التكامل المشترك وتصحيح الخطأ، مجلة صالح كامل للاقتصاد الإسلامي، جامعة الأزهر، 2007م، العدد 32، ص 18
- (9) عبد القادر محمد عبد القادر عطية، الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق، الدار الجامعية للنشر، 2005م، ص 685
- (10) عبد القادر محمد عبد القادر عطية، مرجع سابق، 688
- (11) فاروق صالح الخطيب، اقتصاديات تنمية الطاقة الكهربائية، جامعة الملك عبد العزيز، 1986م، ص 216
- (12) علي أحمد علي، تجربة الهيئة القومية للكهرباء للعمل بالجودة الشاملة (ورقة عمل تنمية الموارد البشرية)، الخرطوم، 2000م، ص 130
- (13) جمهورية السودان، الهيئة القومية للكهرباء، 2001م، ص 18
- (14) مجلة التوثيق الاقتصادي، وزارة المالية والاقتصاد الوطني، العدد السابع، مارس 2003م، ص 20
- (15) يس الحاج عبدون، أزمة الطاقة الكهربائية، الأسباب والحلول المركز القومي للبحوث السودانية، أبريل 1997م، ص 15
- (16) الشركة السودانية لتوزيع الكهرباء المحدودة، الخطة السنوية لعام 2011م، ص 17
- (17) مكايي محمد عوض أوشي، معالم الإصلاح والارتقاء في الهيئة القومية للكهرباء (1993-2009م) ط 2، شركة مطابع السودان العملة، ص 53
- (18) مكايي محمد عوض أوشي، مرجع سابق، ص 55
- (19) مجلة الهيئة القومية للكهرباء الماضي والحاضر، 2007م، ص 235

- (20) مجلة الهيئة القومية للكهرباء الماضي والحاضر، مرجع سابق، ص 199
- (21) محمود حسين الوادي، كاظم جاسم العيساوي، الاقتصاد الجزئي تحليل نظري وتطبيقي، ط 1 (عمان: دار المسرة للنشر، 2007م)، ص 61
- (22) عامر علي سعيد، مقدمة في الاقتصاد الجزئي، ط 1 (عمان: دار البداية، 2009م) ص 96
- (23) مناور فريح حداد، حازم بدر الخطيب، مبادئ الاقتصاد (الأردن: دار المحامد للنشر، 2013م) ص 69
- (24) محمد محمد النصر، عبد الله محمد شامية مبادئ الاقتصاد الجزئي، ط 4 (عمان: دار الفكر، 2008م) ص 64
- (25) عفاف عبد الجبار سعيد، مجيد علي حسين، التحليل الجزئي، ط 3 (الأردن: دار وائل، 2004م) ص 82
- (26) محمود حسين الوادي، الاقتصاد الإداري، (عمان: المسيرة للنشر، 2010م)، ص 45
- (27) ائمار أمين البرواري، يسري حازم حاسم الحياي، تقدير فجوة الطلب على الطاقة الكهربائية للقطاع السكني، محافظة نينوي، فلسطين، مجلة تنمية الرفدين، العدد 99، المجلد، 2010م، ص 32
- (28) علي فاطن محمد الوندواوي، فقه الاقتصاد القياسي، ج 1، (الخرطوم: مكتبة جي تاون 2010م)
- (29) Greene , William H. (2003) "Econometric Analysis", 5th Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA
- (30) Patterson, K. (2002) , " An Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach ". Palgrave, New York,
- (31) سمير عبد العزيز، الاقتصاد القياسي. مدخل في اتخاذ القرارات. الإسكندرية: 1997م، مكتبة الإشعاع