التنبؤات المستقبلية لإنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظات جنوبي العراق بأستخدام منهجية (بوكس جنكيز) للمدة من (٢٠٠٠-٢٠٣٠) (دراسة جغرافية إحصائية)

الباحث /علي عماد كريم الماجدي

pgs.ali.emad@uobasrah.edu.ia

أ.د راشد عبد راشد الشريفي/ جامعة البصرة /كلية الآداب

Rashed.abd@uobasrah.edu.iq

أ.م.د وليد ميه رودين / جامعة البصرة / كلية الأدارة والأقتصاد

waleed.rodeen@uobasrah.edu.iq

Future Forecasts of Electricity Production and Consumption in the Southern Governorates of Iraq Using the Box–Jenkins Methodology for the Period (2000–2030) (A Statistical Geographical Study)

Researcher: Ali Imad Kareem Al-Majidi

Prof. Dr. Rashid Abdul Rashid Al-Sharifi University of Basrah / College of Arts

Asst. Prof. Dr. Waleed Mih Rudain University of Basrah / College of Administration and Economics

المستخلص

يتناول هذا البحث دراسة واقع إنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظات جنوبي العراق للفترة (٢٠٠٠–٢٠٣٠)، من خلال بناء نماذج تنبؤية باستخدام منهجية بوكس–جينكينز (ARIMA) ، بهدف التعرف على الإتجاهات المستقبلية للطاقة الكهربائية ودعم عملية التخطيط في هذا القطاع المهم.

إعتمدت الدراسة على بيانات إنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق للفترة (٢٠٠٠–٢٠٢٣)، حيث تم اختبار إستقراريتها ومعالجتها إحصائيًا، ثم اختيار النموذج الأنسب بالإعتماد على المعايير الإحصائية المعتمدة وبعد التحقق من كفاءة النموذج استُخدم في التنبؤ حتى عام ٢٠٣٠.

وأظهرت النتائج وجود فجوة متزايدة بين الإنتاج والاستهلاك خلال السنوات القادمة في حال استمرار منظومة الطاقة الكهربائية الحالية من دون تغيير إذ سيتراجع إنتاج منطقة الدراسة بفارق (١٧٤٩٨٣٤) ميكاواط / ساعة خلال عام٢٠٣٠ وبنسبة تراجع ٨.٩٪ ، بينما سيرتفع الإستهلاك بفارق (٩٦٦٥١٤٢) ميكاواط / ساعة خلال عام ٢٠٣٠ وبنسبة زيادة ٣٨.٩٪ ، الأمر الذي يؤكد الحاجة إلى تطوير منظومة الطاقة الكهربائية، وتحسين كفاءة الإنتاج والتوزيع ومنظومة نقل الطاقة الكهربائية ، والتوسع في مصادر الطاقة البديلة لضمان إستدامة الطاقة في محافظات جنوبي العراق .

كلمات مفتاحية : الإنتاج ، الإستهلاك ، منهجية بوكس جنكيز ، محافظات جنوبي العراق ، الطاقة الكهربائية

Abstract

This study examines the reality of electricity production and consumption in the southern governorates of Iraq for the period (2000–2030) by developing forecasting models based on the Box–Jenkins methodology (ARIMA). The study aims to identify future trends in electrical energy and to support planning processes in this vital sector.

The research relies on annual data of electricity production and consumption in the southern governorates of Iraq for the period (2000–2023). The time series were tested for stationarity and statistically processed, after which the most appropriate model was selected based on approved statistical criteria. Following the verification of the model's adequacy, it was employed to generate forecasts up to the year 2030.

The results indicate a growing gap between electricity production and consumption in the coming years if the current electricity system continues without development. It is expected that the electricity production deficit in the study area will reach approximately 1,749,834 MWh by 2030, reflecting a decline of 8.9%, while electricity consumption is projected to increase by about 9,665,142 MWh, representing a growth rate of 38.9% over the same period.

These findings highlight the urgent need to develop the electricity system, enhance the efficiency of production, distribution, and transmission networks, and expand the use of alternative energy sources to ensure energy sustainability in the southern governorates of Iraq.

Keywords: Production, Consumption, Box–Jenkins Methodology, Southern Governorates of Iraq, Electrical Energy.

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

تعتبر الدراسات التنبؤية أداة مهمة في دعم التخطيط المستقبلي لقطاع الطاقة الكهربائية ، لما توفره من توقعات تساعد صانعي القرار على اتخاذ إجراءات مبنية على أسس علمية ، ويُعد استخدام السلاسل الزمنية ومنهجية (بوكس جنكينز) من الأساليب الإحصائية الفاعلة في تحليل البيانات التاريخية والكشف عن اتجاهاتها المستقبلية ، لما تتميز به من قدرة على التعامل مع التغيرات الزمنية والتقلبات في بيانات الإنتاج والإستهلاك.

اولاً- مشكلة البحث:-

تكمن مشكلة البحث في التساؤلات الآتية :

أ- هل هناك تفاوت في قيم الإنتاج والإستهلاك الكهربائي في جنوبي العراق خلال مدة الدراسة؟

ب- ما مدى مساهمة منهجية (بوكس جنكيز) في التنبؤ بإنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق ؟

ثانياً - فرضية البحث:-

ينطلق البحث من مجموعة فرضيات أن:

أ - يمكن الإعتماد على منهجية_(بوكس جنكيز) في التنبؤ لإنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية وتعتبر من أهم الطرق لدراسة السلاسل الزمنية .

ب- هناك تراجع الإنتاج الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة في السنوات القادمة.

ج - تشهد منطقة الدراسة زيادة مستمرة في إستهلاك الطاقة الكهربائية وتتجه نحو الزيادة في السنوات القادمة .

ثالثاً – هدف البحث :-

يهدف البحث إلى تحليل قيم الإنتاج والإستهلاك في محافظات جنوبي العراق ودراسة السلسلة الزمنية لإنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية وتحديد نمط وإتجاه السلسلة ومن ثم التنبؤ بها للسنوات من ٢٠٢٤ إلى ٢٠٣٠

رابعاً – منهجية البحث :-

أعتمد الباحثينين على مجموعة من المناهج منها :-

١-المنهج الوصفي الذي أمكن من خلاله الوقوف على إنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة.

٢-المنهج التحليلي الكمي ويهدف هذا المنهج الى تحويل بيانات الإنتاج والإستهلاك في منطقة الدراسة الى ارقام قابلة للقياس والتحليل، وذلك من اجل الوصول الى نتائج دقيقة وواضحة.

٣-المنهج الإحصائي أعتمد الباحثينين على التحليل الكمي الإحصائي من خلال منهجية (بوكس جنكيز)

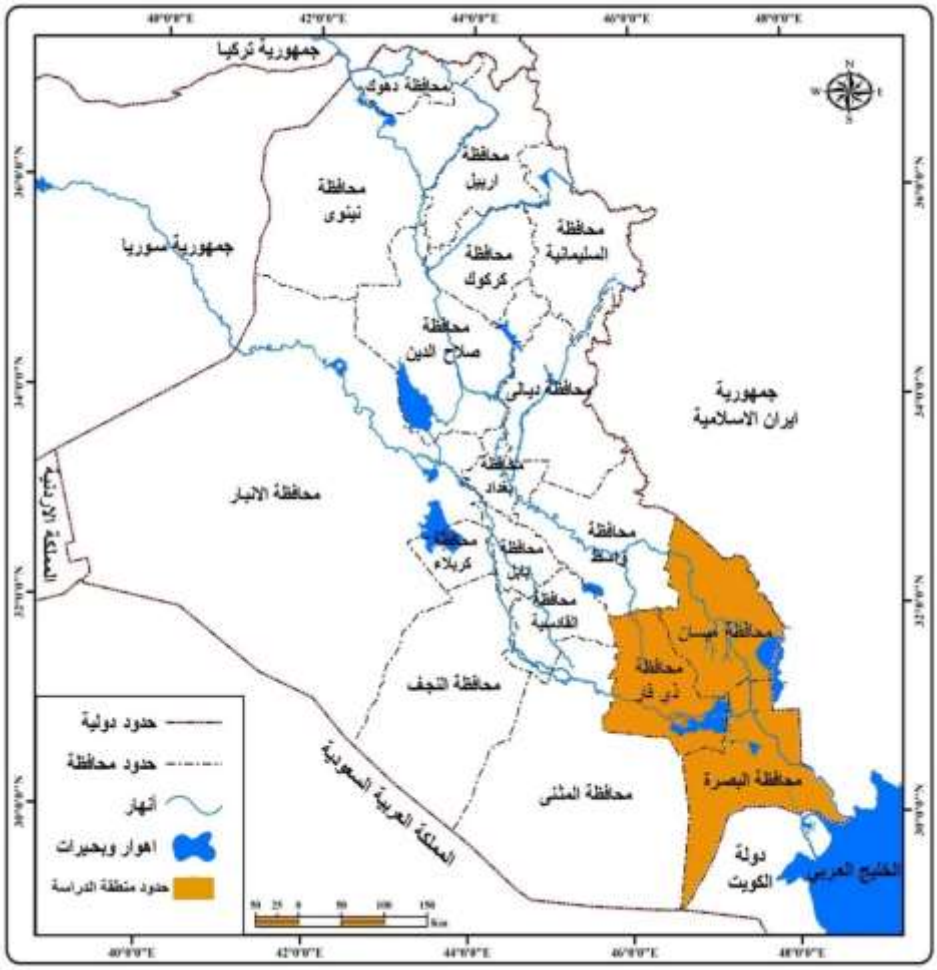
من أجل دراسة السلاسل الزمنية والتنبؤ بها .

خامساً – حدود منطقة الدراسة

تتحدد منطقة الدراسة بالحدود الإدارية لمحافظات جنوبي العراق (البصرة ، ميسان ، ذي قار) هذه المحافظات تقع مابين دائرتي عرض (٢٩,٥° ،٣٢,٤٥°) شمالاً وبين قوسي طول (٤٥,٦٦° ، ٤٨,٤٠°) شرقاً ، خريطة (١) وتمتد على مساحة (٤٨٠٤٢) كم ² تشكل (١١٪) من مساحة العراق البالغة (٤٣٤١٢٨) كم² ، وتقع في الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي من العراق ، وتطل على الخليج العربي في جزئها الجنوبي

الشرقي ، ويحدها من الشمال محافظة واسط ومن الجنوب دولة الكويت والخليج العربي ومن الشرق جمهورية إيران الإسلامية ومن الغرب محافظتي القادسية والمثنى .

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق لعام ٢٠٢٣



المصدر : جمهورية العراق، الهيئة العامة للمساحة، خارطة العراق الإدارية، بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠٠،بغداد، ٢٠٢٣.

خريطة (٢) موقع منطقة الدراسة لعام ٢٠٢٣

المصدر: جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، شعبة إنتاج الخرائط، بمقياس رسم ١: ١٠٠٠٠٠٠،بغداد، ٢٠٢٣.

المبحث الأول: مفهوم منهجية بوكس جنكيز وهدفها .

١- مفهوم السلاسل الزمنية :

السلسلة الزمنية : هي مجموعة من المشاهدات التي تتولّد على التوالي خلال الزمن ، وتتميز أية سلسلة زمنية بأنّ بياناتها مرتبة بالنسبة للزمن ، وأنّ المشاهدات المتتالية عادة ماتكون غير مستقرة ، أي أنها تعتمد على بعضها البعض ، وسيستغل عدم الإستقرار في التوصل الى تنبؤات موثوق بها

٢- منهجية بوكس جنكيز :

يعرف هذا النموذج التنبؤي بنموذج الإنحدار الذاتي المتكامل للمتوسطات المتحركة ويرمز له بالرمز (ARIMA) ، ويعتبر العالمان (GWILYN JENKINS-GEORGE BOX) ١٩٧٦ أول من إستخدم هذا النموذج في مجال تحليل السلاسل الزمنية للنماذج المستقرة وغير المستقرة ، ويعتمد هذا النموذج على عدة مراحل ، تتمثل المرحلة الأولى بإختبار إستقرار السلسلة الزمنية ، التعرف على النموذج ، تقدير النوذج، فحصه ، ومن ثم التنبؤ به (البشير،٢٠٢٣، ص١٢٩)

وتُعرف على أنهّا طريقة تطبيقية تعالج مختلف الظواهر الزمنية بشكل دقيق بغية التوصل إلى نماذج محكمة تعتمد في تطبيقها على نماذج ذات ذاكرة قصيرة أي أنها تصلح في التنبؤات قصيرة المدى، ومن بين شروطها هي الإستقرارية حيث أنّ السلسلة تتذبذب حول وسط حسابي ثابت وتباين مستقل عن الزمن ، لأن خاصية الإستقرار تُعتبر من أهم الخواص التي تعتمد على مجموعة من الإختبارات لمعرفة إستقرار السلسلة من عدمه ، ومن بين هذه الإختبارات التمثيل البياني والإرتباط الذاتي وإختبارات الجذر الأحادي (بن سعدي ،٢٠٢٣،ص ٣٠١) .

٣- الهدف من إستخدام منهجية (بوكس جنكيز)

تهدف هذه الدراسة الى تحديد سلوك ونمط السلسلة الزمنية الحالية والمستقبلية لمؤشري (الإنتاج والإستهلاك) في منطقة الدراسة ومعرفة مدى إستقرارهما من خلال إختبارات متعددة بإستخدام نموذج (بوكس جنكيز) ومن ثم التنبؤ بهذه المؤشرات ، إعتمدت الدراسة على بيانات تمتد من عام 2000 إلى ٢٠٢٣ وتحديد التنبؤ بمستقبل المؤشرات لغاية عام ٢٠٣٠ ، وتُعتبر منهجية (بوكس جنكيز) من أهم المناهج التي تتيح الوصول الى أفضل نتائج معبرة تساعد الباحثين ومتخذي القرار في إعطاء رسم يوضح الصورة المستقبلية لمؤشري (الإنتاج والإستهلاك) وهذا إعتماداً على نماذج التنبؤ التي تهدف الى معرفة القيم المستقبلية بالإعتماد على بيانات فترات سابقة ضمن فترة الدراسة .

٤- الطريقة والأدوات المعتمدة في الدراسة :

أنّ منهجية (بوكس جينكيز) تعتمد على سلسلة زمنية طويلة من البيانات وكلما كانت الفترة طويلة كلما إرتفعت معها نسبة دقة التنبؤات الإحصائية ، مما دفع الباحثين الى جمع بيانات أقدم لضمان نتائج إحصائية أكثر دقة ، وقد أرتكزت هذه الدراسة على سلسلة زمنية ممتدة من عام ٢٠٠٠ الى عام ٢٠٢٣ إستخدمت للتنبؤ بالقيم المستقبلية للإنتاج والإستهلاك ولغاية (٢٠٣٠) بمنهجية (بوكس جنكيز) وبالإعتماد على برنامج الإحصاء (Eviews) وإعتمدت الدراسة على متغيرات أساسية تمثل الزمن والإنتاج (x-t) و الزمن والإستهلاك (y-t) .

ويظهر في جدول (١) بيانات الإنتاج والإستهلاك السنوية التي سيتم الإعتماد عليها في تطبيق منهجية (بوكس جنكيز).

جدول (١) بيانات الإنتاج والإستهلاك في منطقة الدراسة للمدة من (٢٠٠٠-٢٠٢٣)

السنوات	الإنتاج	الإستهلاك
2000	7640154	2986586
2001	8476137	3344514
2002	8799733	2951491
2003	5771635	3853591
2004	7776702	3123617
2005	7419829	3786127
2006	9902183	3854763
2007	9855742	4078596
2008	9837915	4276521
2009	9296267	6618625
2010	9250530	4933793
2011	9111194	5403253
2012	٨٨٥٨٩٨٣	8676218
2013	١٠٥٩٠٢٤٦	11490482
2014	١٠٩٢٢٥٦٤	15032306
2015	١٤٨٦٧٢٢٩	10992711
2016	٢٠٦٣٨٨١٧	8530553
2017	٢٤٧٩٦٤٧٢	8937563
2018	٢١٣٧٩٣٧٧	9090266
2019	٢١٦٠٨٦٨٩	10238857

2020	٢٠٨١٦٩٥٤	9173076
2021	٢٠٣٣٧٥٢٩	13140348
2022	١٩٦٧٩٧٨٣	13964747
2023	١٩٦٢١٧٠٨	15133250

المصدر : (١) من عمل الباحثين بالإعتماد على بيانات الشركة العامة لإنتاج الطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية .

(٢) الشركة العامة لتوزيع الطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية .

المبحث الثاني : التحليل الجغرافي لإنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظات جنوبي العراق .

اولاً : تطور الإنتاج في محافظات جنوبي العراق

تمثل المنطقة الجنوبية من العراق (البصرة، ذي قار، ميسان) مركزاً رئيساً لإنتاج الطاقة الكهربائية، نظراً لإعتمادها على محطات التوليد الحرارية والغازية. ويُعد هذا الأقليم من الركائز الأساسية في تغطية الطلب المتزايد على الكهرباء على المستوى الوطني فضلاً عن مساهمة المنطقة بإنتاج (١٩٦٢١٧٠٨) ميكاواط / ساعة يمثل (٢١٪) من إجمالي إنتاج العراق للطاقة الكهرائية لعام ٢٠٢٣ والبالغ (٩٤٣٨٩٢٥٦) ميكاواط / ساعة (وزارة الكهرباء ، ٢٠٢٣، ص١٢) . يُلاحظ من الجدول رقم (٢) والشكل (١) والخريطة (٣) انّ تطور الإنتاج في المنطقة الجنوبية يجري بصورة تصاعدية نتيجة زيادة إنشاء وتأسيس المحطات في المنطقة ولاسيما بعد عام ٢٠٠٣، إذ إحتلت محافظة البصرة المرتبة الأولى من حيث إنتاج الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة إذ بلغت كميات الإنتاج لعام ٢٠٢٣ (١٣٢٠٢٠٩٩) ميكاواط / ساعة ، أما محافظة (ذي قار) فقد إحتلت المرتبة الثانية من مجموع الإنتاج الكهربائي للمنطقة والبالغ (٤١٥٥٦٢٢) ميكاواط / ساعة ، بينما إحتلت محافظة ميسان المرتبة الثالثة

من حيث الإنتاج الكهربائي البالغ (٢٢٦٣٩٨٧) ميكاواط / ساعة لعام ٢٠٢٣ ، وبلغت ذروة الإنتاج في منطقة الدراسة عام ٢٠١٧ البالغ (**٢٤٧٩٦٤٧٢**) ميكاواط / ساعة ، ويُلاحظ من الجدول رقم (٢) والشكل (١) و تفوق المحطات الغازية في كميات الطاقة المُنتجة بالمقارنة مع المحطات الحرارية والديزلات حيث بلغ مجموع إنتاج المحطات الغازية (**14258526**) ميكاواط / ساعة و بنسبة ٧٢.٦٦٪ لعام ٢٠٢٣ ، بينما بلغ إنتاج المحطات الحرارية حوالي (**4482986**) ميكاواط / ساعة و بنسبة ٢٢.٨٨٪ و(**880196**) ميكاواط / ساعة و بنسبة ٤.٤٨٪ لمحطات الديزل.

جدول (٢) تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في(م.و.س) محافظات جنوبي العراق بحسب نوع المحطات

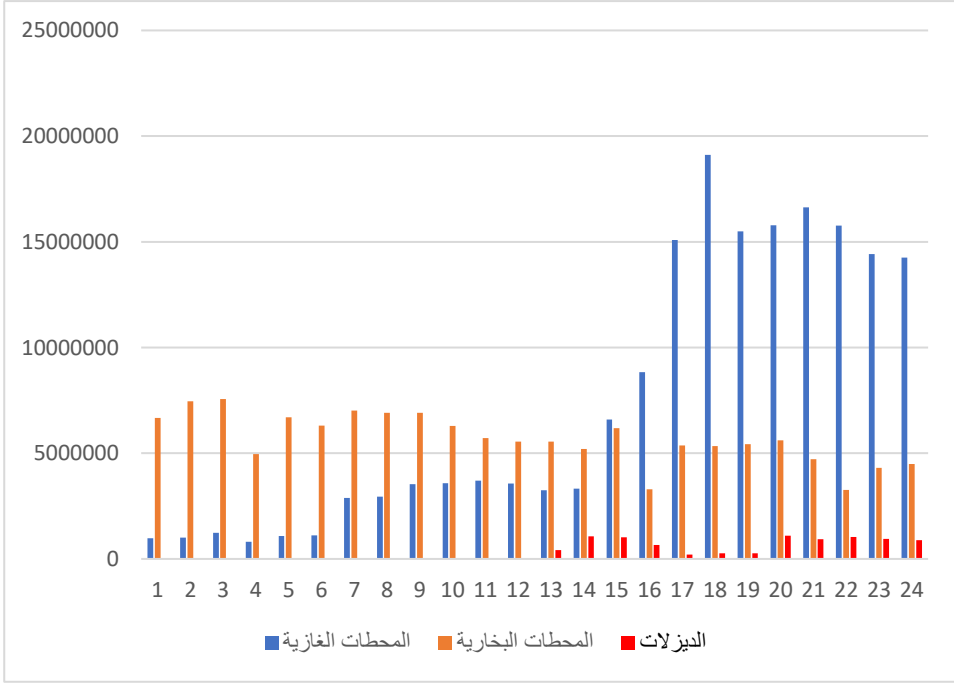
للمدة(٢٠٠٠ الى ٢٠٢٣)

السنة	المحطات الغازية	المحطات البخارية	الديزلات	مجموع الأنتاج (mw)
2000	970758	6669396	0	7640154
2001	1014965	7461172	0	8476137
2002	1234054	7565679	0	8799733
2003	817123	4954512	0	5771635
2004	1084042	6692660	0	7776702
2005	1111225	6308604	0	7419829
2006	2877771	7024412	0	9902183
2007	2944322	6911420	0	9855742
2008	3539486	6911420	0	10450906
2009	3584798	6298429	0	9883227
2010	3705889	5711469	0	9417358
2011	3566553	5544641	0	9111194
2012	3246582	5544641	417077	9208300

9601882	1075576	5195324	3330982	2013
13806309	1027915	6183688	6594706	2014
12802834	661638	3299943	8841253	2015
20664382	208507	5364338	15091537	2016
24707233	262825	5338773	19105635	2017
21191178	261267	5428012	15501899	2018
22506167	1105738	5616211	15784218	2019
22270845	928882	4718733	16623230	2020
20064529	1038638	3264805	15761086	2021
19679783	943239	4315594	14420950	2022
19621708	880196	4482986	14258526	2023

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على بيانات الشركة العامة لإنتاج الطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية

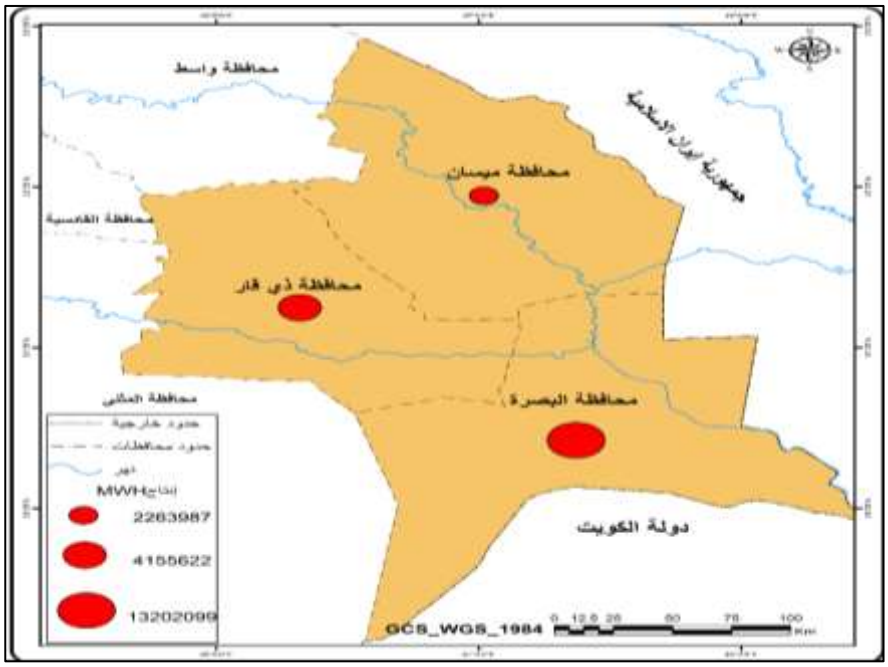
شكل (١) تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في(م.و.س) محافظات جنوبي العراق بحسب نوع المحطات للمدة(٢٠٠٠ الى ٢٠٢٣)



المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على بيانات جدول (٢)

ويلاحظ من خلال جدول (٢) والشكل (١) تزايد إنتاج المحطات الغازية وبشكل ملحوظ في منطقة الدراسة، حيث إرتفعت الإنتاج من (970758) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٠٠ ليرتفع (14258526) ميكاواط/ ساعة لعام ٢٠٢٣ والذي يشكل نسبة (٧٢.٦٦٪) من الإنتاج الكلي لمنطقة الدراسة ، بينما إنخفضت قيمة إنتاج المحطات البخارية من (6669396) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٠٠ لتبلغ (4482986) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٢٣ وبنسبة مساهمة بلغت (٢٢.٨٨٪) ، أما محطات الديزل فقد إرتفع الإنتاج في منطقة الدراسة من (417077) ميكاواط / ساعة في ٢٠١٢ ليبلغ (880196) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٢٣ وبنسبة مساهمة بلغت (٤.٤٨٪) .

خريطة (٣) توزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الكهربائية بحسب محافظات جنوبي العراق٢٠٢٣



المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على برنامج arcmap 10.8 ومقياس رسم ١:١،٧٣٤،٠٤٦ بالإعتماد على بينات جدول (٢)

ثانياً : تطور إستهلاك الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة

هناك عدة إستخدامات للطاقة الكهربائية سواء لتأمين الطاقة للمنازل ، وذلك من خلال إمداد مختلف الأجهزة الكهربائية بالطاقة اللازمة لتشغيلها ، كما تستخدم الطاقة الكهربائية في قطاع الصناعة وذلك للقيام بعمليات التصنيع والإنتاج ، وكذلك في القطاع التجاري والحكومي والنقل والاتصالات، لذا فانّ الطاقة الكهربائية تعد جزءاً اساسياً في جميع القطاعات الإستهلاكية ، ويعد الإستهلاك من أهم مؤشرات الطاقة الكهربائية حيث أنهّ يعتمد ويرتبط بشكل كبير على قيمة الإنتاج لمحطات الطاقة الكهربائية ، الأمر الذي يحدد كفاءة منظومة الطاقة وقدرتها على توفير الطاقة اللازمة والمُجهزة للإستهلاك ، وينقسم الإستهلاك في منطقة الدراسة الى مجموعة أصناف المستهلكين المتمثلة ب (المنزلي ، الصناعي ، التجاري ، الزراعي ، الحكومي، التجاوزات) كما موضح في جدول رقم (٢).

يتبين من خلال جدول (٤) إرتفاع الإستهلاك الكهربائي في محافظات جنوبي العراق بشكل ملحوظ خلال سنوات الدراسة ، إذ إرتفع من (٢٩٨٦٥٨٦) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٠٠ ليبلغ (15133250) ميكاواط/ ساعة في عام ٢٠٢٣ وهي أعلى قيمة للإستهلاك خلال سنوات الدراسة ، كذلك نلاحظ أنّ أقل قيمة مسجلة كانت في عام ٢٠٠٣ والتي بلغت (2951491) ميكاواط / ساعة كما نلاحظ عدم إستقرار معدلات الإستهلاك والتباين بين السنوات والتذبذب بين سنة وأُخرى .

وقد جاء الإستهلاك (المنزلي) بالمرتبة الأولى لأصناف الإستهلاك البالغ (7556363) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٢٣ وبنسبة (٥٠٪) من إجمالي الإستهلاك الكهربائي ، بينما إحتل الإستهلاك (الحكومي) المرتبة الثانية بواقع (2833734) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٢٣ وبنسبة (١٩٪) من إجمالي الإستهلاك الكهربائي ،

في حين إحتل الإستهلاك (الصناعي) المرتبة الثالثة وبلغ (2622894) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٢٣ وبنسبة (١٨٪) من إجمالي الإستهلاك الكهربائي ، بينما إحتلت (التجاوزات) المرتبة الرابعة من مجموع الإستهلاك الكهربائي حيث بلغ (1334976) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٢٣ وبنسبة (٨.٥٦٪) من إجمالي الإستهلاك الكهربائي ، في حين جاء الإستهلاك (التجاري) بالمرتبة الخامسة من أجمالي الإستهلاك الكهربائي وبلغ (718241) ميكاواط / ساعة وبنسبة (٤٪) من إجمالي الإستهلاك الكهربائي . بينما جاء الإستهلاك (الزراعي) بالمرتبة السادسة والأخيرة من مجموع الإستهلاك الكلي إذ بلغ (67042) ميكاواط / ساعة في عام ٢٠٢٣ وبنسبة (٠.٤٤) من إجمالي إستهلاك الكهرباء في محافظات جنوبي العراق.

جدول (٤) تطور إستهلاك الطاقة الكهربائية (م.و.س) حسب الأصناف في جنوبي العراق للمدة (٢٠٠٠_٢٠٢٣)

السنة	المنزلي	التجاري	الحكومي	الصناعي	الزراعي	التجاوزات	المجموع الكلي
2000	894903	81555	253925	1682878	73325	0	2986586
2001	976342	90876	298654	1897654	80988	0	3344514
2002	1399578	121659	319813	2010632	96704	0	3948386
2003	1433789	100246	350356	986755	80345	0	2951491
2004	1584785	85402	364392	1006325	82713	0	3123617
2005	1752549	199375	976889	789817	67497	0	3786127
2006	2200150	161084	677906	755802	59821	0	3854763
2007	2237265	167500	645283	997300	31248	0	4078596
2008	1731251	184231	984235	1309270	67534	0	4276521

6618625	0	56387	3327737	1128519	182123	1923859	2009
4933793	0	48759	1296975	1311972	186211	2089876	2010
5403253	13902	32804	1761449	1559668	178980	1856450	2011
8676218	123602	499901	2401639	2951620	238109	2461347	2012
11490482	205494	91797	4314184	3663102	301994	2913911	2013
15032306	173532	61782	6196421	5060203	353500	3186868	2014
10992711	0	89801	4245533	3700601	478681	2478095	2015
8530553	361749	51818	1940323	1737430	263267	4175966	2016
8937563	478817	44544	1854542	1083177	209557	5266926	2017
9090266	855101	29412	1938740	831334	260688	5174991	2018
10238857	908923	32832	2494804	924284	503493	5374521	2019
11567432	943708	32789	2298533	811978	366056	4720012	2020
13140348	1064719	49396	2422544	1994304	555117	7054268	2021
13964747	1234073	71489	2427724	2557203	625806	7048452	2022
15133250	1334976	67042	2622894	2833734	718241	7556363	2023

المصدر: من عمل الباحثين بالإعتماد على بيانات وزارة الكهرباء ، قسم التخطيط ، التقارير الحصائية للسنوات ٢٠٠٠_ ٢٠٢٣

ويُلاحظ من جدول (٥) والشكل (٢) والخريطة (٤) انّ محافظة البصرة تحتل المرتبة الأولى خلال عام ٢٠٢٣ والنصيب الأكبر في إستهلاك الطاقة الكهربائية إذ بلغ إستهلاكها (٨٩٥٢١٤٧) ميكاواط / ساعة من إجمالي الإستهلاك (١٥١٣٣٢٥٠) ميكاواط / ساعة وبسبة بلغت ٥٩.٣٪ ، بينما تأتي محافظة ذي قار في المرتبة الثانية إذ بلغ إستهلاكها (٣٩٧٧٧٩٥) ميكاواط / ساعة وبسبة ٢٦.٢٪ ، وفي المرتبة الأخيرة محافظة ميسان بمجموع إستهلاك بلغ (٢٢٠٣٣٠٨) ميكاواط / ساعة وبنسبة ١٤.٥٪ من مجموع الإستهلاك في المنطقة الجنوبية . كذلك يُلاحظ من جدول (٣) وخريطة

(٥) انّ محافظة البصرة لها النصيب الأكبر من الإستهلاك حسب الأنواع حيث بلغت نسبة إستهلاكها ٤٨٪ من الإستهلاك (المنزلي) و٦٨.٧٪ من الإستهلاك (التجاري) و ٨٦.٢٪ من الإستهلاك (الصناعي) و٥٧٪ من الإستهلاك (الحكومي) و٣٣.٦٪ من الإستهلاك (الزراعي) ويُلاحظ تراجع البصرة للمرتبة الثانية في الإستهلاك (الزراعي) إذ حققت محافظة ذي قار المرتبة الأولى بنسبة ٤٢.٣٪ من الإستهلاك (الزراعي) ، بينما بلغت نسبة إستهلاك البصرة ٦٧.٧٪ من إستهلاك (المتجاوزين) في منطقة الدراسة .

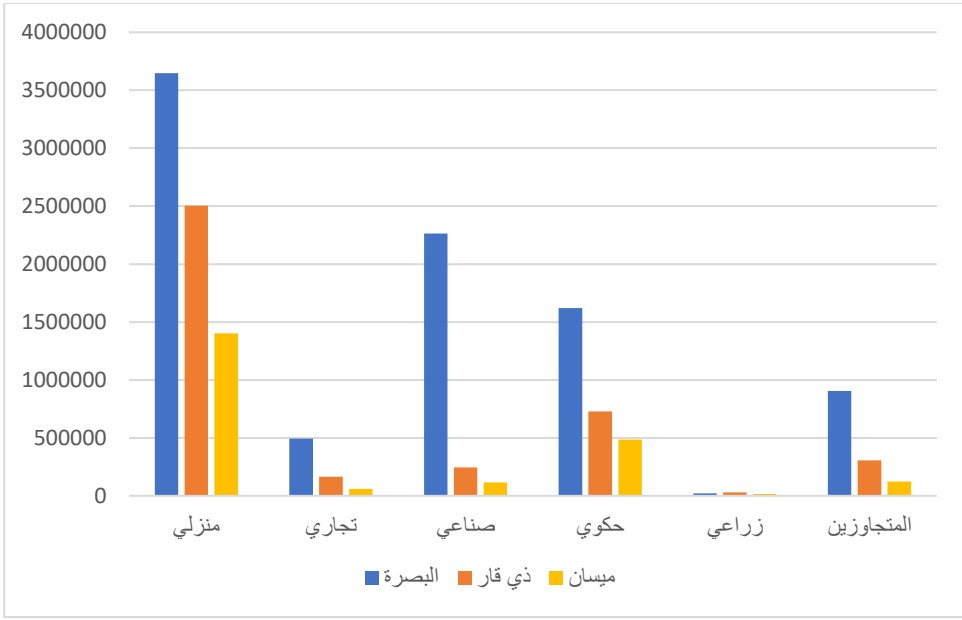
جدول (٥)

تباين إستهلاك الطاقة الكهربائية(م.و.س) في جنوبي العراق بحسب أصناف الإستهلاك لعام ٢٠٢٣

المحافظة	منزلي	تجاري	صناعي	حكومي	زراعي	المتجاوزين	المجموع
البصرة	3648313	493444	2263499	1619964	22554	904373	8952147
ذي قار	2505356	163854	244645	729361	28363	306216	3977795
ميسان	1402694	60943	114750	484409	16125	124387	2203308
المجموع	7556363	718241	2622894	2833734	67042	1334976	15133250

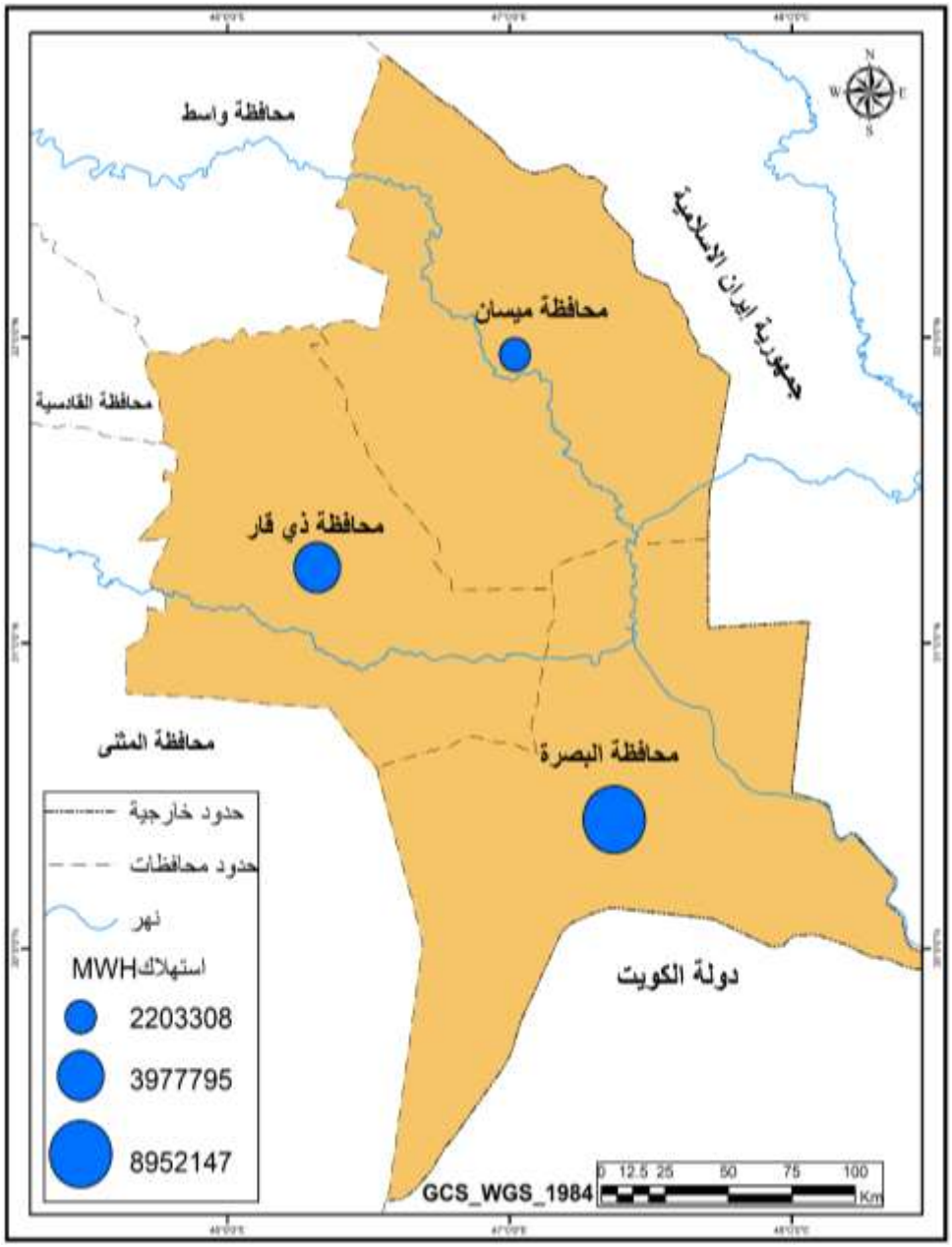
المصدر: من عمل الباحثين بالإعتماد على بيانات وزارة الكهرباء، التقرير الاحصائي السنوي ٢٠٢٣

شكل (٢) تباين إستهلاك الطاقة الكهربائية (م.و.س) في جنوبي العراق بحسب أصناف الإستهلاك لعام ٢٠٢٣



المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على بيانات جدول (٥)

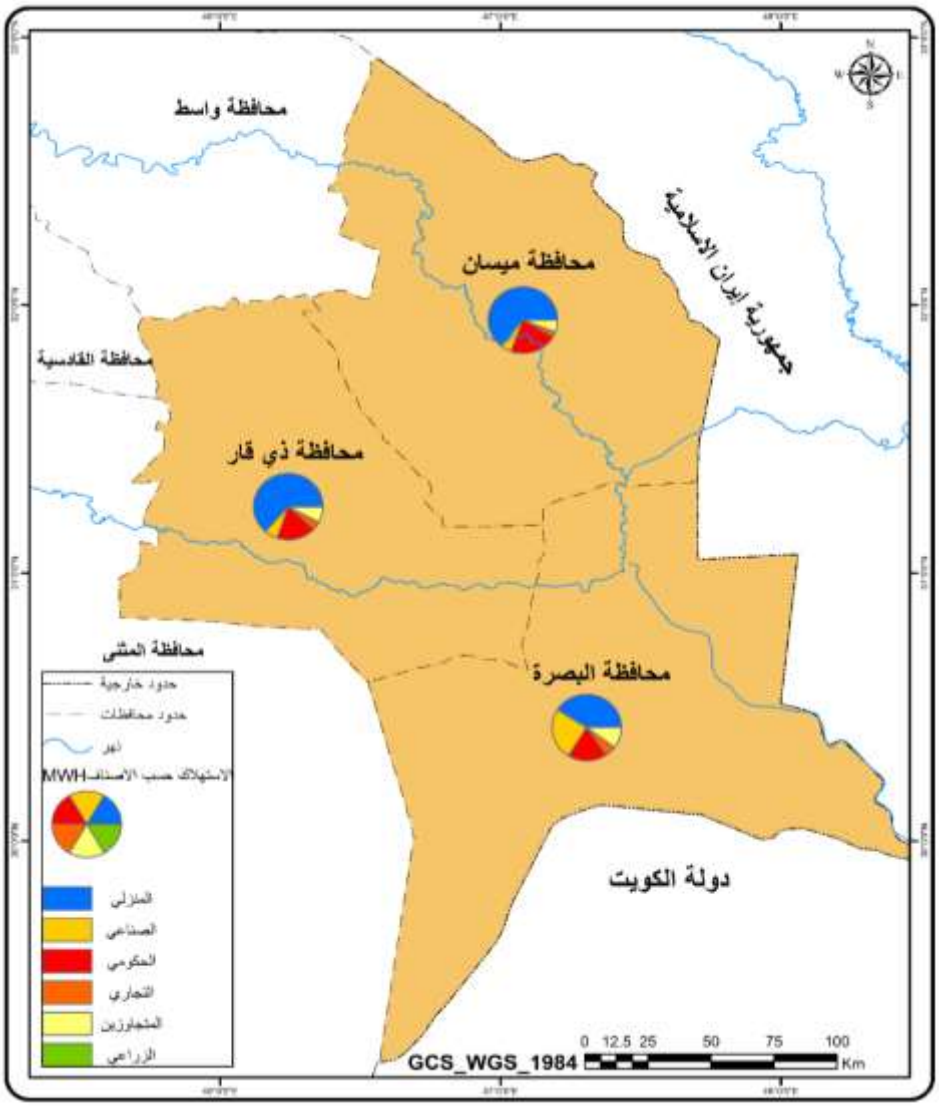
خارطة (٤) توزيع الإستهلاك حسب المحافظات في جنوبي العراق ٢٠٢٣



المصدر : ١- من عمل الباحثين بالإعتماد على برنامج arcmap 10.8 ومقياس رسم ١:١،٧٣٤،٠٤٦

٢-جدول (٥)

خارطة (٥) توزيع الإستهلاك حسب الأصناف في محافظات جنوبي العراق ٢٠٢٣



المصدر :١- من عمل الباحثين بالإعتماد على برنامج arcmap 10.8 ومقياس رسم ١:١،٧٣٤،٠٤٦

٢-جدول (٥)

المبحث الثالث : التنبؤات المستقبلية لإنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق

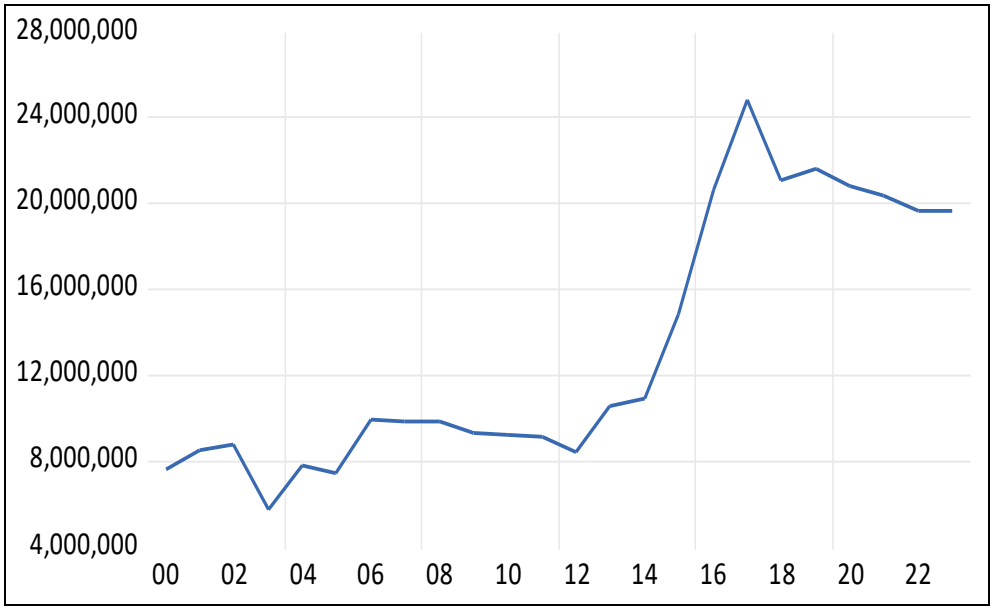
اولاً : تطبيق منهجية (بوكس جنكيز) على سلسلة إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظات جنوبي العراق :-

خطوات منهجية بوكس جنكيز: تعتمد المنهجية على أربع مراحل منها مرحلة التعريف ومرحلة التقدير ومرحلة الإختبار و التشخيص ومرحلة التنبؤ وهي آخر مراحل المنهجية (سماح ، ٢٠٢٢ ، ص١٨١)

١.مرحلة التعريف : يتم في هذه المرحلة التعرف على إستقرار السلسلة من خلال إدخال بيانات الإنتاج الكهربائي الموضحة في الجدول (١) في برنامج (EVIEWS) وإستخراج الرسم البياني للسلسلة فضلاً عن معرفة مركبات السلسلة فيما إذ كانت تحتوي على مركبة إتجاه عام او مركبة إتجاه موسمي أو عشوائي ، ومن ثم تحليل الإرتباط الذاتي والجزئي والبسيط وتطبيق أحد إختبارات جذر الوحدة وأشهرها (adf) إختبار (دنكي فولر) .

الرسم البياني للسلسلة الزمنية لأنتاج الطاقة الكهربائية : إنّ الغاية من التمثيل البياني للسلسلة هو الكشف عن نوع مركبة السلسلة فيما إذ كانت تحتوي على إتجاه عام او موسمي أو فصلي أو عشوائي يُساهم في عدم إستقرار السلسلة .

شكل (٣) الرسم البياني للسلسة الزمنية لإنتاج الطاقة الكهربائية في محافظات جنوبي العراق



المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

ونلاحظ من خلال الشكل (٣) والرسم البياني للسلسة خلال سنوات الدراسة أنهّا عشوائية ولاتسير بإتجاه عام او موسمي بل مركبة بإتجاهات عشوائية وبالتالي يتبين عدم إستقرار السلسلة .

2 : إختبار جذر الوحدة (ADF) تعتمد منهجية (بوكس جنكيز) على جعل السلسلة مستقرة لغرض التنبؤ بها ، ويعتبر إختبار (دنكي فولر) من أهم إختبارات تحديد إسقرار السلسلة اذا كانت مستقرة عند المستوى أو عند أخذ الفرق الأول أو الفرق الثاني .

ويُلاحظ من خلال جدول (٥٦) أنّ السلسلة إستقرت بعد أخذ الفرق الثاني بدون قاطع او إتجاه عام وبلغت نسبة المعنوية و الثقة sig=0.0000 وهي ذات دلالة إحصائية كبيرة جداً وأن نسبة الخطأ هي أقل من ٠٪ ، وعلى الرغم من من الفرق الثاني يضعف

السلسلة إلاّ انّ تذبذب البيانات وعدم إستقرارها ساهم في هذا الإختيار لضمان وجود نموذج يمثل السلسلة وبالتالي تنبؤات قريبة من الواقع .

جدول (٦) نماذج إختبار الإستقرارية لسلسلة الإنتاج الكهربائي

حالة النموذج	بدون	قاطع وإتجاه عام	القاطع فقط
عند المستوى	sig=0.8142	sig=0.4378	sig=0.8655
الفرق الأول	sig=0.0085	sig=0.0398	sig=0.0006
الفرق الثاني	sig=0.0000	sig=0.0005	sig=0.٠٠٤٣

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

يظهر من خلال جدول (٧) نتائج إختبار (دنكي فولر) أنّ إستقرار السلسلة جاء مع الفرق الثاني وقد كانت القيمة المطلقة لـ (T–STATISTIC) بلغت (٩.٥٢٩٦٩٩) وهي أكبر من القيمة الحرجة وهنا نرفض فرضية العدم ونقبل بالفرضية البديلة . وأظهرت قيمة (R–SQUARED) البالغة (٠.٨١٩٥٠٣) أنّ الفرق الثاني يمثل السلسلة بنسبة أكثر من ٨١٪ ، كذلك تظهر نتائج بقية الإختبارات كما موضحة في الجدول (٧) وجميعها بقيمة sig أقل من (٠) .

جدول (٧) نتائج إختبار (دنكي فولر) لسلسلة الإنتاج الكهربائي

Null Hypothesis: D(S1,2) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-9.529699	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.679735	
	5% level	-1.958088	
	10% level	-1.607830	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(S1,3)
Method: Least Squares
Date: 11/11/25 Time: 22:43
Sample (adjusted): 2003 2023
Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(S1(-1),2)	-1.637832	0.171866	-9.529699	0.0000

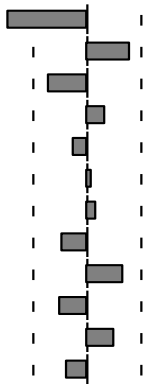
R-squared	0.819503	Mean dependent var	0.004585
Adjusted R-squared	0.819503	S.D. dependent var	0.487973
S.E. of regression	0.207315	Akaike info criterion	-0.262704
Sum squared resid	0.859593	Schwarz criterion	-0.212965
Log likelihood	3.758392	Hannan-Quinn criter.	-0.251909
Durbin-Watson stat	1.905731		

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

وللمزيد من الدقة نرسم دالة الإختبار الذاتي (AFC) ودالة الإختبار الذاتي الجزئي (PAFC) أو مايسمى بإختبار (Partial Correlation) كما موضح في الجدول (٨) . وتظهر نتائج الإختبار من معاملات الإرتباط الذاتي والإرتباط الذاتي الجزئي أنّ الإزاحة الأولى خارج حدود الثقة لمعاملات الإرتباط الذاتي والإرتباط الذاتي الجزئي عند أخذ الفرق الثاني وهذا مؤشر على أنّ السلسلة إستقرت بعد اخذ الفرق الثاني . كذلك من خلال إختبار (PARTIAL CORRELATION) نستطيع تحديد نموذج (اريما) ARIMA المناسب للتنبؤ بالسلسلة.

جدول (٨) دالة الإرتباط الذاتي والجزئي لسلسلة الإنتاج الكهربائي

Date: 11/11/25 Time: 21:59
Sample (adjusted): 2002 2023
Included observations: 22 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.638	-0.638	10.232	0.001
		2	0.352	-0.093	13.495	0.001
		3	-0.299	-0.192	15.974	0.001
		4	0.144	-0.199	16.579	0.002
		5	-0.113	-0.176	16.974	0.005
		6	0.025	-0.240	16.994	0.009
		7	0.078	-0.054	17.211	0.016
		8	-0.197	-0.330	18.676	0.017
		9	0.290	-0.070	22.087	0.009
		10	-0.225	-0.062	24.324	0.007
		11	0.221	-0.004	26.667	0.005
		12	-0.158	0.085	27.983	0.006

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

3 : تشخيص وتقدير النموذج وإختيار الأفضل

من خلال نتائج إختبار (PARTIAL CORRELATION) وإستخدام خيار (الإختيار الاوتماتيكي لنماذج أريما) كما في الجدول (٩) الذي يظهر النماذج الملاءمة للمعالم وتحديد دقة إختيار النموذج بالإعتماد على المعايير العالمية مثل (معيار HANNAN QUINN حنان كوين ، معيار SCHWARZ شوارتز، معيار AKAIKE اكايكي) .

جدول (٩) نماذج أريما المقترحة للتنبؤ بسلسلة الإنتاج الكهربائي

Model Selection Criteria Table
Dependent Variable: DLOG(S1)
Date: 11/11/25 Time: 23:38
Sample: 2000 2023
Included observations: 23

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(0,0)(0,0)	72.208904	-6.105122	-6.006383	-6.080290
(1,1)(0,0)	73.421576	-6.036659	-5.839181	-5.986994
(1,0)(0,0)	72.409517	-6.035610	-5.887502	-5.998361
(0,1)(0,0)	72.361003	-6.031392	-5.883284	-5.994143

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

من خلال نتائج جدول (٩) وبعد إجراء إختبار لكل نموذج مقترح أوضحت معايير المفاضلة أنّ نموذج أريما (ARIMA) (١.٢.٠) هو الأفضل والأنسب للإختيار وذلك لان قيم معيار (اكايكي AIC) المستخدم للمقارنة بين النماذج المقترحة هو الأقل قيمة بين جميع قيم النماذج .

ولغرض التأكد من صلاحية وملاءمة الأنموذج المقترح سيتم إختبار تقدير معالم الأنموذج وفق معيار الأمكان الأعظم كما موضح في الجدول (١٠)

جدول (١٠) تقدير افضل نموذج (ARIMA ١.٢.٠)

Dependent Variable: D(D(S1))
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 11/12/25 Time: 12:23
Sample: 2002 2023
Included observations: 22
Convergence achieved after 5 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.613189	0.162033	-3.784344	0.0012
SIGMASQ	0.039237	0.009414	4.167779	0.0005

R-squared	0.406899	Mean dependent var	-0.004854
Adjusted R-squared	0.377244	S.D. dependent var	0.263262
S.E. of regression	0.207753	Akaike info criterion	-0.196991
Sum squared resid	0.863225	Schwarz criterion	-0.097805
Log likelihood	4.166896	Hannan-Quinn criter.	-0.173625
Durbin-Watson stat	2.179296		

Inverted AR Roots	-.61

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

ويظهر من خلال جدول (١٠) أن معنوية و قيمة الثقة sig الـ (١) AR بلغت (٠.٠٠١٢) وهي ذات دلالة إحصائية عالية ، كذلك بلغت قيمة (SIGMASQ) (٠.٠٠٠٥) والتي تمثل نسبة الخطأ والتشتت ، مما يعني أنّ النموذج المقترح ملائم بشكل كبير وبدلالة إحصائية عالية للتنبؤ بالسلسلة الزمنية لإنتاج الطاقة الكهربائية .

٤- فحص ملاءمة النموذج

نقوم بإختبار النموذج ليكون ملائم لعملية التنبؤ من خلال ما يأتي :-

أ-إختبار إستقرار البواقي

بعد إختيار نموذج اريما (١.٢.٠) المرشح نجري إختبار سلامة البواقي لمطابقة المشاهدات مع القيم المسخرجة والتأكد من ملاءمة النموذج ، ويُلاحظ من خلال جدول (١١) أنّ جميع قيم المشاهدات والبواقي(الأخطاء) المسخرجة من الإرتباط

الذاتي (ACF) والإرتباط الذاتي والجزئي (PACF) للنموذج المقدر تقع داخل حدود الثقة ، أي انّ النموذج المستخدم جيد وملائم للتبنؤ بالسلسلة .

جدول(١١) إختبار إستقرار البواقي لسلسلة الإنتاج الكهربائي

Date: 11/12/25 Time: 13:01
Sample (adjusted): 2002 2023
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.093	-0.093	0.2183	
		2	-0.144	-0.154	0.7669	0.381
		3	-0.179	-0.216	1.6558	0.437
		4	-0.092	-0.176	1.9017	0.593
		5	-0.089	-0.217	2.1482	0.709
		6	0.029	-0.136	2.1767	0.824
		7	0.006	-0.162	2.1780	0.903
		8	-0.081	-0.274	2.4255	0.933
		9	0.232	0.060	4.6181	0.798
		10	0.004	-0.090	4.6188	0.866
		11	0.115	0.110	5.2545	0.874
		12	-0.081	0.006	5.6045	0.898
		13	-0.241	-0.224	9.0089	0.702
		14	-0.158	-0.223	10.662	0.639
		15	0.243	0.084	15.120	0.370
		16	0.059	-0.057	15.431	0.421
		17	-0.038	-0.103	15.585	0.482
		18	0.014	-0.121	15.611	0.552
		19	0.013	-0.037	15.643	0.617
		20	-0.019	-0.126	15.735	0.675
		21	-0.002	-0.129	15.736	0.733

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

ب-رسم السلسلة الاصلية والسلسلة المقدرة لنموذج اريما (١.٢.٠) ARIMA

يُلاحظ من خلال الشكل (٥) انّ منحني السلسلة الاصلية والسلسلة المقدرة متقاربات بشكل كبير مما يثبت أنّ النموذج هو الأمثل لعملية التنبؤ وبالتالي نجاح النموذج في تمثيل السلسلة .

شكل (٥) الرسم البياني لسلسلة الانتاج الاصلية والسلسلة المقدرة لنموذج اريما

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

٥- التنبؤ بالنموذج لغاية ٢٠٣٠

بعد إختيار وإعتماد النموذج المقترح لمنهجية (بوكس جنكيز) تم إجراء التنبؤ بالإنتاج للطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية لغاية عام ٢٠٣٠ ، ومن خلال جدول (١٢) يتضح أن إنتاج الطاقة الكهربائية للمحطات الحكومية في المنطقة الجنوبية يتجه نحو الإنخفاض التدريجي في السنوات القادمة حيث سجلت قيم التنبؤ لعام ٢٠٣٠ انّ الإنتاج الكهربائي في المنطقة الجنوبية سيبلغ **١٧٨٧١٨٧٤ ميكاواط / ساعة بحلول عام ٢٠٣٠**

في حين أن الإنتاج لعام ٢٠٢٣ يبلغ(19621708) ميكاواط / ساعة وبفارق قدرة (١٧٤٩٨٣٤) ميكاواط / ساعة وبنسبة تراجع ٨.٩٪ ، ويرجح سبب تراجع الإنتاج إلى تقادم المحطات الكهربائية ولاسيما (البخارية) منها والتي تجاوزت العمر

الافتراضي لها وأصبحت تعمل بنصف طاقتها التصميمية ، كذلك تراجع كفاءة شبكة النقل يُساهم في زيادة الضياعات مما يسبب ضياع نسبة كبيرة من الطاقة المُنتجة للمحطات . وبناءً على هذا الإستنتاج والتحليل على الدوائر المعنية القيام بعمليات الصيانة وإضافة محطات جديدة في المستقبل لتفادي مسألة تراجع الإنتاج في المستقبل .

جدول(١٢)

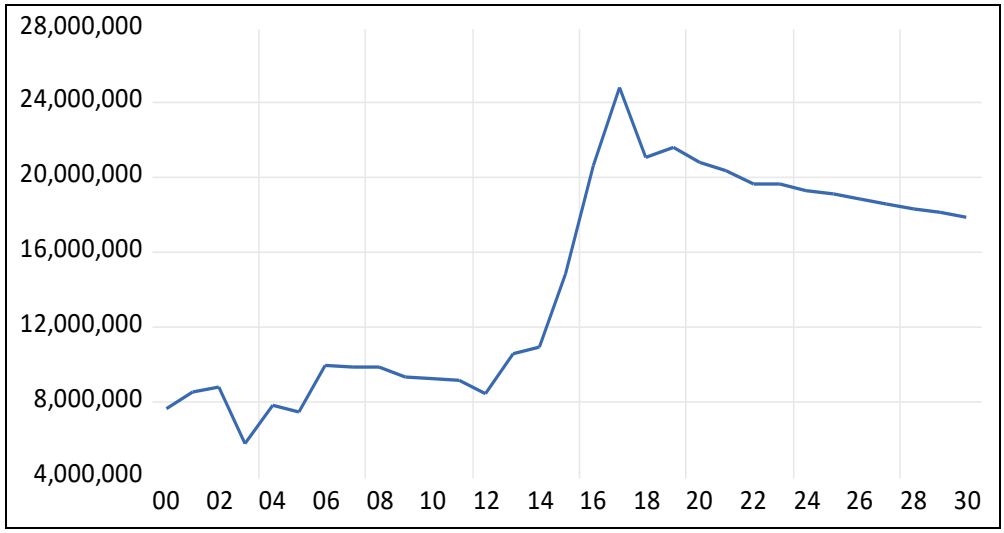
القيم المتنبأ بها لإنتاج الطاقة الكهربائية (م.و.س)في محافظات جنوبي العراق للمدة(٢٠٢٤-٢٠٣٠)

السنة	٢٠٢٤	٢٠٢٥	٢٠٢٦	٢٠٢٧	٢٠٢٨	٢٠٢٩	٢٠٣٠
كمية الإنتاج	١٩٢٩٨٥٤٩	١٩٠٩٢٥٧٠	١٨٨٣٤٧٩١	١٨٥٩٩٩١١	١٨٣٥٤٩٠٨	١٨١١٤٣٨٠	١٧٨٧١٨٧٤

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

ويظهر الشكل (٦) رسم السلسلة المتنبأ بها لإنتاج الطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية أنّ سلوك السلسلة المتنبأ بها مشابهه ومطابقه للسلسلة الاصلية مما يعني أن نتائج التنبؤ يمكن الإعتماد عليها كونها قريبة من الواقع وذات دلالة إحصائية .

شكل(٦) رسم السلسلة الزمنية المتنبأ بها لإنتاج الطاقة الكهربائية (م.و.س)



المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

إنّ التنبؤات مبنية على مشاهدات للسنوات السابقة وتأتي هذه النتائج موثوقة ومضمونة في ظل بقاء إنتاج منظومة الطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية على الظروف العادية من دون حدوث تغيير او طارئ يُغير من عملية الإنتاج الكهربائي للمنطقة ، كذلك تُعتبر منهجية (بوكس جنكيز) من أهم وأكثر طرق التنبؤ كفاءة في الوقت الحالي ، منخلال دراسة التنبؤات المستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق ، بعد تطبيق منهجية (بوكس جنكيز) ،

يلاحظ أن إنّ السلسلة الزمنية الاصلية للإنتاج لم تكن مستقرة وذات تركيبة عشوائية ، وبعد إجراء إختبار (دنكي فولر) إستقرت السلسلة بعد أخذ الفرق الثاني . كما أوضح إختبار الإرتباط الذاتي والجزئي أنّ السلسلة تستقر بعد أخذ الفرق الثاني ، ومن خلال إقتراح نماذج اريما تبين انّ نموذج اريما (ARIMA١.٢.٠) هو النموذج الأفضل والأنسب وذلك بعد اجراء إختبارات الصلاحية المتمثلة (إختبار البواقي ، مقارنة سلوك السلسلة المرسومة) ، كما أظهرت نتائج التنبؤ أنّ السلسلة الزمنية لإنتاج الطاقة

الكهربائية في منطقة الدراسة تتجه نحو التراجع وإنخفاض قيم الإنتاج المستقبلية اذ ستتراجع بنسبة ٨.٩٪ خلال عام ٢٠٣٠ ، بعد إجراء مقارنة السلسلة لاصلية مع السلسلة المتنبأ بها أتضح أن السلسلة المتنبأ بها تسلك سلوك السلسلة الاصلية مما يُعطي قيمة معنوية للنتائج ويمكن القول أنّ التنبؤات يمكن الإعتماد عليها.

ثانياً : تطبيق منهجية (بوكس جنكيز) على سلسلة إستهلاك الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق :-

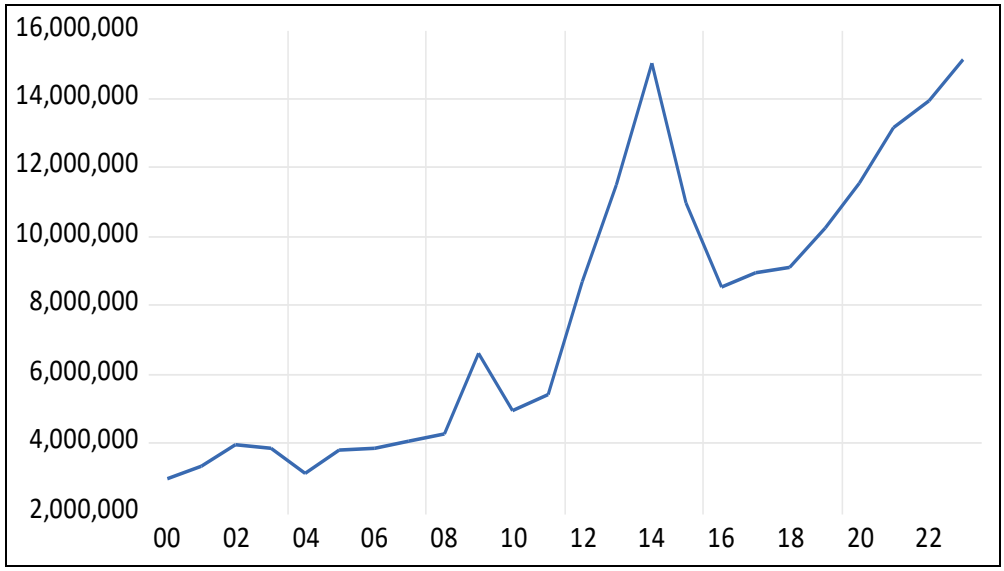
سيتم تطبيقها وإعتمادها كما جرت عملية التنبؤ للإنتاج الكهربائي بإستخدام المنهجية والخطوات التطبيقية في إستهلاك الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق وللفترة نفسها(٢٠٠٠-٢٠٣٠) وعلى النحو الآتي:-

١. **مرحلة التعرف** : في هذه المرحلة يتم التعرف على إستقرار السلسلة من خلال إدخال بيانات الإستهلاك الكهربائي الموضحة في جدول(١) في برنامج (EVIEWS) وإستخراج الرسم البياني للسلسلة كذلك تعريف مركبات السلسلة فيما إذ كانت تحتوي على مركبة إتجاه عام او مركبة إتجاه موسمي أو عشوائي ، ومن ثم تحليل الإرتباط الذاتي والجزئي والبسيط وتطبيق أحد إختبارات جذر الوحدة وأشهرها (adf) إختبار (دنكي فولر) .

الرسم البياني للسلسلة الزمنية لإستهلاك الطاقة الكهربائية

تبرز أهمية الرسم البياني للسلسلة في الكشف عن نوع مركبة السلسلة فيما إذ كانت تحتوي على إتجاه عام أو موسمي أو فصلي أو عشوائي يُساهم في عدم إستقرار السلسلة .

شكل (٧) الرسم البياني للسلسة الزمنية لإستهلاك الطاقة الكهربائية



المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

ويظهر من خلال الشكل (٧) أن السلسلة الزمنية لإستهلاك الطاقة الكهربائية خلال سنوات الدراسة غير مستقرة وتسير بشكل عشوائي جداً ويحمل إتجاه عام بصورة مركبه وأنهّا غير موسمية بشكل ملحوظ .

2 : إختبار جذر الوحدة (ADF) أشرنا سابقاً أنّ إختبار (دنكي فولر) من أهم إختبارات تحديد إستقرار السلسلة اذا كانت مستقرة عند المستوى أو عند أخذ الفرق الأول أو الفرق الثاني ، ومن خلال هذا الإختبار يتحدد إستقرار السلسلة من عدمه ، إذ أنّ عملية التنبؤ تعتمد على جعل السلسلة مستقرة .

ومن خلال جدول(١٣) وبعد إجراء إختبارات (دنكي فولر) متعددة يتضح أنّ السلسلة غير مستقرة عند المستوى ولم تستقر مع أخذ الفرق الأول ولكنها أصبحت مستقرة عند أخذ الفرق الثاني مع وجوع قاطع زمني وإتجاه عام ، وبلغت معنوية وقيمة sig (٠.٠٠٠) وهي ذات دلاله إحصائية عالية جداً وبنسبة خطأ أقل من ٠٪ .

جدول (١٣) نماذج إختبار الإستقرارية لسلسلة إستهلاك الطاقة الكهربائية

حالة النموذج	بدون	قاطع وإتجاه عام	القاطع فقط
عند المستوى	sig=0.9177	sig=0.1119	sig=0.8711
الفرق الأول	sig=0.0106	sig=0.0443	sig=0.0190
الفرق الثاني	sig=0.0010	sig=0.0000	sig=0.٠٠٠٦

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

يظهر من خلال جدول (١٤) نتائج إختبار (دنكي فولر) أنّ السلسلة لم تكن مستقرة وإستقرت مع الفرق الثاني ووجود قاطع وإتجاه عام وقد بلغت القيمة المطلقة الـ (T–STATISTIC) (٥.٥٨٠٥٢٥–) وهي أكبر من القيمة الحرجة وهنا نرفض فرضية العدم ونقبل بالفرضية البديلة .

وأظهرت قيمة (R–SQUARED) البالغة (٠.٦٣٣٧٧٣) أنّ النموذج يمثل السلسلة بنسبة أكثر من ٦٣٪، كذلك تظهر نتائج بقية الإختبارات كما موضحة في الجدول (١٤) مثل قيمة (C) والبالغة (٠.٠٠٦٠) والتي تمثل القاطع وجميع المعايير الموجودة بقيمة sig معنوية وإحصائية أقل من (٠) .

جدول(١٤) نتائج إختبار (دنكي فولر) لسلسلة إستهلاك الطاقة الكهربائية

Null Hypothesis: D(LO,2) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=5)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.276850	0.0000
Test critical values:	1% level	-4.467895	
	5% level	-3.644963	
	10% level	-3.261452	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LO,3)
Method: Least Squares
Date: 11/14/25 Time: 12:04
Sample (adjusted): 2003 2023
Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LO(-1),2)	-1.371562	0.218511	-6.276850	0.0000
C	-0.027601	0.148624	-0.185708	0.0060
@TREND("2000")	0.001738	0.010363	0.167732	0.0087

R-squared	0.686464	Mean dependent var	-0.001585
Adjusted R-squared	0.651626	S.D. dependent var	0.487184
S.E. of regression	0.287551	Akaike info criterion	0.476733
Sum squared resid	1.488343	Schwarz criterion	0.625950
Log likelihood	-2.005692	Hannan-Quinn criter.	0.509117
F-statistic	19.70481	Durbin-Watson stat	2.218341
Prob(F-statistic)	0.000029		

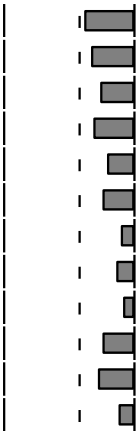
المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

وللتأكد من إستقرار السلسلة بعد أخذ الفرق الثاني نرسم دالة الإختبار الذاتي (AFC) ودالة الإختبار الذاتي الجزئي (PAFC) او مايسمى بإختبار (Partial Correlation) كما موضح في الجدول (١٥) وتظهر نتائج الإختبار انّ معاملات الإرتباط الذاتي والإرتباط الذاتي الجزئي بعد الإزاحة الأولى أصبحت قريبة من حدود الثقة لمعاملات الإرتباط الذاتي بينما إستمرت الى الازاحة الرابعة مع الإرتباط الذاتي الجزئي عند أخذ الفرق الثاني وهذا مؤشر على أن السلسلة أستقرت بعد اخذ الفرق الثاني .

ومن خلال إختبار (PARTIAL CORRELATION) نستطيع تحديد نموذج (اريما) ARIMA المناسب للتنبؤ بالسلسلة.

جدول (١٥) دالة الإرتباط الذاتي والجزئي لسلسلة الإستهلاك الكهربائي

Date: 11/14/25 Time: 12:15
Sample (adjusted): 2002 2023
Included observations: 22 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.371	-0.371	3.4618	0.063
		2	-0.149	-0.332	4.0460	0.132
		3	0.005	-0.250	4.0468	0.256
		4	-0.056	-0.297	4.1401	0.387
		5	0.073	-0.203	4.3075	0.506
		6	-0.026	-0.235	4.3297	0.632
		7	0.087	-0.088	4.5964	0.709
		8	-0.066	-0.133	4.7623	0.783
		9	0.006	-0.078	4.7636	0.854
		10	-0.094	-0.236	5.1522	0.881
		11	0.028	-0.269	5.1900	0.922
		12	0.166	-0.112	6.6379	0.881

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

3 : تشخيص وتقدير النموذج وإختيار الأفضل

من خلال نتائج إختبار(PARTIAL CORRELATION) المعروف بدالة الإرتباط الذاتي والجزئي وإستخدام خيار (الإختيار الاوتوماتيكي لنماذج أريما ARIMA) كما في الجدول (١٦) الذي تظهر النماذج الملاءمة للمعالم وتحديد دقة إختيار النموذج بالإعتماد على المعايير العالمية مثل (معيار HANNAN QUINN حنان كوين ، معيار SCHWARZ شوارتز ، معيار AKAIKE اكايكي) .

جدول (١٦) نماذج أريما المقترحة للتنبؤ بسلسلة الإستهلاك الكهربائي

Model Selection Criteria Table
Dependent Variable: DLOG(LO)
Date: 11/14/25 Time: 12:41
Sample: 2000 2023
Included observations: 23

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(0,0)(0,0)	68.139613	-5.751271	-5.652532	-5.726438
(1,1)(0,0)	69.978154	-5.737231	-5.539754	-5.687566
(0,1)(0,0)	68.144595	-5.664747	-5.516639	-5.627499
(1,0)(0,0)	68.142493	-5.664565	-5.516457	-5.627316

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

من خلال نتائج جدول (١٦) وبعد إجراء إختبار لكل نموذج مقترح أوضحت معايير المفاضلة أنّ نموذج (ARIMA) (٠.٢.١) هو الأفضل والأنسب للأختيار وذلك لان قيم معيار (اكايكي AIC) ومعيار (HQ حنان كوين) المستخدم للمقارنة بين النماذج المقترحة هو الأقل قيمة بين جميع قيم النماذج . ولغرض التأكد من صلاحية وملاءمة الأنموذج المقترح سيتم إختبار تقدير معالم الأنموذج وفق معيار الأمكان الأعظم كما موضح في الجدول (١٧) .

جدول (١٧) تقدير افضل نموذج (ARIMA ٠.٢.١)

Dependent Variable: D(D(LO))
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 11/15/25 Time: 00:33
Sample: 2002 2023
Included observations: 22
Failure to improve objective (non-zero gradients) after 26 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-9.60E-05	0.009792	-0.009805	0.0005
MA(1)	-1.000000	8172.978	-0.000122	0.0029
SIGMASQ	0.040645	8.129474	0.005000	0.0061

R-squared	0.483838	Mean dependent var	-0.001492
Adjusted R-squared	0.429505	S.D. dependent var	0.287218
S.E. of regression	0.216939	Akaike info criterion	0.050248
Sum squared resid	0.894191	Schwarz criterion	0.199027
Log likelihood	2.447269	Hannan-Quinn criter.	0.085296
F-statistic	8.905057	Durbin-Watson stat	1.918182
Prob(F-statistic)	0.001868		

Inverted MA Roots	-.70

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

ومن خلال إختبار النموذج المقترح يتضح أنّ قيمة معنوية (C) بلغت (٠.٠٠٠٥) وهي دالة احصائياً بشكل كبير ، وبلغت قيمة معنوية (MA) التي تمثل النموذج قد بلغت (٠.٠٠٢٩) وهي ذات دلالة إحصائية كبيرة ومعنوية كذلك بلغت قيمة (SIGMASQ) (٠.٠٠٠١٨٦٨) والتي تمثل نسبة الخطأ والتشتت. ومن خلال ماتقدم يتضح أنّ النموذج المقترح ملائم للتنبؤ في سلسلة الإستهلاك الكهربائي .

ولمزيد من الثقة نفحص النموذج من خلال الإجراءات الآتية :-

٤- فحص ملاءمة النموذج

نقوم بإختبار النموذج ليكون ملائماً لعملية التنبؤ من خلال ما يأتي :-

أ-إختبار إستقرار البواقي بعد إختيار نموذج اريما (٠.٢.١) المرشح نجري إختبار سلامة البواقي لمطابقة المشاهدات مع القيم المسخرجة والتأكد من ملاءمة النموذج .

يُلاحظ من خلال جدول (١٨) أنّ جميع قيم المشاهدات (سنوات دراسة السلسلة) والبواقي (الأخطاء) المسخرجة من الإرتباط الذاتي (ACF) والإرتباط الذاتي والجزئي (PACF) للنموذج المقدر تقع داخل حدود الثقة ، أي انّ النموذج المستخدم جيد وملائم للتبنؤ بالسلسلة .

جدول(١٨) إختبار إستقرار البواقي لسلسلة الإستهلاك الكهربائي

Date: 11/15/25 Time: 22:57
Sample (adjusted): 2002 2023
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.040	0.040	0.0400	
		2	-0.207	-0.209	1.1701	0.279
		3	-0.171	-0.160	1.9799	0.372
		4	-0.137	-0.182	2.5310	0.470
		5	-0.003	-0.078	2.5312	0.639
		6	-0.015	-0.128	2.5385	0.771
		7	0.044	-0.038	2.6054	0.856
		8	-0.070	-0.164	2.7880	0.904
		9	-0.086	-0.152	3.0873	0.929
		10	-0.119	-0.256	3.7151	0.929
		11	0.046	-0.121	3.8176	0.955
		12	0.189	-0.025	5.7018	0.893
		13	0.019	-0.148	5.7221	0.929
		14	0.016	-0.080	5.7385	0.955
		15	-0.002	-0.071	5.7388	0.973
		16	-0.015	-0.078	5.7598	0.984
		17	-0.025	-0.103	5.8256	0.990
		18	-0.002	-0.089	5.8262	0.994
		19	0.000	-0.118	5.8262	0.997
		20	-0.002	-0.088	5.8275	0.998
		21	0.001	-0.079	5.8277	0.999

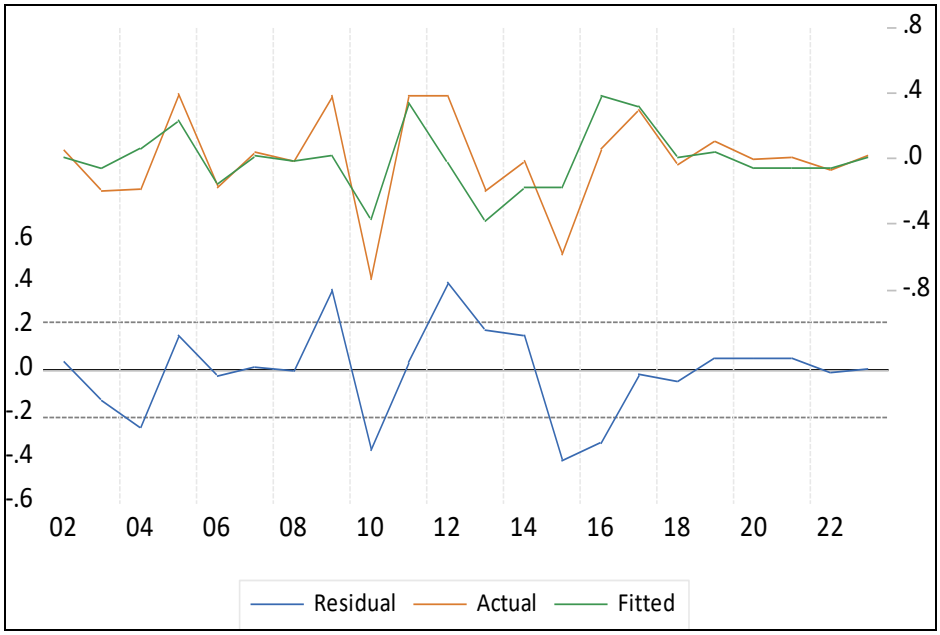
المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

ب-رسم السلسلة الاصلية والسلسلة المقدرة لنموذج اريما (٠،٢،١) ARIMA

ويُلاحظ من خلال الشكل (٩) انّ منحني السلسلة الاصلية والسلسلة المقدرة يسلكان سلوك متقارب من عدة جوانب وبعد إجراء الكثير من الإختبارات يُعتبر النموذج الموضح من أفضل النماذج التي تقاربت مع السلسلة الاصلية لاسيما وانّ النموذج ذو

دلالة إحصائية ونجاحه في تشتيت البواقي يُثبت أنّ النموذج هو الأمثل لعملية التنبؤ وبالتالي نجاح النموذج في تمثيل السلسلة .

شكل (٩) الرسم البياني لسلسلة الإستهلاك الاصلية والسلسلة المقدرة لنموذج اريما



المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

٥ : التنبؤ بالنموذج لغاية ٢٠٣٠

بعد إختيار وإعتماد النموذج المقترح لمنهجية (بوكس جنكيز) تم إجراء التنبؤ بالإستهلاك للطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية لغاية عام ٢٠٣٠ ، ويتضح من خلال جدول (١٩) أنّ إستهلاك الطاقة الكهربائية للقطاعات المختلفة في المنطقة الجنوبية يتجه نحو التزايد التدريجي في السنوات القادمة حيث سجلت قيم التنبؤ لعام ٢٠٣٠ انّ الإستهلاك الكهربائي في المنطقة الجنوبية سيبلغ **24798392** **ميكاواط /**

ساعة بحلول عام ٢٠٣٠ في حين أنّ الإستهلاك الحالي يبلغ **١٥١٣٣٢٥٠ ميكاواط / ساعة** لعام ٢٠٢٣ وبفارق قدرة (9665142) **ميكاواط / ساعة** وبنسبة زيادة تصل ٣٨,٩٪ .

ويرجح سبب زيادة الإستهلاك إلى نمو النشاطات البشرية سواء التجارية والصناعية والسكنية في المنطقة ولاسيما انّ المنطقة تشهد زيادة في أعداد السكان فضلاً عن دور التغيرات المناخية في زيادة الإعتماد على الطاقة الكهربائية والتبريد الاصطناعي لمواجهة موجات الحر والجفاف.

جدول(١٩)

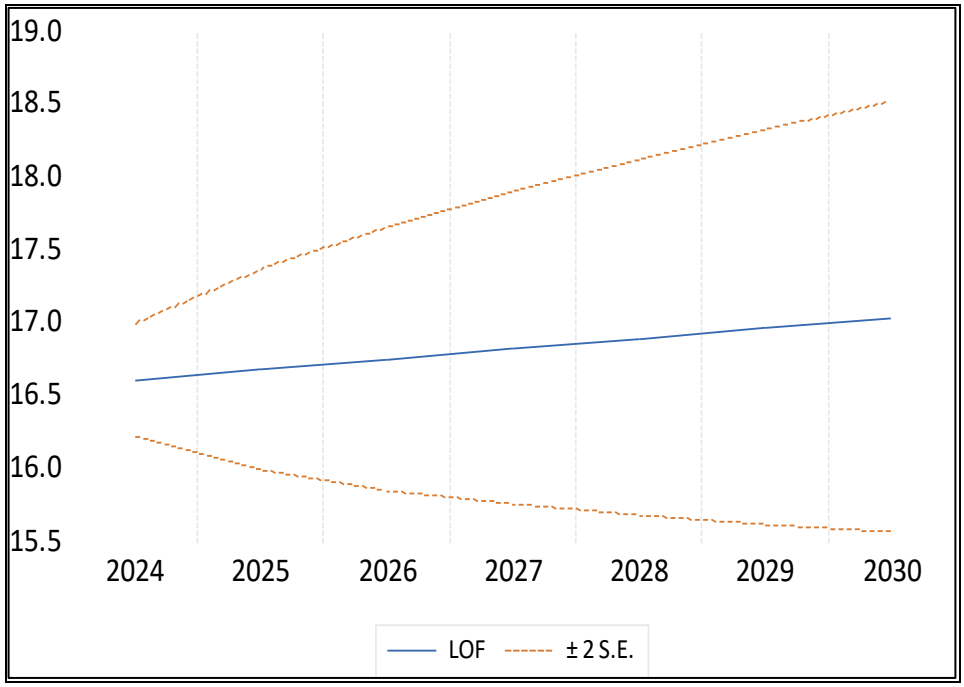
القيم المتنبأ بها لإستهلاك الطاقة الكهربائية في محافظات جنوبي العراق للمدة (٢٠٢٤-٢٠٣٠)

السنة	٢٠٢٤	٢٠٢٥	٢٠٢٦	٢٠٢٧	٢٠٢٨	٢٠٢٩	٢٠٣٠
كمية الإستهلاك	**16239544**	**17426711**	**18700665**	**20067750**	**21534773**	**23109040**	**24798392**

المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

ويظهر من خلال الشكل (١٠) انّ السلسلة المتنبأ بها لإستهلاك الطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية تتجه نحو الزيادة المستمرة .

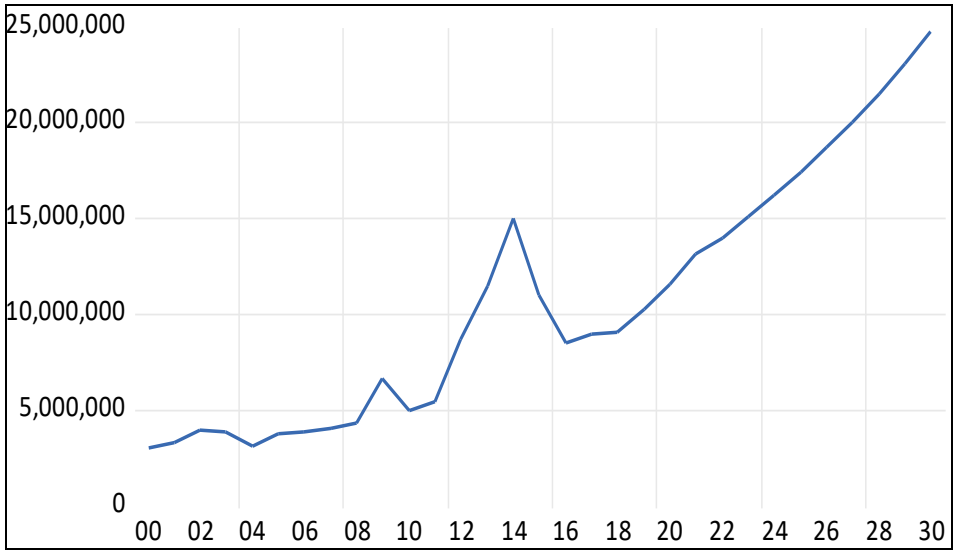
شكل(١٠) رسم إتجاه سلسلة الإستهلاك للسنوات الزمنية المتنبأ بها



المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

ويظهر الشكل (١١) رسم السلسلة المتنبأ بها لإستهلاك الطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية أنّ سلوك السلسلة المتنبأ بها مشابهة ومطابقة للسلسلة الاصلية مما يعني أن نتائج التنبؤ يمكن الإعتماد عليها كونها قريبة من الواقع وذات دلالة إحصائية .

شكل(١١) رسم السلسلة الزمنية المتنبأ بها للإستهلاك الكهربائي



المصدر : من عمل الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج eviews 12

إنّ التنبؤات مبنية على مشاهدات للسنوات السابقة وتأتي هذه النتائج موثوقة ومضمونة في ظل بقاء إستهلاك الطاقة الكهربائية في المنطقة الجنوبية على الظروف الحالية من دون حدوث تغيير او طارئ يغير في كميات الإستهلاك الكهربائي للمنطقة ، كذلك تُعتبر منهجية (بوكس جنكيز) من أهم وأكثر طرق التنبؤ كفاءة في الوقت الحالي .

من خلال تطبيق منهجية (منهجية بوكس جنكيز) تبين أنّ السلسلة الزمنية الاصلية لإستهلاك الطاقة الكهربائية لم تكن مستقرة وبعد إجراء إختبار (دنكي فولر) إستقرت السلسلة بعد أخذ الفرق الثاني والقاطع وإتجاه عام ، كما أوضح إختبار الإرتباط الذاتي والجزئي أنّ السلسلة تستقر بعد أخذ الفرق الثاني ، ومن خلال إقتراح نماذج اريما تبين انّ نموذج اريما (ARIMA ٠.٢.١) هو النموذج الأفضل والأنسب من خلال معيار (اكاكي) وذلك بعد إجراء إختبارات الصلاحية المتمثلة (إختبار البواقي ، مقارنة سلوك السلسلة المرسومة) ، كما أظهرت نتائج التنبؤ أنّ السلسلة الزمنية لإستهلاك الطاقة

الكهربائية في منطقة الدراسة تتجه نحو التزايد المستمر لقيم الإستهلاك المستقبلية وبنسبة زيادة تصل ٣٨.٩٪ ، بعد إجراء مقارنة السلسلة الاصلية مع السلسلة المتنبأ بها أتضح أنّ السلسلة المتنبأ بها تسلك سلوك السلسلة الاصلية مما يُعطي قيمة معنوية للنتائج ويمكن القول أنّ التنبؤات يمكن الإعتماد عليها .

النتائج

١- ارتفع إنتاج الطاقة الكهربائية في محلفظات جنوبي العراق للمدة ٢٠٠٠-٢٠٢٣ من (٧٦٤٠١٥٤) ميكاواط/ساعة ليبلغ ذروته عام ٢٠٢٣ (١٩٦٢١٧٠٨) ميكاواط/ساعة وبزيادة نسبتها ٦١٪ .

٢- تزايد إستهلاك الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة من (٢٩٨٦٥٨٦) ميكاواط/ساعة في عام ٢٠٠٣ ليرتفع خلال ٢٠٢٣ (١٥١٣٣٢٥٠) ميكاواط/ساعة وبنسبة زيادة ٨٠.٢٪ .

٣- من خلال تطبيق منهجية (بوكس جنكيز) تبين أن السلسلة الزمنية الأصلية لإنتاج الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق لم تكن مستقرة وذات تركيبة عشوائية واستقرت بعد أخذ الفرق الثاني ، كذلك تبين عدم إستقرار السلسلة الزمنية لإستهلاك الكاقة الكهربائية في جنوبي العراق ، وذات تركيبة عشوائية وتحمل إتجاه عام ولكنها إستقرت بعد أخذ الفرق الثاني .

٤- أظهرت نتائج التنبؤات أن السلسلة الزمنية لإنتاج الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق تتجه نحو التراجع والإنخفاض في الميتقبل وبنسبة تراجع ٨.٩٪ خلال عام ٢٠٣٠. بينما تتجه السلسلة الزمنية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق نحو الزيادة في المستقبل وبنسبة زيادة ٣٨.٩٪ خلال عام ٢٠٣٠ .

المقترحات

١.التوسع في إستخدام مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية ، ولا سيما أنّ المنطقة الجنوبية تمتلك ظروفًا طبيعية ملاءمة، وبذلك يمكن تقليل الإعتماد الكلي على المحطات التقليدية في جنوبي العراق .

٢.اعتماد محطات توليد كهربائية مركبة (غازية–حرارية) لإستثمار الغازات الناتجة بعد عملية التوليد والتي يتم تسريبها للجو.

٣.منع التجاوزات على خطوط نقل الطاقة الكهربائية باشكالها المتعددة وإستخداماتها المختلفة سواء كانت منزلية أو تجارية أو صناعية أو غيرها وذلك لتقليل نسبة الفاقد من الطاقة الكهربائية في جنوبي العراق

٤.وضع خطط مستقبلية لزيادة الإنتاج في محطات الطاقة الكهربائية من خلال إنشاء محطات جديدة وذلك لتغيير النتائج التي اظهرها التنبؤ المستقبلي لمنهجية بوكس جينكز والتي توضح انّ الإنتاج يتجه نحو الإنخفاض في السنوات القادمة ليبلغ **١٧٨٧١٨٧٤ ميكاواط / ساعة في حلول عام ٢٠٣٠** ، كذلك تهيئة الطاقة الكهربائية اللازمة لإستهلاك الطاقة الكهربائية ولجميع القطاعات إذ أظهرت النتائج انّ الإستهلاك بزيادة مستمرة ليبلغ **24798392** ميكاواط / ساعة في حلول عام ٢٠٣٠ .

الهوامش

١.البشير ، زين العابدين عبد الرحيم (٢٠١٦) ، تحليل السلاسل الزمنية (في مجال تكرار ومجال الزمن) ط١ ، دار الجنائن للنشر والتوزيع .

٢.بن سعدي ، فتحية وآخرون (٢٠٢٣) ، التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية الى غاية ٢٠٢٣، مجلة الإدارة والتنمية للبحوث والدراسات ، م١٢ ، عدد ٢.

٣.سماح ، ميهوب، (٢٠٢٢) ، دراسة قياسية تنبؤية لانتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة النووية بإستخدام منهجية بوكس جنكيز ، دراسة حالة فرنسا ، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية ، م ٠٨، العدد ٠٣ .

٤.والتر فاندل ، السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج بوكس جنكيز ،١٩٨٣، تعريب وترجمة عبد المرضي حامد عزام ، كلية الاقتصاد والادارة ، جامعة الملك سعود، دار المريخ للنشر ، ط١ ،١٩٩٢.

٥.وزارة الكهرباء العراقية (٢٠٢٣) التقرير الإحصائي السنوي .

References

1. Al-Bashir, Zayn al-Abidin Abd al-Rahim. (2016).
Time Series Analysis (in the Frequency Domain and Time Domain). Dar Al-Jinan for Publishing and Distribution.

2. Bin Saadi, Fathiya, et al. (2023).
Forecasting electricity consumption in the Kingdom of Saudi Arabia up to 2023.
Journal of Administration and Development for Research and Studies, 12(2).

3. Samah, Mahyoub. (2022).
A predictive econometric study of electricity generation from nuclear energy using the Box–Jenkins methodology: The case of France.
Journal of Humanities and Social Sciences, (3), 8.

4. Vandaele, W. (1983).
Applied Time Series Analysis and Box–Jenkins Models.
(Translated by Abdulmardi Hamed Azzam, 1992). Riyadh: King Saud University, College of Administration and Economics; Dar Al-Mareekh Publishing.

5. Iraqi Ministry of Electricity. (2023).
Annual Statistical Report.