

استخدام نموذج بوكس – جنكينز ونموذج هولت الآسي
للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه – ولاية الخرطوم،
السودان للعام (2015)

د. عصام عمر فضل¹
د. سميرة محمد عبد الله²

ملخص الدراسة

عملية التنبؤ في السلاسل الزمنية تتأثر بشكل مباشر باختيار النموذج المناسب لبيانات السلسلة الزمنية. هدفت هذه الدراسة إلى التوصل إلى نموذج من نماذج السلاسل الزمنية يصلح للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه – ولاية الخرطوم للعام (يناير 2009 – ديسمبر 2013). توصلت الدراسة إلى أن السلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للمياه في الخرطوم للفترة (يناير 2009م – ديسمبر 2013) تمثل سلسلة زمنية غير مستقرة ويوجد بها اتجاه عام، وكذلك توصلت الدراسة إلى أن النموذج الإحصائي الملائم للسلسلة الزمنية للاستهلاك الشهري للمياه في الخرطوم هو نموذج [ARIMA(1,1,0)]. توصي الدراسة بتبني هذا النموذج [ARIMA(1,1,0)] للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه – ولاية الخرطوم في السودان.

¹ أستاذ الاقتصاد المساعد , جامعة الجزيرة , كلية الاقتصاد والتنمية الريفية.
² أستاذ الإحصاء التطبيقي والديموغرافيا المساعد، كلية الاقتصاد والتنمية الريفية، جامعة الجزيرة.

Using Box – Jenkins Model and Exponential Holt Model for Forecasting of Monthly Consumption of Water – Khartoum State, Sudan (2015)

ABSTRACT

The forecasting process in time series depends directly on the selection of the appropriate model for the data of time series. This study aimed at finding the best model among time series models that can be used for forecasting for the monthly consumption of water in Khartoum state for the period (Jane, 2009 – dec, 2013). The study found that, the time series of the monthly consumption of water in Khartoum state for that period represent a non-stationary series with general trend, so it is a not stable time series. The study also found that, the most appropriate statistical model for the monthly consumption of water in Khartoum state, is ARIMA (1,1,0) mode 1. the study recommended to adopt the ARIMA (1,1,0) model for predicting the monthly consumption of water in Khartoum state.

مقدمة

يطلق على مجموعة المشاهدات التي تمثل قياسات لظاهرة معينة خلال فترة زمنية محددة تعبير السلسلة الزمنية Time Series، فالسلسلة الزمنية هي عبارة عن سجل تاريخي لنشاط معين لقياسات مأخوذة على فترات زمنية متساوية، وقد اهتمت كثير من الدراسات ولاسيما الاقتصادية والاجتماعية منها بدراسة السلسلة الزمنية لأن كثيراً من الظواهر إذا ما درست لعدد من السنوات أو الأشهر أمكن معرفة طبيعة التغيرات التي ستطرأ عليها والتنبؤ بما سيحدث لها من تغير في المستقبل بناءً على سلوك الظاهرة في الماضي والحاضر. تعتبر ولاية الخرطوم وباعتبارها عاصمة البلاد من أكثر الولايات التي تعاني من شح في مياه الشرب بالرغم من محاولات الحكومة للحد من هذه المشكلة إلا أن مشكلة توفر مياه الشرب في الولاية مازالت تتفاقم مع مرور الزمن.

مشكلة البحث:

أصبحت عملية السيطرة على كمية الاستهلاك من المياه وتقليله من الأمور التي تولي لها الدول اهتماماً كبيراً على المستوى المحلي والعالمي وأصبحت الدول تتحدث عن أن التحدي القادم هو كيفية توفير المياه الصالحة للشرب ولذلك ظهر مفهوم حرب المياه. السودان باعتباره احد دول العالم الثالث وبالرغم مما يتمتع به من مصادر متعددة للمياه العذبة والصالحة للشرب والزراعة. ولاية الخرطوم ظلت تعاني من شح في مياه الصالحة للشرب بالرغم من موقع الولاية بين نهر النيل الأبيض ونهر النيل الأزرق إلا أنه هناك العديد من العوامل التي أدت إلى ظهور مشكلة عدم توفر المياه الصالحة للشرب مثل ارتفاع معدلات الهجرة الداخلية إلى ولاية الخرطوم، الزيادة المضطربة في سكان الولاية، عدم الاهتمام بتحديث شبكات المياه داخل الولاية. فكان لا بد له من مواكبة التحديات العالمية ووضع السياسات والخطط التي تضمن للسودان مستقبلاً آمناً ولولاية الخرطوم استقراراً في مياه الشرب، ولا بد من قيام دراسات إحصائية تساعد في وضع الخطط والسياسات التي تؤمن مستقبل البلاد فيما يتعلق بالاستهلاك الشهري للمياه في السودان على وجه العموم وفي ولاية الخرطوم على وجه الخصوص، ويمكن صياغة مشكلة الدراسة في الأسئلة التالية:

1. هل تصلح نماذج السلاسل الزمنية في التنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه في ولاية الخرطوم للعام (2015)؟
2. ما هو النموذج الملائم من نماذج السلاسل الزمنية الذي يصلح للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه في ولاية الخرطوم للعام (2015)؟

أهداف البحث:

- تهدف الدراسة إلى تطبيق نماذج السلاسل الزمنية لغرض التنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه في ولاية الخرطوم للعام (2015).
- اختيار النموذج الملائم من نماذج السلاسل الزمنية لاستخدامه للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه في ولاية الخرطوم للعام (2015).

أهمية البحث:

تأتى أهمية هذه الدراسة في أهمية المياه في الاقتصاد السوداني وما تلعبه المياه الصالحة للشرب والزراعة في اقتصاديات الدول لذلك فإن التوصل إلى أسلوب علمي متقدم لبناء نموذج إحصائي يمكن من خلاله التنبؤ بما سيؤول إليه الاستهلاك الشهري من المياه في السودان في المستقبل - بالتركيز على ولاية الخرطوم حيث أنها تمثل عاصمة السودان والتي تعاني من ازدياد أعداد المهاجرين إليها مما جعل ولاية الخرطوم تعاني من مشاكل في الإمداد لمياه الشرب- يساهم بشكل فعال في صياغة الخطط المستقبلية والسياسات والتي تساهم في اتخاذ القرارات السليمة والتدابير المناسبة لتأمين استهلاك السودان من المياه في المستقبل بصورة عامة وولاية الخرطوم بصفة خاصة.

منهجية البحث:

مصادر البيانات:

اتبعت الدراسة المنهج التحليلي الوصفي حيث اعتمدت على بيانات ثانوية شهرية تم الحصول عليها من سجلات هيئة مياه ولاية الخرطوم وهي عبارة عن (72) مشاهدة تمثل الاستهلاك الشهري من المياه في ولاية الخرطوم في الفترة من (يناير 2009 - ديسمبر 2013).

أسلوب تحليل البيانات:

تم في هذه الدراسة المفاضلة بين نماذج بوكس - جنكينز ونموذج هولت الأسّي باعتبارهما أحد نماذج السلاسل الزمنية على البيانات التي تم جمعها للتوصل إلى أفضل نموذج يصلح للتنبؤ بمبيعات هيئة ولاية الخرطوم من المياه. تم الاستعانة ببرنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) وبرنامج (E-views) كأداة مساعدة في التحليل.

الدراسات السابقة:

دراسة ادم محمد آدم(2005): هدفت الدراسة إلى استخدام تحليل السلاسل الزمنية لتقدير منسوب النيل عند محطة الخرطوم. للفترة (1992-2004). ومن أهم نتائج الدراسة أنّ أفضل نموذج للتنبؤ ببيانات السلسلة هو نموذج الانحدار الذاتي المتكامل. $ARIMA(1, 1, 0)$

دراسة عبير حسن علي الجبوري (2010): هدفت الدراسة إلى التنبؤ بأسعار النفط ومدى تأثرها بالأزمة المالية العالمية ومن أهم نتائج الدراسة أنّ نموذج التمهيد الآسي المزوج (طريقة هولت) حققت دقة تنبؤية أفضل من نموذج بوكس-جنكينز وبالتالي فإنّ نموذج التمهيد الآسي المزوج (طريقة هولت) يعتبر أفضل من نموذج بوكس-جنكينز لبيانات تلك الدراسة. دراسة بسام يونس إبراهيم(2010): هدفت الدراسة إلى التنبؤ بدرجات الحرارة في ولاية الخرطوم باستخدام أحد نماذج بوكس-جنكينز ومن أهم نتائج الدراسة أنّ درجات الحرارة الشهرية في ولاية الخرطوم تؤلف سلسلة زمنية غير ساكنة وموسمية أي أنها تعيد نفسها كل (12) شهراً وذلك من خلال قيم معاملات الارتباط الذاتي وأن درجات الحرارة تتبع النموذج الموسمي المضاعف وقد أعطى تنبؤات جيدة وقريبة من قيم الواقع الفعلي.

دراسة سعدية عبد الكريم طعمه(2012): هدفت الدراسة إلى استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الانبار. للفترة (2011-2012). ومن أهم نتائج الدراسة أنّ بيانات الدراسة تمثل سلسلة غير ساكنة وأنّ البيانات تمثل سلسلة غير موسمية وأنّ أفضل نموذج للتنبؤ ببيانات السلسلة هو نموذج الانحدار الذاتي المتكامل $ARIMA(1,1,0)$.

دراسة ناظم عبدالله المحمدي(2011): هدفت هذه الدراسة إلى تحديد النموذج الأفضل من نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية لمدينة الفلوجة(كانون الثاني 2011 إلى كانون الأول 2012)، توصلت الدراسة إلى أنّ بيانات الدراسة تمثل سلسلة غير ساكنة وموسمية أي أنها تعيد نفسها كل (12) شهراً وذلك من خلال قيم معاملات الارتباط الذاتي وأنّ أفضل نموذج للتنبؤ ببيانات الدراسة هو نموذج $SARIMA(1,1,1)*(0,1,1)_12$.

ثانياً: نماذج بوكس – جنكينز:

تعتمد هذه الدراسة على نماذج بوكس-جنكينز لبناء نموذج يصلح للتنبؤ بالاستهلاك الشهري من المياه في ولاية الخرطوم وتقوم هذه النماذج على أربعة خطوات أساسية هي:

التعرف على النموذج Model Identification:

يقصد بالتعرف على النموذج فحص استقرار السلسلة الزمنية وتطبيق التحويلات اللازمة لجعلها مستقرة أنّ لم تكن كذلك واختيار رتب النموذج الثلاث (p,d,q) من عائلة نماذج $ARIMA$.

تقدير النموذج Estimation Of Model:

وهي المرحلة الثانية ويقصد بتقدير النموذج التأكد من المعنوية الإحصائية للنموذج.

التشخيص Diagnostic Checking:

يتم في هذه المرحلة الاطمئنان على ملائمة النموذج المبدئي وبالتالي إمكانية استخدامها في التنبؤ.

التنبؤ Forecasting:

حيث يتم التنبؤ بسلوك الظاهرة المدروسة في المستقبل. (سعد الدين، إبراهيم، 2011)

اختبار جذور الوحدة:

يتطلب تحليل السلاسل الزمنية التأكد من سكون السلسلة، وهناك اختبارات عدة تستخدم لهذا الغرض ولكن أكثرها شيوعاً اختبار ديكي- فولر المطور(ADF) (Augmented Dickey-Fuller Test) الذي اقترحه العالمان Granger و Engle في عام (1987). (العاني، 2005).

ولإجراء اختبار ADF فإننا نستخدم المعادلة التالية:

$$\Delta Y_t = \alpha + Y_{t-j} + \delta_i \Delta Y_{t-j} + e_t$$

حيث Y تمثل السلسلة الزمنية المراد اختبارها، K عدد الفجوات الزمنية، Δ يرمز للفروق الأولى للسلسلة، Σ ترمز لعلاقة الجمع، γ يمثّل عنصر الخطأ في النموذج وكلاً من α, β, δ ترمز للمعالم المراد تقديرها.

بعد ذلك يتم اختبار الفرضيتين التاليتين:

$H_0: \alpha = 0$ (عدم سكون المتغير Y بمعنى وجود جذر الوحدة)

$H_a: \alpha \neq 0$ (سكون المتغير Y أي عدم وجود جذر الوحدة)

نموذج الانحدار الذاتي (AR):

الصيغة العامة لنموذج الانحدار الذاتي من الدرجة (P) تأخذ الشكل التالي:

$$z_t = \phi_0 + \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + \dots + \phi_p z_{t-p} + a_t$$

حيث أن:

z_t : قيم مشاهدات السلسلة

ϕ_i : معالم النموذج $i=1,2,3,\dots,p$

P: درجة النموذج

a_t : الأخطاء العشوائية التي تتوزع توزيع طبيعي بوسط حسابي صفر وتباين مساوي σ_a^2 أن دالة الارتباط الذاتي لنموذج الانحدار AR(p) تتضاءل أسياً مع زيادة فترات الإزاحة (k) في حين تنقطع دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) بعد الفترة P، وهناك حالتان خاصتان للصيغة العامة للانحدار الذاتي AR(p) وهما نموذجا الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى AR(1) ومن الدرجة الثانية AR(2) اللذان يعتبران من النماذج الشائعة الاستخدام لتمثيل معظم السلاسل الزمنية (المتولي ، 1989).

ففي حالة كون (P=1) فإن المعادلة (4-2) تصبح كالآتي:

$$z_t = \phi_0 + \phi_1 z_{t-1} + a_t$$

والتي تمثل نموذج انحدار ذاتي من الدرجة الأولى AR(1) وأن دالة الارتباط الذاتي (ACF) تنحدر بصورة أسية عند ما تكون ϕ_1 موجبة وتنحدر بصورة أسية متناوبة في الإشارة عند ما تكون ϕ_1 سالبة.

نموذج الأوساط المتحركة (MA): Moving Average Model

يمكن تمثيل نموذج الأوساط المتحركة من لدرجة (q) باستخدام عامل الارتداد الخلفي (B) على النحو الآتي:

$$z_t = \phi_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) a_t$$

والصيغة العامة لهذا النموذج:

$$z_t = \phi_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

حيث أن:

θ_i : معالم نموذج المتوسطات المتحركة.

q: درجة النموذج

وأن دالة الارتباط الذاتي للنموذج (MA) تنقطع أو تقترب من الصفر بعد الإزاحة (q) في حين تتضاءل دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) وبشكل أسّي (الجبوري ، 2010).

النموذج المختلط المتكامل:

Autoregressive Integrated Moving Average Models (ARIMA)

تعد نماذج (ARIMA) أكثر نماذج السلاسل الزمنية استخداماً إذ أنه بالإمكان اشتقاق جميع النماذج منها سواء الانحدار الذاتي أو الأوساط المتحركة أو المختلطة، وتتكون هذه النماذج من ثلاثة أجزاء، يمثل الجزء الأول منها نموذج انحدار ذاتي AR(p) الذي يستخدم عادة في عملية التنبؤات للسلسلة الزمنية ، أما الجزء الآخر فيمثل نموذج الأوساط المتحركة MA(q) ويمثل الجزء الثالث الفروق التي تتطلبها السلسلة من أجل أن تكون مستقرة ولذلك فإنه يعبر عن النماذج المختلطة بالرمز ARIMA(p,d,q) حيث أن:

P: هي رتبة نموذج الانحدار الذاتي AR (P).

q: هي رتبة نموذج الأوساط المتحركة MA (q)

d: هي عدد الفروق التي تجعل السلسلة مستقرة.

باستخدام عامل الارتداد الخلفي (B) في الصيغة التالية:

$$\phi(B)(1 - B)^d X_t = \phi_0 + \theta(B)a_t$$

حيث أن:

$$\phi(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$$

بالتالي فإن الصيغة العامة للنموذج المختلط المتكامل ARIMA(p,d,q):

$$z_t = \phi_0 + \phi_1 z_{t-1} + \dots + \phi_p z_{t-p} + \dots + dz_{t-p-d} + a_t - \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q}$$

. (شعراوي، 2005).

نموذج هولت: Holt's Model

وهناك عدة أنواع من نماذج التسريح الأسي تستخدم حسب طبيعة بيانات السلسلة الزمنية ساكنة أم غير ساكنة موسمية أم غير موسمية ومنها طريقة هولت الأسي الخطي ذو المعلمتين التي تم استخدامها في هذا البحث، هناك عدة نماذج للتسريح الأسي المزدوج حيث أعتمد البحث على نموذج هولت (Holt's Method) الذي تم إيجاده بواسطة استخدام ثابتي تسريح α و γ (تتراوح قيمة كل منهما بين الصفر والواحد).

$$0 < \gamma < 1 \quad \text{و} \quad 0 < \alpha < 1$$

$$s_t = \alpha z_t + (1 - \alpha)(s_{t-1} + b_{t-1}), \quad t = 1, 2, \dots, n \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$b_t = \gamma (s_t - s_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}, \quad t = 1, 2, \dots, n$$

نحسب القيم المطبقة من

$$\hat{z}_t = s_t + b_t t, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad \dots \dots \dots (2)$$

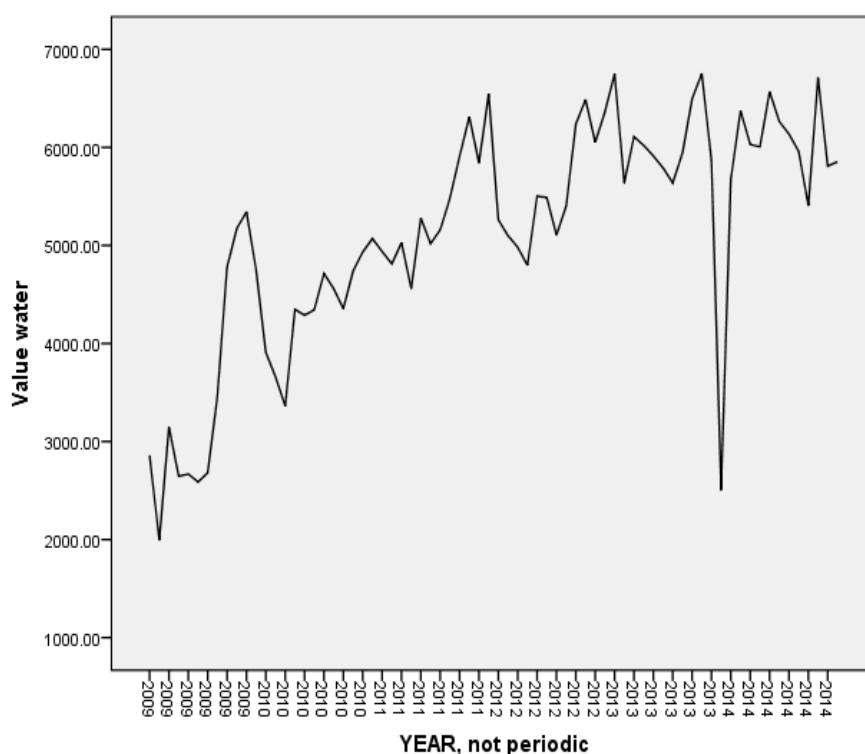
والتنبؤات للقيم المستقبلية من

$$z_n(l) = s_n + b_n l, \quad l > 0 \quad \dots \dots \dots (3)$$

(شعراوي، 2005)

تحليل البيانات:

أول خطوة في تحليل البيانات هي تمثيل البيانات بيانياً من أجل التعرف على أنّ السلسلة مستقرة أم غير مستقرة وذلك كما يلي:



المصدر: تحليل الباحث باستخدام برنامج SPSS.

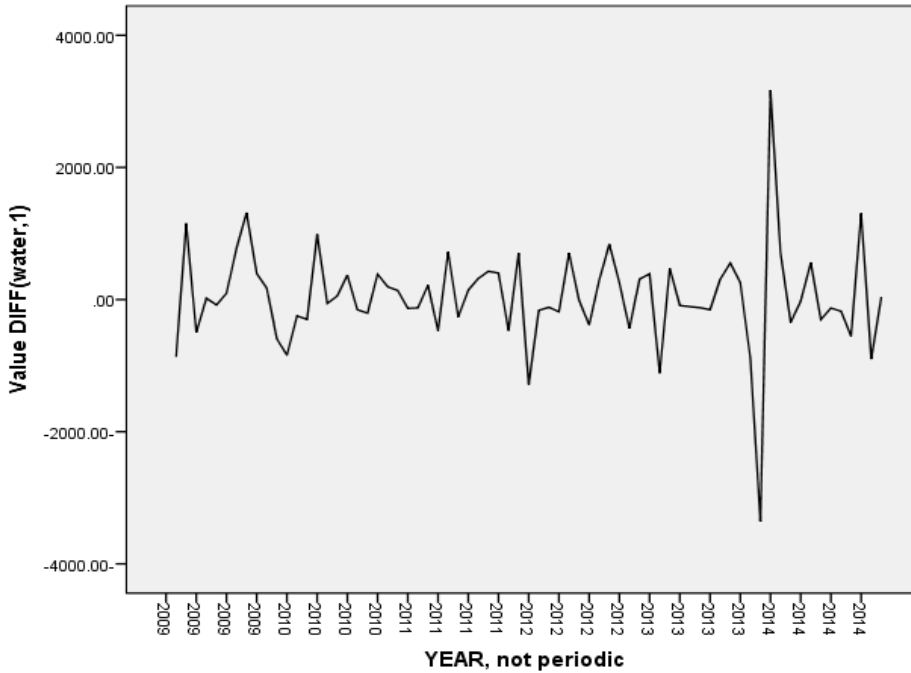
الشكل (1) التمثيل البياني للسلسلة الزمنية قيد الدراسة ويتضح من خلال الشكل (1) أعلاه، أنّ السلسلة الزمنية لمبيعات مياه ولاية الخرطوم يوجد بها مشكلة اتجاه عام ومن أجل التأكد من ذلك تم إيجاد اختبار جذر الوحدة (Augmented Dickey-Fuller) كما هو موضح أدناه

جدول (1) نتائج اختبار جذور الوحدة للسلسلة الزمنية.

الاختبار	قيمة t المحسوبة	المعنوية الجدولية
ADF Test Statistic	-2.188401	-3.5437

المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج Eviews.

يوضح الجدول رقم (1) نتائج اختبار جذور الوحدة للسلسلة محل الدراسة، ويتضح من الجدول أنّ السلسلة الزمنية غير ساكنة، حيث نجد أنّ القيم المقدرة لإحصاء t وفقاً لاختبار ADF (-2.188401) اصغر من القيمة الحرجة (-3.5437)، مما يعني أنها غير معنوية إحصائياً عند مستوي دلالة 5%. بمعنى آخر أنه بناء على النتائج الإحصائية بالجدول السابق، فإنّ السلسلة الزمنية غير ساكنة. لذلك لا بد من تسكين السلسلة وذلك بأخذ الفرق الأول، ثم رسم السلسلة الزمنية مرة أخرى كالآتي: شكل (2) السلسلة الزمنية لبيانات الدراسة بعد اخذ الفرق الأول



يتضح من الشكل أعلاه أن ملامح الاتجاه العام قد تلاشت واصبحت السلسلة ساكنة ويمكننا ذلك من خلال اختبار جذر الوحدة كما هو موضح في الجدول أدناه:

جدول رقم (2) اختبار جذر الوحدة

الاختبار	قيمة t المحسوبة	المعنوية الجدولية
ADF Test Statistic	5.477421	2.6026

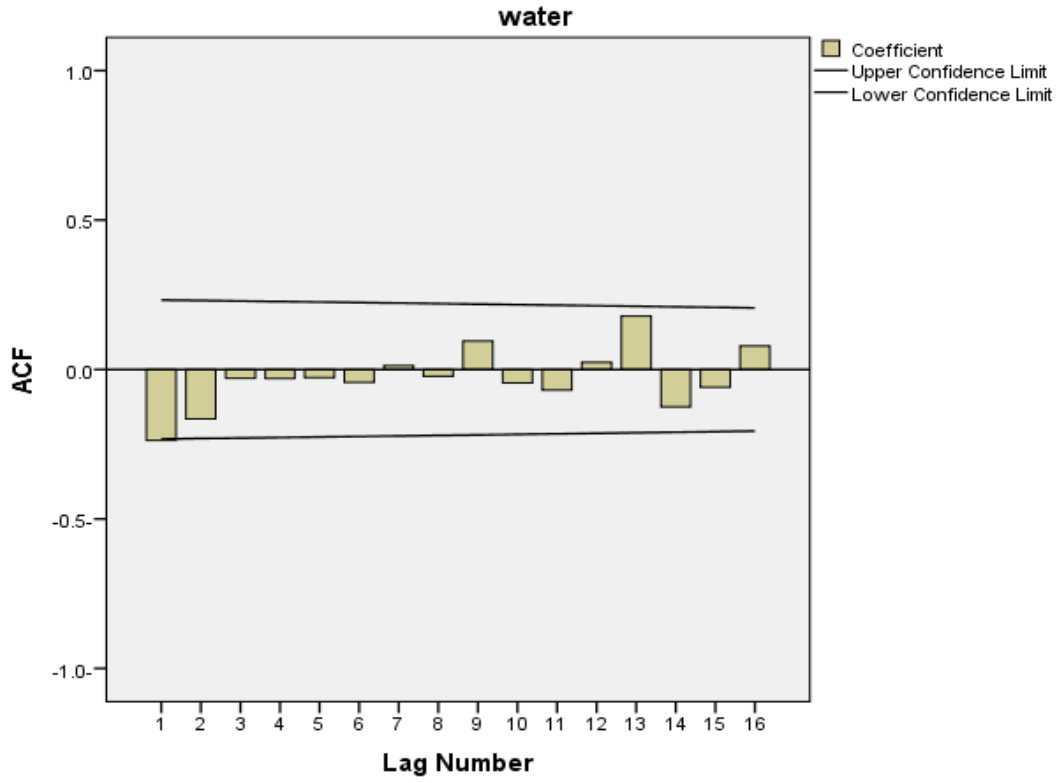
المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج Eviews.

يوضح الجدول أعلاه، نتائج اختبار جذور الوحدة للسلسلة محل الدراسة، ويتضح من الجدول أن السلسلة الزمنية أصبحت ساكنة، حيث أن القيم المقدرة لإحصاء t وفقاً لاختبار ADF (5.477421) أكبر من القيمة الحرجة (2.6026)، مما يعني أنها معنوية إحصائياً عند مستوي دلالة 5%. بمعنى آخر أنه بناء على النتائج الإحصائية بالجدول السابق، أن السلسلة الزمنية ساكنة.

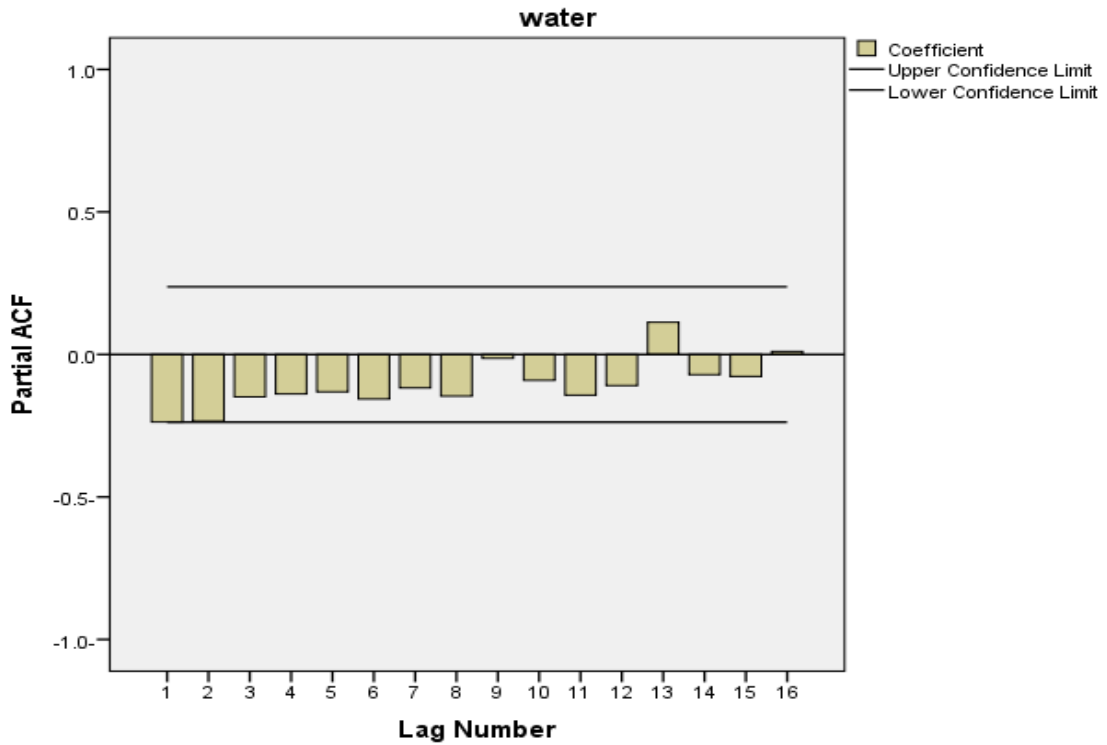
مرحلة التعرف

وللتعرف على النموذج الذي يلائم بيانات الدراسة يتم رسم دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي كالآتي:

الشكل (3) دالة الارتباط الذاتي لسلسلة الفروق الأولى



الشكل (4) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الفروق الأولى



إنّ فحص دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي يقترح أنّ النموذج الملائم لبيانات الدراسة هو $ARIMA(1,1,0)$ حيث أنّ دالة الارتباط الذاتي تنقطع بعد الفجوة الزمنية الأولى، بينما دالة الارتباط الذاتي الجزئي تتلاشي تدريجياً مقتريةً من الصفر.

مرحلة تقدير النموذج:

يتم في هذه المرحلة تقدير مدي ملائمة النموذج الذي تم التوصل إليه كالآتي:

جدول (4) نتائج تقدير النموذج

	Estimate	SE	t	Sig
Constant	-1.749	81.011	-0.022	0.983
AR 1	-0.534	0.103	-5.201	0.000
Diff .	1	-	-	-

المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج SPSS

من الجدول أعلاه، يتضح أنّ معاملات النموذج معنوية إحصائياً ولكن معامل القاطع ليس معنوي وبالتالي فإن النموذج يأخذ الصيغة التالية:

$$X_t = -0.534 X_{t-1} + e_t$$

وللتأكد من ملائمة النموذج يمكن أخذ نموذج اعلي منه وتقدير المعنوية لمعاملته، فإذا اقترحنا النموذج $ARIMA(1,1,1)$ ويمكن تقدير معاملته كالآتي:

جدول (5) نتائج تقدير النموذج

	Estimate	SE	t	Sig
constant	-2.074	81.011	-0.022	0.983
AR 1	-.210	.136	-1.545	0.127
MA 1	.992	.706	1.406	.164
Diff .	1	-	-	-

المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج SPSS

يتضح من الجدول أعلاه أنّ جميع معاملات النموذج غير معنوية، لذلك فإنّ النموذج $ARIMA(1,1,0)$ هو النموذج المناسب لبيانات مبيعات هيئة ولاية الخرطوم للمياه.

تطبيق نموذج هولت الاسي على البيانات:

يتم في هذا الجزء تطبيق نموذج هولت الاسي على بيانات الدراسة من أجل التوصل لأفضل نموذج من نماذج السلاسل الزمنية يمكن استخدامه للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه لولاية الخرطوم:

تقدير معالم النموذج:

جدول (6) تقدير معالم نموذج هولت الاسي

Exponential Smoothing Model Parameters					
Model		Estimate	SE	T	Sig.
Exponential	Alpha (Level)	0.001	.035	.015	.988
Holt Model	Gamma (Trend)	0.997	69.469	.014	.989

المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام برنامج SPSS

الجدول أعلاه يوضح تقدير معالم نموذج هولت $(\alpha = 0.001)$ وكان الخطأ المعياري (0.035) بينما كانت $(\gamma = 0.997)$ وكان الخطأ المعياري لها (0.014) وكانت المعنوية للنموذج (0.988) و (0.989) مما يدل على عدم معنوية النموذج وبالتالي يتضح أنّ هذا النموذج لا يصلح للتنبؤ بمبيعات مياه ولاية الخرطوم وبالتالي يتم اعتماد النموذج الأول $ARIMA(1,1,0)$.

مرحلة التنبؤ:

بعد التوصل للنموذج الملائم لبيانات مبيعات هيئة ولاية الخرطوم للمياه، يمكن استخدامه للتنبؤ بمبيعات هيئة ولاية الخرطوم للمياه كالآتي:

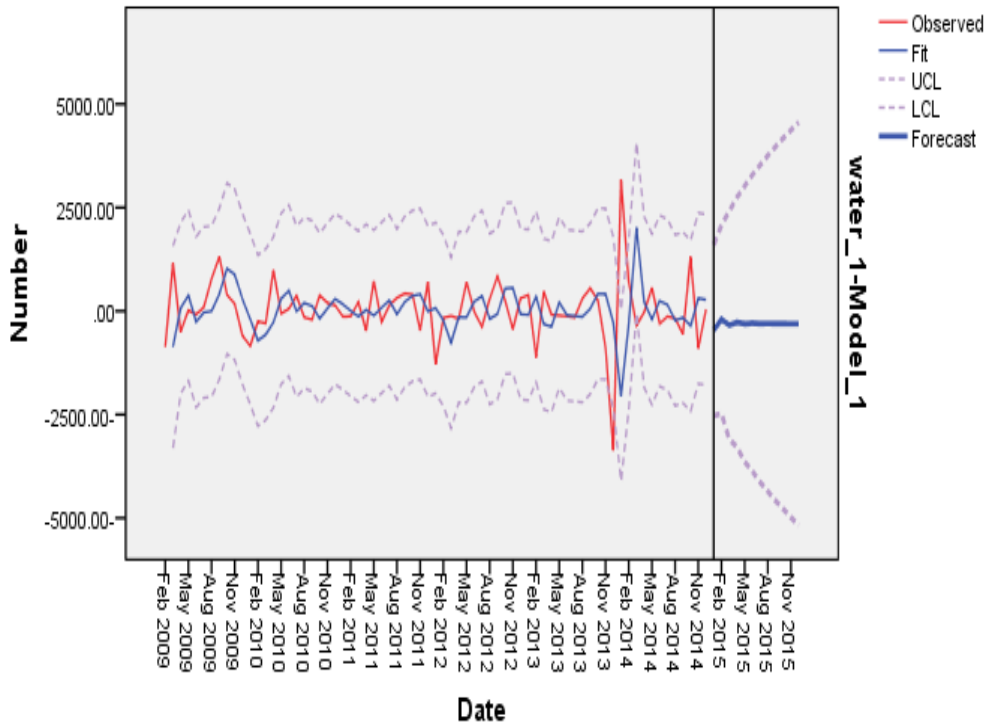
جدول (7) مبيعات هيئة ولاية الخرطوم للمياه المنتبأ بها للعام 2015 وحدود الثقة للتنبؤات

الشهر	القيم المقدرة	الحد الأدنى	الحد الأعلى
1	5897.89	4402.61	7393.16
2	5942.35	4062.65	7822.05
3	5987.01	3743.97	8230.05
4	6031.62	3486.02	8577.23
5	6076.25	3258.35	8894.15
6	6120.87	3055.21	9186.54
7	6165.49	3870.55	9460.44
8	6210.12	3900.86	9719.37
9	6254.74	4143.52	9965.96
10	6299.36	4202.10	9896.62
11	6343.98	4429.28	9858.69
12	6388.61	4648.64	9878.57

المصدر: إعداد الباحثين باستخدام برنامج SPSS

الجدول أعلاه يمثل قيم مبيعات هيئة مياه ولاية الخرطوم المنتبأ بها للعام 2015 بعد التوصل للنموذج الملائم وتشخيصه وتقدير معالمه، ويتضح من الجدول أن القيم المنتبأ بها تقع داخل حدود الثقة الدنيا والعليا عند مستوي ثقة 95% ويمكن تمثيل عملية التنبؤ بالشكل البياني التالي:

شكل رقم (4) القيم الحقيقية للمشاهدات والقيم المنتبأ بها



يتضح من الشكل أعلاه أن النموذج ARIMA (1,1,0) قد أعطي تقديراً جيداً حيث تطابقت المشاهدات الحقيقية مع المنتبأ بها مما يدل على جودة النموذج الذي تم اختياره.

التوصيات:

خلصت هذه الدراسة إلى الآتي:

1. أن بيانات الاستهلاك الشهري للمياه في ولاية الخرطوم تمثل سلسلة زمنية غير مستقرة.
 2. أن نماذج السلاسل الزمنية تصلح لاستخدامها للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه في ولاية الخرطوم.
 3. أن أفضل نموذج للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه في ولاية الخرطوم للعام (يناير- ديسمبر 2015) هو نموذج (ARIMA (1,1,0).
خرجت الدراسة بتوصيات أهمها:
1. تبني نموذج (ARIMA(1,1,0) للتنبؤ بالاستهلاك الشهري للمياه في ولاية الخرطوم للعام (يناير- ديسمبر 2015) بواسطة الجهات ذات القرار.
 2. قيام مزيد من الدراسات للتوصل لنماذج أخرى تصلح لاستخدامها للتنبؤ بمبيعات الهيئة العامة للمياه علي مستوى السودان.

المراجع

1. إبراهيم، بسام يونس(2010):التنبؤ بدرجات الحرارة في ولاية الخرطوم باستخدام احد نماذج بوكس – جنكينز ،مجلة جامعة السودان للعلوم، المجلد الخامس ، العدد الثالث.
2. ادم محمد ادم(2005): استخدام تحليل السلاسل الزمنية لتقدير منسوب النيل عند محطة الخرطوم. للفترة (1992-2004)،رسالة ماجستير، جامعة الخرطوم، كلية الاقتصاد.
3. الجبوري، وليد دهان (2010). التنبؤ بمستوى التضخم في أسعار المستهلك الشهرية في العراق باستخدام السلاسل الزمنية ثنائية المتغيرات. رسالة ماجستير في الإحصاء ، الجامعة المستنصرية كلية الإدارة والاقتصاد، العراق.
4. الجبوري، عبير حسن علي(2011):التنبؤ بأسعار النفط ومدى تأثيرها بالأزمة المالية العالمية ،رسالة ماجستير، جامعة الخرطوم ،كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية.
5. العاني، احمد حسين يتال (2005). استخدام نماذج ARIMA في التنبؤ الاقتصادي، مجلة العلوم الإنسانية والاقتصادية، جامعة الأنبار، العدد السادس.
6. المتولي، أحمد شاكر محمد ظاهر(1989): استخدام تحليل التدخل في السلسلة الزمنية وتطبيقاتها في البيانات البيئية. رسالة ماجستير في الإحصاء، جامعة صلاح الدين، العراق.
7. سعد الدين، سعد الدين محمد ، إبراهيم، حذيفة عبد الرحمن (2011): السلاسل الزمنية.
8. شعراوي، سمير مصطفى (2005). مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي.
9. طعمة، سعاد عبد الكريم (2012): استخدام تحليل السلاسل الزمنية بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الاقتصادية والإدارية ، المجلد(4) العدد(8) 371-393 ، العراق.
10. ناظم عبد الله المحمدي(2011):استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الفلوجة مجلة جامعة الانبار للعلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد(4) العدد(7) 21-43 ، العراق.