

وفق اسلوب بوكس-جينكنز

حسين علي عبدالله⁽¹⁾ , ساهر عبد العباس الجاف⁽²⁾

husahe@yahoo.com , hussenabd@yahoo.com

(1) جامعة ذي قار/كلية الادارة والاقتصاد

(2) جامعة ذي قار/رئاسة جامعة ذي قار

الخلاصة

تعد المياه النشاط الاساسي والمهم في الحياة اليومية وخصوصاً الاقتصادية كونه يعتبر الرافد الرئيسي للزراعة والصناعة ولا يمكن الاستغناء عنه لأي فرد في المجتمع، وتتكون منظومة المياه من المراحل الرئيسية (الانتاج والنقل والتوزيع) ويكون هنالك استهلاك داخلي وفقدان في مراحل (الانتاج والنقل والتوزيع) قبل وصولها للمستهلك لذلك تكون كمية المياه المنتجة لا تساوي كمية المياه المجهزة للمستهلكين، ولغرض الوقوف على المشكلة ومحاولة تشخيصها فقد تم انشاء مخطط تدفقي للتنبؤ باستهلاك المياه باستخدام النمذجة في السلاسل الزمنية وفق اسلوب بوكس-جينكنز في محافظة ذي قار. للتنبؤ باستهلاك المياه للفترة من 2016 ولغاية 2020 وقد وجد البحث الاستهلاك سوف يكون فوق المعتاد بقليل للعامين 2016 و2017 وتبدأ الزيادة بشكل ملحوظة في الاستهلاك وبشكل تصاعدي حتى عام 2020 .

Speculate the water consumption in Thi_Qar province by using time series modeling upon Box – Jenkins method

Hussein Ali Abdullah⁽¹⁾, Saher Abdul Abbas Al Jaf⁽²⁾

hussenabd@yahoo.com , husaher@yahoo.com

(1) University of Dhi Qar, college of administration and economics

(2) University of Dhi Qar , Presidency of the University of Dhi Qar

Abstract

Life without water is wasting because water is very important to life activities, and it is the main tributary for agriculture and industry. Water system of filtering water includes the main stages such as productions, transmission, and distribution, therefore; large amount of water will loss through the processes of this step of water production before it received by the consumers. In this case, the amount of produced water is less than the amount of consumed water in filtering water. Thus, for the purpose of understanding and attempt to diagnose this problem, flow scheme was established to predict the water consumption by using modeling in a time series depending upon Box- Jenkins technique at Thi-Qar province during the period of 2016- 2020. The results of this search showed that the water consumption will be slightly above the usual for the years 2016 and 2017, and the increasing in water consumption will noticeably and exponentially until 2020.

1. المقدمة

تعد عملية التكهّن بالقيم المستقبلية من الاهداف الاساسية للعلوم الاحصائية وكافة العلوم المهتمة بالطاقة، حيث ان للتكهّن اهمية كبيرة في عملية التخطيط واتخاذ القرارات في المجالات كافة، وعن طريق التكهّن نستطيع التعرف على الظروف والحالة المحيطة بالمشكلة قيد الدراسة قبل اتخاذ أي قرار. لقد اهتم الباحثون بتطوير الاساليب المختلفة لغرض اجراء التكهّن، ويعد التكهّن باستخدام اسلوب بوكس-جنكينز من وسائل التكهّن على النطاق العالمي، حيث لازالت البحوث مستمرة في هذا المجال للتعرف على فعالية هذا الاسلوب.

ويمكن القول أن الغاية الأساسية من طرائق السلاسل الزمنية تتمثل بالحصول على نماذج يمكن استعمالها لوصف المشكلة وبالنتيجة التكهّن بمستقبل الظاهرة المدروسة. وهنا سوف نقوم بدراسة ظاهرة استهلاك المياه في محافظة ذي قار محاولين التكهّن بكمية الاستهلاك المتوقعة خلال السنوات القادمة. ان البحث يهدف إلى التنبؤ باستهلاك الماء في محافظة ذي قار لكونه من الموارد الطبيعية المهمة من اجل ديمومه الحياة باستخدام النمذجة في السلاسل الزمنية وفق اسلوب بوكس-جنكينز. لقدازداد الحديث في الآونة الاخيرة حول المياه وماهية الاستهلاك العام للمياه لذا سوف يحاول البحث رسم خريطة هذا الاستهلاك عن طريق التكهّن بكميات الاستهلاك. حيثتم الحصول على البيانات من النشرة الاحصائية للجهاز المركزي للإحصاء العراقي من دائرة توزيع ماء الناصرية للفترة من 2015/6/1 لغاية 2015/9/13 وبالاعتماد على البيانات التي تم الحصول عليها حول انتاج واستهلاك الماء في محافظة ذي قار حاولنا بناء نموذج تنبؤ باستخدام اسلوب بوكس-جنكينز.

ولغرض تحقيقه دف البحث واختبار فرضياته ،قسم البحث على ثلاث محاور:

ثانياً : اسلوب بوكس-جنكينز.

ثالثاً: الجانب التطبيقي للبحث .

رابعاً : الاستنتاجات والتوصيات.

2. الجانب النظري : التكهّن بتقنيات بوكس-جنكينز: (1)(2)(3)(4) Box - Jenkins Forecasting

Techniques

إن الفكرة الأساسية للتكهّن بالسلاسل الزمنية هي إيجاد الصيغة الرياضية التي تولد سلسلة زمنية مثلى تقريباً حسب الصيغة السابقة لها (التاريخية Historical)، وهناك طريقتان أساسيتان للتكهّن للسلاسل الزمنية حسب تقنيات بوكس- جنكينز هما: الخطة الذاتية (Self-Projecting on Time Series) للسلسلة الزمنية التي تستخدم فقط بيانات السلاسل الزمنية الفعالة في مجال التكهّن لغرض توليد بيانات متكهّن بها. أما التقنية الثانية فهي طريقة السبب والتأثير (Cause-and-Effect Approach) المستخدمة اعتماداً على بيانات السلاسل

المعتقد بأنها سبب في سلوك السلسلة الأصلية. علماً أن الطريقة الأولى تُعد من أبرز سمات طريقة التكهّن لبوكس-جينكنز، حيث أن الهدف الأساس لها هو إيجاد صيغة مناسبة للتكهّن بحيث تجعل البواقي (Residuals) أقل ما يمكن .

3. منهجية طريقة بوكس-جينكنز في التكهّن⁽¹⁾⁽²⁾ Box-Jenkins forecasting methodology

- هناك أربع خطوات لا بد من إتباعها قبل البدء في استخدام نماذج بوكس-جينكنز في التكهّن وهي كما يأتي:
1. التأكد من مرحلة السلسلة، والقيام بإجراء الفروقات عندما تكون السلسلة غير مرحلية.
 2. تمييز النموذج، هو تحديد الرتب لنماذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك ، وذلك باستخدام دالة الارتباط الذاتي ACF ودالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF او اية طريقة اخرى.
 3. تقدير معاملات النموذج والتأكد من معنويتها إحصائياً.
 4. التأكد من أن النموذج مناسباً ويمكن الاعتماد عليه في التكهّن.

4. النماذج الرياضية للسلاسل الزمنية⁽³⁾⁽⁴⁾ Mathematical Models for Time Series

1.4 نموذج الانحدار الذاتي Autoregressive Model⁽³⁾⁽⁴⁾

يقال للعملية التصادفية $\{X_t; t=0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ بأنها عملية انحدار ذاتي برتبة p (Autoregressive Process of order p)، والذي يرمز له $AR(p)$ ، إذا حققت المعادلة الآتية:

$$X_t = a_1 X_{t-1} + a_2 X_{t-2} + \dots + a_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

حيث أن

a_1, \dots, a_p : معاملات الانحدار الذاتي Autoregressive parameters

ε_t : الخطأ العشوائي عند الزمن t ، وهو عملية عشوائية مجردة .

وباستخدام معامل الإزاحة الخلفي B والذي يعرف كما يأتي (Makridakis et al., 1998):

$$B X_t = X_{t-1}, B^2 X_t = X_{t-2}, \dots, B^p X_t = X_{t-p}$$

فيمكن إعادة كتابة المعادلة السابقة بالشكل الآتي:

$$(1 - a_1 B, \dots, -a_p B^p) X_t = \varepsilon_t$$

ومن خصائص هذا النموذج إذا كانت $\{X_t\}$ مرحلية (Chatfield, 1980):

$$1 - E(X_t) = 0$$

$$2 - \text{Var}(X_t) = \sigma_x^2 = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - a_1 - a_2 - \dots - a_p}$$

3- إن دالة الارتباط الذاتي لعملية $AR(P)$ المعرفة في المعادلة (2) $\{\rho_k\}$ تحقق المعادلة الفرقية الآتية:

$$\rho_k = a_1\rho_{k-1} + a_2\rho_{k-2} + \dots + a_p\rho_{k-p}$$

وان دالة الارتباط الذاتي $\{\rho_k\}$ تضمحل نحو الصفر بهبوط أو على شكل موجات جيبية.

4 - إن دالة الارتباط الذاتي الجزئي تنقطع بشدة بعد فترة p والتي تحدد رتبة النموذج. كما أن هذه الدالة لهذا النموذج تتميز بأنها لاتساوي صفرأ للفترة $m=1,2,\dots,p$ وتساوي صفر لقيمة $m > p$ (Box and Jenkins, 1976).

5 - أما دالة كثافة الطيف لنموذج الانحدار الذاتي فتكون كما يأتي:

$$f(w) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{2\pi |1 + a_1 e^{-iw} + \dots + a_p e^{-ipw}|^2}, \quad -\pi \leq w \leq \pi$$

2.4. نموذج الأوساط المتحركة (3) Moving Average Model

يقال للعملية التصادفية $\{X_t; t=0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ بأنها عملية أوساط متحركة برتبة q (Moving Average of order q) ويرمز لها $MA(q)$ ، إذا كانت تحقق المعادلة الآتية:

$$X_t = \varepsilon_t + b_1\varepsilon_{t-1} + b_2\varepsilon_{t-2} + \dots + b_q\varepsilon_{t-q}$$

حيث أن

b_1, \dots, b_q : معلمات الأوساط المتحركة Moving average parameters

ε_t : الخطأ العشوائي.

ويمكن كتابة المعادلة باستخدام معامل الإزاحة الخلفي B بالشكل الآتي:

$$X_t = (1 + b_1B + b_2B^2 + \dots + b_qB^q)\varepsilon_t$$

ومن خصائص هذا النموذج إذا كانت $\{X_t\}$ مرحلية فإن :

$$1- \text{إن } E(X_t) = 0$$

$$2- \text{إن } \text{Var}(X_t) = \sigma_x^2 = \sigma_\varepsilon^2 \sum_{k=0}^q b_k^2$$

3- إن دالة الارتباط الذاتي لهذا النموذج تكون كما يأتي:

$$\rho_k = \begin{cases} \frac{\sum_{s=k}^q b_s b_{s-k}}{\sum_{k=0}^q b_k^2} & ; k = 1, \dots, q \\ 1 & ; k = 0 \\ 0 & ; k > q \\ r_{-k} & ; k < 0 \end{cases}$$

وان دالة الارتباط الذاتي ρ_k تنقطع عند الصفر عندما تكون $k > q$ ، لذا فان اخر حد تنقطع عنده الدالة عند الصفر يحدد رتبة النموذج.

3.4. النماذج المختلطة انحدار ذاتي وأوساط متحركة (3)(4)(5) Autoregressive Moving Average Models (ARMA)

إن العناصر الأساسية لنموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة يمكن أن تدمج للحصول على تشكيلة من النماذج تسمى ذاتية الانحدار ذات أوساط متحركة برتبة p و q ARMA(p,q) وتكون بالشكل الآتي:

$$X_t = a_1 X_{t-1} + \dots + a_p X_{t-p} + \varepsilon_t + b_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + b_q \varepsilon_{t-q}$$

ويمكن كتابتها باستخدام عامل الإزاحة الخلفية

$$(1 - a_1 B - \dots - a_p B^p) X_t = (1 - b_1 B - \dots - b_q B^q) \varepsilon_t$$

وهذا النموذج يشترط المرحلية في المتوسط والتباين. أما إذا كانت السلسلة غير مرحلية فيستخدم عادة نماذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة التكاملية Autoregressive Integrated Moving Average ARIMA(p,d,q) وتكون المعادلة في أبسط حالتها، ARIMA(1,1,1) بالشكل الآتي (Makridakis et al., 1998):

$$(1 - a_1 B)(1 - B)X_t = (1 - b_1 B)\varepsilon_t$$

$$\begin{array}{ccc} \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \text{AR}(1) & \text{الفرق الاول} & \text{MA}(1) \end{array}$$

5. الجانب التطبيقي

تم الاعتماد في هذا الفصل على تطبيق البرنامجين الحاسوبيين Minitab و Matlab على بيانات حقيقية اخذت من دائرة توزيع الماء في محافظة ذي قار وبيانات النشرات الدورية للجهاز المركزي للإحصاء العراقي .

لقد تم استخدام بيانات لاستهلاك الماء لكونها تتبع نمودجا غير خطيا ، حيث يزي داد استهلاك الماء في ايام الصيف نتيجة الاستهلاك اليومي للفرد ، ويقل نسبيا في الايام المعتدلة الحرارة. إن البيانات التي نقوم بدراستها تمثل مقدار استهلاك الماء اليومية لمدينة الناصرية في محافظة ذي قار (متر مكعب/ساعة) وللفترة من 2015/6/1 الى 2015/9/12 زدوتنا بها دائرة توزيع ماء ذي قار . ولما كانت هذه البيانات تمثل مشاهدات مأخوذة بأزمنة مختلفة وان قيمها تتغير بتغير الدليل الزمني، فمن الواضح انها تمثل

بيانات لسلسلة زمنية ولتكن $\{P_t; t=0,1,2,\dots,103\}$ ، أي ان P_t تمثل مقدار استهلاك الماء (متر

مكعب/ساعة) باليوم (t) في مدينة الناصرية . اما المشاهدات الواقعية التي حصلنا عليها والموضحة في جدول

رقم (1) فيرمز لها $\{p_t; t=1,2,\dots,n\}$ حيث ان $n=103$ وان n تمثل عدد المشاهدات.

جدول(1):المشاهدات الحقيقية لاستهلاك الماء (متر مكعب /ساعة) في مدينة الناصرية للفترة 2015/6/1 ولغاية

2015/9/12.

التسلسل	التاريخ	الاستهلاك	التسلسل	التاريخ	الاستهلاك
1	2015/6/1	3888	27	2015/6/28	3201
2	2015/6/2	4167	28	2015/6/29	3136
3	2015/6/3	4219	29	2015/6/30	3120
4	2015/6/4	4140	30	2015/7/1	3457
5	2015/6/6	4194	31	2015/7/2	3316
6	2015/6/7	3741	32	2015/7/3	3223
7	2015/6/8	4189	33	2015/7/4	3133
8	2015/6/9	3909	34	2015/7/5	4154
9	2015/6/10	4122	35	2015/7/6	4270
10	2015/6/11	4180	36	2015/7/7	3558
11	2015/6/12	4155	37	2015/7/8	3910
12	2015/6/13	4123	38	2015/7/9	4955
13	2015/6/14	4377	39	2015/7/10	3896
14	2015/6/15	4660	40	2015/7/11	3303
15	2015/6/16	3925	41	2015/7/12	3423
16	2015/6/17	4775	42	2015/7/13	3510
17	2015/6/18	3541	43	2015/7/14	3232
18	2015/6/19	3895	44	2015/7/15	3400
19	2015/6/20	4364	45	2015/7/16	3411
20	2015/6/21	4574	46	2015/7/17	3317
21	2015/6/22	4092	47	2015/7/18	3231
22	2015/6/23	4028	48	2015/7/19	3046
23	2015/6/24	4132	49	2015/7/20	3280

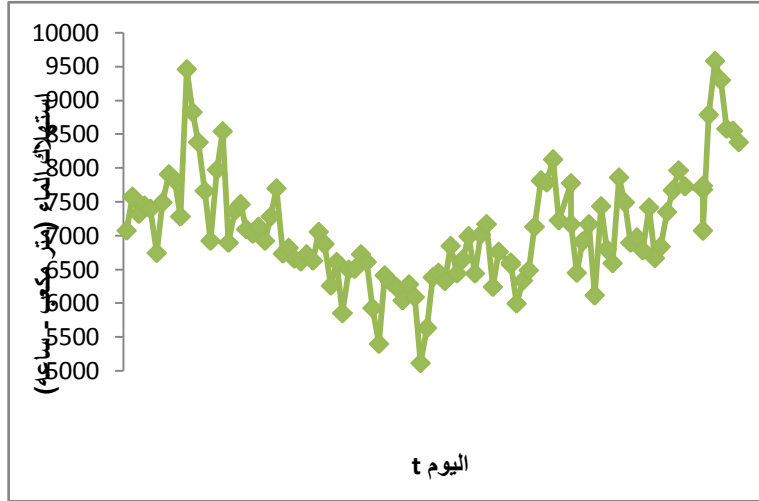
الاستهلاك	التاريخ	التسلسل	الاستهلاك	التاريخ	التسلسل
3093	2015/7/21	50	4921	2015/6/25	24
3115	2015/7/22	51	4279	2015/6/26	25
3165	2015/7/23	52	2632	2015/6/27	26
3114	2015/8/19	79	3382	2015/7/24	53
3436	2015/8/20	80	3452	2015/7/25	54
3803	2015/8/21	81	3327	2015/7/26	55
3589	2015/8/22	82	3844	2015/7/27	56
3857	2015/8/23	83	3343	2015/7/28	57
3494	2015/8/24	84	3648	2015/7/29	58
3893	2015/8/25	85	3985	2015/7/30	59
3966	2015/8/26	86	3437	2015/7/31	60
3777	2015/8/27	87	3014	2015/8/1	61
3614	2015/8/28	88	3371	2015/8/2	62
3770	2015/8/29	89	3540	2015/8/3	63
3633	2015/8/30	90	3361	2015/8/4	64
3451	2015/8/31	91	3769	2015/8/5	65
3465	2015/9/1	92	3600	2015/8/6	66
3665	2015/9/2	93	2993	2015/8/7	67
3728	2015/9/3	94	3138	2015/8/8	68
3676	2015/9/4	95	3390	2015/8/9	69
3636	2015/9/5	96	3633	2015/8/10	70
3169	2015/9/6	97	3707	2015/8/11	71
3781	2015/9/7	98	3780	2015/8/12	72
3481	2015/9/8	99	3319	2015/8/13	73
3111	2015/9/9	100	3123	2015/8/14	74
3780	2015/9/10	101	3273	2015/8/15	75
3453	2015/9/11	102	3167	2015/8/16	76
3281	2015/9/12	103	3647	2015/8/17	77

التسلسل	التاريخ	الاستهلاك	التسلسل	التاريخ	الاستهلاك
			3612	2015/8/18	78

1.5. وصف السلسلة الزمنية

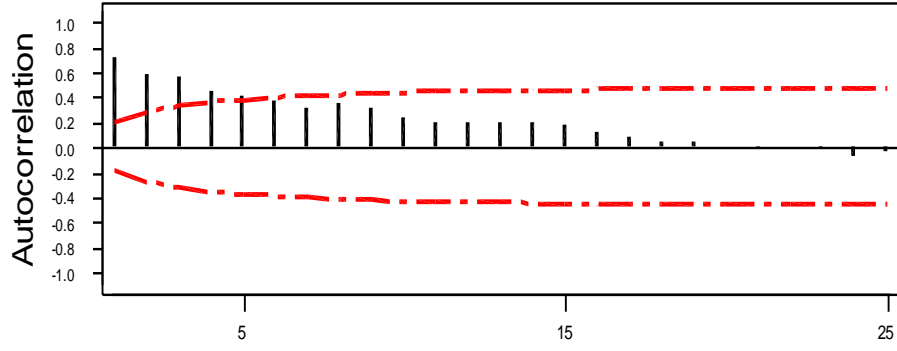
ان من اول الخطوات التي تتبع لوصف او تحليل سلسلة زمنية هو رسمها بما يعرف بالرسم الزمني Time Series Plot ،حيث يمكن من خلال الرسم الاطلاع على طبيعة التذبذب فيها وملاحظة فيما اذا كانت تتضمن اتجاهات عاماً Trend أم لا؟ حيث أن معرفة الاتجاه العام يفيد كثيراً في التأكد من مرحلة Stationarity السلسلة الزمنية فضلاً عن علاقته الوثيقة بالتكهن.

يبين الشكل رقم (1) رسم السلسلة الزمنية التي نحن بصدها، ويلاحظ ان تذبذب السلسلة يبدأ بالهبوط التدريجي، ثم يأخذ بالصعود التدريجي وبشكل قطع مكافئ من الدرجة الثانية مما يدل على عدم مرحلة هذه السلسلة. من ناحية اخرى نلاحظ ان هناك تشتت واضح حول المسار العام للتذبذب، مما يؤكد وجود تأثيرات عشوائية واضحة ومؤثرة في هذه السلسلة.



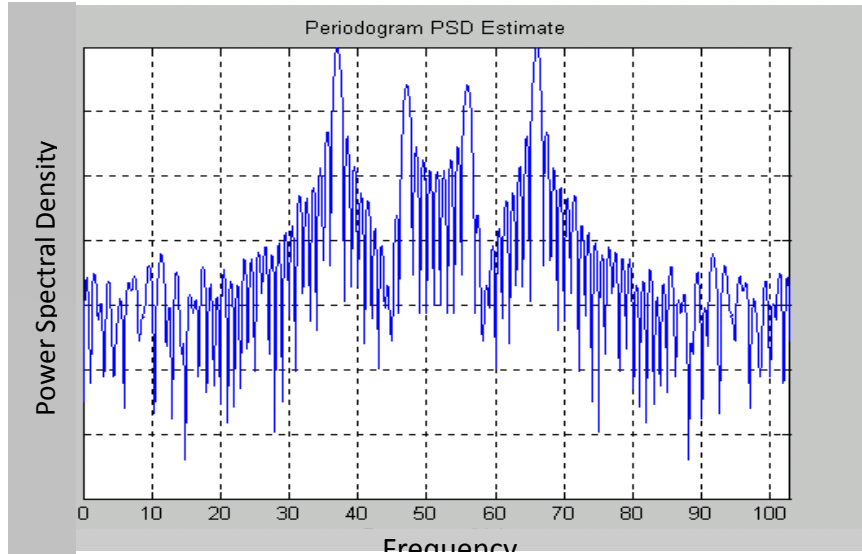
الشكل(1): الرسم الزمني لملاحظات استهلاك الماء في مدينة الناصرية.

أما الشكل (2) فيوضح مقدر دالة الارتباط الذاتي ACF للملاحظات الخام فضلاً عن حدي الثقة Confidence limits لهذه الدالة بمستوى معنوية 5% والممثلة بالرسم بخطين أفقيين متوازيين ومنقطين.



الشكل (2): دالة الارتباط الذاتي Autocorrelation للملاحظات الخام.

ويلاحظ من الرسم ان دالة الارتباط الذاتي عند درجات الابطاء 1,5,2,3,4lags موجبة وتقع جميعها خارج حد الثقة العلوي، لذا يستنتج بان فرضية العدم $H_0: \rho_k=0$; $k=1,2,3,4,5$ سوف تكون مرفوضة عند مستوى المعنوية 5%، وهذا يؤكد وجود ترابط ايجابي معنوي بين حاضر هذه السلسلة وماضيها ولفترة امدها خمسة ايام. والشكل (3) يوضح المخطط الدوري Periodogram وكما هو واضح ان توزيع استهلاك الماء ليس منتظما، مما يؤكد كون السلسلة ليست تشويشاً ايضاً.



الشكل (3): المخطط الدوري للملاحظات الخام.

2.5. تقدير الاتجاه العام

لو اعتبرنا أن النموذج الرياضي للسلسلة الزمنية $\{X_t\}$ هو بالشكل:

$$X_t=h(t)+\varepsilon_t$$

حيث أن

ε_t هو الخطأ العشوائي

$h(t)$ هو الاتجاه العام

وقد تم إجراء تقدير إحصائي للعديد من النماذج الرياضية للاتجاه العام لهذه السلسلة الزمنية وبالاعتماد على معيار متوسط مربع الخطأ Mean Square Error (MSE) حيث تمت ملائمة نماذج رياضية للملاحظات الخام، والاستعانة بالبرنامج الإحصائي spss:

• لو اعتبرنا أن الاتجاه العام هو دالة خطية بشكل $h(t)=a_0+a_1t$ فإن معدل مربع خطأ البواقي هو $MSE_L=$.66222

• ولو اعتبرنا أن النموذج من الدرجة الثانية بشكل $h(t)=b_0+b_1t+b_2t^2$ فإن معدل مربع خطأ البواقي هو $MSE_Q=353222$.

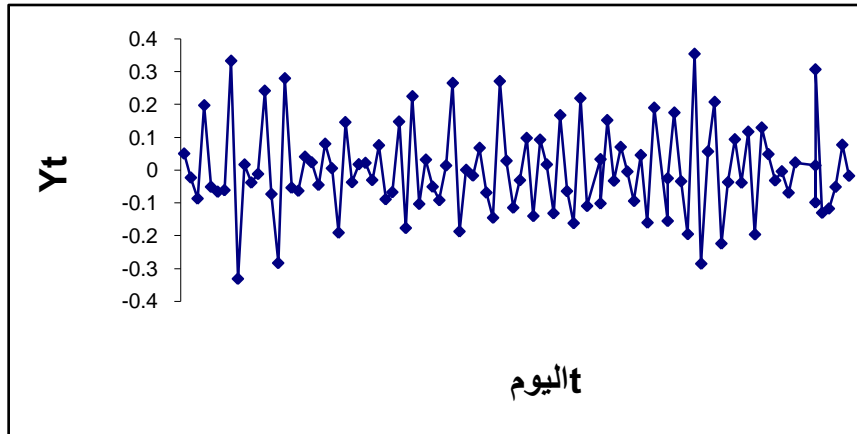
• أما إذا اعتبرناه أسياً بالشكل $h(t) = e^{c_0+c_1t}$ فإن معدل مربع الخطأ هو $MSE_E=657778$. وكما هو واضح فإن نموذج الاتجاه العام التربيعي هو الأفضل وفق معيار معدل مربع الخطأ من بين النماذج وهذه النتيجة تنسجم مع ما ذكر انفاً من أن الاتجاه العام لهذه السلسلة هو معادلة من الدرجة الثانية. إن النموذج النهائي المقدر للاتجاه العام هو النموذج التربيعي الآتي:

$$\hat{h}(t) = 8236.40 - 71.6092t + 0.71953t^2$$

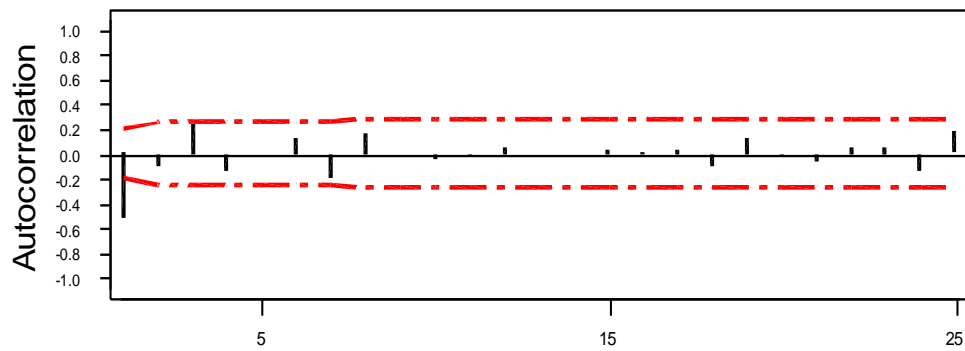
وان مقدر تباين الخطأ العشوائي في (1a.4) هو $\hat{\sigma}_E^2 = 345710$.

وسوف نقوم الآن بتحويل السلسلة الزمنية الى سلسلة مرحلية، حيث يشترط في التكهن بالطرائق الكلاسيكية أن تكون السلسلة مرحلية. لقد تم إجراء التحويل اللوغارتمي لملاحظات السلسلة الأصلية $X_t = \ln(p_t)$ ، حيث انها غير مرحلية بالتباين، ثم تم أخذ الفروقات (Differences) وبدأ بالفرق الأول (ΔX_t) ثم الفرق الثاني $(\Delta^2 X_t)$. ولما كان الاتجاه العام تربيعياً كما هو متوقع فقد اعطى الفرق الثاني $Y_t = \Delta^2 X_t$ تذبذباً قريباً من التذبذب المرهلي.

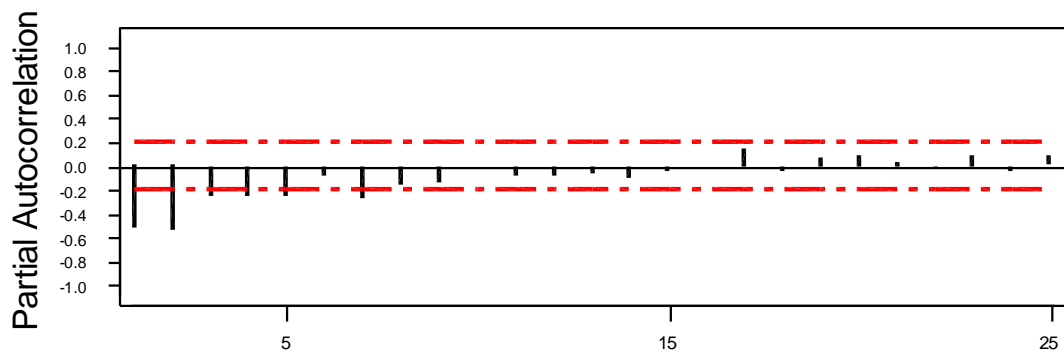
بعد الحصول على المرهلية في سلوك السلسلة (الشكل 4) فقد تم العمل من أجل تحديد النموذج الملائم ورتبته، وذلك من خلال حساب دالة الارتباط الذاتي (ACF)، الموضحة في الشكل (5)، فضلاً عن حساب دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF)، الموضحة في الشكل (6).



الشكل (4): سلوك المشاهدات بعد تحويل السلسلة الزمنية الى سلسلة مرحلية.



الشكل (5): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة المرحلية $\{Y_t\}$.



الشكل (6): دالة الارتباط الجزئي للسلسلة المرحلية $\{Y_t\}$.

يتبين من الشكلين (5) و (6) ان النموذج المناسب للسلسلة $\{Y_t\}$ هو نموذج ARMA كذلك فقد استخدم معيار AIC لاختيار النموذج، والجدول (2) يوضح نتائج ملائمة مجموعة من نماذج ARMA (p,q) ولقيم مختلفة من p و q وكذلك قيمة معيار AIC في كل حالة.

جدول (2): ملائمة النموذج ARMA(p,q) للبيانات المحولة.

P	Q	MSE	AIC	$\hat{\sigma}_\varepsilon^2$
0	1	0.007514	-495.982	0.008223
0	2	0.007279	-496.986	0.007772
0	3	-	-	-
1	0	0.01348	-433.976	0.013345
2	0	0.009625	-467.028	0.009432
3	0	0.009045	-472.337	0.008774
1	1	0.006782	-502.682	0.006627
1	2	0.007292	-494.322	0.007057
1	3	0.006360	-507.372	0.00608
2	1	**2410.006	-510.121*	0.006009
2	2	0.006354	-507.262	0.006087
2	3	0.006344	-506.641	0.006004
3	1	0.006366	-508.852	0.005992
3	2	0.006419	-505.406	0.006078
3	3	0.006444	-504.075	0.006038

*أقل قيمة لمعيار AIC.

** اقل قيمة لمعدل مربع الخطأ

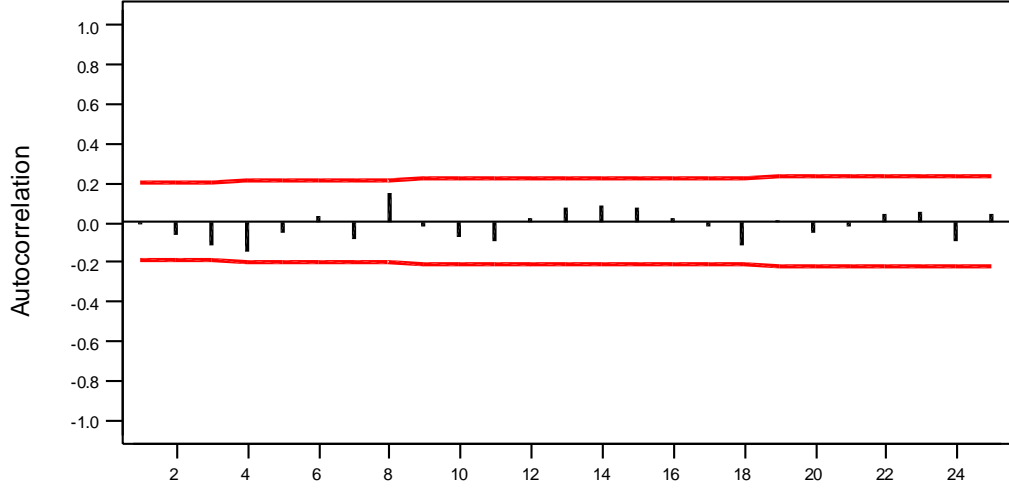
والنموذج النهائي المقدر مع الأخطاء المعيارية للمعاملات (المحددة بين قوسين) هو كما يأتي:

$$\varepsilon_t 558 Y_t = 0.3942 Y_{t-1} + 0.3245 Y_{t-2} + \varepsilon_t + 0.$$

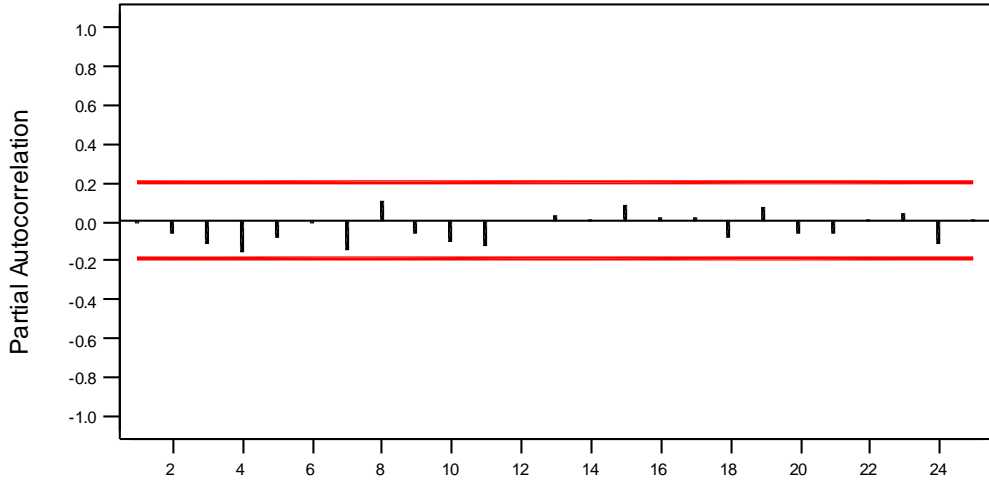
$$(0.0971) \quad (0.0970) \quad (0.0283)$$

حيث إن $\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = 0.0060295$. وبمقارنة مقدرات المعاملات مع أخطائها المعيارية يتبين معنوية هذه المعاملات.

وللتأكد من صلاحية النموذج ARMA، تم رسم دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي لبواقي Residuals والموضحة في الشكلين (7) و(8) ووجد أنها تقع ضمن حدود الثقة، مما يشير إلى أن بواقي هذا النموذج غير مترابطة مع بعضها البعض.



الشكل (7): دالة الارتباط الذاتي لبواقي النموذج ARMA(p,q).



الشكل (8): دالة الارتباط الذاتي الجزئي لبواقي النموذج ARMA(p,q).

بعد أن تم ملاءمة النموذج والتأكد من صلاحيته يتم توظيفه الآن لغرض التكهّن.

لو كتبنا النموذج الملائم بالشكل

$$Y_t + a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} = \varepsilon_t + b_1 \varepsilon_{t-1}$$

لذا فان

$$Y_{t+1} = -a_1 Y_t - a_2 Y_{t-1} + \varepsilon_{t+1} + b_1 \varepsilon_t$$

وبأخذ التوقع الشرطي للطرفين معطى Y_t, Y_{t-1} مع ملاحظة أن $E(\varepsilon_{t+1} | Y_t, Y_{t-1}, \dots) = 0$ نجد أن

$$\hat{Y}_{t+1} = -a_1 Y_t - a_2 Y_{t-1} + b_1 \varepsilon_t$$

حيث إن \hat{Y}_{t+1} هو المتكهن بقيمة Y_{t+1} .

وبعد حساب \hat{Y}_{t+1} يمكن، بشكل تقريبي حساب \hat{X}_{t+1} . فلما كانت

$$Y_t = \Delta^2 X_t = X_t - 2X_{t-1} + X_{t-2}$$

لذا نستنتج

$$\hat{X}_{t+1} = Y_{t+1} + 2X_t - X_{t-1}$$

وحيث إن $X_t = \ln(P_t)$ لذا فان $P_t = e^{X_t}$ وهذا يقود إلى أن المتكهن بقيمة P_{t+1} سوف يكون $\hat{P}_{t+1} = e^{\hat{X}_{t+1}}$.

جدول (3): قيم التكهن بالقيم المستقبلية لاستهلاك الماء (متر مكعب / ساعة) في مدينة الناصرية من 2016 ولغاية

2020

2020	2019	2018	2017	2016	ت	2020	2019	2018	2017	2016	ت
6156	6154	5154	5291	9285	31	6985	6069	5928	5077	3055	1
6985	6364	5364	5156	0775	32	6010	6526	6077	4948	2665	2
6660	6846	5364	4985	9485	33	6950	6077	6948	5686	2905	3
6950	6454	5846	4010	6864	34	6039	6948	5686	4154	9664	4
6039	6069	5454	5950	1545	35	6694	6686	5154	5364	0695	5
6699	6291	5069	5039	3645	36	6081	6154	5364	4364	5265	6
6081	6156	5291	5469	8465	37	6506	6364	6364	5846	0775	7
6506	6985	6156	4081	4545	38	6069	6364	6846	5454	9485	8
6069	6364	5445	5506	0695	39	6526	6846	6454	5069	6864	9
7526	7846	6010	5069	2915	40	6617	6454	5069	5291	1545	10
7617	6454	5989	5526	1565	41	7526	6069	6291	5156	3645	11
6375	6069	5039	5617	9854	42	6617	6291	5156	5985	3645	12
6928	6291	5686	5305	3645	43	6375	6156	5985	4010	8465	13
7077	6156	5154	5266	8465	44	7928	6985	6010	5950	4545	14
6948	6985	5364	5290	4545	45	7077	6010	5950	5039	0695	15
6686	6010	5364	5966	0695	46	7948	7950	6039	5691	2915	16
6950	6950	5846	5069	2915	47	6586	6039	5694	5081	1565	17
6039	6039	5454	5526	1565	48	7154	7694	5081	5506	9854	18
6691	6690	5069	5077	9854	49	6364	6081	5506	5069	0105	19
6081	6081	5291	5948	0105	50	6846	6506	5069	5526	9504	20

6506	6506	6156	5686	9504	51	6454	6069	5526	4617	0395	21
6069	6069	6985	5154	0395	52	6869	6526	5617	4077	6945	22
6526	6526	5010	5364	5469	53	6291	6617	5266	4948	0815	23
6617	6617	5950	5364	5081	54	6156	6526	5290	5686	5065	24
6077	6375	5039	5846	5506	55	6985	6617	5966	5154	0695	25
6948	6928	5691	5454	5069	56	6364	6375	5069	5364	5265	26
6686	6077	5081	5069	5526	57	6846	6928	5526	5364	6175	27
6154	6948	5506	5291	5617	58	6454	6077	5077	4846	5265	28
6364	6686	5069	5156	5375	59	6069	6948	5948	5454	6175	29
6364	6154	5526	5985	5928	60	6291	6586	5686	5069	3755	30

2020	2019	2018	2017	2016	ت	2020	2019	2018	2017	2016	ت
6506	6154	5305	5156	5928	83	6846	6364	5617	5010	5077	61
6069	6364	5266	5305	5077	84	6454	6364	5077	5950	5948	62
6069	6364	5290	5266	5948	85	6069	6846	5948	5039	4686	63
6291	6846	5966	5290	4686	86	6291	6454	5686	5697	5154	64
6156	6454	5069	5966	5154	87	6950	6069	5154	5081	5364	65
6985	6069	5526	5069	5364	88	6039	6291	6364	5506	5364	66
6660	6291	5077	5526	5364	89	6691	6156	6364	5069	5846	67
7950	7156	6948	5077	5846	90	6081	6985	6846	5526	5454	68
7039	6885	5686	4948	5454	91	6506	6010	5454	5617	5069	69
7699	6010	6154	5686	5069	92	5069	3950	4069	4526	5291	70
6985	6650	6364	5154	5291	93	6526	6039	6291	5617	5156	71
6364	6539	5364	5364	5156	94	6617	6698	5156	5375	4985	72
6846	6469	5846	5364	5985	95	6454	6081	5985	5928	5010	73
6454	6081	5454	5846	5010	96	6069	6506	5010	5077	4950	74
7069	6506	5069	5454	4950	97	6291	6069	5950	4948	5039	75
6069	6069	5291	5069	5039	98	6156	6526	5039	5686	5698	76
6291	6526	5156	5291	5469	99	6985	6617	5469	4154	5081	77
7156	6617	5985	5156	5081	100	6010	6375	5081	5364	5506	78
6985	6154	5010	5985	5506	101	6950	6928	5506	5846	5069	79

7010	6364	5950	5010	5069	102	6039	6077	6069	4454	5526	80
6950	6364	5039	5950	5526	103	6698	6948	6526	5069	5617	81
						6081	6686	6617	4291	5375	82

6. الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات :

1- ان التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية وفق اسلوب بوكس-جينكنز اسلوب علمي لا يقل اهميتاً من بقية الاساليب الاحصائية الخاصة بحساب التنبؤ .

2- اظهرت نتائج البحث ان استهلاك الماء في حالة تزايد وهذا ظهر جليا في السنوات 2019 و2020

التوصيات:

1- نوصي بان تأخذ الحكومة المحلية بمحافظة ذي قار هذا النتائج على محمل الجد وان تبحث عن وسائل لترشيد استهلاك الماء وبناء سدود لسد احتياجات المحافظة من الماء .

2- نوصي بأجراء دراسة شاملة لكافة محافظات العراق للوقوف على واقع استهلاك الماء فيها ومحاولة ايجاد الحلول الصحيحة لحل مشكله تزايد الطلب .

7. المصادر العربية

1. حامد، جمال. (2003). " اساليب التنبؤ"، المعهد العربي للتخطيط، العدد الرابع عشر، شباط، السنة الثانية، الصفاة، الكويت.

2. عبد، صلاح حمزة وحسن، اياد جواد (2003). "استخدام المحاكاة للتحري عن حصانة معيار اكيابي لتقدير درجة عملية الانحدار الذاتي"، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، العدد (5) المجلد(1)، ص ص 216-239.

3. الطائي، فارس غانم احمد. (2003). "دراسة مقارنة بين طرائق بوكس و جينكنز وطريقة التنقية المعدلة في التكهن"، اطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.

المصادر الاجنبية

1. Chatfield, C.(1980).“The Analysis of Time Series: An Introduction”
Bath University, 2nd ed., UK.
2. Gilchrist, W. (1976). “Statistical Forecasting”, Department of
Mathematics and Statistics Sheffield City Polytechnic, John Wiley&Sons,
UK.
3. Hamilton, J. D. (1994). “Time Series Analysis”, Princeton University
Press, New Jersey.

4. Lin, Feng; Yu, Xing Huo; Gregor, Shirely and Irons, Richard. (1995).
“**Time Series Forecasting with Neural Networks**”, Complexity
International, Volume 02, ISSN 1320-0682, Australia.
Pin, N. (2003). “**Business Statistics**”, A First Course, 3rded.,Chapter 12, Prentice-hall