

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/326395831>

علي إنتاج مصنع (ARIMA) تطبيق نماذج الانحدار الذاتي المتكاملة والمتوسطات المتحركة 2013 _ 1993) أسمنت المرقب للفترة الزمنية (Application of Integrated Auto- Regression and Models t...

Article · July 2018

CITATIONS

0

READS

288

3 authors, including:



Salma Omar Bleed
Al-asmarya University

17 PUBLICATIONS 14 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Geometric Process [View project](#)



Mathematics statistics - New Family Distribution [View project](#)

تطبيق نماذج الانحدار الذاتي المتكاملة والمتوسطات المتحركة (ARIMA) علي إنتاج

مصنع أسمنت المرقب للفترة الزمنية (1993 _ 2013)

Application of Integrated Auto-Regression and Models to Production

Al-Muraqeb Cement Factory for the period (1993-2013)

د. سالمة عمر بلعيد المقرحي
الجامعة الأسمرية- زليتن/ كلية العلوم- قسم الإحصاء

أ.محمود احمد اشتيوي
جامعة المرقب- الخمس/ كلية العلوم- قسم الإحصاء

أ.عبد السلام محمد قنيديلة
الجامعة الأسمرية- زليتن/ كلية العلوم- قسم الإحصاء

المخلص

في هذا البحث تم التعرف وتوضيح مراحل استخدام منهجية بوكس-جينكنز السنوية في التنبؤ علي المستوي النظري والتطبيقي ، وذلك من خلال بناء نموذج السلاسل الزمنية للتنبؤ بإنتاجية العمل السنوية بمصنع إسمنت المرقب. استخدمت البيانات المتمثلة في إنتاجية العمل السنوية بمصنع أسمنت المرقب للفترة الزمنية (1993 - 2013). تم الحصول عليها من إدارة إنتاج الشركة الأهلية للإسمنت حيث تم تحليل البيانات باستخدام السلاسل الزمنية تبعاً لمنهجية بوكس-جينكنز باستخدام البرنامج الإحصائي (MINTAB) حيث تمثلت أهم نتائج البحث في أن السلسلة الزمنية للإنتاج بالمصنع غير ساكنة، وأن النموذج المناسب لتقدير إنتاجية العمل السنوية الخاصة بمصنع أسمنت المرقب هو نموذج ال-ARIMA(1,2,1)، وعليه نوصي الجهات المختصة باستخدام نموذج ARIMA(1,2,1) للتنبؤ بإنتاجية العمل السنوية للسنوات القادمة

Abstract

In this research, the stages of using the BOX-Jenkins annual methodology for prediction at the theoretical and applied levels have been identified and explained by constructing the time series model for forecasting the annual productivity of the cement factory. The data used in the annual work productivity of the cement factory for the period (1993-2013) were obtained from the production department of the National Cement Company. The data were analyzed using the time series according to the Box-Jenkins method by the MINTAB program. The most important results of the research are that the time series of production in the factory is not static. The appropriate model for estimating the annual work productivity of the cement factory is ARIMA (1,2,1). Therefore we recommend that the competent authorities use the ARIMA model (1,2,1) to predict labor productivity Annual sessions for the coming years.

1- المقدمة

يعتمد كل من التخطيط الاقتصادي والإداري على دراسة توقعات المستقبل، لذا اهتمت كثير من الدراسات و لا سيما الاقتصادية و الاجتماعية 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 على ضوء ما حدث لها بالماضي، مثل هذه الدراسة يطلق عليها دراسة السلسلة الزمنية يعني تحليلها إلى عواملها المؤثرة المتمثلة في الاتجاه العام، التغيرات الموسمية، التغيرات الدورية، التغيرات العرضية.

قام الكثير من الباحثين الإحصائيين بدراسة وتحليل ومعالجة نماذج السلاسل الزمنية، منهم الباحثان بوكس وجينكنز حيث قدما دراسة موسعة وتفصيلية لنماذج السلاسل الزمنية اللاموسمية والموسمية ومراحل بناء هذه النماذج^[3].

سيتم في هذا البحث تطبيق نموذج من نماذج بوكس-جينكنز لغرض التنبؤ بإنتاجية العمل السنوية الخاصة بمصنع إسمنت المرقب للفترة (1993- 2013). قسم البحث إلى جزئين، الأول يتناول الأسس النظرية لنماذج بوكس-جينكنز ومراحل بناء النموذج، في حين يتناول الجزء الثاني الجزء التطبيقي و الذي يتناول بناء النموذج على ضوء البيانات الخاصة بإنتاجية العمل السنوية بمصنع أسمنت المرقب واستخدامه في التنبؤ.

2 - الأسس النظرية لنماذج بوكس-جينكنز

من المعروف أن السلسلة الزمنية عبارة عن مجموعة من القيم المشاهدة لظاهرة معينة في فترات زمنية متساوية ولمدة من الزمن. تعتبر السلسلة الزمنية ساكنة من الدرجة الثانية إذا كان لها وسط حسابي ثابت تتجمع حوله البيانات أي خالية من تأثير الاتجاه العام ومن التأثيرات الموسمية، وللسلسلة الزمنية الساكنة وسط حسابي ثابت وتباين وتغاير مشترك ثابتان بمعنى أن:

$$\mu = E(X_t)$$

$$\sigma_x^2 = \text{Var}(X_t) = E(X_t - \mu)^2$$

$$\gamma_k = \text{Cov}(X_t, X_{t+k}) = E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu), \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

فإذا كانت X_1, X_2, \dots, X_n هي قيم ملاحظة من السلسلة الزمنية $\{X_t\}$ وكانت \bar{x}, s_x^2, C_k تقديرات للمعلمات $\mu, \sigma_x^2, \gamma_k$ على التوالي فإن:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n X_t$$

$$s_X^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2$$

$$C_k = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)$$

ويمكن تمييز السلاسل الزمنية الساكنة عن السلاسل الزمنية الغير ساكنة من خلال قيم معاملات الارتباط الذاتي حيث تقترب قيمه من الصفر بعد الفترة الثانية أو الثالثة بالنسبة للسلسلة الساكنة في حين السلسلة غير الساكنة لها فروق معنوية تقترب من الصفر بعد الفترة السابعة أو الثامنة [5].

تعتبر السلسلة الزمنية سلسله موسمية إذا كانت تعيد نفسها كل فترة زمنية ثابتة أي أن:

$$X_t = X_t + S$$

حيث تمثل S طول الموسم. ويمكن معرفتها وتمييزها من خلال قيم معاملات الارتباط الذاتي التي تكون موجبة وأكبر ما يمكن وتختلف معنوياً عن الصفر عند الفترات الزمنية $S, 2S, 3S, \dots$.
يقيس معامل الارتباط الذاتي قوة الارتباط بين قيم الظاهرة $\{X_t\}$ في فترات زمنية مختلفة، ويعرف كالاتي:

$$\rho_k = \frac{Cov(X_t, X_{t+k})}{\sqrt{Var(X_t) \cdot Var(X_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}, \quad k = 1, 2, \dots, \frac{N}{4}$$

حيث إن التباين للسلسلة الزمنية الساكنة ثابت ومتساوٍ لكل الفترات الزمنية المختلفة ويقدر كالاتي:

$$r_k = \frac{C_k}{C_0}$$

1-2 نماذج بوكس-جينكنز

تعتبر نماذج بوكس-جينكنز من الأساليب الإحصائية المهمة لتحليل السلسلة الزمنية، حيث تستخدم هذه النماذج لتمثيل سلسلة زمنية لظاهرة معينة و التنبؤ بقيمها في المستقبل. ولهذه النماذج تطبيقات كثيرة و خاصة في المجالات الاقتصادية، و الأرصاد الجوية. هناك نوعان من هذه النماذج، النماذج اللاموسمية والنماذج الموسمية والتي يمكن تعريفها كالاتي:

1-1-2 النماذج اللاموسمية

تستخدم لتمثيل نوعين من السلاسل: الساكنة و غير الساكنة ومن هذه النماذج [6]:

(a) : نموذج الانحدار الذاتي (AR) والذي يعرف كالاتي:

$$X_t = \mu + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + Z_t$$

حيث أن معالم النموذج و $\mu, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ متغيرات عشوائية غير مرتبطة مع بعضها (white noise) بوسط حسابي صفر وتباين σ_Z^2 أي أن:

$$E(Z_t) = 0$$

$$E(Z_t Z_{t+k}) = \begin{cases} 0 & k \neq 0 \\ \sigma_Z^2 & k = 0 \end{cases}$$

ويرمز لهذا النموذج بـ $AR(p)$ حيث p تمثل درجة النموذج.

(b) : نموذج المتوسطات المتحركة (MA) وصيغته كالتالي:

$$X_t = \mu + Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_2 Z_{t-2} - \dots - \phi_q Z_{t-q}$$

ويرمز لهذا النموذج بـ $MA(q)$ حيث q تمثل درجة النموذج، $\mu, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ معالم النموذج.

(c) : نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة (ARIMA) يعرف كالتالي:

$$X_t = \mu + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_2 Z_{t-2} - \dots - \phi_q Z_{t-q}$$

ويرمز لهذا النموذج بالرمز $ARMA(p, q)$ حيث q, p تمثلان درجات النموذج. وإذا كانت

السلسلة غير ساكنة فيمكن تحويلها إلى ساكنة وذلك بأخذ الفروق المناسبة فمثلاً الفرق الأول يكون وفقاً للمعادلة الآتية:

$$W_t = X_t - X_{t-1}$$

ثم تمثل بنفس النماذج السابقة ولكن تضاف فقط كلمة متكاملة integrated إلى اسم النموذج للدلالة على أن هذا النموذج استخدم لتمثيل سلسلة زمنية غير ساكنة ويعرف هذا النموذج بنموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية و يرمز لهذا النموذج بـ $ARIMA(p, d, q)$. حيث أن: p درجة الانحدار الذاتي، q درجة المتوسط المتحرك، d درجة الفروق

2-2-2 النماذج الموسمية

تستخدم لتمثيل السلاسل الزمنية الموسمية ومن هذه النماذج [6]:

1- نموذج الانحدار الذاتي الموسمي: ويكتب بالشكل الآتي:

$$X_t = \mu + \theta_S X_{t-S} + \theta_{2S} X_{t-2S} + \dots + \theta_{PS} X_{t-PS} + Z_t \quad \dots\dots(10)$$

ويرمز لهذا النموذج بـ $SAR(P)$ حيث P تمثل درجة النموذج.

2- نموذج المتوسطات المتحركة الموسمي: وصيغته هي:

$$X_t = \mu + Z_t - \phi_S Z_{t-S} - \phi_{2S} Z_{t-2S} - \dots - \phi_{QS} Z_{t-QS}$$

ويرمز لهذا النموذج بـ $SMA(Q)$ حيث Q تمثل درجة النموذج.

3- نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة الموسمي: ويكتب كالتالي:

$$X_t = \mu + \theta_S X_{t-S} + \theta_{2S} X_{t-2S} + \dots + \theta_{PS} X_{t-PS} + Z_t - \phi_S Z_{t-S} - \phi_{2S} Z_{t-2S} - \dots - \phi_{QS} Z_{t-QS} \quad \dots\dots(12)$$

ويرمز لهذا النموذج بـ $SARMA(P, Q)$ حيث P, Q تمثلان درجة النموذج.

أما إذا كانت السلاسل الموسمية غير ساكنة فتحول إلى ساكنة عن طريق أخذ الفرق الموسمي وفق المعادلة الآتية:

$$W_t = X_t - X_{t-s}$$

ثم تمثل بنفس النماذج السابقة ولكن تضاف فقط كلمة متكاملة إلى اسم النموذج للدلالة على أن هذا النموذج استخدم لتمثيل سلسلة زمنية غير ساكنة.

4- النموذج الموسمي المضاعف: هو خليط من النماذج اللاموسمية والموسمية ويكتب بالشكل الآتي:

$$\theta_p(B)\theta_p(B^S)\nabla^d\nabla^D X_t = \phi_q(B)\phi_q(B^S)Z_t$$

حيث أن: p درجة الانحدار الذاتي الاعتيادي، P درجة الانحدار الذاتي الموسمي
 q درجة المتوسط المتحرك الاعتيادي، Q درجة المتوسط المتحرك الموسمي، D درجة الفروق الاعتيادية، D درجة الفروق الموسمية، S طول فترة الموسم. ويرمز للنموذج أعلاه بالرمز $.ARIMA(p,q,d)\times(P,Q,D)_s$

3-2-2 مراحل بناء النموذج

هناك أربع مراحل لبناء نموذج لتمثيل سلسلة زمنية ساكنة نبينها كالآتي :

المرحلة الأولى: يتم تشخيص النموذج وتحديد درجة النموذج من خلال دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي، ويحتوي الجدول (1) على ملخص للأنماط المختلفة لدالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي للنماذج غير الموسمية الساكنة المختلفة.

جدول 1: تشخيص رتب نماذج ^[2] ARIMA

النموذج	دالة الارتباط الذاتي ACF	دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF
AR(1)	تتنازل هندسيا /ابتداء من P_1	صفيرية بعد P_{kk1}
AR(2)	تتنازل هندسيا /ابتداء من P_2	صفيرية بعد P_{kk2}
AR(p)	تتنازل هندسيا /ابتداء من P_p	صفيرية بعد P_{kkp}
MA(1)	صفيرية بعد P_1	تتنازل بعد P_{kk1}
MA(2)	صفيرية بعد P_2	تتنازل بعد P_{kk2}
MA(q)	صفيرية بعد P_q	تتنازل بعد P_{kkq}
ARMA(p,q)	تتنازل هندسيا /ابتداء من P_1	تتنازل بعد P_{kk1}
ARIMA(p,d,q)	تتنازل هندسيا /ابتداء من P_p	صفيرية بعد P_{kkp}

حيث أن P_k : معامل دالة الارتباط الذاتي، P_{kk} معامل دالة الارتباط الذاتي الجزئي.

المرحلة الثانية: بعد أن يحدد النموذج وتحدد درجة النموذج يتم تقدير معالمه، وهناك عدة طرق تستخدم في التقدير من أهمها طريقة الدالة الأرجحية العظمى. حيث استخدمت هذه الطريقة لتقدير معالم النموذج المختلط ARMA و تعرف الدالة التجميعية بثبات البيانات هي:

$$L(\theta, \phi, \sigma_z^2 | X_t) = (2\pi)^{-\frac{N}{2}} (\sigma_z^2)^{-\frac{N}{2}} \text{Exp} \left[-\frac{1}{2\sigma_z^2} S(\theta, \phi) \right]$$

حيث أن $S(\theta, \phi)$ تمثل مجموع مربعات الأخطاء أي:

$$S(\theta, \phi) = \sum_{t=1}^N \hat{Z}_t^2(\theta, \phi)$$

$$\text{Ln}L(\theta, \phi, \sigma_z^2) = -\frac{N}{2} \text{Ln}(2\pi\sigma_z^2) - \frac{S(\theta, \phi)}{2\sigma_z^2} \quad (1)$$

وبأخذ التفاضل الجزئي للدالة رقم (1) بالنسبة للمعالم σ_z^2, θ, ϕ ومساواة التفاضلات بالصفر نحصل على تقديرات الاحتمال الأعظم $\hat{\sigma}_z^2, \hat{\theta}, \hat{\phi}$ على التوالي.

المرحلة الثالثة: قبل استخدام النموذج لحساب التنبؤات المستقبلية يجب اختباره للتأكد من صحته وكفاءته ويتم ذلك باستخدام معاملات الارتباط الذاتي للبواقي حيث:

$$r_k(\hat{Z}_t) = \frac{\sum_{t=1}^N \hat{Z}_t \hat{Z}_{t+k}}{\sum_{t=1}^N \hat{Z}_t^2}$$

وقد أثبت كل من *Box* و *Pierce*^[8] سنة (1970) أن معاملات الارتباط الذاتي للبواقي تتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط صفر وتباين $\frac{1}{N}$ حيث n تمثل حجم العينة، وعليه فإن:

$$Q = N \sum_{t=1}^m r_k^2(\hat{Z}_t)$$

تتوزع توزيع χ^2 بدرجة حرية $(m-p-q)$ حيث تمثل m أكبر عدد لمعاملات الارتباط الذاتي، فإذا كانت قيمة Q المحسوبة أقل من χ^2 الجدولية فهذا يشير إلى كفاءة وملائمة النموذج للبيانات.

المرحلة الرابعة: بعد تحديد رتب النموذج (p, d, q) وتقديره وتحديد النموذج الملائم يتم استخدامه في التنبؤ، وذلك بإحلال القيم الحالية والماضية للمتغير التابع X_t والبواقي e_t كقيم تقديرية لحد الخطأ للحصول على القيم المستقبلية الأولى المتنبأ بها X_{t+1} وهو ما يسمى بالتنبؤ لفترة مستقبلية واحدة. كما يمكن الحصول على القيمة المستقبلية الثانية X_{t+2} بإحلال القيمة المستقبلية الأولى X_{t+1} التي تم التوصل إليها في الخطوة الأولى للتنبؤ في معادلة التنبؤ مع افتراض حد الخطأ خارج العينة للدالة يساوي صفر وهكذا حتى نصل إلى الفترة المطلوبة^[7].

3- الجانب التطبيقي

في هذا الجانب تم أخذ البيانات الخاصة بكمية إنتاج الإسمنت بمصنع المرقب للفترة (1993-2013) من إدارة الإنتاج في الشركة الأهلية للإسمنت، والبيانات مبينة في الجدول الآتي:

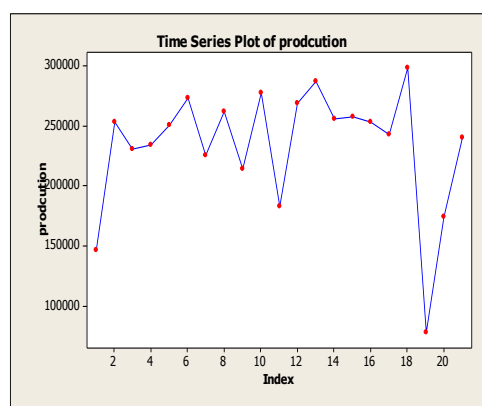
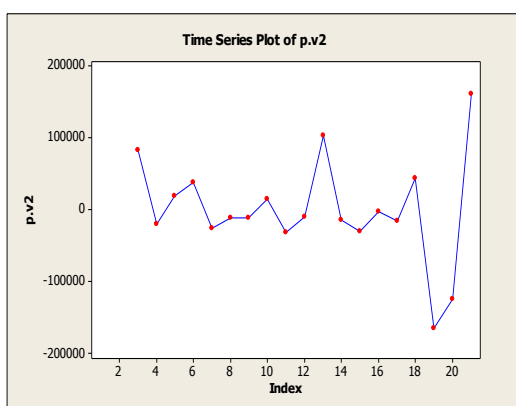
جدول 2: كمية إنتاج الإسمنت لمصنع إسمنت المرقب خلال الفترة 1993-2013

السنوات	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
كمية الإنتاج بالطن	146740	253466	230744	234393	250857	273290	225177
السنوات	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
كمية الإنتاج بالطن	262134	214042	277563	182634	268742	286850	255608
السنوات	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
كمية الإنتاج بالطن	257773	253351	242937	298015	78193	174501	240477

المصدر: إدارة الإنتاج في الشركة الأهلية للإسمنت

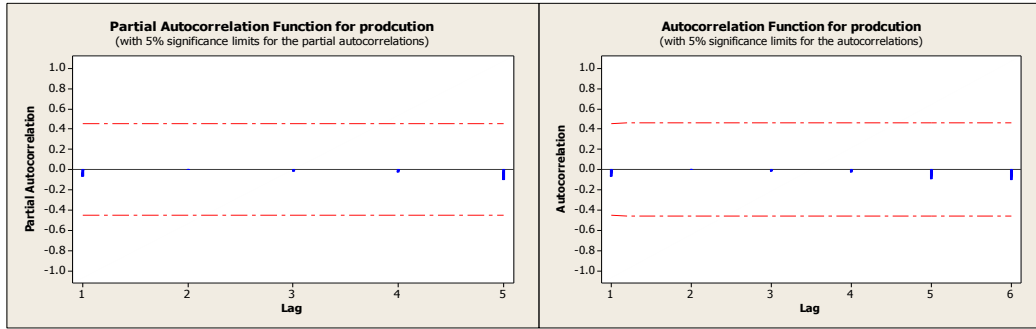
3-1 دراسة استقرارية السلسلة الزمنية

تم التأكد من سكون السلسلة الزمنية لبيانات الجدول رقم (2) وذلك من خلال الرسم البياني المبين في شكل (1)، يتضح من الشكل أن السلسلة الزمنية لإنتاج الإسمنت في مصنع إسمنت المرقب لها اتجاه عام يميل للسلبية، مما يعني أن السلسلة الزمنية غير ساكنة، ولجعل السلسلة ساكنة تم أخذ الفروق للسلسلة الزمنية، وقد تبين أن السلسلة تكون ساكنة (مستقرة) وذلك بعد أخذ الفروق الثانية، والشكل البياني رقم (2) يبين ذلك.



شكل 1: التمثيل البياني للسلسلة الزمنية لإنتاج الإسمنت
شكل 2: التمثيل البياني للسلسلة بعد أخذ الفروق من الدرجة الثانية

يتضح من الشكل (2)، أن السلسلة مستقرة وذلك لعدم وجود مركبة الاتجاه العام و كذلك المركبة الموسمية إلا أن اختبار استقرارية السلسلة باستخدام دالة الارتباط الذاتي والجزئي للسلسلة الزمنية خطوة لا بد من إجراءها.



شكل 3: دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية لبيانات الدراسة شكل 4: دالة الارتباط الجزئي للسلسلة الزمنية لبيانات الدراسة

و من الشكل (3)، يتبين أن المعاملات في دالة الارتباط بداية من المعامل الأول تتذبذب حول الصفر إي أنها تساوي معنويا الصفر، في حين يبين الشكل رقم (4) أن معاملات دالة الارتباط الجزئي كذلك تتذبذب حول الصفر بداية من المعامل الأول وهذا دليل على استقرار السلسلة لبيانات الدراسة.

2-3 كيفية التعرف على النموذج المناسب واختباره

التعرف على أي نموذج وفقاً لمنهجية بوكس جينكينز يعني تحديد الرتب p, q للنماذج AR, MA على الترتيب وذلك بالاعتماد على شكل دالة الارتباط الذاتي و شكل دالة الارتباط الجزئي كما هو مبين في الشكل (3) والشكل رقم (4). عند ملاحظة شكل دالة الارتباط الذاتي و دالة الارتباط الجزئي للسلسلة المعدلة بالفروق من الدرجة الثانية نجد أنها تساوي معنويا الصفر من المعامل الأول وبما أننا قمنا بأخذ الفروق من الدرجة الثانية لضمان استقراره السلسلة فإن النموذج المناسب لبيانات الدراسة هو $ARIMA(1,2,1)$.

3-3 تقدير معالم النموذج

تم في هذه المرحلة تقدير معالم النموذج المبدئي الذي تم اختياره وهو نموذج $ARIMA(1,2,1)$ باستخدام برنامج *Minitab* لبيانات الدراسة، و الجدول رقم (3) يلخص النتائج المتحصل عليها.

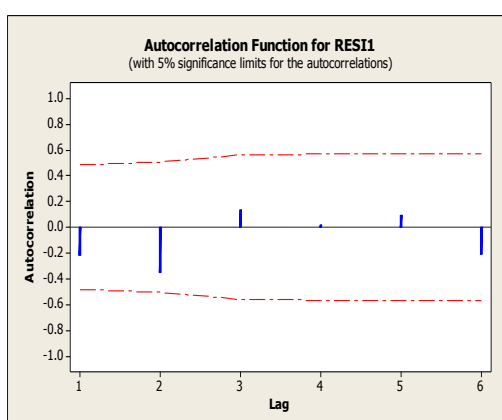
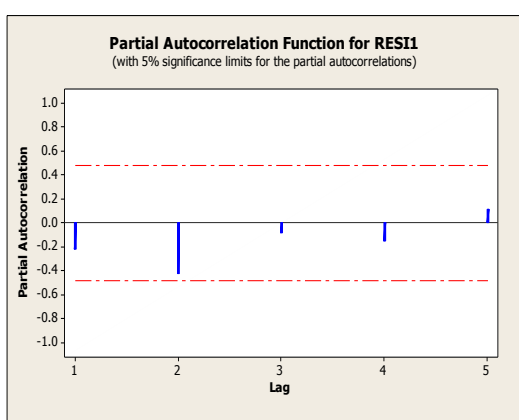
جدول 3 : تقدير معالم نموذج الـ $ARIMA(1,2,1)$

Type	Estimate	SE	T	P-value
AR (1)	-0.5607	0.2269	-2.47	0.025
MA (1)	0.8956	0.2764	3.24	0.005
Constant	-1668	2617	-0.64	0.533

نلاحظ من النتائج أعلاه أن معالمة الانحدار الذاتي ($\theta_1 = -0.5607$) ومعلمة المتوسطات المتحركة MA ($\phi_1 = 0.8956$) تختلفاً معنوياً عن الصفر، وهذا يشير إلى أن نموذج الانحدار الذاتي $AR(1)$ ونموذج المتوسطات المتحركة $MA(1)$ ذو دلالة معنوية من الناحية الإحصائية. أي أن النموذج المقترح هو:

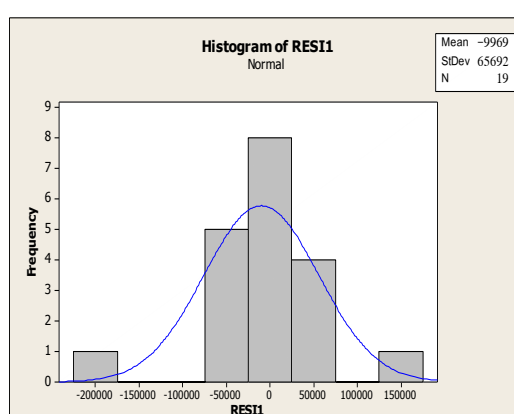
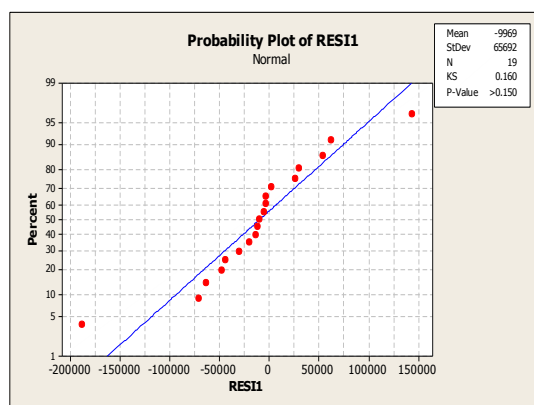
$$X_t = -1668 - 0.5607X_{t-1} + 0.8956Z_{t-1} + e_t$$

ولغرض التأكد من معنوية النموذج وملائمته وكفاءته للتنبؤ تم رسم دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي، والمدرج التكراري، والاحتمال الطبيعي لبواقي النموذج وذلك كما مبين بالأشكال التالية:



شكل 6 : دالة الارتباط الجزئي لسلسلة البواقي

شكل 5 : دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي



شكل 8 : الاحتمال الطبيعي لسلسلة البواقي

شكل 7: المدرج التكراري لسلسلة البواقي للنموذج المقدر

نلاحظ من الشكل رقم (5) و الشكل رقم (6)، أن جميع المعاملات تقع ضمن حدود الثقة وهذا يدل على أن سلسلة البواقي عشوائية أي أنها مستقلة، إضافة إلى ذلك عند رسم المدرج التكراري لبواقي

النموذج الموضح بالشكل (7) نلاحظ أنه متناظر وله شكل التوزيع الطبيعي. في حين بين الشكل رقم (8) الاحتمال الطبيعي لسلسلة البواقي باستخدام اختبار كلو مجروف – سيمنروف، أن قيمة p -value > 0.150 أكبر من مستوى المعنوية 5% وبالتالي فإن البواقي تتوزع توزيعاً طبيعياً .

4-3 اختبار معنوية الارتباطات الذاتية للسلسلة الزمنية

تم استخدام اختبار (Ljung-Box) للتأكد من معنوية الارتباطات الذاتية لبيانات الدراسة ، والنتائج مبينة بالجدول رقم (4).

جدول 4: نتائج اختبار (Ljung-Box)

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	10.0	*	*	*
DF	9	*	*	*
P-Value	0.348	*	*	*

نلاحظ من نتائج اختبار (Ljung-Box) أن قيمة p -value أكبر من 5% هذا يشير إلى عدم معنوية دوال الارتباط إي أن الاختبار يعزز اختبار استقلالية البواقي .

4 - التنبؤ

باستخدام النموذج $ARIMA(1,2,1)$ لبيانات الدراسة ثم التنبؤ بكميات الإنتاج من مادة الإسمنت بمصنع المرقب لست سنوات قادمة كما في الجدول رقم (5).

جدول 5: التنبؤ بكميات الإنتاج من مادة الإسمنت بمصنع المرقب

السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023
كمية الإنتاج	166016	155634	140683	126626	110399	93721

نلاحظ من الجدول أعلاه أن كميات الإنتاج تقل مع ازدياد السنوات ويعزو ذلك إلى عدم استقراره الأوضاع الاقتصادية والسياسية للبلاد الذي سيؤثر على الإنتاج المستقبلي للمصنع.

5- النتائج والتوصيات:

من خلال الدراسة التطبيقية لتحليل السلاسل الزمنية وباستخدام نماذج بوكس - جينكنز بغرض التنبؤ بكميات الإنتاج في مصنع الإسمنت المرقب توصلنا إلى الآتي:

- 1- سلسلة الإنتاج في مصنع المرقب للإسمنت للفترة الزمنية (1993-2013) سلسلة زمنية غير مستقرة وبالتالي تم اخذ الفروق من الدرجة الثانية للسلسلة بهدف تحقيق الإستقرارية.
- 2- من خلال سلوك معاملات الارتباط الذاتي والجزئي امكن تحديد النموذج الملائم لتمثيل السلسلة وهو النموذج $ARIMA(1,2,1)$.
- 3- النموذج الذي تم التوصل اليه يعتبر نموذج كفو و يمكن الاعتماد عليه في التقدير و التنبأ .
- 4- تم التنبأ بكميات الإنتاج لمصنع إسمنت المرقب للفترة الزمنية (2018-2023).
- 5- كميات الإنتاج المتنبأها تقل مع تقدم السنوات وذلك لعدم استقراريه الأوضاع الاقتصادية والسياسية للبلاد.
- 6-

و من خلال ما توصلنا إليه من نتائج نوصي بالنقاط التالية:

- 1- يمكن استخدام النماذج التي توصل اليها البحث من قبل الجهة المختصة في منطقة البحث.
- 2- نوصي باعتماد النموذج الذي تم التوصل اليه في طريقة بوكس - جينكنز بغية الاستفادة منه في التخطيط والتنبؤ للفترات القادمة.
- 3- من المهم جدا توفير قواعد بيانات تفصيلية لإنتاج الإسمنت علي أجهزة الكمبيوتر ، ويتم تحديثها باستمرار.
- 4- بما أن البلد في الوقت الحالي بحاجة إلي عملية إعمار واسعة نوصي بزيادة الطاقة الإنتاجية من هذه المادة .

6- المراجع

1. إبراهيم، بسام (2004) . التنبؤ بدرجات الحرارة في ولاية الخرطوم باستخدام نماذج بوكس-جينكنز للسلاسل الزمنية. مجلة السودان للعلوم والثقافة. السودان
2. احمد حسين بتال العاني استخدام نماذج $ARIMA$ في التنبؤ الاقتصادي، مجلة العلوم الإنسانية والاقتصادية جامعة الأنبار، العدد السادس
- 3- Box, G. E. P. and Jenkins, G.M. (1979), "Time Series Analysis, Forecasting and Control", Sanfransiscow, Holden-Day.
- 4- Makridakis, S.; Wheelwright, S. and McGaee, V. (1978), "Forecasting, Methods and Applications", 2nd edition, John Wiley & Sons.
- 5- Nelson, G. R. (1973), "Applied Time Series Analysis For Managerial Forecasting", Holden-Day, Inc.
- 6- Vandaele, W. (1983), "Applied Time Series and Box-Jenkins Models", John Wiley & Sons.
- 7- Box, G. M. P. and Pierce, D. A. (1970), "Distribution of Residual Autocorrelation in Autoregressive Integrated Moving Average Time Series Models", John Wiley & Sons.