

استخدام نماذج بوكس جينكنز للتنبؤ بإنتاج سمنت

العراق وبيان مدى كفايتها في ظل مشاريع الاعمار المستقبلية

م.م. نرجس هادي ارهيف
جامعة بغداد

الخلاصة

تعد صناعة السمنت في العراق من أقدم الصناعات الحديثة وأكثرها تطورا وتقدما ومن اقواها تأثيرا في الاقتصاد القومي. واذ توفر في صناعة السمنت العراقي كافة المستلزمات الناجحة من حيث توفر المواد الأولية والخبرات الفنية والتقنية واسواق ثابتة وراسخة محليا وعالميا فقد كان من المفروض ان يتم التوسع في هذه الصناعة، وان التخطيط لهذه الصناعة امرا ضروريا خاصة وان مادة السمنت هي احدى اهم المواد الرئيسية التي يؤثر توفرها بشكل كبير على انجاز المشاريع العمرانية والاقتصادية ومن هذا المنطلق فقد تم اعداد الدراسات لمستقبل هذه الصناعة من اجل النهوض بها وتطويرها وتوسيعها. وان هدف البحث هو التنبؤ بكميات انتاج السمنت العراقي للمدة المستقبلية (٢٠٠٣ - ٢٠١٣) باستخدام افضل نماذج بوكس جينكنز الملائمة (B-J).

وقد توصل البحث الى جملة من الاستنتاجات وهي: باستخدام طريقة بوكس جينكنز وجد ان السلسلة غير مستقرة وبذلك تم اخذ الفرق الاول بهدف تحقيق الاستقرارية. وكذلك من سلوك معاملات الارتباط الذاتي والجزئي استنتجنا انه امكن تحديد واختيار النموذج الملائم لتمثيل السلسلة، حيث كان النموذج الملائم هو $ARIMA(2, 1, 0)$ وكذلك وجدنا ان الحدود الدنيا للتنبؤ قد تكون سالبة، وهذا مما يدل على انه في حالة الحاجة الماسة الى هذه المادة فإن الانتاج المحلي قد لا يكفي لذلك يلجأ البلد الى سد النقص الحاصل عن طريق الاستيراد.

اما التوصيات فهي: نوصي باعتماد النموذج الذي تم التوصل اليه في طريقة بوكس - جينكنز بغية الاستفادة منها في التخطيط والتنبؤ للفتترات القادمة. وكذلك نوصي الشركة العراقية لانتاج السمنت ان تعتمد على القيم التنبؤية المستخرجة من تطبيق النموذج برسم خططها المستقبلية. وكذلك ان البلد في الوقت الحالي بحاجة الى عملية اعمار واسعة لذلك نوصي بزيادة الطاقة الانتاجية من هذه المادة لغرض سد النقص الحاصل.

١. المقدمة

تعد السلاسل الزمنية من احدى الطرائق الرياضية والاحصائية التي تفسر طبيعة المتغيرات التي تحدث لظاهرة معينة خلال فترة زمنية محددة، واهم ما يميز السلاسل الزمنية عن غيرها من الطرائق الاحصائية هو السلوكية التطبيقية وبناء النماذج ثم التحليل والتنبؤ المستقبلي، ولهذا تستعين غالبية الادارات عند صياغتها لبرامجها التخطيطية بتطبيقات واسعة للسلاسل الزمنية فضلا عن ذلك فان هناك التقنية الحديثة والمتطورة للحاسبات الالكترونية والبرمجيات الجاهزة للسلاسل الزمنية والتي تخطو خطوة واسعة وسريعة في مضمار الزمن.

ومن اهم النماذج التي اسهمت اسهاما فعلا هي تلك التي وضعها بوكس جينكيز **Box - Jenkeins** عام ١٩٧٠ في دراسة النماذج المختلطة (ARMA). ولان صناعة السمنت في العراق من اقدم الصناعات الحديثة واكثرها تطورا وتقدما ومن اقواها تاثيرا في الاقتصاد القومي. واذ توفر في صناعة السمنت العراقي كافة المستلزمات الناجحة من حيث توفر المواد الاولية والخبرات الفنية والتقنية واسواق ثابتة وراسخة محليا وعالميا فقد كان من المفروض ان يتم التوسع في هذه الصناعة، وان التخطيط لهذه الصناعة امرا ضروريا خاصة وان مادة السمنت هي احدى اهم المواد الرئيسية التي يؤثر توفرها بشكل كبير على انجاز المشاريع العمرانية والاقتصادية ومن هذا المنطلق فقد تم اعداد الدراسات لمستقبل هذه الصناعة من اجل النهوض بها وتطويرها وتوسيعها.

٢. هدف البحث

بما ان صناعة السمنت من الصناعات الحيوية المهمة في البناء والاعمار سيما ونحن في مرحلة جديدة لبناء العراق وبحاجة ماسة لهذا الانتاج الوطني ، لذلك هدف البحث الى التنبؤ بكميات انتاج السمنت العراقي للمدة المستقبلية (٢٠٠٣ - ٢٠١٣) باستخدام افضل نماذج بوكس جينكيز الملائمة (B-J)، ومدى كفايتها لمشاريع الاعمار المستقبلية.

٣. الاطار النظري

نتناول في هذا الاطار مجموعة من نماذج (B-J) اللاموسمية التي تستخدم السلاسل الزمنية للتنبؤ للمستقبل وقبل ان ندخل في هذه النماذج سوف نستعرض اولا بعض المفاهيم العامة والتي تفيد في فهم وتطبيق هذه النماذج.

لغرض الوصول الى هدف البحث عولجت البيانات التي تم الحصول عليها باستخدام نماذج بوكس-جينكيز (Box Jenkins) والتي هي احدى الاساليب الاحصائية المهمة لتحليل السلسلة الزمنية ، حيث تستخدم هذه النماذج لتحليل سلسلة زمنية التي تمثل ظاهرة معينة وفي التنبؤ بقيم الظاهرة في المستقبل ولهذه النماذج تطبيقات كثيرة في كافة المجالات ومن اهمها المجالات الاقتصادية والزراعية ولغرض التوضيح نذكر بعض التعاريف المرتبطة بمثل هذا النوع من النماذج.

اولا:- مفاهيم اساسية لنماذج بوكس جينكيز

١. السلسلة الزمنية (Time series):

هي مجموعة من القيم المشاهدة لظاهرة معينة في فترات زمنية متساوية.

٢. الموسمية (The seasonality):

تعد السلسلة الزمنية سلسلة موسمية اذا كانت تعيد نفسها كل فترة زمنية ثابتة.

٣. الاستقرار (Stationary):

تعد السلسلة الزمنية مستقرة اذا كان لها وسط حسابي ثابت تتجمع حوله البيانات ، أي خالية من التأثيرات الموسمية وان يكون لها تباين ثابت.

٤. الارتباط الذاتي (Autocorrelation):

وهو مقياس الارتباط بين قيم ظاهرة معينة في فترات زمنية مختلفة.

ثانيا:- انواع نماذج بوكس-جينكيز

توجد نوعان من نماذج بوكس - جينكيز وهما :

١. النماذج اللاموسمية (The - non Seasonal Models).

٢. النماذج الموسمية (The Seasonal Models).

ثالثاً:- مراحل بناء النموذج

توجد اربع مراحل لغرض بناء نموذج لتمثيل سلسلة زمنية مستقرة وهي:

أ. التشخيص (Identification)

حيث يتم تشخيص النموذج وتحديد درجته من خلال دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي.

ب. التقدير (Estimation)

بعد تحديد النموذج وتحديد درجته يتم تقدير معالمه وتوجد عدة طرائق لتقدير المعالم اهمها طريقة الاحتمال الاعظم.

ج. تدقيق التشخيص (Diagnostic Checking)

قبل استخدام النموذج لحساب التنبؤات المستقبلية يتم اختباره للتأكد من صحته وكفائته ويتم ذلك باستخدام معاملات الارتباط الذاتي للبواقي.

د. التنبؤ (Forecasting)

ان يتم تحديد النموذج وتقدير معالمه واختباره لمعرفة مدى ملائمته لتمثيل السلسلة الزمنية تأتي مرحلة للتنبؤ بقيم الظاهرة في المستقبل.

٤. الاطار التطبيقي

نتطرق في هذا الاطار الى اختيار النموذج الملائم للبيانات موضوعة البحث باستخدام نماذج بوكس-جينكيز. وقد تم الحصول على البيانات من الشركة العامة للسمنت العراقية لانتاج السمنت وكانت تمثل كمية الانتاج السنوي للسمنت للشركة للفترة الزمنية ١٩٥٢ - ٢٠٠٢ ،
(انظر الجدول رقم ١).

جدول رقم (١)
السلسلة الزمنية لانتاج السمنت للمدة الزمنية ١٩٥٢ - ٢٠٠٢

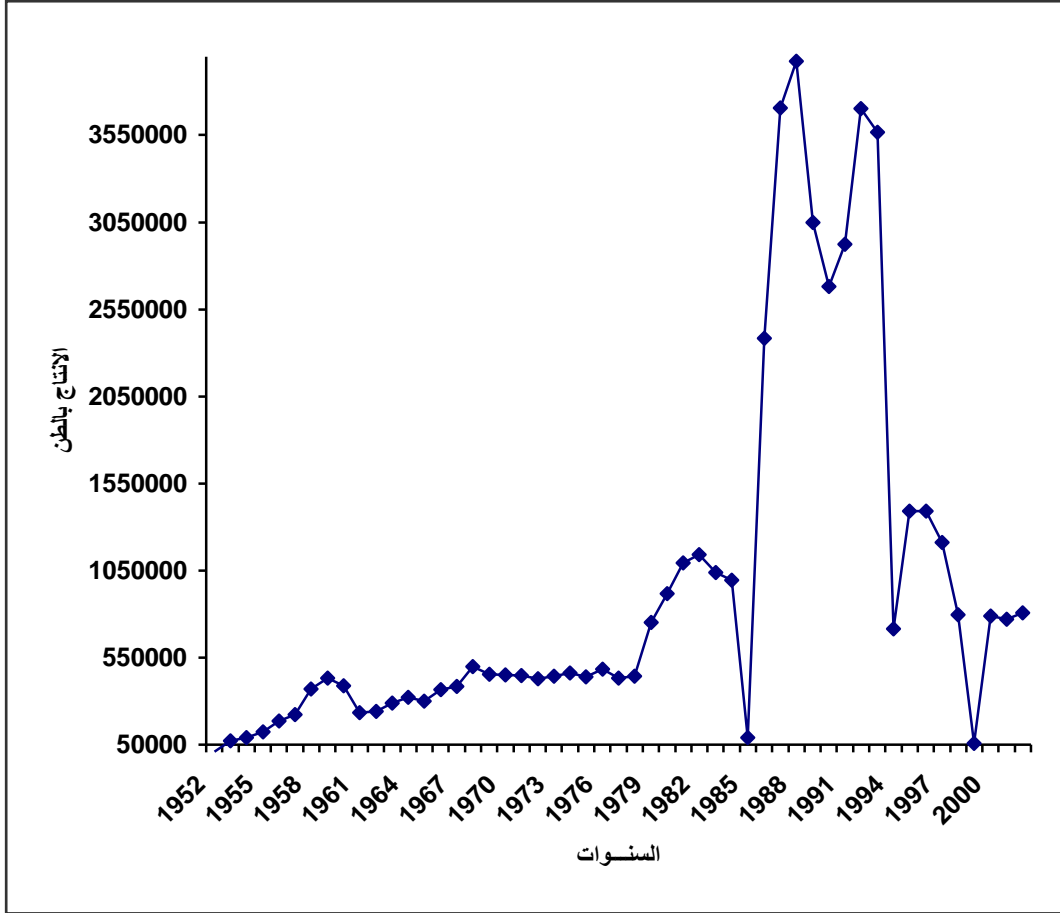
السنة	الانتاج	السنة	الانتاج	السنة	الانتاج
١٩٥٢	١١١٩٢	١٩٧١	٤٤٦٧٣٩	١٩٩٠	٢٦٨٠١١٣
١٩٥٣	٧١٥٧٢	١٩٧٢	٤٢٧٠٢٦	١٩٩١	٢٩٢٤١٥٣
١٩٥٤	٩١٧٥٧	١٩٧٣	٤٤١٨٨٥	١٩٩٢	٣٧٠١٤٦٧
١٩٥٥	١٢٣٤٨٦	١٩٧٤	٤٦٢٧٣٦	١٩٩٣	٣٥٦٥٠٧١
١٩٥٦	١٨٤٦٤٧	١٩٧٥	٤٤٠١٥٢	١٩٩٤	٧١٥٦٨٩
١٩٥٧	٢٢١٦٦١	١٩٧٦	٤٨٥١٠٥	١٩٩٥	١٣٨٩٨٨٤
١٩٥٨	٣٦٩٢٠١	١٩٧٧	٤٣٣٩١٣	١٩٩٦	١٣٩٠٦٣٥
١٩٥٩	٣٤١٣٩٩	١٩٧٨	٤٤٢٩٢٢	١٩٩٧	١٢١٠٣٠٠
١٩٦٠	٣٨٦٩٤٥	١٩٧٩	٧٥٠٦٨٣	١٩٩٨	٧٩٥٦٣٠
١٩٦١	٢٣٢٥٤٣	١٩٨٠	٩١٨٥٨٢	١٩٩٩	٥٨٤٨٧٩
١٩٦٢	٢٤٠٨٨٥	١٩٨١	١٠٩٤٨٤٥	٢٠٠٠	٧٨٨٥٢٢
١٩٦٣	٢٩٠٠١٥	١٩٨٢	١١٣٩٦٤٦	٢٠٠١	٧٧٠٦٢٥
١٩٦٤	٣٢٠٨٩٥	١٩٨٣	١٠٣٨٧٩٠	٢٠٠٢	٨٠٨٠٥٧
١٩٦٥	٣٠١٠١٩	١٩٨٤	٩٩٥٣٦٨		
١٩٦٦	٣٦٦٤٢٧	١٩٨٥	٩١٥٠٤٠		
١٩٦٧	٣٨٤٩٨٨	١٩٨٦	٢٣٨١٤٢٠		
١٩٦٨	٥٠٠٠٢٥	١٩٨٧	٣٧٠٤٨٢٨		
١٩٦٩	٤٥٢٥٦٤	١٩٨٨	٣٩٧٤٧٦١		
١٩٧٠	٤٥١٢٧٣	١٩٨٩	٣٠٤٩٣٥٨		

(أ) - بناء النموذج

سيتم تحليل البيانات باستخدام نماذج بوكس جينكنز وتحليل هذه البيانات تم استخدام الحاسبة الالكترونية في الحصول على نتائج البحث، ان الهدف الرئيس لتحليل السلاسل الزمنية هو بناء افضل نموذج للتنبؤ وتحديد معالمه وتقديرها والتأكد من ملائمة النموذج للبيانات موضوعة البحث، اذ تم في عملية التحليل رسم السلسلة الزمنية الاصلية وامكن من خلال الرسم التعرف بصورة اولية على بعض خصائص السلسلة الزمنية ، حيث اتضح من الرسم ان السلسلة الزمنية غير مستقرة (شكل رقم ١)، ولتحديد صفة الاستقرار في التوسط فإنه بالامكان فحص دالة الارتباط الذاتي (Auto Correlation Function) حيث تكون السلسلة الزمنية مستقرة اذا ما وقعت معاملات الارتباط الذاتي بعد الازاحتين الاولى والثانية ضمن حدود الثقة.

شكل رقم (١)

يوضح الرسم البياني لقيم السلسلة الزمنية الاصلية لانتاج السمنت في العراق للمدة ١٩٥٢ - ٢٠٠٢



$$-1.96 \times \frac{1}{\sqrt{n}} \leq r_k \leq 1.96 \times \frac{1}{\sqrt{n}}$$

حيث ان:

$$\frac{n}{4} \text{ أكبر من } L \text{ على ان لا تكون } k = 0, 1, 2, \dots, L$$

r : معاملات الارتباط

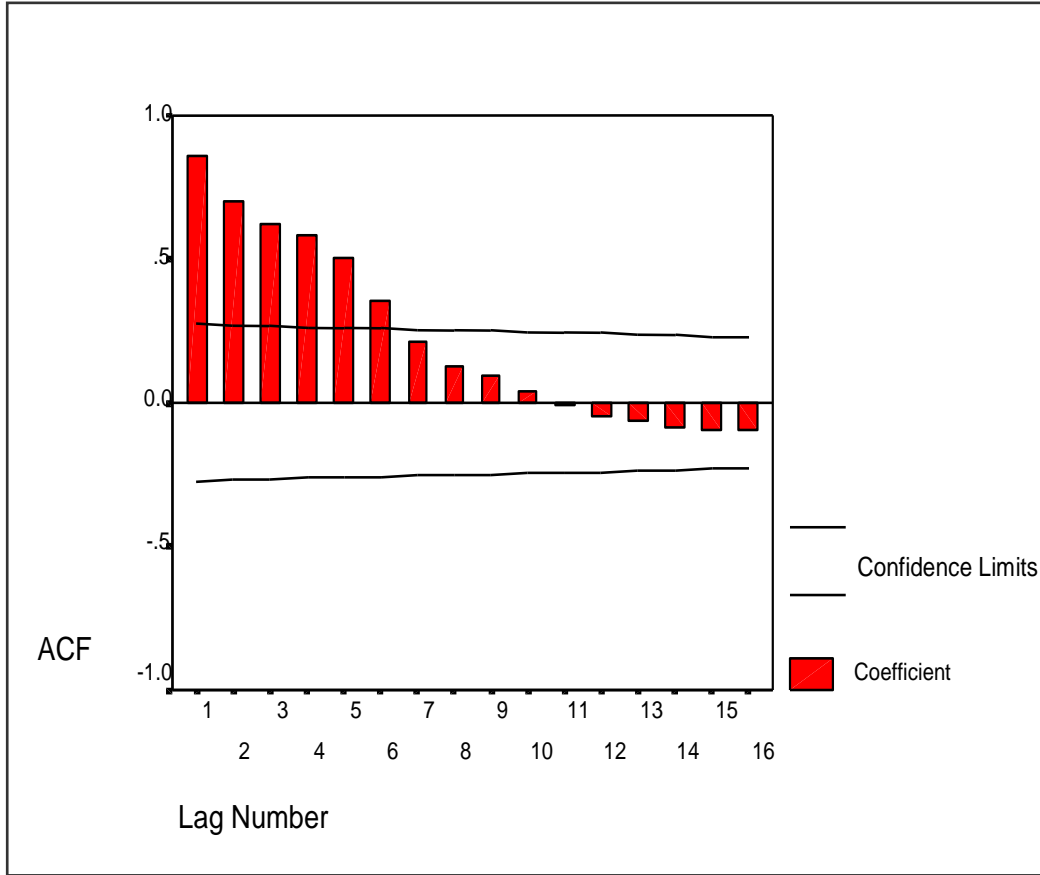
n : عدد المشاهدات

وانها لم تظهر اتجاهها معينا أي ان انتشارها يكون عشوائيا، وبعد رسم معاملات الارتباط الذاتي (الشكل رقم ٢)، تبين ان الاتجاه العام واضح منها ، وانها لا تدخل ضمن حدي الثقة.

$$-0.275 < r_k < 0.275$$

شكل رقم (٢)

دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة انتاج السمنت العراقي

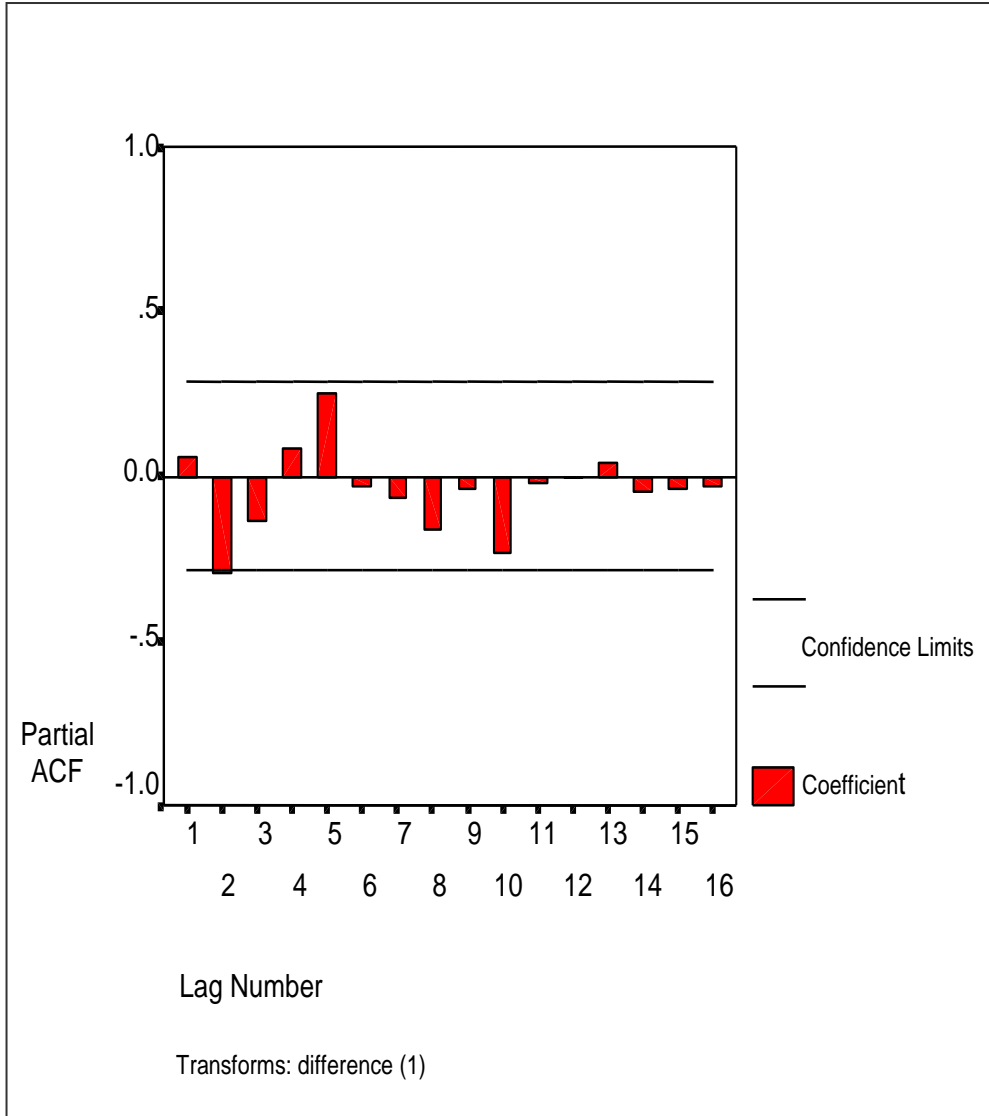


المتوسط وعليه تم رسم السلسلة بعد اخذ الفرق الاول (الشكل رقم ٣) وكذلك تم استخراج معاملات ارتباط الذاتي لها ومن ثم رسمها (الشكل رقم ٤) حيث يلاحظ ان هذه المعاملات تدخل ضمن حدي الثقة.

$$-0.277 < r_k < 0.277$$

بعد الازاحة الاولى وتتوزع بصورة عشوائية مما يدل على ان السلسلة اصبحت مستقرة بعد اخذ الفرق الاول لها.

شكل رقم (٣)
دالة الارتباط الذاتي



(ب)- اختيار النموذج الملائم

بعد الحصول على السلسلة المستقرة يتم تحديد النموذج ودرجته اعتمادا على سلوك دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي.

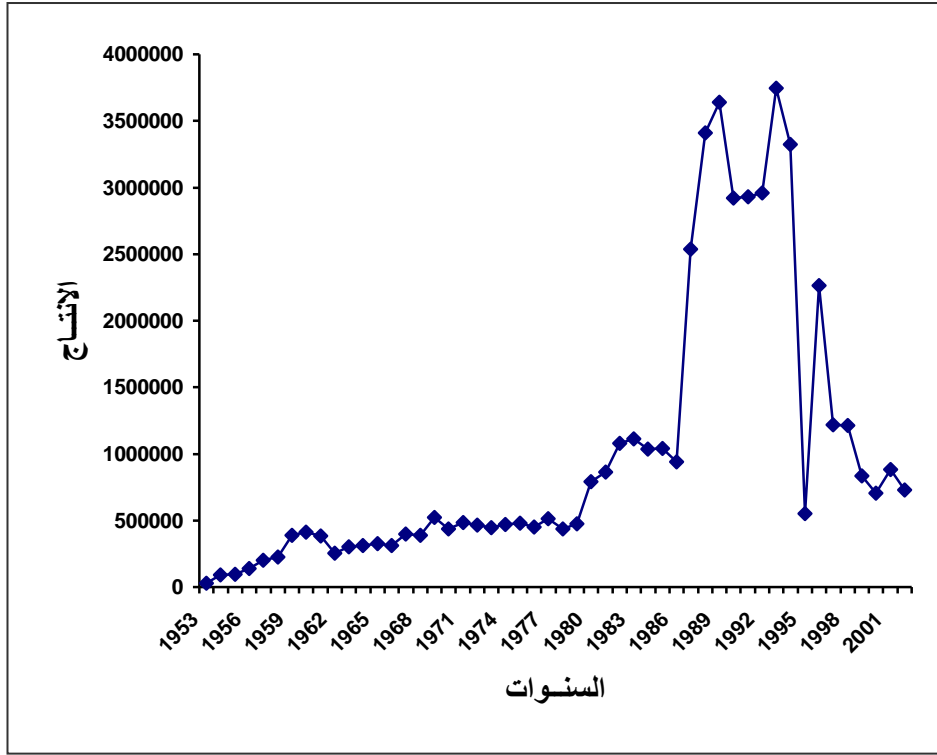
ان المشكل التي قد تظهر اثناء التطبيق هي عدم سلوك هذه المعاملات السلوك النظري الموضح لها للنماذج المختلفة، اذ ان هذه المعاملات قد لا تظهر نموذجا محددًا وتظهر احيانا اخرى اكثر من نموذج للسلسلة الزمنية، حيث تم استخراج معاملات الارتباط الذاتي الجزئي ورسومها (انظر الشكلين ٤ و ٥) لغرض تحديد النموذج الملائم من خلال مطابقة هذه المعاملات مع السلوك النظري الموضح لها. فمن خلال سلوك المعاملات الارتباط الذاتي تبين بأنها تحدد على شكل موجات جيبيية متناقصة مما يشير الى ان النموذج هو نموذج انحدار ذاتي (Auto Regressive Model) في حين ان سلوك معاملات الارتباط الذاتي الجزئي تكون غير واضحة تماما فانها لا تحدد راسيا ولا تشكل موجات جيبيية وبذلك فان هذه السلسلة لا تشير الى وجود نموذج المتوسطات المتحركة (Moving Average Model) ، وبناءا عليه يكون النموذج المحدد وفق سلوك النظري للدالتين هو نموذج انحدار ذاتي نقي (Pure Auto Regressive Model) ، وفي ما يخص تحديد رتبته وان ذلك يتحقق من خلال سلوك دالة الارتباط الذاتي الجزئي حيث تبين وجود قطع لهذه المعاملات بعد الازاحة الثانية (k = 2) مما يشير الى ان النموذج النهائي الذي يتم تحديده هو ARIMA (2, 1, 0) .

وقد اعتمد الباحثون اسلوبا اخر للدقة وهو استخدام معيار متوسط مربعات الخطأ (Mean Square Error MSE) الناتج من استخدام كل نموذج وتقدير المعامل للنماذج المختلفة (الجدول رقم ٢) يبين قيم MSE الناتجة من توفيق عدد من النماذج للسلسلة حيث يلاحظ ان معيار MSE يطرح النموذج ARIMA (2, 1, 0) للسلسلة المدروسة وصيغته هي:

$$X_t = 0.0822 X_{t-1} - 0.28134 X_{t-2} - a_t$$

وللتعرف على خواص النموذج المقترح (الجدول رقم ٣).

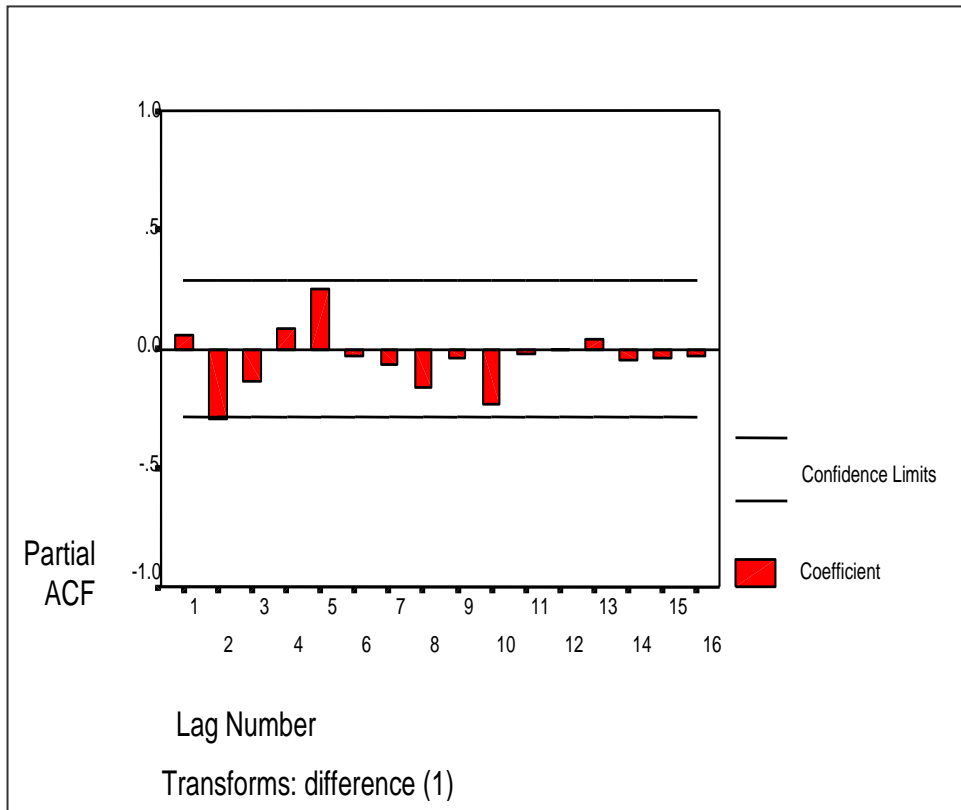
شكل رقم (٤)
السلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الاول



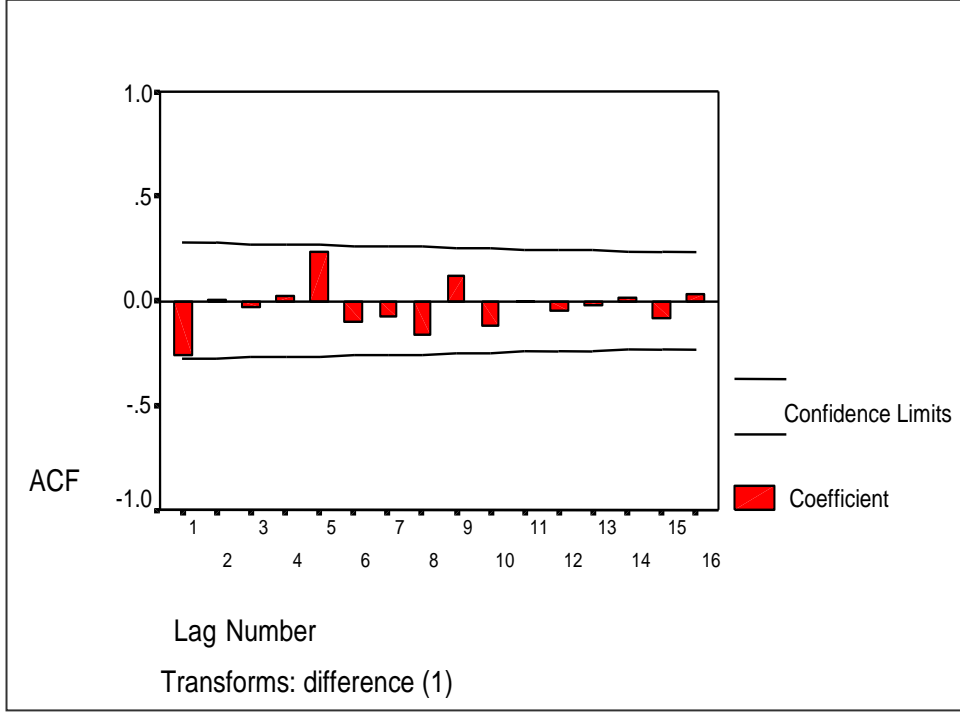
جدول رقم (٢)
النماذج المختططة

النموذج	MSE	الصيغة
ARMA (1, 1, 0)	3.00218 E11	$X_t = 0.06413 X_{t-1} + a_t$
ARMA (0, 1, 1)	2.99023 E11	$X_t = a_t - 0.10135 a_{t-1}$
ARMA (1, 1, 1)	3.03775 E11	$X_t = -0.8555 X_{t-1} + a_t - 0.21589 a_{t-1}$
ARMA (2, 1, 0)	2.81216 E11	$X_t = 0.0822 X_{t-1} - 0.28134 X_{t-2} + a_t$
ARMA (0, 1, 2)	2.87864 E11	$X_t = a_t - 0.026 a_{t-1} + 0.23842 a_{t-2}$
ARMA (2, 1, 1)	2.87233 E11	$X_t = 0.12046 X_{t-1} - 0.32391 X_{t-2} + a_t + 0.07381 a_{t-1}$
ARMA (2, 1, 2)	2.86125 E11	$X_t = 0.17031 X_{t-1} - 0.31479 X_{t-2} + a_t + 0.11456 a_{t-1} + 0.0356 a_{t-2}$
ARMA (3, 1, 0)	2.82401 E11	$X_t = 0.3885 X_{t-1} - 0.26853 X_{t-2} - 0.15395 X_{t-3} + a_t$
ARMA (0, 1, 3)	2.90855 E11	$X_t = a_t - 0.06549 a_{t-1} + 0.19606 a_{t-2} + 0.13473 a_{t-3}$

شكل رقم (٥)
دالة الارتباط الذاتي الجزئي بعد اخذ الفرق الاول



شكل رقم (٦)
دالة ارتباط الذاتي الجزئي بعد اخذ الفرق الاول



جدول رقم (٣)
النموذج ARMA (2, 1, 0)

Parameter	Estimate	Std. error	T - value	P - value
AR(1)	0.08218	0.13851	0.59332	0.55575
AR(2)	-0.28134	0.13852	-2.03111	0.04780
Mean	15624.65871	4482.19240	3.48594	0.00106

Constant 18736.45347

Model fitted to differences of order 1

Estimated white noise variance = 2.81216 E11 with 48 degree of freedom

Estimated white noise standard deviation (std err) = 531240

Chi - square test statistic on first 20 residual auto correlation = 8.85123

With probability of a larger value given white noise = 0.96309

Back forecasting : no Number of iterations performed : 1

(ج) - التحقق من كفاءة النموذج

بعد تحديد النموذج لتمثيل السلسلة ويتم ذلك بالاعتماد على احصاءة χ^2 وتكون صيغتها النظرية هي:

$$Q = (N - d) \sum_{k=1}^n r_k^2$$

حيث ان :

m : عدد معاملات الارتباط الذاتي

d : الفرق المأخوذ للسلسلة

N : عدد المشاهدات

اذ تم استخراج نتائجها من البرامج الاحصائية الجاهزة وكانت (٨.٨٥١٢٣) وتقران مع قيمة

χ^2 الجدولية بدرجة حرية (٢٢، ٢، ٠) ومستوى ثقة (٠.٩٥) تساوي (٣١.٤١) نجد ان قيمة Q

المحسوبة اقل من قيمة χ^2 الجدولية ، ولذلك يكون النموذج ملائم.

وقد تم رسم معاملات الارتباط الذاتي للاخطاء (الشكل ٧ و ٨) وتبين ان جميع هذه المعاملات

تقع ضمن حدي الثقة المذكورين سابقا ، ونتيجة لذلك فإن النموذج ARIMA (2, 1, 0) ملائم للتمثيل.

(د) - التنبؤ وحدود الثقة

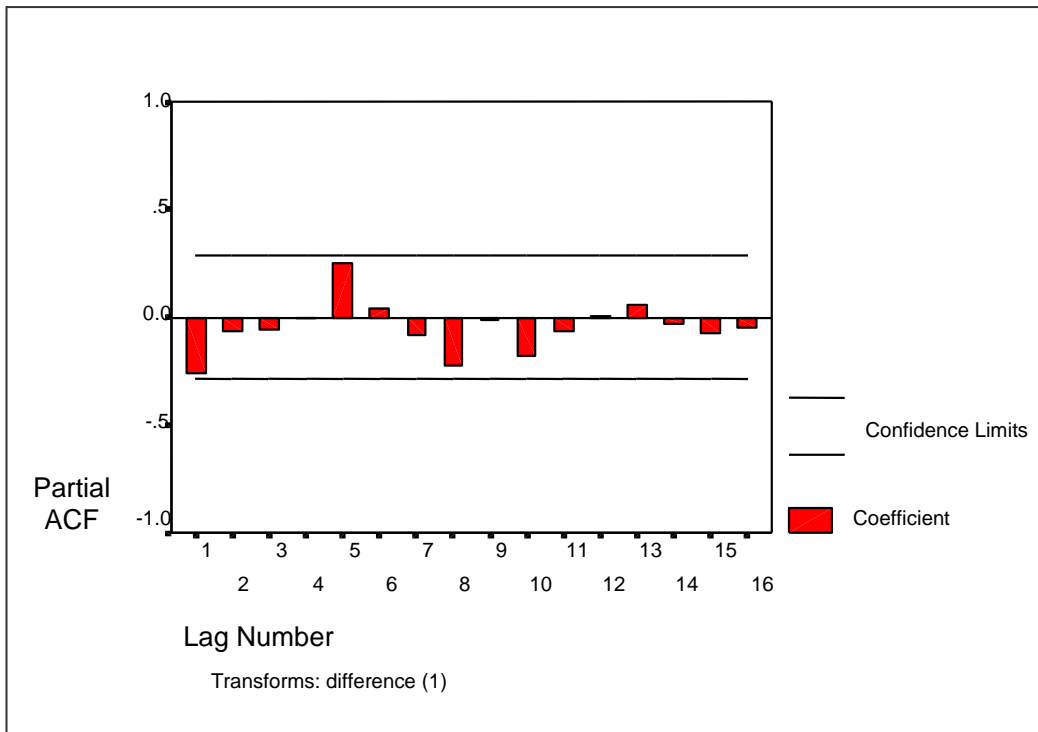
باستخدام النموذج الذي تم تحديده للسلسلة ARIMA (2, 1, 0) امكن التوصل الى الكميات

المتنبأ بها لانتاج السمنت بمستوى ثقة (٠.٩٥) حيث تم استخراج القيم التنبؤية مع حدي الثقة لهما لمدة

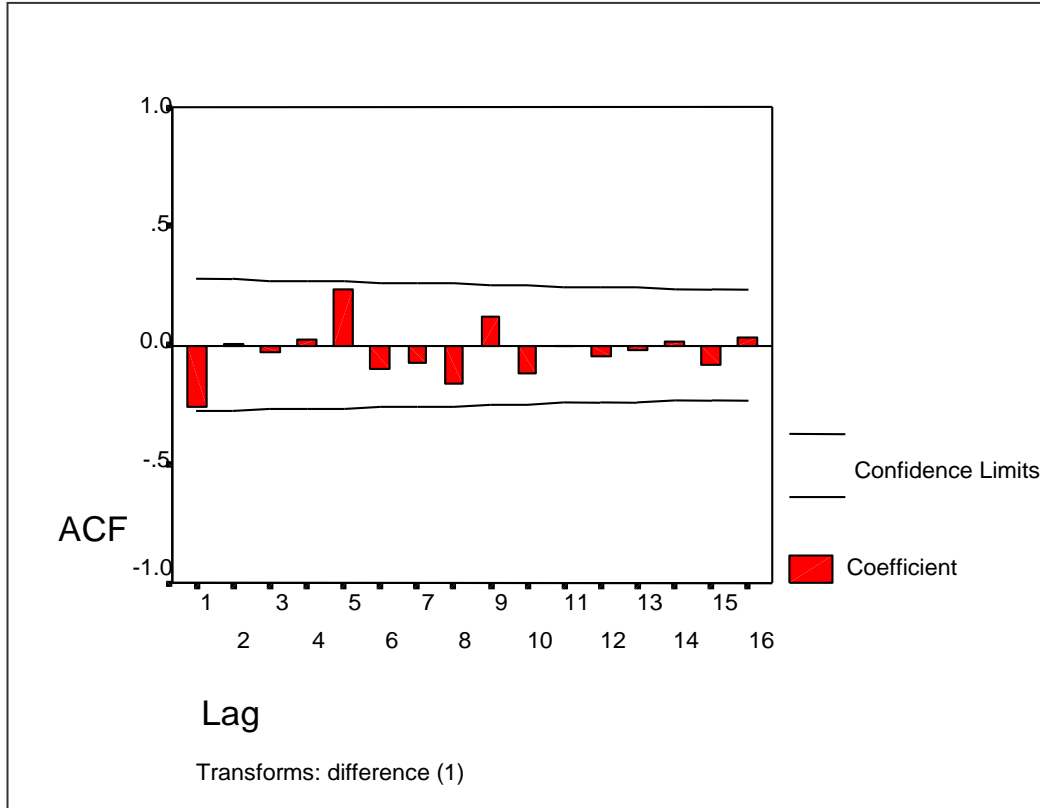
عشر سنوات (الجدول رقم ٤) .

شكل رقم (٧)

دالة الارتباط الذاتي الجزئي للنموذج ARMA (2, 1, 0)



شكل رقم (٨)
دالة الارتباط الذاتي للنموذج ARMA (2, 1, 0)



جدول رقم (٤)
القيم التنبؤية لإنتاج السمنت لمدة عشر سنوات

السنوات	الحد الأدنى	القيم	الحد الأعلى
٢٠٠٣	- 233469	834905	1.90128 E6
٢٠٠٤	- 728900	845316	2.41953 E6
٢٠٠٥	- 937806	857355	2.65252 E6
٢٠٠٦	- 1.09694 E6	874152	2.84524 E6
٢٠٠٧	- 1.27287 E6	890882	3.05463 E6
٢٠٠٨	- 1.4421 E6	906267	3.25464 E6
٢٠٠٩	- 1.59061 E6	921562	3.43373 E6
٢٠١٠	- 1.72625 E6	937226	3.6007 E6
٢٠١١	- 1.85531 E6	952947	3.7612 E6
٢٠١٢	- 1.97812 E6	968568	3.91525 E6

٥- الاستنتاجات والتوصيات

١. باستخدام طريقة بوكس جينكنز وجد ان السلسلة غير مستقرة وبذلك تم اخذ الفرق الاول بهدف تحقيق الاستقرارية.
٢. من خلال سلوك معاملات الارتباط الذاتي والجزئي نستنتج انه امكن تحديد واختيار النموذج الملائم لتمثيل السلسلة، حيث كان النموذج الملائم هو $ARIMA(2, 1, 0)$ وصيغته هي:

$$X_t = 0.0822 X_{t-1} - 0.28134 X_{t-2} - a_t$$
٣. من خلال رسم معاملات الارتباط الذاتي للاخطاء الناتجة عن استخدام هذا النموذج بانها تقع ضمن حدي الثقة وهذا ما يؤكد كفاءة اختيار نموذج السلسلة.
٤. من خلال الجدول رقم (٤) وجدنا ان الحدود الدنيا للتنبؤ قد تكون سالبة ، وهذا مما يدل على انه في حالة الحاجة الماسة الى هذه المادة فإن الانتاج المحلي قد لا يكفي لذلك يلجأ البلد الى سد النقص الحاصل عن طريق الاستيراد.

اما اهم التوصيات فهي

١. نوصي باعتماد النموذج الذي تم التوصل اليه في طريقة بوكس - جينكنز بغية الاستفادة منها في التخطيط والتنبؤ للفترات القادمة.
٢. نوصي الشركة العراقية لانتاج السمنت ان تعتمد على القيم التنبؤية المستخرجة من تطبيق النموذج برسم خططها المستقبلية.
٣. بما ان البلد في الوقت الحالي بحاجة الى عملية اعمار واسعة وكان من ضمن الاستنتاجات للجوء الى استيراد مادة السمنت لذلك نوصي بزيادة الطاقة الانتاجية من هذه المادة لغرض سد النقص الحاصل.

٦- المصادر

1. Box G. E. P. and Jenkins, G. M (Time series analysis forecasting and control) San Fransiscw, holdenday, 1979.
٢. شاهين، حمزة اسماعيل، "النماذج المختلطة ARIMA واستخدامها في السيطرة على الخزين في المنشأة العامة لتجارة المواد الغذائية"، رسالة ماجستير، قسم الاحصاء- كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد، ١٩٨٦.
٣. عبد العزيز، بثينة عبد الجبار، "تطبيق نماذج بوكس جينكنز للسلاسل الزمنية للتنبؤ بكميات الامطار في بعض مناطق العراق"، رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد ١٩٨٢ .
٤. محمد، سعدون محسن، "دراسة نماذج الانحدار الذاتي والاوساط المستخدمة غير المستقرة ARIMA مع تطبيق للتنبؤ بدرجات الحرارة لمدينة بغداد"، رسالة ماجستير، قسم الاحصاء، كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد ١٩٨١.