استخدام نماذج بوكس جينكنز للتنبؤ بإنتاج سمنت العراق وبيان مدى كفايتها في ظل مشاريع الاعمار المستقبلية

م. م. نرجس هادي ارهيف
جامعـة بغداد

الخلاصـــة

تعد صناعة السمنت في العراق من اقدم الصناعات الحديثة واكثرها تطورا وتقدما ومـن اقواهـا تاثيرا في الاقتصاد القومي. واذ توفر في صناعة السمنت العراقي كافة المستلزمات الناجحة مـن حيـث توفر المواد الاولية والخبرات الفنية والتقنية واسواق ثابتة وراسخة محليـا وعالميـا فقـد كـان مـن المفروض ان يتم التوسع في هذه الصناعة، وان التخطيط لهذه الصناعة امرا ضروريا خاصة وان مادة السمنت هي احدى اهم المواد الرئيسة التي يؤثر توفرها بشكل كبير على انجـاز المـشاريع العمرانيـة والاقتصادية ومن هذا المنطلق فقد تم اعداد الدراسات لمستقبل هذه الصناعة من اجـل النهـوض بهـا وتطويرها وتوسيعها.

وان هدف البحث هو التنبؤ بكميات انتاج السمنت العراقي للمدة المستقبلية (2003 - 2013) باستخدام افضل نماذج بوكس جينكنز الملائمة (B- J).

وقد توصل البحث الى جملة من الاستنتاجات وهي: باستخدام طريقة بـوكس جينكنـز وجـد ان السلسلة غير مستقرة وبذلك تم اخذ الفرق الاول بهدف تحقيق الاستقرارية. وكذلك من سلوك معـاملات الارتباط الذاتي والجزئي استنتجنا انه امكن تحديد واختيار النموذج الملائم لتمثيل السلسلة، حيـث كـان النموذج الملائم هو ARIMA (2, 1, 0) وكذلك وجدنا ان الحدود الدنيا للتنبؤ قد تكون سالبة، وهـذا مما يدل على انه في حالة الحاجة الماسة الى هذه المادة فأن الانتاج المحلي قد لا يكفي لذلك يلجأ البلـد الى سد النقص الحاصل عن طريق الاستيراد.

اما التوصيات فهي: نوصي باعتماد النموذج الذي تم التوصل اليـه فـي طريقـة بـوكس – جينكنز بغية الاستفادة منها في التخطيط والتنبؤ للفترات القادمة. وكذلك نوصي الشركة العراقية لانتـاج السمنت ان تعتمد على القيم التنبئية المستخرجة من تطبيق النموذج برسم خططها المستقبلية. وكذلك ان البلد في الوقت الحالي بحاجة الى عملية اعمار واسعة لذلك نوصي بزيادة الطاقة الانتاجيـة مـن هـذه المادة لغرض سد النقص الحاصل.

1. 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 فعالا هي تلك التي وضعها بوكس جينكيز Box - Jenkeins عام 1970 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 الرئيسة 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.

2. 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 (2003 - 2013) باستخدام افضل نماذج بوكس جينكنز الملائمة (B -J)، ومدى كفايتها لمشاريع الاعمار المستقبلية.

3. 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- جينكز (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 جينكز

1. السلسلة الزمنية (Time series):

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

2. الموسمية (The seasonalty):

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

3. الاستقرارية (Stationary):

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

4. الارتباط الذاتي (Autocorrelation):

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

ثانيا:- انواع نماذج بوكس- جينكز

توجد نوعان من نماذج بوكس – جينكز وهما :

1. النماذج اللاموسمية (The – non Seasonal Models).
2. النماذج الموسمية (The Seasonal Models).

ثالثا:- 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. تدفيق 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.

4. 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 1952 – 2002 ، (انظر الجدول رقم 1).

جدول رقم (1)

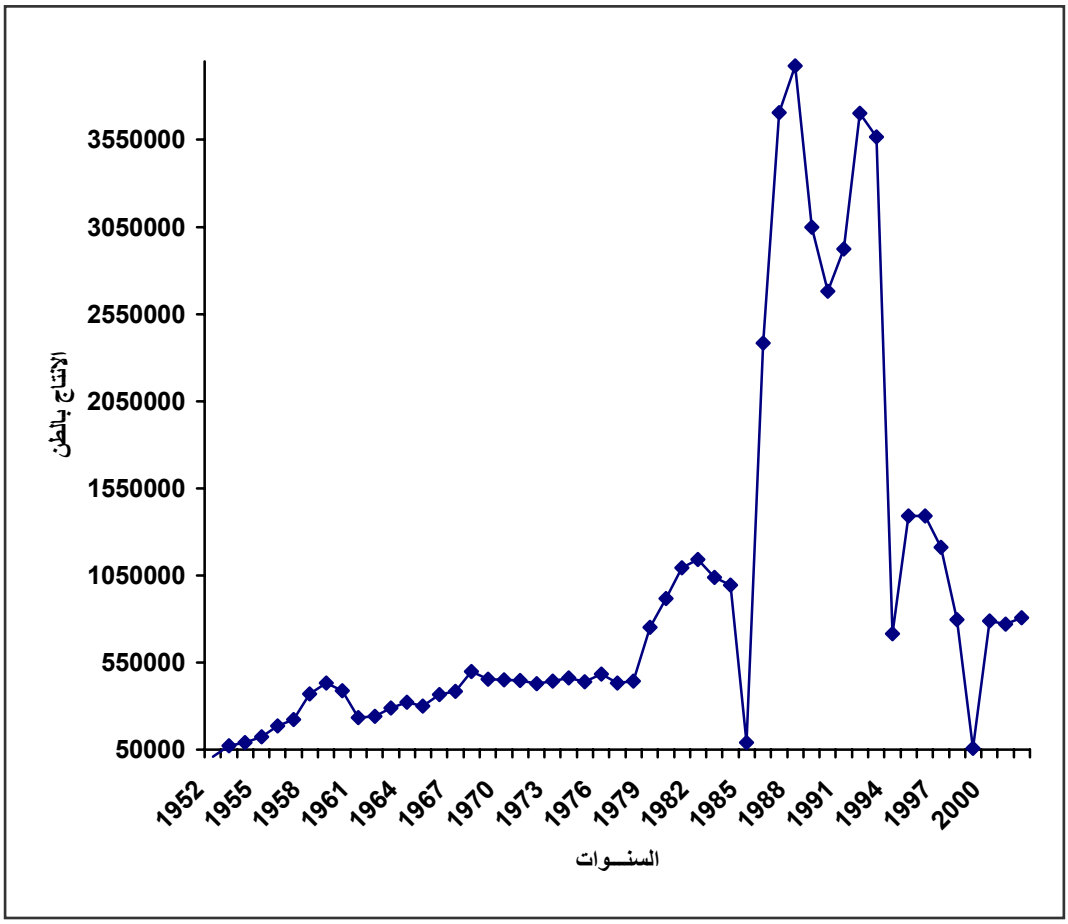
السلسلة الزمنية لانتاج السمنت للمدة الزمنية 1952 - 2002

السنة	الانتاج	السنة	الانتاج	السنة	الانتاج
1952	11192	1971	446739	1990	2680113
1953	71572	1972	427026	1991	2924153
1954	91757	1973	441885	1992	3701467
1955	123486	1974	462736	1993	3565071
1956	184647	1975	440152	1994	715689
1957	221661	1976	485105	1995	1389884
1958	369201	1977	433913	1996	1390635
1959	341399	1978	442922	1997	1210300
1960	386945	1979	750683	1998	795630
1961	232543	1980	918582	1999	584879
1962	240885	1981	1094845	2000	788522
1963	290015	1982	1139646	2001	770625
1964	320895	1983	1038790	2002	808057
1965	301019	1984	995368		
1966	366427	1985	915040		
1967	384988	1986	2381420		
1968	500025	1987	3704828		
1969	452564	1988	3974761		
1970	451273	1989	3049358		

أ)- بناء النموذج

سيتم تحليل البيانات باستخدام نماذج بوكس جينكنز ولتحليل 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 1)، ولتحديد صفة الاستقرارية في التوسط فأنه 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 (1)
يوضح الرسم البياني لقيم السلسلة الزمنية الاصلية لانتاج السمنت في العراق للمدة 1952 - 2002



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

حيث ان:

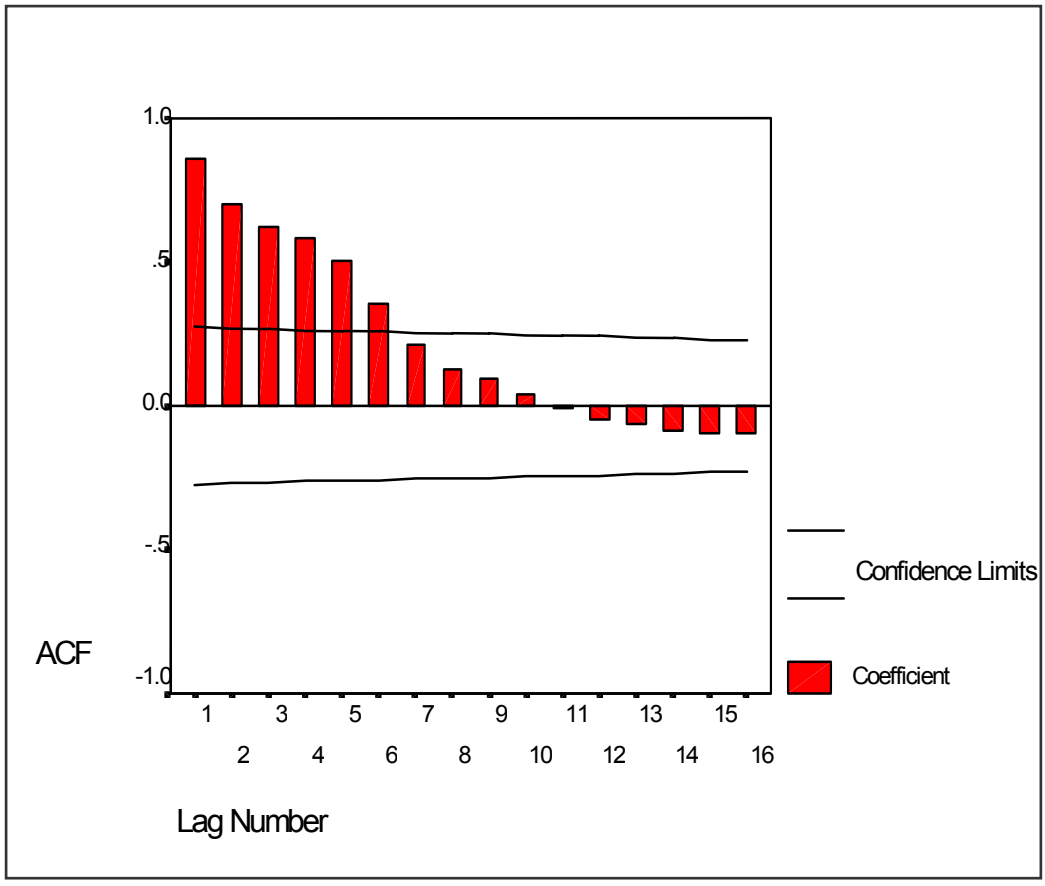
$k = 0, 1, 2, \ldots, L$ **على ان لاتكون** L **اكبر من** $\frac{n}{4}$

r : معاملات الارتباط
n : عدد المشاهدات

ولنها لم تظهر اتجاها معينا أي ان انتشارها يكون عشوائيا، وبعد رسم معاملات الارتباط الـذاتي (الشكل رقم 2)، تبين ان الاتجاه العام واضح منها ، ولنها لا تدخل ضمن حدي الثقة.

$$-0.275 < r_k < 0.275$$

شكل رقم (2)
دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة انتاج السمنت العراقي

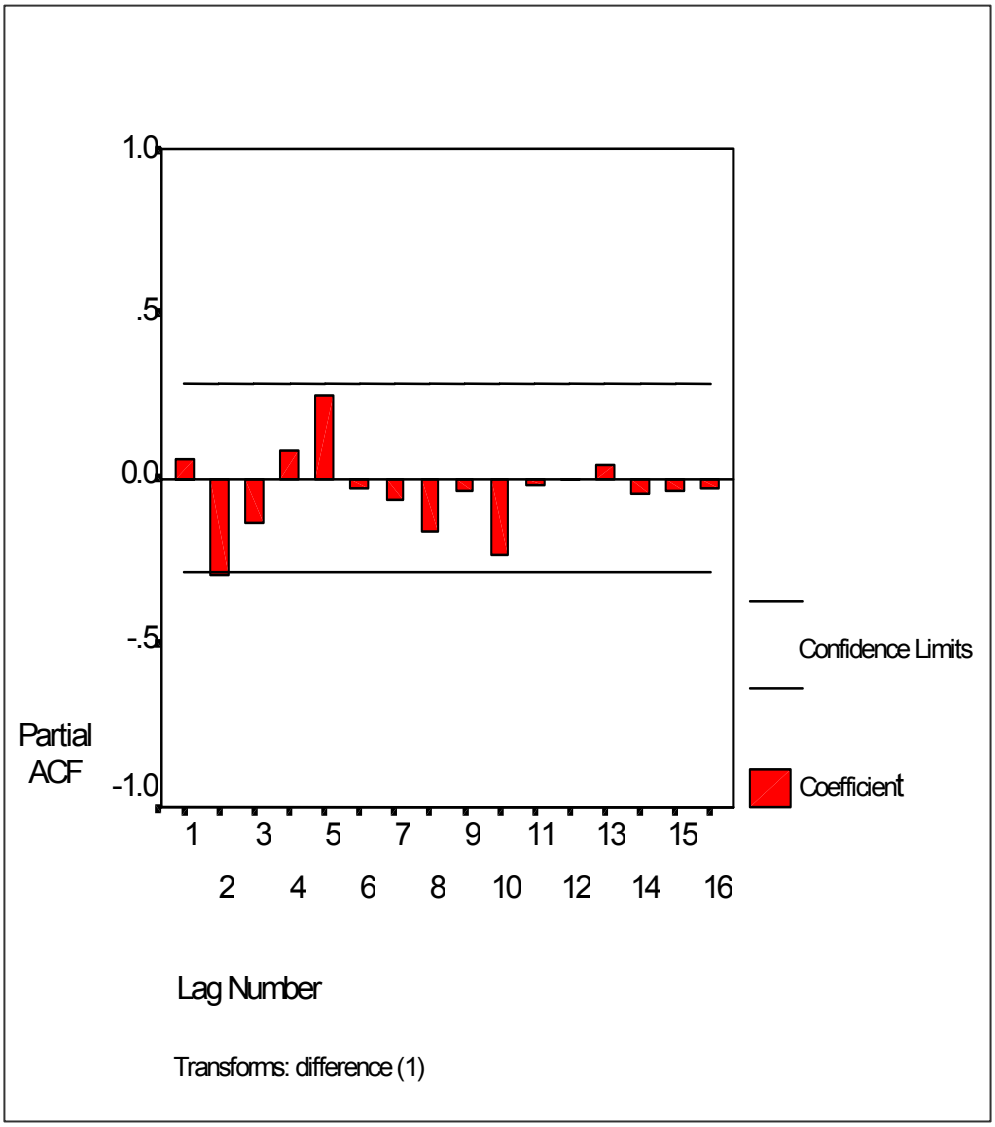


المتوسط وعليه تم رسم السلسلة بعد اخذ الفرق الاول (الشكل رقم 3) وكذلك تـم اسـتخراج معـاملات ارتباط الذاتي لها ومن ثم رسمها (الشكل رقم 4) حيث يلاحظ ان هذه المعاملات تدخل ضمن حدي الثقة.

$$-0.277 < r_k < 0.277$$

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

شكل رقم (3)
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.

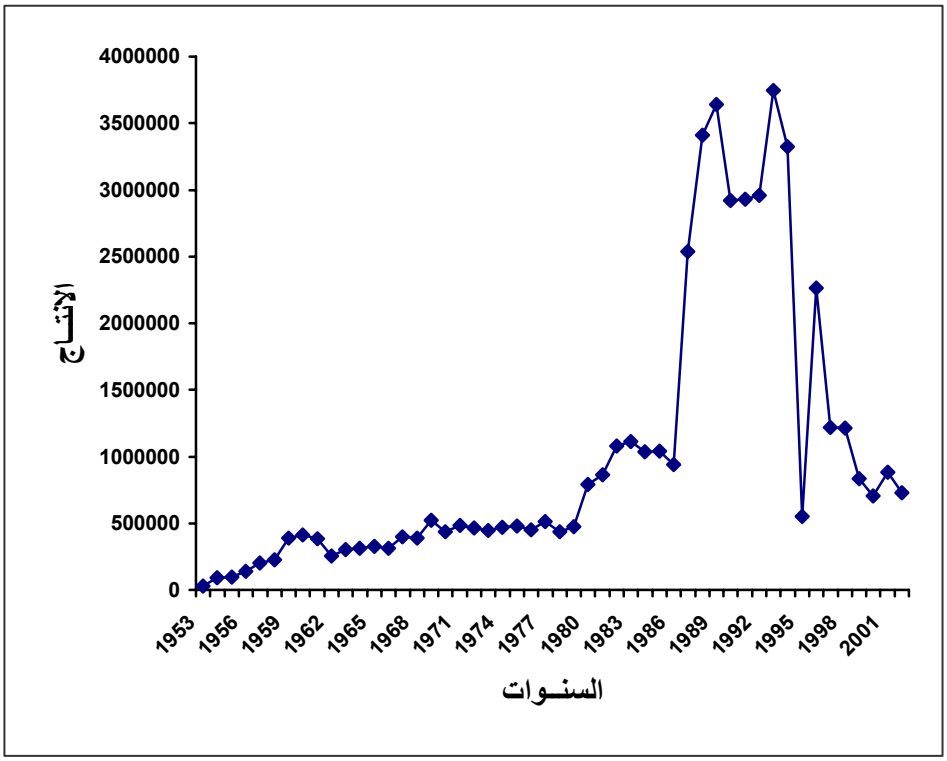
ان المشكل التي قد تظهر اثناء التطبيق هي عدم سلوك هذه المعاملات السلوك النظري الموضح لها للنماذج المختلفة، اذ ان هذه المعاملات قد لا تظهر نموذجا محددا وتظهر احيانا اخرى اكثر من نموذج للسلسلة الزمنية، حيث تم استخراج معاملات الارتباط الذاتي الجزئي ورسمها (انظر الشكلين 4 و 5) لغرض تحديد النموذج الملائم من خلال مطابقة هذه المعاملات مع السلوك النظري الموضح لها. فمن خلال سلوك المعاملات الارتباط الذاتي تبين بأنها تحدد على شكل موجات جيبية 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 جيبية 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 المعالم للنماذج المختلفة (الجدول رقم 2) 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 3).

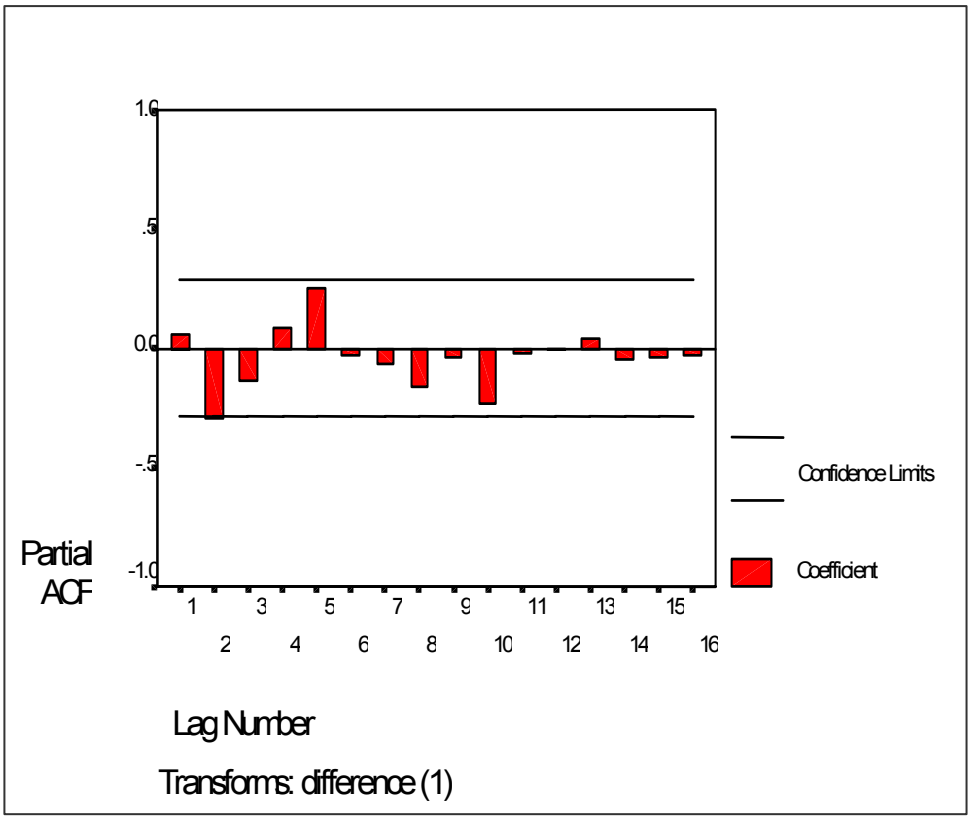
شكل رقم (4)
السلسلة الزمنية بعد اخذ الفرق الاول



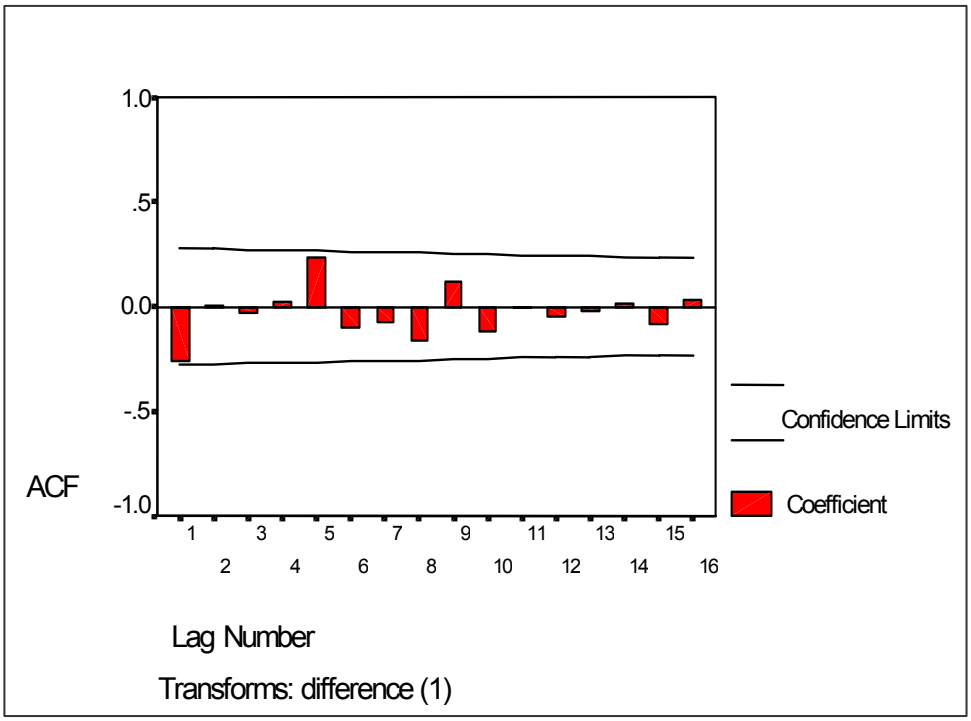
جدول رقم (2)
النماذج المختلطة

النمـوذج	MSE	الصيغـة
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	$X_t = a_t - 0.06549\ a_{t-1} + 0.19606\ a_{t-2} + 0.13473\ a_{t-2}$

شكل رقم (5)
دالة الارتباط الذاتي الجزئي بعد اخذ الفرق الاول



شكل رقم (6)
دالة ارتباط الذاتي الجزئي بعد اخذ الفرق الاول



جدول رقم (3)
النموذج ARMA (2, 1, 0)

Parameter	Estimate	Stnd. 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 احـصاءة χ^2 وتكـون صـيغتها 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 (8.85123) وتقارن مـع قيمـة χ^2 الجدولية بدرجة حرية (0، 2، 22) ومستوى ثقة (0.95) تساوي (31.41) نجد ان قيمة Q المحسوبة اقل من قيمة χ^2 الجدولية ، ولذلك يكون النموذج ملائم.

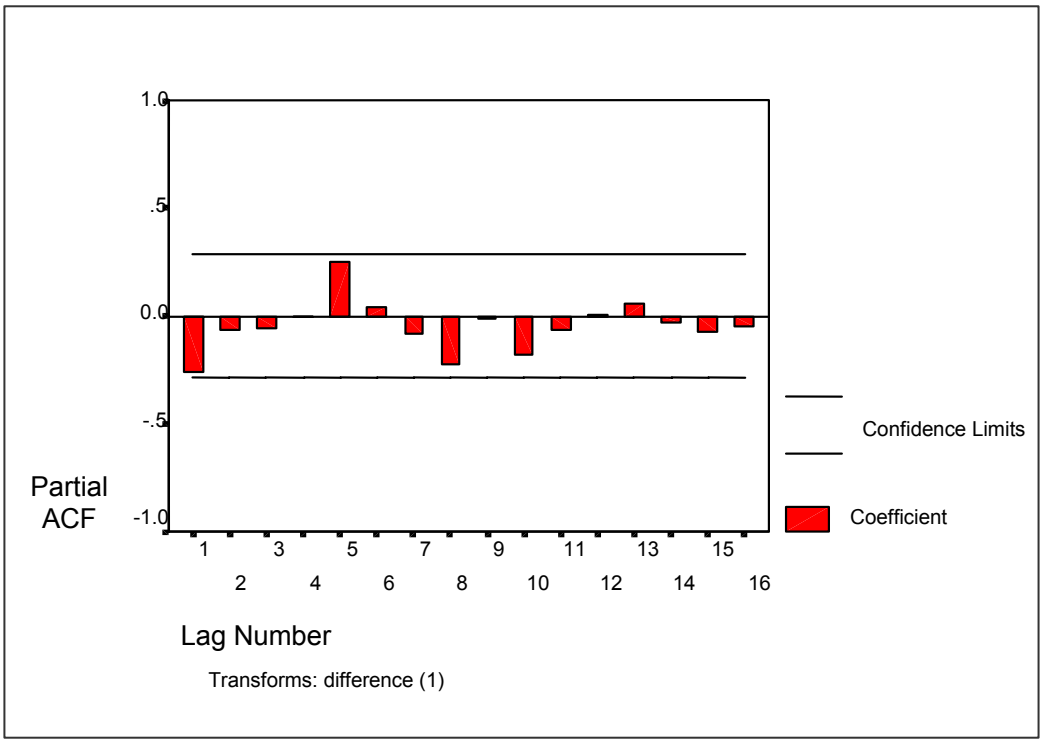
وقد تم رسم معاملات الارتباط الذاتي للاخطاء (الشكل 7 و 8) وتبين ان جميع هـذه المعـاملات تقـــع ضمن حـدي الثقة المذكورين سابقا ، ونتيجة لذلك فأن النموذج ARIMA (2, 1. 0) ملائم للتمثيل.

د)- التنبؤ وحدود الثقة

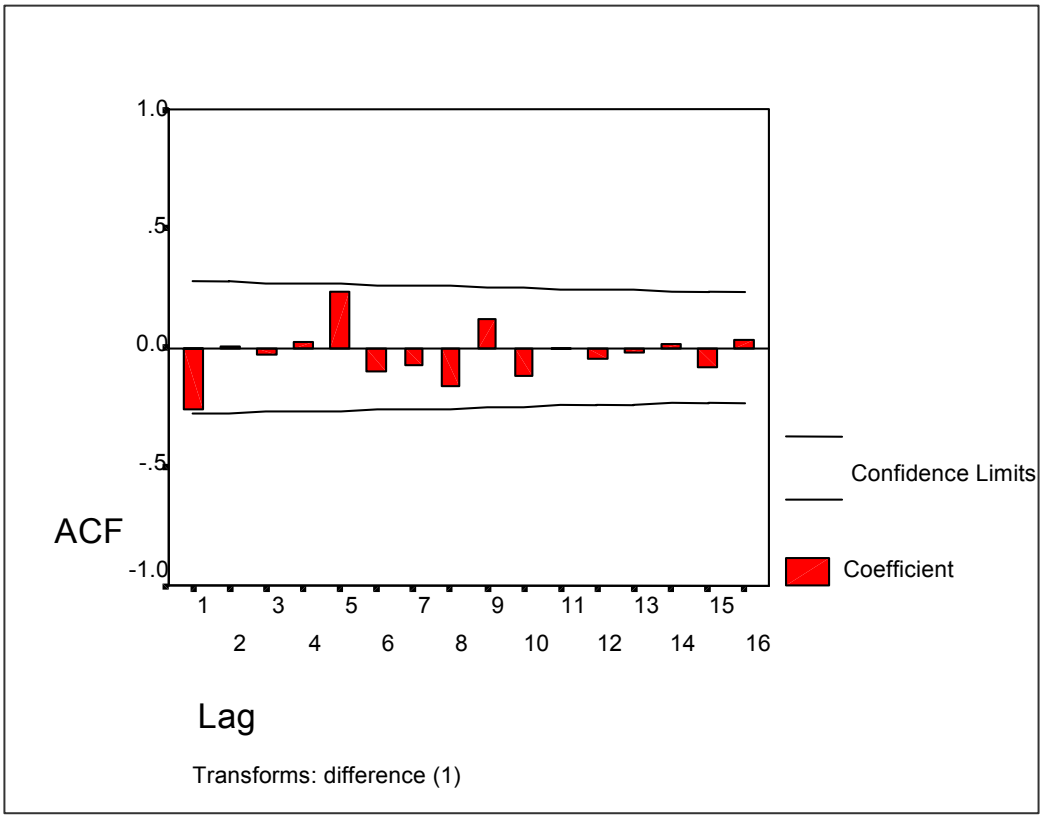
باستخدام النموذج الذي تم تحديده للسلسلة ARIMA (2, 1, 0) امكن التوصل الى الكميـات المتنبأ بها لانتاج السمنت بمستوى ثقة (0.95) حيث تم استخراج القيم التنبئية مع حدي الثقة لهما لمدة عشر سنوات (الجدول رقم 4) .

شكل رقم (7)

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



شكل رقم (8)
دالة الارتباط الذاتي للنموذج ARMA (2, 1. 0)



جدول رقم (4)
القيم التنبئية لانتاج السمنت لمدة عشر سنوات

السنوات	الحـد الادنى	القيـمـة	الحد الاعلـى
2003	- 233469	834905	1.90128 E6
2004	- 728900	845316	2.41953 E6
2005	- 937806	857355	2.65252 E6
2006	- 1.09694 E6	874152	2.84524 E6
2007	- 1.27287 E6	890882	3.05463 E6
2008	- 1.4421 E6	906267	3.25464 E6
2009	- 1.59061 E6	921562	3.43373 E6
2010	- 1.72625 E6	937226	3.6007 E6
2011	- 1.85531 E6	952947	3.7612 E6
2012	- 1.97812 E6	968568	3.91525 E6

5- الاستنتاجات والتوصيات

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

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

3. من خلال رسم معاملات الارتباط الذاتي للاخطاء الناتجة عن استخدام هذا النموذج بانها تقع ضـمن حدي الثقة وهذا ما يؤكد كفاءة اختيار نموذج السلسلة.
4. من خلال الجدول رقم (4) وجدنا ان الحدود الدنيا للتنبؤ قد تكون سالبة ، وهذا مما يدل على انه في حالة الحاجة الماسة الى هذه المادة فأن الانتاج المحلي قد لا يكفي لذلك يلجأ البلد الى سـد الـنقص الحاصل عن طريق الاستيراد.

اما اهم التوصيات فهي

1. نوصي باعتماد النموذج الذي تم التوصل اليه في طريقة بوكس – جينكنز بغية الاستفادة منها في التخطيط والتنبؤ للفترات القادمة.
2. نوصي الشركة العراقية لانتاج السمنت ان تعتمد على القيم التنبئية المستخرجة من تطبيق النموذج برسم خططها المستقبلية.
3. بما ان البلد في الوقت الحالي بحاجة الى عملية اعمار واسعة وكان من ضمن الاستنتاجات اللجـوء الى استيراد مادة السمنت لذلك نوصي بزيادة الطاقة الانتاجية من هذه المادة لغـرض سـد الـنقص الحاصل.

6- المصادر

1. Box G. E. P. and Jenkins, G. M (Time series analysis forecasting and control) San Fransiscw, holdenday, 1979.
2. 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، 1986.
3. 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 1982 .
4. محمد، سعدون محسن، "دراسة نماذج الانحدار الذاتي والاوسـاط المـستخدمة غيـر المـستقرة ARIMA مع تطبيق للتنبؤ بدرجات الحرارة لمدينة بغداد"، رسالة ماجستير، قسم الاحصاء، كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد 1981.