استخدام أسلوب بوكس – جينكنز للتنبؤ بإنتاجية العمل في مصنع اسمنت عمران في القطاع الصناعي اليمني

د. عصام حسين البياتي *　　　فؤاد عبدة إسماعيل المخلافي **

المقدمة:-

يحتل موضوع إنتاجية العمل أهمية كبيرة في جميع بلدان العالم سواء المتقدمة منها او النامية وترجع أهمية هذا الموضوع إلى الدور الذي تلعبه إنتاجية العمل في زيادة الدخل القومي ورفع مستوى المعيشة فضلا عن كونها واحدة من أهم المؤشرات التي تعكس فعالية استخدام الموارد الاقتصادية المادية منها والبشرية.

ومما لاشك فيه أن صناعة الاسمنت تحتل موقعاً مهماً بين الصناعات القائمة في القطاع الصناعي اليمني.فقد حظيت صناعة الاسمنت في اليمن منذ بدء إنشائها بدعم الدولة مما جعل هذه الصناعة تحقق نتائج اقتصادية واجتماعية كبيرة.

ونظراً لأهمية صناعة الاسمنت فقد تم اختيار سلسلة إنتاجية العمل الشهرية الخاصة بمصنع اسمنت عمران للفترة(1990-1998)كموضوع تطبيقي لهذا من خلال استخدام أسلوب بوكس- جينكنز للتنبؤ بإنتاجية العمل الشهرية في هذا المصنع.

---

* استاذ مساعد / الجامعة المستنصرية/ كلية الادارة والاقتصاد/قسم الاحصاء

* البحث مستل من رسالة ماجستير (اختيار أفضل نموذج للتنبؤ بانتاجية العمل في مصنع أسمنت عمران في القطاع الصناعي اليمني.

مقبول للنشر بتاريخ 2005/11/8

الهدف من البحث:

يهدف هذا البحث إلى استخدام أسلوب بوكس-جينكنز للتوصل إلى أفضل نموذج للتنبؤ بإنتاجية العمل الشهرية في مصنع اسمنت عمران في القطاع الصناعي اليمني.

الجانب النظري:

أهمية إنتاجية العمل:-

يعود سبب الاهتمام الواسع بإنتاجية العمل دون غيره من عناصر الإنتاج في اغلب البحوث والدراسات للأسباب التالية:-

1- ارتباط إنتاجية العمل بمستوى معيشة الأفراد، إذ إنتاجية العمل تعتبر مقياساً مهماً لمستوى المعيشة بسبب تأثيرها المباشر على الدخل القومي.

2- العمل عنصر حي مطلوب بنطاق واسع للقيام بكل متطلبات الإنتاج وفي توفير كل أنواع الخدمات.

3- سهولة قياس عنصر العمل بالمقارنة بعناصر الإنتاج الأخرى، إضافة إلى وفرة البيانات الإحصائية الخاصة بالعمل والأجور والإنتاج في اغلب بلدان العالم.

4- الدور الايجابي الذي يحتله.

تعد الطريقة التي اقترحها بوكس -جينكنز عام 1970 من أوسع طرائق التحليل استخداماً حيث تحلل هذه الطريقة السلاسل الزمنية المستقرة أو غير المستقرة والموسمية وغير الموسمية،والنماذج التي يتم الحصول عليها باستخدام مراحل هذه الطريقة تسمى نماذج بوكس-جنكينز [B-J] وتتضمن هذه الطريقة أربعة مراحل تبدأ بالمرحلة الأولى التحديد أو التشخيص ثم

المرحلة الثانية وهي التقدير ثم المرحلة الثالثة وهي اختبار مدى ملائمة النموذج وأخيرا المرحلة الرابعة وهي التنبؤ بالقيم المستقبلية وسنقوم بشرح المراحل المختلفة لهذه الطريقة لاحقاً.

وقبل استعراض الجوانب النظرية لهذه النماذج يمكننا أن نميز بين نوعين من السلاسل الزمنية هما:

-السلاسل الزمنية المستقرة [Stationary Time Series]

-السلاسل الزمنية غير المستقرة [Non-Stationary Time Series]

يقال أن السلسلة الزمنية مستقرة إذا كانت الخصائص [التوقع- التباين- التباين المشترك] ثابتة خلال الزمن، فاذا كانت لدينا السلسلة ($Z_1, Z_2, ..., Z_n$) فمن الممكن استخدام أسلوب الرسم لمعرفة ما لذا كانت هذه السلسلة مستقرة أم لا، فاذا وجدنا أن قيم السلسلة الزمنية تتأرجح(تتذبذب) بتباين ثابت تقريباً حول خط وسط ثابت فهذا دليل للاعتقاد بان هذه السلسلة مستقرة أما إذا كانت القيم لاتتارجح حول خط وسط ثابت أو تباين التارجحات غير ثابت فهذا دليل أن السلسلة غير مستقرة ومن السهولة ايضاً تحديد مدى وجود خاصية الاستقرارية من سلسلة من البيانات من خلال اختبار معاملات الارتباط الذاتي [Auto Correlation Coefficients] ففي حالة السلاسل المستقرة تهبط الارتباطات الذاتية الى الصفر بعد فترة الإزاحة الثانية أو الثالثة بينما في حالة السلاسل غير المستقرة تكون هذه الارتباطات مختلفة معنوياً عن الصفر لعدة فترات زمنية.

ولابد من التعريف بدالة الارتباط الذاتي(ACF)ودالة الارتباط الذاتي الجزئي(PACF) لأهميتها في تحديد النموذج المختار.

إذا كان لدينا السلسلة الزمنية($Z_1, Z_2, ..., Z_n$)فإننا نعرف $\rho(k)$ بأنها الارتباط الذاتي بين مشاهدات السلسلة التي تبعد عن بعضها البعض مسافة مقدارها k وحدات زمنية أي أن:

$$\hat{\rho}(k) = \frac{\sum_{\tau=1}^{n-k}(Z_\tau - \ddot{Z})(Z_{\tau+n} - \ddot{Z})}{\sum_{\tau=1}^{n}(Z\tau - \ddot{Z})^2} \quad , \qquad k = 0,1,2,...................(1)$$

حيث

$$\ddot{Z} = \sum_{\tau=1}^{n} Z\tau / n$$

إما دالة الارتباط الذاتي الجزئي عند الإزاحة k فتستعمل لقياس درجة الاقتران بـــين Z_τ و $Z_{\tau-K}$ عندما يتم تثبيت فترات الإزاحة الأخرى على المتغير Z وتعرف كما يأتي:

$$\hat{\Phi}_{kk} = \begin{cases} \hat{\rho}_1 & if \;\; k = 1 \\ \dfrac{\hat{\rho}_k - \sum_{j=1}^{k-1}\hat{\Phi}_{k-1,j}\;\hat{\rho}_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1}\hat{\Phi}_{k-1,j}\;\hat{\rho}_j} & if \;\; k = 2,3,.............(2) \end{cases}$$

and

$$\hat{\Phi}_{kj} = \hat{\Phi}_{k-1,j} - \hat{\Phi}_{kk}\;\;\hat{\Phi}_{k-1,k-j} \qquad for \qquad j = 1,2,..........., k-1$$

وبعد أن تعرفنا على كيفية التمييز بين السلاسل الزمنيـــة المســـتقرة وغيـــر المســـتقرة ســـنقوم باستعراض الجوانب النظرية لهذه النماذج.

1- نماذج الانحدار الذاتي: [Auto Regressive Models]

أن صيغة نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة (p) والذي يرمز له AR(P) هي كما يأتي:

$$Z_\tau = \mu + \phi_1 Z_{\tau-1} + \phi_2 Z_{\tau-2} + ... + \phi_P Z_{\tau-P} + a_\tau ....(3)$$

ولكن من المناسب أن نتعامل مع نماذج تعرف بصيغة الاختلافات عن المتوسط μ أي أن $\ddot{Z}_\tau = Z_\tau - \mu$ لكل قيم τ ،معنى ذلك أن صيغة نموذج الانحدار الذاتي AR(p) تصبح كما يأتي:

$$\tilde{Z}_\tau = \phi_1 \tilde{Z}_{\tau-1} + \phi_2 \tilde{Z}_{\tau-2} + ... + \phi_P \tilde{Z}_{\tau-P} + a_\tau ....(4)$$

حيث أن:

$(\ddot{Z}_{\tau-i} \quad , \quad i = 0,1,2,P)$ **: تمثل قيم مشاهدات السلسلة.**

$(\phi_i \quad , i = 1,2,......., P)$ **: تمثل مجموعة الأوزان المحددة لـ(ith)من قيم السابقة لـ(Z's).**

a_τ **: الخطأ العشوائي ويتوزع توزيعاً طبيعياً بوسط(صفر) وتباين (σ_a^2).**

وباستخدام عاملا الإزاحة الخلفي (B) [Back Shift Operator] ويمكن كتابة النموذج (4) كما يأتي:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - .... - \phi_P B^P)\ddot{Z}_\tau = a_\tau$$

2- نماذج الأوساط المتحركة: [Moving Average Models]

أن صيغة نموذج الأوساط المتحركة من الدرجة (q)والذي يرمز له MA(q) هي كالاتي:

$$\ddot{Z}_\tau = a_\tau - \theta_1 a_{\tau-1} - \theta_2 a_{\tau-2} - .... - \theta_q a_{\tau-q} ....(5)$$

حيث أن:

Z_τ **: قيمة المشاهدة في الفترة الزمنية (t).**

$(\theta_i \quad , i = 1,2,......., q)$ **: معالم ثابتة للنموذج وتقدر من البيانات.**

a_τ : **يمثل الأخطاء العشوائية حيث أن :**

$$E(a_\tau)=0$$

وباستخدام عامل الإزاحة الخلفي (B) يمكن كتابة النموذج [5] كما يأتي:

$$\tilde{Z}_\tau=(1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-.................-\theta_q B^q)a_\tau$$

3-النماذج المختلطة:[Mixed Auto Regressive-Movhng Average Models]

أن الكثير من السلاسل الزمنية المستقرة لايمكن تمثيلها كنموذج الانحدار الذاتي AR(p) فقط أو نموذج الأوساط المتحركة MA(q) فقط لان هذا النوع من السلاسل غالباً لها خواص كلا النموذجين،لذلك يمكن تمثيلها بنموذج يتضمن خواص هذين النموذجين والذي يسمى بالنموذج المختلط ويرمز له ARMA(p,q) حيث يمثل (p)درجة الانحدار الذاتي ويمثل (q)درجة الأوساط.

والجدول الاتي يعطي صورة ملخصة لخصائص النماذج السابقة:

	AR Processes	MA Processes	ARMA Processes
النموذج من صيغة القيم السابقة لـ $\tilde{Z}'s$	$\Phi(B)\tilde{Z}_\tau = a_\tau$	$\theta^{-1}(B)\tilde{Z}_\tau = a_\tau$	$\theta^{-1}(B)\Phi(B)\tilde{Z}_\tau = a_\tau$
النموذج من صيغة القيم السابقة لـ a's	$\tilde{Z}_\tau = \Phi^{-1}(B)a_\tau$	$\tilde{Z}_\tau = \theta(B)a_\tau$	$\tilde{Z}_\tau = \Phi^{-1}(B)\theta(B)a_\tau$
شرط الاستقرارية	جذور المعادلة $\Phi(B) = 0$ تقع خارج دائرة الوحدة	دائما مستقر	جذور المعادلة $\Phi(B) = 0$ تقع خارج دائرة الوحدة
شرط الانعكاسية	دائما منعكس	جذور المعادلة $\theta(B) = 0$ تقع خارج دائرة الوحدة	جذور المعادلة $\theta(B) = 0$ تقع خارج دائرة الوحدة
دالة الارتباط الذاتي (ACF)	غير منتهية(تتناقص أسيا أو بشكل موجات الجيب)	منتهية (تنقطع بعد الإزاحة q)	غير منتهية(تتناقص أسيا أو بشكل موجات الجيب)
دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF)	منتهية (تنقطع بعد الإزاحة q)	غير منتهية(تتناقص أسيا أو بشكل موجات الجيب)	غير منتهية(تتناقص أسيا أو بشكل موجات الجيب)

4- النماذج المختلطة غير المستقرة: [Non-Stationary Mixed Models]

تتصف معظم السلاسل الزمنية التي تصادفنا في الواقع بخاصية عدم الاستقرارية مما يجعل تحليل السلسلة الزمنية والتنبؤ بها أمراً في غاية الصعوبة، ولحسن الحظ فان معظم السلاسل الزمنية التي تنشأ في الاقتصاد والإدارة والهندسة... تتصف بخاصية جيدة تعرف بخاصية

التجانس، ويقصد بهذه الخاصية انه على الرغم من أن السلسلة الزمنية الأصلية قد تكون غير مستقرة ألا انه يمكن تحويل هذه السلسلة الى سلسلة أخرى مستقرة باستخدام بعض التحويلات الرياضية البسيطة ومن هذه التحويلات اخذ عدد مناسب من الفروق للسلسلة الزمنية الأصلية، وباستخدام عامل الفرق الخلفي ويرمز له (∇) يمكن تمثيل فروق السلسلة الزمنية كالاتي:

الفرق الأول $\nabla Z_\tau = Z_\tau - Z_{\tau-1}$

الفرق الثاني $\nabla^2 Z_\tau = \nabla Z_\tau - \nabla Z_{\tau-1} = Z_\tau - 2Z_{\tau-1} + Z_{\tau-2}$

وهكذا وبشكل عام وبعد أخذ عدد مناسب من الفروق وليكن (d) للسلسلة الزمنية الأصلية (Z_τ) سنحصل على السلسلة المستقرة (W_τ) والتي يمكن تمثيلها باستخدام عامل الفرق الخلفي ∇ كما يأتي:

$W_\tau = \nabla^d Z_\tau = \nabla^d \ddot{Z}_\tau$ **في حالة** $d \geq 1$

وعندئذٍ يمكن أن نعبر عن السلسلة الزمنية الأصلية (Z_τ) بأن لها نموذجاً مختلطاً تجميعياً ويرمز له بالرمز ARIMA(p,d,q) حيث (d) تمثل عدد الفروق اللازمة للحصول على استقرارية السلسلة الزمنية الأصلية ويمكن تمثيل ذلك كما يأتي:

$$\Phi(B)\nabla^d Z_\tau = \Theta(B)a_\tau \quad ....(7)$$

ويمكن كتابة النموذج (7) بالشكل التالي:

$$\Phi(B)(1-B)Z_\tau = \Theta(B)a_\tau$$

حيث : $\nabla = (1-B)$

5- مراحل تحليل السلاسل الزمنية باستخدام أسلوب بوكس-جينكنز:

إن هذا الأسلوب يبنى على توفيق نموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة التجميعية [ARIMA] لمجموعة من البيانات المعطاة، ومن ثم أخذ التوقعات الشرطية لها وتمر بالمراحل الأربعة الاتية:

المرحلة الأولى: تشخيص النموذج [Model Identification]

يتم تحديد النموذج عن طريق دراسة خصائص دالة الارتباط الذاتي $\rho(k)$ ودالة الارتباط الذاتي الجزئي Φ_{kk} وقد تم توضيح ذلك في الجدول السابق،وفي حالة فشل هاتين الدالتين في تشخيص النموذج الملائم يمكن الاعتماد على المعايير SBC, AIC, MSE ،والمعيار AIC والذي اقترحه الباحث (Akaike)عام 1973 ويدعى(Akaike's Information Criterion) ويستخدم هذا المعيار في التشخيص وتحديد رتبة النموذج ويتلخص هذا الأسلوب كالاتي:

$$AIC(M) = n\ln(\hat{\sigma}_{a^2}) + 2(M) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

حيث:

M: عدد المعلمات في النموذج

n: عدد المشاهدات

$\hat{\sigma}_{a^2}$: تقدير تباين خطأ النموذج

كما اقترح الباحث (Schwartz) معياراً مشابهاً لمعيار (Akaike) ويسمى(Schwartz Bayesian Criterion 1978) وصيغته كالاتي:

$$SBC(M) = n\ln(\hat{\sigma}_{a^2}) + M\ln(n) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

والنموذج الأفضل يكون هو النموذج الذي يعطي اقل قيم لـ SBC,AIC, MSE

<u>المرحلة الثانية :</u> تقدير النموذج [Model Estimation]

إن نماذج السلاسل الزمنية الخطية هي نماذج بصفة عامة غير خطية من المعالم وبالنتيجة فإن مرحلة التقدير للمعالم تصبح مرحلة صعبة، وهناك عدة طرائق للتقدير منها طريقة(Yule-Walker)والتي تعتمد على الارتباط الذاتي للنموذج وتدعى بطريقة العزوم (M.M) والطريقة الثانية هي طريقة الامكان الأعظم (M.L) وتعتمد على تعظيم الدالة لجعل مجموع مربعات الأخطاء $S(\Phi, M, \theta)$ أقل ما يمكن وبالتالي فإن دالة الامكان الأعظم اللوغاريتمية الشرطية تصاغ كالاتي:

$$\ln L_*(\Phi, M, \theta, \sigma_a) = -\frac{n}{2}\ln 2\pi\sigma_a^2 - \frac{S_*(\Phi, M, \theta)}{2\sigma_a^2} \quad ....(10)$$

وهناك أيضاً طريقة المربعات الصغرى غير الخطية والتي تستخدم عادة في نماذج ARMA(p,q) والفكرة العامة وراء تقديرات المربعات الصغرى غير الخطية هي البحث في نطاق المعالم عن قيم هذه المعالم والتي تجعل مجموع مربعات الأخطاء أقل ما يمكن.

<u>المرحلة الثالثة :</u> اختبار ملائمة النموذج [Model Diagnostic Checking]

يتم اختبار النموذج المشخص لمعرفة توافر الشروط الخاصة به وبالذات الشروط التي تتعلق بالأخطاء العشوائية (a's) وذلك بإيجاد حدود الثقة لمعاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للأخطاء بحيث أن:

$$pr\left\{\frac{-1.96}{\sqrt{n}} \le \hat{\rho}_j(\hat{a}) \le \frac{1.96}{\sqrt{n}}\right\} = 0.95$$

مما يدل على أن الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للأخطاء غير معنوي والذي يعني أن الأخطاء عشوائية، كذلك يمكن أن نختبر عشوائية البواقي بواسطة المعيار الذي اقترحه (Box-Pierce 1970) ويكتب بالشكل الاتي:

$$Q = N\sum_{j=1}^{k}\hat{\rho}_j^2(\hat{a})..............................(11)$$

كما يمكن استخدام معيار [Ljung-Box 1978] وصيغته كالاتي:

$$Q = N(N+2)\sum_{j=1}^{k}(N-j)^{-1}\hat{\rho}_j^2(\hat{a}).........................(12)$$

حيث أن:

N: تمثل عدد المشاهدات للسلسلة ($\hat{a}_\tau$).

K: عدد الازاحات المدروسة.

$\hat{\rho}_j(\hat{a})$: القيم التقديرية لدالة الارتباط الذاتي للبواقي.

كما يمكن استخدام اختبار (MA nti 1994) الاتي:

$$Q = N(N+2)\sum_{j=1}^{k}(N-j)^{-1}\hat{\pi}_j^2(\hat{a}).......................(13)$$

حيث:

$\hat{\pi}_j(\hat{a})$: القيم التقديرية لدالة الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي.

وجميع الاختبارات السابقة تتبع بصورة تقريبية توزيع (χ^2) بدرجة حرية (K-p-q) فـإذا كانـت $Q_c < Q_\tau$ فإن ذلك يشير إلى كون سلسلة البواقي هي سلسلة عشوائية مسـتقلة وبالتـالي فـإن النموذج ملائم.

<u>المرحلة الرابعة : التنبؤ</u>

في هذه الحالة يتم إيجاد القيم المستقبلية للسلسلة الزمنية من خلال استخدام النموذج الملائـم الذي تم الحصول عليه بموجب المراحل السابقة، والتنبؤ الامثل هو ذلك التقدير الذي يكون الخطـأ الناتج عنه صغيراً جداً وتباينه أقل ما يمكن، والتنبؤ للقيم المستقبلية لمشاهدات السلسلة الزمنيـة هو عبارة عن التوقع الشرطي في الفترة (T+L) عند الزمن (T)كما يأتي:

إن نموذج(ARIMA (p,d,q يكتب كما يأتي:

$$\varphi(B)Z_\tau = \theta(B)a_\tau \quad (14)$$

حيث أن:

$$\varphi(B) = \phi(B)\nabla^d$$

أي أن:

$$Z_{\tau-L} = \varphi_1 Z_{\tau+L-1} + \dots + \varphi_{p+d} Z_{\tau+L-p-d} - \theta_1 a_{\tau+L-1} - \dots - \theta_q a_{\tau+L-q} + a_{\tau+L} \quad (15)$$

وبالتالي:

$$E(Z_{\tau+L}) = \hat{Z}_\tau(L) = \varphi_1[Z_{\tau+L-1}] + \dots + \varphi_{p+d}[Z_{\tau+L-p-d}] - \theta_1[a_{\tau+L-1}] - \dots\dots - \theta_q[a_{\tau+L-q}] + [a_{\tau+l}] \quad (16)$$

الجانب التطبيقي:

يعد مصنع اسمنت عمران الكائن في مدينة عمران أحد منجزات الخطة الخمسية الثانية (81–1985م) ويقوم المصنع بإنتاج نوع واحد من مادة السمنت هو الاسمنت البورتلاندي وتبلغ الطاقة التصميمية القصوى للمصنع 500.000 طن سنوياً إلا انه نتيجة لكفاءة الصيانة والتشغيل وتحقيق مبدأ ربط الأجر بالإنتاج، فان الإنتاج يصل إلى الطاقة التصميمية ويتجاوزها، كما أن المصنع قد وفر فرص عمل الأكثر من ستمائة أسرة متجاوزاً بذلك الطاقة الاستيعابية للعمالة في المصنع لقد تم الحصول على سلسلة إنتاجية العمل الشهرية في مصنع اسمنت عمران للفترة من عام (1992–1998) والموضحة في الجدول (1).

والهدف الأساس من تحليل السلاسل الزمنية باستخدام أسلوب [B-J] والذي يعد أسلوباً حديثاً في التحليل هو بناء أفضل نموذج للتنبؤ بإنتاجية العمل الشهرية للفترات المستقبلية.

1- تحقيق الاستقرارية:

إن الخطوة الأولى لتطبيق أسلوب [B-J] في التنبؤ هو تحقيق الاستقرارية في البيانات من حيث المتوسط والتباين، ويمكن معرفة استقرارية السلسلة من التباين من خلال الرسم،وقد تم رسم سلسلة إنتاجية العمل الشهرية للفترة من (1992–1998) والموضحة في الشكل (1)،وكما نلاحظ فإن هناك تذبذبات بسيطة في بعض قيم السلسلة وبناءاً عليه تم أخذ اللوغاريتم الطبيعي لبيانات هذه السلسلة والموضحة في الجدول (2) ومن ثم تم إعادة رسم هذه السلسلة بعد عملية التحويل كما هو موضح في الشكل (2) إلا أنه كما نلاحظ أن التحويل لم يعطِ تحسناً ملحوظاً لهذه السلسلة، مما يدل على أن هذه السلسلة مستقرة في التباين.

وفيما يتعلق بالاستقرارية في المتوسط يبدو من خلال الشكل أن السلسلة مستقرة إلى حد ما في المتوسط ويؤكد ذلك شكل معاملات دالة الارتباط الذاتي الشكل (3)،وقيم معاملات دالة الارتباط الذاتي الجدول (3) إذ أن السلسلة الزمنية تكون مستقرة في المتوسط إذ وقعت هذه المعاملات بعد الإزاحة الثانية أو الثالثة ضمن حدود الثقة آلاتية:

$$\Pr\left[\frac{-1.96}{\sqrt{n}} \le \hat{\rho}(k) \le \frac{-1.96}{\sqrt{n}}\right] = 0.95$$

وكما نلاحظ فإن معاملات الارتباط الذاتي تقع كلها ضمن حدود الثقة $[-0.215 \le \hat{\rho}(k) \le 0.215]$ مما لا يدع مجالاً للشك في استقرارية هذه السلسلة في المتوسط.

جدول (1) إنتاجية العمل الشهرية(طن/عامل)للأعوام 1992-1998

1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	السنة الشهر
49.23	57.27	53.49	72.30	57.98	53.24	83.56	يناير
67.09	38.66	43.86	64.58	30.57	45.99	81.85	فبراير
82.10	54.79	37.97	38.54	60.36	96.78	86.91	مارس
18.11	87.03	92.36	87.65	62.77	92.23	73.03	ابريل
91.43	54.22	71.87	87.09	25.64	64.64	30.40	مايو
95.66	77.08	66.45	72.55	-	75.18	58.16	يونيو
71.03	90.62	27.11	66.58	66.71	94.76	77.72	يوليو
71.03	90.62	27.11	66.58	66.71	94.76	77.12	أغسطس
93.38	79.65	91.38	73.25	78.05	65.69	82.44	أكتوبر
73.61	48.24	67.40	66.67	43.46	91.93	93.81	نوفمبر
87.94	100.93	84.93	92.76	57.48	92.09	93.39	ديسمبر

جدول (2) اللوغارتمات الطبيعية لإنتاجية العمل الشهرية للأعوام 1992-1998

1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	السنة الشهر
3.897	4.048	3.979	4.281	4.060	3.975	4.426	يناير
4.206	3.655	3.781	4.168	3.426	3.828	4.405	فبراير
4.408	4.004	3.637	3.652	4.100	4.572	4.456	مارس
2.896	4.466	4.526	4.473	4.139	4.524	4.291	ابريل
4.516	3.993	4.275	4.467	3.244	4.169	3.414	مايو
4.561	4.345	4.196	4.284	-	4.320	4.063	يونيو
4.346	4.035	4.332	4.564	4.152	4.421	4.353	يوليو
4.263	4.507	3.300	4.198	4.200	4.551	4.345	أغسطس
4.537	4.378	4.515	4.294	4.357	4.185	4.412	أكتوبر
4.299	3.876	4.211	4.200	3.772	4.521	4.541	نوفمبر
4.477	4.607	4.442	4.530	4.051	4.523	4.537	ديسمبر

شكل (1)

سلسلة إنتاجية العمل الشهرية (1992-1998)

شكل (2)

سلسلة إنتاجية العمل الشهرية (1992-1998) بعد أخذ التحويل أللوغاريتمي

شكل (3)

دالة الارتباط الذاتي لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية (1992-1998)

جدول (3)

تقديرات دالة الارتباط الذاتي لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية (1992-1998)

Lag	Estimate	Stnd.Error	Lag	Estimate	Stnd.Error
1	0.03384	0.10976	2	-0.09739	0.10989
3	0.01979	0.11093	4	-0.03137	0.11097
5	0.14638	0.11107	6	0.09515	0.11337
7	-0.09672	0.11414	8	0.02587	0.11513
9	0.02839	0.11520	10	0.11471	0.11528
11	-0.07046	0.11665	12	0.17451	0.11716
13	-0.18882	0.12025	14	-0.04257	0.12377
15	-0.10263	0.12395	16	-0.08135	0.12497
17	-0.02529	0.12560	18	-0.00345	0.12566
19	-0.03947	0.12567	20	0.15589	0.12581
21	0.00679	0.12812	22	-0.05975	0.12812
23	0.00124	0.12846	24	0.19282	0.12846

شكل (4)

دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية (1992–1998)

جدول (4)

تقديرات دالة الارتباط الذاتي لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية (1992–1998)

Lag	Estimate	Stnd.Error	Lag	Estimate	Stnd.Error
1	0.03384	0.10976	2	-0.09865	0.10976
3	0.02704	0.10976	4	-0.04328	0.10976
5	0.15609	0.10976	6	0.06622	0.10976
7	-0.07273	0.10976	8	0.03916	0.10976
9	0.01585	0.10976	10	-0.12737	0.10976
11	-0.09196	0.10976	12	0.19246	0.10976
13	-0.231178	0.10976	14	-0.00988	0.10976
15	-0.12015	0.10976	16	-0.00583	0.10976
17	-0.14926	0.10976	18	0.04851	0.10976
19	001408	0.10976	20	0.16694	0.40976
21	-0.01867	0.10976	22	0.04383	0.10976
23	-0.00972	0.10976	24	0.16332	0.10976

2- تشخيص النموذج الملائم:

بعد أن تأكدنا من استقرارية سلسلة إنتاجية العمل الشهرية للفترة(1992-1998)في المتوسط والتباين سنقوم بتشخيص النموذج الملائم ودرجته ويفترض أن يتم تشخيص النموذج الملائم بواسطة ملاحظة السلوك الذي تسلكه دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي ولكن الملاحظ من خلال الشكلين(3)،(4) والتي توضح معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي أن هذه المعاملات لا تسلك السلوك النظري المعتاد مما شكل صعوبة في اختيار النموذج الملائم لذا تم الاعتماد على المعايير SBC,AIC,MSE من تشخيص النموذج الملائم وقد تم تطبيق (15) نموذجاً لهذه السلسلة والموضحة في الجدول(5) وقد تبين أن النموذج المختلط(1و2) ARMA هو الذي يعطي أقل القيم للمعايير السابقة وكانت هذه القيم على النحو SBC=514.18321 ,AIC=506.9669, MSE=417.908 لذا تم اعتماد هذا النموذج ليكون هو النموذج الملائم لهذه السلسلة.

3-تقدير معلمات النموذج المشخص:

بعد أن تم تحديد النموذج المشخص لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية والذي كان هو النموذج المختلط(1و2) ARMA تم استخراج التقديرات لمعلمات هذا النموذج باستخدام البرنامج الجاهز (Stat graphics) بواسطة طريقة الامكان الأعظم المضبوطة وكانت هذه التق5ديرات كما يأتي:

$$\tilde{Z}_{\tau} = 0.99887\ \tilde{Z}_{\tau-1} + a_{\tau} - 0.89009\ a_{\tau-1} - 0.12802\ a_{\tau-2}$$

جدول (5)

نماذج (ARMA)المطبقة على سلسلة إنتاجية العمل الشهرية (1992–1998) مع قيم

SBC,AIC,MSE

N	Models	MSE	AIC	SBC
1	ARMA (1,0)	784.81	555.2317	557.6505
2	ARMA (2,0)	682.908	545.6879	550.5256
3	ARMA (3,0)	621.699	539.8939	547.1504
4	ARMA (0,1)	2347.99	646.1891	648.6080
5	ARMA (0,2)	1763.32	624.421	629.2588
6	ARMA (0,3)	1288.91	600.4088	607.6654
7	ARMA (1,1)	602.755	535.3254	540.1631
8	ARMA (2,1)	607.2	537.9352	545.1918
9	ARMA (3,1)	604.635	539.5839	549.2592
10	ARMA (1,2)	417.908	506.9669	514.18321
11	ARMA (2,2)	609.777	540.2867	549.9621
12	ARMA (3,2)	610.554	542.3924	554.4866
13	ARMA (1,3)	437.778	512.7821	522.4575
14	ARMA (2,3)	442.389	515.6517	527.7459
15	ARMA (3,3)	621.312	545.8422	560.3552

4-التحقق من كفاءة النموذج:

بعد أن تم تقدير المعلمات الخاصة بالنموذج المشخص لابد من اختيار مدى كفاءة هذا النموذج،ويتم معرفة ذلك بصورة أولية من خلال معاملات الارتباط الذاتي للأخطاء ومعاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للأخطاء، فمن ملاحظة الشكلين (5)،(6) يتضح أن معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للأخطاء جميعها غير معنوية مما يوحي بأن

سلسلة البواقي هي سلسلة أخطاء عشوائية. وزيادة في التأكيد سوف نستخدم الاختبارات الإحصائية الموضحة في المعادلات (11)،(12)،(13) على النحو الاتي:

Test Methods	Q-Statistic
Box-Pierce 1970	17.6436
Ljung-Box 1978	20.29343
Manti 1994	25.98188

وبمقارنة قيم إحصاءات الاختبارات السابقة مع قيمة (χ^2) الجدولية بدرجة حرية (17) ومستوى معنوية (95%) والتي تساوي (27.5871) نجد أن $Q_c < Q_\tau$ وبذلك نقبل فرضية العدم وهذا معناه أن سلسلة البواقي هي سلسلة أخطاء عشوائية وبالنتيجة فإن النموذج (2و1) ARMA ملائم لتمثيل سلسلة إنتاجية العمل الشهرية للفترة (1992−1998).

شكل (5)

دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي (a_τ)

شكل (6)

دالة الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة البواقي (a_{τ})

5- التنبؤ وحدود الثقة:

التنبؤ هو المرحلة الأخيرة من مراحل تحليل السلاسل الزمنية باستخدام أسلوب [B-J] وهــو الهدف النهائي من تحليل السلاسل الزمنية والجدول (6) يعطي التنبؤات المستقبلية لــ(12) فتــرة مقبلة مع حدود الثقة لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية كما أن الشكل (7) يوضــح التنبــؤ بواســطة النموذج المقترح لإنتاجية العمل الشهرية مع حدود الثقة للتنبؤات المستقبلية، وقد تم الحصول على هذه التنبؤات باستخدام النموذج الاتي:

$$Z_{\tau+L} = (0.99887)\, Z_{\tau+L-1} - (0.89009)\, a_{\tau+L-1} - (0.12802)\, a_{\tau+L-2} + a_{\tau+L}$$

جدول (6)

يوضح التنبؤات المستقبلية لــ(12) فترة مقبلة مع حدود الثقة لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية

Obs	Forecasts	Lower 95%	Upper 95%
84	67.1252	26.4336	107.817
85	64.1546	23.2229	105.086
86	64.0824	23.1431	105.022
87	64.0103	23.0635	104.957
88	63.9383	22.9839	104.893
89	63.8663	22.9044	104.828
90	63.7944	22.8250	104.764
91	63.7227	22.7458	104.700
92	63.6509	22.6666	104.635
93	63.5793	22.5895	104.571
94	63.5078	22.5085	104.507
95	63.4363	22.4297	104. 443

شكل (7)

التنبؤ بواسطة النموذج المقترح مع حدود الثقة لــ(12) فترة مقبلة لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية

(1998−1992)

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1-من دراسة سلسلة إنتاجية العمل الشهرية بواسطة أسلوب [B-J] أتضح أنها سلسلة مستقرة في المتوسط والتباين.

2-إن النموذج الملائم لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية للفترة (1992-1998) هو النموذج المختلط ARMA (1و2) حيث كانت القيم ألـ MSE=417.908 ، AIC=506.9669 ، SBC=514.18321 وكان تقديره:

$$Z_{\tau} = 0.99887\, Z_{\tau-1} + a_{\tau} - 0.89009\, a_{\tau-1} - 0.12802\, a_{\tau-2}$$

3-عند تشخيص سلسلة البواقي (a_{τ}) كانت هذه السلسلة عبارة عن سلسلة عشوائية مستقلة مما يشير إلى دقة تشخيص نموذج (ARMA) المقترح لسلسلة إنتاجية العمل الشهرية.

التوصيات:

1-نوصي باستخدام نموذج بوكس-جينكنز المقترح في التنبؤ بإنتاجية العمل الشهرية لمصنع اسمنت عمران.

2-نوصي باستخدام أسليب تنبئية أخرى كأسلوب التمهيد الاسي وأسلوب دالة التحويل ومقارنة نتائج هذه الأساليب مع نتائج نموذج بوكس-جينكنز المقترح.

المصادر:

1-المؤسسة اليمنية العامة لصناعة وتسويق الاسمنت (1998)، "صناعة الاسمنت في اليمن ومكانتها في هيكل القطاع الصناعي" ، ورقة عمل مقدمة من المؤسسة اليمنية العامة لصناعة وتسويق الاسمنت إلى المجلس الاستشاري،منشورة في مجلة المصنع،العدد (4)،1998،ص(5-9).

2-حسن،فارس طاهر (1997)، "دراسة مقارنة لأسلوب بوكس-جينكنز في التنبؤ وأسلوب التمهيد الاسي مع تطبيق عملي"، مجلة العلوم الإدارية والاقتصادية،كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، المجلد (4)، العدد(12)،ص 228.

3-Bowerman,B.L &O,Connell,R.T(1987), "Time Series Forecasting: Unified Concepts and Computer Implementation" ,Second Edition, PWS Publishers,U.S.A. .

4-Box,G.E.P. & Jenkins,G.M. (1976), "Time series Analysis Forecasting and Control" ,Revised Edition, Holden-Day.

5-Makridakis,S. ,Wheel Wright, S.C. & McGee ,V.E. (1983), "Forecasting Methods and Applications" ,Second Edition, John Wiley & Sons,Inc,U.S.A. .

6-Wei,W.W.S. (1990), "Time series Analysis univariate and Multivariate Methods" ,Addison-Wesley Publishing Company, New York.

....

....