تقدير النموذج الامثل لسلسلة انتاج النفط الخام لمنظمة الدول المصدرة للنفط الخام (OPEC) للفترة (2005- 2010)

نبأ نعيم مهدي

الجامعة المستنصرية/ كلية الادارة والاقتصاد

المستخلص :

يُعد النفط عصب الصناعة الحديثة وطاقة تحريك الالات في المصانع ووسائل النقل بين شعوب العالم. فمن المعروف ان النفط يعتبر سلعة استراتيجية ناضبة (غير متجددة) يرتبط سعر كثير من السلع بها ، ونظراً لاهمية هذا المعدن جاءت فكرة هذه الدراسة .

حيث تم أخذ الانتاج الشهري للنفط الخام لمنظمة الدول المصدرة للنفط للفترة (2005- 2010) والتي تم الحصول عليها من التقارير الشهرية للمنظمة و المنشورة على موقعها الالكتروني .

وبدراسة مجموعة من نماذج السلاسل الزمنية والتي تضم نماذج بوكس – جنكينز (B-J) ونماذج التمهيد الاسي لغرض المفاضلة بينها وصولاً للنموذج الافضل لتمثيل البيانات واعتماده لاغراض التقدير والتنبؤ ومن النتائج التي تم التوصل اليها ولجميع النماذج المقترحة تبين ان افضل نموذج هو نموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الثانية ARIMA(2,1,0) بعد أخذ الفرق الاول للبيانات لتحقيق استقرارية السلسلة في المتوسط .

مقدمة :

تعتبر منظمة الدول المصدرة للبترول (OPEC) من المنظمات العالمية والتي تضم اثنا عشر دولة وتعتمد على صادراتها النفطية اعتماداً كبيراً لتحقيق مدخولها تمتلك الدول الاعضاء في هذه المنظمة 40% من الناتج العالمي للنفط تأسست هذة المنظمة عام (1960) في بغداد ومقرها في فينا.

النفط مادة غير متجانسة تختلف طبيعتها من مكان لآخر وتستخدم الخامات القياسية مثل (غرب تكساس) و (برنت) للمساعدة في تسعير (160) نوعاً من النفوط المختلفة ويتم تسعير هذه الخامات بناءاً على مدى اختلافها عن الخامات القياسية ومدى بعدها عن اسواق هذه الخامات ويتم التمييز بين انواع النفط حسب كثافتها ووزنها وحجمها وحموضتها وعوامل اخرى ، وعلى هذا الاساس يقسم النفط

الى ثقيل اذا كانت كثافته تقل عن(25) درجة ومتوسط اذا كانت كثافته بين (25-35) وخفيفاً اذاكانت كثافته اعلى من (35).

وينخفض سعر النفط مقارنة بخامات القياس كلما زادت كثافته وحموضته ويرتفع سعره مع انخفاض كثافته وحموضته.

2- هدف البحث :

تهدف الدراسة الى اختيار افضل نموذج لتمثيل كميات انتاج النفط الخام لمنظمة الدول المصدرة للنفط وذلك من خلال المقارنة بين نماذج السلاسل الزمنية لبوكس – جنكنز (B-J) ونماذج التمهيد الاسي (E-S) .

3- الجانب النظري

3-1 تمهيد :

في هذا الجانب سوف نتناول أهم المفاهيم النظرية لمجموعة من نماذج السلاسل الزمنية وهي نماذج (B-J) اللاموسمية و نماذج التمهيد الاسي .

3-2 الاستقرارية(Stationary) : [3]،[5]

ويقصد بالاستقرارية ان السلسلة الزمنية تكون مستقرة في الوسط الحسابي والتباين فاذا كانت مشاهداتها تتذبذب بصورة عشوائية حول المتوسط تكون مستقرة في المتوسط على عكس ذلك اذا كان المتوسط لها غير ثابت هنا تدعى السلسلة بأنها غير مستقرة حول المتوسط وتكون السلسلة مستقرة في التباين اذا كان لها تباين ثابت لايتأثر بالزمن (t) وانما يتأثر فقط بفترات الازاحة (k) ويتم تحقيق استقرارية السلسلة الزمنية في التباين باعتماد بعض التحويلات من أبرزها التحويلات اللوغارتمية وتحويلات القوى وتحويلات الصيغة القياسية .

ومن اجل تحقيق الاستقرارية في المتوسط نستخدم معامل الفروق الخلفية (Backward difference operator) ويرمز له بالرمز (d) ويكتب وفق الصيغة التالية :

$$d^n X_t = d^{n-1}(X_t - X_{t-1}) \qquad \cdots\cdots\cdots(1)$$

حيث ان :

X_t : تمثل المشاهدة في الزمن t

X_{t-1} : تمثل المشاهدة في الزمن $t-1$

n : يمثل الفروق

3 -3 الارتباط الذاتي (Auto Correlation)

ويعرف بأنه الارتباط بين المشاهدتين X_t, X_{t+k} للفترة الفاصلة (k) ويكتب وفق المعادلة التالية :

$$\rho_{(k)} = \frac{E\left[(X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})\right]}{\sqrt{E(X_t - \bar{X})^2 \cdot E(X_{t+k} - \bar{X})^2}} \qquad \cdots\cdots\cdots(2)$$

وخواص دالة الارتباط الذاتي هي : $\rho_{(k)} = \rho_{(-k)}$ و $|\rho_k| \leq 1$ ورسم معاملات الارتباط الذاتي ضد الفترة الفاصلة (k) يُكون مايدعى بدالة الارتباط الذاتي والتي تَكون متماثلة حول الصفر .

3-4 الارتباط الذاتي الجزئي (partial auto correlation) :

يعرف الارتباط الذاتي الجزئي للفترة الفاصلة (k) بأنه الارتباط بين مشاهدتين X_t, X_{t+k} عندما تكون تأثيرات بقية الفترات الفاصلة على (X)ثابتة .

ومن الجدير بالذكر ان دراسة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لها فوائد كثيرة من جملتها معرفة فيما اذا كانت السلسلة الزمنية مستقرة او غير مستقرة وذلك برسم معاملات الارتباط الذاتية ضد الفترة الفاصلة (k) حيث اذا كانت قيم المعاملات تؤول الى الصفر بسرعة اي بعد الفترة الفاصلة الثالثة أو الرابعة اي لايكون اتجاهاً عاما فأن ذلك يدل على ان هذه السلسلة مستقرة وبالعكس كذلك ان رسم قيم معاملات الارتباطات الذاتية والذاتية الجزئية مقابل فتراتها الفاصلة يؤدي الى معرفة نوع النموذج (B-J) المقترح.

3-5 نماذج بوكس - جنكنز (B-J) [2],[3]

تنقسم هذه النماذج الى نوعين :

1- نماذج (B- J) الموسمية .

2- نماذج (B-J) اللاموسمية (The non seasonal Box- Jenkins Models) تستخدم لتمثيل نوعين من السلاسل المستقرة وغير المستقرة وهذه النماذج :

أ- نموذج الانحدار الذاتي وصيغته وفق الاتي :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \ldots\ldots + \phi_p X_{t-p} + a_t \qquad \cdots\cdots(3)$$

حيث ان $\phi_1, \phi_2, \ldots\ldots \phi_p$ هي معالم النموذج وان a_t حد الخطأ العشوائي وهي متغيرات عشوائية غير مرتبطة مع بعضها وذات توزيع طبيعي بمتوسط يساوي صفر والتباين σ_z^2 ويرمز لهذا النموذج بـ $AR(p)$ حيث ان p تمثل درجة النموذج وتسمى المعادلة اعلاه بنموذج الانحدار الذاتي وترمز بالرمز $AR(p)$ ودالة الارتباط الذاتي تتناقص أُسياً .

في حين ان دالة الارتباط الذاتي الجزئي مساوية للصفر بعد رتبة P أي أنها تنقطع بعد فترة (P) ودالة الارتباط الذاتي يمكن كتابتها وفق الاتي :

$$\rho_K = \phi_1\rho_{k-1} + \phi_2\rho_{k-2} + \cdots\cdots + \phi_P\rho_{k-p} \qquad ,k \geq 1 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

ويمكن كتابة نموذج الانحدار الذاتي باستخدام عامل الارتداد الخلفي :

$$\phi(\beta)X_t = \varepsilon_t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$\phi(\beta) = 1 - \phi_1\beta - \phi_2\beta^2 - \cdots\cdots - \phi_p\beta^p$$

ومن شروط تحقيق الاستقرارية وقوع جذور المعادلة $\phi(\beta)=0$ خارج حدود الدائرة الاحادية وهي الدائرة التي مركزها نقطة الاصل وطول نصف قطرها يساوي وحدة واحدة .

ب – نموذج الاوساط المتحركة :

يمكن تمثيل السلسلة الزمنية بواسطة نموذج الاوساط المتحركة التي هي عبارة عن تركيبة خطية للأخطاء السابقة والتنبؤ من خلاله بالقيم المستقبلية وصيغتة وفق الاتي :

$$X_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \ldots\ldots - \theta_q a_{t-q} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

ويرمز لهذا بـــ $MA(q)$ حيث ان q تمثل درجة النموذج وان :

X_t : تمثل قيمة المشاهدة عند الزمن t.

$a_t, a_{t-1}, a_{t-2}, \ldots.. a_{t-q}$:تمثل الاخطاء العشوائية .

$\theta_1, \theta_2, \ldots\ldots, \theta_q$:تمثل معالم النموذج .

ويمكن كتابة النموذج بأستخدام عامل الارتداد الخلفي :

$$X_t = \theta(\beta)a_t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

حيث أن :

$$\theta(\beta) = 1 - \theta_1\beta - \theta_2\beta^2 - \cdots\cdots - \theta_q\beta^q \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

وان تباين النموذج هو :

$$\mathrm{var}(X_t) = (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \cdots\cdots + \theta_q^2)\sigma_a^2 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

ان دالة الارتباط الذاتي مساوية للصفر بعد رتبة q أي انها تنقطع بعد الفترة (q) في حين ان دالة الارتباط

الجزئي تتناقص أُسياً ودالة الارتباط الذاتي لهذا النموذج هي :

$$\rho_k = \frac{-\theta_k + \theta_1\theta_{k+1} + \theta_2\theta_{k+2} + \cdots + \theta_{q-k}\theta q}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \cdots + \theta_q^2} \qquad ,\forall k = 1,2,3,\cdots,q \qquad \ldots\ldots\ldots (10)$$

$$\rho_k = \quad 0 \qquad ,\forall k \geq q$$

وتتحقق انعكاسية النموذج اذا وقعت جذور المعادلة $\theta(\beta)=0$ خارج حدود الدائرة الاحادية .

ج– النماذج المختلطة (نماذج الانحدار الذاتي والاوساط المتحركة):

والصيغة العامة لهذا النموذج

$$X_t = \mu + \vartheta_1 X_{t-1} + \vartheta_2 X_{t-2} + ... + \vartheta_p X_{t-p} + Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_2 Z_{t-2} - ..... - \phi_q Z_{t-q} \quad \cdots\cdots\cdots(11)$$

ويرمز لهذا النموذج بـ $ARMA(p,q)$ حيث ان q, p تمثلان درجة النموذج للانحدار الذاتي والاوساط المتحركة على التتابع .

وفي حالة كون السلسلة غير مستقرة فأننا سوف نأخذ الفروق المناسبة الى ان تستقر السلسلة وتمثل بنفس النماذج السابقة مع اضافة integrated الى اسم النموذج ويمثل النماذج الغير مستقرة بـ ARIMA(p,d,q).

3-6 مراحل بناء النموذج [4]:

أولاً : تحديد النموذج :

ان عملية تحديد النموذج يتطلب الخبرة واتخاذ القرار الجيد وهي تعتمد على ملاحظة سلوك دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي بعد تحقيق استقرارية السلسلة في المتوسط والتباين وعلى ضوء سلوك هاتين الدالتين يتم تحديد درجة النموذج فاذا كانت دالتي الارتباط الذاتي تتناقص أُسياً ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي تنقطع بعد الفترة (P) فأن النموذج هو AR(P) أما اذا كانت دالة الارتباط الذاتي الجزئي تتناقص أُسياً ومعاملات الارتباط الذاتي تنقطع بعد الفترة (q) فان النموذج هو MA(q) واذا كان الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي ينحدران أُسياً فهذا يعني وجود النموذج ARMA(p,q) ويمكن توضيح ذلك وفق الجدول الاتي .

النموذج	ACF	PACF
ARMA(1,0)	تنحدر باتجاه الصفر	تنقطع بعد الازاحة الاولى
ARMA(2,0)	تنحدر باتجاه الصفر	تنقطع بعد الازاحة الثانية
ARMA(0,1)	تنقطع بعد الازاحة الاولى	تنحدر باتجاه الصفر
ARMA(0,2)	تنقطع بعد الازاحة الثانية	تنحدر باتجاه الصفر
ARMA(1,1)	تنحدر باتجاه الصفر	تنحدر باتجاه الصفر

ثانياً : تقدير معالم النموذج :

بعد معرفة نوع النموذج المقترح لتمثيل السلسلة الزمنية تأتي الخطوة الاخرى وهي تقدير معالم هذا النموذج المشخص بعدة طرق منها طريقة المربعات الصغرى Least – Square Method أو طريقة الامكان الاعظم Maximum Likelihood Method أو طريقة يول – ولكر – Yule Walker .

ثالثاً :ملائمة النموذج للبيانات :

في هذه المرحلة يتم اختبارمدى ملائمة النموذج للبيانات المدروسة عن طريق استخراج معاملات الارتباط الذاتي للاخطاء العشوائية حيث يجب ان تقع هذه المعاملات داخل حدود الثقة وبمستوى معنوية 95% .وفق الصيغة الاتية :

$$(-1.96)\frac{1}{\sqrt{n}} \le r_k \le (1.96)\frac{1}{\sqrt{n}} \qquad \ldots\ldots\ldots (12)$$

وان احصاءة الاختبار Q المقترحة تُكتب وفق الصيغة الاتية :

$$Q = (n-d)\sum_{k=1}^{m} r_k^2(a_t^{\wedge}) \qquad \ldots\ldots\ldots (13)$$

حيث ان Q تتوزع توزيع مربع كاي وبدرجة حرية (m-p-q) حيث ان m تمثل أعلى قيمة لفترة الازاحة ويُتخذ القرار عندما تكون القيمة المحسوبة اقل من القيمة الجدولية والذي يدل على ملائمة النموذج وبالاضافة الى ماسبق يفترض بمعلمات النموذج اجتياز اختبار المعنوية اختبار(t) وتحقق شرط الاستقرارية الانعكاسية .

رابعاً التنبؤ :

يُعرف التنبؤ بأنه توقع السلوك المستقبلي لعملية معينة وبأقل خطأ ممكن عند مقارنتها بالواقع وكما هو معروف ان الهدف الرئيسي لبناء السلاسل الزمنية هو امكانية استخدام النموذج للتنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة واحصائياً اذا كانت لدينا سلسلة زمنية معينة مثل ($X_t, X_{t-1}, \ldots\ldots, X$) فأن عملية التنبؤ (Z_{t+1}) تكون عملية التنبؤ ناجحة اذا تم الحصول على قيمة ما بحيث يكون لها أقل تباين لخطأ السلاسل الزمنية للتنبؤ أي أن التنبؤ الجيد هوالذي يجعل متوسط مربعات الخطأ أقل مايمكن .

3-7 التمهيد الاسي (Exponential Smoothing)[5], [2]

تعد طريقة التمهيد الاسي وامتدادها طريقة التنقية (Adaptive smoothing) من اكثر الطرق شيوعاً في تحليل السلاسل الزمنية القصيرة حيث تهتم هذه الطريقة بالمشاهدات الحديثة للسلسلة الزمنية اكثر من اهتمامها بالمشاهدات القديمة وهي لاتلغي دور المشاهدات القديمة في التأثير ، وتحلل السلسلة الزمنية الى جزئين الجزء الاول حتمي اي محدد المتمثل بالمعادلة الاساسية(Underly process) والجزء الثاني احتمالي اي له توزيع معين يسمى بالتشويش (Noise) ومعدل التشويش يساوي صفر وانحراف معياري معين ويُصاغ وفق الصيغة التالية :

$$X_t = a_t + \varepsilon_t \qquad \ldots\ldots(14)$$

حيث ان (a_t) تأخذ أي شكل الذي يعبر عنه بمعادلة وكل شكل من الاشكال يُعتبرنموذج التنبؤ (Forecasting model)

النماذج المستخدمة في هذا المجال هي :

1- النموذج الثابت (Constant model)

ويتمثل هذا النموذج بمعادلة الخط المستقيم الموازي لمحور السينات وأن a_t هو مقدار ثابت وهناك للسلسلة متوسط ثابت تستقر حوله المتمثل بـ (a) و(t) متغير عشوائي والصيغة العامة لهذا النموذج هي :

$$X_t = a_t + \varepsilon_t \quad \text{.....(15)}$$

2- النموذج الخطي (Linear model)

ويتمثل هذا النموذج بمعادلة الخط المستقيم في الاتجاه الصاعد او النازل وحول هذا الاتجاه يوجد تقلبات ويكون الاتجاه تنازلي عندما تكون اشارة (a_2) سالبة ،وصيغة النموذج هي :

$$X = a_1 + a_{2t} + \varepsilon_t \quad \text{..... (16)}$$

8-3طريقة التمهيد الاسي (Exponential Smoothing method) [6],[2]

وتقسم الى طريقتين هي :

أولاً :نموذج التمهيد الاسي اللاموسمي .

ثانياً :نموذج التمهيد الاسي الموسمي .

وسنركز على نماذج التمهيد الاسي اللاموسمية : The Exponontial smoothing model) (non seasonal

تعتمد هذه الطريقة في تقدير معالم النموذج على طريقة المربعات الصغرى الموزونة تناقصياً(The discounc least square) وهي جزء من طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) .

تهتم هذه الطريقة بالمشاهدات الحديثة وهذا يجعلها تعطي أكبر الاوزان لمجموع مربعات الخطأ كلما تقدم زمن حدوث تلك الاخطاء نحو الحاضر .

واختلافها عن طريقة (OLS) انها تعطي اوزاناً مختلفة لمربعات الاخطاء بدلاً من اعطائها وزناً واحداً .

نماذج التمهيد الاسي اللاموسمية تمثل ثلاث حالات هي :

أ- التمهيد الاسي للحالة الثابتة :(Exponential smoothing for constant process)

وهذا النموذج يلائم السلاسل الزمنية ذات المستوى الذي لايتغير بتغير الزمن وان حصل تغييرفأنه يحصل ببطؤ .

وبأخذ التوقع للمعادلة (15) نحصل على المعادلة التالية :

$$E(X_t) = a^{\wedge}$$
$$E(X_t) = S_t(X) \qquad \text{..... (17)}$$

وبتطبيق طريقة المربعات الصغرى الموزونة تناقصاً لتقدير معالم المعادلة السابقة نحصل على المعادلة التالية :

$$S_t(X) = \alpha X_t + (1-\alpha) S_{(t-1)}(X) \qquad \text{..... (18)}$$

حيث ان :

$S_t(X)$: تمثل معلمة التمهيد الاسي وهي القيمة التنبوئية المتوقعة لمتوسط النموذج الثابت للفترة (t).

$S_{t-1}(X)$: تمثل القيمة التنبوئية لمتوسط النموذج الثابت للفترة السابقة $(t-1)$.

(α) : ثابت التمهيد الاسي .

وهذه المعادلة تسمى معادلة التمهيد الاسي المفرد .

ب- التمهيد الاسي للحالات ذات الاتجاة الخطي (Exponential smoothing for a linear trend process) وهذا النموذج يلائم السلاسل الزمنية التي يكون فيها اتجاة خطي يتغير بتغير الفترة الزمنية وهذا النموذج متمثل بالمعادلة (16) حيث ان :

X_t : يمثل سلسلة المشاهدات الفعلية .

a_1 : قيمة متوسط السلسلة .

a_2 : مركبة الاتجاة الخطي (ميل المستقيم) .

ε_t : الخطأ العشوائي ويتضمن $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_e^2)$

t : عامل الزمن .

ومعادلة التنبؤ للنموذج الخطي في الفترة $(t+k)$ تكون كالاتي :

$$X_{t+k} = \hat{a}_1(t) + k\,\hat{a}_2(t) \qquad \text{..... (19)}$$

حيث ان (k) يمثل عدد الفترات المستقبلية المراد التنبؤ بها وعند استخدام طريقة المربعات الصغرى الموزونة تناقصياً سوف نحصل على تقديرات معالم النموذج وكما موضح ادناه :

$$\hat{a}_1(t) = S'_t(X) + (S'_t(X) - S''_t(X)) \qquad \text{..... (20)}$$

$$\hat{a}_2(t) = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_t - S''_t) \qquad \text{..... (21)}$$

حيث ان S''_t, S'_t تمثل قيمة التمهيد الاسي المفرد و المضاعف على التوالي ويمكن تقدير هاتين المعلمتين

وفق الصيغة الاتية :

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha) S''_{t-1} \quad \text{..... (22)}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha) S''_{t-2} \quad \text{..... (23)}$$

وبالامكان الحصول على تقديرات لـ $\hat{a}_1(t-1)$ و $\hat{a}_2(t-2)$ في نهاية الفترة السابقة (t) وفقاً لاسلوب تنبؤي في التمهيد الاسي وهذه التقديرات يتم اعادة تقديرها في كل فترة زمنية بهدف تحديثها.

جـ – التمهيد الاسي للحالات ذات الدرجات العليا : Exponential smoothing for higher order process

نستخدم هذا الاسلوب في التمهيد الاسي بشكل عام لتقدير معالم النموذج المتعدد الحدود ولاي درجة وصيغتة وفق التالي :

$$X_t = a_1 + a_2 t + \frac{1}{2} a_3 t^2 + \varepsilon_t \quad \text{.....(24)}$$

والقيمة التنبؤية لـ (X_t)تكون كالاتي :

$$\hat{X}_{t+k} = \hat{a}_1(t) + K\hat{a}_2(t) + \frac{1}{2} K^2 \hat{a}_3(t) \quad \text{..... (25)}$$

والقيم التقديرية هي :

$$\hat{a}_1(t) = 3S'_t(X) - 3S''_t(X) + S'''_t(X) \quad \text{.....(26)}$$

$$\hat{a}_2(t) = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2}\left[S'_t(X) - 2S''_t(X) + S'''_t(X)\right] \quad \text{..... ... (27)}$$

$$\hat{a}_3(t) = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2}\left[S'_t(X) - 2S''_t(X) + S'''_t(X)\right] \quad \text{..... (30)}$$

3-9 المقاييس المستخدمة في أختيار النموذج الامثل :

يمكن اعتماد عدة مقاييس للمفاضلة بين النماذج المقدرة وهذه المقاييس هي :

- Root mean squared error(RMSE) والذي يمثل جذر متوسط مربعات الخطأ وصيغته وفق التالي :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} e_{n+i}^2}{m}} \quad \text{..... (31)}$$

- Mean absolute error (MAE) يمثل متوسط مطلق الخطأ وصيغته وفق التالي:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{m} |e_{n+i}|}{m} \quad \text{.....(32)}$$

- Mean absolute percentage error (MAPE) يمثل متوسط مطلق الخطأ النسبي وصيغته :

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{m} |e_{n+i} / Y_{t+i}|}{m} * 100\% \quad \text{..... (33)}$$

- أما المقياس الرابع هو Mean error (ME) والذي يمثل متوسط الخطأ وصيغته :

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^{m} e_{n+i}}{m} \quad \text{.....(34)}$$

- المقياس الخامس Mean percentage error (MPE) يمثل متوسط الخطأ النسبي ويحسب كالاتي :

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^{m} \frac{e_{n+i}}{Y_{n+i}}}{m} * 100\% \quad \text{..... (35)}$$

- أما المقياس الاخير Akaike (AIC) وهو مقياس أكايك ويحسب وفق الاتي :

$$AIC = 2\ln(RMSE) + \frac{2c}{n} \quad \text{..... (36)}$$

حيث ان (c) :هو عدد معاملات التقدير للنموذج.

و(n) : هوحجم العينة المستخدمة في التقدير .

وهذه المقاييس مبنية على اساس تقدير الخطأ السابق الذي يختلف بين قيم البيانات في الزمن (t) والتنبؤ لهذه القيم في الزمن (t-1) والمقاييس الثلاثة الاولى تقيس حجم الخطأ العشوائي وافضل نموذج هو الذي يأخذ أقل قيمة أما المقياس الرابع والخامس مبني على اساس أن افضل نموذج سوف يعطي القيمة المنغلقة الى الصفر والمعيار السادس يفضل النموذج الذي يحقق أقل قيمة للمقياس .

4- الجانب التطبيقي :

يتناول الجانب التطبيقي أجراء دراسة عملية بأعتماد بيانات موضوع البحث للمقارنة بين نماذج السلاسل الزمنية التي تم التطرق اليها في الجانب النظري .

1- وصف عينة البحث :

عينة البحث عبارة عن سلسلة زمنية تمثل الانتاج الشهري للنفط الخام لمنظمة الدول المصدرة للنفط للفترة (2005- 2010) والتي تم الحصول عليها من التقارير الشهرية للمنظمة والمنشورة على موقعها الالكتروني وبهذا تكونت لدينا سلسلة زمنية شهرية مؤلفة من (69) مشاهدة ومبينة في الجدول (1) .

جدول (1) يمثل بيانات انتاج النفط الخام (بملايين البراميل) لمنظمة الدول المصدرة للنفط (OPEC)

السنة / الشهر	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	29.15	29.65	29.97	31.99	28.71	29.19
2	29.56	29.71	29.97	32.09	28.03	29.36
3	29.76	29.61	30.03	32.01	27.90	29.26
4	29.95	29.8	30.14	31.70	28.14	29.25
5	30.02	29.48	30.03	32.19	28.27	29.26
6	30.01	29.58	29.98	32.29	28.44	29.20
7	30.19	29.51	30.38	32.64	28.68	29.20
8	30.2	29.79	30.39	32.40	28.83	29.15
9	30.34	29.67	30.61	32.16	28.90	29.08
10	30.05	29.45	31.00	32.04	28.99	
11	29.97	28.84	31.45	31.10	29.08	
12	29.82	30.16	31.99	30.28	29.14	

2- تقدير نموج (B-J) :

لتقدير النموذج الملائم لتمثيل السلسلة الزمنية قيد الدراسة من بين نماذج (B-J) يتطلب الامر اتباع مراحل بناء النموذج المذكورة في الجانب النظري .

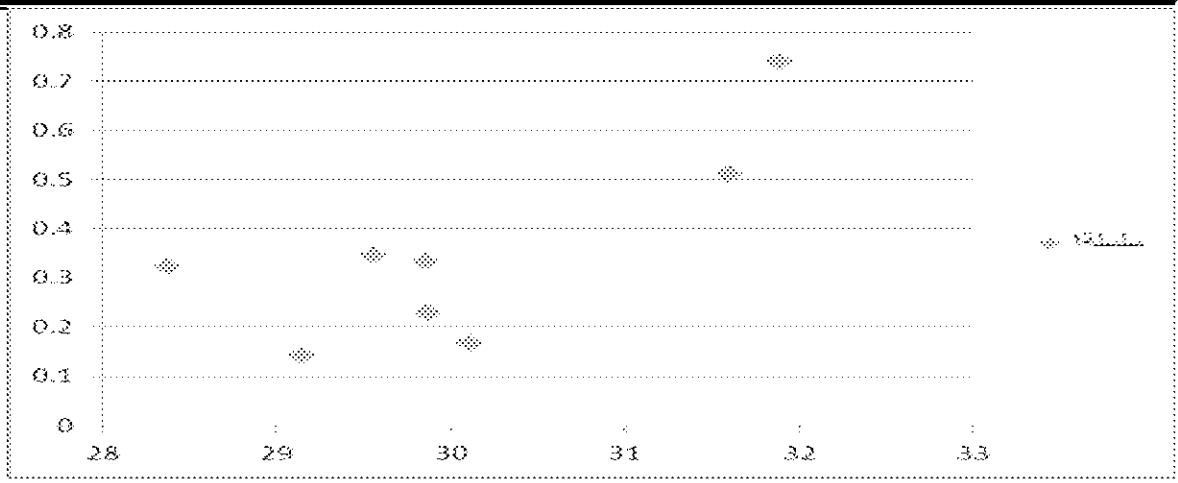
2-1 تحقيق استقرارية السلسلة الزمنية :

الاستقرارية بالتباين الشكل الانتشاري يوضح ان السلسلة الزمنية مستقرة بالتباين حيث تم تجزئة السلسلة الى ثمانية مجموعات وتم حساب كل من الوسط الحسابي والتباين لكل مجموعة وتم رسم الوسط الحسابي ضد التباين وكما هو موضح ادناه في جدول (2) وشكل (1) :

جدول (2) يبين قيمة كل من الوسط الحسابي والتباين

التباين	الوسط الحسابي
0.333	29.855
0.227	29.869
0.347	29.56
0.166	30.111
0.51	31.605
0.74	31.888
0.322	28.375
0.142	29.146

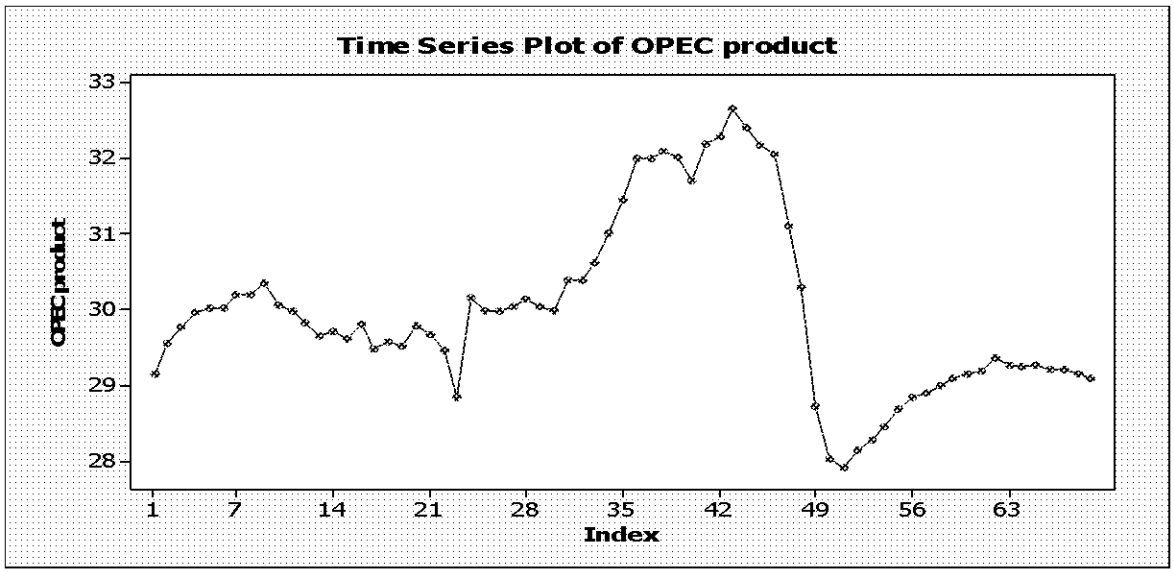
شكل (1) يوضح العلاقة بين الوسط الحسابي والتباين



استقرارية السلسلة بالمتوسط :

أما استقرارية السلسلة في المتوسط بملاحظة الرسم البياني المبين في الشكل (2) :

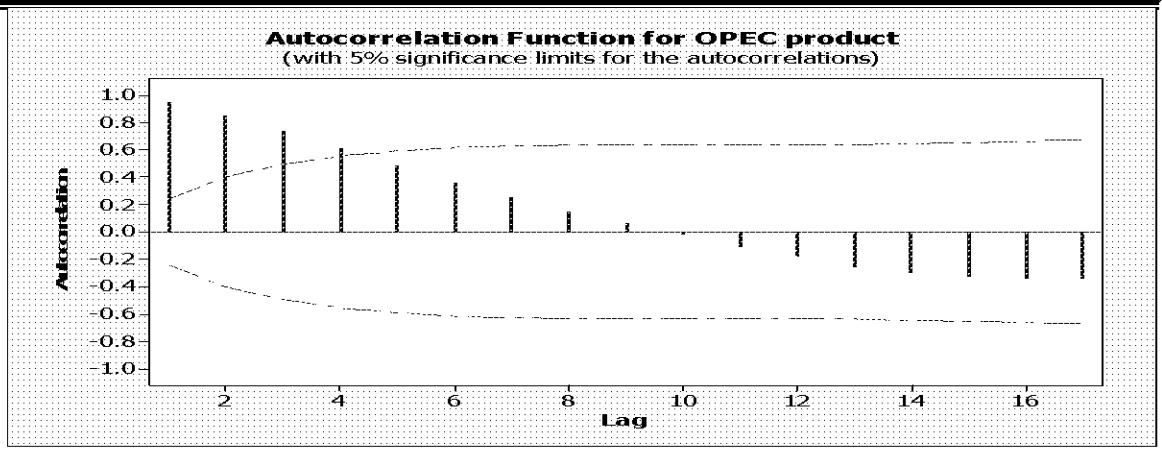
شكل (2) يبين الرسم البياني للسلسلة الزمنية لكميات انتاج النفط الخام



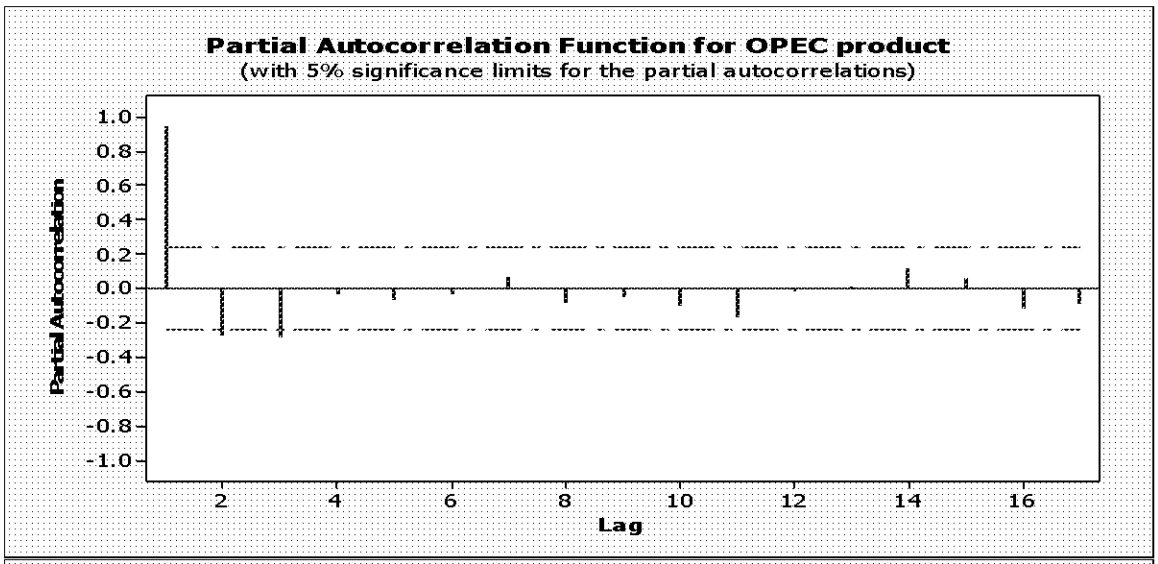
نجدها غير مستقرة في المتوسط حيث نلحظ اتجاة متزايد واضح في سلوك السلسلة ويؤكد ذلك الرسم البياني لدالة الارتباط الذاتي المبين في الشكل (3) والشكل (4) حيث نلحظ ارتباطات ذاتية معنوية ولعدة فترات أزاحة .

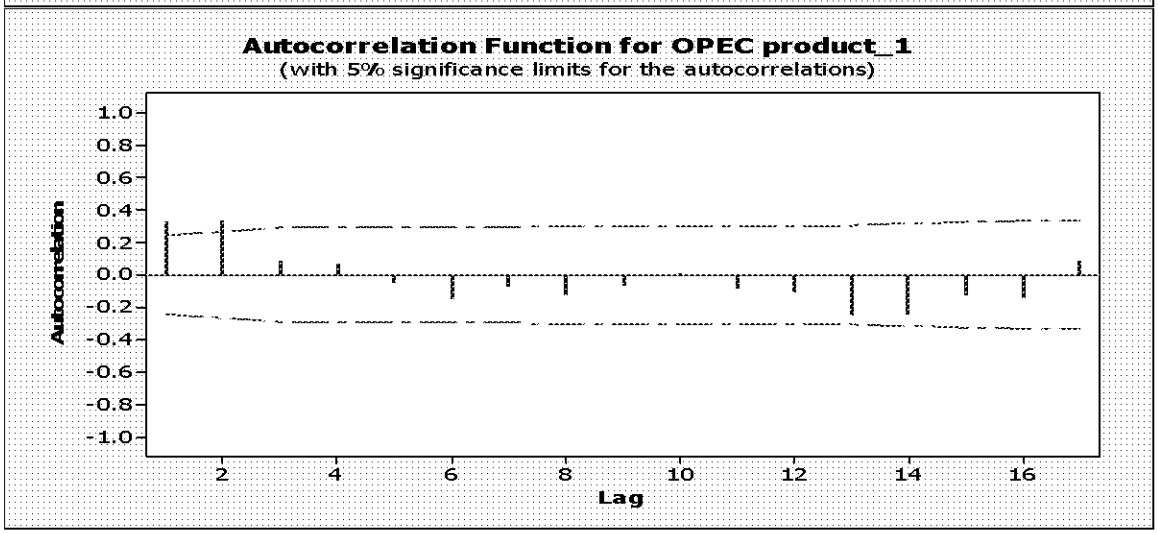
وتم تحقيق استقرارية السلسلة في المتوسط بعد أخذ الفرق الاول لمشاهداتها حيث نلحظ تحقق الاستقرارية وكما مبين في الشكلين (5) و(6) .

شكل (3) يبين الرسم البياني لدالة الارتباط

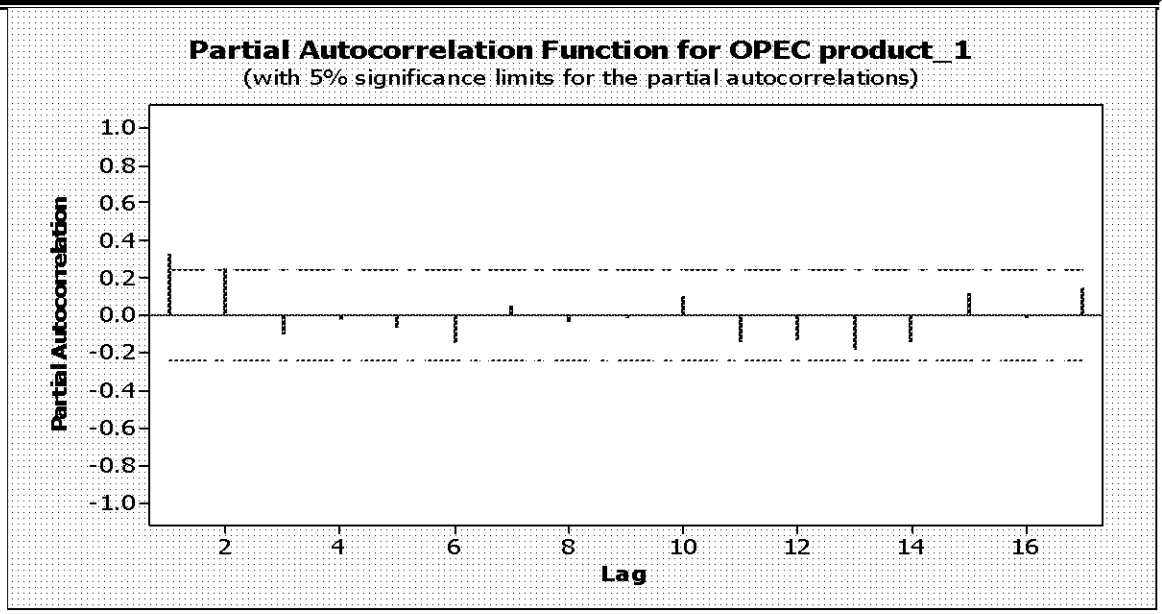


شكل (4) يبين الرسم البياني لدالة الارتباط الجزئي





شكل (5) يبين الشكل البياني لدالة الارتباط بعد أخذ الفرق الاول



شكل (6) يبين الشكل البياني لدالة الارتباط الجزئي بعد أخذ الفرق الاول

2-2 أختيار النموذج الملائم :

بدراسة دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي تم أختيار النماذج الاتية :

- ARIMA (2,1,0)
- ARIMA (0,1,2)
- ARIMA(2,0,1) with constant
- ARIMA(1,1,0)
- ARIMA(1,1,1)

وبالاعتماد على البرنامج الاحصائي الجاهز (Statgraphics) تم تقدير النماذج المقترحة وبعد التحقق من دقة النماذج المذكورة تم أختيار النموذج ARIMA(2,1,0) كأفضل نموذج من بين النماذج لمختارة بالاعتماد على المقاييس الاحصائية الواردة بالجانب النظري وكما موضح بالجدول (3) الاتي :

جدول (3) يبين النماذج المختارة والمقاييس الاحصائية المستخدمة للمفاضلة

AIC	MPE	ME	MAPE	MAE	RMSE	Model
-2.1024	-0.0097	-0.0029	0.704134	0.211825	0.339528	ARIMA(2,1,0)
-2.0944	-0.0090	-0.0018	0.707772	0.213015	0.340889	ARIMA(0,1,2)
-2.0876	-0.0016	0.00285	0.698542	0.210279	0.332278	ARIMA(2,0,1)with constant
-2.0755	-0.0091	-0.0016	0.725833	0.218744	0.349144	ARIMA(1,1,0)
-2.0685	-0.0092	-0.0025	0.710476	0.213861	0.345333	ARIMA(1,1,1)

وبهذا فأن الصيغة المقدرة للنموذج المقترح تكون بالشكل الاتي :

$$Z_t = 0.245901Z_{t-1} + 0.260506Z_{t-2}$$

حيث ان : $Z_t = \nabla X_t$

تطبيق نماذج التمهيد الاسي :لاختيار النماذج الملائمة نعتمد على شكل السلسلة الزمنية قيد البحث فاذا كانت المشاهدات لتلك السلسلة تاخذ مساراً موازياً للمحور الافقي أي أنها لاتتغير بتغير الزمن أوانها تتغير بشكل بطيء لذا يكون النموذج المقترح هو النموذج الثابت أما اذا كانت المشاهدات ترتبط بعلاقة خطية مع الزمن فان النموذج المقترح هو النموذج الخطي واذا كانت علاقة المشاهدات مع الزمن هي من الدرجة الثانية فان النموذج هو النموذج الخطي من الدرجة الثانية وبالاعتماد على البرنامج الاحصائي الجاهز المذكور سابقاً تم تقدير عدة نماذج وكانت نتائج التقديركما مبينة في الجدول (4) .

جدول (4) يبين النماذج المقترحة والصيغ التقديرية لها

اسم النموذج	الصيغة التقديرية
Constant mean	X_t =29.9878
Linear trend	X_t =30.3201+(-0.00949214t)
Exponential trend	X_t = exp (3.41177+(-0.000334438 t)
Quadratic trend	X_t = 29.0371+0.0989264t +(-0.00154884 t^2)
S-curve trend	X_t =exp (4.40174+(-0.0239199/t

المفاضلة بين النماذج المقدرة لغرض اختيار أفضل نموذج من بين نماذج بوكس جنكينز ونماذج التمهيد الاسي تم حساب مقاييس المفاضلة التي تم ذكرها في الجانب النظري وكما مبين في الجدول (6) .

جدول (6) يبين النماذج المختارة والمقاييس الاحصائية المستخدمة للمفاضلة

AIC	MPE	ME	MAPE	MAE	RMSE	Model
-2.1024	-0.0097	-0.0029	0.704134	0.211825	0.339528	ARIMA(2,1,0)
0.28054	-0.14398	-5.8697E-15	2.89376	0.875967	1.15059	Constant mean
0.29675	-0.13956	-4.58249E-15	2.85999	0.868315	1.14326	Linear trend
0.29769	-0.06900	0.0210637	2.83334	0.86107	1.1438	Exponential trend
0.07363	-0.10742	-3.86165E-15	2.62691	0.791822	1.00786	Quadratic trend
0.31631	-0.07096	0.0215686	2.85854	0.865508	1.15449	S-curve trend

وبملاحظة الجدول(6) نجد ان النموذج ARIMA(2,1,0) هو الافضل من بين نماذج التمهيد الاسي .

5- الاستنتاجات :

1- كانت السلسلة الزمنية لكميات الانتاج للنفط الخام مستقرة في التباين ولكنها غير مستقرة في المتوسط وتم تحقيق الاستقراريتها بأخذ الفرق الاول للسلسلة .

2- أفضل نموذج من بين نماذج بوكس – جنكينز هو النموذج ARIMA(2,1,0) وصيغته المقدرة

$$Z_t = 0.245901Z_{t-1} + 0.260506Z_{t-2}$$

3- تم تقدير نماذج التمهيد الاسي وكانت الصيغ المقدرة كما في الجدول (4) .

4- تم مقارنة نموذج بوكس جنكينز المقترح مع نماذج التمهيد الاسي وبالاعتماد على مقاييس المفاضلة المذكورة في الجانب النظري تبين ان أفضل نموذج يمكن اعتماده لاغراض التقدير والتنبؤ هو ARIMA(2,1,0) .

6- **التوصيات** :

1- نوصي باستخدام نماذج (B-J) في التقدير والتنبؤ للسلاسل الزمنية التي تعتمد بياناتها على كميات انتاج المواد.

2- بالامكان تحليل سلسلة انتاج النفط موضوع البحث باعتماد طرق تحليل أُخرى من خلال الربط بين نماذج السلاسل الزمنية ونماذج الانحدار .

3- اعتماد النتائج التي تم التوصل اليها من قبل الجهات ذات العلاقة .

المصادر :

1- المتولي ، أحمد شاكر محمد طاهر (1989) "استخدام السلاسل الزمنية وتطبيقاتها في البيانات البيئية قياس درجة التلوث مياه نهر دجلة " رسالة ماجستير كلية الادارة والاقتصاد / جامعة صلاح الدين .

2- مؤيد سلطان وهيب 1988 ،" تطبيق نماذج السلاسل الزمنية في المنشأة العامة للغزل والنسيج الصوفي " رسالة ماجستير كلية الادارة والاقتصاد / الجامعة المستنصرية .

3- Anderson ,O.D.1980 "Time Series''New York north –Holland .

4- Box,G.E.P. & Jenkins G.M, 1976, "Time series analysis forecasting and control"San Francisco,holden day.

5- C.Chat Field ,1984 "The Analysis of Time Series An Introduction''3ed New York north – Holland

6 - Makridakis. SPYROS , Steven C. Wheelwright , Rob J Hyndman 1998 " Forecasting Methods and Applications'' 3ed./ Jhon Willy &Sons, Inc,U.S.A.

7 – www.opec.com

Abstract :

Oil is consider as a backbone of modern industry and energy of moving machinery in factories and means of transport between peoples all over the world . It is well known that oil is a strategic commodity depleted (non-renewable) many goods price associated with oil price. For this importance , the idea of this study was came out . Monthly production of crude oil was taken from the Organization of Petroleum Exporting Countries for the period (2005-2010) ,which was obtained from the monthly reports that Organization was published on its websit . Study arrange of model of time series ,which includes models of

Box- Jenkins (B-J) model and Exponential Smoothing model for the purpose of comparison , including access to the best model. Data representation and adoption for the purposes of estimation and forecasting , and the results have been reached for all proposed models shows that the best model is the regression model of second order – class ARIMA (2,1,0) after taking the first difference of the data to achieve stationary series in the mean.