مجلة تنمية الرافدين

**اسم المقال:** تطبيق النموذج الطارئ على السلسلة الزمنية
**اسم الكاتب:** أ.م.د. صفاء يونس الصفاوي، عادل علي سلطان العزاوي
**رابط ثابت:** https://political-encyclopedia.org/index.php/library/3409
**تاريخ الاسترداد:** 2026/11/02 20:56 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة تنمية الرافدين كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة الموصل ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

كلية الإدارة والاقتصاد -جامعة الموصل
تنمية الرافدين العدد ١٠٧ مجلد ٣٤ لسنة ٢٠١٢
ص ص[١٢٧-١٤٠]

# تطبيق النموذج الطارئ على السلسلة الزمنية
## لأسعار القمح العالمية

**الدكتور صفاء يونس الصفاوي**
استاذ مساعد - قسم الإحصاء والمعلوماتية
كلية علوم الحاسبات والرياضيات – جامعة الموصل
SSfawee@Yahoo.com

**عادل علي سلطان العزاوي**
باحث
المديرية العامة لمشاريع إنتاج الطاقة الكهربائية

**المستخلص**

**لاتخلو الظواهر من حولنا وفي مختلف المجالات من احداث استثنائية تؤثر في متغير الاستجابة، وكما هو معلوم أن أنموذج التدخل هو حالة خاصة من أنموذج دالة التحويل، وتتضمن هذه الدراسة جانبين رئيسين هما:**

**أولاً: الجانب النظري: ويحتوي على المفاهيم الأساسية للسلاسل الزمنية، فضلاً عن الأسس النظرية الخاصة بأنموذج التدخل.**

**ثانياً: الجانب التطبيقي: وهو الصورة الفعلية والرؤية الواضحة للأزمات الاقتصادية التي تمثلت بالتدخلات الاستثنائية والأحداث الخارجية لأسعار القمح العالمية، الذي يبين عدم وجود ارتباط ذاتي بين قيم سلسلة الأخطاء $a_t$.**

**وأنتهت الدراسة إلى أن التوصل إلى الأنموذج الأمثل يكون من خلال البدء بتحديد طول السلسلة المدروسة وأثر التدخل فيها، وكذلك تحديد رتبة الدالة من خلال الاستفادة من مفاهيم دالة التحويل وخصوصاً السلسلة الأصلية $Y_t$ ، وبها تمّ التوصل إلى الأنموذج الأمثل الآتي:**

$$Y_t = \frac{(0.001557 - 0.000544B + 0.000793B^2)}{(1 - 10176B + 0.168B^2)} S_t^T + \frac{1}{(1 - 0.9995B)} a_t$$

**وقد تمت الاستفادة من الإمكانيات والتسهيلات لانجاز البحث من خلال أنظمة Minitab وMatlab و SPSS في إعطاء النتائج الموفقة التي ساعدتنا في تحليل السلسلة.**

**الكلمات المفتاحية:** السلسلة الزمنية، الازمات الاقتصادية، دالة التحويل، أنموذج التدخل.

تأريخ استلام البحث ٢٠١٠/٩/٢٨ تأريخ قبول النشر ٢٠١١/٣/٩

# Application of Intervention Model on the Time Series of Wheat International Price

**Safaa Y. Younis Saffawi (PhD)**
Department of Statistics
University of Mosul
SSfawee@Yahoo.com

**Adel A. Sultan Al-Azzawi**
Researcher
General Directorate of Electric Power Production Projects

## Abstract

Many phenomena – in different fields – involve exceptional events that affect the response variable. As it is known, the intervention model is a special case of the transfer function model. The study involves two main aspects; first, theoretical aspect includes fundamental concepts of time series, in addition to the theoretical basis concerning the intervention. Second, the practical aspect represents the real image and clear vision of the economic crises. They are represented by the exceptional interventions and the external events of wheat prices. There is also no auto correlation among the values of the error series. This study concludes that the optimal model begin with determination of the length of the series and the interaction trace in it, and determine the function order through using the concepts of the transformation function especially the original series $Y_t$

$$Y_t = \frac{(0.001557 - 0.000544B + 0.000793B^2)}{(1 - 10176B + 0.168B^2)} S_t^T + \frac{1}{(1 - 0.9995B)} a_t$$

Also, the abilities and facilities to accomplish this research were utilized by the use of the systems Minitab, Matlab and SPSS to obtain the correct results that assist the researcher to analyze the series.

**Key Words**: Time Series, Economic Crises, Transfer Function, Intervention Model.

## المفاهيم الأساسية لنماذج السلاسل الزمنية
## Fundamental Concepts for Time Series Models

### توطئة

يعزى الاهتمام الكبير بموضوع السلاسل الزمنية إلى الحاجة الماسة لنظام تنبؤ ذي كفاءة عالية وموثوق به، بحيث يمكن الاعتماد عليه في تفسير الكثير من الظواهر في مختلف المجالات.

وهناك نوعان من نماذج السلاسل الزمنية:

أ. النماذج ذات المتغير الواحد *Univariate Time Series Models*.

ب. النماذج متعدد المتغيرات *Multivariate Time Series Models*.

فالنماذج من النوع الأول تستخدم البيانات الحالية والسابقة عن متغير واحد فقط، أما النماذج من النوع الثاني فتصف العلاقة الديناميكية (الحركية) بين متغير استجابة وواحد أو

أكثر من المتغيرات المؤثرة، وتسمى هذه النماذج بنماذج دالة التحويل *Transfer Function Models* (انظر فاندل ١٩٩٢) .

**العمليات التصادفية**

العملية التصادفية هي عملية عشوائية تتطور مع الزمن Evolving in Time ويمكن تحليل سلوكها إحصائياً، ولكن لايمكن التنبؤ بها بدقة، والسلسة الزمنية كما يشير كثير من الباحثين منهم Takacs (1974) والباحث Wei (1990) ماهي إلاّ عملية تصادفية تتميز بعدم استقلاليتها، أي أن مشاهداتها مرتبطة زمنياً، أي مؤشرة بالدليل الزمني (t) العائد إلى مجموعة الأدلة T حيث T مجموعة الأدلة الزمنية $t \in T$ ; $\mathbf{Z_t}$ .

**المراوحة (الاستقرارية) في السلاسل الزمنية**

***Stationary in Time Series***

يمكن التعبير عن المراوحة من الجانب الإحصائي بأنها عدم تغير الهيكل الاحتمالي للعملية عبر الزمن، ففي العديد من المسائل الفيزيائية والهندسية يتم التعامل مع عمليات عشوائية توصف بأنها غير ثابتة، وغالباً ما يفترض أن وجود هذه العمليات يكون في حالة توازن إحصائي *Statistical Equilibrium* هذا النوع من السلوك يعبر عنه بدقة أكثر عند القول: إن الخصائص الإحصائية للعمليات التصادفية لاتتغير بتغير الزمن، عند ذلك تسمى عملية مراوحة *Stationary process"* (السبعاوي، ٢٠٠٤).

**هدف البحث**

إن الهدف من هذا البحث يتركز على إجراء دراسة نظرية وعملية لتحليل سلسلة أسعار القمح العالمية المتأثرة بعامل التدخل (الآثار الاقتصادية للازمات في الأسعار العالمية)، الذي يرمز له ( $S_t^T$ )، إذ أن T تمثل زمن التدخل عام ١٩٧٣ لتحديد الأنموذج الأفضل للتنبؤ بالسلسلة المدروسة باستخدام أسلوب تحليل التدخل Intervention Analysis في السلاسل الزمنية.

فقد تم تحليل أسعار القمح العالمية ١٩٦١-٢٠٠٢ إذ يمثل هذا الفصل الصورة الفعلية والرؤية الحقيقية في ميدان الدراسة بالأساليب الإحصائية التي تعطي صورة متكاملة للتأثيرات في الواقع الفعلي للازمات الاقتصادية التي تمثلت بالتدخلات الاستثنائية، والأحداث الخارجية، من صدمات نفطية وموجات جفاف، التي من خلالها جرت المحاولة لبناء أنموذج التدخل (Intervention Model) الذي يمكن التنبؤ به.

**أنموذج التدخل في السلاسل الزمنية**

**تحليل التدخل *Intervention Analysis***

يستخدم أسلوب تحليل التدخل عندما تكون هناك أحداث خارجية استثنائية تؤثر في المتغير المراد التنبؤ له، مثل هذه الأحداث التي تسبب في تغير الاستجابة لبعض المتغيرات تدعى بالتدخل (Intervention).

**متغيرات التدخل ( *Intervention Variables*)**

متغير التدخل هو ذلك المتغير الذي يؤخذ فقط لمدة محدودة على مدى الطول الكلي للسلسلة الزمنية، لأن تأثيره وقتياً لذلك يعبر عنه عادة بالمتغيرات الوهمية، إذ يأخذ قيمة (الصفر) في حالة غياب تأثير التدخل وقيمة (الواحد) في حالة وجود تأثير التدخل، ويمكن تمثيله على النحو الآتي بالصيغتين الآتيتين باستخدام المتغير الوهمي :

**أولاً- صيغة النبضة (*Pulse*)**

$$I_t^T = P_t^T = \begin{bmatrix} 0 = \text{التاثير} & \text{غياب} \\ 1 = \text{التاثير} & \text{وجود} \end{bmatrix}$$

**ثانياً- صيغة الخطوة (*Step*)**

$$\mathbf{I_t^T = S_t^T} = \begin{bmatrix} 0 = \text{القديم} & \text{المستوى} \\ 1 = \text{الجديد} & \text{المستوى} \end{bmatrix}$$

T: تشير الى زمن التدخل.

**أنموذج التدخل *Intervention Model*:**

لنفرض أن $\mathbf{\ldots,Z_{t-1},Z_t,Z_{t+1},\ldots}$ تمثل سلسلة زمنية على فترات زمنية متساوية ومتأثرة بتدخل معين، بناءً عليه يمكن تمثيل أنموذج التدخل لهذه السلسلة الزمنية بالصيغة العامة

$$\mathbf{Z_t = f(\alpha, I_t^T, t) + N_t} \qquad (1)$$

حيث إن $\mathbf{f(\alpha, I_t^T, t)}$ تمثل دالة بالزمن (t) والمتغيرات الخارجية $\mathbf{I_t^T, N_t}$ تمثل الضوضاء (Noise) . ويلاحظ من المعادلة أعلاه أن أنموذج التدخل يتألف من جزءين:

**الجزء الأول:** هو الأنموذج الحركي للتدخل (*Dynamic Intervention Model*) الذي يوضح تأثير المتغيرات الخارجية $\mathbf{I_t^T}$ والذي يمكن أن يمثل رياضياً بالصيغة الآتية:

$$\mathbf{f(\delta, \omega, I_t, t) = \sum_{j=1}^{k} y_{tj}}$$

$$= \sum_{j=1}^{k} \frac{\omega_j(B)}{\delta_j(B)} \mathbf{I_{tj}} \qquad (2)$$

حيث إن $y_{tj}$ تمثل التحويل الحركي ( *Dynamic Transfer*) (أنظر Box and Tiao 1975). وإن $\omega_j(B)$, $\delta_j(B)$ هما متعددا الحدود في (B) من الدرجة $s_j$ , $r_j$ على التوالي

$$\delta(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - ..... - \delta_r B^r$$
$$\omega(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - ..... - \omega_s B^s$$

وإن جذور المعادلة $\delta(B) = 0$ تقع خارج حدود دائرة الوحدة ، وكذلك جذور المعادلة $\omega(B) = 0$ تقع خارج حدود دائرة الوحدة .

**الجزء الثاني:** الذي يمثل الأنموذج العشوائي للأخطاء ( $N_t$ ) الذي يبنى على الافتراض القائل بأن الاضطرابات (***Disterbinces***) لها شكل الأنموذج العشوائي المشتق لوصف السلسلة الزمنية قبل التدخل .

وبما أن صيغة الأنموذج للأخطاء ( $N_t$ ) هي نفسها للسلسلة الزمنية قبل تأثير التدخل عليها، أي اذا كانت قيمة $\omega_0$ ، $\delta$ مساوية للصفر فإن :

$$N_t = Z_t = \frac{\theta(B)}{\varphi(B)} a_t \qquad (3)$$

إذ أن

$$a_t \sim i.i.dN\ (0, \sigma_a^2)$$

يمثل سلسلة زمنية من المتغيرات العشوائية التي تتوزع طبيعياً بوسط حسابي هو صفر وتباين ثابت $\sigma_a^2$ ويشار إليها بالأخطاء العشوائية (التشويش الأبيض) (*White Noise*) .

**الصيغ العامة لأنموذج التدخل**

ويمكن تصنيف الشكل العام لتأثير الحدث المعترض أنظر فاندل (1992) كواحدة بين الصيغ العامة الآتية:

**[1] بداية مفاجئة وأثر دائم للتدخل**

يكون هذا المقياس ثابتاً ولكن قيمته مجهولة، وإن هذا الأثر يبدأ عند مدة زمنية محددة

$$Y_t = \omega S_t^T \qquad (4)$$

إذ أن $Y_t$ : تمثل ناتج التدخل، $\omega$ : المعلمة المجهولة القيمة $S_t^T$ : الدالة السلمية (*Step Function*)

**[2] بداية متدرجة وأثر دائم للتدخل :**

$$Y_t = \frac{\omega B}{1 - \delta B} S_t^T \qquad (5)$$

ورسم الصيغة اعلاه يتوقف على قيمة المعلمة ( $\delta$ )

**[3-2 ] بداية مفاجئة وأثر مؤقت للتدخل**

ويمكن تمثيلها بالصيغة الاتية:

$$Y_t = \frac{\omega B}{1 - \delta B} P_t^T \qquad (6)$$

وهذه تعد من الحالات (النبضية) .

**[٢-٥-٤ ] بداية متدرجة وأثر مؤقت للتدخل**

$$Y_t = \frac{\omega_0}{1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2} P_t^T \qquad (7)$$

والصيغة أعلاه تمثل التدخل العارض لمتغير النبضة (Pulse Variable)

**الجانب التطبيقي**

**تمهيد**

تعد الصدمات النفطية من المؤشرات والمؤثرات الرئيسة للأسعار العالمية في الأنشطة الصناعية والزراعية والخدمية كافة لكون النفط من أهم مدخلات الإنتاج فهو عامل رئيس لإنتاج الكهرباء وصيانة المصانع والنقل العام البري والجوي، وارتفاع أسعاره يؤدي الى زيادة نفقات الإنتاج على كل الاصعدة، وهذا وجده الباحثان من خلال البحث المتواصل والتوقيع البياني لكل من أسعار الحبوب وأسعار النفط الذي زامن حدوث التدخل العارض عام ١٩٧٣، وكذلك ما جرى منذ عام ٢٠٠٠ وحتى الآن في اتجاه تصاعدي عام للأسعار العالمية للنفط مع ماجرى من إعداد للغزو الامريكي للعراق حتى عام ٢٠٠٣ وحدث فعلاً واستمرت الزيادة بأسعار الحبوب والأسعار الأخرى للمنتجات جميعها باختلاف أنواعها (ينظر الخولاني ٢٠٠٥ الآثار الاقتصادية للازمات في الأسعار العالمية للحبوب).




**الشكل ٣-١**
**سلسلة أسعار النفط العالمية**

والشكل أعلاه يمثل التوقيع البياني لأسعار النفط العالمية لغاية ٢٠٠٨

وواضح في الشكل أعلاه أن هناك اتجاه تصاعدي لأسعار النفط العالمية قد حدث في المدة نفسها التي تصاعدت فيها أسعار الحبوب ومنها أسعار القمح.

ولبناء أنموذج دالة التحويل لمتغير الإدخال الذي يمثل التدخل المتقاطع $I_t$ ويرمز له كمتغير إدخال $X_t$، وإخراج منفرد $Y_t$، التي تمثل السلسلة الرئيسة قيد الدراسة، التي تحتوي على التدخل المتقاطع أو ما يسمى الدالة المتدرجة Step Function أي (بداية متدرجة وأثر دائم للتدخل) الذي يمكن كتابته بالصيغة الآتية :

$$S_t^T = \begin{cases} 1 & t \geq 1973 \\ 0 & t < 1973 \end{cases} \qquad \textbf{(8)}$$

إذ أن T تمثل زمن التدخل ١٩٧٣.




**الشكل ٣-٢**
**سلسة أسعار القمح العالمية**

الشكل أعلاه يمثل الأسعار العالمية للقمح من ١٩٦١ لغاية ٢٠٠٢
ومراحل العمل تكون على النحو الآتي :

**١. التعرف Identification**

**ـ تهيئة سلسلة المدخلات والمخرجات:** بعد ان تم تدوين البيانات لسلسلتي الإدخال والإخراج مجتمعة يتم رسمها بيانياً لملاحظة استقرارية الوسط والتباين.

بعد التعامل مع السلسلة الأصلية $Y_t$ وبعد رسم ***ACF*** للفرق الأول نلاحظ أن جميع ACF غير معنوية (سلسلة تشويش أبيض)، ونحن على علم أن القيمة معنوية (*T-value*) إذا كانت أكبر من (±1.96) أي ارتباط معنوي .

**٢. الفحص التشخيصي Diagnostic Cheking**

١. تنقية سلسلة المدخلات (التدخل العارض $I_t$): تم تنقية البيانات الخاصة بسلسلة المدخلات $S_t$ عن طريق معرفة نمط السلسلة الذي يتضح برسم دالة الارتباط الذاتي *ACF* ودالة الارتباط الذاتي الجزئي*PACF* .

٢. إعادة تبييض (تبييض السلسلتين) (*Prewhite*)

- فالإجراءات التي يمكن اتخاذها لتبييض سلسلة الإخراج Output - Series ($Y_t$) ستكون على النحو الآتي:

$$Y_t = Y_{t-1} + \beta_t$$

$$\beta = Y_t - Y_{t-1} \; ; \; c = 0 \; , \; \varphi_1 = 1_t \qquad (9)$$

والإجراءات التي يمكن اتخاذها لتبييض سلسلة الإدخال التي تمثل التدخل المتقاطع $I_t$ هي:

$$; S_t = I_t \; , \theta_1 = 1, S_{t-1} = I_{t-1} \qquad S_t = S_{t-1} + \alpha_t$$
$$\alpha_t = S_t - S_{t-1} \qquad (10)$$

**٣. احتساب الارتباط المتقاطع بين السلسلتين $(\alpha_t \, , \beta_t)$:**

بعد أن أكملنا استخراج $\alpha_t$ ، $\beta_t$ نعمل على إيجاد دالة الارتباط المتقاطع لكل من ($\alpha_t$ و $\beta_t$) أي تكون باستخدام المعادلة:

$$Cov(X,Y) = \gamma_{x,y}(k)$$
$$= E\{(x_t - \mu_k)(Y_{t+k} - \mu_y)\} \qquad (11)$$
$$; K = 0, +_1, +_2, \ldots.$$

عن طريق جعلها قياسية نحصل على دالة الارتباط المتقاطع C.C.F($\alpha$, $\beta$)

$$\rho_{x,y}(k) = \gamma_{x,y} / \sigma_x \sigma_y ; \; K = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots. \qquad (١٢)$$

حيث إن : $\sigma_x$ يمثل الانحراف القياسي لسلسلة $X_t$ وأن $\sigma_y$ يمثل الانحراف القياسي لسلسلة $Y_t$ (*انظر Wei 1990*)

**٤. التقدير المباشر لأوزان الاستجابة النبضية**

يمكن الحصول على أوزان الاستجابة النبضية باستخدام الصيغة الآتية:

$$V_k = \frac{\sigma_\beta}{\sigma_\alpha} \rho_{\alpha\beta}(k) \qquad ; k = 1,2,3,\ldots\ldots \qquad (١٣)$$

**٥. تحديد (r،s،b) للأنموذج المدروس:** لتحديد رتبة الأنموذج التي يمثلها بسط ومقام الدالة { $\omega(B)$، $\delta(B)$ } حيث أن زمن التأخير b= 0 وهي أول قيمة ارتباط معنوية بين السلسلتين وجدنا أن الدالة وبشكل تقريبي حددنا s = 2 ثم ننتقل الى الجهة الأخرى، أي إن r = 2 ، حيث ($S$) تشير الى أي مدى تبقى سلسلة الاخراج متأثرة بالقيم الجديدة لسلسلة الادخال، وإن (r) تشير الى ارتباط $y_t$ مع القيم السابقة لها في السلسلة نفسها (Makridakis, 1983) والجدول الآتي لقيم ccF يوضح ذلك **CCF - correlates Alp.t(t) and Bet.t(t+k)**

-1.0 -0.8 -0.6 -0.4 -0.2 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

```
          +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
-16  -0.000                    X
-15   0.001                    X
-14  -0.004                    X
-13  -0.008                    X
-12  -0.017                    X
-11   0.019                    X
-10  -0.019                    X
 -9   0.011                    X
 -8  -0.081                   XXX
 -7   0.006                    X
 -6  -0.006                    X
 -5  -0.040                   XX
 -4  -0.048                   XX
 -3  -0.031                   XX
 -2   0.039                   XX
 -1   0.044                   XX
  0   0.476                   XXXXXXXXXXXXX
  1   0.265                   XXXXXXXX
  2  -0.232                XXXXXXX
  3  -0.128                  XXXX
  4  -0.226                XXXXXXX
  5   0.159                   XXXXX
  6   0.208                   XXXXXX
  7   0.075                   XXX
  8  -0.003                    X
  9  -0.124                  XXXX
 10  -0.040                   XX
 11  -0.054                   XX
 12  -0.130                  XXXX
 13  -0.154                 XXXXX
 14  -0.014                    X
 15   0.219                   XXXXXX
 16   0.160                   XXXXX
```

**الجدول ١ يمثل الارتباط المتقاطع للسلسلتين ($\alpha_t$ , $\beta_t$) المعاد تبييضهما**

عليه فإن أنموذج الدالة يكون على النحو الآتي:

$$Y_t = \frac{(\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2)}{(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2)} S_{t-b}{}^T + \text{Noise Model} \qquad (14)$$

إذ أن : $r = 2$ ، $s = 2$ ، $b = 0$ (انظر Makridakis 1998)،

### ٦. الأسلوب التمهيدي (Preliminary) لإيجاد سلسلة التشويش (الأخطاء) $n_t$

باستخدام الصيغة العامة الآتية:

$$n_t = y_t - v_0 X_t - v_1 X_{t-1} - v_2 X_{t-2} - \ldots\ldots - v_{15} X_{t-15} \quad (15)$$

$$; t = 1,2,3,\ldots\ldots,27$$

من خلال المعادلة أعلاه نحسب القيمة الأولى لسلسلة التشويش $n_t$ من المدة الزمنية t=15، وهذا يعني أننا سوف نحصل على سلسلة تشويش عددها أقل من سلسلة المدخلات والمخرجات بمقدار١٥، فاذا كانت t = 16 يمكن كتابة المعادلة بالصيغة الآتية (السبعاوي، ٢٠٠٤)

$$n_{16} = y_{16} - v_0 X_{16} - v_1 X_{15} - \ldots\ldots\ldots - v_{15} X_1 \quad (16)$$

**وبالتعويض المتسلسل يتم الحصول على جدول الاخطاء الخاص بسلسلة التشويش $n_t$.**

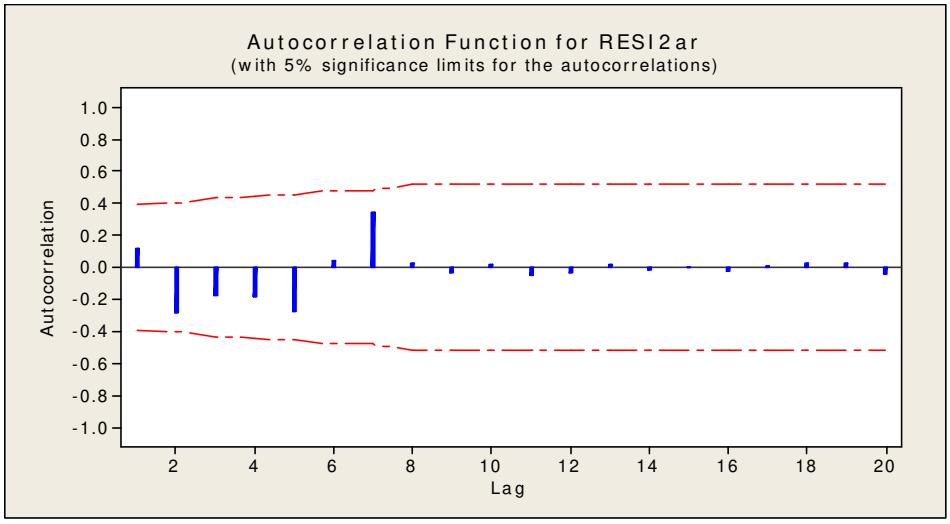
### ٧. تشخيص أنموذج ARIMA لسلسلة التشويش

من أجل التحديد الكامل لأنموذج دالة التحويل من الضروري تحديد النمط الذي تتبعه سلسلة التشويش وجد أن السلسلة تتبع نمط AR(1) بالمعلمة $\varphi_1 = 0.9995$ عند ذلك يمكن كتابة أنموذج الأخطاء بالصورة الآتية:

$$N_t = \frac{1}{(1 - 0.9995\ B)} a_t \quad (17)$$

ولإيجاد $a_t$ باستخدام برنامج (Minitab) يمكن كتابة سلسلة التشويش بعد تحديد أنموذج ARIMA لها كما يأتي:

$$N_t - \varphi_1 N_{t-1} = a_t \quad (18)$$




**الشكل ٣-٣**
**دالة الارتباط الذاتي $a_t$**

**وسيصبح الأنموذج العام بالصيغة الآتية**

$$Y_t = \frac{(\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2)}{(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2)} S_{t-b}^T + \frac{1}{(1 - \varphi_1 B)} a_t \qquad (19)$$

**٣. التقدير**

وبعد التقديرات الأولية والنهائية لمعالم الأنموذج التي هي $\delta_1$ ، $\delta_2$ ، $\varphi_1$ ، $\omega_0$ ، $\omega_2$ ، $\omega_1$ يصبح الأنموذج النهائي الذي توصلنا إليه على النحو الآتي:

$$Y_t = \frac{(0.001557 - 0.000544\ B + 0.000793\ B^2)}{(1 - 10176\ B + 0.168\ B^2)} S_t^T + \frac{1}{(1 - 0.9995\ B)} a_t \qquad (20)$$

**إذ أن T=1973 تمثل زمن التدخل وأن b=0، S=2، r=2**

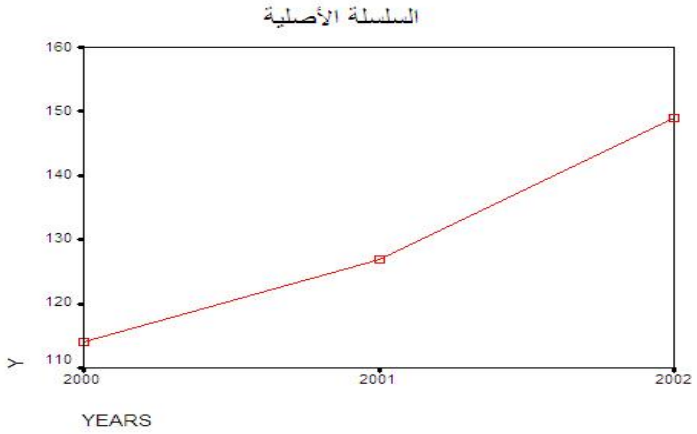
**٤. التنبؤ Forecasting**

يمكن كتابة أنموذج التنبؤ بالصيغة الآتية:

$$Y_t = (\varphi_1 + \delta_1)Y_{t-1} - (\delta_1\varphi_1 - \delta_2)Y_{t-2} - \delta_2\varphi_1 Y_{t-3} + \omega_0 S_t - (\omega_1 + \omega_0\varphi_1)S_{t-1} - (\omega_2 - \omega_1)S_{t-2} + \omega_2\varphi_1 S_{t-3} + a_t - \delta_1 a_{t-1} - \delta_2 a_{t-2} \quad (21)$$

**الجدول ٢**
**يمثل القيم التنبؤية والأصلية للأنموذج المدروس**

| ألسنوات | y(القيم الأصلية) | yh(القيم التنبؤية) | E | SE |
|---|---|---|---|---|
| ٢٠٠٠ | 114 | 113.9999 | 0.000142 | 0.000219 |
| ٢٠٠١ | 127 | 127.0003 | -0.00031 | |
| ٢٠٠٢ | 149 | 149.0006 | -0.00061 | |




**الشكل ٣-٤**
**القيم الأصلية للسلسلة $Y_t$**

وبما أن الفروق بين القيم الأصلية والقيم التنبؤية قليلة، وهذا يبدو واضحا من الجدول ١ أعلاه، وأن الفروق غير معنوية لسلسلتي البواقي والتغير العشوائي، وأنه بعد التعرف على أنموذج الدالة وتقدير المعلمات، نجد أنها قد حققت:

١. عدم وجود نقص في مطابقة وتلاؤم الأنموذج مع البيانات.
٢. تحقيق فرضيات الأنموذج، وأن هذه الفرضيات:
   أ. إن $a_t$ تتبع عملية تشويش ابيض $a_t \sim i.i.d.N(0, \sigma_a^2)$
   ب. استقلالية $a_t$ عن $S_t^T$ وتخلفاته الزمنية.

**الاستنتاجات**

لقد ظهر واضحاً التدخل في أواخر عام ١٩٧٣ الذي عنده تم تحديد زمن التأخير (Delay Time)، الذي كان واضحاً ومساوياً للصفر، وذلك يعني وجود تأثير وتحول في البيانات المدروسة، إذ تم التحديد من خلال الارتباط المستعرض الذي يمكن الاعتماد عليه لتحديد النمط من خلال فرضية العلاقة الخطية بين المدخلات التي تمثل سلسلة التدخل ( $S_t^T$ ) والمخرجات $\mathbf{Y}_t$ وبعد أن تم التوصل إلى الأنموذج الامثل وإدخال البيانات الأخيرة للتنبؤ بها ظهرت الفروقات غير معنوية لسلسلتي البواقي والتغير العشوائي فضلاً عن أن الفروق بين القيم الاصلية والقيم التقديرية قليلة، جداً وهي من مواصفات الأنموذج الجيد .

**المراجع**

**أولاً- المراجع باللغة العربية**


١. السبعاوي، الهام عبدالكريم، ٢٠٠٤، "استخدام نماذج دالة التحويل في التنبؤ مع التطبيق" رسالة ماجستير غير منشورة، كلية علوم الحاسبات والرياضيات – جامعة الموصل، العراق.

٢. الخولاني، عبدا لله عبدا لواحد، ٢٠٠٢،: "الآثار الاقتصادية للازمات في لأسعار العالمية للحبوب للمدة ١٩٦١-٢٠٠٢"، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل.

٣. فاندل، والتر ١٩٩٢، "السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية ونماذج (Box & Jenkins)"، تعريب عبد المرضي حامد عزام، دار المريخ للنشر، الرياض – المملكة العربية السعودية.


**ثانياً- المراجع باللغة الاجنبية**


1. Box, G.E.P and Tiao, G.c, 1975. "Intervention Analysis with application to Economics and Environment Problems", Journal of the American Statistical Association 70:70-79.
2. Liu, L –m, 2006, " Time Series Analysis and Forecasting, 2nd ed . Scientific Computing Associates Crop .
3. Ljung, L. 2001: " System Identification Toolbox – For Use With Matlab ".
4. Makridakis, S., Wheel Wright, S. and Hyndman, R. 1998: " Forecasting: Methods and Applications ", 2nd ed, John Wiley and Sons . New York, U.S.A. .
5. Takacs.L.,1974,"Stochastic processes: problem and solution",Translated by Zador, P., John Wiley & Sons, New York .
6. Wei, W.W.s. 1990 . Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods. Redwood City, CA: Addison – Wiley .