التنبؤ بقيم المؤشر العام لسوق العراق للاوراق المالية ISX60 باستخدام انموذج MARIMAX

م.د زينب فالح حمزة /جامعة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات / كلية معلوماتية الاعمال
zainab.stat@uoitc.edu.iq

P: ISSN : 1813-6729
E : ISSN : 2707-1359
https://doi.org/10.31272/jae.i139.1092

تأريخ أستلام البحث : 2023/7/31 مقبول للنشر بتأريخ : 2023/8/16

المستخلص

يعد المؤشر العام للسوق مرآة للحالة الاقتصادية العامة للبلدان كونه وسيلة للتنبؤ بالحالة الاقتصادية المستقبلية. في هذا البحث تم التنبؤ بالمعدلات الاسبوعية لقيم المؤشر العام لسوق العراق للاوراق المالية ISX60 باستخدام انموذج MARIMAX بوجود تأثير لمتغيرين هما المعدلات الاسبوعية لاسعار صرف الدينار العراقي والمعدلات الاسبوعية لاسعار خام برنت كعوامل خارجية. تم اجراء مقارنة بين النماذج MARIMAX، ARIMA و ARIMAX، وأثبتت نتائج المقارنة تفوق إنموذج MARIMAX (0,2,1) على الانموذجين الاخرين. كما اشارت نتائج التقدير لمعاملات الارتباط المتقاطع للسلاسل الزمنية الى وجود ازاحة زمنية ذات تأثير موجب مقدارها سبعة اسابيع لحين ظهور تاثير لاسعار الصرف، وازاحة زمنية ذات تأثير سالب بلغت عشرة اسابيع لحين ظهور تاثير لاسعار النفط. اما نتائج التنبؤ باستخدام انموذج MARIMAX (0,2,1) فاظهرت وجود تذبذبا واضحا في قيم المؤشر المستقبلية عن ما كانت عليه في الاسابيع السابقة، اذ ستنخفض بشكل متذبذب المعدلات الاسبوعية لقيم المؤشر خلال العشرون اسبوعا القادمة عن قيمه المسجلة اخر اسبوع، ثم تبدا بالارتفاع تدريجيا وبشكل متذبذب ايضا حتى يصل الى اعلى قيمة عند بلوغ الاسبوع الثامن والثلاثون.

الكلمات المفتاحية : انموذج MARIMAX ، المؤشر ISX60 ، اسعار الصرف ، اسعار خام برنت .

مجلة الادارة والاقتصاد
مجلد 48 العدد 139 / أيلول / 2023
الصفحات : 221 - 230

1. المقدمة:

يلخص المؤشر العام لأسعار الاسهم اداء السوق الاجمالي ويقيس التغيرات الحاصلة في فيها، ويعتبر احد اهم الوسائل التي تساعد المستثمرين في الاستدلال حول توقيت قراراتهم الاستثمارية، كما يعد اداة لتقييم اداء الاسواق ومقارنتها مع اداء الاسواق الاخرى، فضلا عن المعلومات التي يوفرها المؤشر في قياس تحقيق السوق لأهدافه. لذلك يعتبر المؤشر العام للسوق مقياسا للحالة الاقتصادية العامة للبلدان، وبذلك يعتبر وسيلة للتنبؤ بالحالة الاقتصادية المستقبلية. ويحظى مؤشر الأسواق المالية باهتمام كبير من قبل الدول النامية والمتقدمة على حد سواء، لدوره الفاعل في دعم نمو وتطور الاقتصاد ووضع السياسة النقدية. قد تتاثر الأسواق بصورة عامة وسوق العراق بصورة خاصة بالعديد من العوامل والمتغيرات والسياسات الاقتصادية والنقدية منها اسعار صرف العملة المحلية واسعار النفط في الاسواق العالمية، اذ تتضح اهمية سعر صرف العملة المحلية في تغير في اسعار السلع المحلية والاجنبية وبالتالي تغير في الطلب على تلك السلع والذي يؤدي بدوره الى تاثر ارباح الشركات في السوق المالية. من جانب اخر يلعب النفط دورا كبيرا في المجال الاقتصادي للدول المصدرة والمستوردة له على حد سواء، وتتاثر اسعار النفط العالمية بسياسات متداخلة ومتضاربة بين الدول المستوردة والمنتجة له، فالدول المنتجة للنفط مثل العراق تسعى الى زيادة الصادرات النفطية لتعزيز الموارد المالية، لكن التغيرات الكبيرة في اسعار النفط خلال السنوات الماضية كان له اثرا واضحا على اقتصاده بصورة عامة وعلى الاسواق المالية بصورة خاصة [1]،[2]. قد يبدو انموذج الانحدار المتعدد التقليدي اسلوب جيد للتنبؤ بقيمة المؤشر العام لسوق العراق للاوراق المالية، لكن التذبذب في اسعار الصرف واسعار النفط وتقادم او تباطؤ تاثيرها بمرور الزمن تؤدي الى اللجوء الى اسلوب اخر يجمع بين تغير قيم تلك المتغيرات من ناحية وتغيرها عبر الزمن من ناحية ثانية، لذلك فان توظيف نماذج الانحدار الذاتي والاوساط المتحركة التكاملية بوجود متغيرات خارجيةقد يكون اكثر ملائمة للتنبؤ بقيم المؤشر العام لسوق العراق للاسواق المالية بوجود تاثير في اسعار الصرف واسعار النفط. هنالك دراسات سابقة تم فيها توظيف نماذج تلك النماذج نذكر منها دراسة Ugoh, C. I. واخرون للتنبؤ بإجمالي الناتج المحلي لنيجيريا بوجود الاستيراد كمتغير خارجي وباستعمال إنموذج ARIMAX [16]، كما قام Rabbi, F واخرون بتوظيف انموذج ARIMAX للتنبؤ الطلب السنوي على الكهرباء في بنغلاديش بتاثير كلا من النمو السكاني ونصيب الفرد من الناتج المحلي [11]، وقدم Fan, J. واخرون دراسة لتحليل الصناعة في الصين في ظل تاثير الأعمال العقارية نموذج ARIMAX وتوصل الى وجود علاقة تكامل مشترك بين السلسلتين الزمنيتين [8]. لقد اثبتت الدراسات المذكورة اعلاه أن استخدام نماذج ARIMAX يعد اسلوبا فعالا في زيادة دقة التنبؤ. في هذا البحث سيتم توظيف ومقارنة ثلاثة نماذج لتقدير المعدلات الاسبوعية لقيم المؤشر العام لسوق العراق للاوراق المالية ISX60 ومن ثم التنبؤ بتلك القيم باستخدام الانموذج الافضل، وهذه النماذج هي كلا من انموذج ARIMA وانموذج ARIMAX بوجود العوامل المؤثرة الرئيسة على قيمة المؤشر كلا على حدة وهي المعدلات الاسبوعية لاسعار صرف الدينار العراقي مقابل الدولار، المعدلات الاسبوعية لاسعار خام برنت، فضلا عن استخدام انموذج MARIMAX بوجود تاثير المتغيرين سوية.

2. انموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملي:

Integrate Autoregressive Moving Averages (ARIMA):

يعرف انموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملي ARIMA(p, d, q) رياضيا بالصيغة الاتية: [5]

$$\boldsymbol{\varphi_p(L)\ (1-L)^d\ y_t = \theta_q(L)\ a_t} \qquad (1)$$

اذ ان:

p: رتبة انموذج الانحدار الذاتي. **d:** رتبة الفروق. **q:** رتبة انموذج المتوسطات المتحركة.

$\boldsymbol{\varphi_p(L)}$: معاملات نموذج الانحدار الذاتي. $\boldsymbol{\theta_q(L)}$: معاملات أنموذج المتوسطات المتحركة.

$\boldsymbol{(1-L)^d}$: مؤشر الفروق، $\boldsymbol{y_t}$: السلسلة الزمنية. $\boldsymbol{a_t}$: البواقي العشوائية، اذ ان $\boldsymbol{a_t \sim N(0,1)}$ وان $\boldsymbol{\varphi_p(L) = 1 - \varphi_1 L - \cdots - \varphi_p L^p}$، $\boldsymbol{\theta_p(L) = 1 - \theta_1 L - \cdots - \theta_p L^p}$.

3. إنموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملي المتعدد بمتغيرات خارجية:

Multiple Integrate Autoregressive Moving Averages with Exogenous Variables (MARIMAX):

يصف إنموذج **MARIMAX** العلاقة الديناميكية التي تربط سلاسل المدخلات $(\mathbf{x_{i,t}})$ وسلسلة المخرجات $(\mathbf{y_t})$، بحيث يظهر تأثير سلاسل المدخلات على سلسلة المخرجات بمرور الزمن، اي يتوزع هذا

التأثير على فترات زمنية لاحقة، ويمكن نمذجة المتغيرات الخارجية (سلاسل المدخلات) وسلسلة المخرجات من خلال معادلة الانحدار الخطي المتعدد والتي يتم التعبير عنها على النحو التالي: [4]

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1,t} + \beta_2 x_{2,t} + \cdots + \beta_k x_{k,t} + e_t \quad (2)$$

اذ ان $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ تمثل معاملات الانحدار للمتغيرات الخارجية (التوضيحية)، $x_{1,t}, x_{2,t}, \dots, x_{k,t}$ هي مشاهدات (k) من المتغيرات الخارجية، e_t تمثل سلسلة الاخطاء العشوائية وهي مستقلة عن المتغيرات الخارجية. وبالاعتماد على صيغتي انموذج **ARIMA** والانحدار الخطي المتعدد في المعادلتين (1) و (2) على التوالي فان الصيغة الرياضية العامة لإنموذج **MARIMAX** تعرف على النحو الاتي: [6]، [9]، [10]، [19]، [20]

$$\varphi_p(L)\,(1-L)^d y_t = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_i x_{i,t} + \theta_q(L)\,a_t \quad (3)$$

واذا كانت $j = 1$ عندها نحصل على الصيغة الرياضية لانموذج **ARIMAX**:

$$\varphi_p(L)\,(1-L)^d y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \theta_q(B)\,a_t \quad (4)$$

1-3 تنقية انموذج ARIMAX: Filtering ARIMAX Model

الفلترة أو التنقية هي عملية تحويل السلسلة الزمنية الى سلسلة عشوائة بشكل تام، اي عملية إزالة أي نمط معروف ناتج عن عملية الانحدار الذاتي أو المتوسط المتحرك، بحيث تكون سلاسل المدخلات باسط صورة ممكنة ويتحقق ذلك بمطابقة انموذج سلسلة المدخلات بانموذج سلسلة المخرجات، ويمكن توضيح عملية الفلترة لسلاسل المدخلات وسلسلة المخرجات التي تخضع للإنموذج (**MARIMAX**) كما يأتي [3]، [15]، [17]

$$\frac{\varphi_p(B)\,(1-B)^d}{\theta_q(B)}\, x_{i,t} = \omega_{i,t} \quad , i = 1, 2, .., k \quad (5)$$

$$\frac{\varphi_p(B)\,(1-B)^d}{\theta_q(B)}\, y_t = \vartheta_t \quad (6)$$

إذ أن $\omega_{k,t}$ تمثل حد الخطا العشوائي لسلاسل المدخلات، ϑ_t تمثل حد الخطا العشوائي لسلسة المخرجات، بحيث ان $\omega_{k,t} \sim N(0, \sigma^2_{\omega_{k,t}})$, $\vartheta_t \sim N(0, \sigma^2_{\vartheta_t})$.

2-3 دالة الارتباط المتقاطع: Cross Correlation Function

تصف دالة الارتباط المتقاطع Cross Correlation Function (CCF) قوة واتجاه الارتباط بين السلاسل الزمنية، وهي الالية الأساسية لتحديد الازاحة الزمنية لتاثير سلاسل المدخلات لإنموذج **MARIMAX**. فإذا كانت$(t, r = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \dots)$، فإن الصيغة الرياضية للإرتباط المتقاطع بين سلسلة المخرجات (y_t) وسلسلة المدخلات $(x_{i,t})$ عند الإزاحة (r)ستكون كالآتي[3]، [15] :

$$\rho_{x_{it}y}(r) = \frac{\sigma_{x_{it}y}(r)}{\sigma_{x_{i,t}}\,\sigma_y} = \frac{E(x_{i,t} - \mu_{x_{i,t}})(y_{t+r} - \mu_y)}{\sqrt{E(x_{i,t} - \mu_{x_{i,t}})^2}\sqrt{E(y_{t+r} - \mu_y)^2}} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad (7)$$

$\sigma_{x_{it}y}(r)$ **:** التباين المتقاطع المشترك بين (y_t) و $(x_{i,t})$ عند الإزاحة (r).

$\sigma_{x_{i,t}}\,\sigma_y$: الانحرافات المعيارية للسلسلتين (y_t) و $(x_{i,t})$ على الترتيب.

$\mu_{x_{i,t}}, \mu_y$: متوسطي السلسلتين (y_t) و $(x_{i,t})$ على الترتيب.

3-3 مراحل بناء الإنموذج: Model Building Stages

يمكن تلخيص خطوات بناء إنموذج **MARIMAX** لكل سلسلة من سلاسل المدخلات $(x_{i,t}), i = 1, 2$ وسلسلة المخرجات (y_t) على النحو الاتي [9]، [11]، [17] :

1-3-3 تهيئة وتشخيص الإنموذج: Preparation and diagnosis of the model

- **الإستقرارية:** التأكد من إستقرارية كل من سلاسل المدخلات $(x_{i,t})$ وسلسلة المخرجات (y_t)، اذ تتم إزالة عدم الإستقرارية في المتوسط من خلال تطبيق العدد المناسب من الفروق، أما إذا كانت السلاسل الزمنية غير مستقرة في التباين فيتم اللجوء الى التحويلات الرياضية المناسبة.
- **تنقية سلاسل المدخلات** $(x_{i,t})$ وسلسلة المخرجات (y_t) كما هو موضح في الصيغ (5) و (6).

- **تقدير الإرتباطات التقاطعية:** يتم تقدير قيم الإرتباطات **التقاطعية** $\rho_{\omega_{i,k},\vartheta}(r)$ للسلاسل المفلترة $\omega_{i,k},\vartheta$ للفترات الزمنية مختلفة $(t, t+r)$ كما يأتي:

$$\rho_{\omega_{i,k},\vartheta}(r) = \frac{\sigma_{\omega_{i,m},\vartheta}(r)}{\sigma_{\omega_{i,m}}\sigma_{\vartheta}} \qquad (8)$$

$\sigma_{\omega_{i,r},\vartheta}(r)$: التباين المتفقاطع المشترك بين سلسلة الادخال عند الإزاحة (r).

$\sigma_{\omega_{i,r}}, \sigma_{\vartheta}$: الانحرافات المعيارية للسلاسل المفلترة $(\omega_{i,r})$ و (ϑ) على الترتيب.

- **تحديد رتبة الازاحة الزمنية للإنموذج :** يتم تحديد قيم (b) بشكل نظري من خلال دالة الارتباط المتقاطع للسلاسل المفلترة، وذلك بالاعتماد على القواعد التي وضعها **(Wei 2006)**، اذ ان قيمة الازاحة (b) هي عبارة عن اول إرتباط متقاطع معنوي بالإتجاه الموجب.

2-3-3 تقدير معلمات الإنموذج: Parameters Estimation

بعد تشخيص إنموذج **MARIMAX** يتم في هذه الخطوة تقدير معلمات الإنموذج المعرف في المعادلة (3) وذلك بإعادة كتابة الانموذج بعد عملية التنقية وتحديد معامل التخلف الزمني وكما ياتي:

$$y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i x_{i,t-b} + \frac{\theta_q(L)}{\varphi_p(L)\,(1-L)^d} a_t \qquad (9)$$

ومن خلال دالة الإمكان الأعظم الشرطية **(Conditional maximum likelihood)** لسلسلة الأخطاء الآتية يمكن تقدير معلمات إنموذج **MARIMAX**: [3]، [5]، [6]، [15]

$$L\left(\beta_0, \beta_i, \varphi, \theta, \sigma_a^2 \middle| b, x_{i,t-b}, y, x_{i0}, y_0, a_0\right) = (2\pi\sigma_a^2)^{-\frac{n}{2}}\, e^{-\frac{1}{2}\sigma_a^2 \sum_{t=1}^{n} a_t} \qquad (10)$$

تجدر الاشارة انه عند تقدير انموذج **(ARIMAX)** فان الصيغة (11) ستكون على الشكل الاتي:

$$L\left(\beta_0, \beta_1, \varphi, \theta, \sigma_a^2 \middle| b, x_{t-b}, y, x_0, y_0, a_0\right) = (2\pi\sigma_a^2)^{-\frac{n}{2}}\, e^{-\frac{1}{2}\sigma_a^2 \sum_{t=1}^{n} a_t} \qquad (11)$$

وعند تقدير انموذج **(ARIMA)** فان الصيغة **(10)** ستكون على الشكل الاتي:

$$L\left(\varphi, \theta, \sigma_a^2 \middle| y, y_0, a_0\right) = (2\pi\sigma_a^2)^{-\frac{n}{2}}\, e^{-\frac{1}{2}\sigma_a^2 \sum_{t=1}^{n} a_t} \qquad (12)$$

إذ أن x_0, y_0, a_0 تمثل قيم إبتدائية لتقدير a_t .

3-3-3 إختبار ملائمة الإنموذج:

يكون إنموذج **MARIMAX** المقدر ملائما للتنبؤ اذا حقق الشروط الآتية:

- سلسلة البواقي a_t عشوائية وتتبع التوزيع الطبيعي، اي ان تجتاز البواقي اختبار $(Ljung-Box)$ واختبار التوزيع الطبيعي.
- معاملات الإرتباط الذاتي **(ACF)** للبواقي a_t تقع ضمن حدود الثقة،
- سلسلة البواقي a_t مستقلة عن بواقي سلاسل الادخال المفلترة $\omega_{i,t}$ يتم التحقق منها باستعمال معاملات الارتباط المتقاطع.

4-3-3 التنبؤ : بعد ثبوت ملائمة ودقة الإنموذج في الخطوة السابقة، عندها يمكن توظيفه في عملية التنبؤ بالقيم المستقبلية لسلسلة المخرجات $(\hat{y}_t)$ بالإعتماد على البيانات السابقة لسلاسل المدخلات والمخرجات.

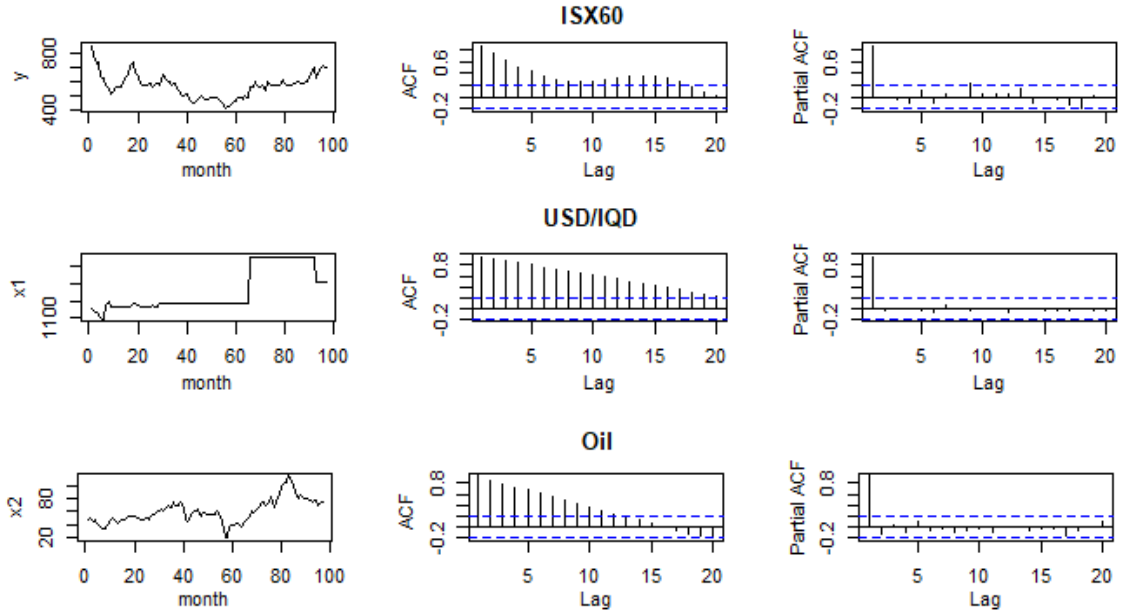
4. الجانب التطبيقي:

الجانب التطبيقي يتضمن بيانات السلسلة الزمنية للمعدلات الاسبوعية لقيم المؤشر **ISX60**، اي سلسلة المخرجات $y(t)$ ، وسلسلتي المدخلات من المتغيرات المؤثرة على قيمة المؤشر وهي: المعدلات الاسبوعية لاسعار صرف الدينار العراقي مقابل الدولار (x_{1t}) ، المعدلات الاسبوعية لاسعار خام برنت (x_{2t}). تم الحصول على تلك البيانات من التقارير الدورية الصادرة عن سوق العراق للاوراق المالية والتقارير الخاصة باسعار الصرف في الاسواق المحليةوالتقارير العالمية لاسعار خام برنت [12]،[13]، [18] ، وذلك للفترة من 2022/2/23 ولغاية 2023/7/23 بواقع (96) مشاهدة لكل سلسلة. وقد تم إستعمال لغة **(R)** للحصول على نتائج الجانب التطبيقي [7]، والجدول (1) ادناه يمثل بعض الاحصاءات الوصفية الخاصة بالبيانات المدروسة.

الجدول (1) بعض الاحصاءات الوصفية للبيانات المدروسة

Series	Min	Mean	Median	Max	SD
y	413.5	569.3	574.8	844.9	161.33
x_1	1095	1261	1188	1460	122.87
x_2	22.74	64.39	62.98	122.84	21.23

يتضح من خلال الجدول (1) اعلاه ان متوسط المعدلات الاسبوعية لقيمة مؤشر سوق العراق للاوراق المالية بلغ 569.3، وان اقل معدل اسبوعي للمؤشر بلغ 413.5، وان اعلى معدل اسبوعي بلغ 844.9. الشكل (1) ادناه يمثل رسم لسلسة المخرجات $\mathbf{y(t)}$ وسلاسل المدخلات $\mathbf{x_2(t)}$،$\mathbf{x_1(t)}$، فضلا عن قيم معاملات الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلاسل الثلاثة، مبدئيا يتبين إن السلاسل الثلاثة غير مستقرة كون معاملات الارتباط الذاتي تقع خارج حدود الثقة، وان السلاسل الثلاثة لاتسلك سلوكا موسميا بمرور الزمن.

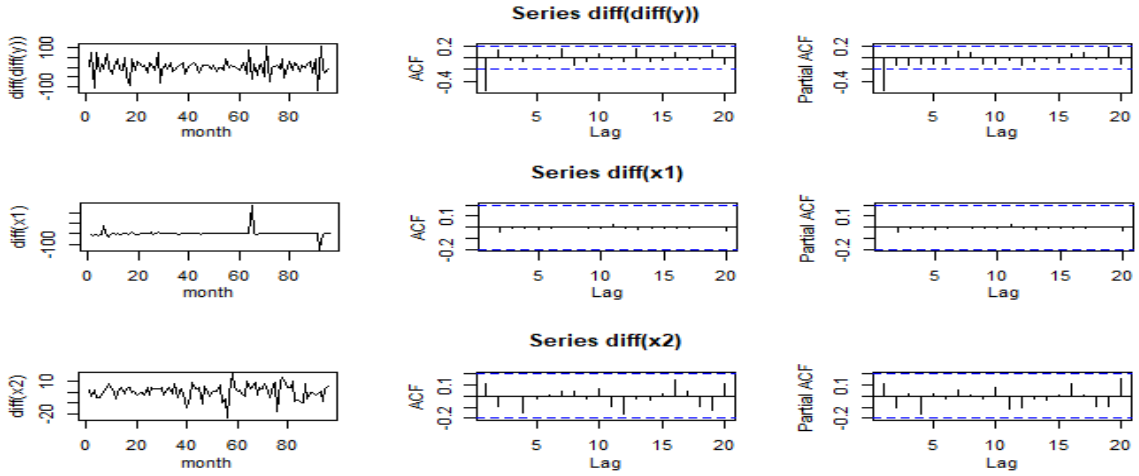


الشكل (1) السلاسل الزمنية ودوال الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لسلاسل الادخال والاخراج

كما تم استخدام إختبار ديكي فولر الموسع (Augmented Dickey-Fuller)(ADF) لدراسة وتحليل استقرارية السلاسل الزمنية الثلاثة عند مستوى معنوية (0.01)، ونتائج الاختبار موضحة في الجدول (2) ادناه والتي تشير الى عدم إستقرار سلسلة المخرجات **(y)** وسلاسل المدخلات **(x_1)** و **(x_2)** للقيم الاصلية، اذ ان قيم **P-value** أكبر من (0.01) ، في حين تشير نتائج الإختبار الى إن السلسلتين**(x_1)** و **(x_2)** قد استقرت بعد أخذ الفرق الأول، في حين لم تستقر السلسلة (y) الا بعد اخذ الفرق الثاني، إذ كانت كافة قيم P-**value** لاختبار **(ADF)** أقل من (0.01)، وان قيم معاملات دالتي الارتباط الذاتي والارتباط للسلاسل الزمنية الثلاثة قد وقعت داخل حدود الثقة بعد اخذ تلك الفروق، وهذا يؤكد استقرارية السلاسل الزمنية الثلاثة كما هو واضح في الشكل (2) ادناه.

الجدول (2) إختبار ديكي فولر الموسع (Augmented Dickey-Fuller)

y	Statistics	P-value	diff(diff(y))	tatistics	P-value
	-1.7129	0.6952		-6.9052	< 0.01
x_1	Statistics	P-value	diff(x_1)	tatistics	P-value
	-1.7873	0.6644		-4.304	< 0.01
x_2	Statistics	P-value	diff(x_2)	Statistics	P-value
	-2.056	0.5533		-4.6383	< 0.01



الشكل (2) السلاسل الزمنية ودوال الارتباط الذاتي لسلاسل الادخال الاخراج بعد اخذ الفروق

تشخيص انموذج $ARIMA(p,d,q)$:

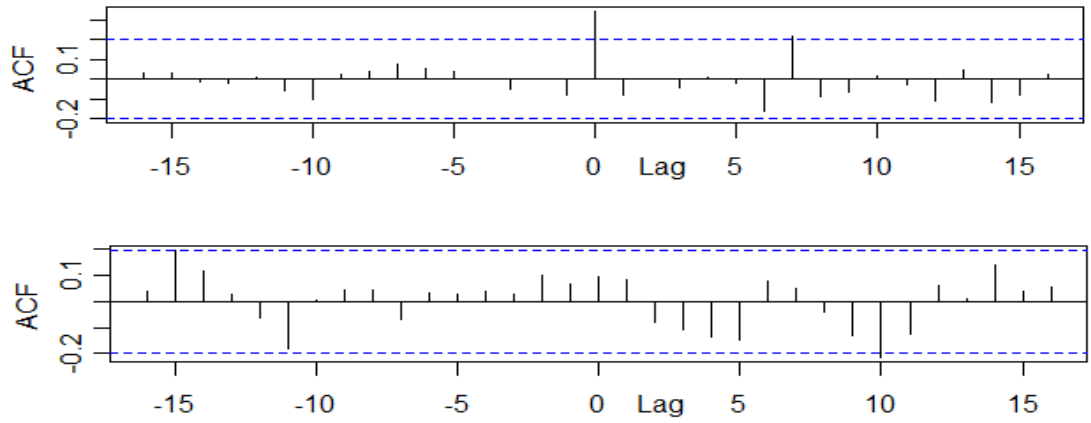
بعد إجراء إختبار (ADF) تبين إن الإستقرارية في سلسلتي المدخلات تتحققت عند الفرق الأول، في حين تحققت الاستقرارية بعد اجراء الفرق الثاني في سلسلة المخرجات، ولتحديد انموذج ARIMA الاكثر ملائمة لوصف سلسلة المخرجات جرت المفاضلة بين ثمانية نماذج من خلال المقاييس الإحصائية AIC و BIC والنتائج في الجدول (3) ادناه تشير الى إن أفضل إنموذج لتمثيل السلسلة $\mathbf{y(t)}$ هو الإنموذج ARIMA(0,2,1).

الجدول (3) معايير المفاضلة بين نماذج ARIMA

Model	AIC	BIC	Model	AIC	BIC
ARIMA(2,2,0	917.8	925.4	ARIMA(1,2,1	908.6	916.2
ARIMA(2,2,1	908.2	918.4	ARIMA(0,2,2	908.6	916.3
ARIMA(1,2,0	923.8	928.9	ARIMA(1,2,2	910.7	920.8
ARIMA(0,2,1	906.7	911.8	ARIMA(2,2,2	910.0	922.7

تهيئة وتشخيص وتقدير إنموذج MARIMAX:

أن تحديد انموذج **MARIMAX** الأكثر ملائمة لسلاسل الادخال وسلسلة الاخراج يعتمد على معاملات الارتباط المتقاطع للسلاسل المفلترة، لذلك سنقوم بتقدير معاملات الإرتباط المتقاطعة بين سلسلة الاخراج ϑ_t وسلسلتي الادخال المفلترة ω_{1t} و ω_{2t} وكما هو مبين في الشكل (3) والجدول (4) أدناه . إذ يتبين من خلالهما أن اول ارتباط معنوي بالاتجاه الموجب لمعاملات الارتباط المتقاطع لسلسلة الادخال الاولى المفلترة كان ذا قيمة موجبة وقد ظهر عند الازاحة السابعة، وهذا يشير الى ان معامل التخلف الزمني **(b)** لسلسلة الادخال المفلترة الاولى يساوي (7). في حين كان الإرتباط المتقاطع بالإتجاه الموجب معنويا عند الازاحة العاشرة لسلسلة الادخال المفلترة الثانية، وهو وذا قيمة سالبة، اي ان معامل التخلف الزمني في هذه الحالة مقداره (10).



الشكل (3) دالة الإرتباط المتقاطع بين سلسلة المخرجات وسلسلتي المدخلات

كما تم حساب المعايير (AIC)،(Log-L) ، (RMSE) ، (MAE) و (MAPE) بهدف المقارنة بين النماذج الاربعة ، وهي ARIMA ، ARIMAX بمتغير خارجي واحد و MARIMAX بمتغيرين خارجيين ، وتشير نتائج المقارنة في الجدول (6) أدناه الى أفضلية الإنموذج $MARIMAX_{1,2}$ حسب كافة معايير المقارنة المذكورة، يليه الانموذج $ARIMAX_1$ ، وحل بالترتيب الثالث الانموذج $ARIMAX_2$ ، بينما حل الانموذج ARIMA بالترتيب الاخير.

الجدول (6) معايير المفاضلة بين النماذج

Model	AIC	Log-L	RMSE	MAE	MAPE
ARIMA	906.75	-451.37	28.85627	21.20519	3.673794
$ARIMAX_1$	896.22	-445.11	27.08618	20.40506	3.549719
$ARIMAX_2$	906.14	-450.07	28.44945	21.22125	3.675002
$MARIMAX_{1,2}$	896.06	-444.03	26.77196	20.31158	3.52817

الجدول (7) ادناه يمثل قيم المعلمات المقدرة واختبارات البواقي للانموذج MARIMAX (0,2,1)، اذ تشير النتائج الى معنوية المعلمات المقدرة، فقد كانت جميع قيم p-value لاختبار (t) معنوية.

الجدول (7) اختبارات الاخطاء والمعلمات المقدرة للانموذج MARIMAX(0,2,1)

Parameter	Estimate	S.E.	t test	Residuals Tests			
β_1	0.2957	0.0809	3.65513*	K. S test		Ljung – Box test	
β_2	0.62	0.2197	2.82203*	D	p-value	Q*	p-value
θ	-0.853	0.1097	-7.77575***	0.09337	0.3507	9.7928	0.3675

sig. '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05

عليه فإن الصيغة الرياضية للإنموذج ستكون على النحو الآتي:

$$\varphi_p\,(1-L)^d y_t = \sum_{j=1}^{k} \beta_i x_{i,t} + \theta_q(L)\,a_t$$

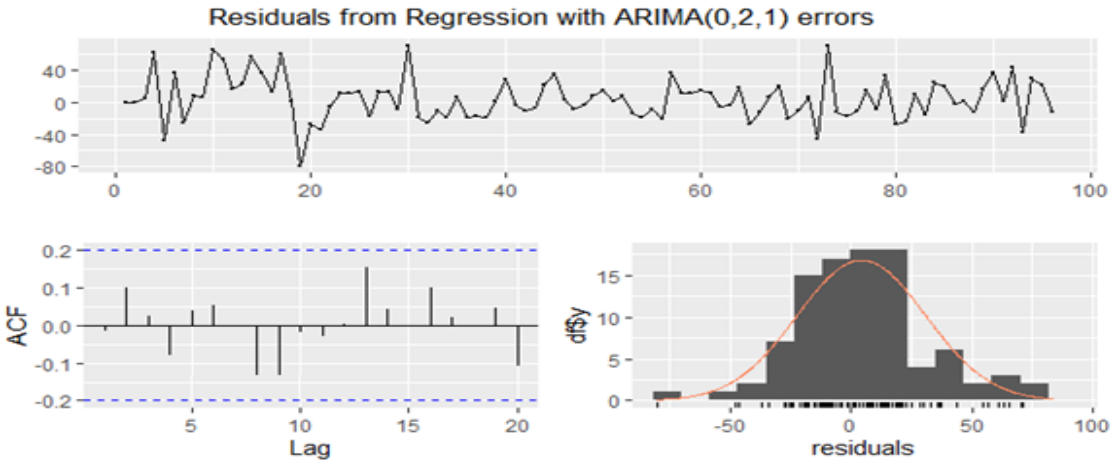
$$(1-L)^2 y_t = \beta_1 x_{1,t-7} + \beta_2 x_{1,t-10} + \theta\, a_{t-1} + a_t$$

$$y_t = \beta_1 x_{1,t-7} + \beta_2 x_{1,t-10} + 2y_{t-1} - y_{t-2} - \theta\, a_{t-1} + a_t$$

ووفقا للمعلمات المقدرة في الجدول (7) اعلاه فإن:

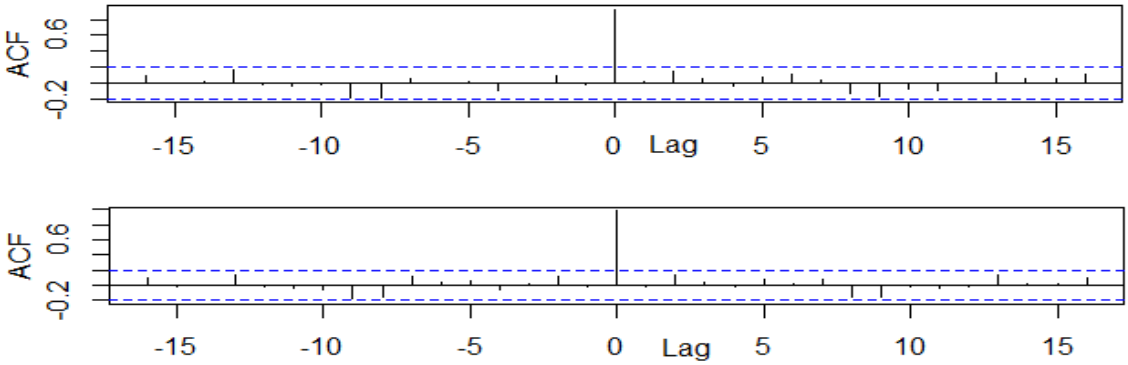
$$y_t = 0.2957 x_{1,t-7} - 0.62\, x_{2,t-10} + 2y_{t-1} - y_{t-2} + 0.853\, a_{t-1} + a_t$$

والشكل (4) ادناه يمثل اختبارات سلسلة البواقي للإنموذج المقدر MARIMAX (0,2,1)، ويتضح من خلاله أن قيم دالة الإرتباط الذاتي كانت ضمن حدود الثقة، وإن هذه البواقي عشوائية وتتبع التوزيع الطبيعي. اذ ان قيمة احصاءة (Ljung – Box) لسلسلة البواقي قد بلغت Q* = 0.3675 وان p-value = 9.7928، كما وبلغت قيمة احصاءة اختبار (Kolmogorov-Smirnov)(K.S) D=0.093371 وان p-value = 0.3507.



الشكل (4) الإرتباط الذاتي وإختبار التوزيع الطبيعي لبواقي الإنموذج MARIMAX (0,2,1)

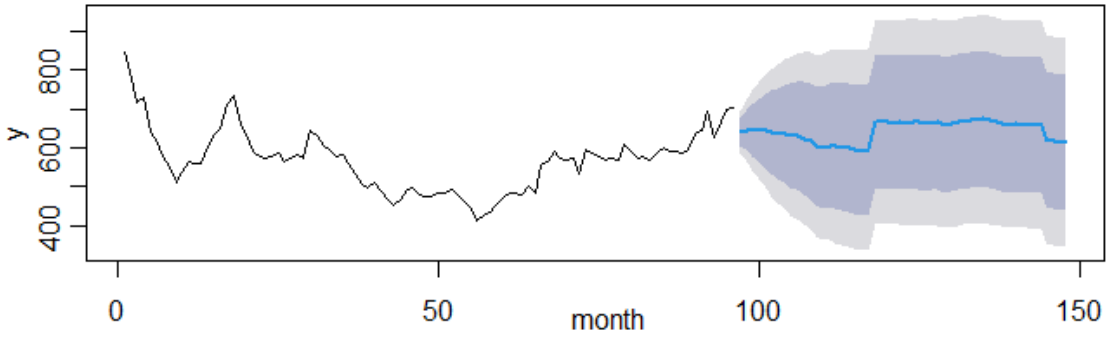
فضلا عن ذلك، فقد تم اختبار إستقلالية سلسلة البواقي عن سلسلتي الادخال من خلال رسم معاملات الإرتباط التقاطعية بينهما، إذ تبين عدم وجود إرتباطات معنوية وهذا يشير الى إستقلاليتها، وكما هو مبين في الشكل (5) أدناه.



الشكل (5) دالة الإرتباط المتقاطع بين بواقي سلسلة المخرجات وبواقي سلسلتي المدخلات

التنبؤ:

بعد ان اجتاز الانموذج MARIMAX(0,2,1) كافة الاختبارات، سيتم التنبؤ بالمعدلات الاسبوعية لقيمة المؤشر العام لسوق العراق للاوراق المالية لمدة (52) اسبوعا قادما ابتداءا من 2023/7/28، والنتائج موضحة في الجدول (8) والشكل (6) أدناه. اذ يتضح من خلالهما ان كافة القيم التنبؤية تقع ضمن حدود الثقة، وان القيم التنبؤية تتراوح بين (593.23) و (675.05)، وان معدل القيم التنبؤية يبلغ (643.5).



الشكل (6)

القيم التنبؤية للمعدلات الاسبوعية للمؤشر العام لسوق العراق وفق الإنموذج MARIMAX(0,2,1)

5. الإستنتاجات:

تم التوصل الى الاستنتاجات الاتية من خلال نتائج الجانب التطبيقي:

1. أن سلسلة المعدلات الاسبوعية لقيم المؤشر العام لسوق العراق للاوراق المالية هي سلسلة زمنية غير مستقرة وقد تحققت استقراريتها عند الفرق الثاني، وان سلسلتي المتغيرات المؤثرة على مؤشر السوق وهما سلسلة المعدلات الاسبوعية لاسعار صرف الدينار العراقي وسلسلة المعدلات الاسبوعية لاسعار نفط برنت هي سلاسل غير مستقرة ايضا وتم تحقيق استقراريتهما عند الفرق الاول للسلسلتين.
2. الانموذج ARIMA(0,2,1) هو الانموذج الملائم لتقدير سلسلة المعدلات الاسبوعية لقيم المؤشر العام لسوق العراق للاوراق المالية (سلسلة المخرجات)، لذلك تم تنقية سلاسل العوامل المؤثرة على مؤشر السوق (سلسلتي المدخلات) وفق هذا الانموذج.
3. من خلال قيم معاملات الارتباط المتقاطع بين سلسلة المعدلات الاسبوعية لقيم المؤشر العام لسوق العراق للاوراق المالية وسلسلتي العوامل الخارجية المؤثرة على تلك المعدلات، تبين ان التخلف الزمني لظهور تاثير المعدلات الاسبوعية لاسعار صرف الدينار العراقي هو سبعة اسابيع وهو تاثير طردي، بينما تخلف تاثير المعدلات الاسبوعية لاسعار خام برنت لمدة عشرة اسابيع وهو تاثير عكسي.
4. الانموذج MARIMAX بوجود تاثير متغيرين هو انموذج كفوء للتنبؤ بالمعدلات الاسبوعية لقيم المؤشر العام لسوق العراق للاوراق المالية، اذ تفوق على كافة نماذج ARIMAX بتاثير متغير واحد، وعلى انموذج ARIMA، وهذا يشير الى ان دراسة وتحليل السلاسل الزمنية لمؤشر سوق العراق للاوراق المالية باضافة المتغيرات اسعار الصرف واسعار النفط تعطي تصورا اوسع من دراسة السلاسل الزمنية المنفردة. مع ملاحظة اسعار الصرف هو الاكثر والاسرع تاثيرا من اسعار نفط برنت.
5. من خلال القيم التنبؤية للمعدلات الاسبوعية لمؤشر سوق العراق للاوراق المالية باستعمال إنموذج MARIMAX ، يتضح ان قيم المؤشر ستسجل انخفاضا متذبذبا عند اول ستة عشرة اسبوع عن قيمه المسجلة اخر اسبوع، وذلك لتصل

الى 594.56، ثم تبدا بالارتفاع تدريجيا ومتذبذبا حتى تصل 675.05 في الاسبوع الثامن والثلاثون، وهذا يشير الى ان سلوك القيم التنبؤية كان سلوكا متذبذبا.

6. من خلال التذبذب الواضح في المعدلات الاسبوعية المستقبلية لقيم المؤشر لعام لسوق العراق للاوراق المالية، الامر يدعو الى ضرورة اتخاذ الاجراءات المناسبة للحفاظ على استقرار اسعار صرف الدينار العراقي اما الدولار مما يساعد استقرار الحالة الاقتصادية العامة في السوق العراقي.

6. المصادر:

1. العكيدي، احمد محمد و دخيل، وطبان ابراهيم. (2023). "اثر تقلبات النفط على المؤشر العام ISX60 لسوق العراق للاوراق المالي". مجلة اقتصاديات الاعمال، 4(3)، 273-387.
2. المعموري عامر عمران و الزبيدي، سليم رشيد. (2020). "أثر تقلبات اسعار الصرف على المؤشر العام لأسعار الاسهم دراسة تطبيقية في سوق العراق للاوراق المالية"ز مجلة الدارة والاقتصاد، العدد (4)، 129-157.
3. Abd, H., T., Essa, A., K., and Jassim, F., M. (2021). “Analyzing the Relationship between the Dow Jones Index and Oil Prices Using the ARIMAX Model”, 11(2), 465-473.
4. Belsley, D.A., Kuh, E. and Welsch R. E. (1980). “Regression Diagnostics”. John Wiley & Sons New York.
5. Box, G., E. and Jenkins, G., M. (1970). “Time Series Analysis: Forecasting and Control”. Holden-Day, San Francisco.
6. Box, G. E., and Tiao, G. C. (1975). “Intervention Analysis with Applications to Economic and Environmental Problems”. Journal of the American Statistical Association, Vol. 70, 70–79.
7. Cryer, J. D. and K.S. Chan, “Time Series Analysis with Application in R”, 2nd Ed., Springer, New York, 2008.
8. Fun, J., el at. (2009). “The Analysis to Tertiary-industry with ARIMAX Model”. Journal of mathematics research, 1(2), 156-163.
9. Islam, F. and Imteaz , M.A. (2021).“The effectiveness of ARIMAX model for prediction of summer rainfall in northwest Western Australia”. 4th International Conference on Engineering Sciences. vol. 1067.
10. Neog, B., Gogoi, B. and Patowary , A.N. (2022). “Development of hybrid time series models for forecasting autumn rice using ARIMAX-ANN and ARIMAX-SVM”. Ann analysis of forest research, 65(1), 9119-9133.
11. Pankratz, A. (1991). “Forecasting with Dynamic Regression Models”. Wiley Series in Probability and Statistics.
12. Periodic reports issued by the Iraq Stock Exchange 2020-2023.
13. Reports on exchange rates in the local markets 2020-2023.
14. Shilpa, G. N. and Sheshadri, G. S. (2019). “ARIMAX Model for Short-Term Electrical Load Forecasting”. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), 8(4), 2786-2789.
15. Tiao, G. C. and Box, G.E. (1981). “Modeling Multiple Times Series with Application”, JASA , 76(376) , 802-816.
16. Ugoh, C., I. Uzuke, C., A. and Ugoh, D., O. (2021). “Application of ARIMAX Model on Forecasting Nigeria’s GDP”. American Journal of Theoretical and Applied Statistics, 10(5): 216-225.
17. Wei, W.S. (2006). “Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods”Addison-Wesley, United States of America.
18. Web site https://investing.com.
19. Williams, B.M. (2001). “Multivariate Vehicular Traffic Flow Prediction: Evaluation of ARIMAX Modeling”. Journal of the Transportation Research Board, vol.1, 194-200.
20. Yang, M., 2017. Application of the ARIMAX model on forecasting freeway traffic flow. 17th COTA International Conference of Transportation Professionals, 7-9 July 2017, Shanghai, China.

Forecasting the general index values of the Iraq Stock Exchange ISX60 using the MARIMAX model

Dr. Zainab Faleh Hamza / University of Information and Communication Technology / College of Business Informatics zainab.stat@uoitc.edu.iq

Abstract

The general market index is a mirror of the general economic situation of countries as it is a means of predicting the future economic situation. In this research, the weekly rates of the general index values of the Iraq Stock Exchange ISX60 were predicted using the MARIMAX model, with the effect of two variables, namely the weekly rates of the Iraqi dinar exchange rates and the weekly rates of Brent crude prices as external factors. A comparison was made between the models MARIMAX, ARIMA and ARIMAX, and the results of the comparison proved the superiority of the MARIMAX model (0,2,1) over the other two models. The results of the estimation of the cross-correlation coefficients of the time series indicated that there is a time displacement with a positive effect of seven weeks until the emergence of an effect of exchange rates, and a time displacement with a negative effect of ten weeks until an effect of oil prices. As for the results of forecasting using the MARIMAX model (0, 2, 1), it showed that there is a clear fluctuation in the future values of the index compared to what it was in the previous weeks, as the weekly averages of the index values will decrease oscillating during the next twenty weeks from the values recorded in the last week, then start to rise. Gradually and fluctuating as well, until it reaches the highest value at the thirty-eighth week.

Keywords: MARIMAX model, ISX60 index, exchange rates, Brent crude prices.

****
****
****