

استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بأعداد الحوادث المرورية في مدينة مصراتة في الفترة (2012-2021)

امحمد ميلاد بعوه

قسم الإحصاء، كلية العلوم، جامعة مصراتة، مصراتة، ليبيا
e.milad@sci.misuratau.edu.ly

Submission data 20. 12.2021

Acceptance data 20. 1. 2022

Electronic publisher data: 8.2.2022

Abstract الملخص

يهدف هذا البحث إلى تحليل السلاسل الزمنية باستخدام طريقة (Box-Jenkins) لإيجاد أفضل وأكفأ نموذج إحصائي للتنبؤ بعدد حوادث المرور في مدينة مصراتة، وذلك بالاعتماد على البيانات الشهرية للفترة من (2012/01/01 إلى 2021/07/31). وقد أظهرت نتائج تحليل البيانات أن النموذج الملائم لسلسلة حوادث المرور هو $ARIMA(0,1,1)$ ، وبالاعتماد على هذا النموذج تم التنبؤ بعدد الحوادث المرورية شهرياً لسنتين قادمتين. وكانت القيم التنبؤية متناسقة مع القيم الحقيقية في الاتجاه مما يدل على كفاءة النموذج، مع الأخذ في الاعتبار المعايير الإحصائية الأخرى. **الكلمات المفتاحية:** السلاسل الزمنية، منهجية بوكس-جنكيز، الحوادث المرورية.

المقدمة Introduction

هدفت هذه الدراسة في تطبيق نماذج التدخل للسلاسل الزمنية لقياس أثر التغيرات التي حدثت قبل وبعد وضع قانون المرور عام (2010م)، وذلك بالاعتماد على البيانات الشهرية للفترة من (2005-2014م). توصلت هذه الدراسة إلى أن السلاسل الزمنية لأنواع حوادث المرور هي سلاسل مستقرة وأيضاً نماذج التدخل كافية وملائمة لقياس أثر التغيرات التي تحدث عن وضع لوائح وضوابط وقوانين، وأن القوانين التي وضعت جعلت حوادث المرور تتناقص مما عزز السلامة المرورية. رسالة ماجستير بعنوان: "تحليل السلاسل الزمنية واستخدامه لبناء نموذج حوادث في ولاية الخرطوم في الفترة (2006-2013م)". إعداد الطالبة رقية عبد الله الطيب في العام (2014م). حيث هدفت الدراسة إلى اقتراح نموذج توضيح حوادث المرور في ولاية الخرطوم باستخدام تحليل السلاسل الزمنية، وذلك لغرض التنبؤ بها في فترات لاحقة.

1- الجانب النظري

يتناول هذا البند استعراضاً لبعض المفاهيم العامة، وعرض مراحل بناء نموذج السلاسل الزمنية، واعتماد تحليل السلاسل الزمنية على أسلوب (بوكس-جنكيز).

مفاهيم رئيسية (Fundamental Concepts)

1-1 السلسلة الزمنية (Time series)

هي مجموعة من المشاهدات أو القياسات لقيم ظاهرة معينة مأخوذة على فترات زمنية محددة، ويمكن تمثيل السلسلة الإحصائية $Z_t = f(t) + e_t$ ، $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$: تمثل الجزء المنتظم الذي يعبر عنه بدالة رياضية. e_t : الجزء العشوائي وقد يسمى بالضجيج (التشويش). وهناك نوعان من السلاسل الزمنية هي:

- 1- السلاسل الزمنية المستقرة.
- 2- السلاسل الزمنية غير المستقرة.
- الاستقرارية في المتوسط (Stationary in Mean): وهي الحالة التي لا تظهر فيها السلسلة اتجاهها عاماً ويمكن تحويلها إلى مستقرة بأخذ الفروق، وغالباً ما تستقر بعد أخذ الفرق الأول والثاني.

تعتبر حوادث المرور من أخطر المشاكل الأمنية والاجتماعية التي تعاني منها غالبية الدول في عصرنا الحديث باعتبارها سبباً من الأسباب الرئيسية للوفيات، حيث تخلف حوادث المرور سنوياً مئات الآلاف من الضحايا في العالم من بين قتلى وجرحى ومعاقين، وحسب المنظمة العالمية للصحة فإن حوادث المرور تصنف في المرتبة الأولى من حيث أسباب الوفيات في العالم. ونظراً لما تشهده ليبيا من نمو سكاني ملحوظ وتزايد في عدد المركبات بجميع أنواعها، وتعرض البلاد إلى جملة من الأحداث وما تبعها من كوارث طالت الموارد البشرية والمادية والبنية التحتية، الأمر الذي أدى إلى زيادة عدد الحوادث المرورية مما أدى إلى زيادة عدد الوفيات.

لذا جاءت هذه الدراسة لإيجاد أفضل وأكفأ نموذج إحصائي لغرض تحليل الظاهرة والتنبؤ بعدد الحوادث المستقبلية، وذلك لمساعدة المسؤولين وأصحاب القرار من التعرف على الاتجاه المستقبلي للظاهرة لوضع الخطط والتدابير اللازمة للحد منها.

أهمية وأهداف البحث

تأتي أهمية هذا البحث من خلال اتباع أسلوب علمي متقدم لتحديد أفضل وأكفأ نموذج إحصائي، وذلك لاستخدامه في التنبؤ بعدد الحوادث المرورية في فترات لاحقة، حتى تتمكن الجهات المختصة على الحركة في الطرق والجهات التخطيطية الأخرى من معرفة ما ستؤول إليه هذه الظاهرة والمساهمة في الحد منها.

الدراسات السابقة

- رسالة ماجستير بعنوان: "دراسة قياسية لحوادث المرور في الجزائر خلال الفترة (1970-2009م)". إعداد الطالبة درقاوي عائشة.

هدفت الدراسة إلى توضيح دور وأهمية استخدام الأساليب العلمية في التنبؤ بحوادث المرور ومدى نجاعة منهجية بوكس-جنكيز في التنبؤ.

وتوصلت الدراسة إلى أن أسلوب السلاسل الزمنية أفضل إن لم نقل الأدق في عملية التنبؤ بصفة عامة والتنبؤ بحوادث المرور بصفة خاصة، وذلك عند غياب العلاقات السببية أو عدم توفر المعلومات الكافية حول المتغيرات المفسرة.

- رسالة دكتوراة بعنوان: "دراسة مقارنة للتنبؤ بتقدير وتحليل العوامل المؤثرة في حوادث المرور باستخدام السلسلة الزمنية التدخلية في ولاية الخرطوم".

ولكي يكون النموذج $AR(2)$ مستقراً فإنه يجب أن تقع جذور المعادلة $1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 = 0$ خارج دائرة الوحدة، أي يجب أن تحقق المعلمتين (ϕ_1, ϕ_2) الشروط الآتية:

$$\begin{aligned} \phi_1 + \phi_2 &< 1 & -1 \\ \phi_2 - \phi_1 &< 1 & -2 \\ -1 < \phi_2 &< 1 & -3 \end{aligned}$$

2-2-1 نماذج المتوسطات المتحركة

Moving Average Models (MA)

يتم التعبير في نموذج المتوسطات المتحركة عن قيم السلسلة الحالية Z_t بدلالة القيم الحالية للأخطاء e_t وبدلالة القيم السابقة للأخطاء $e_{t-1}, e_{t-2}, \dots, e_{t-q}$ ويمكن التعبير عن هذه النماذج من الرتبة (q) كما يلي:

$$Z_t = \theta_0 + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

حيث Z_t : مشاهدات السلسلة.
 θ_0 : الحد الثابت.

$\theta_1, \dots, \theta_q$: معاملات النموذج.
 $e_t, e_{t-1}, \dots, e_{t-q}$: الأخطاء العشوائية.
ويمكن كتابة هذا النموذج بدلالة الارتداد الخلفي (B) كما يلي:

$$Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)e_t$$

حيث: $\theta_q(B)e_t$ متعددة حدود في (B) لمعامل نموذج المتوسطات المتحركة $(\theta_1, \dots, \theta_q)$.

3-2-1 نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة

Auto regressive Moving Average Models (ARMA)

أحياناً لا يمكن التعبير عن السلسلة الزمنية بصيغة الانحدار الذاتي $AR(P)$ فقط، أو صيغة المتوسطات المتحركة $MA(q)$ فقط، ولكن يمكن التعبير عنها بنموذج مختلط انحدار ذاتي ومتوسطات متحركة، وهو نموذج مركب يحتوي على خصائص نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة، وبذلك يمكن التعبير في هذا النموذج عن القيم الحالية للسلسلة Z_t بدلالة القيم السابقة $(Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-p})$ وكذلك القيم الحالية للأخطاء e_t بدلالة القيم السابقة للأخطاء $e_{t-1}, e_{t-2}, \dots, e_{t-q}$ ، ونرمز له بالرمز $ARMA(p, q)$.
ويمكن كتابة هذا النموذج على النحو

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

ويمكن كتابة النموذج بدلالة الارتداد الخلفي (B) كما يلي:

$$\phi_p(B)Z_t = \phi_0 + \theta_q(B)e_t$$

حيث: $\phi_p(B)Z_t$: متعددة حدود في (B) لمعامل نموذج الانحدار الذاتي $(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p)$.

و $\theta_q(B)e_t$: متعددة حدود في (B) لمعامل نموذج المتوسطات المتحركة $(\theta_1, \dots, \theta_q)$.

4-2-1 نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية

Auto regressive Integrated Moving Average Models (ARIMA)

يوجد بعض نماذج السلاسل الزمنية تكون غير مستقرة، ولكي تكون مستقرة يجب إجراء بعض التحويلات أو الفروق عليها؛ إن مثل هذه النماذج تختلف عن النماذج الأصلية وذلك لاحتوائها على هذه التحويلات أو الفروق، إن هذه النماذج المستقرة تدعى بالنماذج المختلطة التكاملية، ويرمز لها بالرمز $ARIMA(p, d, q)$.
P: رتبة نموذج الانحدار الذاتي.
q: رتبة نموذج المتوسطات المتحركة.

d: عدد الفروق اللازمة كي تكون السلسلة مستقرة. [8]

- **الاستقرارية في التباين (Stationary in variance):**
وهي الحالة التي لا تظهر فيها السلسلة تذبذبات (تعرجات) متباينة في شكلها، ويمكن تحويلها إلى مستقرة بثبوت التباين بأخذ اللوغاريتم الطبيعي أو الجذر التربيعي أو المقلوب لملاحظات السلسلة الأصلية. [3]

- الارتباط الذاتي (Autocorrelation (AC)

وهو عبارة عن مؤشر يوضح درجة العلاقة بين قيم المتغير نفسه عند فترات إزاحة (k) مختلفة، ويرمز له بالرمز (\hat{P}_k) وتراوح قيمته بين $(-1, 1)$. [7]
ويقدر من العلاقة

$$\hat{P}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})^2}$$

حيث Z_t : مشاهدات السلسلة.

\bar{Z} : الوسط الحسابي للسلسلة.

n: عدد المشاهدات.

ويطلق على الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي (\hat{P}_k) مقابل فترات إزاحة مختلفة بدلالة الارتباط الذاتي ويرمز لها (ACF).

- الارتباط الذاتي الجزئي

(ACF) partial Auto Correlation

وهو مؤشر يقيس درجة الارتباط الخطي بين متغيرين يبعدان عن بعضهما البعض وحدتان زمنيتان بعد حذف تأثير المتغير الذي يقع بينهما، ويحسب من العلاقة [4]

$$\hat{\phi}_{kk} = \frac{\hat{p}_k - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-j} \hat{p}_j}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-j} \hat{p}_j}$$

ويطلق على الرسم البياني لمعاملات الارتباط الذاتي الجزئي مقابل فترات إزاحة مختلفة بدلالة الارتباط الذاتي الجزئي، ويرمز لها بالرمز (PACF).

وتستخدم دالة الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي في تحديد الاستقرارية، وكذلك تحديد نوع ورتبة النموذج وفحص ملاءمة النموذج للبيانات. [5]

2-1 نماذج بوكس-جنتكنز للسلاسل الزمنية

1-2-1 نماذج الانحدار الذاتي

Auto Regressive Models (AR)

يعبر في نماذج الانحدار الذاتي عن قيمة السلسلة الحالية Z_t بدلالة قيم السلسلة السابقة $(Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-p})$ وقيمة الخطأ e_t . ويمكن التعبير عن هذه النماذج من الرتبة (P) كما يلي:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t$$

Z_t : مشاهدات السلسلة.
 ϕ_0 : الحد الثابت.

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$: معالم نموذج الانحدار الذاتي.

e_t : الأخطاء العشوائية.

ويمكن كتابة هذا النموذج بدلالة الارتداد الخلفي (B) كما يلي:

$$\phi_p(B)Z_t = \phi_0 + e_t$$

حيث: $\phi_p(B)Z_t$: متعددة حدود في (B) لمعامل نموذج الانحدار الذاتي $(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p)$.

وكحالة خاصة عندما (P=1) فإن معادلة النموذج تصبح كما يلي:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + e_t$$

وهي تمثل نموذج انحدار ذاتي من الدرجة الأولى $AR(1)$ ، إن شرط الاستقرار في هذا النموذج يتطلب أن تكون جذور المعادلة $\phi(B) = 1 - \phi B = 0$ خارج دائرة الوحدة و $-1 < \phi < 1$ وعندما (P=2) فإننا نحصل على نموذج انحدار ذاتي من الرتبة الثانية $AR(2)$ وتكون معادلتها على الصيغة التالية:

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + e_t$$

$$H_0 = P_1 = P_2 = P_3 \dots \dots = P_k = 0$$

$$H_1 = P_1 = P_2 = \dots \dots = P_k \neq 0$$

معتمدين على الارتباطات الذاتية للبيانات وإحصاء الاختبار

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{P_k^2}{n-k}$$

حيث \hat{P}_k^2 : تمثل مقدار الارتباط الذاتي المقدر من بيانات العينة عند الإزاحة (k).

n: عدد المشاهدات.

m: أكبر إزاحة لـ (k) وهي مساوية $(\frac{k}{4})$.

وتقارن إحصاء الاختبار (Q) بالقيمة الجدولية $\chi_{m-f, \alpha}^2$ ، حيث f عدد المعالم المقدرة، فإذا كانت

1- $Q < \chi_{m-f, \alpha}^2$ نقبل فرض العدم، أي أن معاملات الارتباط

الذاتي للأخطاء لها توزيع عشوائي، وبذلك يكون النموذج ملائم

وجيد.

2- $Q > \chi_{m-f, \alpha}^2$ فهذا يعني أن النموذج غير ملائم ولا بد من

إعادة مرحلة التعرف واختيار نموذج آخر.

الطريقة الثانية: وتعتمد هذه الطريقة على حدود فترة الثقة لمعاملات

الارتباطات الذاتية للبيانات المقدرة $(\hat{\rho}_t)$ والتي يجب أن تقع بين

الحددين $(\pm \frac{Z_{\alpha}}{\sqrt{n}})$ فإذا تحققت هذا فهذا يدل على أن البواقي تتوزع

عشوائياً وأن النموذج ملائم وجيد للبيانات ويمكن استخدامه في التنبؤ. وهناك عدة معايير أخرى للمفاضلة بين مجموعة من النماذج منها

(معايير أكيك AIC، معيار بيزيان BIC، متوسط مربعات الأخطاء

(MSE).

4-4-1 مرحلة التنبؤ (Forecasting)

وهي المرحلة الأخيرة من مراحل تحليل السلاسل الزمنية، وهي عادة ما تكون الهدف من الدراسة ولا يتم الانتقال إلى هذه المرحلة إلا بعد أن يتجاوز النموذج المبدئي كافة الفحوص والاختبارات وإلا فيجب العودة إلى مرحلة التعرف وتكرار هذه العملية حتى الحصول على نموذج ذو كفاءة عالية. [1]

2- الجانب التطبيقي

1- جمع البيانات

جمعت هذه البيانات والتي تتألف من سلسلة زمنية تتكون من (115) مشاهدة تمثل عدد الحوادث الشهرية في مدينة مصراتة، وذلك خلال الفترة الزمنية من (2012/01/01) وحتى (2021/07/31)، والمأخوذة من قسم المرور بمدينة مصراتة، ويمكن تلخيص بعض المقاييس الوصفية الخاصة بالحوادث المرورية كما هو موضح بالجدول (1).

جدول (1) وصف أعداد الحوادث المرورية في مدينة مصراتة خلال الفترة (2012-2021)

المقياس				الحوادث المرورية
الانحراف المعياري	المتوسط	أكبر قيمة	أقل قيمة	
9	28	54	11	

2-2 مرحلة تهيئة البيانات

يتم في هذه المرحلة رسم المنحنى البياني لسلسلة الحوادث المرورية وكذلك رسم حدود الثقة لدالة الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي لمعرفة سلوك البيانات، فمن خلال الشكل (1) نلاحظ أن متوسط السلسلة غير ثابت بمرور الزمن وكذلك التباين، مما يمكن أن يدل على عدم استقرار السلسلة، ولتأكيد ذلك نقوم باختبار معنوية المعاملات

ويمكن كتابة النموذج بدلالة الارتداد الخلفي (B) كما يلي:

$$\phi(B) = \phi_0 + \theta_q(B)e_t$$

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$$

$$(1 - B)^d = \nabla^d$$

وبفرض أن $\nabla^d Z_t = Z_t$ فإن الصيغة العامة للنموذج المختلط

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + dZ_{t-p-d} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

ويمكن اعتبار نماذج (ARIMA) هي نماذج (ARMA) إذا كانت d=0 (في حالة سكون السلسلة).

3-1 مراحل بناء نموذج السلاسل الزمنية

يتم بناء نموذج السلسلة الزمنية وفقاً لمنهجية بوكس-جنكنز عبر أربعة مراحل وهي:

3-1-1 مرحلة التعرف (Identification)

يقصد بمرحلة التعرف هي اختيار رتب النموذج (p, d, q)، ويجب أن يسبق هذه المرحلة مرحلة تهيئة البيانات، فإذا كانت البيانات مستقرة ننقل إلى مرحلة التعرف، وإذا كانت غير مستقرة فيتم معالجتها ومن ثم الدخول في مرحلة التعرف. [1]

إن الأداتين المستخدمتين في تحديد نوع ورتبة النموذج هما دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) وذلك بالرسم البياني لكل من (ACF) و (PACF)، ومن ثم مطابقة معاملات الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي مع السلوك النظري لدالة الارتباط الذاتي (ACF) والذاتي الجزئي (PACF). [4]

3-1-2 مرحلة التقدير (Estimation)

وهي المرحلة الثانية من مراحل تحليل السلاسل الزمنية، ولكي يحقق النموذج الهدف الأساسي من بنائه وهو التنبؤ فيجب علينا أن نضمن جودة تقدير معالمه، وهناك عدة طرق لتقدير معالم النموذج، من أهمها:

1- طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية - Method of ordinary

Least Square

2- طريقة الإمكان الأعظم Maximum likelihood Method. [8]

3-3-1 مرحلة التشخيص (Diagnostic)

ويتم في هذه المرحلة فحص النموذج وذلك للتأكد من أن مرحلة التقدير ومخرجاتها تتوافق مع الفروض النظرية الخاصة بالعملية العشوائية التي ولدت البيانات، أو على الأقل لا تظهر خلا في هذه الفروض. [3]

وفيما يلي بعض الاختبارات والفحوص التي تُجرى على النموذج لاختبار مدى ملائمة وصلابته لتمثيل البيانات، وهي:

أ- اختبار معنوية معالم النموذج وذلك باستخدام اختبار (t-student) فإذا كانت غير معنونة لا بد من استبعاد إحدى رتب

(AR)، (MA).

ب- تحليل البواقي:

1- رسم البواقي: يجب أن تكون البواقي خالية من كل الأنماط والتكرارات المنتظمة، وأن تتأرجح بتشتت ثابت حول الصفر، وأن يبدو شكلها عشوائياً. [3]

2- تحليل الارتباط الذاتي للبواقي (e_t): ويتم ذلك بطريقتين: [5]

الطريقة الأولى: وتعتمد هذه الطريقة على اختبار (Box-Ljung) وذلك لاختبار الفرضية الآتية:

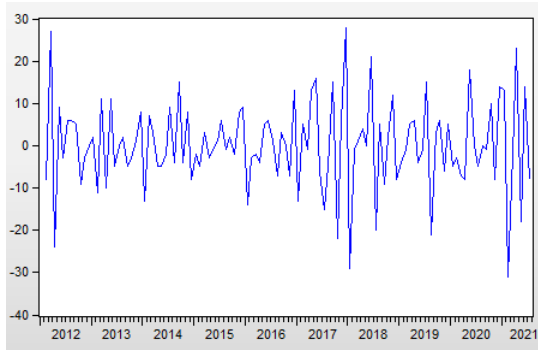
جدول (2) نتائج اختبارات جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة حوادث المرور

نوع الاختبار	نوع النموذج	القيمة المحسوبة	القيمة الجدولية عند (5%)
اختبار (ADF)	النموذج (1)	-0.696310	-1.943714
	النموذج (2)	-7.883398	-2.886959
اختبار (P-P)	النموذج (1)	-1.191830	-1.943662
	النموذج (2)	-8.148049	-2.886959

حيث يشير النموذج (1) إلى أنه نموذج بدون ثابت، ونموذج (2) إلى أنه نموذج بوجود ثابت.

نلاحظ من اختبار ديكي فولر الموسع وفيليبس بيرون أن القيمة المطلقة للإحصاء المحسوبة للنموذج الأول أصغر من القيمة الجدولية المطلقة عند مستوى معنوية 5%، وبالتالي وجود جذر الوحدة وعليه فإن السلسلة غير مستقرة.

ولمعالجة ذلك نقوم بأخذ الفرق الأول للسلسلة فنحصل على سلسلة الفروقات من الدرجة الأولى لحوادث المرور كما هو موضح بالشكل (3).



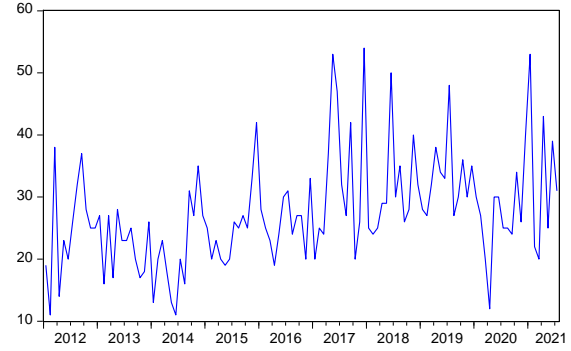
شكل (3) المنحنى البياني لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى لحوادث المرور

من خلال الشكل (3) نلاحظ أن المنحنى لسلسلة الفروقات لحوادث المرور يتذبذب حول الصفر، وهذا يمكن أن يدل على أن السلسلة مستقرة، ولتأكيد ذلك نعيد إجراء اختبارات (Box-Ljung) واختبارات جذر الوحدة كما هو موضح بالجدول (3) والشكل (4).

جدول (3) نتائج اختبارات جذر الوحدة (ADF, P-P) لسلسلة الفروقات من الدرجة الأولى لحوادث المرور

نوع الاختبار	نوع النموذج	القيمة المحسوبة	القيمة الجدولية عند (5%)
اختبار (ADF)	النموذج (1)	-12.84509	-1.943714
	النموذج (2)	-12.78595	-2.887425
اختبار (P-P)	النموذج (1)	-47.19088	-1.943688
	النموذج (2)	-74.93016	-2.887190

الكافية لدالة الارتباط الذاتي باستخدام اختبار (Box-Ljung)، كما هو موضح بالشكل (2).



شكل (1) المنحنى البياني لعدد حوادث المرور في مدينة مصراتة خلال الفترة (2012/01/01) إلى (2021/07/31)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.289	0.289	9.8871	0.002	
2	0.200	0.127	14.636	0.001	
3	0.238	0.167	21.416	0.000	
4	0.105	-0.018	22.743	0.000	
5	0.134	0.068	24.929	0.000	
6	0.225	0.153	31.195	0.000	
7	0.169	0.062	34.734	0.000	
8	0.090	-0.035	35.748	0.000	
9	0.036	-0.074	35.914	0.000	
10	0.103	0.072	37.260	0.000	
11	0.212	0.183	43.064	0.000	
12	0.225	0.123	49.699	0.000	
13	0.158	-0.014	52.991	0.000	
14	0.126	-0.017	55.121	0.000	
15	0.117	0.044	56.948	0.000	
16	0.093	0.023	58.117	0.000	
17	0.123	0.003	60.183	0.000	
18	0.289	0.182	71.770	0.000	
19	0.142	-0.014	74.607	0.000	
20	0.030	-0.086	74.732	0.000	
21	0.117	0.033	76.692	0.000	
22	0.055	-0.023	77.122	0.000	
23	0.111	0.050	78.931	0.000	
24	0.191	0.051	84.328	0.000	
25	0.139	0.011	87.198	0.000	
26	0.086	-0.007	88.307	0.000	
27	-0.007	-0.093	88.314	0.000	
28	0.010	-0.043	88.328	0.000	
29	0.104	0.025	90.032	0.000	
30	0.149	0.070	93.526	0.000	
31	0.085	-0.014	94.691	0.000	
32	-0.019	-0.135	94.750	0.000	
33	-0.094	-0.150	96.214	0.000	
34	-0.065	-0.028	96.907	0.000	
35	-0.151	-0.187	100.73	0.000	
36	0.018	-0.011	100.78	0.000	

شكل (2) دالة الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي واختبار (Box-Ljung) لسلسلة حوادث المرور

من الشكل (2) نلاحظ أن الإحصاء (Q= 93.526) أكبر من القيمة الجدولية لـ $\chi^2_{0.05,30} = 43.773$ وهذا ما يؤكد عدم استقرار السلسلة، ولزيادة التأكيد قمنا باختبار ديكي فولر الموسع (ADF) واختبار فيليبس بيرون (P-P)، والجدول (2) يوضح نتيجة هذه الاختبارات.

4-2 مرحلة التقدير

يتم في هذه المرحلة تقدير معالم النموذج ARIMA (0,1,1) كما هو موضح بالجدول (5).

جدول (5) نتائج تقدير معالم النموذج ARIMA (0,1,1)

Type	Coef	SE Coef	T	P-value
MA(1)	0.9772	0.0295	33.13	0.000
Constant	0.10139	0.03720	2.73	0.007

5-2 اختبار دقة ملائمة النموذج

لكي يكون النموذج جيداً وملائماً للبيانات ويمكن الاعتماد عليه في التنبؤ لابد من إجراء بعض الاختبارات والفحوصات وهي كما يلي:

أ- اختبار معنوية معالم النموذج

نلاحظ من الجدول (5) أن قيمة (P-value) لكل المعالم تساوي الصفر مما يؤكد معنوية تلك المعالم.

ب- تحليل الارتباط الذاتي للبواقي

لاختبار عشوائية سلسلة البواقي تم استخراج معاملات الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي للبواقي المقدر كما هو موضح بالشكل (5).

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.154	0.154	2.7758	
		2	0.075	0.053	3.4434	0.064
		3	0.097	0.080	4.5563	0.102
		4	-0.039	-0.071	4.7409	0.192
		5	-0.012	-0.007	4.7584	0.313
		6	0.097	0.102	5.9141	0.315
		7	0.050	0.034	6.2211	0.399
		8	-0.039	-0.067	6.4145	0.492
		9	-0.119	-0.136	8.2076	0.413
		10	-0.040	0.006	8.4101	0.493
		11	0.086	0.137	9.3641	0.498
		12	0.100	0.091	10.650	0.473
		13	0.010	-0.063	10.663	0.558
		14	-0.016	-0.058	10.695	0.636
		15	-0.032	0.006	10.830	0.699
		16	-0.064	-0.009	11.374	0.726
		17	-0.039	-0.050	11.586	0.772
		18	0.159	0.134	15.071	0.590
		19	-0.013	-0.049	15.094	0.656
		20	-0.144	-0.131	18.011	0.522
		21	-0.035	0.000	18.189	0.575
		22	-0.097	-0.049	19.533	0.551
		23	-0.019	0.030	19.584	0.609
		24	0.070	0.033	20.313	0.623
		25	0.037	0.008	20.517	0.667
		26	-0.016	-0.012	20.555	0.717
		27	-0.120	-0.089	22.754	0.647
		28	-0.087	-0.041	23.928	0.634
		29	0.040	0.041	24.174	0.672
		30	0.108	0.100	26.027	0.624
		31	0.038	0.012	26.255	0.662
		32	-0.068	-0.113	27.009	0.672
		33	-0.152	-0.143	30.796	0.527
		34	-0.113	-0.010	32.898	0.472
		35	-0.226	-0.191	41.429	0.178
		36	-0.018	-0.034	41.486	0.209

شكل (5) دالتي الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي لسلسلة بواقي حوادث المرور

نلاحظ من الشكل (5) أن سلسلة البواقي مستقرة حيث أن معاملات الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي للبواقي تقع داخل حدود فترة الثقة، ولغرض التأكيد من ملائمة النموذج تم استخدام إحصاءة (Box-Ljung) حيث كانت (Q=26.027) وهي أصغر من القيمة الجدولية (white noise) $\chi^2_{0.05,30} = 43.773$ وهذا يدل على عشوائية البواقي (white noise)، وعليه فإن النموذج ARIMA (0,1,1) ملائم ويمكن استخدامه في التنبؤ.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.448	-0.448	23.493	0.000
		2	-0.067	-0.336	24.030	0.000
		3	0.099	-0.129	25.196	0.000
		4	-0.102	-0.178	26.447	0.000
		5	-0.047	-0.242	26.715	0.000
		6	0.100	-0.132	27.949	0.000
		7	0.023	-0.021	28.016	0.000
		8	-0.010	0.032	28.029	0.000
		9	-0.094	-0.116	29.134	0.001
		10	-0.030	-0.220	29.246	0.001
		11	0.068	-0.148	29.832	0.002
		12	0.059	0.004	30.280	0.003
		13	-0.035	-0.007	30.438	0.004
		14	-0.008	-0.072	30.445	0.007
		15	0.008	-0.052	30.454	0.010
		16	-0.033	-0.010	30.597	0.015
		17	-0.102	-0.187	32.020	0.015
		18	0.221	0.003	38.743	0.003
		19	-0.024	0.075	38.825	0.005
		20	-0.144	-0.060	41.741	0.003
		21	0.102	-0.010	43.228	0.003
		22	-0.082	-0.085	44.198	0.003
		23	-0.010	-0.082	44.213	0.005
		24	0.078	-0.051	45.117	0.006
		25	0.009	-0.032	45.130	0.008
		26	0.030	0.047	45.262	0.011
		27	-0.082	-0.008	46.278	0.012
		28	-0.058	-0.089	46.787	0.014
		29	0.036	-0.140	46.985	0.019
		30	0.082	-0.048	48.046	0.020
		31	0.025	0.079	48.146	0.025
		32	-0.012	0.100	48.171	0.033
		33	-0.074	-0.033	49.065	0.036
		34	0.088	0.140	50.357	0.035
		35	-0.189	-0.032	56.326	0.013
		36	0.104	-0.083	58.165	0.011

شكل (4) دالة الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي واختبار (Box-Ljung) لسلسلة الفروقات لحوادث المرور

من خلال الجدول (3) نلاحظ أن القيمة المطلقة للإحصاءة المطلوبة للنموذجين أكبر من القيمة المطلقة الجدولية، وبالتالي السلسلة ليس لها جذر وحدة وهي مستقرة، ومن الشكل (4) نلاحظ أن دالة الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي أن معظم معاملات الارتباطات الذاتية تقع داخل حدود فترة الثقة ما عدا الإزاحة الأولى والثانية مما يوحي باستقرارية السلسلة.

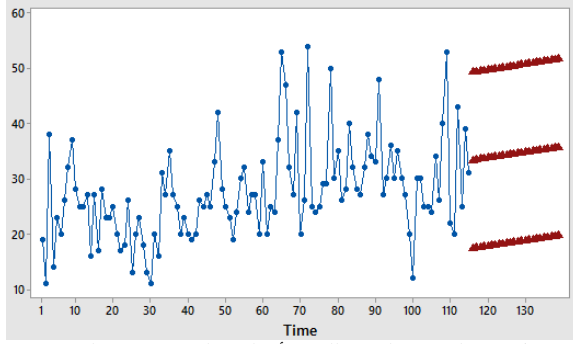
3-2 مرحلة التعرف

بالنظر إلى دالتي الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي ومطابقة قيم معاملات الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي بعد أخذ الفرق الأول نستنتج أن النموذج الملائم هو نموذج المتوسطات المتحركة من الرتبة الأولى ARIMA (0,1,1)، ولتحديد رتبة الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة بشكل أدق تمت مقارنته بالنموذجين ARIMA (1,1,0)، ARIMA (1,1,1) كما هو موضح بالجدول (4).

جدول (4) نتائج تطبيق مجموعة المعايير على النماذج الثلاثة لتحديد الأفضل بينها

النموذج	المعيار			
	RMSE	Akaiques	Schwaz	Hanna-Quinn
ARIMA (0,1,1)	8.290	7.039534	7.087538	7.059016
ARIMA (1,1,0)	9.370	7.323790	7.372063	7.343379
ARIMA (1,1,1)	8.298	7.028093	7.100502	7.057476

مما تقدم نستنتج أن قيم معايير المفاضلة للنموذجين ARIMA (0,1,1)، ARIMA (1,1,1) قريبة من بعضها، ولكن تم اختيار النموذج ARIMA (0,1,1) بسبب معنوية معالمه.



شكل (7) المنحنى البياني للقيم الأصلية والتنبؤية خارج العينة لسلسلة حوادث المرور

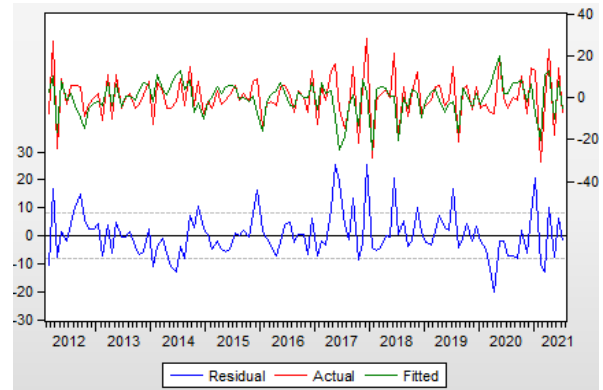
6-2 مرحلة التنبؤ

يتم في هذه المرحلة استخدام النموذج $ARIMA(0,1,1)$ للتنبؤ بحوادث المرور نها في مدينة مصراتة خلال الفترة (2021/08/01 إلى 2023/07/31).

جدول (6) نتائج التنبؤ بأعداد حوادث المرور في مدينة مصراتة خلال الفترة (2021/08/01 إلى 2023/07/31)

الشهر	السنوات		
	التنبؤ لسنة 2023	التنبؤ لسنة 2022	التنبؤ لسنة 2021
يناير	35	34	—
فبراير	35	34	—
مارس	35	34	—
أبريل	35	34	—
مايو	35	34	—
يونيو	36	34	—
يوليو	36	34	—
أغسطس	—	35	33
سبتمبر	—	35	33
أكتوبر	—	35	34
نوفمبر	—	35	34
ديسمبر	—	35	34
الإجمالي	247	413	168

ويمكن إثبات مدى كفاءة النموذج من خلال مدى تقارب القيم المتنبئ بها داخل العينة مع القيم الحقيقية، وكذلك تناسق القيم التنبؤية خارج العينة مع القيم الأصلية في الاتجاه كما هو موضح بالشكل (6) والشكل (7).



شكل (6) القيم الأصلية لسلسلة حوادث المرور والقيم المتنبئ بها داخل العينة المقابلة لها خلال الفترة (2021/07/31 إلى 2012/01/01)

3- النتائج والتوصيات

1-3 النتائج

- 1- سلسلة الحوادث المرورية خلال الفترة (2012/01/01 إلى 2021/07/31) غير مستقرة، واستقرت بعد أخذ الفرق الأول (d=1) للسلسلة الأصلية.
- 2- النموذج الملائم للتنبؤ بعدد الحوادث المرورية هو النموذج ARIMA (0,1,1).
- 3- تحليل السلاسل الزمنية باستخدام أسلوب بوكس- جنكنز مناسب ومفيد في التنبؤ بعدد الحوادث المرورية في مدينة مصراتة.
- 4- إن النموذج الذي تم التوصل إليه ملائم وجيد ويمكن الاعتماد عليه في التنبؤ.

2-3 التوصيات

- 1- يمكن استخدام النموذج الذي تم التوصل إليه من قبل (إدارة المرور) للسيطرة على الحوادث ومعرفة اتجاهها في المستقبل.
- 2- الاهتمام بقسم الإحصاء بإدارة المرور وتسجيل وتوثيق كل البيانات في حالة وقوع الحوادث مثل: (أسباب الحادث، عمر السائق، عمر المركبة، ... إلخ).
- 3- تحسين الطرق وصيانتها والاهتمام بالإضاءة ووضع علامات المرور لتوضيح مناطق العبور أمام المدارس والجامعات أو المطبات وإدخال الوسائل الحديثة لمراقبة الطرق والمتمثلة في الكاميرات ومستشعرات تجاوز السرعة القانونية.

قائمة المراجع

- 1- عدنان ماجد عبد الرحمن بري، طرق التنبؤ الإحصائي، مطابع الملك سعود، المملكة العربية السعودية، الطبعة الأولى، 2002.
- 2- محمد شيخي، طرق الاقتصاد القياسي، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولى، 2009.
- 3- سمير مصطفى شعراوي، مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي، المملكة العربية السعودية، الطبعة الأولى، 2005.
- 4- محمد قدوري الخضيري، دراسة مقارنة لطرق التقدير والتنبؤ لبعض نماذج بوكس- جنكنز الموسمية، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة بغداد، 1996.
- 5- وليد دهان صليبي الجبوري، التنبؤ بمستوى التضخم في أسعار المستهلك الشهرية في العراق باستخدام السلاسل الزمنية ثنائية المتغيرات، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة المستنصرية، 2010.
- 6- Anderson, R.L (942) "Distribution of the series analysis correlation coefficient", Ann, Mat statistic. Vol. B P-P (113-129).
- 7- Box G.E.P an pierce, DA, (1970), " Distribution of the residual auto correlation in auto regressive integrated moving average time series model".
- 8- JASA, VOL. 65, P-P (1520-1526).
George E.P Box, Gwily M.Jenkins (1976), "Time series analysis for casting and control ", Holden day London.

Using analysis of time series forecast the numbers of the traffic accidents in Misurata city in the period (2012-2021)

Emhemed Milad Baawa

Statistics Department, Faculty of Science, Misurata University, Misurata, Libya
e.milad@sci.misuratau.edu.ly

Abstract

This research aims to analysis the time series using the method (Box-Jenkins) to find the best and most efficient statistical model to predict the number of traffic accidents in the city of Misurata based on the monthly data from the period from (01/01/2012 to 31/07/2021).

The results of the data analysis showed that the appropriate model for the chain of traffic accidents is **ARIMA (0,1,1)** relying on this model, the number of traffic accidents per month for the next two years was predicted, and the predicted values were consistent with the real values in the direction, which humiliates the efficiency of the model. Taking into account other statistical criteria.

Key words: Time series, Method of (Box-Jenkins), Traffic Accidents.