البحوث والدراسات

استخدام نماذج تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بإجمالي الجرائم في الكويت

د. طارق عبد العزيز الدوب

ملخص

الأهداف: تهدف هذه الدراسة إلى التنبؤ بإجمالي الجرائم في دولة الكويت؛ للوصول إلى بيانات جنائية مستقبلية دقيقة، يتم استخدامها في عملية التخطيط الأمني في أجهزة الأمن، وبخاصة في مجال مكافحة الجريمة ومحاربتها.

المنهج: اعتمدت الدراسة على منهجية بوكس وجينكنز؛ بوصفها إحدى طرق تحليل السلاسل الزمنية واستخدام نموذج SARIMA للتنبؤ بإجمالي الجرائم في دولة الكويت، وذلك بالاستناد إلى بيانات إجمالي الجرائم الشهرية الصادرة عن مركز البحوث والدراسات التابع لوزارة الداخلية بالكويت، وذلك خلال الفترة من 2001/1 حتى 2017/12؛ للمقارنة بين نماذج SARIMA من خلال المعايير AIC، AICC، BIC.

النتائج: توصلت الدراسة إلى أن النموذج الأمثل من بين نماذج SARIMS هو نموذج SARIMA $(1,1,1)(0,1,2)_{12}$، وقد استخدم للتنبؤ بإجمالي الجرائم في دولة الكويت حتى نهاية عام 2020.

الخاتمة: تستخلص الدراسة أنه يجب على متخذي القرار أن يعتنوا جيداً بتطوير منظومة الإحصاء الجنائي عامة، وبكل مرحلة من مراحلها، وإعطاؤها الاهتمام الكبير؛ لأجل أن يحصلوا على تنبؤات تساعدهم في مكافحة الجرائم المتوقعة.

الكلمات المفتاحية: الكويت، التنبؤ، الجرائم، التغيرات الموسمية، نموذج SARIMA.

- تُسلّم البحث في 2019/10/17، عُدّل في 2020/1/5، أجيز للنشر في 2020/2/4.
Doi: https://www.doi.org/10.34120/0382-047-181-006

المقدمة

لقد بات من المسلمات اليوم أنه لا يمكن تحقيق درجات متقدمة من النماء والتطور من دون وجود تخطيط، وأنه لا يمكن لأي دولة أن تنجح في إعداد خططها وتنفيذها من دون وجود بيانات إحصائية معبرة ودقيقة؛ فالإحصاء من خلال تطبيقاته المختلفة يقدم حلولاً لكثير من المشكلات التي تواجه الإنسان والمجتمع في مختلف ميادين العلوم التطبيقية والتقنية ومجالات الاقتصاد والتربية والسكان والعلوم الاجتماعية، ومع تطور العلوم الإنسانية أصبحت دراسة الظواهر الاجتماعية والاقتصادية وتحليلها ومراقبة تطورها خلال مرحلة زمنية تشكل محور اهتمام واسع لدى الباحثين والمسؤولين، ولعب تطور التكنولوجيا الحديثة، وبخاصة في مجال الحاسبات الإلكترونية، دوراً مهمّاً في تطوير فاعلية العمل الإحصائي ونتائجه؛ وبهذا فقد أخذ الإحصاء في عالمنا المتطور مفهوماً حديثاً وشمولية أوسع (المشهداني والبكري، 2012).

وللإحصاءات الجنائية أهمية كبيرة في تحليل مسار الظاهرة الإجرامية واتجاهاتها وحجمها في أوقات مختلفة، ويعمل الباحثون عادة على استخدام التحليل الإحصائي في دراساتهم المسحية؛ لمعرفة حجم الظواهر الإجرامية ومحدداتها والعوامل الاجتماعية والاقتصادية المؤثرة فيها، ويساعد الإحصاء الجنائي على دراسة الحالة الفردية أو الشخصية للمرتبطين بالجريمة ودراسة التحريات الشخصية، وتحليل سجلات التحقيق الجنائي ووثائق المحاكم والمؤسسات العقابية (عثمان، 2002).

مشكلة الدراسة

تعدّ عملية التنبؤ بالجريمة ومعدلاتها ومؤشراتها جزءاً مهمّاً جداً من عملية الإحصاء الجنائي، وتسهم بشكل كبير في دعم المخطط الأمني في عملية وضع الخطط المناسبة لمكافحة الجريمة. وتستخدم نماذج السلاسل الزمنية في التنبؤ، وبخاصة السلاسل الزمنية الموسمية بشكل عام دون النظر إلى نوع الموسمية (المضاف أو المضاعف). وتكمن مشكلة الدراسة في التساؤل الآتي: ما النموذج الأفضل من بين نماذج السلاسل الزمنية في التنبؤ بإجمالي الجرائم في دولة الكويت؟

السلسلة الزمنية

السلسلة الزمنية هي مجموعة من المشاهدات يتم تسجيلها في فترات زمنية متعاقبة، وتكون على نوعين: سلاسل زمنية متقطعة، وسلاسل زمنية مستمرة (Box et al., 2016). وتشير التغيرات الموسمية إلى النمط المتماثل لحركة السلسلة الزمنية في الأشهر المتقابلة خلال السنوات المتقابلة؛ أي أن السلسلة تعيد نفسها بعد فترة زمنية ثابتة تسمى الفترة الموسمية، ويُرمز لها بالرمز S، وقد تكون سنة أو فصلاً أو شهراً أو أسبوعاً (Brockwell & Davis,1991).

السكون (الاستقرار)

يقال إن السلسلة الزمنية ساكنة إذا لم يكن هناك تغيرات منتظمة في الوسط والتباين، وأزيلت الاختلافات الدورية بدقة (Chatfield, 2003). وتسكَّن السلسلة في الوسط من خلال أخذ الفروق، وتسكَّن في التباين من خلال استخدام التحويلات، وأشهرها اللوغاريتم.

نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية ARIMA

قبل تعرّف السلاسل الزمنية الموسمية لابد من تعرّف أحد نماذج بوكس وجينكنز المستقرة، وهو نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية، ويرمز له بالرمز $ARIMA(p,d,q)$ والناتج من دمج نماذج الانحدار الذاتي Autoregressive (AR) مع نماذج المتوسطات المتحركة Moving Average (MA)، يكتب على الصيغة الآتية (Priestley, 1981):

$$\phi_p(B)\Delta^d\ Y_t = \theta_q(B)\ \varepsilon_t$$

وعند دمج النماذج الموسمية مع النماذج غير الموسمية نحصل على نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية الموسمية، ويرمز له بالرمز $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_m$، ويكتب على الصورة الآتية:

$$\phi_p(B)_{\varphi P}(B^m)\Delta_m^D\Delta^d Y_t = \theta_q(B)\vartheta_Q(B^m)\varepsilon_t$$

منهجية بوكس وجينكنز

تنقسم منهجية بوكس وجينكنز إلى أربع مراحل أساسية، هي (Box & Jenkins, 1976):

- مرحلة التعرف: وفيها يتم تعرّف النموذج الأكثر توافقاً مع السلسلة الزمنية، وذلك من خلال دراسة دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي وتحليل منحنياتها البيانية؛ حيث يتم تحديد كل من (p,d,q) في النماذج غير الموسمية و (P,D,Q) في النماذج الموسمية.
- مرحلة التقدير: وفيها يتم تقدير معالم النموذج $(\phi_p, \varphi_P, \theta_q, \vartheta_Q)$ المقترح في مرحلة التعرف.
- مرحلة التشخيص: وفيها يتم فحص بواقي النموذج والتأكد من مدى ملاءمته أو صلاحيته لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية.
- مرحلة التنبؤ: وهي تمثل المرحلة الأخيرة في بناء نماذج بوكس وجينكنز، وتعدّ أحد الأهداف النهائية لتحليل السلاسل الزمنية.

معايير المفاضلة بين النماذج

معيار (AIC) Akaike Information Criterion

يعد الأكثر استعمالاً، ويعطى بالعلاقة التالية (Akaike, 1973):

$$AIC(p,q) = Ln(\hat{\sigma}^2) + 2(\frac{p+q}{n})$$

وبسبب إعطائه وزناً أكبر للنماذج المستعملة في أكبر عدد من المشاهدات، عُدّل إلى الشكل الآتي:

$$AICC(p,q) = \frac{AIC(p,q)}{n}$$

ويتم اختيار النموذج الأفضل على أساس أصغر قيمة لمعيار AIC أو $AICC$.

معيار (BIC) Bayesian Information criterion

اقترح الباحث Schwarz معياراً مشابهاً لمعيار Akaike رغبة في تحقيق خصائص تقاربية، وصيغته على النحو الآتي (Akaike,1981):

$$BIC(p,q) = Ln(\hat{\sigma}^2) + 2(\frac{p+q}{n})Ln(n)$$

ويتم اختيار النموذج الأفضل على أساس أصغر قيمة لمعيار BIC.

الجانب التطبيقي

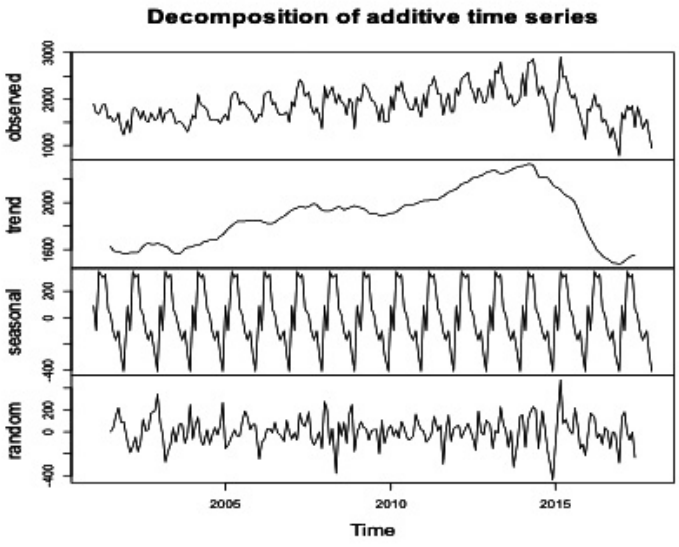
سيتم الاعتماد في التحليل على بيانات إجمالي الجرائم الشهرية الصادرة عن مركز البحوث والدراسات، التابع لوزارة الداخلية بدولة الكويت، وذلك خلال الفترة من 1/2001 حتى 12/2017. ولإجراء التحليل والتنبؤ المستقبلي سنتناول في هذا الجانب مراحل منهجية بوكس–جينكينز على النحو الآتي:

وصف السلسلة من حيث الاستقرار

تتمثل أُولى خطوات تلك المرحلة في فحص استقرار السلسلة الزمنية لإجمالي الجرائم في دولة الكويت خلال الفترة من 1/2001 حتى 12/2017 من خلال فحص مركبات السلسلة.

شكل 1

مركبات السلسلة الأصلية لإجمالي الجرائم في الكويت



نلاحظ من شكل 1 أن سلسلة الجرائم تتأرجح بطريقة غير منتظمة؛ حيث تحتوي على مركبتين أساسيتين، **هما: اتجاه عام وتغيرات موسمية**، وهذا يشير إلى أن السلسلة غير مستقرة في الوسط والتباين.

جدول 1

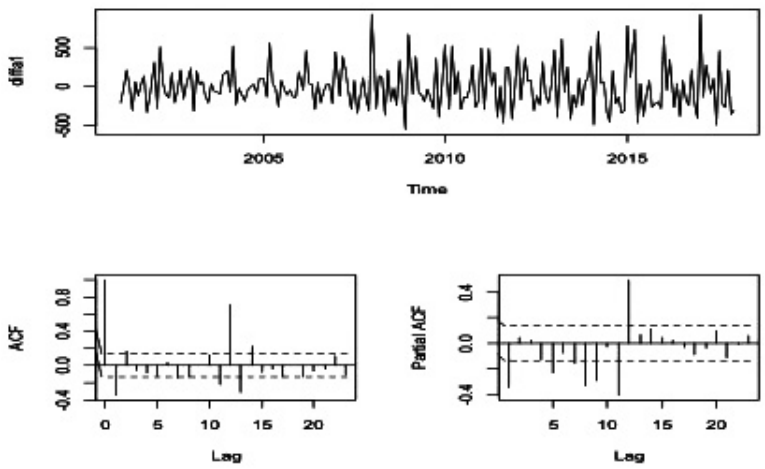
نتائج اختبار ADF، KPSS لسلسة البيانات السلسلة الأصلية

Test	ADF	KPSS
P-Value	0.3208	0.01

يتضح من جدول 1 أن اختبار ADF test: (P-value > 0.05) و KAPSS test: (P-value < 0.05) يؤكدان أن السلسلة غير مستقرة. وهذا يدعونا إلى ضرورة استخدام الفروق العادية والموسمية لجعلها مستقرة.

شكل 2

السلسلة الزمنية بعد أخذ الفروق الأولى



من خلال شكل 2 يتضح أن السلسلة استقرت بعد أخذ الفروق الأولى للوغاريتم السلسلة الأصلية.

جدول 2

نتائج اختبار ADF، KPSS لسلسة البيانات بعد أخذ الفروق الأولى للوغاريتم

Test	ADF	KPSS
P-Value	0.01	0.1

يتضح من جدول 2 أن اختبار ADF test: (P-value < 0.05) و KAPSS test: (P-value > 0.05) يؤكدان أن السلسلة مستقرة.

مرحلتا التعرف والتقدير

نظراً لوجود مركب الموسمية فإن هذه المرحلة تهدف إلى تعرّف نموذج SARIMA المناسب لتمثيل البيانات. ولتوفيق أفضل لنموذج السلسلة تم العمل على تحديد النموذج الملائم ورتبته من خلال قيم المعايير الإحصائية AIC, AICc, BIC؛ حيث تم ملاءمة مجموعة من نماذج $SARIMA(p,d,q)(P,D.Q)_{12}$ لاختيار النموذج الأفضل الذي يعطي أقل قيمة للمعايير أدناه، على نحو ما هو مبين في جدول 3.

جدول 3

مقارنة بين النماذج المقترحة

النماذج	AIC	AICc	BIC
SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	2503.42	2503.55	2513.18
SARIMA $(1,1,1)(0,1,2)_{12}$	**2493.06**	**2493.39**	**2509.32**
SARIMA $(1,1,2)(0,1,2)_{12}$	2494.63	2495.08	2514.14
SARIMA $(2,1,2)(1,1,2)_{12}$	2494.08	2494.88	2520.10

نلاحظ من جدول 3 أن النموذج الأفضل هو نموذج SARIMA $(1,1,1)(0,1,2)_{12}$؛ وذلك لامتلاكه أقل قيمة للمعايير الإحصائية AIC, AICc, BIC. وتم تقديرمعالم النموذج على نحو ما هو مبين في جدول 4.

جدول 4

تقديرات معالم النموذج $SARIMA\ (1,1,1)(0,1,2)_{12}$

	AR(1)	MA(1)	SMA(1)	SMA(2)
المعالم	ϕ_1	θ_1	Θ_1	Θ_2
التقدير	0.2682	-0.7719	-0.5221	-0.2418

مرحلة التشخيص

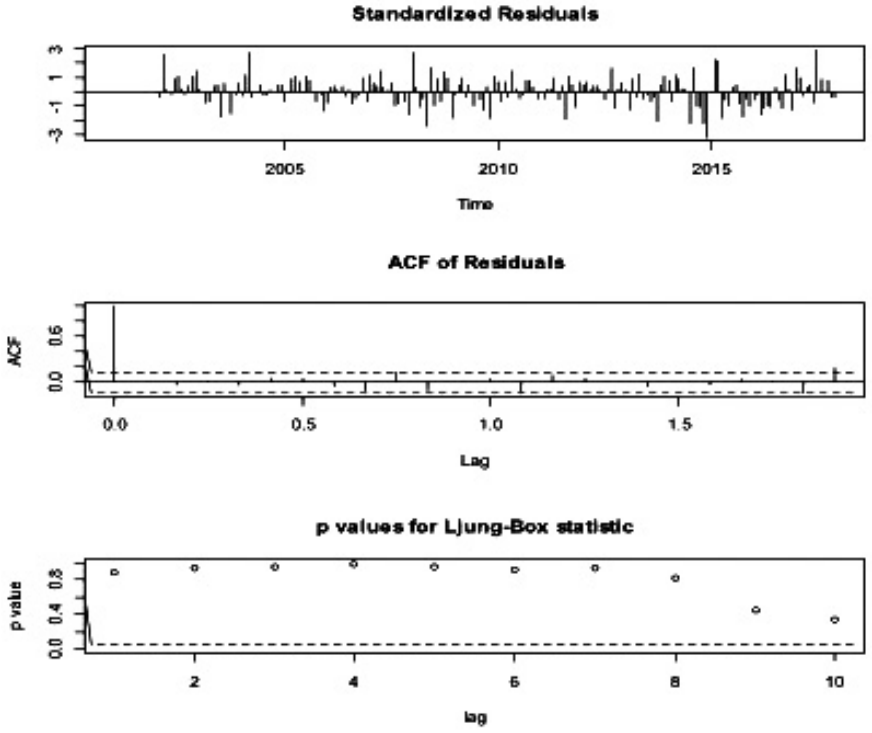
تُعد هذه المرحلة من أهم مراحل التحليل؛ إذ يتم فيها ملاءمة النموذج، ويُعد تحقق شرطي الاستقرار والانعكاس في مقدرات النموذج دليلاً على كفاية النموذج للبيانات، وقد تحقق هذان الشرطان على النحو الآتي:

$$|\phi_1| \prec 1 \ \& \ |\theta_1| \prec 1 \ \& \ \Theta_1 + \Theta_2 \prec 1 \ \& \ \Theta_2 - \Theta_1 \prec 1$$

ومن خلال شكل 3 يتضح أن البواقي تتأرجح بشكل عشوائي حول الصفر، ومن الشكل ذاته يتبين أن قيم معاملات الارتباط الذاتي تقع داخل فترة الثقة، وهذا يدل على عدم وجود ارتباط ذاتي للبواقي، ويتأكد ذلك خلال اختبار Ljung-Box؛ إذ نجد أن قيم P-value أكبر من 0.05 عند الفجوات الزمنية جميعها.

شكل 3

رسم البواقي ودالة الارتباط الذاتي واختبار Ljung-Box لنموذج SARIMA $(1,1,1)(0,1,2)_{12}$



وبذلك نستنتج أن نموذج SARIMA $(1,1,1)(0,1,2)_{12}$ يمكن اعتماده لتمثيل السلسلة الزمنية محل الدراسة واستخدامه في التنبؤ.

التنبؤ باستخدام نموذج SARIMA $(1,1,1)(0,1,2)_{12}$

في هذه المرحلة سيتم التنبؤ حتى نهاية 2020 على النحو الآتي:

جدول 5

القيم المتنبأ بها باستخدام نموذج $SARIMA\ (1,1,1)(0,1,2)_{12}$

التاريخ	التنبؤ	التاريخ	التنبؤ	التاريخ	التنبؤ
2018/1	1699	2019/1	1623	2020/1	1601
2018/2	1550	2019/2	1502	2020/2	1488
2018/3	1963	2019/3	1888	2020/3	1861
2018/4	1869	2019/4	1796	2020/4	1777
2018/5	1946	2019/5	1856	2020/5	1834
2018/6	1558	2019/6	1476	2020/6	1287
2018/7	1716	2019/7	1720	2020/7	1709
2018/8	1566	2019/8	1501	2020/8	1486
2018/9	1405	2019/9	1377	2020/9	1351
2018/10	1495	2019/10	1463	2020/10	1430
2018/11	1310	2019/11	1259	2020/11	1237
2018/12	1013	2019/12	978	2020/12	955

الخاتمة

إن الهدف الأساسي لهذه الدراسة هو تسليط الضوء بشكل مباشر على موضوع الإحصاء الجنائي في دولة الكويت بشكل عام وإجمالي الجرائم بشكل خاص والاستفادة منهما في عملية التخطيط لمكافحة الجريمة، وذلك من خلال اختيار النموذج الأفضل للتنبؤ بإجمالي الجرائم، الذي يساعد متخذي القرار الأمني على اتخاذ القرارات الصائبة والتخطيط السليم المبني على المعلومات الصحيحة، وتوصلت الدراسة إلى النتائج الآتية:

1 – إن السلسلة الزمنية لإجمالي الجرائم في الكويت سلسلة غير مستقرة.

2 – إن أفضل نموذج من نماذج SARIMA يمثل البيانات هو نموذج $SARIMA\ (1,1,1)(0,1,2)_{12}$، وذلك بالاعتماد على المعايير AIC, ACC, BIC للمفاضلة بين النماذج.

وبالاعتماد على نتائج الدراسة وما تم استعراضه خلالها، تخلص الدراسة إلى التوصيات المهمة الآتية:

1 – أن يلمّ المعنيّون بتعريف الجريمة إلماماً كاملاً وسليماً.

2 – أن تحظى عملية الإحصاء الجنائي لدى المعنيين بنصيب أوفر من الاهتمام؛ لما لها من دور أساسي في عملية دعم اتخاذ القرار ومحاربة الجريمة والحد منها.

3 – التركيز على عملية جمع البيانات حول الجريمة وآلياتها؛ وذلك لأن كل عمليات الإحصاء الجنائي مرتكزة على البيانات المتوافرة، ومعاناة هذه البيانات أي مشكلة سيترتب عليها مشكلات في كل المراحل اللاحقة؛ ومن ثم تكون النتائج عكسية والقرارات غير صائبة.

4 – العمل على تطوير عملية جمع البيانات حول الجريمة لتشمل كثيراً من المتغيرات الخاصة بالجاني، والمجني عليه، والبيئة المحيطة بهما، ومجتمع الجريمة، وتوسيع دائرة هذه البيانات قدر المستطاع، وعدم الاعتماد على جمع السلاسل الزمنية عن الجريمة فقط؛ وذلك لأن الجريمة تتأثر بعدد كبير جداً من العوامل بشكل مباشر أو غير مباشر.

5 – في الختام حري بمتخذي القرار أن يعتنوا جيداً بتطوير منظومة الإحصاء الجنائي بشكل كامل وفي كل مراحلها، وإعطاؤها الاهتمام الكبير؛ لأجل أن يحصلوا على النتائج المرجوة.

المراجع

عثمان، الحسن. (2002). *تطور مفهوم الإحصاء الجنائي واستخدام الحاسوب في تسجيل الجرائم وتحليلها*. مركز الدراسات والبحوث. جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية.

المشهداني، أكرم، والبكري، نشأت. (2012). *موسوعة علم الجريمة والبحث الإحصائي الجنائي في القضاء والشرطة والسجون*. دار الثقافة للنشر والتوزيع.

Akaike, H. (1973). Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In B. N. Petrov, & F. Csaki. (Eds.). *Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory*. 267-281. Akademiai Kiado. DOI: 10.1007/978-1-4612-1694-0_15

Akaike, H. (1981a). Likelihood of a model and information criteria. *Journal of Econometrics*. *16*(1). DOI: 10.1016/j.socscimed.2015.08.012

Almeshadani, A. & Albakri, N. (2012). *criminology and forensic statistical research encyclopedia in Judging, Police and Prisons* (In Arabic). Dar althakafh for printing and distribution.

Box, G. E., P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. (2nd ed.). Holden-Day.

BrockWell, P.J. Davis, R. A. (1991). *Time Series: Theory and Methods*. (2nd ed.). Springer-Verlag.

Chatfield, C. (2003). *The Analysis of Time series: An introduction*. Chapman and Hall.

Othman, A. (2002). *developing the concept of forensic statistics and the usage of the computer in crimes registering and analyzing* (In Arabic). Nayef Arabic University for security science, study and research center.

Priestley, M. B. (1981). *Spectral Analysis and Time Series*. Academic Press.

Using Time Series Analysis Methods to Predict the Total Crimes in Kuwait

Dr. Tareq A. Aldoub

Abstract

Objectives: This study aims to predict the total number of crimes in the State of Kuwait to reach future accurate criminal data to be used by security forces for security planning process, especially in the field of crime prevention.
Method: Box and Jenkins methodology were used as one of the methods of analyzing time series; SARIMA model was used to predict the total number of crimes in the State of Kuwait based on the total number of monthly crimes data issued by the Research and Studies Center - Ministry of Interior in Kuwait from 1/2001 to 12/2017 to compare SARIMA models through AIC, AICC, BIC standards.
Results: The study shows that the optimal among SARIMS models is the model SARIMA $(1,1,1)\ (0,1,2)_{12}$. It is used to predict the total number of crimes in Kuwait until the end of 2020.
Conclusion: The study concludes that decision makers should take good care of developing complete criminal statistics system in all of its stages and give it considerable attention in order to obtain accurate predictions that help in combating potential crimes.

Keywords: Kuwait, Forecast, Crime, Seasonal Changes, SARIMA Model.

د. طارق عبدالعزيز الدوب، حاصل على درجة الدكتوراه في الإحصاء من جامعة القاهرة، معهد الدراسات والبحوث الإحصائية، عام 2012، يعمل حالياً في أكاديمية سعد العبدالله للعلوم الأمنية، المجلس الأعلى للتخطيط والتنمية، والمركز الكويتي الدولي للاستشارات والتدريب. الاهتمامات البحثية: تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ، الإحصاء الجنائي، التحليل الديموغرافي.

الإيميل: dr.tareq9733@gmail.com