

تطبيق تقنيات السلاسل الزمنية في التنبؤ بجرائم المخدرات: نحو بناء نظام إنذار أمني مُبكر في الكويت



طارق عبدالعزيز الدوب⁽¹⁾

ملخص

الأهداف: تُعدّ جرائم المخدرات من أبرز التحديات الأمنية والاجتماعية في دولة الكويت؛ مما يستوجب توظيف أدوات تنبئية كمية تدعم التخطيط الوقائي القائم على البيانات. تهدف هذه الدراسة إلى بناء نموذج تنبئي باستخدام تقنيات السلاسل الزمنية لتحليل الاتجاهات المسجلة لجرائم المخدرات خلال الفترة 1993-2024، واستشراف مسارها المستقبلي حتى عام 2030، مع تناول ظاهرة العود إلى الإدمان بوصفها إطاراً تفسيرياً داعماً للنتائج. **المنهج:** اعتمدت الدراسة المنهج الكمي التحليلي استناداً إلى بيانات سنوية رسمية صادرة عن الإدارة العامة لمكافحة المخدرات بوزارة الداخلية الكويتية. وطُبق نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسطات المتحركة ARIMA وفق منهجية Box-Jenkins لتحديد النموذج الأمثل. وأُجريت المفاضلة بين النماذج باستخدام مجموعة من مؤشرات الملاءمة والتشخيص، شملت: معامل التحديد (R-squared)، وجذر متوسط مربع الخطأ (RMSE)، ومعيار بايز للمعلومات (Normalized BIC)، إضافة إلى اختبار Ljung-Box لفحص استقلالية البواقي. **النتائج:** أظهرت النتائج أن نموذج ARIMA (1,1,1) هو الأكثر ملاءمة من حيث الدقة التنبئية واستقرار البواقي؛ إذ قدّم تقديرات مستقبلية متوازنة لعدد الجرائم خلال الفترة 2025-2030، بما يتسق مع الأنماط التاريخية للسلسلة الزمنية. **الخاتمة:** تؤكد الدراسة أهمية توظيف نماذج السلاسل الزمنية في دعم التخطيط الأمني الاستباقي، وإمكانية اعتماد النموذج المقترح كأساس تحليلي لنظام إنذار مبكر أمني قائم على المراقبة الدورية للانحرافات الزمنية. كما تُبرز ضرورة التكامل المؤسسي بين الجهات الأمنية والصحية والاجتماعية للحد من تكرار الجريمة المرتبط بظاهرة العود إلى الإدمان.

الكلمات المفتاحية: السلاسل الزمنية، نموذج ARIMA، جرائم المخدرات،

التنبؤ الأمني، نظام الإنذار المبكر

تُسَلَّم البحث في: 2025/8/5
أُجيز للنشر في: 2026/3/3

الدوب، طارق عبدالعزيز. (2026). تطبيق تقنيات السلاسل الزمنية في التنبؤ بجرائم المخدرات: نحو بناء نظام إنذار أمني مُبكر في الكويت. *مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية*، 52 (201)، 115-144.

<https://doi.org/10.34120/jgaps.v52i201.3537>



هذه الدراسة ذات وصول مفتوح نشرت بموجب رخصة المشاع الإبداعي - (CC BY-NC 4.0).

(1) أستاذ مشارك، قسم المقررات العامة، أكاديمية سعد العبد الله للعلوم الأمنية، الكويت. dr.tareq9733@gmail.com

Forecasting drug-related crimes using time series techniques: Towards building an early warning security system in Kuwait

Tareq A. Aldoub⁽¹⁾

Abstract

Objectives: Drug-related crimes represent a major security and social challenge in the State of Kuwait, necessitating the use of quantitative forecasting tools to support data-driven preventive planning. This study aims to develop a time-series forecasting model to analyze the recorded trends of drug-related crimes during the period from 1993–2024 and to project their future trajectory until 2030, while discussing relapse into addiction as a contextual explanatory framework. **Method:** The study adopts a quantitative analytical approach based on official annual data issued by the General Department of Drug Control at the Ministry of Interior in Kuwait. The Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model was applied following the Box–Jenkins methodology to identify the optimal forecasting structure. Model comparison and evaluation were conducted using R^2 , Root Mean Square Error (RMSE), the normalized Bayesian Information Criterion (BIC), and the Ljung–Box Q test to assess residual independence and model adequacy. **Results:** The findings indicate that the ARIMA(1,1,1) model provides the most appropriate fit in terms of predictive accuracy and residual stability. The model generates balanced projections for the period 2025–2030, that are consistent with the historical behavior of the time series. **Conclusion:** The study highlights the practical value of time-series modeling in supporting proactive security planning. The proposed model can serve as a foundational analytical component within an early warning security system based on continuous monitoring of temporal deviations. It also emphasizes the importance of institutional coordination among security, health, and social sectors to mitigate crime recurrence associated with relapse into addiction.

Keywords: time series analysis, ARIMA model, drug-related crimes, security forecasting, early warning system

Submitted: 5/8/2025

Accepted: 3/3/2026

Aldoub, T. A. (2026). Forecasting drug-related crimes using time series techniques: Towards building an early warning security system in Kuwait. *Journal of the Gulf and Arabian Peninsula Studies*, 52(201), 115–144.

<https://doi.org/10.34120/jgaps.v52i201.3537>



This article is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution license (CC BY-NC 4.0).

(1) Associate Professor, General Courses Department, Saad Al-Abdullah Academy for Security Sciences, Kuwait. dr.tareq9733@gmail.com

المقدمة

تُعدّ جرائم المخدرات من أبرز التحديات الأمنية التي تواجه دولة الكويت في العقود الأخيرة؛ نظراً لتأثيرها المباشر على الأمن المجتمعي والصحة العامة، بالإضافة إلى ارتباطها الوثيق بجرائم أخرى؛ مثل العنف، والسرقة، والاتجار بالبشر. ومع تزايد تعقيد الأساليب التي يستخدمها الجناة وتوسع شبكات الاتجار الدولي، تبرز الحاجة الماسة إلى تطوير أدوات تحليلية وتنبؤية قادرة على استشراف مستقبل هذه الجرائم بطرق علمية دقيقة. وفي هذا الإطار، أصبح التحليل الإحصائي -وعلى وجه الخصوص نماذج السلاسل الزمنية- أداة لا غنى عنها لدى الأجهزة الأمنية؛ لكونها تتيح القدرة على فهم الأنماط الزمنية، وتحديد الاتجاهات المستقبلية؛ مما يدعم بناء سياسات أمنية استباقية قائمة على البيانات.

تشير تقارير الإدارة العامة لمكافحة المخدرات التابعة لوزارة الداخلية الكويتية إلى أن معدلات ضبطيات المواد المخدرة قد شهدت تفاوتاً ملحوظاً خلال العقود الماضية؛ فقد بلغ عدد قضايا المخدرات في عام 2022 أكثر من 2,500 قضية، بزيادة نسبية عن السنوات السابقة. وقد أكدت الدراسات السابقة أن مكافحة جرائم المخدرات في الكويت تواجه تحديات متعددة، تتطلب من صناع القرار الاعتماد على أدوات تحليل متقدمة تساعد في توزيع الموارد الأمنية بشكل أكثر فعالية.

ومن أبرز التحديات المعاصرة التي تتطلب اهتماماً تحليلياً خاصاً قضية "العود إلى الإدمان"؛ أي عودة المتعافين من الإدمان إلى التعاطي مجدداً بعد الانتهاء من مراحل العلاج أو التأهيل. وقد بينت دراسات ميدانية حديثة أن العود إلى الإدمان يُشكل عاملاً رئيساً في ارتفاع مؤشرات الجريمة المرتبطة بالمخدرات؛ إذ يعاني المجتمع من عدم فاعلية برامج ما بعد العلاج، وضعف الدمج الاجتماعي للمتعافين؛ ما يجعلهم عرضة للانتكاسة وإعادة الانخراط في السلوك الإجرامي. ووفقاً لتقرير مكتب الأمم المتحدة المعني بالمخدرات والجريمة (United Nations Office on Drugs and Crime [UNODC], 2021)، فإن معدلات العود إلى الإدمان تصل إلى 40% في بعض الدول عند غياب الدعم النفسي والاجتماعي المتكامل. كما أشار Marlatt & Donovan (2005) إلى أن العوامل البيئية والاجتماعية؛ مثل البطالة، والانفصال الأسري، وتهميش المدمنين المتعافين، تُعدّ من أقوى المحفزات للانتكاسة، وهو ما يتطلب إستراتيجيات تدخّل وقائية قائمة على البيانات الطولية وتحليل الأنماط المتكررة للعود.

من هنا، تبرز أهمية تطبيق نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسطات المتحركة (Autoregressive Integrated Moving Average – ARIMA) في تحليل الجرائم ذات البُعد الزمني؛ لما لها من قدرة على تمثيل الأنماط المتكررة وتحديد التحولات المفاجئة في السلوك الإجرامي عبر الزمن. وتُعتبر هذه النماذج من الأساليب المتقدمة التي أثبتت فعاليتها في عدد من الدراسات الإقليمية والدولية؛ مثل دراسة Noor et al. (2022) حول التنبؤ بجرائم العنف في السعودية، ودراسة Box & Jenkins (1976) التي أرست الأسس النظرية لهذه النماذج.

في سياق الأمن الكويتي، فإن الاعتماد على هذه الأدوات لا يُمثل خياراً بحثياً فقط، بل ضرورة إستراتيجية؛ إذ تُظهر البيانات الرسمية الصادرة عن مركز البحوث والدراسات الأمنية أن نسبة العائدين إلى ارتكاب جرائم المخدرات بعد الإفراج قد تجاوزت 30% في بعض السنوات؛ مما يشير إلى خلل في أساليب المعالجة والتنبؤ. وهنا يأتي دور التحليل الزمني في توفير تصور علمي لمسارات الجريمة، وتمكين الأجهزة الأمنية من تطوير خطط وقائية أكثر فعالية. يتفق كثير من الباحثين، على أن فهم السلوك الإجرامي المرتبط بالمخدرات يجب ألا يقتصر على الجوانب القانونية أو الإجرائية فقط، بل لا بد من تبنيه في إطار منهجي يعتمد على البيانات التراكمية والتحليل الكمي. وهو ما تعززه الإستراتيجية الوطنية لمكافحة المخدرات في الكويت التي تدعو إلى "تفعيل نظم المعلومات والبحوث" كجزء من منظومة مكافحة (الأمانة العامة للمجلس الأعلى للتخطيط، 2022).

وبناءً على ما سبق؛ تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الاتجاهات الزمنية لجرائم المخدرات في دولة الكويت باستخدام نموذج ARIMA، وذلك اعتماداً على بيانات سنوية رسمية تغطي الفترة من 1993 إلى 2024؛ بهدف تقديم تصور إحصائي دقيق للفترة المستقبلية الممتدة حتى عام 2030. وتسعى الدراسة إلى الإجابة عن سؤال بحثي جوهري: هل يمكن الاعتماد على نماذج السلاسل الزمنية في بناء نظام إنذار مبكر يساعد في مواجهة جرائم المخدرات في الكويت؟

مشكلة الدراسة وأسئلتها

جرائم المخدرات من أكثر الظواهر الجرمية تعقيداً وخطورة؛ لما لها من تداعيات ممتدة تمس الأمن الوطني، والاستقرار المجتمعي، والصحة العامة. وقد شهدت هذه الظاهرة في دولة الكويت تذبذباً ملحوظاً في معدلاتها خلال العقود الثلاثة الماضية؛ مما يستوجب ضرورة تبني

أدوات إحصائية متقدمة لفهم اتجاهاتها الزمنية، وتفسير سلوكها التراكمي، واستشراف مآلاتها المستقبلية. وفي هذا السياق، تبرز أهمية نماذج السلاسل الزمنية –وبخاصة نموذج ARIMA– كأدوات تحليلية قادرة على تقديم مؤشرات كمية داعمة لصياغة سياسات وقائية واستباقية فعالة. ومع ذلك، فإن التحدي المنهجي الرئيسي يتمثل في تحديد النموذج الأمثل الذي يعكس طبيعة الظاهرة الإجرامية المحلية بدقة عالية، ويأخذ في الاعتبار العوامل المؤثرة، وعلى رأسها ظاهرة "العود إلى الإدمان"، التي تؤدي إلى إعادة إنتاج الجريمة بنمط دائري. ومن هنا تنبع مشكلة الدراسة في السعي للإجابة عن الأسئلة البحثية الآتية:

- 1 – ما النموذج الأنسب من بين نماذج ARIMA لتحقيق أعلى دقة تنبئية لتوقع عدد مرتكبي جرائم المخدرات خلال السنوات 2025–2030؟
- 2 – ما مدى فعالية المؤشرات الإحصائية، مثل: معامل التحديد (R-squared)، وجذر متوسط مربع الخطأ (RMSE) في تقييم دقة النموذج التنبئي المُستخدم؟
- 3 – إلى أي مدى تسهم العوامل الاجتماعية؛ مثل ظاهرة "العود إلى الإدمان"، في تفسير التغيرات الزمنية في معدلات جرائم المخدرات؟
- 4 – كيف يمكن توظيف نتائج التحليل الزمني في بناء نظام إنذار مبكر يُسهم في تعزيز التكامل المؤسسي بين الجهات الأمنية والصحية؟

أهداف الدراسة

- تهدف هذه الدراسة إلى بناء نموذج إحصائي تطبيقي يسهم في دعم صناعة القرار الأمني في الكويت، وذلك من خلال ما يأتي:
- بناء نموذج ARIMA تنبئي لتحليل الاتجاهات الزمنية لجرائم المخدرات خلال الفترة 1993–2024، واستشراف المسارات المستقبلية حتى عام 2030.
 - تقييم فعالية النموذج التطبيقي المختار باستخدام مجموعة من المعايير الإحصائية الدقيقة، لتحديد مدى كفاءته في التنبؤ السلوكي الإجرامي.
 - اقتراح آلية تنبئية تطبيقية كاستخدام نظرية Box & Jenkins يمكن توظيفها من قبل مؤسسات الدولة الأمنية والصحية لبناء نظام إنذار مبكر يساعد في توزيع الموارد بشكل استباقي.

أهمية الدراسة

تُعدّ جرائم المخدرات من أخطر التحديات الأمنية والاجتماعية التي تواجه المجتمعات المعاصرة، لا سيما في دولة الكويت؛ نظراً لتشابكها مع عوامل نفسية واقتصادية واجتماعية، وتداخلها مع أنماط أخرى من الجريمة؛ مثل السرقة والعنف والاتجار غير المشروع. وفي ظل هذا التعقيد، أصبحت الحاجة ماسة إلى تطوير أدوات تحليلية كمية تُمكن الجهات الأمنية من استشراف مستقبل الظاهرة الجرمية، وتوجيه مواردها بكفاءة عالية. ومن بين تلك الأدوات، تبرز نماذج السلاسل الزمنية -وبخاصة نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسطات المتحركة (ARIMA)- بوصفها أدوات فعالة لتحليل الاتجاهات الزمنية وتقديم تنبؤات دقيقة تدعم صناعة القرار الأمني المبكر.

الأهمية النظرية

تبرز الأهمية النظرية لهذه الدراسة في كونها تساهم في توسيع الأدبيات العلمية الخاصة بمجال الإحصاء الجنائي، عبر تقديم إطار تطبيقي معتمد على نموذج ARIMA لتحليل الاتجاهات الزمنية لجرائم المخدرات. ويُعدّ هذا الأمر إضافة علمية نوعية، لا سيما في السياق العربي والخليجي؛ إذ تندرج الدراسات التي توظف هذه النماذج بصورة منهجية في تحليل الجريمة. كما تعزز الدراسة من الركائز النظرية لنماذج التنبؤ الإحصائي في الأمن العام، من خلال اختبار نموذج $ARIMA(1,1,1)$ على بيانات حقيقية مستخلصة من وزارة الداخلية الكويتية. ومن خلال ذلك، تقدم الدراسة مساهمة معرفية في الربط بين خصائص السلاسل الزمنية وإستراتيجيات التنبؤ الأمني، بما في ذلك مفاهيم السكون، التغير الذاتي، مؤشرات التقييم الإحصائي؛ مثل: R^2 , RMSE, Normalized BIC, Ljung-Box Sig، وهي مفاهيم جوهرية في بناء النماذج الإحصائية الدقيقة.

الأهمية التطبيقية

تكمن الأهمية التطبيقية للدراسة في تقديمها نموذجاً تنبئياً عملياً يُمكن الجهات الأمنية بدولة الكويت من تقدير عدد قضايا المخدرات المستقبلية خلال السنوات 2025-2030، وذلك استناداً إلى بيانات رسمية للفترة 1993-2024. ويُعتبر هذا النموذج خطوة محورية نحو

بناء نظام إنذار مبكر للجريمة، يسمح بتوزيع الموارد الأمنية وفقاً للأولويات الزمنية والمكانية، وتعزيز برامج التدخل الوقائي في الفترات الأكثر خطورة. كما تسلط الدراسة الضوء على العوامل الاجتماعية المؤثرة في "العود إلى الإدمان"؛ مثل: التفكك الأسري، وضعف برامج ما بعد العلاج، والبطالة، وتدمج هذه العوامل ضمن الرؤية التنبؤية المستقبلية؛ مما يُضفي على النموذج بُعداً تكاملياً بين التحليل الإحصائي والفهم السوسولوجي للظاهرة الجرمية.

ويُتوقع أن تسهم نتائج الدراسة في دعم قرارات وزارات الداخلية، والصحة، والتربية، والشؤون الاجتماعية، من خلال تقديم مؤشرات كمية تساعد على تصميم سياسات وقائية مستهدفة. كما يمكن اعتماد النموذج المُقدّم كأساس لتطوير دراسات مستقبلية تُوظف تقنيات الذكاء الاصطناعي أو النماذج الهجينة (Hybrid Models) في مجال التنبؤ بالجريمة.

الإطار النظري

السلسلة الزمنية

تعتبر السلسلة الزمنية متتالية من القيم الرقمية التي يتم جمعها بانتظام عبر فترات زمنية متتالية، وتُعدّ السلاسل الزمنية نوعاً خاصاً من البيانات الذي يتأثر بعامل الزمن. وتنقسم هذه السلاسل إلى نوعين رئيسيين، هما: "السلاسل الزمنية المتقطعة"، التي تُسجّل في نقاط زمنية محددة، و"السلاسل الزمنية المستمرة"، التي تُرصد دون انقطاع. وغالباً ما تتضمن هذه السلاسل مكونات دورية يُطلق عليها التغيرات الموسمية، وهي أنماط تكرارية تحدث بشكل منتظم خلال فترة زمنية معينة، تُعرف بالفترة الموسمية ويُرمز لها بالرمز "S". قد تختلف هذه الفترة بحسب طبيعة الظاهرة المدروسة؛ فقد تكون سنة، أو فصلاً، أو شهراً، أو حتى أسبوعاً. وتُستخدم هذه الخصائص الموسمية لفهم البنية الداخلية للسلسلة وتقدير القيم المستقبلية بدقة أعلى (Brockwell & Davis, 1991).

السكون (الاستقرار)

تُعدّ خاصية "السكون" (Stationarity) من الخصائص الجوهرية في تحليل السلاسل الزمنية؛ إذ تُمثّل شرطاً أساسياً لضمان صحة وفعالية النماذج الإحصائية المستخدمة في التنبؤ؛ مثل نماذج ARIMA. يُقصد بالسكون أن تكون خصائص السلسلة الزمنية –وتحديداً

المتوسط والتباين والتغاير الذاتي – ثابتة عبر الزمن؛ بمعنى أن السلسلة لا تُظهر اتجاهًا تصاعدياً أو تنازلياً منتظماً، ولا تتغير درجة تذبذبها بشكل واضح بمرور الوقت. ويتم التمييز بين نوعين من السكون، هما:

- السكون في المتوسط: ويتحقق من خلال إزالة الاتجاه العام (Trend) باستخدام أسلوب الفروق الأولى أو الثانية (First/Second Differencing)، ويُحسب الفرق بين كل قيمة والقيمة التي تسبقها.
- السكون في التباين: ويُعالج غالباً عبر تطبيق تحويلات رياضية تُقلل من تقلبات السلسلة، وأشهر هذه التحويلات تحويل اللوغاريتم أو الجذر التربيعي، خاصة عندما تكون البيانات الأصلية تحتوي على قيم متزايدة بشكل كبير.

وتكمن أهمية تحويل السلاسل الزمنية إلى شكل ساكن في كون معظم النماذج الإحصائية؛ مثل نماذج الانحدار الذاتي (AR) والمتوسطات المتحركة (MA)، تفترض ضمناً ثبات الخصائص الإحصائية عبر الزمن. وإذا لم يعالج عدم السكون بشكل صحيح، فقد يؤدي ذلك إلى نتائج مضللة، أو نماذج تنبئية غير مستقرة تعجز عن تمثيل الواقع أو المستقبل بدقة (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

التحقق من خاصية السكون في السلسلة محل الدراسة

تم التحقق من تحقق خاصية السكون (Stationarity) للسلسلة الزمنية وفق منهجية Box-Jenkins من خلال الفحص الرسومي للسلسلة الأصلية، وتحليل دوال الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) قبل وبعد إجراء الفرق الأول. وقد أظهرت النتائج وجود اتجاه عام في السلسلة الأصلية، واختفاء هذا الاتجاه بعد أخذ الفرق الأول، مع انخفاض معاملات الارتباط الذاتي إلى حدود الثقة الإحصائية؛ مما يدل على تحقق شرط السكون في المتوسط بعد الفرق الأول. وعليه؛ اعتمدت درجة الفرق $d=1$ ضمن نموذج $ARIMA(1,1,1)$ ، بما يتسق مع الإطار النظري لتحليل السلاسل الزمنية (Box & Jenkins, 1976; Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

نموذج ARIMA

من أهم نماذج Box & Jenkins (1976) المستقرة التي يُعتمد عليها في التحليل والوصول إلى التنبؤ نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسطات المتحركة، الذي يرمز له بالرمز $ARIMA(p,d,q)$ ، وهو الناتج من دمج نماذج الانحدار الذاتي (Autoregressive - AR) مع نماذج المتوسطات المتحركة (Moving Average - MA). ويكتب الشكل العام للمعادلة على الصيغة الآتية:

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

تمثل Y_t القيمة المشاهدة للسلسلة الزمنية عند الزمن t ، و B مؤثر الإرجاع (Backshift Operator) بحيث $BY_t = Y_{t-1}$. أما $\Delta^d = (1-B)^d$ ؛ فيمثل عامل الفرق من الدرجة d المستخدم لتحقيق السكون في المتوسط. وتمثل $\phi_p(B)$ متعددة حدود الانحدار الذاتي من الرتبة p ، وتكتب على الصورة $1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ ؛ إذ تعبّر معاملات ϕ_i عن أثر القيم السابقة للسلسلة على قيمتها الحالية. في حين تمثل $\theta_q(B)$ متعددة حدود المتوسطات المتحركة من الرتبة q ، وتكتب على الصورة $1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q$ ؛ إذ تعبّر معاملات θ_j عن أثر الصدمات العشوائية السابقة. أما ε_t ؛ فيمثل الحد العشوائي (White Noise) ويفترض أن يكون ذا متوسط صفري وتباين ثابت وغير مرتبط ذاتياً.

منهجية بوكس-جينكنز

تنقسم منهجية Box & Jenkins (1976) إلى أربع مراحل أساسية، وهي:

- مرحلة التعرف: وفيها يُتعرف النموذج الأكثر توافقاً مع السلسلة الزمنية، من خلال دراسة دالة الارتباط الذاتي، ودالة الارتباط الذاتي الجزئي، وتحليل منحنياتها البيانية؛ إذ يحدّد كل من (p, d, q) في النماذج غير الموسمية.
- مرحلة التقدير: وفيها تُقدّر معالم النموذج المُقترح $(\phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q)$ في مرحلة التعرف.
- مرحلة التشخيص: وفيها تُفحص بواقي النموذج ويُتأكد من مدى ملاءمته أو صلاحيته لتمثيل بيانات السلسلة الزمنية.

- مرحلة التنبؤ: وهو يمثل المرحلة الأخيرة في بناء نماذج بوكس-جينكز، وهو أحد الأهداف النهائية لتحليل السلاسل الزمنية.

معايير المفاضلة بين النماذج

تناول Chai & Draxler (2014) تحليلاً نقدياً لاستخدام جذر متوسط مربع الخطأ (Root Mean Squared Error [RMSE])، الذي يُستخدم على نطاق واسع لقياس دقة النماذج التنبؤية. يُحسب RMSE باستخدام المعادلة الآتية:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{1}{n} (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

n هو عدد العينات في البيانات، y_i هي القيمة الفعلية للعينات i ، وتعتبر $\hat{y}_i$ هي القيمة التي تم التنبؤ بها للعينات، والرمز Σ يدل على مجموع الفروق التربيعية $i = 1$ إلى n . ويُعتبر متوسط جذر مربع الخطأ مقياساً لدقة نموذج التنبؤات؛ إذ يُستخدم لتقييم مدى التباين بين القيم المتوقعة من النموذج والقيم الفعلية الملاحظة في البيانات. وكلما انخفضت قيمة RMSE؛ دل ذلك على ارتفاع دقة النموذج في التنبؤ بالنتائج.

ويوضح Montgomery et al. (2012) في دراستهم أهمية استخدام المعيار R^2 ؛ إذ يُعدّ الأكثر استعمالاً، ويأخذ الشكل الآتي:

$$R^2 = \frac{SS(res)}{SS(tot)}$$

علماً بأن $SS(res)$ هو مجموع مربعات الأخطاء (Sum of Squares Residuals) وهو التباين، و $SS(tot)$ هو المجموع الكلي لمربعات الانحراف (Total Sum of Squares) وهو التباين الكلي في البيانات.

ويعكس R-squared نسبة التباين في المتغير الاعتمادي (المتغير المتوقع)، التي يمكن تفسيرها بوساطة المتغيرات المستقلة (المتغيرات المستخدمة في النموذج). إن قيمة R-squared العالية تُشير إلى أن النموذج يقدم تفسيراً جيداً للبيانات؛ إذ إنه يمكنه تفسير نسبة عالية من التباين. ويجب ملاحظة أن هذه القيمة تراوح بين 0 و 1، كلما اقتربت القيمة من الصفر، انخفضت نسبة التباين المُفسَّر بوساطة النموذج، في حين أن القيمة 1 تعني أن النموذج يُفسر أن هناك تبايناً واضحاً في البيانات.

لا يقتصر تقييم نماذج السلاسل الزمنية من نوع ARIMA على مؤشر واحد للدقة، بل يستند إلى مجموعة من المعايير الإحصائية التي تضمن اختيار النموذج الأكثر ملاءمة من حيث التفسير والدقة والاستقرار التشخيصي (Box & Jenkins, 1976; Hyndman & Athanasopoulos, 2021). وعليه؛ فقد اعتمد في هذه الدراسة على حزمة متكاملة من مؤشرات المفاضلة، وذلك على النحو الآتي:

- معيار بايز للمعلومات (Bayesian Information Criterion – BIC)

يُعد معيار بايز للمعلومات أحد أهم المعايير المعلوماتية المستخدمة في المفاضلة بين النماذج؛ إذ يوازن بين جودة الملاءمة وعدد المعلمات المقدرة، بحيث يُفضل النموذج ذو القيمة الأدنى (Brockwell & Davis, 1991). ويُحسب وفق الصيغة:

$$BIC = -2\ln(\hat{L}) + k\ln(n)$$

حيث:

$\hat{L}$ = قيمة دالة الاحتمال العظمى للنموذج

k = عدد المعلمات المقدرة

n = حجم العينة

- Ljung-Box Q لفحص استقلالية البواقي:

من المتطلبات الأساسية في منهجية Box-Jenkins التأكد من أن بواقي النموذج تتصرف كضوضاء بيضاء (White Noise)؛ أي أنها غير مرتبطة ذاتياً (Box & Jenkins, 1976). ويُستخدم لذلك اختبار Ljung-Box، الذي يُحسب وفق الصيغة:

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

حيث:

n = حجم العينة

m = عدد الإبطاءات المختبرة

$\hat{\rho}_k$ = معامل الارتباط الذاتي للبواقي عند الإبطاء k

ويتبع الإحصاء Q توزيع كاي تربيع بدرجات حرية $m - p - q$. وتشير القيمة الاحتمالية غير المعنوية ($\text{Sig.} > 0.05$) إلى عدم وجود ارتباط ذاتي متبقٍ في البواقي، بما يؤكد صلاحية النموذج للتنبؤ المستقبلي.

وبالاستناد إلى هذه المؤشرات مجتمعة -أقل قيمة لـ Normalized BIC، وأدنى مقاييس خطأ (RMSE، MAE، MAPE)، واجتياز اختبار Ljung-Box- اختبر النموذج الذي يحقق أفضل توازن بين الدقة التنبؤية والبساطة البارامترية، بما يتسق مع المنهجية القياسية لتحليل السلاسل الزمنية (Brockwell & Davis, 1991؛ Hyndman & Athanasopoulos, 2021). وقد أظهرت مخرجات التحليل باستخدام SPSS توافر جميع هذه المؤشرات للنماذج المقارنة؛ مما مكن من إجراء مفاضلة علمية دقيقة بينها.

الدراسات السابقة

الدراسات العربية

هدفت دراسة حميدوش وبوراو (2021) إلى استكشاف مدى انتشار ظاهرة تعاطي المخدرات في البيئة التربوية العربية، مع التركيز على الأسباب النفسية والاجتماعية الكامنة خلف الظاهرة، خصوصاً بين طلبة المدارس والجامعات. وأظهرت النتائج أن غياب الرقابة الأسرية، وضعف التربية الدينية، والشعور بالفراغ، من أبرز العوامل المؤدية إلى تعاطي المخدرات في الوسط التربوي. وأوصت الدراسة بضرورة دمج برامج التوعية والتثقيف الوقائي في الأنشطة التعليمية والتربوية.

سلطت دراسة علي (2022) الضوء على التأثيرات السلبية لتعاطي المخدرات على تحقيق أهداف التنمية المستدامة في المجتمع المصري، مع التركيز على فئة الشباب بصفتهم الفئة الأكثر عُرضة لهذا الخطر. اعتمدت الدراسة على تحليل المؤشرات الديموغرافية والاجتماعية للمتعاطين، وأشارت إلى العلاقة المباشرة بين تعاطي المخدرات وضعف الإنتاجية والتنمية. كما دعت إلى تعزيز التوعية الوقائية في المؤسسات التعليمية، وتكثيف التنسيق بين الجهات الأمنية والاجتماعية لمواجهة الظاهرة بشكل تكاملي.

الدراسات الأجنبية

وفي سياق توعوي وقائي، هدفت دراسة Mahmood et al. (2018) إلى تقييم أثر برنامج تثقيفي موجه إلى طلبة المدارس الثانوية في العراق حول مخاطر تعاطي المخدرات. وقد بينت نتائج الدراسة وجود تحسن ملحوظ في وعي الطلبة بعد تنفيذ البرنامج؛ مما يدل على فعالية البرامج التوعوية في تعزيز السلوك الوقائي والحد من مظاهر الانحراف.

في دراسة Ghedira et al. (2018)، حُلّلت الحوادث المرورية في الجمهورية التونسية باستخدام نموذج ARIMA بهدف استشراف الاتجاهات المستقبلية. وتوصلت الدراسة إلى أن النموذج $ARIMA(0,1,2)$ يُعدّ الأنسب لتمثيل السلسلة الزمنية قيد التحليل، مشيرة إلى أن هذا النموذج يُمكن أن يُسهم في تحسين إستراتيجيات السلامة المرورية والتخطيط الأمني الوقائي.

تناولت دراسة Reddy et al. (2020) المقارنة بين نموذج ARIMA ونموذج الانحدار الخطي في إطار التنبؤ بمعدلات الجريمة في الهند، خلال الفترة الممتدة من عام 2001 حتى عام 2013. وأظهرت نتائج التحليل أن نموذج ARIMA قدّم دقة تنبئية أعلى بلغت نحو 96%، مقابل 60% لمعادلات الانحدار الخطي؛ مما يبرز الأهمية التحليلية لنماذج السلاسل الزمنية في مجالات التنبؤ الإحصائي المرتبط بالأمن العام.

هدفت دراسة Islam & Raza (2020) إلى استخدام نموذج ARIMA لتحليل وتوقع تطورات معدلات الجريمة في العاصمة البريطانية لندن بالاعتماد على بيانات جنائية تمتد لخمس سنوات. توصل الباحثان إلى أن النموذج حقق دقة تنبئية بلغت نحو 80%؛ ما يعكس إمكانية توظيف هذا النموذج في دعم متخذي القرار في تطوير خطط أمنية استباقية وإعادة هيكلة توزيع الموارد وفقاً للأنماط الزمنية المتكررة.

في دراسة Rashid (2021) سُلّط الضوء على التغيرات في معدلات بعض الأنشطة الإجرامية في مدينة دكا -بنغلاديش، في ظل جائحة كوفيد-19، باستخدام منهجية Box-Jenkins لتطبيق نماذج ARIMA على البيانات الشهرية لعدد الاعتقالات. أظهرت النتائج أن جرائم المخدرات ارتفعت بنسبة تقارب 75% عن القيم المتوقعة في غياب الجائحة؛ ما يشير إلى تأثير العوامل الاجتماعية والاقتصادية الاستثنائية على زيادة النشاط الإجرامي خلال فترة الوباء.

استخدمت دراسة Nesa et al. (2022) مزيجاً من النماذج الإحصائية ARIMA وتقنيات الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بجرائم الأحداث في بنغلاديش نتيجة لتعاطي المخدرات. وخلصت الدراسة إلى أن النموذج الهجين يحقق دقة تنبئية أعلى مقارنة بالنماذج التقليدية؛ مما يدعم توظيف التحليلات التنبئية المعززة بالذكاء الاصطناعي في صناعة القرار الأمني.

هدفت دراسة Noor et al. (2022) إلى استخدام نموذج SARIMA لتحليل الاتجاهات الزمنية لجرائم العنف في المملكة العربية السعودية، مستندة إلى بيانات شهرية تغطي الفترة من 1998 إلى 2008. وقد بيّنت النتائج تفوق نموذج SARIMA على نماذج تعلم آلي أخرى؛ مما يعزز فعالية التخطيط الأمني الاستباقي. وأوصت الدراسة بتبني نماذج السلاسل الزمنية في مؤسسات الأمن الداخلي لرسم السياسات الوقائية.

هدفت دراسة Zarghami et al. (2023) التي أُجريت في إيران إلى التنبؤ بالوفيات الناجمة عن تعاطي المخدرات باستخدام منهجية Box-Jenkins، مع تقييم أداء نماذج ARIMA استناداً إلى مؤشرات AIC و RMSE. أظهرت النتائج أن النموذج ARIMA (0.1.2) هو الأنسب للتنبؤ باتجاهات الوفيات؛ ما يدعم استخدامه كأداة إحصائية فعالة لتخطيط التدخلات الوقائية وبرامج الصحة العامة.

في حين سعت دراسة Natarajan et al. (2024) إلى تحسين كفاءة النماذج التنبئية في تحليل معدلات الجريمة من خلال الدمج بين نموذج ARIMA وتقنيات التعلم العميق، وتحديداً الشبكات العصبية الطويلة المدى (LSTM). اعتمد الباحثون على بيانات مُسجلة لعدد من المدن الهندية تمثل أنماطاً متنوعة من الجرائم، وقد كشفت النتائج أن النموذج الهجين (ARIMA-LSTM) تفوق من حيث دقة التنبؤ مقارنة باستخدام النماذج الفردية؛ مما يعزز من دور هذه المنهجية في صياغة سياسات أمنية أكثر دقة وفعالية في التوزيع المكاني والزمني للموارد.

المنهج

البرمجية المستخدمة وإعدادات النمذجة

أجري التحليل باستخدام حزمة (IBM-SPSS Statistics) عبر إجراء Time Series Modeler (TSMODEL)، مع تحديد المتغير التابع (Drug_Crimes) كسلسلة سنوية (Year)

غير دورية، واعتماد مستوى ثقة 95% للتنبؤ، مع حفظ القيم المتنبأ بها وحدود الثقة العليا والدنيا (UCL/LCL). كما استُبعدت القيم المفقودة وفق خيار (Usermissing=Exclude)، وعُطِّل الكشف التلقائي عن القيم الشاذة (Autooutlier Detect=Off) لضمان اتساق المقارنة بين النماذج.

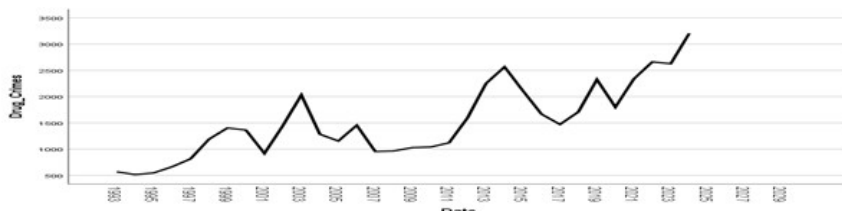
وسُيَعتمد في التحليل على بيانات إجمالي جرائم المخدرات السنوية الصادرة عن الإدارة العامة لمكافحة المخدرات لوزارة الداخلية بدولة الكويت، وذلك خلال الفترة من 1993 إلى 2024، ولإجراء التحليل والتنبؤ المستقبلي سنتناول في هذا الجانب مراحل منهجية بوكس-جينكينز على النحو الآتي.

وصف السلسلة من حيث الاستقرار

تتمثل أولى خطوات تلك المرحلة في فحص استقرار السلسلة الزمنية لإجمالي جرائم المخدرات في دولة الكويت خلال الفترة من 1993 إلى 2024 من خلال فحص مركبات السلسلة.

شكل 1

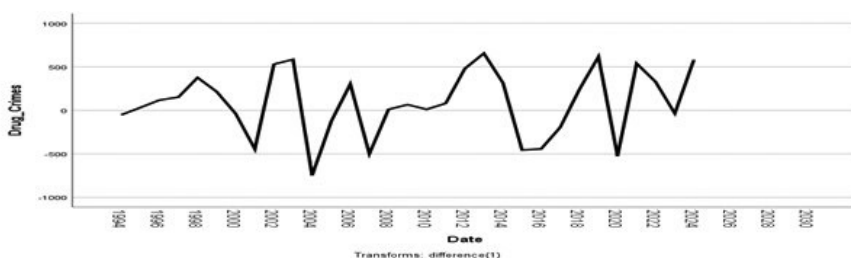
السلسلة الأصلية لإجمالي جرائم المخدرات في الكويت



من شكل 1 نلاحظ أن سلسلة جرائم المخدرات غير ساكنة بسبب وجود نمط تزايدى واضح (Increasing Trend)، ونحتاج إلى أخذ الفروق لتسكينها.

شكل 2

السلسلة بعد أخذ الفروق لإجمالي جرائم المخدرات في الكويت



من شكل 2 نلاحظ أن سلسلة جرائم المخدرات أصبحت ساكنة بعد تطبيق عملية الفروق عليها.

مرحلتا التعرف والتقدير

هذه المرحلة تهدف إلى تعرّف نموذج ARIMA المناسب لتمثيل البيانات؛ ولتوفير أفضل نموذج للسلسلة، حُدّد النموذج الملائم ورتبته من خلال قيم المعايير الإحصائية، وتم ملاءمة مجموعة من نماذج ARIMA (p,d,q) لاختيار النموذج الأفضل، الذي يُعطي أقل قيمة للمعايير Ljung-Box-Normalized BIC- RMSE والأعلى لـ R-squared، وهو المبين في جدول 1.

جدول 1

مقارنة بين النماذج المطروحة

النماذج	R-squared	RMSE	Normalized BIC	Ljung-Box Sig
ARIMA(1,0,0)	0.632	431.154	12.350	.745
ARIMA(1,0,1)	0.637	435.248	12.477	.600
ARIMA(1,1,1)	0.735	366.396	12.140	.372

يعرض جدول 1 النماذج المختلفة من نماذج ARIMA، وقد اختبرت على بيانات السلسلة الزمنية لجرائم المخدرات، وقُيّم أداء هذه النماذج باستخدام المؤشرات المذكورة

في الجدول، وعليه وبناءً على أعلى تفسير للتباين (R-squared) وأقل خطأ تنبئي (RMSE) وأقل قيمة معيار معلوماتي (Normalized BIC)، مع اجتياز اختبار Ljung-Box ($\text{Sig} > 0.05$)، اعتمد $ARIMA(1,1,1)$ بوصفه النموذج الأكثر ملاءمة للتنبؤ.

جدول 2

تقديرات معاملات النموذج $ARIMA(1.1.1)$

المعالم	$MA(1)$	$AR(1)$	Constant
التقدير	0.993	0.627	66.166
P-value	.694	.036	.025

أظهرت نتائج تقدير معاملات النموذج في جدول 2 أن معامل الانحدار الذاتي $AR(1)$ دال إحصائياً عند مستوى معنوية 5% ($p = 0.036$)؛ مما يشير إلى وجود اعتماد زمني معنوي على القيمة السابقة للسلسلة. وجاءت القيمة الثابتة (Constant) دالة إحصائياً ($p = 0.025$)، وهو ما يعكس وجود اتجاه عام في السلسلة بعد الفرق الأول. في المقابل، لم يكن معامل المتوسطات المتحركة $MA(1)$ دالاً إحصائياً ($p = 0.694$)، إلا أن الإبقاء عليه في النموذج استند إلى تفوق النموذج وفق معايير المعلومات (Normalized BIC) واختبارات التشخيص (Ljung-Box)؛ مما يدعم ملاءمته الكلية للتنبؤ.

التحليل الإحصائي والتفسير المنهجي لجدول 2

1 - القيمة الثابتة (Constant = 66.166)

- القيمة الموجبة تُشير إلى وجود اتجاه تصاعدي متوسط في عدد جرائم المخدرات عبر الزمن بعد التعديل على السلسلة، وهو ما يدعم نتائج التنبؤ التي تُظهر تزايداً تدريجياً مستقراً في المستقبل.

2 - معامل الانحدار الذاتي من الدرجة الأولى ($AR(1) = 0.627$)

- يشير إلى وجود اعتماد زمني متوسط على القيم السابقة في السلسلة (Lag-1).
- بما أن $|\phi_1| < 1$ فإن السلسلة تحقق شرط الاستقرار (Stationarity after Differencing).
- القيمة 0.627 تعني أن أكثر من نصف التأثير في القيمة الحالية يعود إلى القيمة السابقة؛ ما يعكس وجود ذاكرة زمنية متوسطة في سلوك الجريمة.

- 3 - معامل المتوسطات المتحركة من الدرجة الأولى ($MA(1) = 0.993$)
- هذه قيمة عالية جداً تقترب من الواحد، وتشير إلى أن الأثر العشوائي السابق له تأثير قوي جداً على القيمة الحالية.
- نموذج $MA(1)$ بمعامل 0.993 يدل على أن الصدمات السابقة تلعب دوراً كبيراً في تشكيل السلوك الزمني؛ مما يستدعي الانتباه لاحتمالية وجود نمط تكراري في الضوضاء.

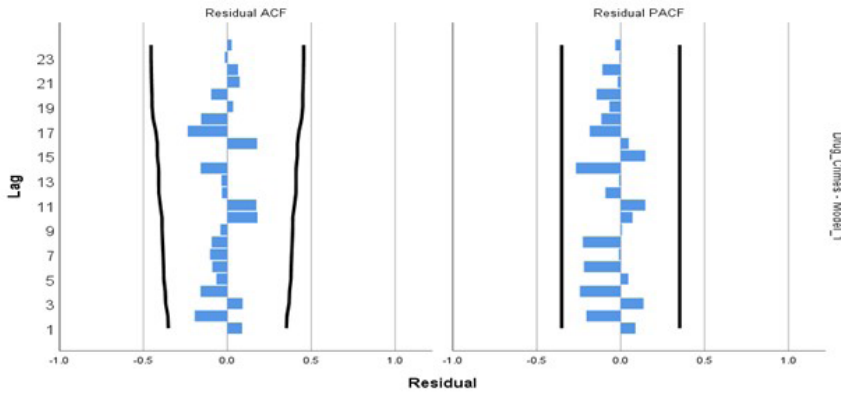
مرحلة التشخيص

تُعتبر هذه المرحلة من التحليل من أهم المراحل، وفيها يواءم النموذج مع البيانات. ويُعد التحقق من شرطي الاستقرار والانعكاس في تقديرات النموذج مؤشراً رئيسياً على مدى ملاءمته، ومن بين هذه الشروط:

$$|\phi_1| < 1 \text{ and } |\theta_1| < 1$$

شكل 3

دالتا الارتباط الذاتي ($Residual ACF$) و الارتباط الذاتي الجزئي ($Residual PACF$) لبواقي نموذج $ARIMA(1,1,1)$



يظهر شكل 3 أن قيم معاملات الارتباط الذاتي تقع ضمن حدود فترة الثقة؛ مما يشير إلى عدم وجود ارتباط ذاتي بين البواقي. وبذلك نستنتج أن أفضل نموذج يمكن اعتماده لتمثيل السلسلة الزمنية محل الدراسة واستخدامه في التنبؤ هو $ARIMA(1,1,1)$ استناداً إلى المعايير المستخدمة في المقارنة بين النماذج.

يوضح شكل 3 ثلاثة مكونات رئيسية:

1 - الرسم على الجهة اليسرى يوضح دالة الارتباط الذاتي (Auto-correlation Function) لبواقي النموذج، حيث تقع معظم القيم داخل حدود الثقة 95%؛ مما يشير إلى عدم وجود ارتباط ذاتي معنوي متبقٍ.

2 - الرسم على الجهة اليمنى يوضح دالة الارتباط الذاتي الجزئي (Partial Auto-correlation Function) للبواقي، التي تؤكد بدورها عشوائية البواقي وسلوكها كضوضاء بيضاء (White Noise)، وهو ما يتسق مع نتائج اختبار Ljung-Box ويدعم صلاحية النموذج للتنبؤ.

التنبؤ باستخدام نموذج $ARIMA(1,1,1)$

في هذه المرحلة يُتنبأ بإجمالي جرائم المخدرات من عام 2025 حتى عام 2030 في جدول 3 وشكل 4.

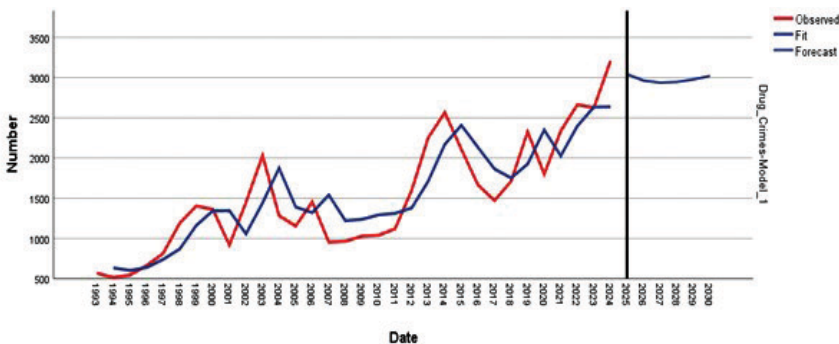
جدول 3

القيم التي تم التنبؤ بها باستخدام نموذج $ARIMA(1,1,1)$

التاريخ	2025	2026	2027	2028	2029	2030
التنبؤ	3040	2961	2936	2945	2976	3020

شكل 4

رسم بياني للسلسلة الزمنية الأصلية، والقيم المقدرة وكذلك التنبؤات بناء على نموذج $ARIMA(1,1,1)$



الاستنتاج التحليلي للرسمه البيانية لتنبؤ جرائم المخدرات

تعكس الرسمه البيانية (شكل 4) التطبيق العملي لنموذج السلاسل الزمنية $ARIMA(1,1,1)$ لتحليل وتنبؤ جرائم المخدرات في دولة الكويت خلال الفترة الممتدة من عام 1993 إلى عام 2030. ويُظهر الجزء الأول من المخطط (1993-2024) توافقاً ملحوظاً بين القيم الفعلية (باللون الأحمر) والمقدرة (باللون الأزرق)؛ مما يدل على قدرة النموذج على تمثيل الاتجاه العام للسلسلة الزمنية بشكل دقيق، على الرغم من بعض التقلبات العشوائية في بعض الفترات، وهو أمر متوقع في الظواهر الإجرامية المعقدة. أما الجزء المتعلق بالتنبؤ المستقبلي (2025-2030)؛ فيُظهر استقراراً نسبياً في عدد جرائم المخدرات؛ إذ يشير النموذج إلى تباطؤ في النمو الحاد، مع ميل إلى التوازن في مستويات الجرائم خلال السنوات القادمة. وعلى الرغم من أن هذا الاستقرار الظاهري يعكس قدرة النموذج على ضبط الاتجاهات التاريخية، فإنه قد يُخفي تحولات محتملة مرتبطة بعوامل خارجية لم يشملها النموذج؛ مثل: تغير السياسات الأمنية، الظروف الاقتصادية، حملات التوعية، أو موجات الإدمان المستجدة بين الشباب. وتكمن أهمية هذا التنبؤ في أنه لا يقتصر على رصد الأرقام المستقبلية فقط، بل يوفّر أيضاً أداة كمية لاستشراف المخاطر، وتوجيه الموارد الأمنية، وتصميم السياسات الوقائية بشكل استباقي. فعلى سبيل المثال، في حال توقع ارتفاع في عدد الجرائم خلال فترة زمنية محددة، يمكن لوحدة المكافحة تعزيز جهودها الاستباقية، كإطلاق حملات توعية أو تكثيف الرقابة في نقاط الضعف.

ومن الناحية المنهجية، يُعتبر استخدام نموذج $ARIMA$ خياراً مثالياً لتحليل الظواهر التي تحمل طبيعة تسلسلية وتراكمية، كما هو الحال في جرائم المخدرات؛ إذ تأخذ الأنماط الجرمية أشكالاً دورية أو موجات متتالية. ويتميز هذا النموذج بمرونته في التعامل مع البيانات غير الساكنة، من خلال عمليات الفرق والتكامل؛ ما يسمح بتقليل أثر التذبذب وتحسين جودة التنبؤ. غير أن الدراسة تكشف أيضاً عن بعض القيود، أبرزها محدودية النموذج في التنبؤ الدقيق عند غياب متغيرات خارجية تؤثر على الظاهرة المدروسة. ولذلك، يُوصى بتطوير النموذج مستقبلاً ليصبح نموذجاً هجيناً يجمع بين $ARIMA$ ونماذج تعلم الآلة، أو بإدخال متغيرات تُفسر السلوك الإجرامي؛ مثل معدلات البطالة، أو التسرب المدرسي، أو البيانات السكانية.

في المحصلة، تُبرز هذه الرسمة التنبؤية قيمة التحليل الزمني ليس في تتبع الماضي فقط، بل أيضاً في بناء أدوات علمية تساهم في صُنع القرار الأمني الواعي، والتخطيط الوقائي الطويل المدى، خصوصاً في ملف بالغ الحساسية كجرائم المخدرات، والذي يتطلب توافر بيانات دقيقة، ونماذج تفسيرية، ورؤية شمولية لمستقبل الظاهرة الجرمية في المجتمع الكويتي.

النتائج

الإجابة عن السؤال الأول

أظهرت نتائج التحليل الزمني أن النموذج الأنسب لتحقيق دقة تنبؤية عالية لعدد مرتكبي جرائم المخدرات في دولة الكويت هو نموذج $ARIMA(1,1,1)$ ، وهو واضح في جدول 1، وذلك بعد إجراء اختبارات الاستقرار، وتحديد الفروق اللازمة لتحقيق السكون في المتوسط، والتحقق من الأثر الزمني لكل من مركب الانحدار الذاتي $AR(1)$ والمتوسطات المتحركة $MA(1)$. وقد تميز النموذج بملاءمته الإحصائية العالية، ومواءمته للبيانات التاريخية الممتدة بين 1992 و 2024؛ مما يجعله قاعدة فعالة للتنبؤ حتى عام 2030.

الإجابة عن السؤال الثاني

أثبتت المؤشرات الإحصائية المستخدمة فاعليتها في تقييم دقة نموذج $ARIMA$ المُستخدم؛ إذ أظهرت "RMSE, Normalized BIC, Ljung-Box Sig" قيمة منخفضة تعكس قلة الفروقات بين القيم الفعلية والمتوقعة، في حين أظهر معامل التحديد R^2 قدرة جيدة للنموذج على تفسير التباين في بيانات الجريمة. وقد أسهم استخدام هذه المؤشرات في تعزيز الثقة في التنبؤات، وتأكيد دقة النموذج المُستخدم في التطبيق العملي.

الإجابة عن السؤال الثالث

تُعدّ العوامل الاجتماعية -وعلى رأسها "ظاهرة العود إلى الإدمان"- من المؤثرات الجوهرية في تفسير التغيرات الزمنية في معدلات جرائم المخدرات. وقد تبين أن نسبة ملحوظة من المتعاطين العائدين سبق أن تلقوا العلاج دون دعم مُستدام؛ ما يؤكد أن غياب المتابعة النفسية والاجتماعية بعد العلاج يؤدي إلى انتكاسات تُعيد الأفراد إلى السلوك الإدماني؛ ومن ثم، تُساهم في ارتفاع المعدلات الجرمية مجدداً. وتُشكل هذه الظاهرة تحدياً أمام برامج التأهيل، وتستدعي تدخلاً مؤسسياً متكاملاً يتضمن العلاج، والإدماج المهني، والدعم الأسري، والاجتماعي.

الإجابة عن السؤال الرابع

تُوظف نتائج التحليل الزمني لبناء نظام إنذار مبكر يعتمد على النمذجة التنبؤية الإحصائية لتحديد الفترات والمواقع الأكثر عرضة لتكرار جرائم المخدرات؛ مما يتيح للجهات الأمنية والصحية التخطيط الاستباقي والتدخل الوقائي. ويمكن لهذا النظام أن يعمل من خلال منصة مركزية رقمية تضم بيانات من وزارة الداخلية، ووزارة الصحة، ووزارة التربية، والهيئة العامة للشباب، وغيرها؛ بحيث يتم ربط المؤشرات الكمية؛ مثل: نماذج ARIMA بالبيانات النوعية (مثل تقارير المدارس والمراكز الصحية). ومن شأن هذا التكامل أن يُعزز كفاءة توزيع الموارد، ويرفع فعالية التدخلات العلاجية والوقائية، ويؤسس لسياسة أمنية واجتماعية قائمة على الوقاية المجتمعية المستدامة.

استنتاجات حول فاعلية التكامل المؤسسي لمواجهة الإدمان

تشير الأدلة العلمية إلى أن الإدمان لا يحدث فجأة، بل يُبنى تدريجياً على خلفية أسباب نفسية، واجتماعية، واقتصادية متراكبة، منها التفكك الأسري، والتسرب المدرسي، والبطالة، ورفاق السوء، إلى جانب ضعف الرقابة المجتمعية والتربوية. وتتفاقم هذه العوامل عند غياب تدخل مبكر فعال قادر على كسر هذه الدائرة السلبية. وفي هذا السياق، تبرز أهمية الوقاية الموجهة نحو الفئات العمرية المبكرة؛ إذ تُعدّ المدرسة، وبخاصة وزارة التربية، بوابة مركزية لاكتشاف السلوكيات المنحرفة في بداياتها؛ مثل التدخين بمختلف أنواعه، الذي غالباً ما يكون مدخلاً لتعاطي المخدرات في مراحل لاحقة.

من جهة أخرى، تُعدّ سياسة "العودة إلى الإدمان" تحدياً بالغ الخطورة؛ إذ إن نسبة ملحوظة من المتعاطين العائدين سبق أن تلقوا العلاج دون متابعة مستدامة؛ مما يدل على قصور في سياسات التأهيل والرعاية اللاحقة. ولذلك، فإن الحدّ من العودة إلى الإدمان يتطلب برامج متكاملة متعددة المحاور، تتضمن التدخل النفسي، والتأهيل المهني، والمراقبة الاجتماعية، إلى جانب استحداث أدوات تنبؤية لاستباق حالات الانتكاس.

تُعدّ مكافحة المخدرات مسؤولية وطنية شاملة، تتطلب تنسيقاً منهجياً وتكاملاً فعالاً بين مختلف مؤسسات الدولة والمجتمع؛ نظراً للطبيعة المعقدة لهذه الظاهرة التي تتقاطع فيها

- الأبعاد الأمنية، والاجتماعية، والنفسية، والتربوية. ويكمن جوهر النجاح في هذا المجال في تبني نهج مشترك متعدد القطاعات، تتوزع فيه الأدوار على النحو الآتي:
- وزارة الداخلية: تهتم بالدور الأمني الأساسي، من خلال ضبط الجناة، ومكافحة شبكات الترويج والتخريب. كما تسهم أجهزتها التحقيقية والاستخباراتية في رصد التهديدات الأمنية المستجدة، وتوفير قاعدة بيانات متقدمة تدعم عمليات التنبؤ وتحليل المخاطر.
 - وزارة التربية: تشكل محوراً إستراتيجياً بالغ الأهمية؛ إذ يقع على عاتقها مسؤولية التنشئة المعرفية والسلوكية للأجيال الناشئة. ولا يقتصر دورها على التعليم فحسب، بل يمتد إلى الكشف المبكر عن المؤشرات السلوكية المنحرفة؛ كالتدخين، والعزلة، والعداونية، التي قد تكون بوابة أولى نحو الانخراط في سلوكيات الإدمان. ومن هنا، يجب أن تتضمن المناهج التعليمية برامج وقائية ممنهجة قائمة على التثقيف الصحي والسلوكي، إلى جانب تمكين المعلمين والاختصاصيين الاجتماعيين والنفسيين من أداء دورهم الوقائي عبر آليات الإرشاد والتوجيه والمتابعة النفسية الطويلة المدى.
 - الأسرة: تمثل البنية الأولى في منظومة الوقاية، وهي الحصن الحاسم في مواجهة التعاطي المبكر. إن غياب الرقابة الأبوية، والتفكك الأسري، وضعف الحوار داخل الأسرة، كلها عوامل تؤدي إلى هشاشة الفرد أمام الضغوط الخارجية. ومن ثم؛ لا بدّ من إشراك الأسرة في الخطط الوطنية لمكافحة المخدرات، عبر تدريب الوالدين على الاكتشاف المبكر للسلوكيات المشبوهة، وتوفير الدعم الإرشادي والنفسي لهم، ليكونوا شركاء حقيقيين في العملية الوقائية.
 - وزارة الصحة: تضطلع بدور جوهري في مراحل العلاج والتأهيل والرعاية اللاحقة، سواء عبر المراكز العلاجية المتخصصة أو من خلال البرامج النفسية والسلوكية المُعدّة للمتعافين. ويشمل هذا الدور تقديم الرعاية الدوائية، وبرامج الاستشارات النفسية، والدعم الاجتماعي، لضمان تعافٍ مُستدام وتقليل احتمالات الانتكاس.
 - وزارة الشؤون الاجتماعية والعمل: تُعنى بتهيئة بيئة اجتماعية واقتصادية داعمة، عبر توفير برامج إعادة الإدماج المهني، وتأهيل المتعافين لولوج سوق العمل، وكسر حلقة التهميش والبطالة التي تشكل أرضية خصبة للعودة إلى الإدمان.

- الهيئة العامة للشباب والمؤسسات الثقافية والدينية: تسهم في ترسيخ منظومة القيم والهوية، من خلال إطلاق المبادرات التوعوية، وتنمية الوعي الجمعي، وتحفيز السلوك الإيجابي، وتوفير أنشطة بديلة وهادفة للشباب، تقلل من فرص الانخراط في السلوكيات الخطرة.

إن تفعيل هذا التكامل المؤسسي لا يحقق السيطرة على معدلات التعاطي فقط، بل يؤسس أيضاً لثقافة وطنية قائمة على الوقاية المجتمعية المبكرة والمستمرة؛ بما يعزز مناعة المجتمع الكويتي أمام خطر المخدرات، ويُعزز أسس الأمن المجتمعي والتنمية البشرية المستدامة. كما أن تطوير سياسة وطنية شاملة لمكافحة جرائم المخدرات والإدمان، تركز على التحليل الإحصائي الدقيق، يُمثل نقلة نوعية في أساليب إدارة الظاهرة وتطويقها ضمن إطار مؤسسي متكامل. فالتحليل الإحصائي لا يقتصر على وصف الواقع فحسب، بل يتعداه إلى تحديد الأنماط الزمنية والمكانية لتكرار الجرائم، وقياس العلاقة بين المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية والسلوكية وسلوكيات الإدمان؛ مما يتيح بناء نماذج تنبئية فعالة تُستخدم كجزء من نظام إنذار مبكر.

إن هذا النظام المتوقع لا يُبنى على السلاسل الزمنية الكمية فقط، بل يجب أن يُدعم أيضاً بمدخلات نوعية؛ مثل تقارير المدارس، والسجلات الصحية، وملاحظات مراكز التأهيل؛ مما يُمكن من تصنيف المناطق السكنية أو الفئات العمرية ذات الخطورة الأعلى، وتوجيه الموارد الأمنية والصحية والتوعوية إليها. وتتجلى الوقاية المتعددة المستويات في ثلاثة مستويات مترابطة، على النحو الآتي:

- الوقاية الأولية: وتستهدف منع الوقوع في التعاطي، من خلال التعليم، والإعلام، وغرس القيم، وهنا تتعاظم مسؤولية وزارة التربية والمؤسسات الإعلامية والدينية، عبر تضمين المناهج الدراسية برامج ممنهجة للتوعية بخطورة المخدرات، والكشف المبكر عن سلوكيات الانحراف كالتدخين أو العزلة أو الغياب المتكرر عن المدرسة.

- الوقاية الثانوية: وتهدف إلى رصد الفئات الهشة المُعرّضة للتعاطي، كالمراهقين المتسربين من التعليم، أو العائدين من دور الرعاية أو المؤسسات الإصلاحية، وتتطلب هذه المرحلة تكاملاً بين وزارة الداخلية ومراكز الخدمة الاجتماعية والصحة النفسية، للقيام بالتدخلات التصحيحية والعلاجية المناسبة.

- الوقاية الثلاثية: وتستهدف العائدين من الإدمان، وذلك عبر إعادة تأهيلهم ودمجهم مجتمعياً ومهنيّاً، وتقديم الدعم المستدام لهم؛ بما يقلل احتمالية الانتكاس والعودة إلى السلوك الإجرامي، مع تطوير قاعدة بيانات خاصة بالمتعافين والمتابعين.

الإطار التشغيلي المقترح لنظام الإنذار المبكر

استناداً إلى نتائج نموذج $ARIMA(1,1,1)$ والتنبؤات المستقبلية للفترة 2025-2030، يمكن توظيف النموذج الإحصائي المقترح كأساس لبناء نظام إنذار مبكر أمني، يعتمد على التحليل الزمني الدوري لجرائم المخدرات. ويقوم هذا النظام على أربعة مكونات رئيسية:

أولاً: مدخلات النظام (Data Inputs)

- البيانات السنوية (أو الشهرية مستقبلاً) لجرائم المخدرات.
- مؤشرات العود إلى الإدمان (في حال توافرها).
- مؤشرات اجتماعية مكملّة (البطالة، التسرب المدرسي،..... إلخ).

ثانياً: وحدة المعالجة التحليلية (Analytical Engine)

- تطبيق نموذج $ARIMA$ دورياً (ربع سنوي أو سنوي).
- تحديث المعلومات وفق البيانات الجديدة.
- مراقبة الانحرافات عن المسار المتوقع.

ثالثاً: مؤشرات التحذير المبكر (Early Warning Indicators)

- تجاوز القيم الفعلية حدود الثقة العليا (Upper Confidence Limit).
- ارتفاع معدل التغير السنوي بما يتجاوز المتوسط التاريخي.
- انحرافات هيكلية مفاجئة في السلسلة الزمنية.

رابعاً: مخرجات القرار (Decision Outputs)

- توجيه الموارد الأمنية للمناطق ذات الاتجاه التصاعدي.

- تعزيز برامج الوقاية في الفترات المتوقعة لارتفاع الجريمة.
 - تكامل البيانات بين وزارة الداخلية ووزارة الصحة والجهات الاجتماعية.
- وبهذا لا يقتصر دور النموذج التنبئي على تقدير القيم المستقبلية فحسب، بل يتحول إلى أداة دعم قرار (Decision Support Tool)، يمكن دمجها ضمن منظومة معلومات أمنية وطنية؛ بما يعزز التخطيط الاستباقي ويسهم في الانتقال من الاستجابة اللاحقة للجريمة إلى الوقاية المبكرة المبنيّة على البيانات.

الخلاصة

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل الاتجاهات الزمنية لجرائم المخدرات في دولة الكويت خلال الفترة 1993-2024، باستخدام نموذج السلاسل الزمنية ARIMA، وتقديم تصور تنبئي للفترة المستقبلية 2025-2030. وقد أظهرت النتائج أن نموذج $ARIMA(1,1,1)$ هو الأنسب لتمثيل سلوك السلسلة الزمنية، بناءً على مؤشرات الدقة الإحصائية؛ مثل: $Rsquare$ و $RMSE$ و $Normalized BIC$ و $Ljung-Box Sig$ ؛ مما أتاح بناء نموذج إنذار مبكر يمكن أن يدعم صنّاع القرار الأمني في وضع خطط وقائية وعلاجية فعالة. وتؤكد الدراسة أن ظاهرة الإدمان، لا سيما العود إليه، تُعد من التحديات المعقدة التي لا تقتصر على الجانب الأمني فقط، بل تتداخل فيها الأبعاد النفسية والاجتماعية والاقتصادية؛ ما يتطلب تدخلاً مؤسسياً منسقاً ومتكاملاً. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن حالات العودة إلى الإدمان ترتبط غالباً بضعف المتابعة والرعاية اللاحقة للمتعافين؛ مما يستوجب بناء برامج وطنية تشمل الرعاية النفسية، والتأهيل المهني، والدعم الأسري، إلى جانب منظومة بيانات تنبئية تُمكن من رصد الفئات الأكثر عرضة للانتكاس.

وفي ضوء ذلك، تُوصي الدراسة بضرورة تبني إستراتيجية وطنية شاملة لمكافحة المخدرات، تركز على أدوات تحليلية متقدمة، وتفعيل دور مؤسسات الدولة المختلفة، خصوصاً وزارات: الداخلية، التربية، الصحة، والشؤون الاجتماعية، إضافة إلى دعم جهود الوقاية المبكرة داخل المدارس، وتعزيز دور الأسرة، وتطوير الأطر التشريعية بما يكفل إعادة إدماج المتعافين في المجتمع بشكل فعال.

دراسات وبحوث مقترحة

- تصميم نموذج تنبئي هجين يجمع بين ARIMA والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بانتشار المخدرات بحسب الفئة العمرية في الكويت.
- تحليل تأثير الحملات الإعلامية التوعوية على معدلات جرائم المخدرات باستخدام نموذج تدخل (Intervention Model) ضمن إطار السلاسل الزمنية.
- دراسة العلاقة الزمنية بين معدل التسرب المدرسي ومعدلات جرائم المخدرات باستخدام تحليل السببية (Granger Causality).
- دراسة مقارنة للتنبؤ بجرائم المخدرات في مناطق حضرية مقابل مناطق ريفية باستخدام نماذج ARIMA الموسمية ومقاييس التفاوت الجغرافي.
- تحليل أثر الأحداث الاقتصادية الكبرى (مثل: الأزمات المالية أو البطالة) على جرائم المخدرات من خلال نماذج VAR (النماذج الذاتية الاتجاه).
- تصميم نظام دعم اتخاذ القرار الأمني المرتبط بتوزيع الدوريات الأمنية بناءً على خريطة زمنية للتنبؤ بجرائم المخدرات.
- دراسة تأثير التشريعات الجديدة المتعلقة بالمخدرات على الاتجاه الزمني لمعدلات الجريمة باستخدام نماذج تفاضلية.
- تقييم فاعلية برامج إعادة تأهيل المدمنين في تقليل العودة إلى الجريمة باستخدام تحليل البقاء (Survival Analysis).

المراجع

- الأمانة العامة للمجلس الأعلى للتخطيط والتنمية. (2022). إستراتيجية الكويت الوطنية لمكافحة المخدرات. [وثيقة داخلية] دولة الكويت. <https://scpd.gov.kw/NewsOtherDetailn.aspx?Id=481>
- حميدوش، علي، وبوراوي، ليندة. (2021). ظاهرة انتشار وإدمان المخدرات في الوسط التربوي العربي؛ النداعيات والحلول. *المجلة الدولية للدراسات الاجتماعية والإنسانية*، 2 (36)، 157-162. https://usrij.com/wp-content/uploads/2024/12/hamidouche_a2013@yahoo.fr_.pdf
- علي، حمدي أحمد عمر. (2022). تعاظم وإدمان المخدرات وتأثيرهما على تحقيق أهداف وبرامج التنمية المستدامة: دراسة ميدانية على عينة من شباب محافظة سوهاج. *مجلة كلية الآداب بقنا*، 55، 479-609. <http://search.mandumah.com/Record/1297670>

- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis: Forecasting and control* (Revised ed.). Holden Day. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1969833>
- Brockwell, P., & Davis, R. A. (1991). *Time series: Theory and methods*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0320-4>
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247–1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Ghedira, A., Kammoun, K., & Saad, C. (2018). Temporal analysis of road accidents by ARIMA model: Case of Tunisia. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24(4), 1544–1553. <https://ijias.issr-journals.org/abstract.php?article=IJIAS-18-154-12>
- Hyndman, R., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and practice*. OTexts. <https://otexts.com/fpp3/>
- Islam, K., & Raza, A. (2020). *Forecasting crime using ARIMA model*. arXiv preprint. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.08006>
- Mahmood, N., Othman, S., Al-Tawil, N., & Al-Hadithi, T. (2018). Impact of an education intervention on knowledge of high school students concerning substance use in Kurdistan Region-Iraq: A quasi-experimental study. *PLOS ONE*, 13(10). e0206063. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206063>
- Marlatt, G. A., & Donovan, D. M. (Eds.). (2005). *Relapse prevention: Maintenance strategies in the treatment of addictive behaviors* (2nd ed.). The Guilford Press. <https://www.guilford.com/books/Relapse-Prevention/Marlatt-Donovan/9781593856410>
- Montgomery, D., Peck, E., & Vining, G. (2012). *Introduction to linear regression analysis* (5th ed.). John Wiley & Sons, New Jersey. Introduction to Linear Regression Analysis
- Natarajan, C., Priya, S. D., Isakkipriya, K., & Bhavani, P. (2024). Crime rate prediction using combined ARIMA and LSTM. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 6(1). <https://www.doi.org/10.56726/IRJMETS48515>
- Nesa, M., Shaha, T. R., & Yoon, Y. (2022). Prediction of juvenile crime in Bangladesh due to drug addiction using machine learning and explainable AI techniques. *Journal of Computational Social Science*, 5, 1467–1487. <https://doi.org/10.1007/s42001-022-00175-7>
- Noor, T. H., Almars, A. M., Alwateer, M., Almaliki, M., Gad, I., & Atlam, E.-S. (2022). SARIMA: A seasonal autoregressive integrated moving average model for crime analysis in Saudi Arabia. *Electronics*, 11(23), 3986. <https://doi.org/10.3390/electronics11233986>

- Rashid, S. (2021). Impact of COVID-19 on selected criminal activities in Dhaka, Bangladesh. *Asian Journal of Criminology*, 16, 5–17. <https://doi.org/10.1007/s11417-020-09341-0>
- Reddy, M., Kavya, M., Supriya, S., Manasa, M., & Devi, V. J. (2020). Forecasting India's crime rate. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 8(15). <https://www.ijert.org/forecasting-indias-crime-rate>
- United Nations Office on Drugs and Crime [UNODC]. (2021). *World drug report 2021*. United Nations Publication. www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/wdr2021.html
- Zarghami, M., Kharazmi, O., Alipour, A., Babakhanian, M., Khosravi, A., & Mirtorabi, S. D. (2023). Time series modeling and forecasting of drug-related deaths in Iran (2014-2016). *Addiction & Health*, 15(3), 149-155. <https://doi.org/10.34172/ahj.2023.1277>

د. طارق عبد العزيز محمد الدوب، أستاذ مشارك، أكاديمية سعد العبدالله للعلوم الأمنية، دولة الكويت. دكتوراه في الإحصاء التطبيقي، من جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية، 2012. مدرب معتمد في التنمية البشرية والقيادة الوظيفية واتخاذ القرار. خبير ومستشار في تحليل البيانات وتصميم الاستبانات والبحوث الميدانية. الاهتمامات البحثية: تحليل السلاسل الزمنية والنماذج التنبؤية (ARIMA)، الإحصاء الجنائي، إستراتيجيات مكافحة الجريمة، تحليل بيانات الجرائم والمخدرات، الحوكمة المؤسسية، اتخاذ القرار الأمني، وتطوير المناهج التدريبية الأمنية.

dr.tareq9733@gmail.com