Spatio-temporal crime maps and their role in crime reduction In light of artificial intelligence technologies[#]

Abdulla ALAJAMI[(1)*]

(1) Researcher, Damascus University, Faculty of Law, Syria.

Received: 1/2/2026

Accepted: 10/5/2026

Published: 23/7/2026

* ***Corresponding Author:***
abdulla.alajami@damascusuniversity.edu.sy

DOI:
https://doi.org/10.59759/law.v5i2.1803

Abstract

Developing effective crime prevention strategies depends on understanding the geographic realities of crime events and then predicting their number, location, and timing. In this regard, recent studies in the field of criminology research focus on the spatial and spatiotemporal analysis of criminal activities. Studies reveal that criminal activities exhibit similar spatial patterns with varying temporal patterns. Therefore, the development of predictive models for criminal activities can directly support crime prevention and proactive deterrence planning. By analyzing the role of spatiotemporal crime maps in reducing crime in light of artificial intelligence through a critical descriptive approach, which includes analyzing and extrapolating the research literature on artificial intelligence and spatiotemporal crime patterns, The current research concludes that spatio-temporal mapping allows for the prediction of crimes and methods of committing them, as well as the times and places where the risk of crime is highest. Artificial intelligence also provides an opportunity for proactive interventions to deter crime or reduce the chances of it occurring. Furthermore, spatio-temporal crime patterns are linked to specific factors, and analyzing them provides multiple pieces of information to predict what may happen in the future.

Keywords: Spatio-temporal Crime Mapping, Crime Prediction, Artificial Intelligence, Crime Geography, Algorithmic Criminology□
□
□

[#] A special issue for the Third International Conference, entitled: **Artificial Intelligence, A Legal Vision Towards a Sustainable Future**.

الخرائط الزمكانية للجريمة ودروها في الحد من الجرائم في ضوء تقنيات الذكاء الاصطناعي

عبد الله محمد خير العجمي[1]

(1) باحث، جامعة دمشق، كلية الحقوق، سوريا.

ملخص

يعتمد تطوير إستراتيجيات فعّالة للوقاية من الجريمة على فهم الوقائع الجغرافية لأحداث الجريمة، ثم التنبؤ بعددها ومكانها ووقتها. وفي هذا الصدد، تُركز الدراسات الحديثة في مجال أبحاث الإجرام على التحليل المكاني والزماني المكاني للأنشطة الإجرامية، تكشف الدراسات أن الأنشطة الإجرامية تُظهر أنماطاً مكانية متشابهة مع أنماط زمنية متفاوتة. وبالتالي، فإن تطوير نماذج تنبؤ للأنشطة الإجرامية يمكن أن يدعم بشكل مباشر منع الجريمة والتخطيط لردعها الاستباقي. من خلال تحليل دور الخرائط الزمكانية للجريمة في الحد منها في ضوء الذكاء الاصطناعي من خلال منهج وصفي نقدي، يتضمن تحليل واستقراء التراث البحثي لما يرتبط بالذكاء الاصطناعي والأنماط الزمكانية للجريمة، توصّل البحث الحالي إلى أنّ رسم الخرائط الزمكانية يتيح التنبؤ بالجرائم وأساليب ارتكابها، والأوقات والأماكن التي يرتفع فيها خطر وقوع الجريمة. كما يوفّر الذكاء الاصطناعي فرصة إجراء التداخلات الاستباقية لردع الجريمة أو تقليل فرص وقوعها. أيضا، يرتبط أنماط الجريمة المكانية–الزمانية بعوامل معينة، ويحول تحليلها إلى معلومات متعددة لتنبؤ بما قد يحدث في المستقبل.

كلمات مفتاحية: الخرائط الزمكانية للجريمة، التنبؤ بالجريمة، الذكاء الاصطناعي، جغرافية الجريمة، علم الإجرام الخوارزمي.

المقدمة.

تنتشر الجريمة بشكل متزايد في الحياة اليومية، مما يؤدي إلى آثار سلبية كبيرة على الأفراد والمجتمع ككل، مثل الخسائر المالية، والإصابات الجسدية، والضغوط النفسية، وتدني مستوى جودة الحياة. علاوة على ذلك، تحدث الجريمة في بيئات متنوعة، بدءا من المناطق ذات الكثافة السكانية العالية وصولا إلى المناطق الأقل سكانا، ومن الدول النامية إلى المتقدمة. لذلك، يغدو من الضروري البحث في تعزيز فهم انتشار بؤر الجريمة ودعم صانعي السياسات، بالإضافة إلى مساعدة صناع القرار في تطوير وتنفيذ إستراتيجيات فعالة للحد من هذه الظاهرة.

الواقع، أنّ عملية انتشار الجريمة ليس عشوائية، بل هي نتيجة لتفاعل معقد أو مركب بين الجناة والمستهدفين والبيئة الواقعة فيها. وقد ثبت أن العديد من أنواع الجرائم، بما في ذلك جرائم الممتلكات والجرائم العنيفة، تكشف عن أنماط زمانية ومكانية (زمكانية). ويمكن أن تستمر أنماط الجريمة هذه لفترة طويلة الأجل لسنوات وحتى عقود، وقد تأخذ أنماطاً قصيرة الأجل على مدى فترة تتراوح من أيام إلى أسابيع.

وبالتالي، فإن البحث في الخرائط الزمكانية للجريمة يوضح طريقة هذا الإنتشار ويساهم في تفسيره ومعرفة أسبابه، والأهم أنه يمكن من مواجهة الجريمة حتى قبل أن تقع. أدت تطورات التكنولوجية المعاصرة إلى الانتقال من التركيز على إنفاذ القانون كرد فعل لاحق على الجريمة إلى إنفاذ القانون كفعل استباقي للجريمة، وهذا يتطلب أنظمة تتوقع ظهور النشاط الإجرامي من خلال تصميم خرائط زمكانية لانتشار الجريمة، يتم تطويرها لتتبع النشاط الإجرامي بهدف التنبؤ بظهور أو اشتعال مناطق البؤر الإجرامية. وهكذا فإنّ توظيف التقنيات المتطورة من مكونات الذكاء الاصطناعي في خدمة العدالة الجنائية أدّى إلى تطوير عمل المؤسسات الشرطية بالإنتقال إلى تحليل البيانات الضخمة والخوارزميات الزمكانية التي تفسر العلاقة بين الجريمة وسمات أو أنماط البيئات الإجتماعية التي تتركز فيها الأنشطة الإجرامية بهدف تصميم خريطة للجريمة بأثر رجعي يشمل بيانات الأوقات والمواقع التي حدثت فيها الجرائم وصولا لتطوير تقنية الإنذار المبكر. إضافة إلى ذلك، يخدم هذا التوظيف التقني في زيادة القدرة التنبؤية لانتشار الجريمة، ولفهم الارتباطات المكانية والزمنية بين تسلسل الأحداث المتعاقبة، والأخذ بالحسبان السمات البيئية الاجتماعية لمكان وزمان وقوع الجريمة. بالتالي وضع جهود العدالة الجنائية في اتجاهها الصحيح والتقليل من حالات الاشتباه غير المجدي للأبرياء "ضحايا العدالة" من خلال تقليل دائرة الشبهة

إلى أضيق الحدود.

مشكلة البحث وتساؤلاته:

تهدف إستراتيجية رسم الخرائط المكانية والزمانية في عمل الشرطة إلى التنبؤ بالجرائم من خلال تحديد الأفراد الذين يُحتمل أن يصبحوا ضحايا أو مجرمين، بالإضافة إلى المواقع المعرضة للنشاط الإجرامي. يُشدد هذا النهج الاستباقي على أهمية التنبؤ بالجرائم، مما يسمح للشرطة بالتدخل قبل وقوعها باستخدام المؤشرات الجغرافية وتحليل مختلف العوامل المؤثرة. ومع ذلك، فإن تطبيق هذه الإستراتيجية يُمثل تحديات لأساليب عمل الشرطة التقليدية، مما يستلزم استخدام معالجة بيانات موضوعية وأخلاقية وتحليل خوارزمي، وهو ما يُمكن تعزيزه بتطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحسين دقة وفعالية تدخلات مكافحة الجريمة.

بذلك، سيقوم البحث الحالي بتحليل التساؤل الرئيس التالي:

ما هو دور الخرائط الزمكانية للجريمة في الحد منها في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي؟

يؤدي البحث في العلاقة بين المكان والزمان والجريمة إلى طرح عدة أسئلة فرعية جوهرية. تشمل هذه الأسئلة دراسة مدى تأثير الموقع والتوقيت على معدلات الجريمة، إضافةً إلى ذلك، تعد إمكانات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالنشاط الإجرامي، ونمذجة الأنماط المكانية الزمنية للجريمة، وتطبيق إستراتيجيات شرطة تنبؤية فعّالة، مجالات بحث وتحليل أساسية تبحث عن إجابة.

أهمية البحث وأصالته: يُسلّط البحث الضوء على أهمية وأصالة رسم خرائط الجريمة المكانية والزمانية في مجال الحد من الجرائم، لا سيما في المنطقة العربية، حيث لا يزال استخدامها محدودا مقارنة بالاتجاهات العالمية. تُعد هذه الدراسة، في حدود علمي كباحث، من أوائل الدراسات العربية التي تستكشف العلاقة بين أنماط الجريمة المكانية والزمانية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي والحد من الجرائم، بهدف توفير رؤى قيّمة لمحللي الجريمة وعلماء الإجرام. تكمن أهميتها النظرية في مساهمتها في فهم تقاطع هذه المجالات، بينما يُؤكد الجانب العملي على ضرورة رسم خرائط الجريمة بفعالية كأداة للوقاية من الجريمة وتعزيز إستراتيجيات الشرطة.

وفقاً لذلك، يمكن أن يفيد البحث الحالي في المتغيرات المكانية والبيئية التي من المستحسن للأجهزة الشُرطية أخذها بعين الحسبان عند ممارستها وظيفتها الامنية والإجتماعية، ويخدم البحث الحالي الجهات الحكومية المعنية وواضعي السياسات، والأجهزة الشرطية، والمؤسسات والفاعلين

فـي مجـال التعلـيم والتـدريب المهنـي الشـرطي، والأفـراد أو الضـحايا المحتملـون، والمؤسسـات الإعلاميـة، بالتقـديم التحليلات والدراسـات حـول الخـرائط الزمكانيـة كـأداة تنبؤيـة لجبـاة الشـرطة، وتعزيز دورها الاجتماعي والتنموي، وتحسين دورها في مكافحة الجريمة، وتوفير المعلومة والوعي بالتطورات الحديثة في مجال آلية الذكاء الاصطناعي.

غرض البحث: يهدف البحث إلى تحقيق الأهداف الستة لبيان المفاهيم الأساسية الخرائط الزمكانية للجريمـة وللـذكاء اصـطناعي، وتوضـيح دور المكـان والزمـان فـي إرتكـاب الجريمـة، وكشـف دور الخـرائط الزمكانيـة فـي الحـد مـن الجريمـة، ودور الـذكاء الاصـطناعي فـي فعاليـة تصـميم الأنمـاط والخرائط الزمكانية للجريمة.

منهجيـة البحـث: يـتم تحليـل دور الخـرائط الزمكانيـة للجريمـة فـي الحـد منهـا فـي ضـوء الـذكاء الاصـطناعي مـن خـلال منهـج وصـفيا استقرائيا، يتضـمن تحليل التراث البحثي لما يرتبط بالذكاء الاصطناعي والأنماط الزمكانية للجريمة.

خطة البحث: يتناول المبحث الأول الأنماط الزمكانية للجريمة ودور الشرطة التنبؤية في تصميمها، حيث يتعرض المطلب الأول جغرافيـة الجريمـة والأنمـاط الزمكانيـة للجريمـة، فيمـا يهتم المطلـب الثـاني بـالخرائط الزمكانيـة للجريمـة ومنهجيات الشرطة التنبؤية في رسمها. كما يتعرض المبحث الثاني للذكاء الاصطناعي ودوره في رسم الخرائط الزمكانيـة للجريمـة، حيث يعرض المطلب الأول تعريف الـذكاء الاصـطناعي ومكوناتـه، فيمـا يهتم المطلـب الثـاني بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في رسم الخرائط الزمكانية للجريمة.

المبحث الأول: الأنماط الزمكانية للجريمة ودور الشرطة التنبؤيه في تصميمها

تمهيد وتقسيم:

يتطلـب تطـوير إسـتراتيجيات فعّالـة للوقايـة مـن الجريمـة فهـم الظـروف الجغرافيـة المرتبطـة بوقـوع الجرائم، بالإضـافة إلـى القدرة علـى التنبؤ بعددها وأماكنها وأوقات حدوثها. فـي هذا السياق، تركز الدراسات الحديثة في مجال أبحاث الإجرام على التحليل المكاني والزماني للأنشطة الإجرامية. وقد أظهـرت هـذه الدراسـات أن الأنشـطة الإجراميـة تتبـع أنماطًـا مكانيـة متشـابهة، بينمـا تختلـف فـي أنماطها الزمنية. لذلك، يمكن أن يسـهم تطوير نماذج تنبؤية للأنشطة الإجرامية بشكل مباشر في تعزيز جهود منع الجريمة والتخطيط لأساليب ردعها بشكل استباقي.

وفقا لـذلك، فـإنّ البيانـات الدقيقـة والواضـحة تخـدم عمليـة التنبـؤ بمكـان وزمـان وقـوع الجريمـة فـي

المستقبل. وتتضمن النماذج المُطوّرة المتعلقة بالتنبؤ بالجرائم المكانية الزمنية تحديد نمط الجريمة في المكان والزمان بناءً على مناهج تحليلية أو استدلالية. يحلل المبحث الحالي:

المطلب الأول: جغرافية الجريمة والأنماط الزمكانية للجريمة.

المطلب الثاني: الأنماط الزمكانية للجريمة ومنهجيات الشرطة التنبؤية في رسمها.

المطلب الأول: جغرافية الجريمة والأنماط الزمكانية للجريمة

تمهيد وتقسيم:

تحليل الأنماط المكانية والزمانية هي عملية تستخرج المعلومات والمعرفة من البيانات الجغرافية والزمنية، وتوفر معرفة لمحللي الجرائم. الهدف الرئيسي من تحليل أنماط الجريمة المكانية هو التعرف على هذه الأنماط واستخدامها للمساعدة في تحديد الأسباب الجذرية للجرائم. على سبيل المثال، إذا وقع عدد كبير من السرقات في منطقة معينة، فسيهتم علماء الجريمة بدراسة البيئات المحيطة بهذه المنطقة أو تلك، ومن ثم يمكن أن تُوفر هذه البيئات أدلةً لعلماء الجريمة للتحقيق فيما إذا كانت السرقات تحدث بوتيرةٍ أكبر في مناطق أخرى ذات بيئاتٍ مماثلة. الافتراض الرئيسي وراء تحليل أنماط الجريمة المكانية هو أن الجرائم ترتبط بالظروف البيئية. على هذا النحو يتناول المطلب الحالي:

الفرع الأول: جغرافية الجريمة.

الفرع الثاني: الأنماط الزمكانية للجريمة

الفرع الأول: جغرافية الجريمة وماهية خرائطها الزمكانية

لئن كانت جغرافية الجريمة[1] تتشكل من نتاج تأثيرات كل من الجاني والضحية والبيئة المحيطة بالجريمة، فمردّ ذلك إلى اعتبارين أساسيين؛ الأول: أنّ لكل جريمة طابع أو طبيعة جغرافية متأصلة فيها. الثاني: أن وقوع الجرائم ليس عشوائياً، بمعنى أنّ الجرائم ليست عشوائية التوزيع من الناحية المكانية والزمانية، فلو كانت الجرائم تتوزع بصورة عشوائية لكانت احتمالية حدوثها متساوية في أية مكان و أي وقت، وهذا يتنافى مع الواقع وما تقرره البحوث الجنائية المعاصرة في علم الإجرام[2].

مقتضى ذلك، أن الجريمة تتركز في أماكن وأوقات تتحدد وفقاً لكثير من المعايير والعوامل، بحسب الأنماط والتفاعلات التي تحدث بين الأبعاد الجغرافية للجريمة وبين نشاط العناصر البشرية فيها كالجاني والضحية والبيئة المحيطة بالجريمة.

هذا يستتبع أولا بيان أهمية عنصري المكان والزمان في الجريمة، ثم عرض الخرائط الزمكانية للجريمة.

أولا: عنصر المكان والزمان في الجريمة:

يُعتبر موقع حدوث الجرائم أو الأنشطة وعلاقة هذه المواقع ببعضها البعض وبالمعلومات الأخرى عاملاً مهماً في تحليل الجريمة. فليس كافياً معرفة مكان وقوع الجريمة فحسب، بل من الضروري أيضاً فهم خصائص تلك المواقع والبيئة المحيطة بها. لذلك، فإن دراسة البيانات المكانية مثل شبكات الشوارع، ومعلومات استخدام الأراضي، ومواقع المدارس، وتقسيم المناطق التجارية والسكنية، وغيرها من العوامل، تعد ضرورية لتحقيق تحليل فعال للجريمة. إنّ الارتباط الوثيق بين الجريمة والمكان من شأنه أن يُنبئ باتساق واستقرار في تركيز الجريمة في مكان محدد، مما يعكس حقيقة وجود عمليات أو عوامل تؤدي إلى تركيز الجريمة في أماكن محددة، كما أنّ وجود أماكن محددة تتركز فيها الجريمة يما يسمى بؤر الجريمة هو من المبررات الأساسية للاهتمام بعنصر المكان في الجريمة أو البعد المكاني لها بهدف البحث في سبب هذا التركيز المكاني للجريمة[3]. يشير تركيز الجريمة في مكان ما إلى إمكانية تخصيص موارد وجهود منع الجريمة بكفاءة أكبر من خلال تكثيفها أو توظيف هذه الجهود والموارد في أماكن محددة، بدلاً من توزيعها على نطاق واسع في مختلف الأماكن.

بذلك فإنّ التركيز الجغرافي للجريمة في بؤر محددة، استتبع البحث أيضا في تأثيره على فعالية أجهزة منع الجريمة والتعامل معها سيما الأجهزة الشرطية. في هذا السياق، أظهرت العديد من الدراسات أن الأجهزة الشرطية يمكن أن تقلل بشكل أكثر فعالية من العديد من مشاكل الجريمة إذا وجهت تركيزها نحو المناطق التي تحتوي على بؤر ساخنة للجريمة.

ويزداد أثر العنصر الجغرافي للجريمة عند معرفة أنّ العديد من البحوث الميدانية أفادت أنّ الإستراتيجيات الشرطية التقليدية لمكافحة الجريمة المتمثلة في الدوريات العشوائية، والاستجابة السريعة، والتحقيق الجنائي لا تستطيع فعل الكثير لمنع الجريمة. بدلا من ذلك، يشير العديد من خبراء منع الجريمة إلى أن قدرة الشرطة على منع الجريمة قد تكون مرتبطة بمدى تركيزها على عوامل خطر محددة في أماكن الجريمة، وليس بمدى قدرتها على تسيير دوريات عشوائية في مناطق واسعة، وسرعة استجابتها لطلبات الخدمة، وتنفيذها عددا كبيرا من الاعتقالات. وبالتالي، يكون على الشرطة تركيز إجراءاتها على الأماكن والأوقات والأشخاص الذين يشكلون أعلى المخاطر على السلامة العامة، بدلا من إضعاف فعاليتها في منع الجريمة من خلال توزيعها

بشكل غير متساوٍ على مناطق تغطية متعددة.

في ذات السياق، فإنّ الحديث عن بؤر مكانية تتركز فيها الجريمة يرتبط بصورة وثيقة بالخطر المتركز داخل هذه المناطق. بذلك فإنّ عنصر الخطر في مكان ما يُعدّ دالةٌ على التهديد والضعف الذي يعاني منه هذا المكان. في هذا المضمار، تشير نظرية الأماكن الخطرة إلى آثار تفاعل عوامل الضعف والتهديد في مكان ما على وجود مناطق مميزة وقابلة للتحديد تُفضي إلى وقوع الجريمة أو مؤهلة لاحتضان الأفعال الجرمية. كما وتُشدد هذه النظرية على أهمية الخصائص البيئية في ظهور الجريمة واستمرارها والحد منها.

معنى ذلك، أن الأماكن المعرضة للجريمة تُظهر خصائص أو سمات إجرامية معينة تزيد من خطر وقوع الجريمة، يقع الخطر الذي تُشكله كل سمة إجرامية في مكان واحد أو أكثر على بقعة جغرافية ما، ويُسهم التقاء هذه العناصر في نفس المكان في قيمة خطر، وكلما ازدادت قيمة الخطر بمقدار مُحدد، تزداد احتمالية وقوع الجريمة. يُمكن استخدام قيمة الخطر هذه، وهي مقياس لتجميع عوامل الخطر، للتنبؤ بمكان وقوع الجريمة[4].

ثانيا: التفاعل بين عناصر البعد الجغرافي للجريمة: الحديث عن العنصر الجغرافي في الجريمة لا يقتصر على الحيز المكاني الذي وقعت فيه الجريمة، بل هو نتاج تفاعل عدة عوامل، معنى ذلك، أن أثر موقع الجريمة يظهر من خلال عدة تأثيرات تتجلى في:

1- الأنشطة التي يقوم بها كل من الجاني والضحية؛ هذه الأنشطة تغطي الروتين اليومي والأسبوعي أو الدوري لكل من للمجرمين والأشخاص المسؤولين أو المعنيين القادرين على منع الجريمة.

2- مساحة نشاط الجاني: وتشمل المنزل والعمل والحيز الجغرافي للأنشطة الاجتماعية التي يقوم بها الجاني وطرق التنقل المتصلة بها.

3- الطريق إلى مكان الجريمة: وتشير إلى المسافة التي يقطعها الجاني من موقعه إلى مكان الجريمة؛

4- أسلوب الاستهداف: وتغطي تقنيات البحث والهجوم الجنائي الذي يقوم به الجاني؛

6- نطاق الإستهداف أو تغطية الهدف: وتشير إلى توزيع الأهداف المحتملة للجريمة.

لحدوث الجريمة، يجب أن تتقاطع مسارات الجاني والضحية في الزمان والمكان، ضمن بيئة ملائمة للنشاط الإجرامي. لذا، فإن فهم الإيقاعات المكانية للجريمة وتأثيراتها يعد أمرا أساسيا لفهم

حركة الأشخاص عبر بيئة معينة. يمكن أن يتراوح مكان معين بين كونه مزدحما أو مهجورا، وذلك اعتمادا على الوقت أو اليوم في الأسبوع أو الشهر. هناك إيقاعات مرتبطة بالعمل والترفيه والتسوق ووسائل النقل وحركة المرور، بالإضافة إلى عوامل مثل درجة الحرارة والطقس والإضاءة وتوزيع الأجهزة الشرطية والضحايا وأوقات النوم. لذلك، يتطلب البحث في تأثير عنصر المكان على الجريمة دراسة جغرافية الجريمة في سياق زمني[5].

الفرع الثاني الأنماط الزمكانية للجريمة

تشير نظريات علم الإجرام إلى أن الجريمة ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالزمان والمكان. في هذا السياق، توفر البيانات معلومات غنية حول الجريمة من منظورين زمني ومكاني، مما يعزز الجهود المبذولة في تحليل الأنماط الزمنية–المكانية. يُعتبر تحليل هذه الأنماط أداة فعالة لفهم الجريمة من خلال مصادر تتعلق بالزمان والمكان، مما يساعد محللي الجريمة في الحصول على رؤى أعمق. عمليا، يختلف هذا الفهم باختلاف البيئات. وللحصول على أنواع مناسبة من المعلومات ذات الصلة، ينبغي الاستفادة من أنواع مختلفة من تقنيات تحليل الأنماط المكانية، والزمنية، والأنماط الزمنية–المكانية[6].

أولا: الأنماط المكانية (Spatial Pattern): تشير الأنماط المكانية إلى أماكن وقوع الجريمة، ومن شأن اكتشاف أنماط البؤر الإجرامية الساخنة أن يُسهم في خفض معدلات الجريمة، حيث يتم التركيز فيما يتعلق بتحليل الجريمة على المكان وليس فقط الإنسان. مما يُشير إلى أن إيلاء المزيد من الاهتمام للتضاريس الجغرافية أمرٌ بالغ الأهمية للكشف عن الجريمة. على هذا النحو، تُركّز العديد من الدراسات غالبا على التحقيق في البؤر الإجرامية الساخنة والكشف عنها للتنبؤ بالأنماط المكانية التي تُعتبر مُشكّلة خطرًا كبيا على المجتمع.

عادةً ما تكون الجرائم كثيفة في بعض المناطق وقليلة في مناطق أخرى. بالتالي يهدف تحليل الأنماط المكانية إلى معرفة تجمّع الجرائم، أي بؤرها الساخنة، بالإضافة إلى ذلك، معرفة السياق البيئي للجرائم.

تُعرَّف بؤرة الجريمة بأنها موقع جغرافي يشهد نشاطًا إجراميًا أكثر من المعتاد، أو موقعًا يكون فيه الأفراد أكثر عرضة للوقوع ضحية[7]. على العكس من ذلك، توجد بؤر باردة ذات كثافة جريمة أقل من المعتاد. قد تكون بعض البؤر الساخنة أكثر سخونة من غيرها بسبب اختلاف كثافة الجريمة. بشكل عام، يكتشف تحليل البؤر الساخنة الأنماط المكانية من خلال التجميع المكاني.

يهدف تحليل العوامل المكانية إلى تحديد العوامل المكانية الرئيسية للجريمة[8]. تتمثل الفرضية الرئيسية للتحليل المكاني في أن الجريمة يجب أن ترتبط بسياقات البيئة، وتدعم هذه الفرضية نظريات إجرامية مختلفة. على سبيل المثال، وفقا لنظرية النشاط الروتيني، يلزم وجود ثلاثة عناصر، وهي: الجاني المتحمس، والهدف أو الضحية المناسب، وغياب عنصر الحراسة والردع الكفؤ، للتقارب في الزمان والمكان لحدوث جريمة.

ثانيا: الأنماط الزمنية (Temporal Pattern): تشير الأنماط الزمنية إلى وقت وقوع الجريمة. يُعدّ التنقيب في الأنماط المتكررة ضمن تسلسلات زمنية محددة أمرا مهما، لأنه يتيح دراسة معدلات الجريمة أو وقوعها لساعات مختلفة من اليوم، وأيام الأسبوع، وأشهر السنة، والسنوات، وغيرها. تحاول مجموعة كبيرة من الدراسات التحقيق في حوادث الجريمة والتنبؤ بها بناءً على البعد الزمني[9].

تُعد الأنماط الزمنية الإجرامية معقدةً نظرا لإمكانية هيكلة الموارد الزمنية في فترات زمنية مختلفة، مثل الأسابيع والأشهر والفصول والسنوات وغيرها. وبشكل عام، يُركز تحليل الأنماط الزمنية للجريمة على استخلاص أنماط زمنية مفيدة من بيانات الجرائم المتسلسلة. ويمكن تلخيص أنواع تحليل الأنماط الزمنية على النحو التالي:

- يشير اتجاه الجريمة إلى تغير نوع الجريمة داخل منطقة معينة وعلى مدى فترة زمنية طويلة.
- تُعرّف دورية الجريمة بأنها الأنماط المتكررة للجريمة على فترات زمنية، مثل أنماط الجريمة الموسمية (أي المتكررة سنويا).
- يهدف البحث عن تشابه الجرائم إلى البحث عن تسلسلات جرائم مشابهة لتسلسل جريمة معين.
- يحاول تحليل السلوك التسلسلي تحديد السلوكيات التسلسلية للجاني قبل أو بعد ارتكاب جريمة، على سبيل المثال، غالبًا ما يشتري اللص المخدرات بعد ارتكاب جريمة سطو.

ثالثا: الأنماط الزمنية المكانية (Spatiotemporal patterns): عند تعريف نمط مكاني زمني، يتم أخذ الأبعاد الثلاثة: الموقع، الوقت، والحوادث المرتبطة في الاعتبار. يُعتبر النمط المكاني الزمني نمطًا محليًا يعكس أنماط الجريمة في مواقع محددة خلال فترة زمنية معينة، حيث تُستخدم حوادث الجريمة المرتبطة كمؤشرات. تُساعد هذه المؤشرات في تمثيل العوامل المجتمعية والبيئية في مواقع مختلفة. تتمثل التحديات في معرفة عدد الأنماط المحلية الموجودة خلال فترة

زمنية معينة وفي أي المواقع غير معروفة، وهو عمليةٌ تستخرج المعلومات والمعرفة من البيانات الجغرافية والزمنية المرجعية، وتُنشئ معرفةً لمحللي الجريمة[10].

المطلب الثاني الخرائط الزمكانية للجريمة وإستراتيجيات الشرطة التنبؤية في رسمها

يُمكن اعتبار رسم خرائط الجريمة مصطلحا موجزا للتحليل الجغرافي للبيانات المتعلقة بالجريمة، حيث يستخدم محللو الجريمة مجموعة من تقنيات رسم الخرائط لوصف أنماط البيانات الجنائية وشرحها، مع مراعاة الخصائص الفريدة للبيانات المرجعية جغرافيا. يمكن الاستفادة من خرائط الجريمة لتحديد النقاط الساخنة واتخاذ إجراءات محددة، بالإضافة إلى التعرف على الجرائم التي حدثت مؤخرًا والتي قد تكون مرتبطة ببعضها البعض. كما تساعد هذه الخرائط في رصد تأثير تدخلات الشرطة وفهم قضايا الجريمة بشكل أفضل.

إنّ تنظيم جهود الشرطة حول التركيز الجغرافي للجريمة أمر محوري في العمل الشرطي؛ فبالتركيز على عدد صغير من المواقع والأوقات المحددة ذات معدلات الجريمة المرتفعة "بؤر الجريمة"، يمكن للشرطة أن تكون أكثر تركيزا وبالتالي أكثر فعالية. يتناول المطلب الحالي:

الفرع الأول: الخرائط الزمكانية للجريمة.

الفرع الثاني: منهجيات الشرطة التنبؤية في رسمها.

الفرع الأول ماهية الخرائط الزمكانية للجريمة

يعتبر رسم خرائط الجريمة وظيفة تقنية أساسية تشكل جزءًا لا يتجزأ من عمل الشرطة الحديثة. يقوم محللو الشرطة بشكل دوري برسم خرائط لحوادث الجريمة للكشف عن الأنماط العامة، مما يساعدهم على توجيه جهودهم نحو إنفاذ القانون والوقاية، بالإضافة إلى تحديد هوية الجناة والقبض عليهم.

بذلك، يتناول الفرع الحالي أولا مفهوم الخرائط الزمكانية للجريمة، ثم رسم هذه الخرائط.

أولا: مفهوم الخريطة الزمكانية للجريمة وتطورها:

1) مفهوم وتعريف الخريطة الزمكانية للجريمة: يشير مفهوم الخريطة عموما إلى تمثيل رمزي لمنطقة محددة أو جزء معين له حدود معينة. حيث تصف الخريطة معالم منطقة محددة. وهي أيضا تصوير رمزي لمنطقة توضح العلاقة بين العناصر الموجودة داخلها. هذا المفهوم يشير إلى البعد المكاني أو الحيز الجغرافي لمنطقة ما بما يسمي بالخريطة المكانية، وعند إضافة عنصر الزمن إلى مفهوم الخريطة يصبح مفهوم الخريطة يشمل بالإضافة إلى الحيز الجغرافي لمنطقة ما،

الزمان المرتبط بهذه المنطقة، لنكون أمام تصور معالم زمكانية (الزمان والمكان) لمنطقة وزمان محدد[11]. وعند توظيف مفهوم الخريطة في علم الإجرام ببعديها المكاني والزماني ينتج لدينا تصوير رمزي لمنطقة محددة، بحيث يصف هذا التصور أماكن وأوقات وقوع الجريمة.

بذلك يمكن القول أنّ خرائط الجريمة هي مصورات تقوم بتوثيق الأفعال الجرمية وتحديد النقاط المكانية والزمانية التي وقعت فيها الجرائم أو التي يتوقع حدوث الجرائم فيها.

لا يقتصر مفهوم خرائط الجريمة على تحديد مواقع الجرائم الفعلية فحسب، بل يتناول أيضا الأماكن التي يقيم ويعمل فيها الجناة، بالإضافة إلى مواقع إقامة الضحايا وأماكن عملهم. وقد أظهرت تحليلات الجرائم أن معظم المجرمين يميلون إلى ارتكاب الجرائم في مناطق قريبة من أماكن سيطرتهم، مما يشير إلى وجود نوع من السلوك النمطي للجناة، كما يشير إلى إمكانية أن تأخذ الجريمة نمطا يمكن تحليله أو دراسته بهدف التوصل إلى رسم خرائط للجريمة كأداة مهمة للشرطة والمحققين لفهم هذه المناطق وتحديدها بدقة.

2) **نشأة وتطور الخرائط الزمكانية للجريمة:** فكرة رسم خرائط الجريمة ليست جديدة، بل ظهرت في أوائل القرن التاسع عشر في فرنسا[12]، عندما بدأ الباحثون في علم الإجتماع والإجرام بإعداد خرائط لتوضيح نظرياتهم وأبحاثهم المتعلقة بالجريمة، حيث تقدم الخريطة الزمكانية للجريمة رسما بيانيا ملخصا لتاريخ أو سجلات أماكن وأوقات ارتكاب الجريمة.

في البداية، كانت الخرائط تُستخدم لدراسة قضايا مثل الفقر والخصائص الديموغرافية والجريمة. وكانت مدينة نيويورك واحدة من أوائل أقسام الشرطة في الولايات المتحدة التي اعتمدت رسم الخرائط في القرن العشرين. تضمنت هذه الخرائط خرائط حائط بسيطة، حيث تم استخدام "دبابيس ملونة" للإشارة إلى مواقع الجرائم. خلال عشرينيات وثلاثينيات القرن الماضي، استخدم علماء الاجتماع في جامعة شيكاغو رسم الخرائط لدراسة الجريمة والانحراف، مع التركيز على مواقع انحراف الأحداث والخصائص الاجتماعية المرتبطة بها. وفي الستينيات والسبعينيات، تم تطوير أول خرائط إلكترونية للجريمة[13].

ابتكرتها شرطة العاصمة لندن في عشرينيات القرن التاسع عشر، وتستخدمها بشكل روتيني أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS)[14] لرسم خرائط بيانات الجريمة كجزء من أنشطتها الإستراتيجية والتكتيكية.

تُستخدم المعلومات المستخلصة من هذا التحليل في مجموعة متنوعة من التطبيقات، بدءًا من

تركيز النشر بشكل أكثر دقة على المناطق الساخنة، وصولاً إلى استهداف جهود منع الجريمة في مجتمعات معينة، وكذلك تتبع سلوك المجرمين المتسلسلين الذين تسعى الشرطة للقبض عليهم، بالإضافة إلى رسم خرائط لمواقع حوادث السيارات، وهي وظيفة أخرى من مهام الشرطة.

في أوائل القرن التاسع عشر تم اعتماد خرائط نقطية برمز واحد وخرائط منطقة متدرجة اللون، في العقد الأول من القرن العشرين تم استخدام خرائط نقطية فردية الرمز، الخرائط المثبتة، وفي عشرينيات وثلاثينيات القرن العشرين طور علماء الإجتماع في جامعة شيكاغو: خرائط مناطقية للجريمة والتركيب االجتماعي للمدينة.

ثم، تم إنشاء أول خرائط للجريمة بواسطة الكمبيوتر في الستينيات إلى السبعينيات، ثم تم في الثمانينيات استخدام أجهزة كمبيوتر لرسم الخرائط، ولكن بجودة محدودة. ثم أصبحت التكنولوجيا وأجهزة الكمبيوتر المكتبية الأكثر تقدما متاحة، وتستخدم على نطاق أوسع. ومع ذلك، كانت جودة التعيين المحوسب في ذلك الوقت محدودة بسبب بطء سرعات المعالجة وسوء جودة الطباعة. في تلك الأثناء، بدأت نظرية علم الإجرام البيئي في الظهور، حيث بدأ الأكاديميون في دراسة الخصائص المكانية للجريمة وكيف تؤثر خصائص الموقع وتساهم في النشاط الإجرامي في مواقع معينة مقارنة بمواقع أخرى.

في التسعينيات، أصبحت أنظمة المعلومات الجغرافية المكتبية (GIS) متاحة على نطاق واسع. ومع نهاية تلك الفترة، بدأت جهات تنفيذ القانون وعلماء الجريمة في استخدامها بشكل عام. كما تم في الولايات المتحدة في أواخر التسعينيات إنشاء برامج فيدرالية مثل مركز أبحاث رسم خرائط الجريمة وبرنامج رسم خرائط الجريمة وتحليلها التابع للمعهد الوطني للعدالة. ثم بدأت الجامعات والكليات في تقديم الدورات والبرامج الاكاديمية في تحليل الجريمة ورسم خرائط الجريمة.

ثانيا: رسم الخرائط الزمكانية للجريمة: رسم خرائط الجريمة هو مصطلح تم استخدامه في السنوات الأخيرة للإشارة إلى تحليل البيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في سياق تطبيق القانون. يمكن تعريف رسم خرائط الجريمة على أنه عملية تستخدم نظام المعلومات الجغرافية بالتزامن مع تقنيات تحليل الجريمة، للتركيز على السياق المكاني للنشاط الإجرامي وأنشطة إنفاذ القانون الأخرى. لا تتوزع مواقع الجريمة بشكل متساوٍ أو عشوائي في الزمان والمكان. لذلك، يمكن لمعدّي خرائط الجريمة تحليل هذه الأنماط المكانية والسعي لفهم أفضل لدور الجغرافيا في حدوثها، مما يتيح أيضًا تطوير حلول عملية للوقاية من الجريمة مصممة خصيصًا لمواقع معينة. لقد أطلق

تطور رسم خرائط الجريمة عصرا جديدا في علم الجريمة المكاني، مما أعاد التأكيد على أهمية المكان كعنصر أساسي لفهم الجريمة والسلوك الإجرامي. في حين الكثير من بحوث علم الجريمة السائدة في تعمل على تفسير الإجرام من منظور سلوكي.

بذلك، فقد أحيت خرائط الجريمة الاهتمام وأعادت تشكيل تقدير العديد من علماء الجريمة لأهمية الجغرافيا المحلية كمحدد للجريمة التي قد تكون بنفس أهمية الدافع الإجرامي بوجود مقياس مكاني حيث تتنوع الجريمة بشكل كبير ويكون لذلك إطارا مرجعيا غالبا ما يكون قابلاً للفحص والمعالجة من قبل تقنيات منع الجريمة. على سبيل المثال، إذا لم تكن هناك نقاط ضعف بيئية أو مكانية محتملة، مثل الشوارع ذات الإضاءة الضعيفة، أو نقص المراقبة الوقائية، أو وجود ضحايا واضحين (مثل السياح الأثرياء أو المركبات غير المؤمنة)، فلن يجرؤ العديد من المجرمين على ارتكاب الجرائم[15].

الفرع الثاني منهجيات تصميم الخرائط الزمكانية للجريمة

يقوم مفهوم الشرطة التنبؤية على فرضية إمكانية التنبؤ بموعد ومكان وقوع الجرائم مرة أخرى في المستقبل باستخدام تحليل حاسوبي مُتطور للمعلومات المتعلقة بالجرائم المُرتكبة سابقًا[16]. بينما توسع بحوث أخرى في علم الإجرام من هذا المفهوم ليشمل التنبؤ بالأفراد أيضا وليس فقط التنبؤ بالأماكن[17]. يحدد جانب آخر من البحوث مفهوم الشرطة التنبؤية بالتركيز على التنبؤ بالأهداف المحتملة لتدخل الشرطة ومنع الجريمة أو حل الجرائم السابقة من خلال وضع تنبؤات إحصائية[18]. بذلك، فإنّ من أهم ركائز عمل الشرطة التنبؤية هو استخدام مجموعة واسعة من أنواع البيانات، حيث تعتمد الشرطة التنبؤية بصورة أساسية على التحليلات الوصفية التي تهدف إلى كشف اتجاهات الجريمة وفهمها من خلال معالجة مجموعة واسعة من البيانات. بحيث تستفيد جهات إنفاذ القانون في بناء استراتيجيتها أوتكتيكاتها لكيفية استخدام مواردها البشرية والمادية بفعالية. أيضا، من السمات المهمة للشرطة التنبؤية هو الطبيعة الاستباقية، مناط هذه السمة التصرف بصورة مسبقة عن وقوع الأنشطة الإجرامية وبهدف منعها. يكمن التحدي في هذا التحليل في كيفية التعرف على الأنماط من خلال التفاعل الديناميكي بين المكان والزمان والجريمة. ويُعتبر هذا تحديا لأن أنماط الجريمة تُعتبر متغيرة باختلاف الزمان والمكان[19].

في هذا المضمار، يتم استخدام أنواع متنوعة من مناهج تحليل الأنماط المكانية والزمانية. يلخص الفرع الحالي الأنماط المكانية والزمانية في خمس فئات رئيسية: (1) النمط المكاني، (2) النمط

الزمني، (3) النمط المكاني الزماني المتكرر، (4) النمط المكاني الزماني غير المعتاد، و(5) التأثير المكاني الزماني الناتج عن التدخل، وفقا ما يلي:

أولا: منهجية النمط المكاني: يُعد تحليل الأنماط المكانية عمليةً لدراسة تشتت الأحداث المكانية، حيث لا تتوزع الجرائم عموما بالتساوي على الخرائط، إنما تتجمع في بعض المناطق وتغيب في مناطق أخرى. يمكن أن تُشكل الجريمة أنماطًا مختلفة تمامًا بمستويات تحليل مختلفة[20]. يمكن الإشارة إلى نوعين رئيسيين من الأنماط المكانية، هما: (1) البؤرة الساخنة، و(2) الترابط المكاني والعلاقات الطوبولوجية.

1) البؤرة الساخنة (Hotspot): كما سبقت الإشارة، فالبؤرة الساخنة تشكل نمط جريمة مكاني. من منظور رسم خرائط الجريمة، فالبؤرة الساخنة هي منطقة جغرافية ذات معدلات وقوع أحداث معينة أعلى من المتوسط[21]. بشكل عام، يكتشف تحليل النقاط الساخنة الأنماط المكانية الثابتة من خلال التجميع المكاني، والذي يشير إلى تجميع مجموعة من الأحداث المكانية في مجموعات وفقًا لتشابهها، أي بتصنيف الكائنات إلى مجموعات، أو بتعبير أدق، تقسيم مجموعة بيانات إلى مجموعات فرعية (عناقيد) بناءً على بعض معايير التشابه[22]. تشمل تقنيات التجميع مواقع النقاط، والتسلسل الهرمي، والتقسيم، والكثافة، والتكتل، وغيرها، وتُستخدم هذه التقنيات للعثور على النقاط الساخنة.

2) الترابط والعلاقات الطوبولوجية (Collocation and topological relationships): بخلاف النقاط الساخنة، يُعتبر الترابط والعلاقات الطوبولوجية[23] تحتوي الأجسام المكانية، مثل أنواع الجرائم المختلفة والبيئات المحيطة، على معلومات هامة لتحليل أنماط الجريمة. على سبيل المثال، قد يكون محلل الجرائم مهتمًا بدراسة ما إذا كانت سرقات المتاجر تحدث بشكل أكثر تكرارًا داخل مراكز التسوق.

ثانيا: منهجية النمط الزمني (Temporal pattern): يعتبر تحليل الأنماط الزمنية أكثر تعقيدًا من تحليل أنماط الجريمة المكانية، حيث يمكن عرض البيانات الزمنية وتنظيمها بمقاييس متنوعة مثل الثواني والدقائق والأيام والأسابيع والأشهر والسنوات. بالإضافة إلى ذلك، يمكن ربط هذه المقاييس الزمنية بعلاقات متعددة، مثل المدة والفواصل الزمنية. يهدف التحليل الزمني التقليدي إلى دراسة بيانات السلاسل الزمنية لاستخراج معلومات ذات صلة، وأنماط ذات دلالة، وخصائص مفيدة أخرى تتعلق بهذه البيانات[24].

يوجد عدة مناهج مختلفة لاستخراج البيانات الزمنية لتلبية احتياجات معرفية مختلفة. بشكل عام، تُصنَّف مناهج استخراج البيانات الزمنية هذه إلى أربع فئات هي[25]: (1) تحليل الاتجاهات، (2) البحث عن التشابه، (3) تحليل الدورية، و(4) التعدين التسلسلي. بالإضافة إلى ذلك، نناقش أيضًا نوعًا آخر من أنماط التطور الزمني (5).

1) تحليل الاتجاهات (Trend analysis): يشير تحليل الاتجاهات، عموما إلى استخلاص الأنماط الزمنية الكامنة في بيانات السلاسل الزمنية طويلة الأجل على مدى عدة سنوات. تُقسّم الأنماط الزمنية في تحليل الاتجاهات تتكون الحركة عادةً من أربعة مكونات: (1) حركات طويلة الأجل أو حركات الاتجاه، (2) حركات دورية (وهي التذبذبات الطويلة الأجل التي تحدث في سلسلة زمنية)، (3) حركات موسمية (التي تتكرر سنويًا)، و(4) حركات غير منتظمة أو عشوائية. من خلال تحليل هذه المكونات الأربعة، يمكن للمحللين فهم التغيرات في موضوع معين على مر الزمن بشكل أفضل[26].

2) البحث عن التشابه (Similarity search): يبحث عن التشابه في تحليل السلاسل الزمنية عن تسلسلات بيانات تختلف اختلافًا طفيفًا فقط عن تسلسل الاستعلام الأساسي المُعطى للبحث أو موضوع البحث.

قد يكون نمط التشابه مفيدًا في تحليل الجريمة. على سبيل المثال، لنفترض أن ضابط شرطة اكتشف وقوع العديد من الجرائم العنيفة خلال الفترة من الساعة 1 ظهرًا إلى 3 عصرا في الأسبوع الماضي، فقد يرغب ضابط الشرطة أيضا في دراسة الأيام في مجموعة بيانات السلسلة الزمنية التاريخية التي شهدت نمط جريمة مماثل[27].

3) تحليل الدورية (Periodicity analysis): يبحث تحليل الدورية عن الأنماط المتكررة في قواعد بيانات السلاسل الزمنية، على سبيل المثال، يجلس (أ) أمام الحاسوب يوميًا الساعة 9:00 صباحا باستثناء عطلة نهاية الأسبوع. يمكن تقسيم هذا النوع من تحليل استخراج البيانات إلى ثلاث فئات: دوري كامل (مثلًا، سرقة المركبات تحدث من الساعة 6:00 صباحا إلى 6:30 مساءً كل يوم)، دوري جزئي (مثلًا، سرقة المركبات تحدث من الساعة 6:00 صباحًا إلى 6:30 مساءً كل عطلة نهاية أسبوع، ولكن هذا النوع من السرقة لا يتسم بانتظام كبير في أوقات أخرى)، أو دوري غير منتظم (مثلًا، إذا حدثت سرقة مركبة يوم الاثنين، فستتكرر يوم الثلاثاء)[28].

4) تحليل الأنماط المتسلسلة (Sequential patterns analysis): يهدف استخراج

الأنماط المتسلسلة إلى إيجاد أنماط متكررة الحدوث مرتبطة بتسلسلات زمنية. وقد دُرست عملية استخراج الأنماط المتسلسلة على نطاق واسع في العديد من مجالات التطبيق، مثل تحليل سوق الأسهم، والتنبؤ بالمناخ، ومكافحة الأمراض، وتوقعات المبيعات [29]ومن الأمثلة على الأنماط المتسلسلة في تحليل الجريمة: "من المرجح أن يشتري المخدرات، الجاني الذي ارتكب جريمة سرقة في غضون أسبوع واحد".

ثالثا: منهجية النمط المكاني–الزماني المتكرر (Frequent spatio–temporal pattern): يهدف تحليل الأنماط المكانية–الزمانية المتكررة إلى استكشاف العلاقة بين المكان والزمان والحدث الجرمي. وهناك أربعة أنواع من هذه الأنماط.: (١) نقطة اتصال مكانية–زمانية، (٢) الترابط المكاني–الزماني والعلاقات الطوبولوجية، (٣) التسلسل المكاني–الزماني، و(٤) قاعدة الارتباط المكاني–الزماني.

1) نقطة اتصال مكانية–زمانية (Spatio–temporal hotspot): تهدف نقطة الاتصال المكانية–الزمانية إلى إضافة معلومات زمنية عن بؤرة إجرامية ساخنة. تتمثل إحدى الطرق البسيطة لعرض المعلومات الزمنية لبؤر الجريمة المكانية في الجمع بين خريطة لبؤر الجريمة المكانية وعرض بياني للعلامات الزمنية المتقاطعة مع المكان.

2) التوافق المكاني الزماني والأنماط الطوبولوجية (Spatio–temporal collocation and topological patterns): تستطيع تقنيات استخراج البيانات تحديد نمط التوافق المكاني والنمط الطوبولوجي أي العلاقات البينية للأنماط المكانية في منظور زمني ثابت. على سبيل المثال،

أحد التطبيقات العملية المتعلقة بالتوافق المكاني–الزماني والعلاقات الطوبولوجية في تحليل الجريمة هي الروابط بين مواقع سرقة المركبات واستعادة المركبات. يمكن أن يوفر تحليل الارتباط معلومات للمحللين حول الأماكن الأكثر احتمالاً لاستعادة المركبات المسروقة[30].

3) التسلسل المكاني–الزماني (Spatio–temporal sequence): يشير التسلسل المكاني–الزماني إلى إيجاد العلاقات المتبادلة للأنماط المكانية في وجهات نظر زمنية مختلفة. على سبيل المثال، يمكن لاستخراج أنماط التدفق دمج المواقيت الزمنية في تحليل الأنماط المكانية. بحيث يهدف هذا التحليل إلى وصف أولا كيف يُشير حدثٌ ما في منطقةٍ ما إلى وقوع حدثٍ آخر في منطقةٍ ثانية، ثانيا كيف يُمكن أن تُؤثر تغييرات الحدث في منطقةٍ ما على الأحداث في منطقةٍ أخرى.

4) قاعدة الارتباط المكاني (Spatial association rule): تعد قاعدة الارتباط المكاني نهجا لاكتشاف قواعد الارتباط بين مجموعات العناصر المكانية، وربما بعض مجموعات العناصر غير المكانية. يُعد استخراج قواعد الارتباط الزمني النهج الأمثل لاكتشاف قواعد الارتباط المثيرة للاهتمام التي لا تظهر إلا في فترة زمنية محددة. والتي تصف كيفية تحرك العناصر أو الأنشطة بين مناطق محددة بمرور الوقت[31].

رابعا: منهجية نمط مكاني–زماني غير عادي (Unusual spatio–temporal pattern): تأخذ منهجية نمط مكاني–زماني غير عادي أشكالًا مختلفة عن الأنماط المكانية–الزمانية المتكررة، مثل النقاط الساخنة، والارتباط، والعلاقة أو التسلسل الطوبولوجي، حيث يمكن تفسير نشوء هذا النوع من الأنماط بأنه استثنائي أوغير مألوف. طوّرت العديد من المناهج لتحديد ما إذا كان النمط المكاني–الزماني الشاذ يُعزى إلى الصدفة العشوائية أم لا[32].

خامسا: منهجية التأثيرات المكانية–الزمانية الناتجة عن التدخل (Spatio–temporal effects due to intervention): نعتبر أن التأثير المكاني–الزماني الناتج عن التدخل هو فئة محددة من الأنماط المكانية–الزمانية الممتدة من نمط مكاني–زماني غير عادي. ومن الأمثلة النموذجية على التأثير المكاني–الزماني تلك المتعلقة بالتداخلات الإنزياحية الأثر لأجهزة الشرطة. في بعض الحالات، قد لا تؤدي حملة لمكافحة الجريمة في منطقة معينة إلى الحد من الجريمة بشكل فعلي، بل قد تؤدي فقط إلى نقلها أو تحويلها إلى المناطق المجاورة. وقد أُجريت العديد من الدراسات التجريبية لتقييم آثار النزوح[33]. بالمقابل، كما قد يؤدي انتشار الشرطة إلى تحقيق انخفاض في معدلات الجريمة في المناطق القريبة من مناطق التدخل، حتى لو لم تكن هذه المناطق مستهدفة فعليا بالتدخل نفسه[34]. تجدر الإشارة في هذا السياق، إلى أنّه يمكن أن يكون إزاحة أو نقل الجريمة مكانيا بسبب التدخل الشُرطي نتيجة مقصودة؛ بما يمكن تسميته بالنزوح الحميد للجريمة، على سبيل المثال، نقل سوق مخدرات من منطقة سكنية إلى منطقة نائية من شأنه أن يُحدث ضررا مجتمعيا أقل.

المبحث الثاني: الذكاء الاصطناعي ودوره في رسم الخرائط الزمكانية للجريمة

يمكن أن تلعب خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي دورا حيويا في مكافحة الجرائم. توفر أنظمة الذكاء الاصطناعي العديد من الفوائد، مثل القدرة على معالجة كميات هائلة من المعلومات بسرعة ومن مصادر وأشكال متنوعة. يتناول المبحث الحالي:

المطلب الأول: تعريف الذكاء الاصطناعي ومكوناته.

المطلب الثاني: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في رسم الخرائط الزمكانية للجريمة.

المطلب الأول تعريف الذكاء الاصطناعي ومكوناته

علم الذكاء الاصطناعي من العلوم الحديثة نسبياً؛ إذ ارتبط في نشأته وتطوره بنشأة وتطور علوم الحاسوب والعلوم المرتبطة بتقنيات ومجالات الحواسيب مثل علوم الحاسوب، تقنية المعلومات، وهندسة الحاسوب. أدى هذا التطور إلى إنتاج أجيال متقدمة من الحواسيب. على الرغم من أن ظهور علم الذكاء الاصطناعي كعلم مستقل له فروعه ومجالاته المتعددة يعد حديثاً نسبياً بعد أن كان جزءاً من علوم الحاسوب، إلا أن بوادر استقلاله جاءت بعد وقت قصير من تكونه كفرع من فروع علوم الحاسوب.

يتناول هذا المطلب:

الفرع الأول: تعريف الذكاء الاصطناعي.

الفرع الثاني: مكونات الذكاء الإصطناعي.

الفرع الأول تعريف الذكاء الاصطناعي

الذكاء الاصطناعي هو نتاج ابتكار الإنسان، ويتمثل في منح الحاسوب القدرة المبرمجة على التعلّم لأداء مهام معينة، والتي غالبًا ما تقارن بمفهوم الذكاء البشري، مثل القدرة على التعلم واتخاذ القرارات. يُعتبر الذكاء الاصطناعي أحد فروع علوم الحاسوب، حيث يسعى إلى تطوير البرمجيات والآلات لتكون قادرة على محاكاة الذكاء البشري وأداء مجموعة من المهام المعقدة. وقد قام العلماء والباحثون بجهود كبيرة للوصول إلى مستوى من الذكاء يقترب من القدرات العقلية للبشر.

تعريف الذكاء الاصطناعي: تعددت التعريفات والمفاهيم المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، مما يعكس طبيعة هذا المجال المتطور والمتنوع التخصصات. يُعتبر العالم الأمريكي جون ماكارثي (John McCarthy) هو المؤسس الأول لمصطلح "الذكاء الاصطناعي" في عام 1956، كما يُعتبر من أوائل من عرّفوا هذا المجال كعلم يهتم بهندسة الآلات الذكية، وخاصة برامج الكمبيوتر. من خلال مراجعة الدراسات والأدبيات في مجال الذكاء الاصطناعي، يتضح أن هذه التعريفات تناولت الذكاء الاصطناعي من أربع مقاربات (Russell & Norvig، 2016)[35]، وهي: التفكير كإنسان، والتفكير بعقلانية، والتصرف كإنسان، والتصرف بعقلانية[36]. ويشير هذا التنوع إلى أن جميع التعريفات تتفق على أن الهدف من الذكاء الاصطناعي هو تطوير أنظمة قادرة على تنفيذ مهام تتطلب عادةً ذكاءً بشريًا، وذلك من خلال أربع مقاربات مختلفة.

أ- **التفكير كإنسان** (Thinking Humanly): تركز هذه المقاربة على بناء أنظمة الذكاء

الاصطناعي التي يمكنها التفكير مثل الإنسان. والهدف هو إنشاء أنظمة يمكنها فهم اللغة البشرية، والعواطف، والثقافة ويمكنها التفاعل مع البشر بطريقة طبيعية.

ب- **التفكير العقلاني** (Thinking Rationally): تركز هذه المنهجية على بناء أنظمة الذكاء الاصطناعي القادرة على التفكير المنطقي واتخاذ القرارات بناءً على المعلومات والقواعد. والهدف هو إنشاء أنظمة قادرة على حل المشكلات واتخاذ القرارات بطريقة تتفق مع مبادئ التفكير العقلاني[37].

ت- **التصرف كإنسان** (Acting Humanly): تركز هذه المقاربة على تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي القادرة على التصرف بطريقة مشابهة للبشر. الهدف هو إنشاء أنظمة تستطيع تنفيذ مهام مثل التعرف على الصوت، والتعرف على الصور، والتحكم في الروبوتات بأسلوب يشبه الإنسان. يستخدم هذا النهج بشكل أساسي في مجال الرؤية الحاسوبية والروبوتات.[38].

ث- **التصرف بعقلانية** (Acting Rationally): تركز هذه المقاربة على تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي القادرة على التصرف بعقلانية. الهدف هو إنشاء أنظمة تستطيع اتخاذ **قرارات وإجراءات تتماشى مع مبادئ التفكير العقلاني، مما يمكنها من تحقيق أهدافها بكفاءة** وفعالية. يُستخدم هذا النهج بشكل رئيسي في أنظمة الذكاء الاصطناعي التي تتطلب اتخاذ قرارات وإجراءات لتحقيق أهدافها بطريقة عقلانية وفعالة[39].

يُعرّف البحث الحالي الذكاء الاصطناعي بأنه تقليد للذكاء البشري باستخدام تقنيات متطورة تشمل خوارزميات مُصممة مسبقاً لتحليل كميات هائلة من البيانات والمعلومات، والتعرف عليها وفهمها، واتخاذ القرارات استناداً إلى تلك البيانات المخزنة بطريقة تحاكي السلوك والتفكير البشري العقلاني.

الفرع الثاني: مكونات الذكاء الاصطناعي

تتسم قدرات الذكاء الاصطناعي والوظائف التي يمكنه أداؤها بالتنوع والتعقيد. وقد أدى هذا التنوع في القدرات والإمكانات إلى ظهور مجموعة متنوعة من المكونات التقنية التي تطورت مع تقدم تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي.

تشمل مكونات الذكاء الاصطناعي: تعلم الآلة، التعلم العميق، الروبوتات، معالجة اللغة الطبيعية، والذكاء الاصطناعي التوليدي. هذه المكونات تمنح الذكاء الاصطناعي قدرات متنوعة يتم الإستفادة منها في كثير من المجالات. يمكن عرض هذه المكونات منة خلال تقسيمها إلى فرعين

أساسيين، هما: هما تعلم الآلة، والتعلم العميق. يتناول الفرع الحالي: **أولا: تعلم الآلة. ثانيا: التعلم العميق.**

أولا: تعلّـم الآلـة: يُعتبر تعلم الآلة (**Machine Learning (ML)**) أحد مكونات الذكاء الاصطناعي، حيث يركز على تمكين الآلات من التعلم الذاتي استنادا إلى التجارب أو الخبرات السابقة. يتيح ذلك للآلة القدرة على اتخاذ القرارات المناسبة والتنبؤ بناءً على ثلاثة عناصر رئيسية هي كميات ضخمة من البيانات (Data)، وثانيا، الميزات الوظيفية أو السمات (Features)، وثالثا، الخوارزميات (Algorithm) التي تُستخدم لتطوير نماذج سلوك وعمل للمستقبل. **على النحو التالي: 1) البيانات(Data):** تكتسب الآلة معرفتها وتطور خبراتها من البيانات التي تُقدم لها. وتأخذ أشكال متنوعة، حيث تشمل الأرقام، الملفات الصوتية، أو الصور. 2) **الميـزات الوظيفية أو السمات أو الخواص (Features):** تعتبر إحدى العوامل الأساسية التي تؤثر بشكل كبير على جودة عملية التعلم، حيث تُساعد الآلة في تحديد النقاط المهمة في البيانات، والتي ستُستخدم كأساس للتنبؤ. 3) **الخوارزميات (Algorithm):** وهي تحدد طريقة التعلم؛ إن اختيار الخوارزمية المناسبة للمهمة مهم جداً فإنه سيؤثر على المدة المستغرقة للتعلم ودقة النتيجة النهائية. ومن الجدير بالذكر أن دمج خورزميات متعددة معاً يكون في كثير من الحالات هو الخيار الأمثل لكن فعل ذلك بطريقة بناءة يحتاج خبرة كبيرة من المبرمج.

ثانيا: التعلّـم العميـق: يعد التعلم العميق (**Deep Learning (DL)**) أحد المكونات الرئيسية ذات الصلة بالذكاء الاصطناعي ويُصنف في كثير من الدراسات كفئة فرعية من تعلم الآلة [40].يعنى التعلم العميق بإيجاد نظريات وخوارزميات تسمح للآلة بالتعلم من تلقاء نفسها من خلال محاكاة الخلايا العصبية في جسم الإنسان أي تقليد طريقة عمل الدماغ البشري. في الخمسينيات بدأ الباحثون والعلماء بدراسة تطوير الشبكات العصبية من خلال استيحاء الطبيعة البشرية وكيف يمكن توظيفها في البرمجة، ولكن النتائج لم تكن مشجعة نظراً لضعف التكنولوجيا في ذلك الوقت. لاحقًا، ومع تقدم التكنولوجيا بدأ العلماء بالتركيز على تحسين تقنيات التعلم العميق.

في عام 2006 اخترع باحثون تقنية تسمى (Deep Belief Networks) "شبكات الاعتقاد العميق" والتي ساعدت في تطوير النماذج العصبية وتحسين أدائها في التعلم العميق. يتم استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية لتعليم الأجهزة بطريقة تفاعلية كيفية تحسين أدائها تدريجياً ويسمح للأجهزة بالتعرف على الأنماط والميزات المعقدة في الصور والصوت والنص من خلال تدريبها

على مجموعة كبيرة من البيانات.

يتم تدريب الشبكات العصبية الاصطناعية عن طريق تغذية الأجهزة بمجموعة كبيرة من البيانات وتزويدها بالإجابات الصحيحة، ويتم اختبار أداء الأجهزة في تحليل البيانات وهل ستتنبأ بالإجابة الصحيحة في البيانات الجديدة التي تراها لأول مرة، مع مرور الوقت يتحسن أداء الآلة، فتبدأ في التعرف على الأنماط وتحليل البيانات بدقة ومهارة أكبر. تشكل ما يسمى بالشبكات العصبية العمود الفقري لخوارزمية التعلم العميق، والتي، بعبارات بسيطة، تمكن من اختيار المعرفة من مجموعات بيانات شاسعة ومتنوعة. بالتالي، وجد مفهوم الشبكات العصبية أصله في علم الأعصاب لأنه يهدف إلى محاكاة وظيفة الخلايا العصبية البشرية في الجهاز العصبي بالمعنى التكنولوجي[41]. بالنظر إلى عمل الشبكات العصبية في التعلم العميق، تتألف الشبكات العصبية من عدة طبقات (Layers) تتكون الطبقات من طبقات إدخال (Input layers) وطبقات إخراج (Output layers) على مستويات متعددة مخفية (Hidden layers) في بنية متداخلة لتعلم تمثيلات الميزات الهرمية من البيانات، مما يؤدي إلى تحسين الأداء في مهام مختلفة. وبالتالي، فإن التعلم العميق قادر على معالجة البيانات عالية الأبعاد في مجالات مختلفة، بدءًا من البيانات أحادية البعد مثل الإشارات والنصوص إلى البيانات متعددة الأبعاد مثل الصور أو الفيديو أو الصوت. كما مكنت هذه التطورات من مجموعة كبيرة من حالات الاستخدام عبر مجالات مختلفة، بدءًا من المجال المجتمعي، مثل تحسين الرعاية الصحية والاستدامة إلى الأسواق الإلكترونية، حيث يمكن للتعلم العميق تحسين الأسعار، والعمل كأنظمة توصية، والتنبؤ بالطلبات، واكتشاف تقييمات المستهلكين المزيفة[42]. بذلك يمكن القول أنّ للتعلم العميق ثلاثة ركائز: البيانات، الخوارزميات، التدريب:

أ- **البيانات:** يتطلب التعلم العميق كمية كبيرة من البيانات لتدريب الآلات على استخراج المعلومات والأنماط الموجودة في البيانات. وعادة ما تكون هذه البيانات في نفس المجال الذي يتم تدريب الآلات فيه، مثل الصور أو النصوص أو الصوت.

ب - **الخوارزميات:** في التعلم العميق، يتم استخدام خوارزميات معقدة لتدريب الآلات على استخراج المعلومات والأنماط المختلفة في البيانات، ومن ثم تحسين أدائها تدريجيًا. وتشمل هذه الخوارزميات الشبكات العصبية الاصطناعية والشبكات العصبية المتكررة والشبكات العصبية البشرية، اعتماداً على نوع البيانات ونوع المهمة التي يتم إجراؤها، يتم اختيار الخوارزمية الأكثر

ملاءمة. الخوارزميات الأكثر استخدامًا في التعلم العميق:

ج- **التـدريب:** لتعليم الآلات تقنية التعلم العميق، يتم تزويدها بكمية كبيرة من البيانات مع الإجابات الصحيحة. بعد ذلك، يتم تقييم أدائها في تحليل البيانات والتنبؤ بالإجابات الصحيحة عند التعامل مع بيانات جديدة.

يتم استخدام التعلم العميق في مجالات متعددة، مثل التعرف على الكلام، والترجمة الآلية، والتعرف على الصور، والتحليل اللغوي، والتشخيص الطبي، والتنبؤ بالأحداث، وغيرها. من المهم أن نلاحظ أن الفرق الرئيسي بين التعلم العميق والتعلم الآلي يكمن في طريقة التعلم وحجم البيانات المعالجة. حيث يتيح التعلم العميق تجميع الميزات المجردة والبيانات غير المنظمة من خلال استخدام مجموعات بيانات أكبر، مما يسهم في معالجة المهام المعقدة بشكل أكثر فعالية.

3- الروبوت(Robotic): يشير مصطلح "الروبوتات" إلى آلات ميكانيكية قابلة للبرمجة تهدف إلى أتمتة المهام التي كان يقوم بها البشر سابقًا. من المهم التمييز بين الروبوتات المستقلة تماما، التي تعمل في بيئات منفصلة حيث لا يوجد خطر على البشر، والروبوتات التعاونية (collaborative robots)، التي تسمح للبشر بالعمل جنبا إلى جنب مع الروبوتات في بيئات آمنة، حيث يمكن لهذه الروبوتات التعرف على وجود البشر. تعتمد وظائف الروبوتات بشكل أساسي على أجهزة الاستشعار التي تكتشف وتتفاعل مع الحركات أو التأثيرات البيئية[43].

4- معالجة اللغة الطبيعية ((Natural Language Processing (NLP)): معالجة اللغة الطبيعية هو مجال متعدد التخصصات يعتمد على تقنيات التعلم الآلي والتعلم العميق واللغويات الحاسوبية. هدفه الأساسي هو تمكين الذكاء الاصطناعي من فهم اللغة الطبيعية للإنسان بطريقة تمكن الآلات من فهمها ومعالجتها وتوليدها بما في ذلك الفهم النحوي للجمل ووضوح القواعد النحوية[44].

5- الذكاء الإصطناعي التوليدي ((Generative Artificial Intelligence (GAI)): يعتبر الذكاء الاصطناعي التوليدي أحد فروع الذكاء الاصطناعي الذي يسعى إلى إنتاج محتوى جديد ومبتكر بشكل تلقائي، بدلاً من الاكتفاء بتحليل أو استخدام البيانات المتاحة. يمكن لهذا النوع من الذكاء الاصطناعي أن ينتج أشكالاً متنوعة من المحتوى، مثل النصوص والصور والأصوات والبرمجيات، بحيث تبدو وكأنها نتاج إبداعي بشري[45].

المطلب الثاني: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في رسم الخرائط الزمكانية للجريمة

1. نظام مراقبة ما قبل الجريمة (PreCobs): في هذه المنهجية، تقوم الشرطة التنبؤية بالخطوات التالية: أولا: تحديد معايير الكشف عن الجرائم المتكررة. ثانيا: حساب المنطقة الجغرافية موضوع المسح (مجال الاهتمام أو التغطية)، وهي الأماكن التي تُكتشف فيها البيانات شبه المتكررة، ثم تُعتبر المنطقة التي تُسمى منطقة المسح بالوحدة المكانية لموضوع التنبؤ، لذا تُختبر المعايير التنبؤية في المناطق المحسوبة من خلال محاكاة رجعية للتأكد من صحة الافتراضات التي وُضعت سابقا.

الفكرة الأساسية لـ PreCobs هي التنبؤ بالجرائم اللاحقة (نهج التكرار القريب) وافتراض نمط التكرار المفترض للجرائم المتسلسلة المهنية لفترة زمنية ومكانية محددة مسبقا، لإنشاء التنبؤ، يتم دمج تقنيات نظام المعلومات الجغرافية (GIS) وبيانات قضايا الشرطة في مسارح الجريمة وأوقات الجريمة مع بعضها البعض، وأخيرا يتم تصور المربعات على خريطة توضح مناطق التنبؤ التي سيتم تصورها في مربعات، ويظهر احتمال وقوع جريمة لاحقة والذي قد يكون مرتفعا. بمجرد الإبلاغ عن رسالة الإنذار التي سيتم إنشاؤها تلقائيا بواسطة PreCobs، يتحقق ضابط الشرطة المسؤول – المسمى "المشغل" في PreCobs – مما إذا كان قد تم إعادة توجيهها أو قمعها[46]. من أجل استبعاد الإنذارات الإيجابية الكاذبة قدر الإمكان، وتحديد الجرائم المتكررة فقط التي ارتبطت فعليا باحتمالية التكرار بمعنى نمط التكرار القريب، والتي ارتكبها مجرم متسلسل، يعمل PreCobs ضمن نظام التصفية المكون من جميع الجرائم التي وقعت في إحدى المناطق شبه المتكررة ضمن نطاق مسؤولية الشرطة المعنية، بناءً على تحليل رجعي لبيانات الجرائم في السنوات الأخيرة، والتي تم فحصها لمعرفة ما إذا كانت قد ارتكبت من قبل الجناة أصحاب السوابق المحتملينلأن افتراض التكرار ينطبق عليهم فقط. وبالتالي، فإن "الجريمة المتكررة" تشكل جريمة مُحفزة؛ لنها تعبر عن فعل يُعتبر بمثابة محفز لسلسلة من الجرائم، والذي، وفقًا لهذا المفهوم، يمكن التنبؤ به مكانيا وزمانيا. الشكل رقم 1.

الشكل رقم 1 رسم توضيحي لإستراتيجية مراقبة ما قبل الجريمة PreCobs[47]

2. تطبيق تقرير حالة الجريمة – العملية (KLB–operativ): يهدف تطبيق KLB–operativ إلى توفير قوة إستراتيجية مُحسّنة وأكثر كفاءة للشرطة. وهي تقنية التنبؤ قابلة للتنفيذ عبر تطبيق على الهواتف الذكية. يُحدّث التطبيق كل صباح، مُحددا الجريمة المحددة المُعاد تدويرها (السطة المنزلي مثلا) خلال الأيام العشرة الماضية، ومُسلطا الضوء على المناطق الأكثر استهدافا يوميا. تتشابه مهام هذا التطبيق مع وظائف خرائط جوجل، تعتمد الطريقة التي يعمل فيها تطبيق KLB–operativ على نهج التكرار القريب، باستخدام بيانات الجريمة للنمذجة ووضع التنبؤات. علاوة على ذلك، تُستخدم بيانات التعداد السكاني الاجتماعي والاقتصادي. بالإضافة إلى ذلك، يُمكّن KLB–operativ المُستخدم من تطبيق وظائف تصفية وبحث مختلفة، وجمع الإحصاءات، وعرض التصورات المشبوهة على خريطة تفاعلية. تستخدم هذه المنهجية لتوفير قوة إستراتيجية مُحسّنة وأكثر كفاءة للشرطة التنبؤية. ويتم تنفيذها بالخطوات التالية: أولا تحميل تطبيق KLB–operativ على الهواتف الذكية لأعضاء الشرطة التنبؤية؛ ٢) التحديث اليومي (عادةً في الصباح) للتطبيق، بإضافة مناطق الجرائم الجنائية إلى خريطة التطبيق. بناءً على هذه المنهجية، سيتم وضع مفهوم للتخطيط العملياتي ومكافحة الجريمة على مدار 24 ساعة، والذي يخضع لسيطرة مركزية، وسيتم استخدام قواعد بيانات الشرطة المتعلقة بجريمة محددة فقط، وهي الجريمة الوحيدة في المنطقة المعنية، في خريطة التنبؤ الخاصة بالشرطة، وسيتم التركيز على نمط التكرار القريب، ومن خلال التحديث اليومي للتطبيق خلال فترة عشرة أيام سابقة، سيتم تسليط الضوء على النقاط الساخنة اليومية (بناءً على نهج التكرار القريب)، وبنفس الآلية، سيتم ترميز أهمية

التنبؤ (درجة الخطر) وفقًا لتغميق لون المنطقة على الخريطة[48]. **الشكل رقم 2.**

الشكل رقم2 رسم توضيحي لإستراتيجية الجريمة-العملية KLB-operativ[49]

3) إستراتيجية التحليلات المتنقلة التنبؤية للشرطة (PreMAP)[50]: حيث يكمن الأساس النظري الرئيسي في الخطوات التالية: 1) تكرار وقوع الضحايا بشكل شبه متكرر في منطقة معينة؛ 2) ظهور هذه المناطق كبؤر ساخنة على الخريطة التفاعلية؛ 3) توجيه الشرطة للقيام بدوريات في تلك المناطق. نظرا لوجود مستودع بيانات داخلي للشرطة، مما يُبسّط التطوير المستقل للبرنامج، فإن بعض أفراد الشرطة مُجهّزين بأجهزة كمبيوتر لوحية، بتطبيق PreMAP متنقل، مما يسمح لهم بمشاهدة البيانات المتعلقة بالتنبؤات والخرائط المقابلة في سيارة الدورية. يركز برنامج PreMAP فقط على السرقة، ونتيجة لذلك، على نمط التكرار القريب، عند تقييم احتمالية حدوث سرقة حديثة مرة أخرى، يتم استخدام نظام تسجيل لتحديد ما إذا كانت الجريمة قد ارتكبت بالفعل. إذا نُفِّذت الجريمة بشكل احترافي، ويُتوقع تكرارها وفقًا لفرضية شبه التكرار، فإن PreMAP يختلف عن تصور المخاطر على شكل بلاطة المعروف باستخدام تصميم خريطة حرارية[51].

4) نظام الجريمة وتوقع الوضع(SKALA) [52]: يُركّز نظام (SKALA) على التنبؤ بمخاطر الجريمة باستخدام البيانات المكانية لكل حي سكني في مراكز الشرطة. يهدف هذا النظام إلى دراسة إمكانيات وقيود التنبؤ بالجريمة، ودراسة كفاءة وفعالية تدخلات الشرطة، يضمن هذا النهج إجراء تنبؤات الجريمة للمدينة بأكملها، وليس لجزء منها فقط. يعتمد نظام (SKALA) على نظريات علم الجريمة والعلوم الاجتماعية، التي لديها القدرة على تفسير التوزيع المكاني والزماني

للجرائم. تُعد ظاهرة التكرار شبه الكامل أحد المتغيرات المؤثرة في نمذجة التنبؤ. بالإضافة إلى ذلك، تُستخدم البيانات الاجتماعية والاقتصادية، مثل معلومات عن موقع السكن أو البناء أو اتصال البنية التحتية. يُستخدم برنامج IBM SPSS Modeler[53] لإجراء النمذجة. باستخدام برنامج استخراج البيانات هذا، يُمكن ربط مصادر البيانات المختلفة ببعضها البعض[54]. يتيح نظام (SKALA): 1) دراسة إمكانيات وقيود التنبؤ بالجريمة؛ 2) التحقق من كفاءة وفعالية تدخلات الشرطة التنبؤية؛ 3) التنبؤ بمخاطر الجريمة باستخدام البيانات المكانية لكل منطقة من مناطق المدينة تحت مسؤولية ضابط شرطة مُحدد (مركز شرطة)، وبالتالي يتم التنبؤ بالجريمة على مستوى المدينة ككل[55]. **الشكل رقم3.**

الشكل رقم 3رسم توضيحي لإستراتيجية التحليلات المتنقلة التنبؤية للشرطة (PreMAP)

الخاتمة والتوصيات

سعى البحث الحالي للإجابة على السؤال الرئيس التالي: ما هو دور الخرائط الزمكانية للجريمة في الحد منها في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي؟

بناءً على البحوث والتقارير والدراسات التي تم عرضها وتحليلها في البحث الحالي، يمكننا الإشارة إلى أهم النتائج والاستخلاصات التي توصل إليها البحث، بالإضافة إلى تسجيل مجموعة من المقترحات أو التوصيات، وفقا لما يلي:

أولا: النتائج والاستخلاصات:

1) رسم خرائط الجريمة هو مصطلح تم استخدامه في السنوات الأخيرة للإشارة إلى تحليل

البيانات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في سياق تطبيق القانون. يمكن تعريف رسم خرائط الجريمة على أنه عملية تستخدم نظام المعلومات الجغرافية بالتزامن مع تقنيات تحليل الجريمة، للتركيز على السياق المكاني للنشاط الإجرامي وأنشطة إنفاذ القانون الأخرى.

2) يبرز دور الخرائط الزمكانية للجريمة في الحد منها من خلال: التنبؤ بالجرائم وبأساليب ارتكابها، والأوقات والأماكن التي يرتفع فيها خطر وقوع الجريمة. التنبؤ بالجناة بتحديد الأفراد المحتملين للتعرض لخطر الإجرام في المستقبل. التنبؤ بضحايا الجريمة من خلال تحديد الأفراد أو الجماعات المحتمل أن يقعوا ضحايا للجريمة في المستقبل. مما يوفّر للأجهزة الشرطية فرصة إجراء التداخلات الاستباقية اللازمة لردع الجريمة أو تقليل فرص وقوعها.

3) يركز الذكاء الاصطناعي على محاكاة الذكاء البشري من خلال استخدام خوارزميات قادرة على التفكير والتحليل والتعلم العميق والتصرف الذاتي، كما تساعد تقنية التحليلات التنبؤية محللي العمليات الأمنية والشرطية في مواجهة التهديدات والأنشطة الجنائية، والاستجابة الفعالة لهذه التهديدات.

4) أن أنماط الجريمة المكانية–الزمانية ترتبط ببعض العوامل، ولكنها لا تحدث عشوائيا، ويساعد تحليل أنماط الجريمة الزمكانية على تحديد نمطها المكاني–الزماني من مجموعة بيانات، والتنبؤ بما قد يحدث في مواقف أخرى في المستقبل. تقدم الأنواع المتنوعة من مناهج تحليل الأنماط المكانية–الزمانية معلومات متعددة لرسم خرائط الجريمة الزمكانية

5) أن المعلومات المكانية والزمانية المستخرجة من الأنماط المكانية–الزمانية للجريمة يمكن تصنيفها عمومًا إلى نوعين: معلومات قائمة على الموقع الجغرافي للجريمة، وأخرى قائمة على العلاقة التفاعلية بين نشاط الجاني والضحية والعنصر الحراسة والردع.

ثانيا: التوصيات:

1) الحاجة إلى تدخل تشريعي لتنظيم استخدام وسائل التنبؤ الخوارزمي بالجريمة، وتحديد جميع الأطر القانونية المتعلقة بها. يجب أن يتناول هذا التدخل مدى جواز تطبيق هذه الوسائل بأثر رجعي، بالإضافة إلى شروط استخدامها، وإمكانية وقف العمل بها بالنسبة للأفراد المعنيين. كما ينبغي تحديد المدد الزمنية المسموح بها لاستخدام هذه التقنية الحديثة من قبل مأموري الضبط، وتأثير زوال حكم الإدانة على التحليل الخوارزمي لبيانات المحكوم عليه، بغض النظر عن سبب زوال الحكم، سواء كان ذلك بالعفو الشامل، أو رد الاعتبار، أو غيرها من الأسباب.

2) العمل على تطوير مرفق الشرطة وميكنته، من خلال إنشاء أقسام خاصة تُعرف بـ "الشرطة التنبؤية"، التي ستقوم بأداء مهامها بالاستعانة بالمتخصصين في نظم المعلومات والبرمجيات. تنظيم استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والأنظمة الرقمية في العمل الأمني، مثل التقاط الصور للتعرف على الوجوه، واستخدام الروبوتات فائقة الذكاء في أعمال الاستدلال الخاصة.

3) من الضروري تدريس موضوعات الخرائط الزمكانية للجريمة القائمة على جغرافية القانون الجنائي، وعلم الطوبولوجيا الجنائي وعلم الإجرام الخوارزمي كجزء من مقررات علم الإجرام والعلوم الجنائية في كليات الحقوق أو القانون، ليتمكن الطلاب من فهم العلاقة بين علم لاإجرام والعلوم الجنائية الحديثة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي وتأثير كل منهما على الآخر.

4) تطوير قدرات أجهزة إنفاذ القانون في مجال استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وحماية البيانات لمكافحة الجرائم وملاحقة مرتكبيها. نقترح تنظيم دورات تدريبية وورش عمل مستمرة لتعريف العاملين في هذا المجال بأحدث التطورات والتقنيات المتقدمة.

5) وضع إطار قانوني شامل لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وحماية البيانات للكشف عن الجرائم والتنبؤ بها، مع مراعاة الحماية الدستورية والقانونية لحقوق الأفراد، وخاصة الحق في الخصوصية وحرمة الحياة الخاصة.

6) ضرورة لعب وسائل الإعلام دور بارز لتسليط الضوء وتركيز الاهتمام على تأثيرات الذاكاء الاصطناعي على سوق العمل، لا يمكن للإعلام أن يتخلّى عن دوره الأساسي فيما يتعلق بالحملات الإعلامية المنتظمة التي تهدف إلى تعزيز وعي مختلف الجهات المعنية وفئات المجتمع بالفرص والمزايا التي توفرها إستراتيجية رسم الخرائط الزمكانية للجريمة وما يمكن أن تساهم به تقنيات الذكاء الاصطناعي في هذا الإطار، وسبل الاستفادة من هذه الفرص. بالمقابل، من واجب الإعلام أيضا، التركيز على التحديات والمخاوف أو الآثار الجانبية المرتبطة بتداخلات الأجهزة الشرطية التي يمكن أن تتم بناء على التنبؤ بالجريمة وخرائطها الزمكانية، سيما ما يتعلق من هذه المخاوف باحترام الخصوصية والحق في الحياة الخاصة، وكذلك أن لا تزيد من نسبة الإشتباه بالأبرياء "ضحايا العدالة".

المراجع

المراجع باللغة العربيّة:

- عبد الله العجمي، سوق العمل العربي في ضوء الذكاء الاصطناعي تحديات التوظيف ومسارات المستقبل، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، جامعة الدول العربية 2026.
- عبد النور عادل، مدخل إلى عالم الذكاء الاصطناعي، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية، 2005.
- عمار علاي & محمد عبد المجيد (2023) استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال التنبؤ بالجريمة والوقاية منها. مجلة جامعة الشارقة للعلوم القانونية، 20(4).
- عمار ياسر محمد زهير البابلي (2019) دور أنظمة الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالجريمة. مجلة الفكر الشرطي، 28(110).
- فادية عبد الرحيم معجم الدخيل في اللغة العربية ولهجاتها بالعربية والإنجليزية والفرنسية والتركية والإيطالية والألمانية (ط. 1)، دمشق: دار القلم.2011
- مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، مجمع اللغة العربية الأردني، ج. 69
- محمد خير أبو حرب (1985)، المعجم المدرسي، مراجعة: ندوة النوري (ط. 1)، دمشق: وزارة التربية، ص. 198. وأيضا:
- منير البعلبكي؛ رمزي البعلبكي (2008). المورد الحديث: قاموس إنكليزي عربي (بالعربية والإنجليزية) (ط. 1). بيروت: دار العلم للملايين. ص. 489.

المراجع باللغة الإنجليزيّة:

- Ale, J.M. and Rossi, G.H. 2000, "An approach to discovering temporal association rules", Proceedings of the 2000 ACM symposium on Applied computing-Volume 1ACM, , pp. 294.
- Alghamdi, J., & Al-Dala'in, T. (2024). Towards spatio-temporal crime events prediction. Multimedia Tools and Applications, 83(7), 18721-18737.
- Ariyo, A. A., Adewumi, A. O., & Ayo, C. K. (2014, March). Stock price prediction using the ARIMA model. In 2014 UKSim-AMSS 16th international

conference on computer modelling and simulation (pp. 106-112). IEEE.

- Banh, L., & Strobel, G. Generative artificial intelligence. Electronic Markets, 33(1), 63. 2023
- Benforado, A. (2009). The geography of criminal law. Cardozo L. Rev., 31, 823.
- Braga, A. A. (2001). The effects of hot spots policing on crime. The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science, 578(1), 104-125.
- Braga, A.A., Weisburd, D.L., Waring, E.J., Mazerolle, L.G., Spelman, W. and Gajewski, F. 1999, "Problem-oriented policing in violent crime places: a randomized controlled experiment", Criminology, vol. 37, no. 3, pp. 541-580.
- Brantingham, P.L., Brantingham, P.J., Vajihollahi, M. and Wuschke, K. 2009, "Crime analysis at multiple scales of aggregation: a topological approach" in Putting crime in its place Springer, , pp. 87-107.
- Brown, D.E. and Oxford, R.B. 2001, "Data mining time series with applications to crime analysis", Systems, Man, and Cybernetics, 2001 IEEE International Conference on, pp. 1453.
- Chainey, S., Tompson, L., & Uhlig, S. (2008). The utility of hotspot mapping for predicting spatial patterns of crime. Security journal, 21(1), 4-28.
- Chowdhary, K.R. Fundamentals of Artificial Intelligence. New Delhi: Springer India.2020 Available at: https://doi.org/10.1007/978-81-322-3972-7.
- Clarke, R.V. and Weisburd, D. 1994, "Diffusion of crime control benefits: Observations on the reverse of displacement", Crime prevention studies, vol. 2, pp. 165-184.
- [1]Dash, S. K., Safro, I., & Srinivasamurthy, R. S. (2018). Spatio-temporal prediction of crimes using network analytic approach. In 2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data) (pp. 1912-1917). IEEE.
- Eck, J., Chainey, S., Cameron, J., & Wilson, R. (2005). Mapping crime: Understanding hotspots.
- Felson, M. and Boba, R.L. 2010, Crime and everyday life, Sage.
- Hagenauer, J., Helbich, M. and Leitner, M. 2011, "Visualization of crime trajectories with self-organizing maps: a case study on evaluating the impact of hurricanes on spatio-temporal crime hotspots", Proceedings of the 25th conference of the International Cartographic Association, Paris
- Han, J. and Kamber, M. 2000, "Mining text database" in Data mining: Concepts and techniques Morgon Kaufmann Publishers, , pp. 410-427.

- Harries, R. (2003). M
- odelling and predicting recorded property crime trends in England and Wales—a retrospective. International Journal of Forecasting, 19(4), 557-566.
- Hsu, W., Lee, M.L. and Wang, J. 2008a, "Mining flow patterns in spatio-temporal data" in Temporal and spatio-temporal data mining IGI Publising, Hershey, USA, pp. 157-188.
- https://theswissquality.ch/advancing-law-enforcement-the-role-of-ai-in-predictive-policing-in-saudi-arabia-and-uae/
- Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. Judgment under uncertainty: heuristics and biases Cambridge. MA: Cambridge.1982
- Kennedy, L. W., & Caplan, J. M. (2012). A theory of risky places. Newark, NJ: Rutgers Center on Public Security. Accessed February, 12, 2021.
- Kreutzer, Ralf T., and Marie Sirrenberg. Künstliche Intelligenz verstehen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.
- Leong, K., & Sung, A. (2015). A review of spatio-temporal pattern analysis approaches on crime analysis. International E-Journal of Criminal Sciences, (9).
- Leong, K., & Sung, A. (2015). A review of spatio-temporal pattern analysis approaches on crime analysis. International E-Journal of Criminal Sciences, (9)
- Levine, N. (2006). Crime mapping and the Crimestat program. Geographical analysis, 38(1), 41-56.
- Levine, N. 2008, "CrimeStat: A Spatial Statistical Program for the Analysis of Crime Incidents" in Encyclopedia of GIS, eds. S. Shekhar and H. Xiong, Springer, , pp. 187-193.
- Malone, T., Rus, D. and Laubacher, R. Artificial Intelligence and the Future of Work, Massachusetts Institute of Technology.2020
- Modise, John Motsamai. "Key Elements of Predictive Policing Include Crime Analysis, Crime Mapping and Geographies."
- Ramirez, J.C., Cook, D.J., Peterson, L.L. and Peterson, D.M. 2000, "An event set approach to sequence discovery in medical data", Intelligent Data Analysis, vol. 4, no. 6, pp. 513-530.
- Ratcliffe, J. H. (2004). Crime mapping and the training needs of law enforcement. European Journal on Criminal policy and research, 10, 65-83.
- Ratcliffe, Jerry. "Crime mapping: Spatial and temporal challenges." Handbook of quantitative criminology (2010): 5-24.
- Rossmo, D. K., Lu, Y., & Fang, T. B. (2012). Spatial-temporal crime paths. In Patterns, prevention, and geometry of crime (pp. 16-42). Routledge.

- Rossmo, D. K., Lu, Y., & Fang, T. B. Ibid.
- Russell, Stuart J., and Peter Norvig. Artificial intelligence: a modern approach. Pearson, 2016.
- Shekhar, S., Zhang, P., Huang, Y. and Vatsavai, R.R. 2003, "Trends in spatial data mining" in Data mining: Next generation challenges and future directions, eds. H. Kargupta, A. Joshi, K. Sivakumar, Y. Yesha and A. Joshi, AAAI/MIT Press, , pp. 357-380.
- Siau K, Education in the Age of Artificial Intelligence : How will Technology Shape Learning? The Global Analyst, Vol . 7, No . 3, pp . 22-24 2018
- Taulli, Tom. "Machine Learning: Mining Insights from Data." Artificial intelligence basics: A non-technical introduction. Berkeley, CA: Apress, 2019. 39-67.
- Verma, A., & Lodha, S. K. (2002). A topological representation of the criminal event. Western Criminology Review, 3(2), 37-48.
- Weisburd, D. L., & McEwen, T. (2015). Introduction: Crime mapping and crime prevention. Available at SSRN 2629850.
- Weisburd, D., Groff, E. R., & Yang, S. M. (2012). The criminology of place: Street segments and our understanding of the crime problem. Oxford University Press.
- Wu, Y., Agrawal, D. and El Abbadi, A. 2000, "A comparison of DFT and DWT based similarity search in time-series databases", Proceedings of the ninth international conference on Information and knowledge managementACM, , pp. 488.

Yu, C. H., Ding, W., Chen, P., & Morabito, M. (2014). Crime forecasting using spatio-temporal pattern with ensemble learning. In Advances in Knowledge Discovery and Data Mining: 18th Pacific-Asia Conference, PAKDD 2014, Tainan, Taiwan, May 13-16, 2014. Proceedings, Part II 18 (pp. 174-185). Springer International Publishing.

1 يبدو من المناسب الإشارة إلى أنّ عبارة (جغرافية) تعني وصف الأرض أو علم المعالم هو علم يختص بدراسة وصف الأرض من حيث مظاهر العمران التي أنشأها البشر، والتي تُعرف بالمعالم الجغرافية البشرية، بالإضافة إلى ظواهر الطبيعة التي تُعرف بالمعالم الجغرافية الطبيعية. انظر:

محمد خير أبو حرب (1985)، المعجم المدرسي، مراجعة: ندوة النوري (ط. 1)، دمشق: وزارة التربية، ص. 198. وأيضا:

كما تم توظيف عبارة (جغرافية) في القانون الجنائي لوصف المعالم المكانية والزمانية والبشرية للجريمة، يراجع في هذا الخصوص كتاب "جغرافية القانون الجنائي" باللغة الإنكليزية:

Benforado, A. (2009). The geography of criminal law. *Cardozo L. Rev.*, *31*, 823.

2Braga, A. A. (2001). The effects of hot spots policing on crime. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, *578*(1), 104-125.

وانظر أيضا:

Chainey, S., Tompson, L., & Uhlig, S. (2008). The utility of hotspot mapping for predicting spatial patterns of crime. *Security journal*, *21*(1), 4-28.

3 الواقع أنّ تواتر تركّز الجرائم في أماكن محددة استدعى نشوء مجال دراسة جديد في العلوم الجنائية، أطلق عليه عليه اسم علم الجريمة المكاني (Criminology of Place).

إنظر للتوسع:

Weisburd, D., Groff, E. R., & Yang, S. M. (2012). *The criminology of place: Street segments and our understanding of the crime problem*. Oxford University Press.

4 Kennedy, L. W., & Caplan, J. M. (2012). A theory of risky places. Newark, NJ: Rutgers Center on Public Security. Accessed February, 12, 2021.

5 Rossmo, D. K., Lu, Y., & Fang, T. B. (2012). Spatial-temporal crime paths. In *Patterns, prevention, and geometry of crime* (pp. 16-42). Routledge.

6 Leong, K., & Sung, A. (2015). A review of spatio-temporal pattern analysis approaches on crime analysis. International E-Journal of Criminal Sciences, (9).

7 Eck, J., Chainey, S., Cameron, J., & Wilson, R. (2005). Mapping crime: Understanding hotspots.

8 Leong, K., & Sung, A. (2015). A review of spatio-temporal pattern analysis approaches on crime analysis. International E-Journal of Criminal Sciences, (9)

9 Alghamdi, J., & Al-Dala'in, T. (2024). Towards spatio-temporal crime events prediction. *Multimedia Tools and Applications*, *83*(7), 18721-18737.

10 Yu, C. H., Ding, W., Chen, P., & Morabito, M. (2014). Crime forecasting using spatio-temporal pattern with ensemble learning. In *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining: 18th Pacific-Asia Conference, PAKDD 2014, Tainan, Taiwan, May 13-16, 2014. Proceedings, Part II 18* (pp. 174-185). Springer International Publishing.

11 Levine, N. (2006). Crime mapping and the Crimestat program. *Geographical analysis*, *38*(1), 41-56.

12 تُظهر مراجعة الأدبيات التاريخية من تلك الفترة حتى الوقت الحاضر وجود عدة عصور شهدت اهتمامًا كبيرًا برسم خرائط الجريمة، تلاها تراجع ملحوظ في هذا الاهتمام. في عام 1829، تم إعداد أول خرائط للجريمة. استُخدمت الإحصاءات الجنائية من الفترة بين 1825 و1827، بالإضافة إلى البيانات الديموغرافية من أحدث تعداد سكاني في فرنسا، لإنشاء خرائط توضح الجرائم ضد الممتلكات، والجرائم ضد الأشخاص، ومستويات التعليم. وبمقارنة هذه الخرائط، وجدوا أن الجزء الشمالي الشرقي من فرنسا (من أورليان إلى فرانش كونت) كان أكثر تعليمًا، وأن المناطق ذات المستويات العالية من الجرائم ضد الممتلكات شهدت انخفاضًا في حوادث الاعتداء على الناس، وأن المناطق ذات المستويات الأعلى من جرائم الممتلكات كانت مأهولة بأشخاص ذوي مستويات تعليمية أعلى.

يراجع:

Weisburd, D. L., & McEwen, T. (2015). Introduction: Crime mapping and crime prevention. *Available at SSRN 2629850*.

13 Rossmo, D. K., Lu, Y., & Fang, T. B. Ibid.

14 أنظمة المعلومات الجغرافية (بالإنجليزية: Geographic information system) واختصاره GIS، هو نظام حاسوبي يهدف إلى جمع وصيانة وتخزين وتحليل وإخراج وتوزيع البيانات والمعلومات المكانية. تعمل هذه الأنظمة على جمع وإدخال ومعالجة وتحليل وعرض وإخراج المعلومات المكانية والوصفية لأغراض محددة، مما يسهم في دعم عمليات التخطيط واتخاذ القرار.

15 Ratcliffe, Jerry. "Crime mapping: Spatial and temporal challenges." Handbook of quantitative criminology (2010): 5-24.

16 Carrabine, E., Cox, P., Crowhurst, I., Di Ronco, A., Fussey, P., Sergi, A., & Turton, J. (2020). *Criminology: A sociological introduction*. Routledge.

17 Perry, W.L., McInnis, B., Price, C.C., Smith, S.C. and Hollywood, J.S. Ibid.

18 Albert Meijer & Martijn Wessels (2019) Predictive Policing: Review of Benefits and Drawbacks, International Journal of Public Administration, 42:12, 1031-1039,

19 Harries, R. (2003). Modelling and predicting recorded property crime trends in England and Wales—a retrospective. International Journal of Forecasting, 19(4), 557-566.

20 Brantingham, P.L., Brantingham, P.J., Vajihollahi, M. and Wuschke, K. 2009, "Crime analysis at multiple scales of aggregation: a topological approach" in Putting crime in its place Springer, , pp. 87-107.

21 تجدر الإشارة هنا إلى نسبية مفهوم البؤر الساخنة؛ هناك عدد كبير جدًا من القوانين الجنائية، ولكن القليل منها فقط يُنتهك بشكل متكرر. وتُعد جرائم مثل السرقة والسطو والاعتداء أكثر شيوعا من جرائم القتل وتزوير الأوراق النقدية أو التآمر لقلب نظام الدولة.

مما لا شك فيه أن إجرام مكان ما لا يمكن ادعاءه إلا لفترة زمنية محددة؛ في فترات أخرى، كان هذا المكان طبيعيا أو خاليا من الجريمة كأي مكان آخر. بالمقابل، فالنقاط الساخنة لا تؤشر فقط إلى بيئة محفزة للإجرام (مثل إضاءة خافتة، مناطق جذب سياحي..)، بل إلى احتمالية وجود مجرمين محتملين بنسبة أكبر؛ فالبؤر الساخنة أو المشتعلة للجريمة بحاجة إلى مجرمين أو مُشعلين للجريمة.

22 Shekhar, S., Zhang, P., Huang, Y. and Vatsavai, R.R. 2003, "Trends in spatial data mining" in Data mining: Next generation challenges and future directions, eds. H. Kargupta, A. Joshi, K. Sivakumar, Y. Yesha and A. Joshi, AAAI/MIT Press, , pp. 357-380.

23 الطوبولوجيا من علوم الرياضيات، وله تطبيقات واسعة في مجالات تتراوح من الأنثروبولوجيا إلى علم الفلك، كذلك في علم النفس، والديموغرافيا. استُخدمت الفضاءات الطوبولوجية لتحديد مناطق الجرائم المرتفعة أو المتوسطة أو المنخفضة. والجدير بالذكر أن الجريمة كانت أكبر قرب المناطق الحدودية منها في المناطق الداخلية لهذه الفضاءات الطوبولوجية.

وتوجد العديد من الدراسات حول علم طوبولوجيا الرجيمة الذي يبحث في التطبيقات المهمة للطوبولوجيا في البحث الإجرامي.

يراجع:

Verma, A., & Lodha, S. K. (2002). A topological representation of the criminal event. *Western Criminology Review*, *3*(2), 37-48.

24 السلسلة الزمنية هي سلسلة من نقاط البيانات تُقاس عادةً على فترات زمنية متساوية.

25 Han, J. and Kamber, M. 2000, "Mining text database" in Data mining: Concepts and techniques Morgon Kaufmann Publishers, , pp. 410-427.

26 Brown, D.E. and Oxford, R.B. 2001, "Data mining time series with applications to crime analysis", Systems, Man, and Cybernetics, 2001 IEEE International Conference on, pp. 1453.

27 Wu, Y., Agrawal, D. and El Abbadi, A. 2000, "A comparison of DFT and DWT based similarity search in time-series databases", Proceedings of the ninth international conference on Information and knowledge managementACM, , pp. 488.

28 Felson, M. and Boba, R.L. 2010, Crime and everyday life, Sage.

29 Ramirez, J.C., Cook, D.J., Peterson, L.L. and Peterson, D.M. 2000, "An event set approach to sequence discovery in medical data", Intelligent Data Analysis, vol. 4, no. 6, pp. 513-530.

30 Levine, N. 2008, "CrimeStat: A Spatial Statistical Program for the Analysis of Crime Incidents" in Encyclopedia of GIS, eds. S. Shekhar and H. Xiong, Springer, , pp. 187-193.

31 Ale, J.M. and Rossi, G.H. 2000, "An approach to discovering temporal association rules", Proceedings of the 2000 ACM symposium on Applied computing-Volume 1ACM, , pp. 294.

32 Hagenauer, J., Helbich, M. and Leitner, M. 2011, "Visualization of crime trajectories with self-organizing maps: a case study on evaluating the impact of hurricanes on spatio-temporal crime hotspots", Proceedings of the 25th conference of the International Cartographic Association, Paris

33 Braga, A.A., Weisburd, D.L., Waring, E.J., Mazerolle, L.G., Spelman, W. and Gajewski, F. 1999, "Problem-oriented policing in violent crime places: a randomized controlled experiment", Criminology, vol. 37, no. 3, pp. 541-580.

34 Clarke, R.V. and Weisburd, D. 1994, "Diffusion of crime control benefits: Observations on the reverse of displacement", Crime prevention studies, vol. 2, pp. 165-184.

35 Russell, Stuart J., and Peter Norvig. Artificial intelligence: a modern approach. Pearson, 2016.

36 Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. Judgment under uncertainty: heuristics and biases Cambridge. MA: Cambridge.1982

37Siau K, Education in the Age of Artificial Intelligence : How will Technology Shape Learning? The Global Analyst, Vol . 7, No . 3, pp . 22-24 2018

38 Malone, T., Rus, D. and Laubacher, R. Artificial Intelligence and the Future of Work, Massachusetts Institute of Technology.2020

39 عبدالنور عادل، مدخل إلى عالم الذكاء الاصطناعي، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية، 2005.

40 Taulli, Tom. "Machine Learning: Mining Insights from Data." *Artificial* intelligence basics: A non-technical introduction. Berkeley, CA: Apress, 2019. 39-67.

41 Kreutzer, Ralf T., and Marie Sirrenberg. Künstliche Intelligenz verstehen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.

42 Banh, L., & Strobel, G. Generative artificial intelligence. Electronic Markets, 33(1), 63. 2023

43 Taulli, Tom. Ibid.

44 Chowdhary, K.R. Fundamentals of Artificial Intelligence. New Delhi: Springer India.2020 Available at: https://doi.org/10.1007/978-81-322-3972-7.

45 هند الخليفة، مرجع سابق.

46 Abdulkareem, F. A. A. (2024). The role of predictive policing in predicting spatio-temporal crime mapping. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Право, 15*(1), 192-205.

47 المصدر:

https://www.researchgate.net/publication Predictive Policing in Germany.

48 Seidensticker, K., Bode, F., & Stoffel, F. (2018). Predictive policing in Germany.

49 https://www.researchgate.net/publication Predictive Policing in Germany.

50 Predictive Mobile Analytics for Police (PreMAP).

51 Seidensticker, K., Bode, F., & Stoffel, F. Ibid.

52 System for Crime Evaluation and Situation Anticipation (SKALA) .

53 IBM SPSS Modeler هو تطبيق برمجي من IBM لاستخراج البيانات وتحليل النصوص. يُستخدم لبناء نماذج تنبؤية وإجراء مهام تحليلية أخرى.

54 Seidensticker, K., Bode, F., & Stoffel, F. op.ct.

55 Abdulkareem, F. A. A. Ibid.