Journal of Al-Farahidi's Arts, No Conference (10 th)N(V)170-182
Doi: https://doi.org/10.25130/jfa.conf.10.4.11

Proceedings of the (10) Conference وقائع المؤتمر العلمي العاشر

P-ISSN : 2074-9554 | E-ISSN: 2663-811
Journal of Al-Farahidi's Arts
available online at : fja.tu.edu.iq/index.php/fja

The Future Integration between Artificial Intelligence and Geographical Studies: A Developmental Vision

Duaa Mishary Mohammad Al-Kinani

E-Mail: dmohammad@uowasit.edu.iq

Keywords:
Artificial intelligence, Geographical studies, GeoAI, GIS, Remote sensing

Article history:

Received	29/9/2025
Received in revised form	10/10/2025
Accepted	19/10/2025
Available online	9/12/2025

E-mail Jaa@ tu.edu.iq

©THIS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CCBY LICENSE
http:// creativecommons.org/licenses/by/4.0

A B S T R A C T

This research aims to explore the future dimensions of integration between artificial intelligence (AI) and geographical studies from a developmental perspective, as one of the modern scientific pathways capable of introducing a qualitative shift in geographical research methodologies. The study begins by addressing the conceptual framework of AI and geography, while clarifying the core characteristics that make AI an effective tool for analyzing spatial and temporal data and detecting complex patterns. It further highlights the theoretical foundations underlying this integration, including Tobler's First Law of Geography, the Modifiable Areal Unit Problem (MAUP), and spatial non-stationarity, which represent essential cornerstones for any effective synergy between AI and geography.

The research then focuses on practical applications such as remote sensing, geographic information systems (GIS), predicting environmental and climatic changes, managing natural resources, disaster risk management, in addition to the role of AI in urban planning and smart cities. The study demonstrates that these applications significantly enhance the efficiency of geographical research and strengthen its contribution to decision-making.

Finally, the research presents a forward-looking developmental vision that emphasizes the importance of strengthening digital infrastructure, integrating AI into geographical education curricula, establishing specialized research laboratories, and promoting institutional and research collaboration.

التكامل المستقبلي بين الذكاء الاصطناعي والدراسات الجغرافية: رؤية تطويرية

م.م. دعاء مشاري محمد الكناني / جامعة واسط/كلية التربية للعلوم الإنسانية/قسم الجغرافية

المستخلص:

يسعى هذا البحث إلى استشراف أبعاد التكامل المستقبلي بين الذكاء الاصطناعي والدراسات الجغرافية من منظور تطويري، بوصفه أحد المسارات العلمية الحديثة القادرة على إحداث نقلة نوعية في منهجيات البحث الجغرافي. فقد تناول البحث في بدايته الإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي والجغرافية، مع توضيح السمات الجوهرية التي تجعل من الذكاء الاصطناعي أداة فاعلة في تحليل البيانات المكانية والزمانية، ورصد الأنماط المعقدة. كما استعرض الأبعاد النظرية التي يقوم عليها هذا التكامل، بما في ذلك قانون توبلر، مشكلة الوحدات المساحية القابلة للتعديل (MAUP)، والتغاير المكاني، باعتبارها مرتكزات أساسية لأي دمج فعال بين الذكاء الاصطناعي والجغرافية.

ثم ركز البحث على التطبيقات العملية، مثل الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والتنبؤ بالتغيرات البيئية والمناخية، وإدارة الموارد الطبيعية، وإدارة المخاطر والكوارث، فضلاً عن دور الذكاء الاصطناعي في التخطيط الحضري والمدن الذكية .

الكلمات المفتاحية : الذكاء الاصطناعي، الدراسات الجغرافية، GeoAI، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد

المقدمة:

أصبحت تقنيات الذكاء الاصطناعي أحد أبرز ملامح الثورة الرقمية في القرن الحادي والعشرين، إذ تجاوزت كونها أدوات حاسوبية إلى كونها نهجاً معرفياً يعيد تشكيل أساليب البحث العلمي في مختلف التخصصات. وفي هذا السياق، تشكل الجغرافية بيئة مثالية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي نظراً لاعتمادها على البيانات المكانية والزمانية الضخمة، وحاجتها المستمرة إلى أدوات تحليلية دقيقة ومرنة. من هنا، يهدف هذا البحث إلى استشراف سبل التكامل بين الذكاء الاصطناعي والدراسات الجغرافية، من خلال استعراض الأبعاد النظرية والتطبيقية، وتشخيص التحديات والفرص، وصياغة رؤية تطويرية تسهم في رفع كفاءة البحث الجغرافي وتدعيم دوره في خدمة قضايا البيئة والتنمية المستدامة.

1. مشكلة البحث (Research Problem) :

أ. ما حدود الدور الذي يمكن أن يؤديه الذكاء الاصطناعي في تطوير الدراسات الجغرافية مستقبلاً، سواء في الجانب النظري أو التطبيقي؟

ب. كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يسهم في تعزيز كفاءة أدوات الجغرافيا التقليدية مثل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية(GIS) ؟

جـــ. ما أبرز المجالات الجغرافية (الطبيعية، البشرية، التخطيطية، البيئية) الأكثر قابلية للاستفادة من الذكاء الاصطناعي في المستقبل القريب؟

2. فرضية البحث (Research Hypothesis) :

أ. من المتوقع أن يسهم الذكاء الاصطناعي في إحداث نقلة نوعية في تطوير الدراسات الجغرافية من خلال زيادة دقة التحليل وسرعة معالجة البيانات المكانية مقارنة بالطرق التقليدية.

ب. توظيف الذكاء الاصطناعي ضمن أدوات الجغرافية التطبيقية (مثل GIS والاستشعار عن بعد) سيعزز من قدرة الباحثين على رصد الظواهر المكانية وتحليل التغيرات البيئية والموارد الطبيعية بكفاءة أعلى.

جـــ. المجالات الجغرافية التطبيقية الأكثر قابلية للاستفادة من الذكاء الاصطناعي هي الدراسات البيئية ورصد التغيرات المناخية وإدارة الموارد المائية والتخطيط الحضري، وذلك لما تتطلبه من تحليل بيانات ضخمة ومعقدة.

3.اهمية البحث Research Significance :

يسلط البحث الضوء على دور الذكاء الاصطناعي كأداة مستقبلية قادرة على إحداث تحول نوعي في منهجيات الدراسات الجغرافية، من خلال تقديم إطار نظري وتطبيقي يسهم في إثراء المعرفة الجغرافية الحديثة. كما يفتح المجال أمام استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في تحليل المشكلات الجغرافية المعقدة مثل التصحر، التوسع الحضري، التغيرات المناخية، وإدارة الموارد، بما يساعد صُناع القرار في رسم استراتيجيات دقيقة وفعالة. ويضع البحث رؤية استشرافية لكيفية دمج الذكاء الاصطناعي في مناهج التعليم الجغرافي والبحوث المستقبلية، بما يواكب التطورات التكنولوجية العالمية ويعزز من تنافسية الجامعات والمراكز البحثية العربية.

4.أهداف البحث Research Objectives :

أ. تشخيص واقع العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والدراسات الجغرافية على المستويين العالمي والعربي.

ب. توضيح المجالات الجغرافية الأكثر استفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المستقبل.

جـــــ. تحليل أبرز التحديات التقنية والأخلاقية والبنيوية التي تواجه إدماج الذكاء الاصطناعي في البحث الجغرافي.

د. اقتراح إطار عملي يوضح آليات دمج الذكاء الاصطناعي مع أدوات وتقنيات الجغرافية التقليدية (GIS، الاستشعار عن بعد).

هـــــ. استشراف مستقبل الدراسات الجغرافية في ضوء تطور الذكاء الاصطناعي، ووضع توصيات تسهم في تعزيز جودة البحوث والخدمات الجغرافية.

اولاً/ المحددات المفاهيمية للذكاء الاصطناعي:

1.الذكاء الاصطناعي: يمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه حقل علمي يهتم بتطوير أنظمة وآلات قادرة على محاكاة التصرفات التي يعدها الإنسان سلوكاً ذكياً. وبصياغة أكثر تبسيطاً، يمكن النظر إليه على أنه محاولة لإكساب الآلة القدرة على أداء مهام تتطلب عادةً قدرات عقلية بشرية كالاستنتاج والتعلم والتواصل. وقد أشار رسل بيل – أحد الرواد في هذا المجال – إلى أن الهدف الأساس من الذكاء الاصطناعي هو تحويل الآلات من أدوات تقليدية إلى أنظمة تتسم بالقدرة على التفكير واتخاذ القرار، بعد أن كان هذا الدور مقتصرًا على الخيال

العلمي. ومن ثم، فإن الذكاء الاصطناعي يعنى بإضفاء صفة الذكاء على الحواسيب والآلات المختلفة، بحيث تصبح قادرة على تنفيذ وظائف معقدة لم تكن في متناولها من قبل، الأمر الذي يقربها أكثر من إمكانات الإنسان في التفكير والإبداع والتفاعل (عبد النور،2005،ص7). كما يعرف الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) على انهُ: أحد الفروع المتقدمة لعلوم الحاسوب، ويُركز على ابتكار أنظمة وبرمجيات قادرة على محاكاة الوظائف الذهنية للإنسان، مثل التعلم، والاستدلال، وحل المشكلات، والإدراك، والتواصل اللغوي. ويستهدف هذا المجال بناء آليات وتقنيات قادرة على تنفيذ مهام معقدة تتجاوز قدرات البرمجة التقليدية، وتستلزم عادةً مستويات عالية من الذكاء البشري. ويتم تحقيق ذلك من خلال توظيف الخوارزميات المتطورة والنماذج الرياضية التي تتيح للأنظمة الحاسوبية التعلم من البيانات، واستخلاص الأنماط منها، واتخاذ القرارات بصورة شبه مستقلة (Stuart Russell & Peter Norvig,2021,P36).

2.الذكاء الاصطناعي في الجغرافيا: يُعرف الذكاء الاصطناعي الجغرافي بأنه مجال علمي تطبيقي يقوم على دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي (مثل التعلم الآلي، الشبكات العصبية، والرؤية الحاسوبية) مع البيانات المكانية والزمانية، بهدف تحليل الأنماط الجغرافية، والتنبؤ بالتغيرات البيئية والبشرية، ودعم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS). ويُسهم هذا المفهوم في تحويل الكم الكبير من المعلومات المكانية إلى معرفة علمية دقيقة تُستخدم في التخطيط الحضري، وإدارة الموارد الطبيعية، ومراقبة التغيرات البيئية، وصياغة السياسات المكانية المستقبلية(Janowicz et al., 2020, p. 628).

كما يُعرف على انهُ أحد الاتجاهات الحديثة في توظيف التقنيات الذكية داخل العلوم المكانية، إذ يهدف إلى دمج قدرات الذكاء الاصطناعي بخاصة خوارزميات التعلم العميق ومعالجة الصور الرقمية في تحليل وتفسير الظواهر المكانية والبيئية. ويعمل هذا التوجه على رفع كفاءة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بعد (RS) في الكشف عن العلاقات المكانية ورصد التغيرات الزمنية (السرحان،2021،ص15). وبذلك يُعد الذكاء الاصطناعي الجغرافي امتداداً عملياً لمفهوم الذكاء الاصطناعي في تطوير الدراسات الجغرافية.

3.السمات الجوهرية للذكاء الاصطناعي:

يتميز الذكاء الاصطناعي بجملة من السمات والخصائص التي جعلته محوراً أساسياً في التطور العلمي والمعرفي المعاصر. وتمثل هذه الخصائص الركيزة التي ينطلق منها في أداء وظائفه المختلفة وتحقيق قدرته على محاكاة العقل البشري والتكيف مع متغيرات البيئة المحيطة، من أهم هذه السمات(عوضين،2022،ص8-9) :

أ.القدرة على التعلم: يمتاز الذكاء الاصطناعي بقدرته على التعلم المستمر عبر تحليل البيانات وتخزين الخبرات السابقة، مما يتيح له تطوير أدائه بشكل تدريجي مع مرور الوقت. وتُعد خوارزميات التعلم الآلي المثال الأبرز لهذه الخاصية، إذ تمكن الأنظمة من تعديل قراراتها استناداً إلى المعطيات الجديدة.

ب.المحاكاة والتفكير المنطقي: يسعى الذكاء الاصطناعي إلى تقليد آليات التفكير البشري من خلال التحليل المنطقي، والاستدلال، وحل المشكلات. فهو لا يقتصر على أداء المهام بشكل آلي، بل يتجاوز ذلك إلى تقديم بدائل متعددة واقتراح سيناريوهات مختلفة تتلاءم مع طبيعة البيانات المتاحة.

جـــ.القدرة على التكيف: يتسم الذكاء الاصطناعي بمرونته العالية في التكيف مع البيئات المتغيرة والمعطيات المعقدة، سواء في مجالات الاقتصاد أو الصحة أو الجغرافيا أو الأمن. ويُعد هذا التكيف عاملاً أساسياً في جعله أداة فاعلة لدعم متخذي القرار وتعزيز قدرتهم على التعامل مع ظروف غير مستقرة.

د.الاستقلالية في الأداء: تتمثل إحدى الخصائص الجوهرية للذكاء الاصطناعي في قدرته على العمل بشكل مستقل نسبياً بعيداً عن التدخل البشري المباشر، وذلك عبر أنظمة التحكم الذاتي والروبوتات الذكية التي تنفذ مهام دقيقة وسريعة غالباً ما تتجاوز القدرات البشرية في بعض الميادين.

هـــ.معالجة البيانات الضخمة: يتفوق الذكاء الاصطناعي في تحليل كميات هائلة من البيانات بسرعة عالية، وهو ما يجعله ركيزة أساسية في ميدان تحليل البيانات الضخمة (Big Data). إذ يُمكنه ذلك من اكتشاف أنماط خفية وعلاقات معقدة قد يصعب على الخبراء والباحثين رصدها بالوسائل التقليدية.

ثانياً/ الأبعاد المفاهيمية والنظرية للتكامل بين الذكاء الاصطناعي والدراسات الجغرافية:

يمثل التكامل بين الذكاء الاصطناعي (AI) والجغرافيا نقلةً معرفية ومنهجية تتجاوز توظيف الأدوات إلى بناء إطار تفسيري جديد لفهم الظواهر المكانية والزمانية. وتنبع أهميته من قدرته على وصل مبادئ التحليل المكاني (كالاعتماد المكاني، وتغاير العلاقات مكانياً) بخوارزميات التعلم الآلي والتعلم العميق لاكتشاف أنماط معقدة والتنبؤ بمسارات التغير البيئي والحضري(Janowicz et al., 2020,P.627).

1. ضبط المفاهيم وحدودها:

أ. من الذكاء الاصطناعي إلى التعلم العميق: يعد الذكاء الاصطناعي مظلة تضم مناهج رمزية (استدلال/تمثيل معرفة) ومناهج إحصائية قائمة على التعلم من البيانات، ومع اتساع البيانات ازداد الاعتماد على التعلم الآلي والعميق لبناء نماذج تنبؤية واستخراجية(Russell.S, 2021,P.403). ويمثل التعلم العميق مجموعة طرائق شبكية قادرة على تمثيل الأنماط رفيعة التعقيد في الصور المتعددة الأطياف والسلاسل الزمنية المكانية، وهو حجر الزاوية لتقدم التطبيقات الجيومكانية الحديثة(Goodfellow, I,2016,P.93.) .

ب.مفهوم (GeoAI) الذكاء الاصطناعي الجغرافي: يعرف (GeoAI) بأنه دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي مع بيانات وطرائق جغرافية لإنتاج معرفة مكانية جديدة، مع التأكيد على خصوصيات المكان والزمان والعلاقات الطوبولوجية، كما يعد الذكاء الاصطناعي الجغرافي تكاملاً بين (AI/ML/DL) وعلوم البيانات المكانية لاستخراج المعلومات من الصور، الراستر، السحب النقطية، والفيديو... إلخ (Esri,2023,P.65).

2. مرتكزات نظرية من الجغرافية يجب أن يراعيها الذكاء الاصطناعي(Waters,2017,P.22):

أ. قانون توبلر الأول والاعتماد المكاني: الذي ينص على (كل شيء مرتبط بكل شيء، لكن الأشياء القريبة أكثر ارتباطاً من البعيدة)، وهو أصل مفهوم الارتباط الذاتي المكاني الذي يوجه بناء خصائص تراعي القرب والمسافة والحيز .

ب. مشكلة الوحدات المساحية القابلة للتعديل (MAUP): تغير النتائج الإحصائية تبعاً لتجميع البيانات مكانياً أو لتغيير المقياس، ما يفرض حذراً في تصميم العينات، واختيار مستوى التحليل، وضبط التحيز إلى نماذج التعلم .

جـــ. التغاير المكاني (Spatial Non-stationarity): تختلف العلاقات مكانياً، لذا تُفضل طرائق محلية مثل الانحدار المرجح جغرافياً (GWR) لالتقاط الفروق المكانية في معاملات النماذج وتفسيرها.

3. مستوياتُ التكامل بين (AI) والجغرافية (Ma et al., 2019,P.23):

أ. تكامل على مستوى البيانات (Data-level): متابعة الإسقاطات، تنظيف البيانات المكانية، اشتقاق مؤشرات مكانية مثل: (انحدار السطح، القرب من الأنهار/الطرق، مؤشرات الغطاء النباتي...الخ)، ثم تغذيتها في خوارزميات (ML/DL).

ب. تكامل على مستوى النمذجة (Model-level): مثل تصنيف وتجزئة الصور بواسطة الشبكات الالتفافية لاستخراج أصناف الغطاء الأرضي والكشف عن الأجسام. والتنبؤ الزماني-المكاني لسلاسل الظواهر (جفاف، حرارة، غبار) بنماذج هجينة تجمع (CNN) و(RNN/Transformers).

جـــــ. تكامل على مستوى القرار(Decision-level): ربط مخرجات النماذج بخيارات إدارة الموارد، وتقييم المخاطر، ودعم السياسات المكانية عبر لوحات مؤشرات وتتبع عدم اليقين.

ثالثاً/المجالات التطبيقية للتكامل بين الذكاء الاصطناعي والدراسات الجغرافية:

يمثل الذكاء الاصطناعي (AI) أحد أهم المحاور التي غيرت مسار البحث العلمي في العقدين الأخيرين، حيث فتح المجال أمام الجغرافية لتتحول من توصيف الظواهر إلى التنبؤ بسلوكها المستقبلي من خلال استثمار البيانات الضخمة والتحليلات الذكية. ويُعد التكامل بين الذكاء الاصطناعي والتطبيقات الجغرافية ضرورةً ملحة لتطوير قدرات الباحث الجغرافي وتعزيز دوره في مواجهة التحديات البيئية والتنموية، ومن أهم هذه التطبيقات ما يلي:

1.الاستشعار عن بُعد(Remote Sensing) :

أثبتت تقنيات الذكاء الاصطناعي جدواها في تحليل الصور الفضائية ورصد التغيرات المكانية والزمانية، إذ تتيح خوارزميات التعلم العميق (Deep Learning) تصنيف الغطاء الأرضي بدقة عالية، والتفريق بين المسطحات المائية، المناطق الزراعية، التربة الجرداء، والمناطق العمرانية. وقد اجرى الباحثين مراجعة شاملة (Meta-analysis) لتطبيقات التعلم العميق في الاستشعار عن بعد، وأكدوا أن الشبكات العصبية الالتفافية (CNN) حققت تفوقاً ملحوظاً في استخراج المعلومات من صور الأقمار الصناعية مقارنة بالطرق التقليدية، كما أن

توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي مع بيانات الاستشعار عن بعد يرفع من دقة التصنيف ويقلل من الأخطاء الناتجة عن التباين الطيفي (داوود، 2015،ص221) .

2. نظم المعلومات الجغرافية(GIS) :

تُسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز نظم المعلومات الجغرافية من خلال:

- التحليل المكاني الذكي: عبر خوارزميات الاستدلال والتعلم الآلي لاكتشاف الأنماط المكانية.
- نمذجة الظواهر الجغرافية: مثل التوسع الحضري أو تغير استخدامات الأرض.
- دعم اتخاذ القرار: من خلال لوحات معلومات (Dashboards) تعتمد على بيانات آنية وذكاء اصطناعي للتنبؤ بالتغيرات المستقبلية.

كما يشير مفهوم (GeoAI) إلى أن التكامل بين (GIS) و (AI) يتيح إمكانيات غير مسبوقة في تحليل البيانات المكانية ورسم سيناريوهات للتغيرات الجغرافية (Esri, 2023,P.71) .

3. المناخ والبيئة:

يُعد الذكاء الاصطناعي أداة قوية لرصد التغيرات المناخية وتحليل انعكاساتها البيئية، خصوصاً في البيئات الجافة وشبه الجافة مثل العراق. أن خوارزميات التعلم العميق ساعدت في بناء نماذج للتنبؤ بالحرائق، الفيضانات، والتغيرات في مؤشرات الغطاء النباتي، كما أن دمج المؤشرات البيئية مع أدوات الذكاء الاصطناعي يتيح بناء خرائط دقيقة لمخاطر التصحر في العراق (Zhu et al., 2017,P.31) .

4. إدارة الموارد الطبيعية:

يُسهم التكامل بين (AI) والجغرافية في تحسين إدارة الموارد المائية والأراضي الزراعية من خلال استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بندرة المياه ورسم خرائط لإنتاجية المحاصيل، وتوظيف الشبكات العصبية في تقدير كفاءة التربة وقدرتها الإنتاجية، فضلاً عن تحليل بيانات الأقمار الصناعية لتقدير التغير في مناسيب الأنهار والسدود (خصوصاً في العراق مع أزمة المياه العابرة للحدود) (العلي،عادل،ذباب،حسين،السعدي،2010،ص98).

5. إدارة المخاطر والكوارث الطبيعية:

من أبرز المجالات التي تتجلى فيها قوة التكامل بين الذكاء الاصطناعي والجغرافيا هي: الكشف المبكر عن المخاطر الطبيعية مثل السيول، العواصف الترابية، والزلازل، ونمذجة احتمالات حدوث الكوارث ورسم خرائط للمناطق المعرضة للخطر، ودعم خطط الاستجابة

السريعة عبر نظم إنذار مبكر تستخدم البيانات الحية من الأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار الأرضية. إذ أن تطبيق خوارزميات مثل (CART) و (Random Forest) و (CNN) في مراقبة التصحر مكن من تتبع التغيرات عبر الزمن بدقة عالية(Feng et al., 2022,P.52)

6. التخطيط الحضري والمدن الذكية:

أن اعتماد الذكاء الاصطناعي على بيانات الاستشعار المكثف (مثل بيانات الهواتف الذكية وأجهزة الاستشعار الحضرية) يساهم في تحسين تخطيط النقل، إدارة المرور، وتوزيع الخدمات الحضرية، كما تساهم تقنيات التعلم الآلي التنبؤي في دراسة النمو الحضري العشوائي وتوقع اتجاهات التوسع المستقبلي للمدن (Batty, M. 2018,P.6).

يتضح مما سبق أن التكامل بين الذكاء الاصطناعي والدراسات الجغرافية لا يقتصر على جانب تقني فحسب، بل يشكل مدخلاً تطويرياً لتوسيع قدرات الجغرافية في تحليل الظواهر المكانية والبيئية، والتنبؤ بمساراتها المستقبلية. ومع تنامي التحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية، يصبح توظيف هذا التكامل ضرورة استراتيجية لدعم التنمية المستدامة وصنع القرار الجغرافي الرشيد.

رابعاً/الرؤية التطويرية المستقبلية للتكامل بين الذكاء الاصطناعي والدراسات الجغرافية:

ان التقدم المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتنامي حجم البيانات المكانية الناتجة عن الأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار المختلفة، بات من الضروري التفكير في مستقبل التكامل بين هذه التقنيات الحديثة والدراسات الجغرافية. فالمسألة لم تعد تقتصر على توظيف أدوات حاسوبية متقدمة، بل تتجاوز ذلك إلى إعادة صياغة دور الجغرافية بوصفها علماً تطبيقياً يقود التنمية المستدامة، ويُسهم في مواجهة التحديات البيئية والمناخية، والتخطيط المكاني. ومن هنا تأتي الرؤية التطويرية المستقبلية التي تطرح مداخل متعددة لتعزيز هذا التكامل(Russell & Norvig, 2021,P.45) .

1. التحديات الراهنة أمام التكامل:

أ.التحديات التقنية وتضم: محدودية البنية التحتية الرقمية في الكثير من الدول النامية، ومنها العراق. والحاجة إلى حواسيب فائقة القدرة للتعامل مع البيانات الضخمة(Big Data) ، فضلاً عن ضعف توافر قواعد بيانات مكانية حديثة ومتكاملة.

ب. التحديات البشرية وتشمل: قلة الكفاءات المتخصصة التي تجمع بين المعرفة الجغرافية والخبرة في الذكاء الاصطناعي، وضعف التدريب العملي لطلبة الجغرافية على الخوارزميات الحديثة مثل الشبكات العصبية والذكاء العميق.

جـــــ. التحديات المؤسسية مثل: غياب التنسيق بين الجامعات، الوزارات، ومراكز البحث العلمي، وضعف التمويل المخصص للبحوث التطبيقية في مجال الذكاء الاصطناعي والجغرافية.

د.التحديات الأخلاقية وتتمثل بـــــ: قضايا الخصوصية المرتبطة بالبيانات المكانية (مثل تتبع المواقع)، وخطر الاعتماد المفرط على الآلات في اتخاذ قرارات مكانية تؤثر في الإنسان والمجتمع.

2. الفرص المستقبلية للتكامل وتتمثل بـــــ:

أ. تطور البرمجيات والمنصات مثل: (ArcGIS) و(Google Earth Engine) أصبحت تدمج أدوات الذكاء الاصطناعي مع التحليل المكاني،وتوفر مكتبات مفتوحة المصدر (TensorFlow)، (PyTorch)يسهل استخدامها مع البيانات الجغرافية (Esri, 2023,P.80).

ب. توافر بيانات ضخمة ومتنوعة مثل: صور الأقمار الصناعية (Landsat, Sentinel) بشكل مجاني ومنتظم، وبيانات الاستشعار الأرضي والهواتف الذكية وأجهزة إنترنت الأشياء (IoT).

جـــ.الحاجة إلى حلول ذكية مثل: مواجهة التصحر، شح المياه، الفيضانات، التوسع الحضري، والتغيرات المناخية، فضلاً عن دعم السياسات الحكومية في التخطيط العمراني وإدارة الموارد.

د. التوجهات البحثية العالمية: كتزايد المقالات المنشورة حول (GeoAI) في مجلات مرموقة مثل (IJGIS) (Janowicz et al., 2020,P109).

3. الرؤية التطويرية المقترحة:

يمكن بلورة رؤية تطويرية مستقبلية للتكامل بين الذكاء الاصطناعي والدراسات الجغرافية من خلال المحاور الآتية:

أ.على المستوى الأكاديمي من خلال إدماج مقررات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في برامج الدراسات العليا والأقسام الجغرافية، وإقامة ورش تدريبية دورية للباحثين والطلاب على أدوات الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات المكانية (Ma et al., 2019,P.43).

ب. على المستوى البحثي من خلال إنشاء مختبرات بحثية متخصصة في (الجغرافيا الذكية) داخل الجامعات العراقية، وتشجيع المشاريع البحثية المشتركة بين أقسام الجغرافية وعلوم الحاسوب والهندسة، فضلاً عن التوسع في النماذج التنبؤية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي لمعالجة قضايا بيئية محلية (التصحر، والتغيرات المناخية في العراق).

جـــــ.على المستوى التطبيقي من خلال توظيف الذكاء الاصطناعي في نظم الإنذار المبكر للكوارث الطبيعية (السيول، العواصف الترابية)، وتعزيز دور الجغرافية في التخطيط المكاني للمدن الذكية، فضلاً عن تحسين إدارة الموارد المائية والزراعية باستخدام خوارزميات التعلم الآلي.

د.على المستوى المؤسسي من خلال تطوير شراكات استراتيجية بين الجامعات، الوزارات (المياه، البيئة، التخطيط)، ومنظمات المجتمع المدني، وتوفير دعم مالي وبنية تحتية رقمية لتمكين الأبحاث التطبيقية.

خامساً: النتائج (Findings) :

1. بين البحث أن الذكاء الاصطناعي قادر على إحداث تحول نوعي في الدراسات الجغرافية من خلال تعزيز القدرة على تحليل البيانات الضخمة واستكشاف الأنماط المكانية المعقدة.
2. أظهرت الدراسة أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية تسهم في تحسين دقة التصنيف المكاني، ورصد التغيرات البيئية، والتنبؤ بالكوارث الطبيعية.
3. أثبتت النتائج أن المجالات الأكثر استفادة من التكامل هي: الدراسات البيئية، التغيرات المناخية، إدارة الموارد المائية، التخطيط الحضري، وإدارة المخاطر الطبيعية.
4. كشفت الدراسة أن أبرز التحديات تكمن في محدودية البنية التحتية الرقمية، قلة الكفاءات المتخصصة، وضعف التنسيق المؤسسي، إلى جانب القضايا الأخلاقية المرتبطة بالبيانات المكانية.

5. أوضحت النتائج أن التوجهات العالمية نحو (GeoAI) تمثل فرصة سانحة لتطوير البحث الجغرافي العربي إذا ما تم استثمارها بفاعلية.

سادساً/ التوصيات (Recommendations) :

1. إدماج مقررات متخصصة في الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) ضمن برامج الجغرافية في الجامعات العربية والعراقية.
2. إنشاء مختبرات مشتركة بين أقسام الجغرافية وعلوم الحاسوب لتطوير تطبيقات ذكاء اصطناعي مرتبطة بالقضايا البيئية والتنموية المحلية.
3. تعزيز التعاون بين الجامعات، الوزارات، والمراكز البحثية لتبادل البيانات وتطوير مشاريع استراتيجية في مجال(GeoAI).
4. الاستثمار في البنية التحتية الرقمية وتوفير قواعد بيانات مكانية محدثة عالية الدقة تدعم التطبيقات الجغرافية الذكية.
5. توظيف الذكاء الاصطناعي في نظم الإنذار المبكر للكوارث الطبيعية، وتحسين إدارة الموارد المائية والزراعية، ودعم سياسات التخطيط الحضري المستدام.

سابعاً/ المصادر والمراجع:

أ.العربية:

1. السرحان، فؤاد عبد العزيز، (2021)، مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية بين النظرية والتطبيق، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.
2. فائق،عوضين،(2022)،استخدامات تقنيات الذكاء الاصطناعي بين المشروعية وعدم المشروعية،المجلة النائية القومية،المجلد الخامس والستون،العدد الاول .
3. عبد النور،عادل عبد النور،(2005)، مدخل إلى الذكاء الاصطناعي، المملكة العربية السعودية،مدينة الملك عبد العزيز للعلوم التقنية.
4. داوود، جمعة محمد، (2015)، أسس وتطبيقات الاستشعار عن بعد، القاهرة: دار الفكر.
5. العلي، عادل، ذباب، حسين،السعدي، عمار (2010). اعتماد المرئيات الفضائية الرقمية في دراسة ومراقبة ظاهرة التصحر. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد.
6. Stuart Russell & Peter Norvig (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th Edition, Pearson.

7. Janowicz, K., Gao, S., McKenzie, G., Hu, Y., & Bhaduri, B. (2020). GeoAI: spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond. International Journal of Geographical Information Science.
8. Ma, L., Liu, Y., Zhang, X., Ye, Y., Yin, G., & Johnson, B. A. (2019). Deep learning in remote sensing applications: A meta-analysis and review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 152, 166–177.
9. Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson.
10. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
11. Esri. (2023). GeoAI. ArcGIS Pro 3.5 help documentation. Retrieved August 27, 2025, .
12. Waters, N. (2017). Tobler's first law of geography. In D. Richardson, N. Castree, M. F. Goodchild, A. Kobayashi, W. Liu, & R. A. Marston (Eds.), International encyclopedia of geography: People, the earth, environment and technology .
13. Ma, L., Liu, Y., Zhang, X., Ye, Y., Yin, G., & Johnson, B. A. (2019). Deep learning in remote sensing applications: A meta-analysis and review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.
14. Zhu, X. X., Tuia, D., Mou, L., Xia, G. S., Zhang, L., Xu, F., & Fraundorfer, F. (2017). Deep learning in remote sensing: A comprehensive review. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine.
15. Feng, Q., Liu, J., & Gong, J. (2022). Monitoring desertification evolution with machine learning techniques. Remote Sensing of Environment.
16. Batty, M. (2018). Artificial intelligence and smart cities. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 45(1).