

تصميم وتحليل الخرائط البيئية لسيناريوهات المستقبل باستخدام الذكاء الاصطناعي تطبيقات مكانية في العراق

أ.د أحمد محمد جهاد الكبيسي

قسم تربية الفلوجة – الاشراف التربوي

prof.ahmed.m.j.alkubaisi@gmail.com

أ.د. عبيد يحيى احمد الساكني

الجامعة المستنصرية – كلية التربية – قسم الجغرافية

Dr.abeer.y.sakini@uomustansiriyah.edu.iq



Design and Analysis of Environmental Maps for Future Scenarios Using Artificial Intelligence Spatial Applications in Iraq

Prof. Ahmad Muhammad Jihad Al-Kubaisi

Department of Education, Fallujah/ Educational Supervision

Prof. Abeer Yahya Ahmad Al-Sakani

Al-Mustansiriya University College of Education – Department of Geography



المستخلص

أثبتت نماذج الذكاء الاصطناعي، دقة في تصنيف الغطاء الأرضي والتنبؤ بالتغيرات البيئية المستقبلية، للنهج الأمثل لبناء الخرائط البيئية. يركز بحثنا بشكل أساسي على تصميم وتحليل الخرائط البيئية تطبيقات مكانية في العراق لسيناريوهات المستقبل (متفائل-وسط-متشائم) التي توفر أدوات بصرية لصناع القرار لتقييم استراتيجيات التخفيف من آثار التغير المناخي. أظهر البحث أن التوسع العمراني العشوائي والتغير المناخي هما المحركان الرئيسان لتدهور الغطاء النباتي وتغير الظروف البيئية، تم نمذجة هذه المخاطر باستخدام الذكاء الاصطناعي. لإنتاج الخرائط المستقبلية (مثل سيناريو التنمية المستدامة مقابل سيناريو التدهور) اعتمد البحث على منهجية تقنية نموذج (Iovart.ai/canvas) ودمج بيانات صور الأقمار الصناعية (Landsat و Sentinel) لتدريب الخوارزميات لبناء نماذج تنبؤية للواقع البيئي العراقي مع البيانات المناخية الحالية لتغذية خوارزميات التعلم الآلي. للتركيز على خرائط (الموارد المائية والعوامل المناخية واستخدامات الأراضي والمشكلات البيئية والتنوع البيولوجي والمحميات والسيناريوهات البيئية والتنمية المستدامة المستقبلية وميناء الفاو الكبير ومحاكاة ثلاثية الأبعاد لسد المساد) لكل من المحافظات (الأنبار، صلاح الدين، البصرة، كركوك) أبرزت النتائج وجود تحديات تتعلق بنقص البيانات الأرضية (Ground Truth Data) في بعض المناطق، مع خرائط بيئية واقعية وأخرى مستقبلية لتطوير الجانب البيئي ومشكلاته لاتخاذ القرار المكاني البيئي.

الكلمات المفتاحية: ذكاء اصطناعي جغرافي، خرائط بيئية، سيناريوهات تنبؤ، تغير مناخي، نمذجة.

Abstract

Artificial intelligence models have demonstrated accuracy in classifying land cover and predicting future environmental changes, establishing the optimal approach for creating environmental maps. Our research focuses primarily on the design and analysis of environmental maps and spatial applications in Iraq for future scenarios (optimistic, moderate, and pessimistic), which provide visual tools for decision-makers to evaluate climate change mitigation strategies. The research showed that unplanned urban expansion and climate change are the main drivers of vegetation cover degradation and changing environmental conditions; these risks were modeled using artificial intelligence. To produce future maps (such as a sustainable development scenario versus a degradation scenario), the research relied on the model-based methodology (Iovart.ai/canvas) and integrated satellite imagery data (Landsat and Sentinel) to train algorithms to build predictive models of Iraq's environmental reality, using current climate data to feed machine learning algorithms. The focus was on maps of (water resources, climatic factors, land use, environmental issues, biodiversity, protected areas, environmental scenarios, future sustainable development, the Grand Faw Port, and a 3D simulation of the Masad Dam) for each of the provinces (Anbar, Salah al-Din, Basra, and Kirkuk), the results highlighted challenges related to a lack of ground truth data in some areas, along with realistic and future environmental maps to address environmental issues and support spatial environmental decision-making.

Keywords: Geographic Artificial Intelligence, environmental maps, predictive scenarios, climate change, modeling

بسم الله الرحمن الرحيم

مشكلة البحث

يحاول البحث الإجابة على تساؤلات البحث الآتية:

١. كيف نوظف تقنيات الذكاء الاصطناعي (lovar.ai/canvas) لتحليل خرائط بيئية عن الواقع البيئي العراقي؟
٢. كيف يمكن انتاج خرائط مستقبلية تعالج الوضع البيئي في مناطق الدراسة؟
٣. هل يمكن محاكاة النمذجة التنبؤية لمناطق الدراسة (الأنبار، صلاح الدين، البصرة، كركوك)؟

أهداف البحث

١. نمذجة (Model) خرائط البيئة المستقبلية لمناطق الدراسة.
٢. تقييم (Evaluate) خرائط بيئية لمناطق مختلفة من العراق باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي.
٣. مقارنة (Compare) تحليل التغيرات البيئية والعوامل المرتبطة بها من صور الأقمار الصناعية (Landsat و Sentinel) بين المناطق المدروسة.
٤. إنتاج خرائط للموارد المائية والتنوع البيولوجي والمحميات ومشاريع التنمية المستدامة.
٥. خرائط محاكاة ثلاثية الأبعاد للمشاريع الاستراتيجية مثل سد المساد وميناء الفاو الكبير.

فرضيات البحث

١. تتميز نماذج الذكاء الاصطناعي بدقة عالية لإنتاج خرائط بيئية مقارنة بالطرق التقليدية.

٢. توفر الخرائط البيئية المُنتجة بنماذج الذكاء الاصطناعي دعماً مكانياً

لصناع القرار في تقييم سيناريوهات واستراتيجيات التنمية المستدامة.

أهمية البحث

تعكس أهمية البحث عبر إثراء المكتبات في مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي لتقديم منهجية دمج التقنيات الحديثة في الدراسات البيئية قابلة للتطبيق في بيئات جغرافية مشابهة. وكذلك يسهم في تطوير أساليب النمذجة التنبؤية. لدعم صناع القرار بأدوات بصرية لتقييم الخرائط البيئية وتوفير خرائط بيئية للمحافظات العراقية المدروسة. لوضع سيناريوهات مستقبلية تساعد في استباق المشكلات البيئية. يقدم تجربة جديدة من نماذج الذكاء الاصطناعي، وإضافة علمية من حيث اليه التطبيق في الدراسات الجغرافية.

منهجية البحث

١. استخدام صور الأقمار الصناعية (Landsat و Sentinel) والبيانات

المناخية لتغذية خوارزميات التعلم الآلي. عبر نماذج الذكاء الاصطناعي

aistudio .google

٢. اختبار معامل كابا لقياس دقة تحليل الخرائط . Kappa Accuracy

Tester

٣. اعتماد منهجية نموذج الذكاء الاصطناعي (lovar.ai/canvas) لدمج

البيانات وتدريب الخوارزميات.

٤. تطوير سيناريوهات مستقبلية مثل (التنمية المستدامة مقابل التدهور).

٥. إنتاج خرائط بيئية شاملة كالعوامل المناخية واستخدامات الأراضي والتنوع

البيولوجي.

هيكلية البحث:

جاء البحث بشكل تراتبية هيكلية بدءاً من الأطر النظرية والمنهجية لتقديم السيناريوهات المستقبلية للدراسات التطبيقية في العراق محافظات (الأنبار والبصرة وصلاح الدين وكركوك) ثم التطرق إلى أبرز التحديات ثم التوصل إلى النتائج. ينظر الشكل (١ و٢) مخطط هيكلية ومنهجية البحث.

الدراسة التطبيقية للبحث:

هدف البحث إلى تطبيق النموذج لتحليل الخرائط البيئية ومنهجية البحث على العراق ومحافظات (الأنبار والبصرة وصلاح الدين وكركوك) كما في الخريطة (١)

الشكل (١) مخطط هيكلية البحث



١. الخرائط الذكية

تقدم ميزة الخرائط الذكية، لاستكشاف البيانات ورسم الخرائط التفاعلية، على اكتشاف الأنماط والقصص الكامنة في البيانات. فهي تُمكن من إنشاء خرائط جذابة وغنية بالمعلومات. كونها أداة للتفكير البصري وتعرض الواجهة بشكل ديناميكي، لتتمكن من رؤية النتائج فوراً. للانطلاق نحو نحو خرائط غنية بالمعلومات. توفر الإعدادات الافتراضية الذكية نقطة انطلاق ممتازة لتصور البيانات الجغرافية واستكشافها (esri.com/en-us/capabilities) وتقتراح أنماط خرائط تتناسب مع هذا النوع من البيانات. وتساعد على اكتشاف الأنماط من خلال التركيز على العناصر الأكثر أهمية وإخفاء العناصر الأقل أهمية.

ثبت أن استخدام الخرائط التفاعلية يعزز قدرة الأشخاص على تحديد الاتجاهات والتنقل في المكان. وقد تم تصميم خرائط سرد قصص تفاعلية متعددة الحواس باستخدام الوسائط المتعددة عبر الإنترنت لتوفير الوصول إلى معالم مكانية وقصص محددة للأشخاص المبصرين. يعتمد هذا النوع من الخرائط عادةً على قواعد البيانات، يمكن أن تُستخدم خريطة سرد القصص متعددة الحواس كأداة إبداعية للتواصل المعلوماتي، ويمكن توظيفها في سياقات متنوعة، مثل المتاحف، والمعارض الفنية، ومراكز التراث، والمواقع الخارجية، والمؤسسات التعليمية. (Wang, X, et al, 2022)

ساهمت أساليب الذكاء الاصطناعي الجغرافي التقليدية بشكل كبير في فهم القضايا الحضرية خلال العقد الماضي، مثل التعرف على الوظائف الحضرية من خلال صور الاستشعار عن بُعد وفهم التركيبة السكانية الجغرافية للمناطق الحضرية والتطور الحضري. ومع ذلك، فعلى الرغم من تطبيق هذه النماذج على البيانات المكانية، إلا أنها لم تستخدم نماذج وكلاء الذكاء الاصطناعي بشكل مباشر. (Pengyuan)

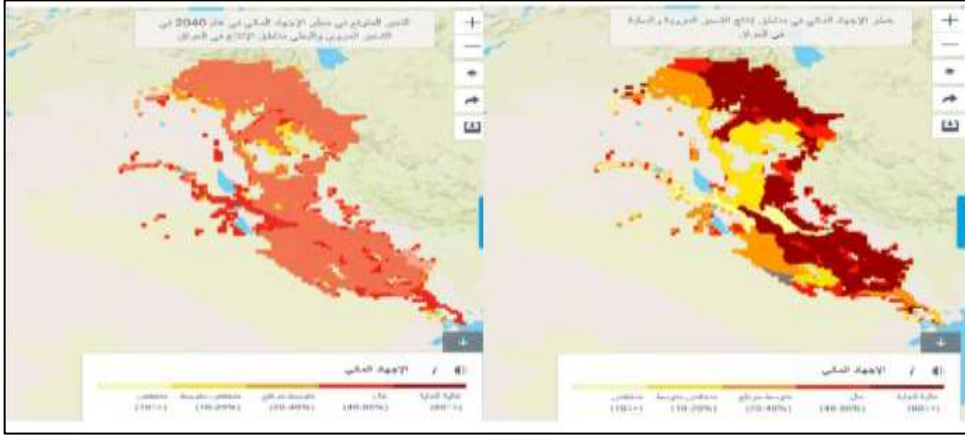
(Liu,2022) فعلى سبيل المثال، لم تستخدم المنهجيات تلك الأدوات في تصميم وتحليل خرائط البيئة المستقبلية من نماذج مباشرة . فهذا البحث يسد فجوه بحثية غائبة عن بعض الجغرافيين حول منهجية التطبيق العملي لتوليد الخرائط الجغرافية. في ميدان الجغرافيا ظهرت أدوات تحليلية وإحصائية كثيرة لها القدرة على معالجة البيانات الكبيرة جداً وترتيبها وتنظيمها وتصنيفها لتمثيلها عبر الخرائط الإلكترونية الرقمية أو الجداول الإحصائية والرسوم البيانية ثم تحولت الى برمجة رقمية وانتقلت الى الذكاء عبر ما يعرف بالذكاء الاصطناعي الجغرافي. والذي يشير إلى قدرة الحاسب الآلي على التصور والتحليل وإتخاذ القرار والتصميم والتحكم الجغرافي المكاني. (كمال ، ٢٠٢٣ ، ٣٧٧)، ويتفق العلماء الجغرافيين في الوقت الحاضر على أن الذكاء الاصطناعي الجغرافي المكاني هو : مجال علمي ناشئ متعدد التخصصات يسخر ابتكارات العلوم المكانية والتعلم الآلي والتعلم العميق ، وإستخراج البيانات ، والحوسبة عالية الأداء لإكتشاف المعرفة الجغرافية المكانية .

٢. الخرائط البيئية:

تساعد نظم GIS دعاة الحفاظ على البيئة على اكتساب رؤى بشأن التحديات البيئية المعقدة. وفهم أوجه الترابط بين الأنواع المحلية والنشاط البشري. (-esri.com/ar) . وهناك مجموعة المنتجات والحلول تعمل على الخرائط البيئية مثل أبحاث (sa). ومشاريع المراقبة البيئية من خلال تحسين تنظيم البيانات وتحليلها ومشاركتها. وتعد التعرية المائية احدى الاخطار البيئية التي تواجه الطبيعة يمكن تمثيلها في خرائط بيئية تفاعلية الأمر الذي يؤدي الى انخفاض القدرة الإنتاجية للتربة. وتعتمد في بياناتها على أحدث التقنيات المعاصرة، تتميز بسهولة استخدامها وسرعة إنجازها ودقتها في تحديد أماكن الخطورة. واسهمت بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

في التحكم بمعطيات البيئة، مما سهل تقدير مخاطر التعرية المائية من خلال تطبيق نماذج رياضية. (العاني، الكبيسي، ٢٠٢٤، ١٢٨٣) كما يتضح من الخريطة (٢) مؤشر الاجهاد المائي (Water Scarcity) وهو قياس لندرة المياه، نسبة إجمالي المياه العذبة المسحوبة إلى الموارد المائية المتجددة. (unwater.org/our)

الخريطة (٢) خريطة الاجهاد المائي لإنتاج الشعير في العراق ٢٠٢٤



المصدر: العاني، الكبيسي، ٢٠٢٤، ١٢٨٩

٣. نمذجة خرائط الذكاء الاصطناعي

إحدى المساهمات الرئيسية للذكاء الاصطناعي في العلوم الاجتماعية تكمن في قدرته على تحليل كميات هائلة من البيانات بكفاءة. مثل نموذج (lovart.ai/canvas) المستخدم في بحثنا حيث تتفوق خوارزميات تعلم الآلة في التعرف على الأنماط والاتجاهات داخل مجموعات البيانات، مما يقدم رؤى قيمة حول سلوك الانسان والتغيرات الثقافية. ويمكن الذكاء الاصطناعي العلماء من تطوير نماذج تنبؤية يمكنها التنبؤ بالاتجاهات والسلوكيات المستقبلية استنادا إلى البيانات التاريخية. تحمل هذه القدرة آثارا هامة على اتخاذ القرارات السياسية،

حيث يمكن للحكومات والمنظمات اتخاذ قرارات مستندة إلى معلومات لمواجهة التحديات الاجتماعية (عزير، ٢٠٢٣، ١٩).

يُسهّم توفر البيانات الجغرافية عالية الدقة وتقنيات الحوسبة عالية الأداء، إلى جانب التعلم العميق، في تسريع وتيرة اكتشاف الأجسام بدقة وسرعة. ومن الأمثلة الحديثة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي اكتشاف معالم التضاريس وبصمات المباني الموزعة بكثافة، واستخراج المعلومات من الخرائط التاريخية المسوحة ضوئياً والتصنيف الدلالي، طرق جديدة للاستيفاء المكاني، والتقدم في التنبؤ بحركة المرور. (Janowicz, K, 2020). يُعد تحويل المعلومات الجغرافية المكانية إلى فهم شاملٍ أحد مجالات تركيز أبحاث جوجل و"الاستدلال الجغرافي المكاني"، إطار عمل لبناء سير عمل تفاعلي يمكّن المطورين ومحليي البيانات والعلماء من دمج نماذج جوجل الأساسية الأكثر تطوراً، حيث استخدمت "جيميني" لإنشاء طبقات بيانات فريدة، وإجراء عمليات نظم المعلومات الجغرافية مما يُسرّع التحليلات الجغرافية المكانية في بيئة "جوجل إيرث" التي لا تتطلب كتابة أكواد برمجية. (Schottlander , Sheke, 2025)

كما تعتبر Earth Engine Code Editor أداة في استخدام العديد من التحليلات المكانية عبر توظيف اعمال تحليل صور الأقمار الصناعية من خلال Data Catalog المتاحة علي الخوادم المركزية التابعة لشركة Google. (عبد الحميد، ٢٠٢٣، ٩٦٨) تم توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي لرصد ومراقبة غازات الاحتباس الحراري لعام (٢٠٢٤) في العراق من خلال فصلي الصيف والشتاء، لفهم التأثيرات البيئية والمناخية المرتبطة بالانبعاثات الموسمية لهذه الغازات

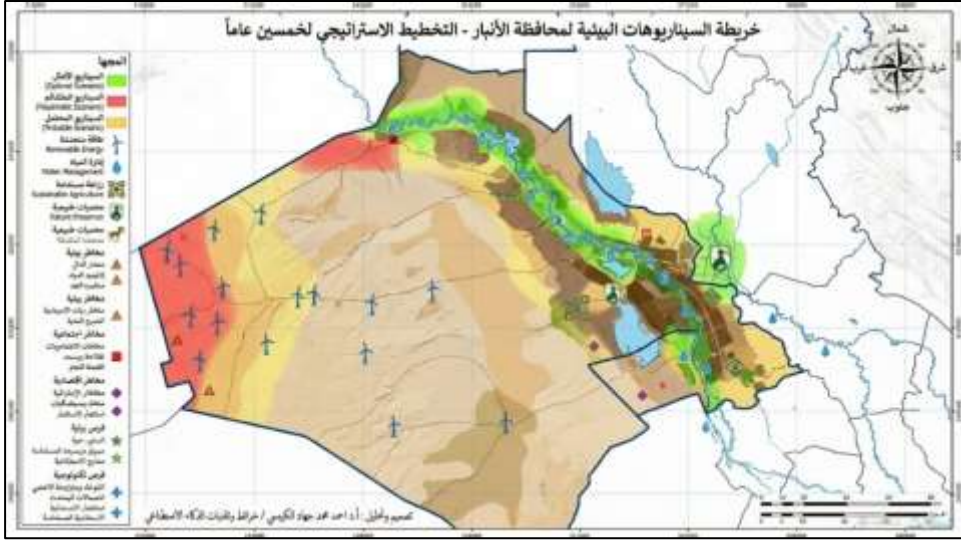
(يحي، ٢٠٢٥، ٢٥٠). يساهم هذا الرصد في تحديد المناطق الأكثر تضرراً، وتقييم فعالية السياسات البيئية.

٤- الدراسات التطبيقية:

٤-١ السيناريوهات البيئية لمحافظة الانبار التخطيط الاستراتيجي لخمسین عاماً. تم اشتقاق خريطة السيناريوهات البيئية لمحافظة الانبار الخريطة (٣)، من نموذج خوارزمية الذكاء الاصطناعي الجغرافي للتنبؤ المستخدم في البحث لتحليل وتصميم الخريطة مع معلومات تفصيلية في مفتاح الخريطة مثل السيناريو الأمثل (Optimal Scenario)، السيناريو المتشائم، (Probable Scenario) السيناريو المحتمل، مواقع الطاقة المتجددة، إدارة المياه ter Management، زراعة مستدامة، عرض الزراعة المستدامة، محميات طبيعية Nature Preserves، مخاطر بيئية، مخاطر اجتماعية، مخاطر اقتصادية، فرص بيئية للاستثمار، فرص تكنولوجية. إذ تم اختبار دقة تحليل الخريطة وتقييم نموذج الذكاء الاصطناعي (معامل كابا) * (Giles, 2002) بلغ $\kappa = 0.7850$ التصنيف (κ) (0.61 - 0.80) دقة جيدة جداً (Substantial). والدقة الإجمالية 85.67% (OA): مع مصفوفة الخطأ (Confusion Matrix). كما تظهر في الشكل (٦). مما يعكس كفاءة أداء النموذج.

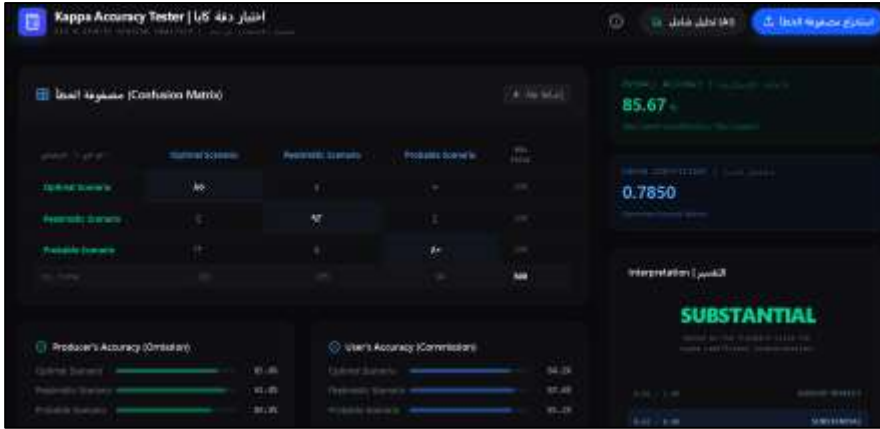
* معامل او مقياس كابا $\kappa = (Po - Pe) / (1 - Pe)$ هو مقياس إحصائي لاتفاق المصنفين للعناصر الفئوية. في التحليل المكاني، يقيس الاتفاق بين الخريطة المصنفة والبيانات المرجعية، مع مراعاة الاتفاق الذي يمكن أن يحدث بالصدفة. تشير القيمة ١ إلى اتفاق تام، بينما تشير القيمة ٠ إلى اتفاق ليس أفضل من الصدفة. Giles, 2002.

الخريطة (٣) السيناريوهات البيئية لمحافظة الأنبار - التخطيط الاستراتيجي لخمسين



المصدر: عمل الباحثان من نموذج الذكاء الاصطناعي

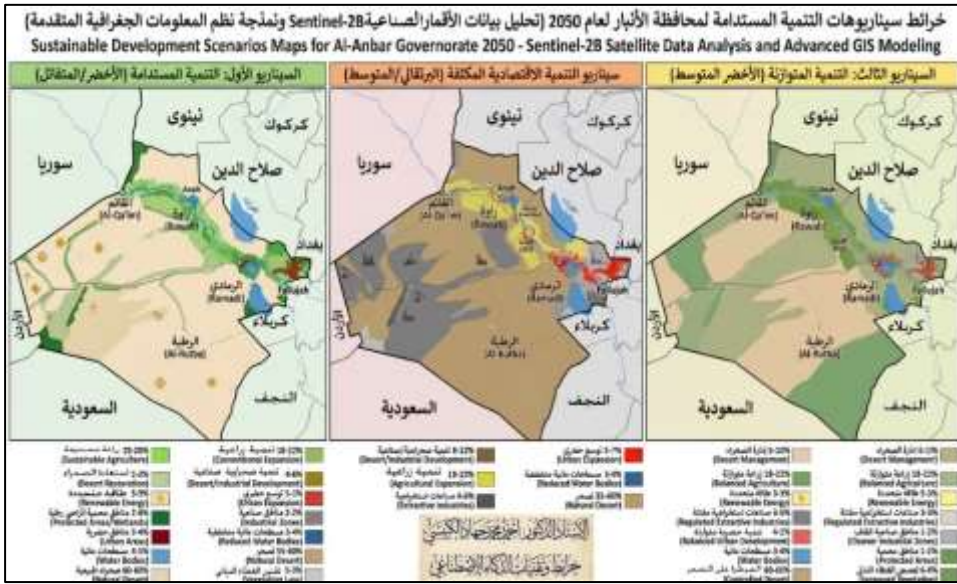
الشكل (٦) نتائج اختبار كابا لتحليل دقة الخريطة



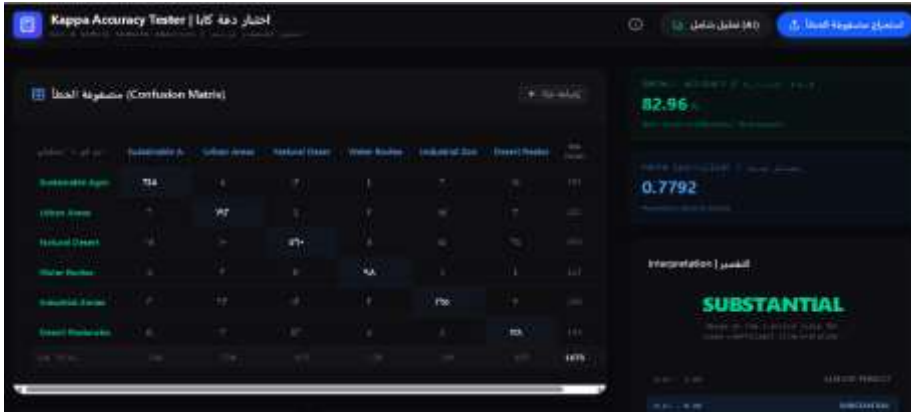
٢-٤ خرائط سيناريوهات التنمية المستدامة لمحافظة الأنبار لعام ٢٠٥٠
تضمنت الخريطة (٤) ثلاث سيناريوهات للتنمية المستدامة لمحافظة الأنبار لعام
٢٠٥٠ كروية مستقبلية مستشرقة من نموذج الذكاء الاصطناعي بناء على تحليل

بيانات القمر الصناعي (Sentinal-2B) متعدد الاطيف ونمذجة تكامل التقنيات المتقدمة عبر دوال رياضية للتنبؤ مستخدمة لغة البرمجة الحاسوبية. تضمنت معلومات الخريطة في مفتاحها، 19-6%) إدارة الصحراء، (22-18%) زراعة متوازنة، (5-3) % طاقة متجددة، (3-3%) صناعات استخراجية مقننة، (1-26%) مناطق صناعية، (1-2%) مناطق محمية، (64%) الغطاء الثاني، (60-50%) السيطرة على التصحر، (5,70%) توسع حضري، (35%) تنمية حضرية متوازنة، مسطحات مائية (2-4%)، (8-12%) تنميه صحراوية (التنمية الصحراوية/الصناعية)، (18-100%) تنمية زراعية، (3-4%) مساحات مائية منخفضة، (60-55%) (الصحراء الطبيعية)، (29-20%) (الزراعة المستدامة)، (5.26%) استعادة الصحراء، (2-86%) مناطق محمية رطبة، (3-46%) مناطق حضرية، (3-5%) تقنين الغطاء النباتي. اذ تم اختبار دقة تحليل الخريطة وتقييم نموذج الذكاء الاصطناعي (معامل كبا) بلغ $\kappa = 0.7792$ (التصنيف: دقة جيدة جداً (Substantial)). والدقة الإجمالية (OA): 82.96% مع مصفوفة الخطأ (Confusion Matrix). كما تظهر في الشكل (7). مما يعكس كفاءة أداء النموذج.

الخريطة (٤) سيناريوهات التنمية المستدامة لمحافظة الانبار



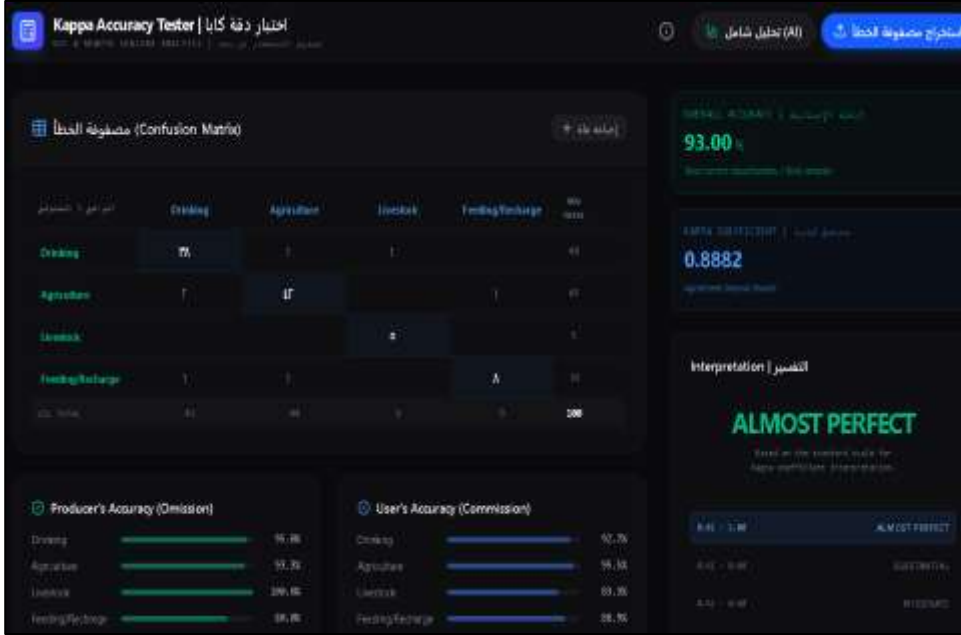
الشكل (٧) نتائج اختبار كابا لتحليل دقة الخريطة



عمل الباحثان: من نموذج aistudio .google

٣-٤ خريطة ثلاثية الابعاد لميناء الفاو الكبير رؤية مستقبلية ٢٠٢٦-٢٠٢٨
توضح الخريطة (٦) تحليل ثلاثي الابعاد لموقع ميناء الفاو الكبير واستشراق رؤية مستقبلية عبر توليد معلومات تفصيلية ضمن الخريطة المنتجة من نموذج الذكاء

(Perfect Confusion Matrix). والدقة الإجمالية (93.00% OA) مع مصفوفة الخطأ (Confusion Matrix). كما تظهر في الشكل (٩). مما يعكس كفاءة أداء النموذج. الشكل (٩) نتائج اختبار كابا لتحليل دقة الخريطة



عمل الباحثان: من نموذج google. aistudio

٤-٥ خرائط محافظة صلاح الدين

٤-٥-١ الخريطة (٧) المشكلات البيئية في محافظة صلاح الدين والتي تضمنت:

- تلوث الموارد المائية: ارتفاع نسب الملوثات والملوحة في نهر دجلة نتيجة المخلفات السائلة، مما يهدد مشاريع الري والشرب.
- تدهور التربة والتصحر: فقدان مساحات كبيرة من الأراضي الصالحة للزراعة بسبب التعرية الريحية وزحف الرمال والجفاف، مما يتطلب تحديث خرائط الغطاء النباتي.

ت. التلوث النفطي والكيميائي: وجود بقع ملوثة بالهيدروكربونات والمعادن الثقيلة قرب المنشآت النفطية ومناطق الصراعات السابقة، مما يستوجب تحديد مناطق الحظر البيئي.

ث. تلوث الهواء: ارتفاع معدلات الجسيمات العالقة والغازات الدفيئة بسبب الأنشطة الصناعية والعواصف الغبارية.

ج. تغير استخدامات الأراضي: رصد تحول عشوائي من الاستخدام الزراعي إلى السكني أو الصناعي، بالإضافة إلى توسع الأراضي الجرداء على حساب المناطق الخضراء.

ح. هيمنة النشاط الزراعي على ضفاف نهر دجلة: تتركز الأراضي الخصبة والاستخدام الزراعي المكثف (بسنتين وحقول حبوب) في الشريط المحاذي لنهر دجلة.

خ. بؤر التلوث الصناعي الرئيسية: تمثل منطقة بيجي (بسبب المصافي النفطية) ومحيط محطات توليد الطاقة الكهربائية النقاط الساخنة للتلوث البيئي.

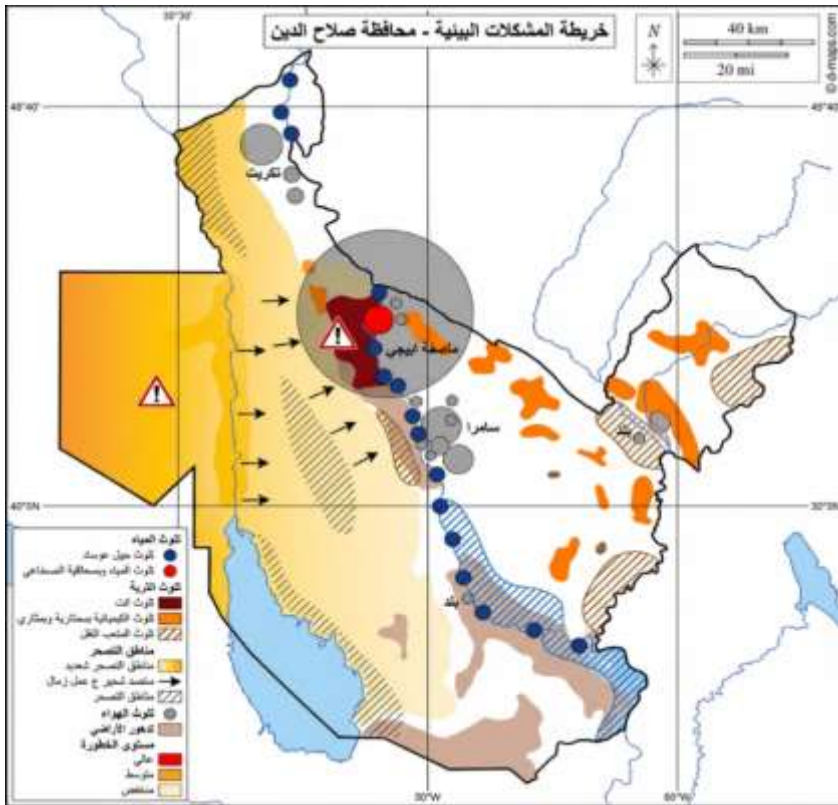
د. تدهور التربة والتصحر: تواجه المناطق الغربية من المحافظة مشكلة زحف الكثبان الرملية وتدهور الغطاء النباتي، مما يستدعي إجراءات لتثبيت التربة وإنشاء أحزمة خضراء.

ذ. الزحف العمراني العشوائي: هناك تغيير مستمر في صنف الأرض من زراعي إلى سكني/تجاري دون تخطيط، مما يؤدي إلى تآكل المناطق الخضراء وزيادة الضغط على البنى التحتية.

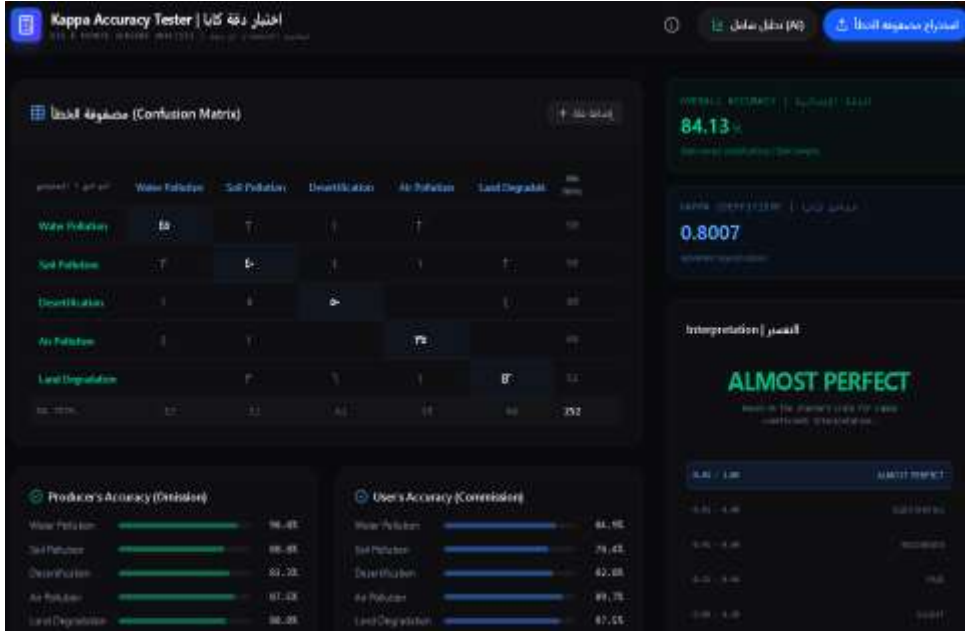
ر. تملح التربة وشح المياه: تعاني الأراضي الزراعية الجنوبية من ارتفاع نسب الملوحة ونقص في كفاءة إدارة الموارد المائية، مما يؤثر على تصنيف صلاحية الأراضي للزراعة.

تم اختبار دقة تحليل الخريطة وتقييم نموذج الذكاء الاصطناعي (معامل كابا) بلغ $\kappa = 0.8007$ (التفسير: شبه مثالي). والدقة الإجمالية (Almost Perfect). (Confusion Matrix). كما تظهر في الشكل (١٠). مما يعكس كفاءة أداء النموذج.

الخريطة (٧)



الشكل (١٠) نتائج اختبار كاتا لتحليل دقة الخريطة



عمل الباحثان: من نموذج google. aistudio

٦-٤ خرائط محافظة كركوك

١-٦-٤ الخريطة (٨) المشاكل البيئية لمحافظة كركوك:

توضح الخريطة أدناه المناطق الأكثر تضرراً، حيث تتركز بؤر تلوث الهواء (باللون البرتقالي) حول المناطق الصناعية والنفطية، بينما تظهر مشاكل المياه (بالأزرق) والتصحّر (بالبنّي) في المناطق الزراعية والطرفية.

سیناریوهات المستقبل:

- **السیناریو المتفائل:** تحول شامل نحو الاقتصاد الأخضر وتطبيق صارم للقوانين البيئية يوفر انخفاض التلوث بنسبة ٤٠%، زيادة المساحات الخضراء، استثمار في الطاقة المتجددة.
 - **السیناریو المتوازن:** إصلاحات تدريجية مع استمرار بعض التحديات الاقتصادية. يسعى الى تحسين طفيف في جودة الهواء، معالجة جزئية لمياه الصرف، استقرار معدلات التصحر
 - **السیناریو المتشائم:** استمرار الوضع الحالي دون تدخلات حقيقية وتفاقم الأزمات قد يؤدي الى أزمات مياه حادة، تدهور صحي واسع النطاق، فقدان التنوع البيولوجي.
- تم اختبار دقة تحليل الخريطة وتقييم نموذج الذكاء الاصطناعي (معامل كايا) بلغ 84.64 = κ التفسير: شبه مثالي. (Almost Perfect) والدقة الإجمالية (0.8064 %): (OA) مع مصفوفة الخطأ. (Confusion Matrix) كما تظهر في الشكل (١١). مما يعكس كفاءة أداء النموذج.

الشكل (١١) نتائج اختبار كابا لتحليل دقة الخريطة



عمل الباحثان: من نموذج aistudio .google

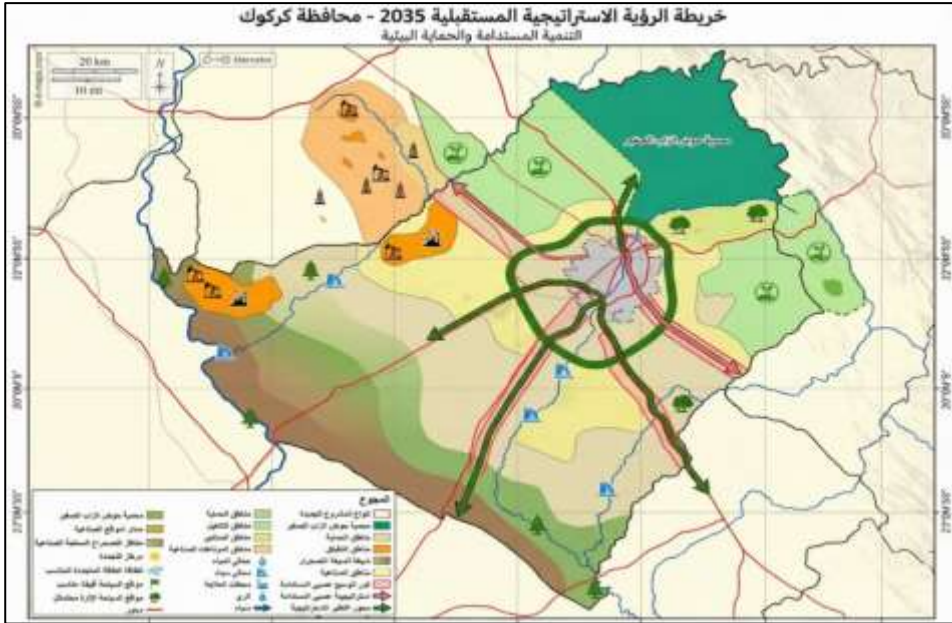
٤-٦-٢ الخريطة (٩) الرؤية الاستراتيجية المستقبلية (رؤية ٢٠٣٥) لمحافظة كركوك

تبين الخريطة ادناه الرؤية المستقبلية (٢٠٣٥) وهي خريطة شاملة تدمج جميع العناصر مع مشاريع التنمية المستدامة، إعادة التأهيل البيئي، ومكافحة التصحر، وضرورة تخصيص مناطق عازلة (Buffer Zones) حول الحقول النفطية وتحويلها إلى مساحات خضراء، واقتراح إعلان أجزاء من حوض الزاب الصغير كمحمية أراضي رطبة. تم اختبار دقة تحليل الخريطة وتقييم نموذج الذكاء الاصطناعي (معامل كابا) بلغ $0.7957 = \kappa$ (التفسير دقة جيدة جداً (Substantial)، الدقة الإجمالية

(84.68 % (OA): مع مصفوفة الخطأ (Confusion Matrix). كما تظهر في

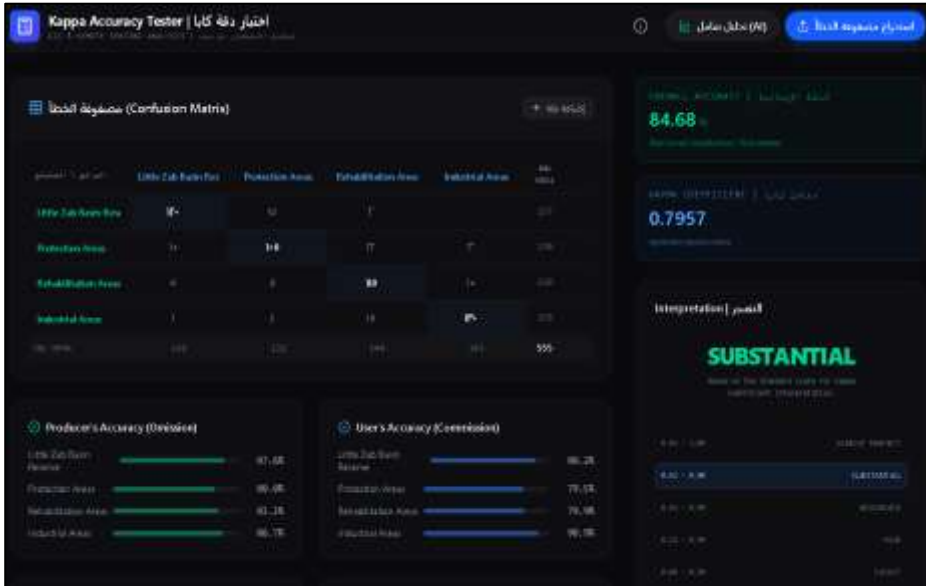
الشكل (١١). مما يعكس كفاءة أداء النموذج.

الخريطة (٩)



عمل الباحثان

الشكل (١٢) نتائج اختبار كابا لتحليل دقة الخريطة



عمل الباحثان: من نموذج google. aistudio

النتائج:

١ أثبتت نماذج الذكاء الاصطناعي المستخدمة دقة عالية في تحليل الخرائط للتنبؤ بالتغيرات البيئية المستقبلية. وذلك وفق مقياس اختبار معامل كابا. Kappa Accuracy Tester

٢ ان تكامل نظم المعلومات الجغرافية وخوارزميات نماذج الذكاء الاصطناعي هو النهج الأمثل لبناء خرائط بيئية دقيقة التي اعتمد على مصادر (Landsat Sentinel lovart.ai)

٣ توصل البحث الى استخراج خرائط شاملة وتحليلية لمناطق الدراسة، السيناريوهات البيئية والتنمية المستدامة لمحافظة الانبار لعام ٢٠٥٠ خريطة محاكاة ثلاثية الابعاد لسد المساد وخريطة ثلاثية الابعاد لميناء الفاو الكبير رؤية مستقبلية

٢٠٢٦-٢٠٢٨، والمشاكل البيئية في محافظة صلاح الدين، المشاكل البيئية والرؤية الاستراتيجية المستقبلية لمحافظة كركوك.

٤. بحث الباحثين على ضرورة توظيف استخدام نماذج الذكاء الاصطناعي في تحليل الظواهر الجغرافية وإنتاج الخرائط لما توفره من دقة وإخراج كارتوغرافي متميز يعكس الإدراك البصري السريع للخريطة.

٥. هناك تحديات تقنية تتمثل بعدم توفر بيانات ميدانية كافية في بعض المناطق العراقية مما يتطلب الحاجة لتحديث مستمر للبيانات المناخية والبيئية، مع صعوبة دمج البيانات من مصادر متعددة ومختلفة.

التوصيات:

١. إنشاء قاعدة بيانات جغرافية بيئية شاملة للعراق تعتمد على الذكاء الاصطناعي.

٢. السعي الى التنسيق بين الجهات الحكومية والأكاديمية في مجال البيانات البيئية والتدريب لبناء قدرات وطنية في مجال الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط.

٣. تطوير الخوارزميات وتحسين نماذج التعلم الآلي للبيئة العراقية وتطوير منصات مرئية لصناع القرار المكاني.

٤. استخدام الخرائط التنبؤية لتوجيه التخطيط العمراني بعيداً عن المناطق الحساسة بيئياً وتطبيق سيناريوهات مستدامة للبيئة.

٥. استخدام خرائط التنوع البيولوجي لتحديد مناطق جديدة للحماية ومكافحة التصحر لتنفيذ برامج الحزام الأخضر المبني على تحليل الذكاء الاصطناعي للمناطق الملائمة.

الهوامش:

* صبحه، بيان، (٢٠٢٤)، ترجمة، كيف نستخدم الخرائط بفعالية في الصحافة المناخية والبيئية؟

مايو ١٥ <https://climateschool.net>

* معامل او مقياس كابا $\kappa = (Po - Pe) / (1 - Pe)$ هو مقياس إحصائي لاتفاق المصنفين للعناصر الفئوية. في التحليل المكاني، يقيس الاتفاق بين الخريطة المصنفة والبيانات المرجعية، مع مراعاة الاتفاق الذي يمكن أن يحدث بالصدفة. تشير القيمة ١ إلى اتفاق تام، بينما تشير القيمة ٠ إلى اتفاق ليس أفضل من الصدفة. Giles,2002

المصادر العربية:

الصالح، محمد (٢٠٢٥)، خرائط رقمية تساهم في إعادة الحياة إلى الصحراء، نوفمبر ٦، موقع

القافلة، علوم وبيئة، <https://www.qafilah.com/articles/2025/november-december/desertification-mapping>

العاني، كمال صالح كزكوز، & الكبيسي، احمد محمد جهاد. (٢٠٢٤). اعداد خرائط مخاطر المياه على الزراعة والأمن الغذائي في العراق رؤية مستقبلية لعام (٢٠٤٠) باستخدام الأداة التفاعلية (Aqueduct Food Tool)مداد الآداب، ١٤ (العدد الخاص بمؤتمر قسم الجغرافية)، ١٢٧٦-١٣٠٠.

. <https://midad-aladab.org/index.php/midadaladab/article/view/1472>

عبد الحميد، & صبحي عبد الحميد عبد الجواد. (٢٠٢٣). النمذجة الجيومكانية للذكاء الاصطناعي Google Earth Engine لتحليل وتوقع المناطق المهددة بأخطار الجريان السيلي حوض وادي وتير، جنوب شبه الجزيرة سيناء، مصر. مجلة وادي النيل للدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية والتربوية، (٤٠)، ٩٥١-٩٧٨. ص: ٩٦٨. DOI: 10.21608/jwadi.2023.320954

عزيز، محمد الخزامي، (٢٠٢٣)، دور الذكاء الاصطناعي في العلوم الاجتماعية والإنسانية. سمنار، ١ (٢)، ١-٣٥. ص: ١٩. DOI: 10.21608/smnr.2023.342012

كمال حفنى، مها، (٢٠٢٣)، استخدام تطبيقات الذكاء الإصطناعي الجغرافي (Geo AI) في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (رؤية مصر ٢٠٣٠) في مجال التعليم، مجلة كلية التربية (أسيوط)، ٣٩ (١٠٠٢)، ٣٦٦-٣٨٥. ص: ٣٧٧. DOI: 10.21608/mfes.2023.330752

Al-Saleh, Muhammad (2025), Digital Maps Help Bring Life Back to the Desert, November 6, Al-Qafila Website, Science and Environment, <https://www.qafilah.com/articles/2025/november-december/desertification-mapping>

Al-Ani, Kamal Saleh Kazkuz, & Al-Kubaisi, Ahmed Muhammad Jihad. (2024). Preparing Water Risk Maps for Agriculture and Food Security in Iraq: A Future Outlook for 2040 Using the Interactive Tool (Aqueduct Food Tool). Madad al-Adab, 14 (Special Issue on the Geography Department Conference), 1276-1300. <https://midad-ladab.org/index.php/midadaladab/article/view/1472>

Abdul Hamid, & Subhi Abdul Hamid Abdul Jawad. (2023). Geospatial modeling using artificial intelligence Google arth Engine to analyze and predict areas at risk of flash flood sin the Wadi Watir basin, southern Sinai Peninsula, Egypt. Wadi Al-Nil Journal of Humanities, Social Sciences, and Education in the Humanities, Social Sciences, and Education, (40), 951-978. p. 968 DOI: 10.21608/jwadi.2023.320954

Aziz, Muhammad Al-Khuzami, (2023),The Role of Artificial Intelligence in the Social Sciences and Humanities. Seminar, 1(2), 1-35. p. 19
10.21608/smnr.2023.342012

Kamal Hafni, Maha,(2023), The Use of Geo-AI Applications in Achieving the Goals of Sustainable Development Goals (Egypt Vision 2030) in the Field of Education, Journal of the Faculty of Education (Assiut),39(10.2), 366–385, p. 377 doi: 10.21608/mfes.2023.330752

المصادر الأجنبية:

David Schottlander and Tomer Sheke,(2025),Geospatial Reasoning: Unlocking insights with generative AI and multiple foundation models, April 8, , Product Managers, Google Research, [https://research-google.translate.goog/blog/geospatial-reasoning-unlocking-insights-with-generative-ai-and-multiple-foundation-models](https://research.google.translate.goog/blog/geospatial-reasoning-unlocking-insights-with-generative-ai-and-multiple-foundation-models)

Giles M. Foody, 2002,Status of land cover classification accuracy assessment,Remote Sensing of Environment,Volume 80, Issue 1,Pages 185-201,ISSN 0034-4257, [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00295-4](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00295-4)

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 .٦٣٦-٦٢٥ ,٣٤(٤) ,<https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1684500>

Lisa Berry, Smart Mapping: Get Started, AST with ArcGIS Online MapViewer,<https://storymaps.arcgis.com/collections/9dd9f03ac2554da4af78b42020fb40c1?item=2>

Pengyuan Liu , Filip Biljecki (2022).a A review of spatially-explicit GeoAI applications in Urban Geography, Filip Biljecki, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation Volume 112, August , 102936<https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102936>

Wang, X., Crookes, D., Harding, SA. et al. Stories, journeys and smart maps: an approach to universal access. Univ Access Inf Soc 21, 419–435 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00832-0p:3>

مواقع شبكة الانترنت:

<https://ar.renovables.blog/blog/mapa-conceptual-de-la-contaminacion/?=>

[https://www.esri.com/ar-sa/industries/earth-](https://www.esri.com/ar-sa/industries/earth-sciences/disciplines/environmental-monitoring)

[sciences/disciplines/environmental-monitoring.](https://www.esri.com/ar-sa/industries/earth-sciences/disciplines/environmental-monitoring)

[sciences/disciplines/environmental-monitoring](https://www.esri.com/ar-sa/industries/earth-sciences/disciplines/environmental-monitoring)

[https://www-satimagingcorp-com.translate.goog/applications/artificial-](https://www-satimagingcorp-com.translate.goog/applications/artificial-intelligence-ai/)

[intelligence-ai/](https://www-satimagingcorp-com.translate.goog/applications/artificial-intelligence-ai/)

<https://storymaps.arcgis.com/collections/>

[https://www.unwater.org/our-work/sdg-6-integrated-monitoring-](https://www.unwater.org/our-work/sdg-6-integrated-monitoring-initiative/indicator-642-level-water-stress-freshwater)

[initiative/indicator-642-level-water-stress-freshwater](https://www.unwater.org/our-work/sdg-6-integrated-monitoring-initiative/indicator-642-level-water-stress-freshwater)