مجلة الباحث
موقع المجلة: https://journals.uokerbala.edu.iq/index.php/bjh/

الذكاء الاصطناعي في الجغرافية تطبيقاته وادواته

قاسم محمد نعمه السعدي
جامعة كربلاء – كلية التربية للعلوم الإنسانية

معلومات الورقة البحثية

الكلمات الرئيسية:

الذكاء الاصطناعي، التعلم الآلي، الجغرافية البشرية، الجغرافية الطبيعية، نظم المعلومات الجغرافية.

المستخلص باللغة العربية:

لعب الذكاء الاصطناعي دوراً كبيراً في مجالات عديدة بما في ذلك علم الجغرافية، حيث يقدم نتائج هائلة ويساهم في التغلب على تحديات كبيرة، وبذل الباحثين والمؤسسات البحثية الجهود المضنية في تطويره وتطبيقه في حياتنا، يهدف البحث بالدرجة الاساس الى الكشف عن دور الذكاء الاصطناعي (AI) وتطبيقاته بعلم الجغرافية سواء الجغرافية الطبيعية والبشرية، ومعرفة اهم البرامج والادوات الخاصة بالذكاء الاصطناعي والتي يمكن تطبيقها في الجغرافية، وقد توصل البحث الى ان للذكاء الاصطناعي دوراً كبيراً وهاماً في تغيير حياة المجتمعات لتعدد استخداماته في المجالات كافة ومنها الجغرافية حيث دخلت أدوات تحليلية وإحصائية كثيرة نتيجة التطور الذي صاحب علم الجغرافية واستخدام الحاسوب ونظم المعلومات الجغرافية والأقمار الصناعية، واستخدام الذكاء الاصطناعي، بالتالي حسن من دقة البيانات وقلل من عدم اليقين والعشوائية الذي صاحب الجغرافية التقليدية، مما انعكس ايجاباً في إثراء المجالات الجغرافية، كما يمكن تطبيق الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في العديد من فروع الجغرافية الطبيعية والجغرافية البشرية وأنظمة المعلومات الجغرافية، فضلا عن تعدد برامج التحليلات الجغرافية وأدوات الذكاء الاصطناعي المهمة والضرورية التي يمكن تطبيقها في الجغرافية حيث تساعد المختصين في عملية دعم واتخاذ القرارات المناسبة بشكل دقيق.

المقدمة

احدث الذكاء الاصطناعي ثورة في مجالات عديدة بما في ذلك العلوم الجغرافية، حيث يقدم نتائج هائلة ويتغلب على تحديات كبيرة، فقد لعبت التكنلوجيا دوراً كبيراً وهاماً في تغيير حياة المجتمعات والشعوب وقد يكون هذا التغيير كبيرا جدا يصعب تمييز الاشياء او الاشخاص الذين خضعوا له كما يحدث الآن في الوقت الحاضر، فالذكاء الاصطناعي يمثل أهم مخرجات الثورة المعلوماتية لاستخداماته المتعددة في المجالات التقنية منها والتعليمية والخدمية والاقتصادية والصناعية والعسكرية فضلا عن المجالات الطبية، ويتوقع له أن يؤدي إلى مزيد من الثورات الصناعية وانطلاق ابتكارات غير محدودة بما يحدث تغييرا ملموسا في حياة الانسان، إذ مع ما يشهده العالم من التطور التكنولوجي الهائل والمتسارع ومع التحولات الصناعية سيكون الذكاء الصناعي محرك التقدم والنمو والازدهار خلال السنوات القادمة، ويمكن لذلك أن يؤسس لعالم جديد قد يبدو الآن من وحي الخيال.

يعد الذكاء الاصطناعي الجغرافي المكاني (GeoAI)مجالاً علمياً بحثيًا ناشئًا واعدًا يعمل على دمج الذكاء الاصطناعي مع العلوم الجغرافية المكانية من اجل حل المشاكل والقضايا ذات المنحى الجغرافي، وان عملية تطوير الذكاء الاصطناعي الجغرافي يعمل

على ادخال دراسات الذكاء الاصطناعي في علوم الكمبيوتر إلى البحث الجغرافي من خلال تمكين أساليبه الكمية عبر التقنيات الصناعية بما في ذلك التعلم الآلي والعميق وقوة الحوسبة عالية الأداء واستخراج البيانات الضخمة، لذا يعد هذا الاتجاه العلمي البحثي الجديد والموجه نحو الذكاء الاصطناعي مهمًا بشكل خاص في الدراسات الجغرافية في عصر البيانات الضخمة، والتي تحتوي اغلبها على معلومات مكانية.

مشكلة البحث

ينطلق البحث من السؤال الرئيسي وهو(ما هو مفهوم الذكاء الاصطناعي وما هي تطبيقاته في علم الجغرافية) ويمكن صياغة اسئلة فرعية من هذا السؤال العام وهي كالاتي:-

1- هل هناك فرق بين مفهوم الذكاء الاصطناعي ومفهوم الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)؟

2- ما هي تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الجغرافية؟

3- ما هي أهم أدوات الذكاء الاصطناعي التي يمكن تطبيقها في الجغرافية ؟

فرضية البحث

يمكن صياغة الفرضية على النحو الآتي:-

1- هناك فرق بين مفهوم الذكاء الاصطناعي ومفهوم الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) على الرغم من انطلاق المفهومين من أساس واحد هو التقنية.

2- توجد العديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الجغرافية، سواء في الجغرافية الطبيعية كتطبيق (AI) في تحديد الموقع والمياه والتربة والنبات والمناخ والتضاريس والكوارث الطبيعية، او في الجغرافية البشرية كتطبيقه في التخطيط والنقل والسياحة والسكان والريف وغير ذلك من فروع الجغرافية البشرية.

3- توجد عدة برامج وأدوات للذكاء الاصطناعي التي يمكن تطبيقها في التحليلات الجغرافية حيث يمكن من خلالها فهم البيانات الجغرافية المكانية وتصورها وتحليلها وتفسيرها وانتهاءًا برسم انماط معينة كالخرائط والاشكال البيانية والرسوم التوضيحية.

هدف البحث

يهدف البحث بالدرجة الاساس الى ما يأتي: -

1- الكشف عن علاقة الذكاء الاصطناعي بعلم الجغرافية.

2- التعرف على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الجغرافية سواء الطبيعية والبشرية.

3- التعرف على اهم برامج وأدوات الذكاء الاصطناعي التي يمكن تطبيقها في الجغرافية.

الدراسات السابقة

1- بحث بعنوان (جودة المعلومات الجغرافية المكانية للمباني المستمدة من الجمهور: تقييم عالمي لسمات OpenStreetMap) : تقوم هذه الدراسة حول جودة المعلومات الدلالية للمباني في OpenStreetMap التي تفحص أبعادًا متعددة ذات صلة بدراسة مخزون المباني والبيئة المبنية. حيث يستخدمون بيانات البناء لتطوير استراتيجيات إزالة الكربون وفهم تقييم دورة الحياة إلى أولئك الذين يجرون دراسات الطاقة الحضرية والمناخ الحضري على مستوى المنطقة والمدينة، والتي تعتمد بشكل متزايد على OpenStreetMap.

2- بحث بعنوان (مع قليل من المساعدة من الذكاء الاصطناعي: الإيجابيات والسلبيات في التخطيط الحضري والمشاركة) يذكر البحث امكانية تطبيقات الذكاء الاصطناعي (AI) في التخطيط الحضري والحكم، واستخدام تقنيات مثل معالجة اللغة الطبيعية (NLP) والشبكات التوليدية (GAN) لتحليل البيانات الكبيرة الناتجة عن مشاركة المواطنين، مما يساعد في تحسين جودة التصميمات الحضرية، فالذكاء الاصطناعي لديه القدرة على تحسين التخطيط الحضري والمشاركة، لكنه يتطلب معالجة التحديات المتعلقة بالشفافية والبيانات، من خلال تعزيز التعاون بين البشر والآلات.

3- بحث بعنوان (CataEx: أداة تصدير متعددة المهام لفهرس بيانات محركGoogle Earth) ويذكر البحث ان أحد الأعباء الرئيسية هو الحجم الرقمي الذي تحتاجه صور الأقمار الصناعية أثناء التنزيل والتخزين والمعالجة، وقد تم التغلب على هذه المشكلة منذ عام 2010 بواسطة Google Earth Engine، وهي منصة تعتمد على السحابة للتحليل الجغرافي المكاني العالمي، وإن التوافق مع برامج نظم المعلومات الجغرافية التقليدية على سطح المكتب أو على الويب لا يزال صعبًا حيث يتطلب نقل صور الأقمار الصناعية من Google Earth Engine إلى برنامج آخر تصديرًا مشفرًا عبر JavaScript أو Python، فحاولوا التغلب على هذه الصعوبات باستخدام أداة CataEx متعددة الوظائف في JavaScript لتوضيح العديد من الأنواع الأساسية من الحسابات (أي تصفية مجموعات الصور، وإخفاء السحابة، وتوليد الفهرس والرسم البياني، وإنشاء الطبقات) قبل تصدير الصور بتنسيق GeoTIFF.

4- بحث بعنوان (دور الذكاء الاصطناعي الجغرافي في تحقيق التنمية المستدامة في المناطق الجافة في الجزائر) يتناول هذا البحث إمكانية تطبيق التجربة المصرية في استخدام نظم المعلومات الجغرافية المعززة بالذكاء الاصطناعي لتقييم مدى ملاءمة زراعة القمح في المناطق القاحلة لتحسين الأمن الغذائي وتحقيق التنمية المستدامة في المنتجات الزراعية، من خلال رسم الخرائط لخصائص التربة المهمة لتخطيط

المحاصيل وتحديد ظروف التربة مثل الحموضة والملوحة وغيرها من المعلومات المهمة والحيوية لنمو المحاصيل، مما يساعد المزارعين في تحديد النجاح المحتمل لزراعة محصول معين في المنطقة، إن دراسة التطبيق العملي لنظام المعلومات الجغرافية في اختيار التربة المناسبة لزراعة القمح، والذي يعالج العديد من العيوب والنواقص الناتجة عن الطرق التقليدية في زراعة الأراضي القاحلة، يوفر الوقت والجهد، ويسمح بتغييرات أكثر مرونة في الميزات والأهداف، كما أنه يوفر عدة بدائل وخيارات سريعة بنتائج دقيقة، وقد أشارت النتائج إلى جودة البرنامج المقترح وفعاليته وسرعته في دقة العمليات الحسابية، ومن خلال دمج أنظمة المعلومات المالية والجغرافية، قام البرنامج بتقييم مدى ملاءمة التربة لزراعة القمح بشكل فعال مقارنة بالطرق التقليدية.

5- بحث بعنوان (دمج GRASS GIS و Jupyter Notebooks لتسهيل تعليم النمذجة الجغرافية المتقدمة) قدم الباحثون حزمة Python ، grass.jupyter، التي تدمجGRASS GIS مع Jupyter Notebooks من خلال توفير أدوات تصور وإدارة جلسات ملائمة، كما تعمل الحزمة وهي نتاج تعاون المجتمع والمناقشة، على توسيع واجهة برمجة تطبيقات GRASS Python الحالية بحيث يصبح GRASS GIS أكثر سهولة في الوصول إليه لمستخدمي Jupyter Notebook وتوفر طريقة سهلة الاستخدام لمشاركة سير عمل GRASS، وقد تزيل الحزمة الحاجة إلى قيام المستخدمين بتعديل المتغيرات البيئية عند تشغيلGRASS GIS أو إنشاء العروض التوضيحية، كما توفر أدوات تصور تفاعلية من خلال التكامل مع folium و ipywidgets، مما يسمح للمستخدمين باستكشاف البيانات عن طريق التكبير والتصغير وإنشاء رسوم متحركة للبيانات الزمنية، ومن خلال تبسيط استخدام GRASS GIS في Jupyter Notebooks، تتيح الحزمة لمستخدمي Jupyter سهولة الوصول إلى مجموعة واسعة من أدوات GRASS، من أدوات معالجة GIS الأساسية إلى خوارزميات الاستشعار عن بعد وعلم المياه.

أولا: مفهوم الذكاء الاصطناعي

1- الذكاء الاصطناعي

ظهرت خلال العقود الماضية تعريفات عديدة للذكاء الاصطناعي على انه طريقة لصنع حاسوب او روبوت يتم التحكم فيه بواسطة الكومبيوتر او برنامج يفكر بذكاء بنفس الطريقة التي يفكر بها البشر[1]، او أنه نظام أو جهاز يحاكي الذكاء البشري لأداء المهام ويمكنه تحسين نفسه بالاعتماد على المعلومات التي يجمعها بدلاً من ذلك، حيث يجمع الذكاء الاصطناعي بين علوم الكمبيوتر ومجموعات البيانات القوية لتمكين حل المشكلات ، ويمكن تعريفه ايضا على أنه قدرة الآلات والحواسيب الرقمية على أداء مهام محددة تحاكي الكائنات الذكية، بما في ذلك القدرة على التفكير والتعلم من التجارب السابقة أو أداء عمليات عقلية أخرى[2]. ويدخل الذكاء الاصطناعي بمجالات مختلفة وتتراوح استخداماته على نطاق واسع بما في ذلك البيانات وتحليلها كتحليل الصور والتعرف عليها والترجمة الآلية، والتخطيط واتخاذ القرارات وتحسين اداء الروبوتات وأنظمة الأتمتة[3]. ويتوقع مورافيك ان يكون المعدل المستقبلي للتقدم في الذكاء الاصطناعي اسرع بعض الشي مما كان عليه في القرن العشرين[4]. وقد أظهرت الدراسات أن الصين والولايات المتحدة قد هيمنتا على نظام أبحاث الذكاء الاصطناعي من حيث التمويل والعلماء النشطين[5].

تعود اهمية الذكاء الاصطناعي الى قدرته العالية على معالجة كميات هائلة من البيانات المتنوعة بشكل فعال وسريع، والعمل على تحليلها واستخراج انماط معينة وتوفير رؤى ذات قيمة علمية، هذا بحد ذاته يسهم في تحسين عملية صنع القرار الاستراتيجي وايجاد الحلول المناسبة.

2- الذكاء الاصطناعي الجغرافي

الذكاء الاصطناعي الجغرافي هو المكان الذي تلتقي فيه تكنولوجية الجغرافية المكانية والصور والذكاء الاصطناعي، كما يمكن أيضًا تسمية الذكاء الاصطناعي الجغرافي المكاني بشكل جديد من أشكال التعلم الآلي الذي يعتمد على مكون جغرافي، والتعلم الآلي هو مجال فرعي في الذكاء الاصطناعي يعتمد على الأساليب الإحصائية أو تقنيات التحسين العددية لاستخلاص نماذج من البيانات دون برمجة كل معلمة نموذج أو خطوة حسابية بشكل صريح[6].

تعمل الجغرافية على إيجاد حالة من التوازن بين السكان من جهة وبين ما هو متاح من موارد من جهة أخرى، وبالتالي فهي تكون علاقة ارتباط بين الحاضر والمستقبل بهدف ضمان حياة ومستوى معيشة أفضل للأجيال القادمة ، وهذا يحتاج إلى عملية ربط قضايا البيئة بالتنمية بشكل محدد ومستمر، لهذا يسهم تعليم الجغرافيا في تحقيق أهداف التنمية المستدامة بإعداد مواطن واعي بموارد بيئته ويعمل علي المحافظة عليها من أجل الأجيال الحالية والأجيال المستقبلية[7].

جاءت عملية التطور في علم الجغرافية بسرعة في ظل التطور الذى شهدته الأساليب والأدوات المستخدمة في المجالات الجغرافية المختلفة بدءاً من استخدام الحاسب الآلى ومروراً باستخدام البرامج الذكية الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية وصور الأقمار الصناعية، وإنتهاءً بالثورة المعلوماتية واستخدام الذكاء

الاصطناعي، وقد دخلت أدوات تحليلية وإحصائية كثيرة في مجال الجغرافية وكانت تتميز بالقدرة على معالجة البيانات الضخمة وتصنيفها وتنظيمها وترتيبيها وتبويبها، ومن ثم تمثيلها في جداول الإحصائية او رسوم بيانية او في الخرائط الإلكترونية ، ويشير مصطلح الذكاء الاصطناعي الجغرافي إلى قدرة الحاسب الآلي على التصور والتحليل واتخاذ القرار والتصميم والتحكم الجغرافي المكاني على أساس التكامل مع تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد[8]. اتفق العلماء على ان الذكاء الاصطناعي الجغرافى المكاني هو" مجال علمي ناشئ متعدد التخصصات يسخّر إبتكارات العلوم المكانية والتعلم الآلي والتعلم العميق، واستخراج البيانات، والحوسبة عالية الأداء لإكتشاف واستخراج المعرفة من البيانات الجغرافية المكانية الضخمة والوصول الى معلومات مفيدة من هذه البيانات المكانية"[9].

والتعلم العميق هو نوع خاص من التعلم الآلي حيث تتعلم الشبكات العصبية الاصطناعية والخوارزميات المستوحاة من الدماغ البشري الأنماط وقواعد التنبؤ من كميات كبيرة من البيانات[10].

ثانياً: تطبيق الذكاء الاصطناعي في علم الجغرافية

1- تطبيق الذكاء الاصطناعي في الجغرافيا الطبيعية

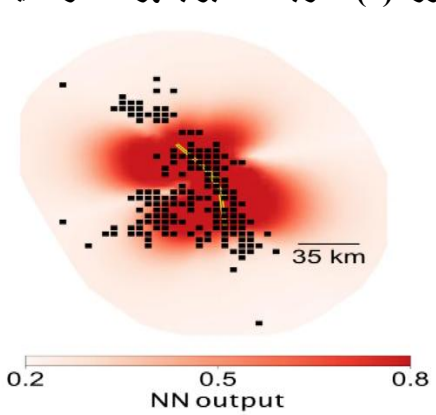
يشمل علم الجغرافيا الموقع و المياه والمناخ والتضاريس والتربة والنباتات والكوارث الطبيعية. تُستخدم تقنية الذكاء الاصطناعي في تحديد الموقع الجغرافي والفلكي للظاهرة المراد دراستها وكذلك تلوث المياه، اذ تزداد موارد المياه ندرة بسبب التأثير السلبي للأنشطة البشرية، مما تزداد حدة تلوث المياه، ونتيجة لذلك، أصبح رصد تلوث المياه والحد منه موضوعًا مهماً في السنوات الأخيرة. لقد اصبح تركز أبحاث الذكاء الاصطناعي حول تلوث المياه وعلى إمدادات المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي ومحاكاة جودة المياه حيث يجب تطوير متطلبات خوارزمية الذكاء الاصطناعي بشكل أكبر لضمان تحسين دقة التنبؤ بجودة المياه، والتي ستكون القضية الرئيسية التي يجب على تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي التغلب عليها في المستقبل فيما يتعلق بتلوث المياه. تعد المعلومات الدقيقة حول جودة المياه ونقص البيانات حول جودة المياه من العوامل التي تؤثر على هذه الدقة، كما يعمل الذكاء الاصطناعي على تحسين دقة البيانات الخاصة بتغيرات المناخ كما يساعد على التنبؤ بظواهر الطقس بدقة اكبر عبر تحليل كميات ضخمة من البيانات الجوية مما يساعد العلماء على استنتاج معلومات مهمة في مجال التغيرات المناخية.

يساعد الذكاء الاصطناعي على الكشف عن نوع التضاريس الموجودة ومراقبة علميات التغيير الحاصلة عليها فهو اداة مهمة وضرورية في عصرنا الحالي لمراقبة وجودها وبالتالي يمكنها من مساعدة العلماء المختصين على فهم العمليات التي حدثت، وفهم الحركة الجوية، والتنبؤ بالكوارث الطبيعية وصولا الى استنتاج معلومات مفيدة.

ترك الذكاء الاصطناعي بصمات واضحة جدا في القطاع الزراعي وقطع شوطا كبيرا في تطوير وتحسين العمليات الزراعية وبالفعل غير من مستقبل الزراعة وقد دخل الذكاء الاصطناعي فعليا في اغلب العمليات الزراعية بدءا من عملية فحص التربة الى الكشف عن الآفات والامراض التي تصيب البنات ومراقبة صحة الماشية وصولا الى الري الذكي وذلك عبر بيانات اجهزة الاستشعار عن بعد فهي تتيح امكانية اكتشاف عيوب التربة والتعرف على احتياجاتها ومن الأمثلة التطبيقية على ذلك تطبيق بلانتكس (plantix) وما يميز هذا التطبيق تحديده للمزارعين مقدار ونوع المواد العضوية التي تحتاجها التربة لجعلها مناسبة لزراعة محاصيل معينة، اضافة الى ذلك يعمل الذكاء الاصطناعي على مساعدة المزارعين تحديد الاماكن المناسبة لزراعة محاصيل معينة بناءً على التركيب الكيميائي والخصائص الجغرافية للمنطقة ويتم ذلك عبر الصور الجوية التي توفرها الاقمار الاصطناعية او الطائرات من دور طيار والتي تكشف عن حجم الغطاء النباتي ونوعية النبات الموجود في المنطقة والتي يمكن استخدام هذه الصور في انتاج خرائط تفصيلية.

فيما يخص الكوارث الطبيعية شهد عالمنا حدوث العديد من هذه الكوارث الطبيعية كالزلازل والأعاصير وحرائق الغابات والفيضانات والبراكين، فقد نجح الذكاء الاصطناعي في المساعدة في تقليل الأضرار الناجمة عن هذه الكوارث من خلال أنظمة التنبؤ والكشف المبكر عن الكوارث مما يسهل على السلطات والجهات المختصة من تحذير السكان المحليين وفي وقت مبكر للتخفيف من حدة آثارها المدمرة، ويتم ذلك من خلال امكانية ادوات الذكاء الاصطناعي من غربلة كميات كبيرة جدا من البيانات وإجراء تحليلات وصولا الى تنبؤات دقيقة لتوقع الكوارث الطبيعية مثل الأعاصير وحرائق الغابات قبل وقوعها. وعلى سبيل المثال، يمكن استخدام انظمة واجهزة الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالهزات الأرضية الارتدادية للزلازل من خلال معالجة البيانات الزلزالية حيث يتم تمييز اللون الأحمر على سبيل المثال للمناطق المتوقع أن تتعرض لهزات ارتدادية ، صوره (1) ، أما النقاط السوداء فهي مواقع الهزات الارتدادية المرصودة، والخط الأصفر يُظهر الصدوع التي انفجرت أثناء الهزة الرئيسية.

صورة (1) مخرجات التنبؤ بالهزات الارتدادية



المصدر : https://www.ultralytics.com/ar/blog/ai-in-natural-disaster-management

اما الخطوة التي تلي عملية التنبؤ بالكارثة في إدارة الكوارث الطبيعية هي الاستعداد للكارثة، حيث يمكن تقليل او منع الخسائر البشرية والاقتصادية من خلال أنظمة الذكاء الاصطناعي التي توفر معلومات دقيقة في الوقت المناسب حول المخاطر التي ستخلفها الكارثة، وتساعد حلول الرؤية الحاسوبية (مراقبة الكارثة وتتبعها) وعملية تحليل الصور الجوية في رصد أنماط الطقس وتتبعها عبر معالجة صور الأقمار الصناعية في الوقت الحقيقي ومن خلال رصد وتتبع مسار مثل هذه الكوارث كالأعاصير مثلا، تكون لهذه المناطق القدرة على مواجهتها من خلال الاستعداد لها بشكل أفضل.

2- تطبيق الذكاء الاصطناعي في الجغرافيا البشرية

الجغرافية البشرية هي فرع من فروع الجغرافية يدرس العلاقات المكانية بين المجتمعات البشرية والثقافات والاقتصادات وتفاعلاتها مع البيئة، وما يميز الجغرافية البشرية هو تطبيق مجموعة من المفاهيم والأفكار الجغرافية الأساسية التي مفادها أن العالم يعمل مكانيًا وزمانيًا، وأن العلاقات الاجتماعية كانت مبنية تمامًا على المكان والبيئة[11].

لقد اسهمت تقنيات الذكاء الاصطناعي في الحصول على رؤى أعمق في التفاعلات المعقدة بين الإنسان والبيئة، مما ساهم في الاستكشاف العلمي بصورة اكثر فعالية، وفهم الديناميكيات الاجتماعية، واتخاذ القرارات المكانية المناسبة، فإن التآزر بين الذكاء الاصطناعي والجغرافية البشرية ضروري جدا لمعالجة التحديات العالمية مثل القدرة على الصمود في وجه الكوارث والفقر والوصول العادل للموارد، ويساعد هذا التعاون المتعدد التخصصات بين الذكاء الاصطناعي والجغرافية في تعزيز تطوير الذكاء الاصطناعي الجغرافي والنتيجة عالم مستدام ومناسب للجميع.

أ- التخطيط والبناء الحضري

الجغرافية هي تخصص يدرس التوزيعات الجغرافية للظواهر بنوعيها(الطبيعية والبشرية) وانتشارها وتغيرها، فضلاً عن دراستها لقوانين تكوين وتطوير البنية الإقليمية للأنشطة الاجتماعية البشرية، وقد أدى التطور السريع لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي إلى نموذج أكثر تطوراً عما كان عليه بالنسبة للتخطيط الحضري والتخطيط بصورة عامه، والعلاقة بين الإنسان والأرض، مما يوفر سبل افضل للتنمية البيئية والاقتصادية والثقافية، لان هدف انظمة الذكاء الاصطناعي ايجاد الحلول المناسبة للمشاكل بصورة منطقية والبحث الذكي عن حلول أفضل، مما تؤثر على تحفيز ممارسات التخطيط الحضري، وتتمتع تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي بإمكانية تجميع البيانات بشكل دقيق، وتجهيزها وتجميعها، والتطبيق بصورة واسعة النطاق في بناء البيانات الهائلة في البناء الحضري، حيث يمكن تقديم نموذج بناء حضري مرئي يعتمد على العديد من العوامل والبيانات الضخمة كتطبيقات الواقع الافتراضي والواقع المعزز ونماذج المناخ والتطبيقات الرقمية الأخرى، مما يسهم ذلك في تقليل جهد و وقت عمل المخططين بشكل كبير جدا، فإن الجمع بين التخطيط الحضري وتطبيقات الذكاء الاصطناعي ينتج نموذجًا جديدًا من المرونة والقدرة على التكيف والتكامل.

يتضح كذلك دور الذكاء الاصطناعي في التخطيط والبناء الحضري في عملية منح إذن التخطيط حيث يتم استخدام الذكاء الاصطناعي هنا عند التقديم بطلب بهدف الحصول على تصاريح البناء ومنح الموافقة عليها، هذا يعني أن الذكاء الاصطناعي يستخدم بعد عملية التخطيط ، حيث تمكن أصحاب مباني في فيينا من تقديم مستنداتهم لمشروع البناء الخاص بهم عبر الإنترنت، وبمجرد تقديم المستندات الخاصة بهم، قام الذكاء الاصطناعي بتحليل هذه المستندات والتحقق من استيفاءها لكافة الشروط ، ومن صحة ملئ الطلب من قبل العميل، فيقوم الذكاء الاصطناعي بمسح عناصر النص ووضعها في شكلها اللغوي الأساسي، وربطها، ووضعها في علاقة ببعضها البعض، وموازنتها. وفي الخطوة الأخيرة، قام بتحليل نية المحتوى ، والتحقق مما إذا كانت المعلومات الموجودة في التطبيق تتوافق مع مواصفات وثائق التخطيط والنصوص القانونية المعمول بها في المدينة[12]. بالإضافة إلى ذلك، تم إنشاء نموذج لمشروع البناء كنموذج BIM (نمذجة معلومات البناء)، فكانت هذه النماذج المولدة تهدف إلى جعل مشاريع البناء أكثر وضوحًا وشفافية للمواطنين،

بعد استخراج البيانات ذات الصلة، قام الذكاء الاصطناعي بتلخيصها في فئات ذات معنى، وهذا يثير السؤال؛ كيف نسمح للآلات بفهم اللغة واستخراج البيانات وإنشاء المعرفة (التصميمية) منها، قد يكون سبب الذكاء الاصطناعي الحضري القائم على معالجة اللغة الطبيعية هو استخراج المعاني من تعدد الآراء العامة التي تم جمعها لمهام محددة من خلال التصميم الحضري المشترك ، والتي ربما يتم تلخيصها في مذكرات التصميم والمهام المنظمة للمخططين وصناع القرار، مع رؤية واضحة وأولويات وأهداف واستراتيجيات تلبي هذه الأهداف[13].

ب- جغرافية النقل

اخذ تطبيق GeoAI في جغرافية النقل يتطور بصورة سريعة بالتالي اكتسب اهتمامًا كبيرًا في السنوات الأخيرة، حيث إن استخدام تقنيات التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي ساعد على تحسين أنظمة النقل مع توفير رؤى اكثر واشمل حول السلوك البشري للسفر ، ومن الأمور المهمة الاتجاه المتزايد لاستكشاف استخدام نماذج التعلم العميق لتحليل الصور على سبيل المثال مناظر الشوارع والصور التي ينشئها المستخدم، وبيانات المستشعرات الأخرى كأجهزة استشعار الحركة المرورية، ودبابيس نظام تحديد المواقع العالمي(GPS) ، لفهم تأثير البيئة المبنية على سلوك الانسان للسفر ، اضافة إلى ذلك، يهتم الباحثون بشكل كبير بتطبيق الخوارزميات الذكية مثلا (نماذج بنية الشجرة، والشبكات العصبية البيانية، والشبكات العصبية المتكررة) للتنبؤ بأنماط السفر، بما في ذلك اختيار الوسيلة وتدفق الركاب وحجم حركة المرور لدعم عملية تخطيط النقل، وقد تم تطوير أدوات مختلفة، مثل أداة دعم التخطيط لتصميم شبكة الشوارع[14]، كذلك استخدام الذكاء الاصطناعي من اجل الانارة الذكية للمدن المستقبلية من خلال برمجة انارة الشوارع مع حركة المرور طبقا للحاجة الفعلية واوقات الذروة ومقدار التجمعات البشرية في الأماكن التجارية وبما يتفق مع الظروف المناخية كالمطر والضباب والرياح بحيث يقلل من الهدر والضياع للحد الادنى[15].

تُستخدم تقنية الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع في بناء حركة المرور ومراقبتها اضافة الى الخدمات اللوجستية الحديثة، والتي تلعب دورًا مهمًا في تطوير المدينة الذكية، عبر استخدام خوارزمية شبكة عصبية منطقية في بناء نقل ذكي يلبي متطلبات المدينة ، كما يمكن لنظام الشبكة العصبية تحسين كفاءة المرور ودقة التنبؤ بالازدحام على الطرق بشكل اكثر فعالية، وإنشاء مجموعة متنوعة من أنظمة النقل ذات الصلة، مثل الخرائط الذكية والقيادة الذكية، لتعزيز التنمية الصحية للاقتصاد الحضري، حيث يمكن تحديد افضل المسارات المهمة واقصرها وتخطيط الطرق الضرورية وتحديد اماكن التجمعات المهمة[16].

ت- جغرافية السياحة

يدخل الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق بسرعة إلى جميع جوانب جغرافية السياحة، حيث يظهر دور الذكاء الاصطناعي في جغرافية السياحة بشكل واضح في السياحة الذكية والتوصية السياحية والتنبؤ بالسياحة حيث يساعد النموذج الرياضي المدرب على الشبكة العصبية العميقة لتدفق الركاب بشكل فعال في تخصيص الخدمات السياحية وتحديد احتياجاتها والاستخدام الأمثل للموارد السياحية المتوفرة في الوقت الحاضر، مما يحسن ويطور باستمرار نموذج جغرافية السياحة التقليدي من حيث التوصية والتنبؤ بالسياحة والسائحين.

ث- جغرافية السكان

يتضح دور تطبيق GeoAI في جغرافية السكان في عملية التنبؤ بنمو السكان وحركته وتحليل بيانات التعداد السكاني بناءً على مصادر بيانات أخرى من اجل استخراج بيانات سكانية دقيقة يمكن استخدامها لأغراض بحوث علمية اخرى، كما يعمل على قياس الأنشطة البشرية وتوصيفها، واكتشاف المستوطنات البشرية المعرضة او التي قد تتعرض للمخاطر او الكوارث الطبيعية ، فضلا عن التنبؤ بوفيات السكان واستنتاج الوضع الديموغرافي والاجتماعي والاقتصادي وتُستخدم تطبيقات نماذج التعلم العميق الأكثر تقدمًا لاستخلاص مقاييس من مصادر بيانات متنوعة (على سبيل المثال، التصنيف القائم على صور الاستشعار عن بعد أو البيانات الرسمية) والتي يمكن استخدامها بشكل أكبر لتفكيك أو التنبؤ ببيانات السكان على مقاييس مكانية مختلفة.

ج- الجغرافيا الريفية

يمثل GeoAI تقنية حيوية في الجغرافية الريفية وبشكل متزايد حيث يقدم حلولاً مبتكرة للمشاكل او العقبات التي تواجه المناطق الريفية، ومن تطبيقاته الرئيسة مراقبة المحاصيل واستخدامات الأراضي الزراعية ، حيث يتم الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين المساحة الزراعية الحضرية البيئية وضمان الأمن الغذائي، كما يلعب GeoAI دورًا مهماً في تخطيط وتطوير البنية التحتية الريفية من خلال تحديد وتقييم احتياجات البنية التحتية ومعرفة اولوياتها، مثل الطلب على وسائل النقل، وتوقع الحوادث وشدتها ، وتقييم السياسات وآلية ضمانها ، وهذا يسهم في تحقيق تنمية ريفية عادلة ومستدامة، بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام خوارزميات التعلم الآلي المتقدمة لنمذجة وتوقع التنمية الاقتصادية الريفية وديناميكية السكان الريفيين، وقد نجح الذكاء

الاصطناعي الجغرافي في تحديد شدة التغيرات الحاصلة في استخدام الأراضي والغطاء الأرضي في المناطق الريفية، كما نجح في مساعد الفلاحين على الاهتمام بالمحاصيل وكيفية استخدام الكميات المناسبة من المياه والمبيدات وحماية البيئة من خلال استخدام النباتات المناسبة، وان هذا من شأنه ان يحقق سياسات واستراتيجيات التنمية الريفية، ومعالجة التحديات الرئيسة في المناطق الريفية، لذا فإن دمج الذكاء الاصطناعي الجغرافي في الجغرافية الريفية يولد القدرة على إحداث ثورة في هذا المجال، وتقديم وجهات نظر مختلفة جديدة ونهج قائم على بيانات للتنمية المستدامة للمجتمعات الريفية.

لقد جذب تأثير الذكاء الاصطناعي على البيئة اهتمامًا أكاديميًا حيث يمكن أن يكون للذكاء الاصطناعي، كما يمثله الروبوتات الصناعية المشاركة في عملية الإنتاج، علاقة بديلة أو تكميلية مع العمالة من خلال توفير وقت وجهد العمل وتعزيز وجود الآلة وتقليل الاعتماد على العمالة ، علاوة على ذلك، يمكن أن يؤدي حجمه أيضًا إلى تحسين عملية التصنيع والمساعدة في دفع ترقية هيكلية الطاقة، وبالتالي التأثير على البيئة الإيكولوجية تأثير ايجابياً ، لذا فأن تطبيق الذكاء الاصطناعي يحسن كل من كفاءة الطاقة وجودة البيئة مما ينعكس ايجابياً على النمو الاقتصادي من خلال زيادة إنتاجية العوامل الإجمالية[17].

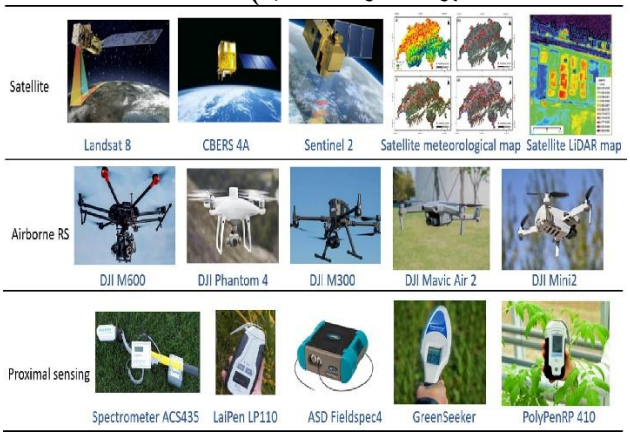
ثالثاً: تطبيق الذكاء الاصطناعي في نظام المعلومات الجغرافية

1- تطبيق الذكاء الاصطناعي في الاستشعار عن بعد (RS)

تتمثل خصائص نظام المعلومات الجغرافية بجمع المعلومات وإدارتها ومعالجتها وتحليلها، وقد كان لقدرة أنظمة الذكاء الاصطناعي على معالجة البيانات الضخمة والتفكير والحكم والاستحواذ التلقائي تأثير إيجابي كبير على أنظمة المعلومات الجغرافية، كما يمكن لتقنية التعلم الآلي تحسين دقة تحليل الصور وسرعة التصنيف ودقة تحديد موقع صور الاستشعار عن بعد بشكل فعال، وبالتالي في تحليل البيانات الضخمة، كما يمكن لتقنية الذكاء الاصطناعي من فحص طبقات صور الاستشعار عن بعد بصورة فعالة للحصول على معلومات التداخل للصور[18].

تُستخدم منصات استشعار متنوعه وبدقة مكانية مختلفة صورة (2)، بما في ذلك الاستشعار القريب، والاستشعار الجوي، والأقمار الصناعية، حيث لعبت أجهزة قياس الطيف الاستشعاري القريب دورًا حاسمًا على سبيل المثال في البحوث الزراعية، حيث تم الوصول من خلالها الى رؤى قيمة حول صحة النباتات ونمو المحاصيل، وقد أدى التطور في تكنولوجيا الاستشعار الجوي إلى تحسين قدرات المراقبة وتوفير امكانية تغطية مساحة أكبر للمنطقة وإجراء تقييمات على مستوى إقليمي لنمو المحاصيل، وذلك بفضل دقتها المكانية والزمانية والطيفية المحسنة، حيث توفر الطائرات بدون طيار المجهزة بأجهزة استشعار متنوعة مثل أجهزة الاستشعار الطيفية الفائقة والأشعة تحت الحمراء الحرارية والليدار والأشعة تحت الحمراء القريبة حلول مراقبة ديناميكية ومرنة اكثر، اما بالنسبة للأقمار الصناعية فهي توفر تغطية مكانية اكثر سعة من النوعين السابقين وترددًا عاليًا ، مما يوفر منظورًا كليًا ضروريًا للمراقبة المستمرة للمحاصيل[19].

صورة (2) منصات الاستشعار عن بعد (منصات الاستشعار القريبة، الاستشعار الجوي، الاستشعار عبر الأقمار الصناعية)



المصدر: Yeying Zhou, Integrating multi-angle and multi-scale remote sensing for precision nitrogen management in agriculture: A review, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 230, 2024,p6-8. https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109829.

2- تطبيق الذكاء الاصطناعي في نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

يعمل نظام الذكاء الاصطناعي في نظم المعلومات الجغرافية على تحسين قدرة الاستشعار عن بعد على تحليل ومعالجة الصور والنصوص والمناظر الطبيعية للشوارع بشكل كبير ومن ثم استخراج المعلومات الجغرافية وفهم سماتها، وتنقسم تقنية الذكاء الاصطناعي إلى ثلاثة مكونات وهي نظم المعلومات الجغرافية المدعومة بالذكاء الاصطناعي، والذكاء الاصطناعي المدعوم بنظم المعلومات الجغرافية، وخوارزمية نظم المعلومات الجغرافية المدعومة

بالذكاء الاصطناعي أي (GeoAI)، وقد أظهرت هذه التقنيات الثلاث قيمة كبيرة وإمكانات التطوير في تحليل بيانات الاستشعار عن بعد، وبحوث الموارد المائية، وعلم الأوبئة المكاني، والصحة البيئية، وعلوم الأرض الأخرى. خوارزمية الذكاء الاصطناعي هي خوارزمية لتحليل ومعالجة البيانات المكانية تتضمن الذكاء الاصطناعي، وهي نتيجة التكامل بين الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية، وهي تنتمي إلى كل من الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية، ومن بينها الشبكات العصبية (ANN)، وآلات المتجهات الداعمة (SVM)، والغابات العشوائية (RF)، وKmeans، وDBSCAN، وغيرها، والتي يتم تطبيقها تدريجيًا في المجالات الجغرافية والبيئية مثل الحوكمة الحضرية، واستخدام الأراضي، والاستعادة البيئية[20].

كما تستخدم نظم المعلومات الجغرافية المدعومة بـ (AI) الذكاء الاصطناعي لتحسين وظائف وتجربة المستخدم لبرامج نظم المعلومات الجغرافية، وقد تطور مصدر المعلومات المكانية تدريجيًا من رسم الخرائط التقليدية للاستشعار عن بعد إلى أشكال مختلفة، مما يتحدى قدرة نظم المعلومات الجغرافية على معالجة البيانات، كما يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على إدراك المعلومات غير المنظمة واستخراجها، وتحسين كفاءة نظم المعلومات الجغرافية في الحصول على البيانات ومعالجتها ورسم الخرائط، فضلاً عن التفاعل مع المستخدمين، وتكمن قدرة نظم المعلومات الجغرافية على معالجة مصادر البيانات الجديدة في سيناريوهات مختلفة، ونتيجة لذلك، تعالج نظم المعلومات الجغرافية المدعومة بالذكاء الاصطناعي بفعالية أوجه القصور في أنظمة المعلومات الجغرافية التقليدية في تحليل البيانات المكانية وأبحاث الخوارزميات، اما الذكاء الاصطناعي المدعوم بنظم المعلومات الجغرافية فهو تقنية وتطبيق نظم المعلومات الجغرافية التي تستخدم تقنية التصور والتحليل المكاني لتصور وتحليل نتائج البيانات غير المكانية الأخرى التي تتم معالجتها بواسطة خوارزميات الذكاء الاصطناعي، بناءً على تقنية التصور المكاني، ويمكن عرض نتائج التعرف على الفيديو في خريطة مع تأثيرات تصور مختلفة مثل خريطة حرارية وخريطة مجمعة، ويمكن عرض نتائج التعرف على الفيديو من جميع أنحاء المنطقة عالميًا وتحليلها بشكل شامل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ثم استخدامها لتحقيق اكتشاف الهدف وتتبعه، وسيؤدي الجمع بين الاثنين إلى استخراج المعلومات المخفية العميقة في بيانات الفيديو بشكل أكبر[21].

رابعاً: برامج وأدوات الذكاء الاصطناعي في الجغرافية

هناك العديد من برامج التحليل الجغرافي وأدوات الذكاء الاصطناعي المهمة والضرورية لفهم البيانات الجغرافية المختلفة وتصورها وتحليلها، سواء كانت الغاية رسم خرائط للبنية الأساسية للمدينة او الدولة، أو التخطيط للخدمات داخل المدينة الحالية او المستقبلية، أو تحليل التغيرات البيئية ، فإن هذه الأدوات والبرامج تساهم في عملية فهم المعلومات المكانية المتنوعة والمعقدة، والتي تساعد في عملية دعم واتخاذ القرارات بشكل أفضل، ومن اهم هذه البرامج والأدوات هي كالاتي:-

1- ArcGIS Online

هو نظام معلومات جغرافية قائم على السحابة يُقدَّم كبرنامج كخدمة (SaaS) وهو يساعد المؤسسات او الاشخاص من إنشاء وإدارة ومشاركة البيانات الجغرافية والخرائط والتطبيقات المتنوعة ضمن بيئة تعاونية آمنة، وقد صُمِّم هذا البرنامج لتبسيط سير العمل، وهو يوفر بنية تحتية قابلة للتطوير وآمنة تدعم كل شيء بدءً من رسم الخرائط البسيطة إلى تحليل البيانات المكانية المعقدة، مما يسهل على المستخدمين اتخاذ قرارات جيدة تعتمد على رؤية مكانية دقيقة في الوقت الفعلي، وتتكامل المنصة مع منتجات ArcGIS الأخرى، مما يضمن اتساق البيانات عبر جميع التطبيقات المتصلة.

2- QGIS

هو احد البرامج المجانية المفتوحة المصدر لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، يتيح للمستخدمين امكانية إنشاء معلومات (جيومكانية) جغرافية مكانية وتحريرها وتصورها وتحليلها [22]، وهو يوفر مجموعة كبيرة من الأدوات للتصور المكاني واتخاذ القرار، مما يجعله متاحًا لفئات متنوعة من المستخدمين، بدءً من فئة الهواة الى فئة المحترفين، وبفضل ما يمتلكه من مكتبه واسعة من خيارات التخصيص والمكونات الإضافية يسمح QGIS للمستخدمين بتوسيع وتطوير وظائفه لتلبية احتياجات معينة، سواء لرسم الخرائط أو تحليل البيانات أو إنتاج الخرائط ، كما ولإمكانيته في دعم مجموعة من التنسيقات الجغرافية المكانية وتكامله مع أدوات أخرى مفتوحة المصدر، وفّر ميزات قوية لإنشاء الخرائط، بما في ذلك رسم الخرائط الرائدة في فئته، وإنتاج الخرائط الاحترافية، وأدوات إعداد التقارير ، ويتضمن البرنامج أيضًا QGIS Server، الذي يسمح للمستخدمين بنشر مشاريعهم كخدمات متوافقة مع OGC، وQGIS Web Client لنشر الخرائط على الويب.

3- فلايبيكس AI (FlyPix AI)

هي منصة جغرافية مكانية تعمل بالصور الجوية مع التركيز على بيانات الأقمار الصناعية وهي مصممة لتحليل سطح الأرض باستخدام الذكاء الاصطناعي المتقدم، ومتخصصة في اكتشاف وتحديد موقع العديد من الكائنات داخل الصور الجيومكانية (الجغرافية المكانية)، وتقييم البيانات وتحليلها، مثلا يستطيع (FlyPix AI) الكشف عن النفايات في البيئة المائية والبرية، مما يوفر وظائف أكثر فعالية لإدارة النفايات باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل الصور الجوية عالية الدقة للكشف عن مواد النفايات وتصنيفها الى اصناف مثلا الحطام أو البلاستيك أو الملوثات الأخرى، مما يجعلها أداة ذات قيمة علمية للمخرجات التي تعتمد على البيانات المكانية التفصيلية الدقيقة، وان المنصة قابلة للتطوير، مما يسمح للمستخدمين من مختلف القطاعات، مثل البناء والزراعة والحكومة، بتخصيص النماذج والحصول على رؤى ذات صلة باحتياجاتهم المحددة.

4- نظام المعلومات الجغرافية العشبي (GRASS GIS)

هو برنامج مفتوح المصدر لنظام المعلومات الجغرافية (GIS) يمتلك أدوات معالجة قوية للبيانات النقطية والجغرافية المكانية، ومصمم لإدارة وتحليل البيانات الجغرافية المكانية ومعالجة الصور والنمذجة المكانية وانتاج الخرائط وهو مدعوم بشبكة ثلاثية الأبعاد ، وبسبب ما يمتلك من مجموعة متنوعة من الأدوات جعله ذلك مناسبًا لمهام عديدة مثل النمذجة المتقدمة للتضاريس والنظام البيئي والتحليل الهيدرولوجي ومعالجة صور الاقمار الصناعية والصور الجوية، كما ويوفر(GRASS GIS) إطارًا زمنيًا يسمح بمعالجة متقدمة للسلاسل الزمنية، كما تم تحسين البرنامج لغرض تحسين الأداء، مما يجعله برنامجًا مثاليًا للتحليل الجغرافي المكاني[23].

5- PostGIS

هو برنامج مفتوح المصدر يوفر دعمًا للبيانات الجغرافية وهو امتداد لقاعدة بيانات (PostgreSQL) العلائقية التي تضيف دعمًا لعملية تخزين ومعالجة البيانات الجغرافية المكانية، فهو يوفر امكانية إدارة أنواع البيانات المكانية مثل النقاط والخطوط والأشكال الهندسية المتعددة والمضلعات وكذلك الاستعلام عنها في كل من التنسيقات الثنائية والثلاثية الأبعاد، كما يتضمن هذا البرنامج العديد من الوظائف المكانية التي تمسح بتحليل البيانات المكانية ، مثل قياس المساحات والمسافات والأشكال الهندسية المتقاطعة ، ويوفر دعم البيانات النقطية، ويتيح للمستخدمين عملية تخزين ومعالجة بيانات الارتفاع وبيانات الطقس ، مما يجعله أداة قوية ومهمة للتحليلات الجغرافية المكانية، ومن ميزاته انه يدعم الترميز الجغرافي والترميز الجغرافي العكسي، وتكامله مع أدوات الطرف الثالث مثل QGIS و GeoServer وArcGIS.

6- محرك جوجل إيرث Google Earth Engine

وهي منصة قائمة على السحابة للتحليل الجغرافي المكاني العالمي ويمكن للمستخدمين الذين ليسوا بالضرورة متخصصين في الاستشعار عن بعد من الاستفادة منها، فهي توفر إمكانية الوصول إلى مجموعة كبيرة ومتنوعة من صور الأقمار الصناعية ومجموعات البيانات الجغرافية المكانية، ويمكن الاستفادة منها في تحليل السلاسل الزمنية ورسم الخرائط الرقمية لخصائص سطح الأرض وإخفاء السحب واكتشاف التغيير متعدد الأزمنة وغير ذلك، لذا تعد المنصة مفيدة بشكل خاص للعلماء والباحثين والمطورين الذين يحتاجون إلى معالجة كميات كبيرة من البيانات، مثل دراسة تأثيرات تغير المناخ أو تقييم الكوارث الطبيعية أو تتبع إزالة الغابات، بفضل واجهة برمجة التطبيقات القوية باستخدام Python أو JavaScriptيمكن إجراء تحليل متعمق للصور الخام والمصححة لـ Sentinel وLandsat والعديد من مجموعات الصور المعالجة الأخرى واستخلاص رؤى مفيدة من البيانات[24]. والجدير بالذكر ان محرك Google Earth يتوفر للاستخدام التجاري وغير التجاري، وامكانية الوصول إلى المنصة مجانًا.

7- المنظر الشرقي الجيومكاني (EVG) East View Geospatial

East View Geospatial (EVG) والمعروفة سابقًا باسم East View Cartographic (EVC)، هي شركة تتخصص في توفير منتجات جغرافية مكانية مخصصة متمثلة بخرائط عالمية وبيانات جغرافية وخدمات أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) ، بما في ذلك الخرائط والرسوم البيانية والبيانات الجغرافية المكانية من مصادر عالمية، وتشمل مقتنيات هذه الشركة كل أنواع البيانات الجغرافية ، مثل البيانات الطبوغرافية، ونماذج الارتفاع الرقمية DEM، وGIS، والبيانات ثلاثية الأبعاد، والمخططات البحرية والجوية، والخرائط الجيولوجية، وصور الأقمار الصناعية والصور الجوية، وبفضل فريق الإنتاج الخرائطي الداخلي، وتقدم مجموعة من الخدمات تلبي احتياجات للعديد من الصناعات، بما في ذلك الطاقة والفضاء والموارد الطبيعية والدفاع والأمن، فضلا عن توفيرها للمصادر والاستشارات الجغرافية، وإنتاج قواعد البيانات، والنمذجة ثلاثية الأبعاد، ورسم الخرائط ومعالجة الصور وتحليها.

8- SNAP (منصة تطبيق Sentinel)

عبارة عن منصة حوسبة سحابية تحليلية تسهل على المستخدمين الوصول إلى أرشيف مراقبة الأقمار الصناعية للأرض، تم تصميم المنصة بهندسة معيارية قابلة للتطوير والتكيف بدرجة كبيرة مع مجموعة كبيرة ومتنوعة من مهام عملية معالجة بيانات مراقبة الأرض، تتضمن بنية منصة (SNAP) ابتكارات تكنولوجية رئيسة مثل تجريد بيانات مراقبة الأرض العامة وإطار عمل معالجة الرسوم البيانية، بالإضافة إلى ذلك، تتيح المنصة عرض الصور المتقدمة وعملية التنقل فيها سريع جدًا، حتى بالنسبة للصور ذات الحجم الكبير، وإمكانية إعادة الإسقاط الدقيق وتصحيح الانحراف عن المسار بالنسبة لإسقاطات الخرائط الشائعة، وقد توفر المنصة دعم للمعالجة المتعددة النواة، مما يجعل التعامل مع البيانات الكبيرة بكفاءة اعلى، يمكن للمستخدمين أيضًا الاستفادة من تنزيل SRTM DEM التلقائية، والتصور المتكامل لـ WorldWind ، مما يجعلها أداة فعالة لإدارة وتحليل مجموعة كبيرة من بيانات مراقبة الأرض، وتم تصميم هذه المنصة لتكون اكثر مرونة وسهلة الاستخدام، والقدرة على إضافة ومعالجة صور خادم (WMS) أو ملفات أشكال ESRI .

9- ArcGIS Desktop

هو احد برامج نظام المعلومات الجغرافية (GIS) يحتوي على مجموعة شاملة من برامج (GIS) المكتبية والتي انتجتها وطورتها شركة Esri ، تتيح هذه الأداة للمستخدمين تصور البيانات الجغرافية وإدارتها وإجراء تحليلات مكانية متقدمة، تم إصدار ArcGIS لأول مرة في عام 1982 باسم ARC/INFO، ومن ثم تم دمجها لاحقًا في ArcGIS Desktop.

يتضمن ArcGIS Desktop تطبيقات قوية مثل (ArcMap) و(ArcCatalog)، و(ArcGlobe) و(ArcView) والتي تُستخدم على نطاق واسع في تأليف وتحرير (GIS) التقليدي، والذي يوفر إمكانيات محسّنة لتصور البيانات وتحليلها في بيئات ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد وحتى رباعية الأبعاد.

لقد تم تصميم مجموعة البرامج هذه للمحترفين في مختلف المجالات الذين يحتاجون إلى تحليل وتفسير البيانات المكانية المعقدة ، كما يوفر للمستخدمين التعاون ومشاركة اعمالهم عبر المنصات من خلال اشتراك ArcGIS Desktop في ArcGIS Online، فضلا عن دعم هذه الأداة من خلال مجموعة من الامتدادات الاختيارية ذات التحليلات المتقدمة مثل ArcGIS 3D Analyst و Geostatistical Analyst وSpatial Analyst، والتي تضيف قدرات تحليلية متخصصة إلى البرنامج الأساسي.

10- تطبيق MapInfo Pro

هو برنامج لرسم الخرائط على سطح المكتب تم تصميمه لمحللي أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS)، فهو يساعد على تصور البيانات المكانية الجغرافية وتحليلها وتحريرها وتفسيرها وإخراجها، اذ يعمل على تحسين الكائنات المختلفة (النقاط والخطوط والمضلعات) لتسليط الضوء على الاختلافات المحددة في موضوع معين من خلال إنشاء خريطة موضوعية، حيث يتم تمثيل أنماط رسومية (كنمط التظليل وظلال الألوان) فوق البيانات الأساسية لعرض المعلومات على مستوى أكثر تطورًا، على سبيل المثال، قد تُظهر الكثافة السكانية بين المناطق الحضرية والريفية المدن باللون الأحمر الداكن (إشارة إلى النسبة العالية من السكان لكل كم2)، بينما تُظهر المناطق النائية باللون الأحمر الباهت جدًا (إشارة إلى انخفاض السكان في هذه المناطق)، مما يسهل على المستخدمين اكتشاف العلاقات والأنماط والاتجاهات في البيانات، يعد هذا البرنامج مفيدًا بشكل خاص للمؤسسات التي تعتمد على التحليلات الجغرافية المكانية الدقيقة لاتخاذ قرارات مستنيرة، سواء كان الأمر يتعلق بالتخطيط لموقع بناء مصنع أو تخطيط حضري أو إدارة كارثة طبيعية ، فإن MapInfo Pro يساعد المستخدمين في النمذجة المكانية ، ومن مميزات هذه الأداة تصور البيانات بصورة ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد والاستعلام المكاني فضلا عن التكامل مع بيانات الشركة، مما يوفر حلاً شاملاً وكاملاً لمحاكاة مفصلة ولإنشاء نماذج .

11- خرائط عالمية Global Mapper

يعد برنامجًا مصممًا للاستخدام من قبل المبتدئين والمحترفين لنظم المعلومات الجغرافية ، فهو يوفر مجموعة متنوعة من الأدوات الخاصة بمعالجة البيانات المكانية، مما يسهل على المستخدمين إدارة وتحليل وتفسير مجموعة واسعة من البيانات الجغرافية المكانية بكفاءة عالية، ويتوفر(Global Mapper) في نسختين Standard و Pro ، توفر النسخة القياسية وظائف (GIS) الأساسية، حيث يوفر دعم لأكثر من 300 تنسيق ملف تغطي انواع البيانات المكانية، ويُستخدم (Global Mapper) على نطاق واسع في الوصول إلى مصادر البيانات عبر الإنترنت للخرائط الاساسية والتحليل المكاني وتحليل التضاريس، حيث يوفر ميزات اخرى متقدمة مثل إدارة بيانات Lidar والتصور ثلاثي الأبعاد واعادة تصنيف ومعالجة الصور والنقط ، وحساب الحجم، اضافة الى تتبع وجمع بيانات (GPS)، بينما توفر النسخة الاحترافية ميزات متقدمة مثل تصنيف Lidar ومعالجة صور الطائرات بدون طيار لإنشاء صور عمودية ونماذج ثلاثية الأبعاد ودعم البرمجة النصية للأتمتة ، والتحليل البصري

لبيانات السحابة النقطية، بما في ذلك الكثافة المحلية، والارتفاع عن سطح الأرض، ومع وجود النسختين يتيح للمستخدم اختيار الإصدار الذي يناسب احتياجات عمله الخاص، سواء لمهام GIS الأساسية أو التحليلات الجغرافية المكانية الأكثر تعقيدًا.

12- نظام المعلومات المكانية (Cadcorp (SIS®

هو عبارة عن مجموعة كاملة من البرامج الجغرافية المكانية والتي تم تصميمها لتلبية احتياجات المؤسسات او المستخدمين في اكتساب رؤى وافكار أعمق حول بياناتهم من خلال ما تمتلكه من أدوات سطح المكتب والخادم والويب والمطور، وهي تعود لشركة **(Cadcorp Limited)**، يتيح Cadcorp SIS® للمستخدمين إدارة البيانات المكانية بدءً من الإنشاء إلى تطوير التطبيق والنشر وتوزيع البيانات، يوفر هذا النظام الدعم بما في ذلك الحكومة (محلية او مركزية) وخدمات الطوارئ وإدارة الأراضي والممتلكات، تأمين النفط والغاز، والمرافق البحرية والبيئية من خلال توفير معلومات مفيدة يمكنها إعلام عملية اتخاذ القرار وتحسين تقديم الخدمات.

13- خريطة الشارع المفتوحة (OSM) OpenStreetMap

عبارة عن قاعدة بيانات جغرافية مكانية عالمية يساهم بها المتطوعون وتوفر القدرة على نمذجة أي سمة حضرية مكانيًا ووصفيًا، تم تأسيسها في عام 2004 لمواجهة هيمنة بيانات الخرائط الملكية، ومنذ ذلك الحين، قام ملايين المساهمين برسم خرائط لمليارات الميزات بناءً على المسوحات الميدانية والصور الجوية والأقمار الصناعية واستخدام المعرفة المحلية للمنطقة. ركز المشروع في بداية انشاءه على الطرق، كما يوحي اسمه، ولكنه يظهر أيضًا كمصدر بيانات مهم للميزات مثل النقاط المهمة (مثل المدارس والصيدليات والمطاعم ومواقف السيارات والمراقد الدينية) وطرق النقل العام والممرات ومواقع المناطق الإدارية والمساحات المفتوحة العامة (مثل الحدائق والمتنزهات والملاعب الرياضية) والمباني والميزات الطبوغرافية الطبيعية مثل المسطحات المائية والجبال[25].

إن (OSM) تشمل العقدة والطريق والعلاقة بدلاً من النقطة والخط والمضلع، كما هو الحال في نموذج GIS التقليدي، حيث يتم تحديد جميع أنواع الشوارع والمسارات من خلال علامة "الطريق السريع"، والتي تختلف كثيرًا عن المعلومات الجغرافية التقليدية[26]، وبصورة عامة، تعد(OSM) قاعدة بيانات جغرافية مكانية (يمكن تنزيل البيانات واستخدامها في مجموعة متنوعة من حزم البرامج) وخريطة تعتمد على الويب (يتم تقديم البيانات وإتاحتها للجميع للعرض، ويُسمح بالتعديل)، ومميزاتها متعددة، حتى عندما تكون البيانات الموثوقة أو غيرها متاحة بالفعل في نفس المنطقة.

14- eSpatial

هو برنامج يستخدم لتحليل البيانات ورسم الخرائط قائم على السحابة لتصور وتحميل وتحليل طبقات عديدة من البيانات، يستخدم من قبل المؤسسات والمختصين لتحليل البيانات المعتمدة على الموقع الجغرافي من اجل رسم خرائط اكثر تفاعلية تسهم في عملية فهم البيانات الجغرافية بشكل اكثر دقة، ومن ميزاته انه يوفر اجراء التحليلات مثل تحليل الكثافة وتحديد المناطق الجغرافية ورسم المسارات الخاصة بها، كما يوفر ادارة دقيقة لفرق المبيعات، وسهولة استخدامه حيث لا تتطلب وجهة البرنامج خبرة تقنية كبيرة وتكامله مع البرامج مثل , Google Sheets) (Excel فضلا عن امكانيته في حفظ البيانات على السحابة وبشكل آمن.

15- Maptitude

هو احد أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) يستخدم في التحليلات الجيولوجية لإنشاء خرائط، وإجراء تحليلات الأعمال، تتميز واجهة البرنامج بسهولة الاستخدام حيث لا يتطلب البرنامج خبرة، ويمكن استخدامه لتحديد المواقع المناسبة للأعمال وفي تحليل اتجاهات السوق، ويعمل على توفير البيانات الجغرافية جاهزة مثل البيانات الخاصة بالشوارع والبيانات الديموغرافية، ويحتوي البرنامج على أدوات لرسم الخرائط الثنائية الأبعاد والخرائط الموضوعية، وخرائط الكثافة، ويوفر دعم الطبقات والرموز المخصصة، ودعم استيراد البيانات من برنامج اكسل، وملفاتCSV .

16- GeoMedia

هو احد برامج شركة (Intergraph) يستخدم في عملية إدارة وتحليل البيانات الجغرافية المكانية واستخدامه في تخطيط وتحليل الشبكات مثل شبكة الطرق وخطوط الأنابيب، والتوزيع الجغرافي وتحديد الكثافة السكانية، ودعم مشاريع البنية التحتية وإدارة المدن، والتخطيط العمراني، كما يستخدم في تحديد مواقع خطوط انابيب النفط والغاز وتحليل المواقع الجغرافية الخاصة بها، فضلا عن استخدامه في البيئة من خلال تقييم التأثير البيئي وإدارة الموارد الطبيعية، ويعد من الادوات القوية في تحليل البيانات الجغرافية وربطها ببيانات الأعمال من اجل الوصول لعملية اتخاذ قرارات استراتيجية مهمة في مختلف الصناعات، ومن ميزاته ايضًا جمع ومعالجة وتحليل البيانات الجغرافية من مصادرها المتعددة (مثل قواعد البيانات، الخرائط، والصور الجوية)، ومن ثم إنشاء خرائط ثنائية وثلاثية

الأبعاد ذات معلومات غنية تساعد المختصين في اتخاذ القرارات المناسبة، كما يتكامل مع أنظمة البيانات المختلفة، مثل قواعد بياناتSQL ، وOracle، وArcGIS ، فضلا عن الأدوات الخاصة بإدارة الموارد الجغرافية بشكل دقيق، ويتوفر بثلاث نسخ، منها النسخة الاحترافية (GeoMedia Professional) حيث توفر أدوات متقدمة لتحليل البيانات الجغرافية، ونسخة (GeoMedia WebMap) تستخدم هذه النسخة لنشر التقارير والخرائط على صفحات الويب، اما (GeoMedia Smart Client) فهي مخصصة للمؤسسات.

الاستنتاجات:

1. للذكاء الاصطناعي دوراً كبيراً وهاماً في تغيير حياة المجتمعات والشعور لتعدد استخداماته في المجالات الكافة.
2. نتيجة عملية التطور الذي صاحب علم الجغرافية واستخدام الحاسب الآلى واستخدام البرامج الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية والأقمار الصناعية، واستخدام الذكاء الاصطناعي، فقد دخلت أدوات تحليلية وإحصائية كثيرة انعكست ايجابا في إثراء المجالات الجغرافية، فكانت لها القدرة على معالجة البيانات الضخمة مما انعكس ايجابًا على الجغرافية.
3. للذكاء الاصطناعي القدرة العالية على معالجة كميات هائلة من البيانات الجغرافية المتنوعة بشكل فعال وسريع، والعمل على تحليلها وترتيبيها وتنظيمها وتصنيفها وتبويبها ، واستخراج انماط معينة (رسم الجداول الإحصائية او الرسوم بيانية او الخرائط الإلكترونية) وتوفير رؤى ذات قيمة علمية، و دور ذلك في تحسين عملية صنع القرار الاستراتيجي وايجاد الحلول المناسبة للمشاكل.
4. ساهم الذكاء الاصطناعي بشكل فعال بسهولة تحليل البيانات الضخمة في الجغرافية، مما يحسن من دقة البيانات ويقلل من عدم اليقين والعشوائية في الجغرافيا التقليدية.
5. لعب الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي دورًا كبيرًا ومهمًا في العديد من فروع الجغرافية الطبيعية (كالموقع والمياه والمناخ والتضاريس والتربة والنبات والكوارث الطبيعية) والجغرافية البشرية (كالتخطيط والبناء الحضري والنقل والسياحة والسكان والريف) وأنظمة المعلومات الجغرافية في (**RS و GIS**).
6. تعددت برامج التحليلات الجغرافية وأدوات الذكاء الاصطناعي المهمة والضرورية التي يمكن تطبيقها في الجغرافية والتي تسهم في واجراء التحليلات المكانية وفهم البيانات الجغرافية المتنوعة والمعقدة، والوصول الى نتائج تساعد المختصين في عملية دعم واتخاذ القرارات المناسبة وبشكل أفضل.

٦. المراجع

([1]) عبد الله موسى واحمد حبيب بلال، الذكاء الاصطناعي ثورة في تقنيات العصر، المجموعة العربية للتدريب والنشر، القاهرة، مصر، 2019 ، ص20.

([2]) Dr. Ben Tarzi Kheireddine1, Dr. Attalah Nadhira, The Role Of Geographic Artificial Intelligence In Achieving Sustainable Development In Dry Regions Of Algeria, Volume: 21, No: S11 (2024), p197-208.

([3]) Jin, H., Jin, Lei, Qu, Chongxiao., Fan, ch., Liu, Shuo, & Zh., Yongjin, The Impact of Artificial Intelligence on the Accounting Industry", Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 2022, volume 664, pp,570-574.

([4]) بلاي ويتباي، الذكاء الاصطناعي، ترجمة دار الفاروق، دار الفاروق للاستثمارات الثقافية، الجيزة، مصر، الطبعة 2008، ص177.

([5]) Leo Schmallenbach And Others , The global geography of artificial intelligence in life science research, Nature Communications , Vol 15, No 7527, (2024),p1. https://doi.org/10.1038/s41467-024-51714-x

([6]) Abdelkhalek I. Alastal And Ashraf Hassan Shaqfa, GeoAI Technologies and Their Application Areas in Urban Planning and Development: Concepts, Opportunities and

Challenges in Smart City (Kuwait, Study Case), Journal of Data Analysis and Information Processing Vol 10, No 2, 2022, p2

([7]) مها كمال حفنى، إستخدام تطبيقات الذكاء الإصطناعي الجغرافي (Geo AI) في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (رؤية مصر 2030) في مجال التعليم، بحث خاص بالمؤتمر الدولى الثامن، المجلة العلمية، المجلد التاسع والثلاثون – العدد العاشر -الجزء الثاني ، 2023م ، ص377.

([8]) اشرف عبده على عجرمة و نرمين أحمد محمد خليل شكري ، أساليب الذكاء الاصطناعي الجغرافي في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بين النظرية والتطبيق ، المجلة العربية الدولية لتكنولوجيا المعلومات والبيانات ، 2022، ص98.

) [9](Trang VoPham And Others, Emerging Trends in Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI) Potential applications for environment epidemiology (article), Environ Health, 2018.

at:https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-018-0386-x. Retrieved: 1-1-2025.

)[10](Abdelkhalek I. Alastal And Ashraf Hassan Shaqfa, op.cit, p2.

)[11](Siqin Wang And Others, Mapping the landscape and roadmap of geospatial artificial intelligence (GeoAI) in quantitative human geography: An extensive systematic review, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 128, 2024.

)[12](Frank Othengrafen, From Vision to Reality: The Use of Artificial Intelligence in Different Urban Planning Phases, Urban Planning, Volume 10 , Article 8576, 2024,p9.
https://doi.org/10.17645/up.8576.

)[13](Adam Urban, And Others, With a little help from AI: Pros and cons of AI in urban planning and participation, International Journal of Urban Planning and Smart Cities, Volume 2 , Issue 2, 2021, p28.
DOI: 10.4018/IJUPSC.2021070102.

)[14](Siqin Wang And Others, op.cit, p5.

([15]) محمد صدام المتحدة، العربية الامارات دبي، والتوزيع، والنشر للطباعة قنديل الذكية، الحكومة الخمايسة، 2017، ص398.

)[16](Tianyi Zhou, Application of artificial intelligence in geography, International Conference on Software Engineering and Machine Learning , Journal of Physics: Conference Series, 2646 , 2023,p5.
doi:10.1088/1742-6596/2646/1/012006

)[17](Yang Chen And Others, How does the use of industrial robots affect the ecological footprint? International evidence, Ecological Economics, Volume 198, 2022.

)[18](Tianyi Zhou, op.cit, p7.

)[19](Yeying Zhou, Integrating multi-angle and multi-scale remote sensing for precision nitrogen management in agriculture: A review, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 230, 2024,p6-8.
https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109829

)[20](Tianyi Zhou, Application of artificial intelligence in geography, International Conference on Software Engineering and Machine Learning , Journal of Physics: Conference Series, 2646 , 2023,p7.

doi:10.1088/1742-6596/2646/1/012006

)[21](Cholid Fauzi, A REVIEW GEOSPATIAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE (GEO-AI): IMPLEMENTATION OF MACHINE LEARNING ON URBAN PLANNING, Jurnal Multidisiplin Indonesia, Volume 3 Nomor 1 ,2024,p 3754.

)[22](Abdelkhalek I. Alastal And Ashraf Hassan Shaqfa, op.cit, p6.

)[23](Caitlin Haedrich And Others, Integrating GRASS GIS and Jupyter Notebooks to facilitate advanced geospatial modeling education, Transactions in GIS. Volume27, Issue3 2023 ,P688.

DOI: 10.1111/tgis.13031

)[24](Gisela Domej And Others, CataEx: A multi-task export tool for the Google Earth Engine data catalog, Environmental Modelling & Software, Volume 183, 2024, p1-2.

)[25](Filip Biljecki And Others , Quality of crowdsourced geospatial building information: A global assessment of OpenStreetMap attributes, Building and Environment, Volume 237, 1 June 2023.

)[26](Xiaoguang Zhou And Others, Dynamically Integrating OSM Data into a Borderland Database, ISPRS International Journal of Geo-Information, 4, 2015,p1708.

doi:10.3390/ijgi4031707

المصادر العربية

1. اشرف عبده على عجرمة ونرمين أحمد محمد خليل شكري، أساليب الذكاء الاصطناعي الجغرافي في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بين النظرية والتطبيق ، المجلة العربية الدولية لتكنولوجيا المعلومات والبيانات، 2022.
2. بلاي ويتباي، الذكاء الاصطناعي، ترجمة دار الفاروق، دار الفاروق للاستثمارات الثقافية، الجيزة، مصر، 2008.
3. صدام محمد الخمايسة، الحكومة الذكية، قنديل للطباعة والنشر والتوزيع، دبي، الامارات العربية المتحدة،2017.
4. عبد الله موسى واحمد حبيب بلال، الذكاء الاصطناعي ثورة في تقنيات العصر، المجموعة العربية للتدريب والنشر، القاهرة، مصر، 2019.
5. مها كمال حفنى، إستخدام تطبيقات الذكاء الإصطناعي الجغرافي (Geo AI) في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (رؤية مصر 2030) في مجال التعليم، بحث خاص بالمؤتمر الدولى الثامن، المجلة العلمية، المجلد التاسع والثلاثون –العدد العاشر -الجزء الثاني ، 2023م.

المصادر الاجنبية

1. Abdelkhalek I. Alastal And Ashraf Hassan Shaqfa, GeoAI Technologies and Their Application Areas in Urban Planning and Development: Concepts, Opportunities and Challenges in Smart City (Kuwait, Study Case), Journal of Data Analysis and Information Processing Vol 10, No 2, 2022.
2. Adam Urban, And Others, With a little help from AI: Pros and cons of AI in urban planning and participation, International Journal of Urban Planning and Smart Cities, Volume 2 , Issue 2, 2021.
   DOI: 10.4018/IJUPSC.2021070102Dr.
3. Caitlin Haedrich And Others, Integrating GRASS GIS and Jupyter Notebooks to facilitate advanced geospatial modeling education, Transactions in GIS. Volume27, Issue3 2023.
   DOI: 10.1111/tgis.13031.
4. Cholid Fauzi, A REVIEW GEOSPATIAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE (GEO-AI): IMPLEMENTATION OF MACHINE LEARNING ON URBAN PLANNING, Jurnal Multidisiplin Indonesia, Volume 3 Nomor 1 ,2024.

5. Ben Tarzi Kheireddine1, Attalah Nadhira, The Role Of Geographic Artificial Intelligence In Achieving Sustainable Development In Dry Regions Of Algeria, Volume: 21, No: S11, 2024.
6. Filip Biljecki And Others , Quality of crowdsourced geospatial building information: A global assessment of OpenStreetMap attributes, Building and Environment, Volume 237, 1 June 2023.
7. Frank Othengrafen, From Vision to Reality: The Use of Artificial Intelligence in Different Urban Planning Phases, Urban Planning, Volume10, Article 8576, 2024. https://doi.org/10.17645/up.8576.
8. Gisela Domej And Others, CataEx: A multi-task export tool for the Google Earth Engine data catalog, Environmental Modelling & Software, Volume 183, 2024.
9. Jin, H., Jin, Lei, Qu, Chongxiao., Fan, ch., Liu, Shuo, & Zh., Yongjin, The Impact of Artificial Intelligence on the Accounting Industry", Advances in Social Science, Education and Humanities Research, volume 664, 2022.
10. Leo Schmallenbach And Others , The global geography of artificial intelligence in life science research, Nature Communications , Vol 15, No 7527, 2024. https://doi.org/10.1038/s41467-024-51714-x.
11. Siqin Wang And Others, Mapping the landscape and roadmap of geospatial artificial intelligence (GeoAI) in quantitative human geography: An extensive systematic review, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 128, 2024.
12. Tianyi Zhou, Application of artificial intelligence in geography, International Conference on Software Engineering and Machine Learning , Journal of Physics: Conference Series, 2646 , 2023. doi:10.1088/1742-6596/2646/1/012006.
13. Trang VoPham And Others, Emerging Trends in Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI) Potential applications for environment epidemiology (article), Environ Health, 2018. at:https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-018-0386-x. Retrieved: 1-1-2025.
14. Xiaoguang Zhou And Others, Dynamically Integrating OSM Data into a Borderland Database, ISPRS International Journal of Geo-Information, 4, 2015. doi:10.3390/ijgi4031707.
15. Yang Chen And Others, How does the use of industrial robots affect the ecological footprint? International evidence, Ecological Economics, Volume 198, 2022.
16. Yeying Zhou, Integrating multi-angle and multi-scale remote sensing for precision nitrogen management in agriculture: A review, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 230, 2024. https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109829.
17. Tianyi Zhou, Application of artificial intelligence in geography, International Conference on Software Engineering and Machine Learning, Journal of Physics: Conference Series, 2646 , 2023. doi:10.1088/1742-6596/2646/1/012006.

المستخلص باللغة الانكليزية

Artificial intelligence has played a major role in many fields, including geography, as it provides tremendous results and contributes to overcoming major challenges. Researchers and research institutions have made strenuous efforts to develop and apply it in our lives. The research aims primarily to reveal the role of artificial intelligence (AI) and its applications in geography, whether natural or human geography, and to know the most important programs and tools for artificial intelligence that can be applied in geography. The research concluded that artificial intelligence has a major and important role in changing the lives of societies due to its multiple uses in all fields, including geography, as many analytical and statistical tools have entered as a result of the development that accompanied geography and the use of computers, geographic information systems, satellites, and the use of artificial intelligence, thus improving the accuracy of data and reducing the uncertainty and randomness that accompanied traditional geography, which was positively reflected in enriching geographical fields. Artificial intelligence and machine learning can also be applied in many branches of natural geography, human geography, and geographic information systems, in addition to the multiplicity of geographic analysis programs and important and necessary artificial intelligence tools that can be applied in geography as they help specialists in the process of supporting and making decisions. Precisely appropriate.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Human Geography, Physical Geography, Geographic Information Systems.