رؤية مستقبلية لتطوير دراسات الذكاء الاصطناعي فى الجيومورفولوجيا التطبيقية

اعداد

أ.د عبدالرازق بسيوني الكومي رضوان

استاذ بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية كلية الآداب – جامعة طنطا

المستخلص:

ساعد التقدم الكبير والتوسع غير المسبوق في مجال استخدام الأنترنت والحاسب الآلي وتطور البرمجيات وظهور العديد من لغات البرمجة ، فى تحقيق نجاحات تطبيقية لقدرات الذكاء الاصطناعي في محاكاة السلوك البشري، فقد تمكنت شركة (IBM) عام ١٩٩٧ من تطوير جهاز الكمبيوتر (Deep Blue) الذي تمكن من الحاق الهزيمة بأفضل لاعب شطرنج في العالم، كما تمكنت شركة جوجل عام ٢٠١٦ من تطوير نظام الفا جو (**AlphaGo**) لتصبح اول برمجية تهزم لاعب بشري محترف في لعبة الجو (GO).

ويهدف البحث الى وضع رؤية لتطوير استخدام الذكاء الاصطناعي فى الجيموروفولوجيا التطبيقية من خلال الآتي :

١. الذكاء الاصطناعي وعلاقته بالذكاء الاصطناعى الجغرافي.
٢. استقصاء واقع استخدام الذكاء الاصطناعي فى الجيومورفولوجيا التطبيقية.
٣. عرض نماذج لدراسات فى الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام الذكاء الاصطناعي.
٤. رؤية الباحث فى تطوير استخدام الذكاء الاصطناعي فى الجيومورفولوجيا التطبيقية.

الكلمات الافتتاحية : الذكاء الاصطناعي ، تعلم الالة ، التعلم العميق ، الجومورفولوجيا التطبيقية ، الذكاء الاصطناعي الجغرافي .

مقدمة

يعد العالم الأمريكى جون مكارثى (John McCarthy) المتخصص فى مجال الكمبيوتر أول من نحت مصطلح الذكاء الاصطناعى Artificial intelligence عام ١٩٥٦، فى اعقاب قيام عالم الرياضيات الإنجليزى بجامعة مانشستر آلان ماتيسون تورنج (Alan Turing) باطلاق اختباره عن مدى قدرة الآلة على التفكير فى عام ١٩٥٠، فيما عرف باختبار تورنج (Turing Test) ويقضي هذا الاختيبار باجراء محادثة بين انسان وآله، فى وجود انسان آخر ، ويقاس من خلاله التمييز بين الانسان والألة ، بمعنى انه فى حال ما عجز هذا الانسان الآخر عن التمييز بين الانسان والآلة تكون الآلة قد اجتازت الاختبار واصبحت قادرة على محاكاة الانسان (Jonathan Bowen,2013.p.3).

وخلال عقد الثمانينات شهد الذكاء الاصطناعى طفرة كبيرة فى الإهتمام به على المستوى الإكاديمي والتطبيقي، أثمر ظهور ما عرف بالنظم الخبيرة (Expert systems) وهى عبارة عن برامج كمبيوتر مصممة من واقع الخبرة والمعرفة البشرية، على شكل قواعد وجمل شرطية يتم تزويد الحاسب الآلى بها لمحاكاة السلوك البشري وتوقع السيناريوهات المستقبلية.

وقد ساعد التقدم الكبير والتوسع غير المسبوق فى مجال استخدام الأنترنت والحاسب الآلى وتطور البرمجيات وظهور العديد من لغات البرمجة ، فى تحقيق نجاحات تطبيقية لقدرات الذكاء الإصطناعى فى محاكاة السلوك البشري، فقد تمكنت شركة (IBM) عام ١٩٩٧ من تطوير جهاز الكمبيوتر (Deep Blue) الذي تمكن من الحاق الهزيمة بافضل لاعب شطرنج فى العالم، كما تمكنت شركة جوجل عام ٢٠١٦ من تطوير نظام الفا جو (**AlphaGo**) لتصبح اول برمجية تهزم لاعب بشري محترف في لعبة الجو (GO).

ومنذ ذلك الحين تعددت المجالات التى يستخدم فيها الذكاء الاصطناعى، وحقق نجاحات على مستويات متباينة فى المجالات العسكرية والطبية والصناعية ومنها بطبيعة الحال علم الجغرافيا بفروعه المختلفة، وفى القلب منها الجيوموروفولوجيا التطبيقية ، وهذا ما تحاول هذه الرؤية القاء الضوء عليه من خلال استعراض أهم المجالات التطبيقية التى استفادت من قدرات الذكاء الاصطناعى على المستوى العالمى فى الدراسات الجغرافية فيما عرف بالذكاء الاصطناعى الجغرافي (Geo AI) وكيفية تطور طرق استخدامة فى الجيوموروفولوجيا التطبيقية .

اتبع الباحث فى هذا البحث كل من المنهج الموضوعى، بالاضافة الى المنهج الوصفى التحليلى، والمنهج الوثائقى، مستعيناً ببعض الأساليب أهمها الأسلوب الكمى والكارتوجرافى والبيانى فى معالجة وعرض البيانات .

اهداف البحث

ويهدف البحث الى وضع رؤية لتطوير استخدام الذكاء الاصطناعى فى الجيوموروفولوجيا التطبيقية من خلال الآتى :

٥. الذكاء الاصطناعى وعلاقته بالذكاء الاصطناعى الجغرافي.
٦. استقصاء واقع استخدام الذكاء الاصطناعى فى الجيوموروفولوجيا التطبيقية.

٧. عرض نماذج لدراسات فى الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام الذكاء الاصطناعى.
٨. رؤية الباحث فى تطوير استخدام الذكاء الإصطناعى فى الجيوموروفولوجيا التطبيقية .

اولاً: الذكاء الاصطناعى وعلاقته بالذكاء الاصطناعى الجغرافي

أ. مفهوم الذكاء الاصناعى

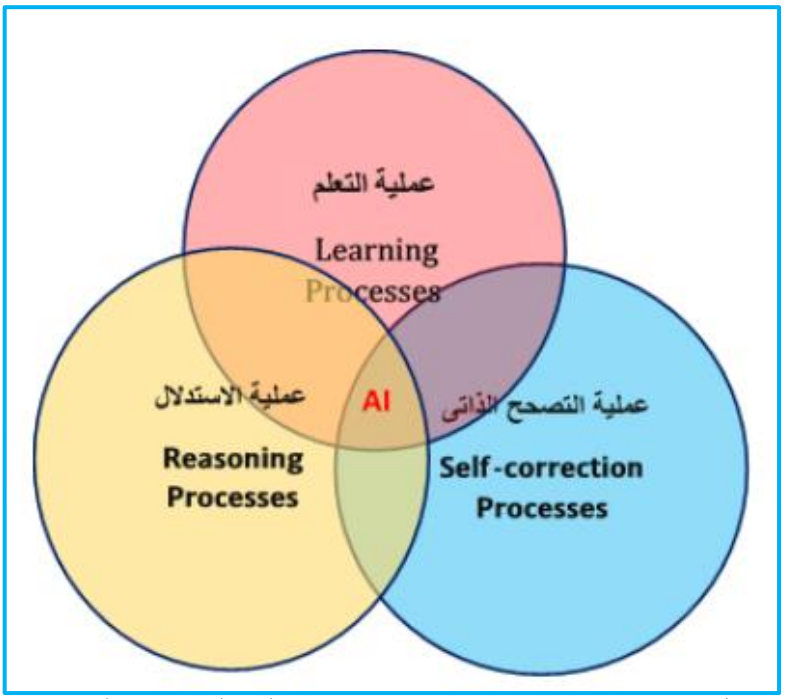
يتكون مصطلح "الذكاء الاصطناعي" **Artificial Intelligence** لغوياً من مقطعين اثنين: **الأول** هو الذكاء (Intelligence) ويعنى قوة التفكيرو القدرة عليه، و**الثانى** هو الاصطناعى (Artificial) أى من صنع الإنسان، أى أن الذكاء الاصطناعى لغوياً يعنى **"قوة تفكير من صنع الانسان"** .

وقد تباينت التعريفات الإجرائية الخاصة بالذكاء الاصطناعى إلا انها تجمع بشكل أو بآخر على أنه قدرة الآلة على التفكير والتصرف مثل البشر، وفق ما ورد فى قاموس ميريام ويبستر (Merriam Webster) الذي عرفه بأنه: **" فرع من علوم الكمبيوتر يمكننا من خلاله إنشاء آلات ذكية يمكنها التصرف مثل الإنسان ، والتفكير مثل البشر ، والقدرة على اتخاذ القرارات."**

[1] **https://www.merriam-webster.com**

[1] (It is a branch of computer science by which we can create intelligent machines which can behave like a human, think like humans, and able to make decisions)

ويعتمد الذكاء الاصطناعى على قدرة الحاسب الآلى على تنفيذ بعض المهام المرتبطة بالذكاء البشري، من خلال تقنيات تساعد الآلة على الفهم والتعلم والتصرف والسلوك كالبشر، من خلال التركيز على ثلاثة جوانب معرفية رئيسية تشمل كلاً من عملية التعلم Learning Processes،



و عملية الاستدلال Reasoning Processes،وعملية التصحيح الذاتي Self-correction Processes (Yingjie Hu. 2020, p.12)

Yingjie Hu. 2020, p.12

شكل(١) العمليات التى يعتمد عليها الذكاء الاصطناعى

ب. تصنيف الذكاء الإصطناعى Artificial Intelligence Classification

يعتمد فى تصنيف الذكاء الاصطناعى على اساسين اثنين هما :

الأساس الأول : هو القدرة العددية للمهام المسندة الى الآلة **Based on Capabilities** حيث يصنف الذكاء الاصطناعى حسب التى تنفذها الآلة رئيسية هى :

١. الذكاء الاصطناعى المحدود Artificial Narrow Intelligence(ANI)

هو النوع الأكثر انتشاراً وشيوعاً بين أنواع الذكاء الاصطناعى فى العالم، ويتم تصميم أنظمته لتنفيذ مهمة محدودة لا يتجاوزها ، ولذلك يعرف بالذكاء الاصطناعى الضعيف **Weak AI**، وقد تم استخدامه فى جوانب تطبيقية تمس الحياة اليومية مثل : عمليات الترجمة الآنية الشاملة، والروبوتات الجراحية، وأنظمة التعرف على الصور والتمييز بينها ، وأنظمة الأمن السيبرانى، أنظمة التصنيف

والتعرف على الانماط ، انظمة الشراء الاليكتروني والتحليل الآنى للمشاعر ..... الخ .(**Fabrice, (2017, p.8**

٢. الذكاء الاصطناعى العام Artificial General Intelligence (AGI)

يعرف ايضاً بالذكاء الاصطناعى القوى، وفيه تصمم الآلة لاداء مهام بشرية (عقلية او جسدية أو عاطفية) بنجاح، ويري العديد من المتخصصين فى مجال الذكاء الاصطناعى ان هذا النوع العام من الذكاء لم يصل بعد الى مرحلة التنفيذ والانتاج الكامل، نظراً لحاجته اثناء التصميم الى بناء الآلاف من انظمة الذكاء الاصطناعى المحدود، ليتمكن من اداء احدى المهام التى تتطابق تماماً مع السلوك البشري الذي يجمع ما بين العقل والجسد والعاطفة، فقد استغرق محاكاة ثانية واحدة من نشاط الخلايا العصبية للانسان نحو اربعين دقيقة فى اقوى بيئات البنى التحتية للحوسبة والتصميم الآلى فى شركات (Watson ، IBM).

٣. الذكاء الاصطناعى الفائق Artificial Super Intelligence (ASI)

يمثل الذكاء الصناعى الفائق التطور الطبيعى والمنطقي للذكاء الاصطناعي العام، بحيث يكون قادرًا على تجاوز جميع القدرات البشرية، التى تشمل اتخاذ قرارات عقلانية تشمل تنفيذ أشياء كصنع فن أفضل، وبناء علاقات عاطفية متبادلة.

الأساس الثانى: حسب طبيعة الوظيفة Based on functionality : وينقسم الذكاء الاصطناعى تبعاً له الى الى الأنواع التالية :

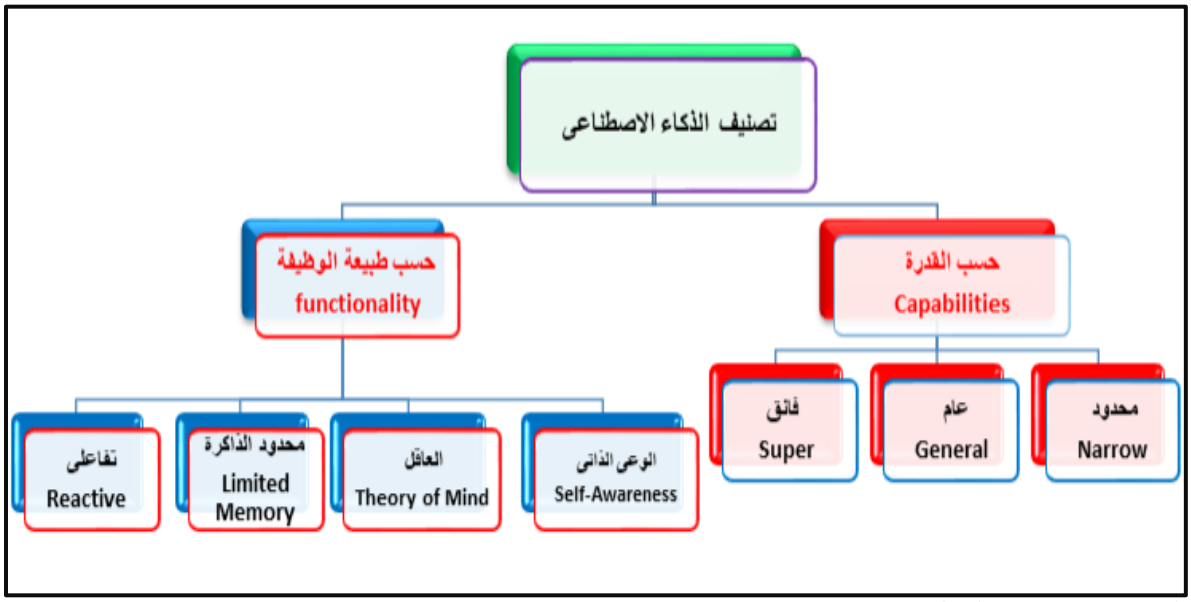
١. الذكاء الاصطناعى التفاعلى Reactive Machines AI : هو نوع من الذكاء الاصطناعي لا يحتاج الى تخزين خبرات سابقة، وهو احد أنواع الذكاء الاصطناعى المحدود، الذي يصمم لمهمة واحدة تمثل الاستجابة الفورية للمثير الحالى، ومن اشهر أمثلة ذلك النوع برنامج لعبة الشطرنج التى تتفاعل فيها الآلة مع وضع قطع الشطرنج وتحديد الحركة الأولى والتنبؤ بالحركة التاليه للآله وللخصم، ولكن دون النظر الى الخطوات السابقة أو الاعتماد عليها فى تنفيذ المهمة التالية.**(Anikita Kar,2020, p.2)**

٢. الذكاء الاصطناعى محدود الذاكرة Limited Memory AI : يمكن لهذا النوع من الذكاء استخدام البيانات المخزنة به لوقت قصير فى عملية تنفيذ المهمة المسنده اليه، حيث يعتمد على البيانات المخزنة فى عمل تنبوءات أفضل تساعد فى اتخاذ القرار.

٣. الذكاء الاصطناعى العاقل Theory of Mind AI

يمثل هذا النوع من الذكاء الاصطناعي فئة متقدمة من التكنولوجيا ، وهو يتطلب فهماً شاملاً للمشاعر والسلوكيات والاستجابة و التغيرات التى تصيبهما، الأمر الذي يوجب تفهم عواطف الناس ومشاعرهم وأفكارهم. ويندرج هذا النوع من الذكاء تحت الذكاء الاصطناعى العام الذي لم يكتمل انتاجة بعد.

٤. **ذكاء الوعى الذاتى الاصطناعى Self-Awareness AI :** وهو يمثل الصورة الرقمية للذكاء الاصناعى الفائق الذي يفوق فى قدرته التشغيلية وادراكه العقلى امكانيات الذكاء البشري، وهو بذلك يعد مقابلاً للذكاء الفائق الذي سبق ذكره، حيث يتوقع لهذا النوع من الذكاء الاصطناعي أن يكون قادرًا على فهم واستحضار المشاعر لدى من يتفاعل معهم، بل سيكون له أيضًا عواطف واحتياجات ومعتقدات خاصة به، وهوفى الحقيقة مجرد مفهوم افتراضي غير موجود فى ارض الواقع الآن.



المصدر : من عمل الباحث

شكل (٢) تصنيف الذكاء الاصطناعى حسب القدرة والوظيفة

ج. مستويات الذكاء الإصطناعى Artificial Intelligence Levels

يتم التعامل مع تقنيات الذكاء الاصطناعى تصميماً وبرمجة وتطبيقاً على مستويين اثنين هما :

١. **تعليم الآلة Machine Learning :** يعتمد هذا المستوى من الذكاء الاصطناعى على أسس الرياضة التطبيقية Applied Mathematic من خلال تطبيق كل من الجبر الخطى، وحساب التفاضل والتكامل والمعادلات التفاضلية، على البيانات المختلفة لبناء نماذج تنبؤية لها القدرة على مساعدة الآلة فى تنفيذ المهام ذاتياً، تعرف هذه النماذج الرياضية التى يتم بنائها عبر الخوارزميات Algorithms ، و تحويلها الى واجهات برمجية تستخدمها فى تنفيذ المهام الموكلة اليها .

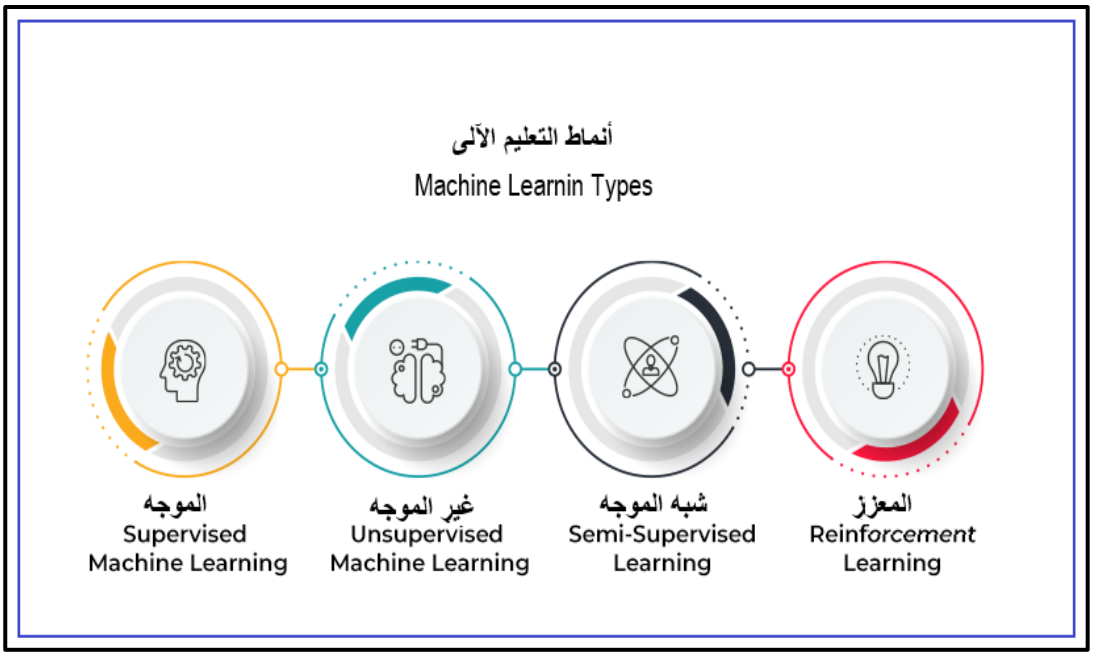
ويتطلب مستوى تعليم الآلة وجود حجم ضخم من البيانات Huge-Data تستخدم فى عملية التنقيب عن البيانات Data mining ، بما يسمح بالتعرف على انواع البيانات، و القدرة على تصنيفها، واستخدامها فى التنبؤ المستقبلي وبناء السيناريوهات المحتملة، ويستخدم هذا المستوى من الذكاء الاصطناعى فى محاكاة السلوك البشري فى عدة مجالات مختلفة منها: معالجة اللغات

الطبيعية Natural language processing (NLP)، وتصنيف الأنماط المختلفة وتمييزها (Classification) و محركات البحث والاستعلام (search engines) .....الخ .

وينقسم تعليم الآلة Machine Learning فى الذكاء الاصطناعى الى نوعين رئيسيين **الاول: يعرف نموذج تعلم الآلة التنبؤي Predictive Model**، ويستخدم فى عمليات التنبؤ بالقيم والمواقع، وبناء السيناريوهات المحتملة المعتمدة على تحليل البيانات الضخمة Big Data، والنمط الثانى: **هو تعليم الآلة التصنيفى** Classification Model، ويستخدم فى التطبيقات القائمة على التصنيف النوعى والمكانى للبيانات الى فئات ومجموعات وفق قواسم وسمات مشتركة تحددها الخوارزميات التى يتم صياغتها من خلال لغات البرمجة المختلفة (Alex Smola,2018,p.7)

وفى ضوء الخوارزميات المستخدمة فى تصميم الذكاء الاصطناعى فى مستوى تعليم الآلة (Machine Learning AI) تتعدد انماطه وانواعه وفقاً لانواعها على النحو التالى:

- ✓ **خوارزميات التعليم الآلى الموجه Supervised Learning**: في هذا النوع من تعليم الآلة يتم تزويدها بمجموعة من الخبرات السابقة، من خلال عدد من الأمثلة الواضحة سابقة التصنيف(Training Points)، لتستعين بها الآلة فيما بعد فى معالجة البيانات وتحليلها، وصولاً الى عمل تنبؤات وتصنيف آلى للبيانات ككل .
- ✓ **خوارزميات التعليم الآلى غير الموجه Unsupervised Learning**: يعتمد هذا النمط من تعليم الآلة على نفسها باستنتاج أوجه التشابه والاختلاف بين انماط هذه البيانات، وعمل تصنيف لها وتقسيمها الى مجموعات منفصلة ، كخوارزميات التعرف على الصور والاشياء من خلال فحص لعدد كبير من الصور وعمل الربط بين الصور المتشابهه والتمييز بينها.
- ✓ **خوارزميات التعليم الآلى شبه الموجه Semi-supervised learning**: تجمع هذه الخوارزميات بين خصائص التعليم الموجه وغير الموجه، حيث يعتمد على بيانات مصنفة وأخرى غير مصنفة مسبقاً كبيرة الحجم جداً ، فتقوم الآلة بتحسين عملية المعالجة والتصنيف اعتماداً على القدر المتاح من البيانات المصنفة على قلة عددها.
- ✓ **خوارزميات التعليم الآلى المعزز Reinforcement learning**: تساعد هذه الخوارزميات الآلة على القيام بعملية التحقق الذاتى من نتائج معالجتها للبيانات واكسابها القدرة على اكتشاف الأخطاء وتصحيحها ذاتياً، من خلال تصميم ردود أفعال، تعكس جودة



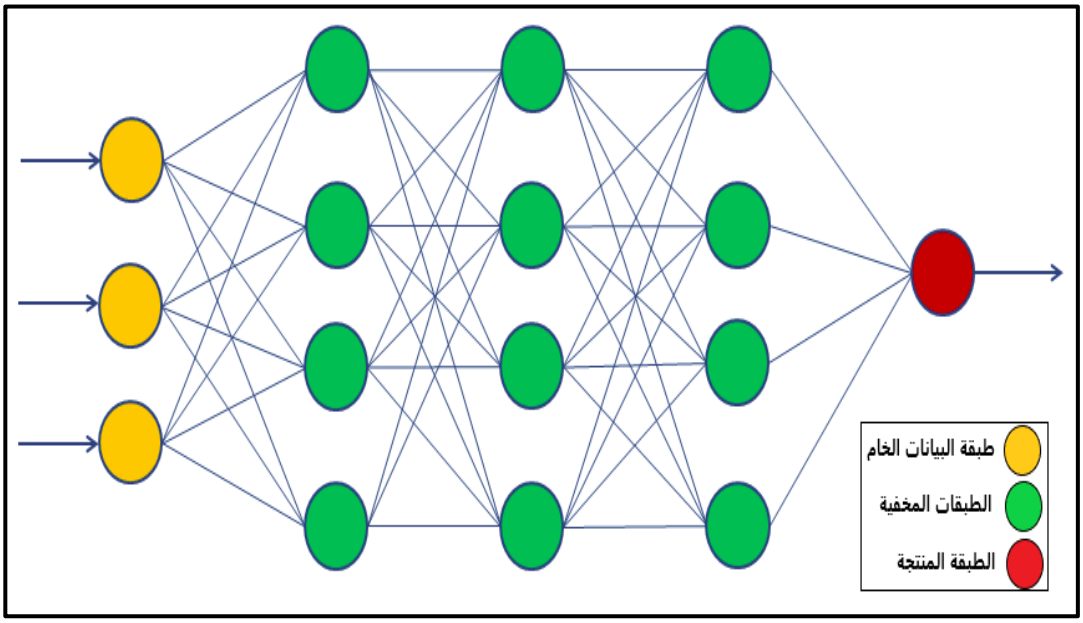
نتائج التحليل ودرجة الثقة فيه واحتماليةاعادة التحليل مرة أخرى.

Vijay Kanade ,2022 . P.11.

شكل (٣) أنماط التعليم الآلى (تعليم الآلة)

٢. مستوى التعليم العميق Deep Learning : يمثل احدى صور التعليم الآلى التى تعتمد على الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) Artificial Neural Networks هى عبارة خوارزمية مصممة بحيث تحاكى طريقة تحليل المخ البشري للبيانات، وهذا المستوى من الذكاء الاصطناعى يناسب البيانات الضخمة جداً متنوعة العناصر Features.(C. Janiesch et al, 2021.p.685) حيث يتم تصميم الخوارزمية (الشبكة العصبية) من عدة مستويات من التحليل، لكل مستوى مجموعة الأدوات المناسبة لتحقيق مهمة ما، أو تحويل مخرجات كل اداة من أدوات التحليل الى مدخلات لاداة اخرى فى مستوى جديد من التحليل، وصولاً الى تنفيذ مهمة الآلة متمثلة فى المخرج النهائي لعملية التحليل الشاملة لحجم البيانات الضخة Big Data، وتعرف هذه المستويات من التحليل بالطبقات، التى يزداد التحليل عمقاً طبقاً لتعدد هذه المستويات او الطبقات، ويتكون نموذج الخلايا العصبية الإصطناعية من عدة عناصر يوضحها الشكل (٤) أهمها ما يلي :

- ✓ **طبقة الادخال Input layer:** وتشمل كل البيانات الخام Raw Data التى يتم ادخالها فى الآلة ، بحجم ضخم تمثل المادة الخام لعملية التحليل التى يعتمد عليها مستوى التعلم العميق فى الذكاء الاصطناعى، ويتم تناولها بالمعالجة والتحليل فى مستويات مختلفة من خلال ادوات التحليل التى تمثل عقد اتصال فى الشبكة العصبية.



C. Janiesch,2021, p.686

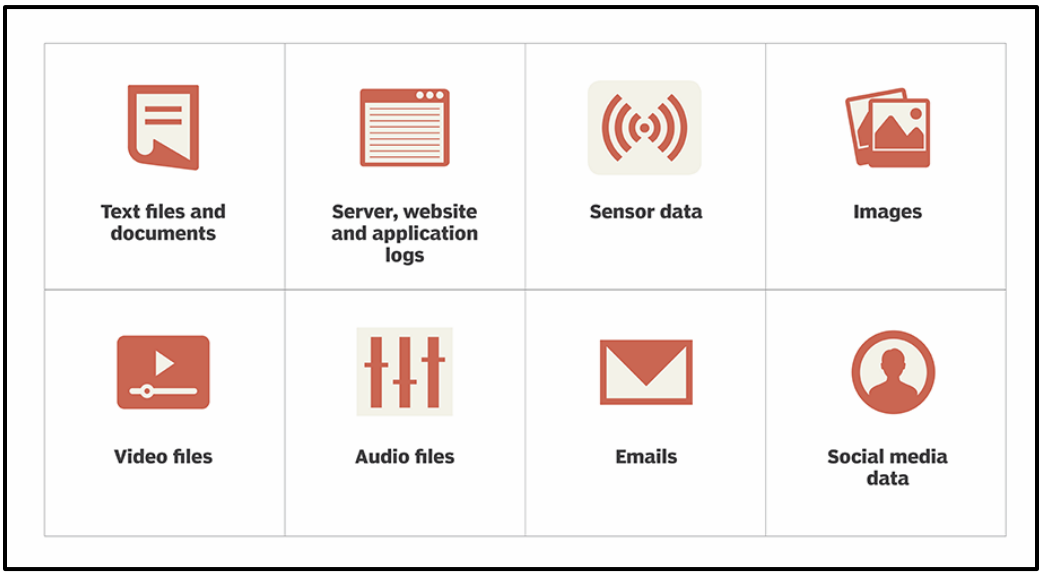
شكل (٤) الهيكل العام لتصميم شبكة الخلايا العصبية الاصطناعية

- ✓ **الطبقة الخفية Hidden Layer** : هى مجموعة أو عدة مجموعات من العقد تشكل مصفوفة خطية متوازية، يمثل كل واحدة منها اداة تحليل او مشغل Operator لمعالجة البيانات المدخلة، وتعمل هذه العقد من الأدوات على تحويل مخرجات كل مستوى من مستويات التحليل الى مدخلات للمستوى الذي يليه، ويساوى عدد هذه الطبقات عدد مستويات التحليل فى تصميم الذكاء الاصطناعى العميق.
- ✓ **مسارالاتصال Path of Connection**:تشمل الخطوط التى تعبر عن مسار التعامل بين البيانات والأدوات، سواء كانت بيانات خام، او نتائج تحليل لأدوات سابقة، وهى التى تمثل شبكة العلاقات بين الادوات فى الطبقات المختلفة .
- ✓ **الطبقة المنتجة (المخرجة) Output Layer:** تتمثل فى المهمة المنوط بالتعلم العميق تنفيذها، ويغلب عليها عمليات التوقع المستقبلى، او تصنيف البيانات، والاستعلام المكانى، وبناء السيناريوهات المحتملة.....الخ.

ويختلف التعليم العميق Deep Learning عن تعليم الآلة Machine Learning فى اعتمادة على كلا نوعى البيانات المنظمة المهيكلة Structural Data ، او المعرفة بالبيانات الجدولية Tabularالتى توجد فى صورة القيم الرقمية ، بالإضافة الى البيانات غير المهيكلة Unstructured Data التى لا تصنف فى جداول او تنظم فى حقول، ومن أمثلتها ملفات الصور و الأصوات والفيديوهات والنصوص المكتوبة يدوياً، والإيميلات ...الخ (شكل ٥)

بينما يقتصر تعليم الآلة على التعامل مع البيانات المهيكلة أو المنتظمة التى يتم تخزينها في قاعدة بيانات علائقيةrelational database (RDBMS) توفر الوصول إلى البيانات المرتبطة ببعضها البعض عبر الأعمدة والجداول المصنفة التى تحتوى :أرقام الهواتف أو العناوين أو انظمة الحجز،وسجلات الجرد والتحويلات الحسابية ....الخ.

Yasubumi Sakakibara,2009, p.7



شكل (٥) أنماط البيانات غير المنتظمة التى يعتمد عليها التعليم العميق

د. الذكاء الاصطناعى الجغرافي Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI)

كغيره من العلوم التطبيقية تأثر علم الجغرافيا بالتقدم التكنولوجى الحادث والمطرد فى مجال الذكاء الاصطناعى(AI) حيث ساهم فى استحداث مجالات جديدة فى الدراسات ذات البعد المكانى (الجغرافي) فى صورة رقمية، وظهر بالتبعية مصطلح الذكاء الاصطناعى الجغرافي (Geo AI) حيث تم الدمج بين التخصص الجغرافي العام بفروعه المختلفة، وبين تطبيقات ومستويات تنفيذ الذكاء الاصطناعى، فى نطاق التفاعل بين الأنشطة البشرية والنظم البيئية، حيث أمكن الاستفادة من قدرات الذكاء الاصطناعى بأدواته المختلفة عبر الدراسات متعددة التخصصات، فى تحسين عملية رصد وادراك التفاعل بين مكونات البيئة الطبيعية والإنسان، وفى القلب منها الجيومورفولوجيا التطبيقية. ويعتمد فى دراسات الذكاء الاصطناعى الجغرافي على العديد من التقنيات الآلية فى المجالات الآتية

- ✓ تصنيف مكونات الغطاء الأرضي Land cover Classification.
- ✓ التمثيل المكانى الآلى للظاهرات Spatial Representation Learning .
- ✓ التنبؤ المكانى والزمانى للظاهرات Spatiotemporal Prediction.
- ✓ الإستيفاء المكانى للبيانات Spatial Interpolation .
- ✓ مراقبة الموارد الجغرافية Monitoring of Geographic Resources .
- ✓ كشف التغير Change Detection .
- ✓ رسم الخرائط Cartography .

(GAO Song,2020,p.2)

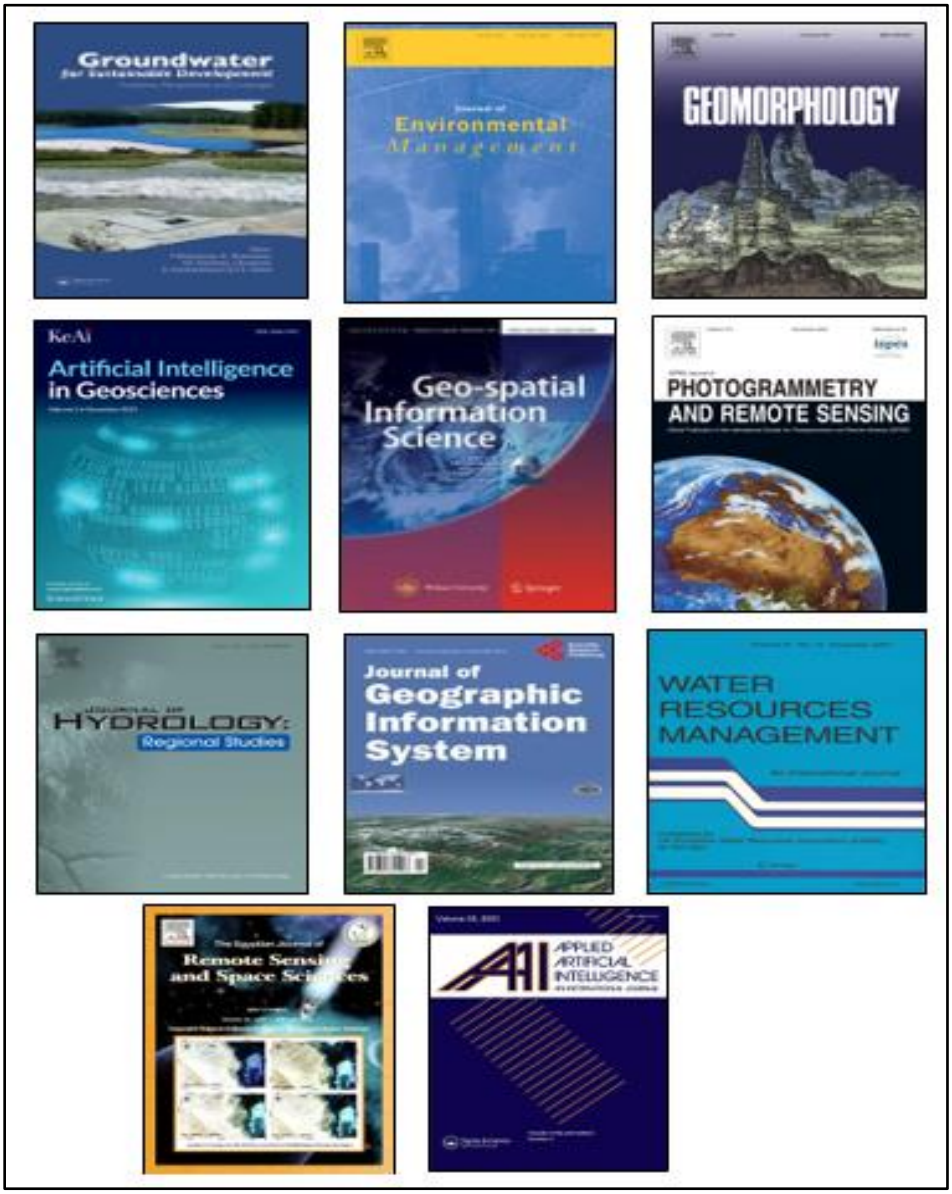
وتتعدد الجوانب التطبيقية التى يستفاد فيها من هذه التقنيات جميعاً كأدوات للذكاء الاصطناعى الجغرافي فى الجيومورفولوجيا التطبيقية ومن أمثلتها ما يلي :

- ضوابط التغير الجيومورفولوجى وتاثيراته على النشاط البشري.
- رصد وتقييم دور الانسان كعامل جيومورفولوجى فى البيئات المختلفة.
- النمذجة الهيدرولوجية وتحليل اخطار الجريان المائي وادارة الموارد المائية .
- دراسات تراجع خط الساحل وادارة المناطق الساحلية .
- رصد وتقييم الأخطار المرتبطة بحركة المواد على المنحدرات.
- التنبؤ باحواض المياه الجوفية وإدارتها.
- الجيومورفولوجيا الحضرية وضوابط النمو العمرانى.
- الضوابط الجيومورفولوجية لتخطيط شبكات الطرق ورفع كفاءتها.
- رصد وتقييم التغير فى الخصائص الطبيعية للتربة ومعدلات تعريتها .
- الجيومورفولوجيا العسكرية ودعم الإجراءات الأمنية واللوجستية .

ثانياً : استقصاء واقع استخدام الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية .

تم الإعتماد فى عملية استقصاء البحوث الخاصة باستخدام الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية على احدى عشر مجلة علمية دولية ، تقع فى الربع الأول (Q1) فى قائمة تصنيف المجلات العلمية الدولية، باستثناء واحدة فقط تقع فى الربع الثانى (Q٢) هى مجلة الذكاء

الاصناعى التطبيقيApplied Artificial Intelligence التى تصدر فى الولايات المتحدة الأمريكية. (شكل ٦)



شكل(٦) المجلات الدولية التى استخدمت فى الدراسة

ويوضح الجدول (١) والشكل (٦) هذه المجلات وتصنيفها بالاضافة الى عدد بحوث تطبيق الذكاء الاصطناعى فى الجيوموفولوجيا التطبيقية فيما بين عامى (2000 – ٢٠٢٢)، ومن خلال الجدول يتضح ما يلي :

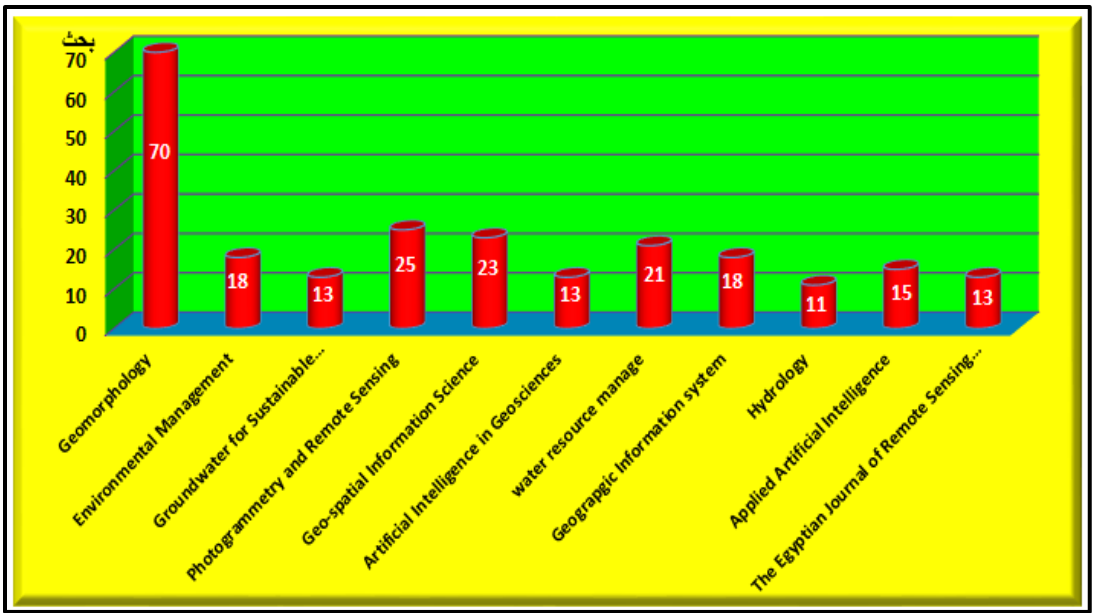
جدول (١) المجلات الدولية وأعداد بحوث تطبيق الذكاء الاصطناعى
فى الجيومورفولوجيا التطبيقية بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)

م	المجلة	التصنيف	عدد البحوث	% من عدد البحوث
١	Geomorphology	Q1	70	29.17
٢	Journal of Environmental Management	Q1	18	7.50
٣	Groundwater for Sustainable Development	Q1	13	5.42
٤	Journal of Photogrammetry and	Q1	25	10.42

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على اعداد المجلات بين عامى (٢٠٠٠ -٢٠٢٢)

			Remote Sensing	
9.58	23	Q1	Geo-spatial Information Science	٥
5.42	13	Q1	Artificial Intelligence in Geosciences	٦
8.75	21	Q1	water resource manage	٧
7.50	18	Q1	Journal of GIS	8
4.58	11	Q1	journal of Hydrology	9
6.25	15	Q2	Applied Artificial Intelligence	10
5.42	13	Q1	The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences	11
100	٢٤٠	-	المجموع	12

- ✓ تأتى مجلة جيومورفولوجى Geomorphology فى المرتبة الأولى من حيث عدد البحوث التى نشرت بها، فى مجال تطبيق الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية، وهى من أكثر المجلات على مستوى العالم نشراً للبحوث الجيومورفولوجية، بكافة مجالات الدراسة بها لاسيما مجالات التعرية النهرية، وأخطار الجريان المائي، بالاضافة الى الأخطار الجيومورفولوجية المرتبطة بحركة المواد فوق المنحدرات، والجيومورفولوجيا التركيبية، وهى تقدم قاعدة بيانات بحثية متنوعة ومتعددة المجالات، وقد بلغ عدد الابحاث المنشورة حول موضوع الدراسة (٧٠) بحثاً بنسبة تصل الى (٢٩.٢%) من إجمالى عدد البحوث المنشورة فى المجلات مجتمعة.
- ✓ يأتى فى المرتبة الثانية من حيث عدد البحوث المنشورة كل من: مجلة المساحة التصويرية والإستشعار عن بعد Journal of Photogrammetry and Remote Sensing، ومجلة علم المعلومات الجغرافية المكانية Geo-spatial Information Science بنسبة متقاربة لكل منهما حيث بلغت (١٠.٤٢% ، ٩.٥٨%) على الترتيب، من اجمالى البحوث المتعلقة بتطبيق الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية .
- ✓ استحوذت المجلات المتخصصة فى دراسات الهيدرولوجيا والتنمية المستدامة مجتمعة ما يقارب (١٩%) من جملة بحوث الذكاء الاصطناعى موزعة على ثلاث
- ✓ مجلات هى: مجلة ادارة موارد المياه water resource manage (٨.٧٥%) ، مجلة



المياه الجوفية من أجل التنمية المستدامة Groundwater for Sustainable Development (٥,٤٢%) ، ومجلة هيدرولوجى Hydrology (٤.٥٨%) من جملة البحوث.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (١)

شكل (٧) توزيع المجلات الدولية وأعداد بحوث تطبيق الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)

✓ تمثل البحوث المنشورة فى مجلتى الذكاء الاصطناعى : Artificial Intelligence in Geosciences & و Applied Artificial Intelligence المتخصصتان فى دراسات الذكاء الاصطناعى من الناحية التقنية معاً ما يقارب (١٢%) فقط ، من جملة الابحاث المنشورة

م	المجلة	عدد البحوث المنشورة بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)

حول دراسات الجيومورفولوجيا التطبيقية ، وذلك نظراً لطبيعة اهتماماتها البحثية (التقنية) المتخصصة.

✓ بلغت نسبة البحوث المنشورة فى المجلة المصرية للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء (٥.٤٢%) فقط من جملة هذه البحوث التى تم استقصائها فى تلك المجلات الدولية .

١. التطور العددى لبحوث الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية

يوضح الجدول رقم (٢) والشكل (٨) تطور أعداد البحوث التى طبقت الذكاء الاصطناعى فى مجال الجيومورفولوجيا التطبيقية خلال الفترة بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) مقسمة الى أربع فترات كل فترة خمس سنوات ، ومن الجدول والشكل يتضح ما يلي :

جدول (٢) تطور أعداد البحوث خلال الفترة بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)

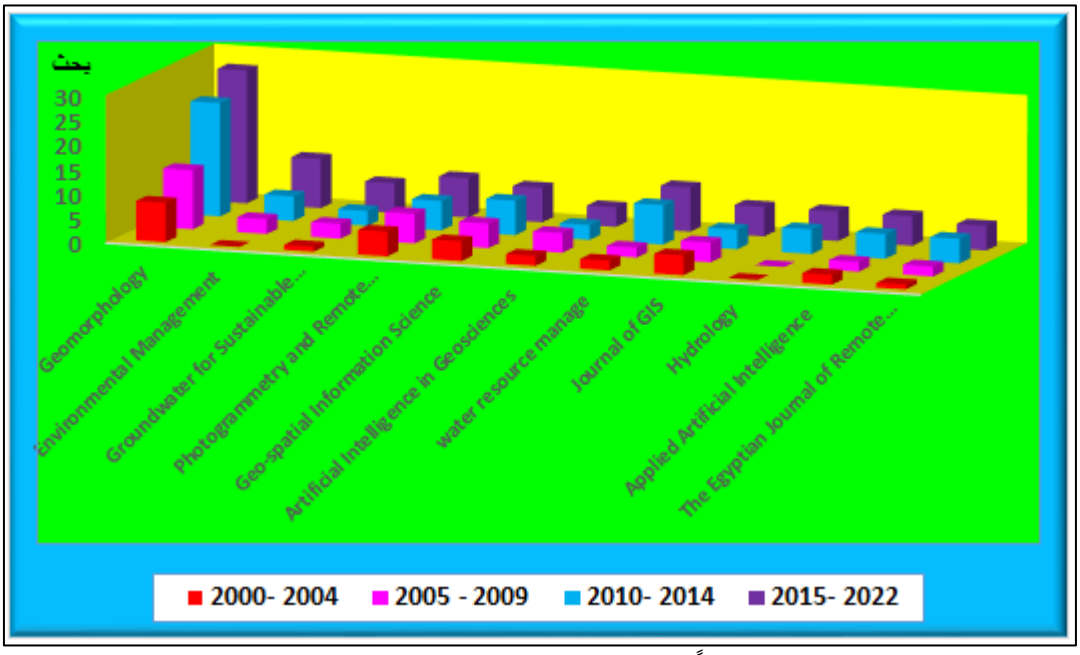
		٢٠٠٠-٢٠٠٤	٢٠٠٥-٢٠٠٩	٢٠١٠-٢٠١٤	٢٠١٥-٢٠٢٢	المجموع
١	Geomorphology	٨	١٢	٢٣	٢٧	70
٢	Environmental Management	٠	٣	٥	١٠	18
٣	Groundwater for Sustainable Development	١	٣	٣	٦	13
٤	Photogrammetry and Remote Sensing	٥	٦	٦	٨	25
٥	Geo-spatial Information Science	٤	٥	٧	٧	23
٦	Artificial Intelligence in Geosciences	٢	٤	٣	٤	13
٧	water resource manage	٢	٢	٨	٩	21
8	Journal of GIS	٤	٤	٤	٦	18
9	Hydrology	٠	٠	٥	٦	11
10	Applied Artificial Intelligence	٢	٢	٥	٦	15
11	The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences	١	٢	٥	٥	13
12	المجموع	٢٩	٤٣	٧٤	٩٤	٢٤٠

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً أعداد المجلات المذكورة

- ازداد الاهتمام البحثى بتطبيق الذكاء الاصطناعى فى دراسات الجيوموفولوجيا التطبيقية بشكل مطرد ومتزايد، بداية من عام ٢٠٠٠ وحتى الآن، حيث بلغ عدد البحوث التى نشرت عام ٢٠٢٢ (٩٤) بحثاً فى مقابل (٢٩) بحثاً فقط عام ٢٠٠٠ ، مما يعنى زيادتها ثلاثة أضعاف عما كانت .
- ينطبق هذا الأمر على كل المجلات المذكورة بالجدول، ويأتى فى مقدمتها المجلات ذات الإهتمام بالدراسة الجيومورفولوجية فى حقل دراسة المياه وتنمية مواردها وإدارتها، وتشمل فى الجدول ثلاث مجلات هى : مجلة المياه الجوفية من أجل التنمية المستدامة Groundwater for

Sustainable Development، حيث تضاعف عدد البحوث فيها ست مرات (٦ : ١) يليها مجلة ادراة موارد المياة water resource manage، التى تضاعف فيها عدد البحوث عام ٢٠٢٢ بنحو (٤.٥) مرة، مقارنة بعددها عام ٢٠٠٠ (٩ :٢) ، ثم مجلة هيدرولوجى Hydrology التى تضاعف فيها عدد بحوث تطبيق الذكاء الاصطناعى فى موضوعات الجيوموفولوجيا التطبيقية خمس مرات حيث بلغ عدد المنشور فيها (١٥) بحثاً عام ٢٠٢٢ ، فى مقابل ثلاثة فقط عام ٢٠٠٠.

- بلغ عدد البحوث المنشورة فى مجلة ادارة البيئة عام ٢٠٢٢ (١٠) بحوث ، فى الوقت الذي لم ينشر فيها اى بحث عام ٢٠٠٠، وهو تأكيد على التوجه العام نحو الاهتمام بهذه التقنيات الحديثة فى مجال الجيومورفولوجيا التطبيقية.
- تأتى المجلات ذات التخصص الدقيق المرتبط بالذكاء الاصطناعى وتقنيات المعلومات المكانية فى مرتبة متأخرة نسبياً فى عدد البحوث الخاصة بالجيومورفولوجيا التطبيقية المستخدمة للذكاء الاصطناعى ومنها مجلات : المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد ومجلة علوم البيانات الجغرافية المكانية والذكاء الاصطناعى فى العلوم المكانية والذكاء الاصطناعى التطبيقي، بنسب تراوحت بين (١:٣) و (٤ :١) .



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على الجدول (٢)

شكل (٨) التطور العددى للبحوث بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)

٢. التوزيع الجغرافي لبحوث الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية

تباينت البحوث المنشورة التى تم استقصائها من خلال المجلات العلمية السابق ذكرها فى توزيعها الجغرافي على اساس منطقة دراستها التى تناولتها، ويوضح الجدول (٣) والشكل (٩) تطور أعداد البحوث الخاصة بتطبيق الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية على

مستوى الدول الأكثر تناولاً خلال الفترة ما بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) ومن خلال الجدول يمكن استنتاج ما يلي:

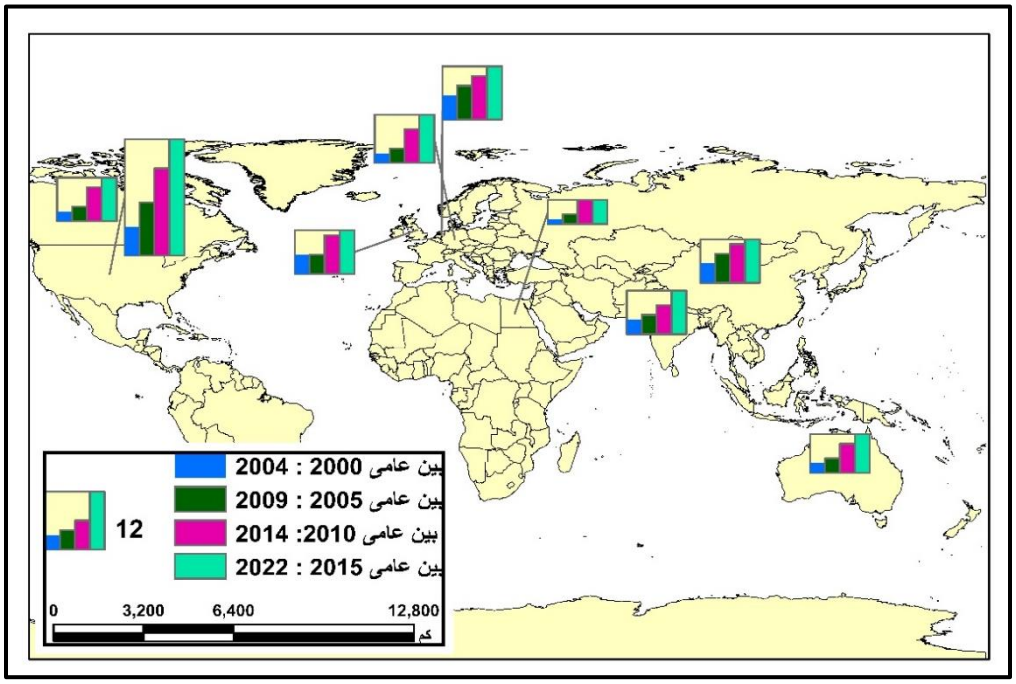
جدول (٣) تطور التوزيع الجغرافي لأعدد البحوث بين عامى (٢٠٠٠-٢٠٢٢)

الدولة	عدد البحوث المنشورة بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)					% من الاجمالى
	٢٠٠٠-٢٠٠٤	٢٠٠٥-٢٠٠٩	٢٠١٠-٢٠١٤	٢٠١٥-٢٠٢٢	المجموع	
امريكا	6	11	18	24	59	24.58
انجلترا	4	4	8	9	25	10.42
المانيا	2	3	7	10	22	9.17
الصين	4	6	8	9	27	11.25
هولندا	5	7	9	11	32	13.33
الهند	3	4	6	9	22	9.17
كندا	2	3	7	9	21	8.75
استراليا	2	3	6	8	19	7.92
مصر	1	2	5	5	13	5.42
الإجمالى	29	43	74	94	240	100.00

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على أعداد المجلات المستخدمة .

- أعلى الدول التى تناولت جزءاً من اراضيها دراسات فى الجيوموفولوجيا التطبيقية باستخدام الذكاء الاصطناعى تسع دول هى : (الولايات المتحدة الامريكية ، وانجلترا، والمانيا ، والصين ، وهولندا، وكندا، واستراليا ، مصر) .
- تأتى الولايات المتحدة الأمريكية فى مقدمة الدول التى استخدم فيها الذكاء الاصطناعى فى دراسات الجيومورفولوجيا التطبيقية خلال الفترة بين (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) بعدد (٥٩) بحثاً تمثل نحو (٢٥%) من جملة الابحاث خلال هذه الفترة ، يليها كل من : هولندا والصين وانجلترا بأعداد بحوث بلغت فى كل منها على الترتيب (٣٢ ، ٢٧ ، ٢٥) بحثاً ، وبنسبت بلغت (١٣.٣% ، ١١.٢٥ %، ١٠.٤٢%) من جملة الابحاث المنشورة خلال فترة الدراسة.
- تساوت كل من المانيا والهند وكندا أو تكاد، فى عدد البحوث التى اجريت على اراضيها حيث بلغت (٢٢ ، ٢٢، ٢١) بحثاً لكل دولة وبنسب تراوحت بين (٨.٨ % : ٩.٢%) تقريباً .
- جاءت مصر واستراليا فى المرتبة الأخيرة بين هذه الدول من حيث عدد الابحاث التى نشرت خلال هذه الفترة بعدد (١٩ ، ١٣) بحثاً لكل منهما على الترتيب، وبنسبة بلغت (٩.٧%) لدولة استراليا ، و(٥.٤٢%) لدولة مصر.

- تضاعفت أعداد البحوث المنشورة فى هذه المجلات بمرور الوقت فى الدول التسعة بلا استثناء، وكان أعلى معدل فى الزيادة من نصيب كل من المانيا ومصر (خمسة اضعاف)، يليهما كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا واستراليا بمعدل زيادة وصل (اربعة اضعاف) عدد البحوث فى سنة الاساس (٢٠٠٠) ، بينما تراوح معدل الزيادة فى عدد البحوث بين ضعفين الى ثلاثة اضعاف فى كل من (انجلترا والصين وهولندا، والهند).



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (٣)

شكل (٩) تطور التوزيع الجغرافي لأعداد بحوث الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية بين عامى (٢٠٠٠ - ٢٠٢٢)

٣. تطور استخدام المصطلح الدال على الذكاء الاصطناعى فى البحوث المنشورة فى المجلات الدولية بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)

على مدى الفترة الممتدة بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) لوحظ من خلال الإستقصاء الذي تم للبحوث التى استخدمت تقنيات الذكاء الاصطناعى، استخدامها لعدة مصطلحات متباينة ، وقد تم حصر خمسة مصطلحات استخدمت فى البحوث المنشورة الخاصة بالجيومورفولوجيا التطبيقية، وكلها يشير فى منهجة البحث الى استخدام الذكاء الاصطناعى على اختلاف انواعه ومستويات تطبيقيه فى تلك الدراسات والبحوث، بل اعتمد البعض على استخدام اسماء لأدوات وخوارزميات التطبيق مدلولاً لتطبيق الذكاء الاصطناعى فى هذه البحوث، وتشمل هذه المصطلحات الخمسة ما يلي :

- ✓ **الذكاء الاصطناعى Artificial Intelligence .**
- ✓ **تعليم الآلة Machine Learning .**

- ✓ **الدعم الخطى الآلى Support Vector Machine.**
- ✓ **التعليم العميق Deep Learning .**
- ✓ **الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) Artificial Neural Networks .**

ويوضح الجدول (٤) والشكل (١١) تطور استخدام المصطلح المستخدم للدلالة على تطبيق الذكاء الاصطناعى فى دراسات الجيومورفولوجيا التطبيقية خلال فترة الاستقصاء لما نشر فى المجلات المذكورة ، ومن خلال الجدول والشكل يتضح ما يلي :

يعد تعليم الآلة Machine Learning والخوازميات المرتبطة بها (SVM) Support Vector Machine ، أكثر المصطلحات التى استخدمت فى عناوين البحوث خلال فترة الاستقصاء، حيث استخدمت (١٢٤) مرة ، تمثل نحو (٥٢%) من جملة البحوث البالغ عددها ٢٤٠ بحثاً، يليه مصطلح التعليم العميق Deep Learning والمصطلح المرتبط به والذي يشير الى آلية عمله وهو مصطلح الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) Artificial Neural Networks ، بعدد ابحاث بلغ ٧٢ بحثاً تمثل (٣٠%) من جملة أعداد البحوث ، بينما يأتى المصطلح العام للذكاء الاصطناعى فى المرتبة الأخيرة بعدد (٤٤) بحثاً تمثل (١٨%) فقط من جملة البحوث المنشورة .

جدول (٤) تطور استخدام المصطلحات الدالة على الذكاء الاصطناعى فى البحوث

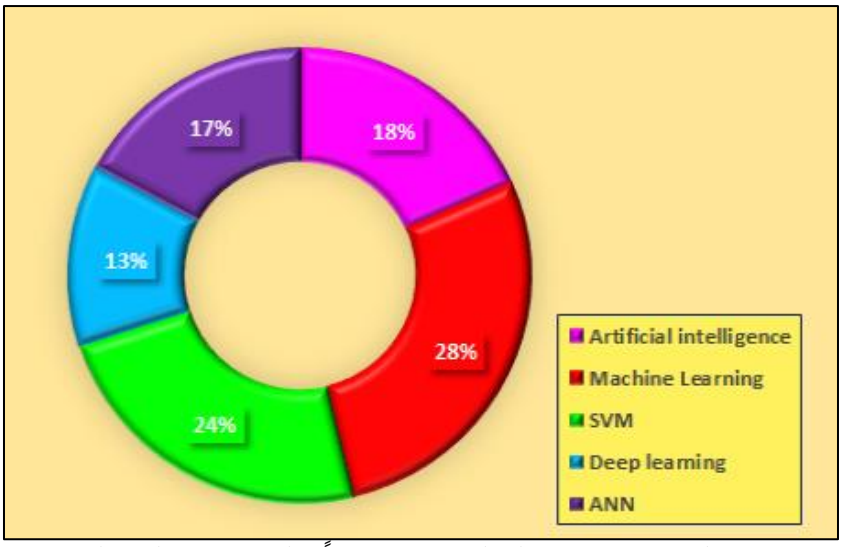
الفترة الزمنية	المصطلح المستخدم للدلالة على الذكاء الاصطناعى					المجموع
	Artificial intelligence	Machine Learning	SVM	Deep learning	ANN	
٢٠٠٠ - ٢٠٠٤	14	3	0	7	5	٢٩
٢٠٠٥ - ٢٠٠٩	4	12	8	7	12	٤٣
٢٠١٠- ٢٠١٤	13	20	21	7	13	٧٤
٢٠١٥ - ٢٠٢٢	13	32	28	10	11	٩٤
المجموع	44	67	57	31	41	٢٤٠
	٤٤	١٢٤		٧٢		

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات أعداد المجلات المستخدمة فى الدراسة.

- تميزت المرحلة الأولى التى تمثلها الخمس سنوات الممتدة بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٠٤) بشيوع استخدام مصطلح الذكاء الاصطناعى Artificial Intelligence فى عناوين البحوث التى نشرت خلال هذه الفترة، حيث استحوذ هذا المصطلح على (١٤) عنواناً من عناوين البحوث

البالغ عددها (٢٩) بحثاً فى الجيومورفولوجيا التطبيقية، تمثل ما نسبته (٤٨%) من اجمالى عدد بحوث هذه المرحلة .

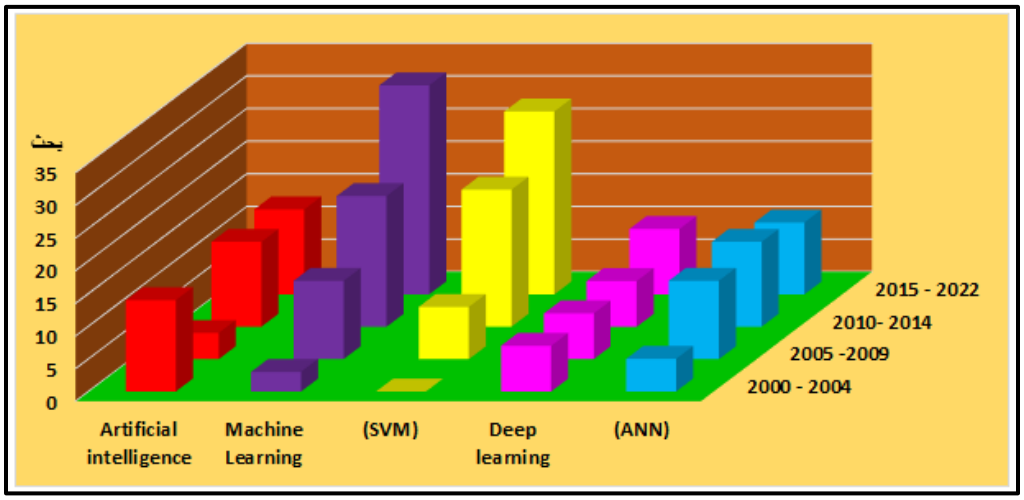
- شهدت المرحلة الثانية من الدراسة والتى تشمل الخمس سنوات الممتدة ين عامى (٢٠٠٥ – ٢٠٠٩) زيادة عدد الابحاث التى استخدمت فى عناوينها كل من مصطلحى تعليم الآلة والشبكات العصبية الاصطناعية كأحد مفاهيم التعليم العميق بعدد (١٢) بحثاً لكل منهما من اجمالى البحوث التى نشرت خلال هذه المرحلة والبالغ عددها (٣٤) بحثاً فى الجيومورفولوجيا التطبيقية، بنسبة بلغت (٣٥%) لكل مصطلح، بينما بدأ مصطلح الذكاء الاصطناعى العام فى التراجع ليصبح (٤) فقط من اجمالى (٤٣).



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (٤)

شكل (١٠) نسبة استخدام المصطلحات الدالة على الذكاء الاصطناعى فى البحوث بين عامى ٢٠٠٠- ٢٠٢٢

- تميزت المرحلة الثالثة بين عامى (٢٠١٠ – ٢٠١٤) بتفوق واضح فى استخدام مصطلح تعليم الآلة Machine Learning وخوارزمية (SVM) ، للتعبير عن استخدام الذكاء الاصطناعى فى الدراسات الجيوموفولوجية ، بعدد من عناوين البحوث بلغ (٢٠) عنواناً لتعليم الآلة، و(٢١) عنواناً لصالح خوارزمية Support Vector Machine (SVM)، يشكلا معاً أكثر من نصف عناوين البحوث فى هذه المرحلة، بنسبة (٥٥%) من جملة عدد البحوث المنشورة، بينما بلغ عدد البحوث التى اشتملت عناوينها أى من مصطلحى الذكاء الاصطناعى، و الشبكات العصبية الاصطناعية (١٣) بحثاً فقط لكل منهما، بينما جاء مصطلح التعليم العميق فى المرتبة الأخيرة فى عدد البحوث الخاصة بالذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية خلال هذه المرحلة، بعدد لم يتجاوز (٧) أبحاث فقط.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (٤)

شكل (١١) تطور استخدام مصطلحات الذكاء الاصطناعى بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)

- فى المرحلة الرابعة والأخيرة من سنوات الدراسة والتى امتدت لسبعة أعوام بين عامى (٢٠١٥ – ٢٠٢٢) ظل مصطلح تعليم الآلة Machine Learning فى مقدمة المصطلحات الدالة على استخدام الذكاء الاصطناعى فى دراسات الجيومورفولوجيا التطبيقية، بعدد ابحاث بلغ (٣٢) بحثاً، يليه مصطلح (SVM) خوارزمية الدعم الالى بعدد (٢٨) بحثاً، ليشكلا معاً (٥٠) بحثاً من اجمالى ابحاث هذه الفترة الأخيرة والبالغ عددها (٩٤) تشكلان ما نسبته (٥٣%) من بحوث السبع سنوات الأخيرة من فترة الدراسة، وتوقف استخدام مصطلح الذكاء الاصطناعى Artificial Intelligence عند نفس العدد فى الفترة السابقة وهو (١٣) بحثاً فقط بنسبة بلغت ١٣% من اجمالى البحوث المنشورة .

٤. تصنيف بحوث الجيومورفولوجيا التطبيقية فى المجلات الدولية المعتمدة على الذكاء الاصطناعى بين عامى (٢٠٠٠ -٢٠٢٢) .

تعددت الجوانب التطبيقية فى الدراسات الجيومورفولوجية التى اعتمدت بشكل رئيسي على الذكاءالاصطناعى فى معالجة وتحليل البيانات المكانية المستخدمة فى الدراسات الجيومورفولوجية المتعددة، وقد أمكن حصر وتصنيف دراسات الجيومورفولوجيا التطبيقية التى استخدمت تقنيات الذكاء الاصطناعى بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) فى ست مجالات تطبيقية رئيسية هى : دراسات التعرية النهرية وتراجع الضفاف ، أخطار الجريان السيلى فى أحواض

التصريف، استقرار رواسب المنحدرات وأخطارها، كشف التغير الجيومورفولوجى ، تقييم خصائص التربة ومعدلات تعريتها ، التعرية الساحلية وادارة مناطق السواحل .
ويوضح الجدول (٥) والشكل (١٢) مجالات الجيومورفولوجيا التطبيقية التى اعتمدت على الذكاء الاصطناعى وتطور أعدادها خلال الفترة بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) ، ومن الجدول والشكل يتضح ما يلي :

- جاءت البحوث الخاصة بتحليل استقرار رواسب المنحدرات والأخطار المرتبطة بها فى المرتبة الأولى بين المحاور التطبيقية المعتمدة على الذكاء الاصطناعى بعدد (٦٦) بحثاً تمثل نحو ٢٧.٥% من جملة البحوث المنشورة ، يليها البحوث الخاصة برصد وتقييم التغير الجيومورفولوجى وتأثراته على النشاط البشري والموارد الطبيعية بعدد أبحاث بلغ (٥١) بحث بنسبة (٢١%) ، وفى المرتبة الثالثة تلك البحوث الخاصة بأخطار السيول والتحليل الهيدرولوجى بعدد (٤٨) بحثاً تمثل (٢٠%) ، أى ان هذه المحاور الثلاث تمثل مجتمعة ما يشكل (٦٨.٨%) من جملة بحوث الجيومورفولوجيا التطبيقة أى ما يقارب نصف البحوث المنشورة تقريباً.

جدول (٥) تصنيف مجالات الجيوموروفولوجيا التطبيقية فى المجلات الدولية المعتمدة على الذكاء الاصطناعى ما بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)

الفترة الزمنية	محاور الجيومورفولوجيا التطبيقية المعتمدة على الذكاء الاصطناعى						المجموع
	التعرية النهرية	أخطار السيول	استقرار المنحدرات	رصد التغير	تعرية التربة	ادارة المناطق الساحلية	
٢٠٠٠ - ٢٠٠٤	٥	٤	١٥	٤	١	٠	٢٩
٢٠٠٥ - ٢٠٠٩	٨	٦	١٤	١٠	٣	٢	٤٣
٢٠١٠- ٢٠١٤	١٢	١٥	١٥	١٨	١٠	٤	٧٤
٢٠١٥ - ٢٠٢٢	١٦	٢٣	٢٢	١٩	11	٣	٩٤
المجموع	٤١	٤٨	٦٦	٥١	٢٥	٩	٢٤٠

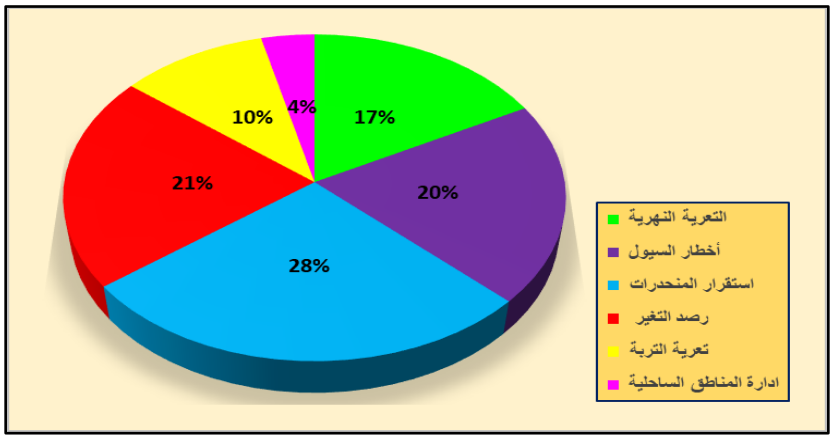
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على أعدا المجلات المستخدمة فى الدراسة

- تتوزع النسبة الباقية من البحوث على كل من الدراسات الخاصة بالتعرية النهرية وعمليات تعرية التربة، وادارة المناطق الساحلية بنسب بلغت (١٧% ، ١٠% ، ٤%) لكل منها على الترتيب .
- على مستوى الفترات الزمنية والتقسيم المرحلى للفترة ما بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) يلاحظ التفوق الملحوظ فى بدايات هذه الفترة الزمنية لبحوث الجيومورفولوجيا التطبيقية فى مجال استقرار المنحدارت والأخطار المرتبطة بحركة مواد التجويةعليها، بداية من عام ٢٠٠٠ وحتى عام ٢٠١٠، حيث بلغ عددها خلال هذه الفترة ٢٩ بحثاً فى مقابل ١٤ بحثاً فقط فى مجال رصد

التغير الجيومورفولوجى، و١٣ بحثاً فى مجال دراسات التعرية النهرية، و١٠ ابحاث فقط لأخطار السيول، ثم جاءت أبحاث تعرية التربة وادراة المناطق الساحلية فى المرتبة الاخيرة خلال هذه الفترة بعدد بلغ (٤ ، ٢ فقط) لكل منهما على الترتيب .

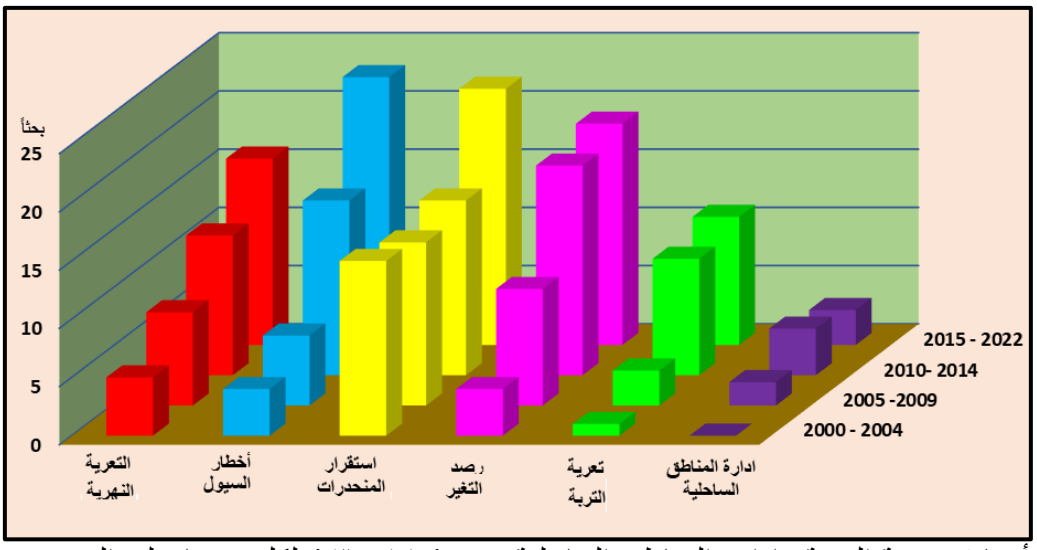
المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (٥)

شكل (١٢) نسب بحوثالجيومورفولوجيا التطبيقية المنشورة فى المجلات الدولية بين عامى (٢٠٠٠ -٢٠٢٢)



- شهدت الفترة الثالثة الممتدة بين عامى (٢٠١٠ – ٢٠١٤) تفوقاً ملحوظا فى الأبحاث التطبيقية المرتبطة برصد وتقييم التغير الجيومورفولوجى باستخدام الذكاء الاصطناعى، بعدد أبحاث بلغ خلال هذه السنوات الخمس (١٨ بحثاً) يليها الأبحاث المرتبطة بكل أخطار السيول ، وأخطار المنحدرات بعدد ابحاث بلغ (١٥) بحثاً لكل مجال ، ثم يلي ذلك فى الترتيب كل من أبحاث التعرية النهرية، وتعرية التربة ، وادارة المناطق الساحلية بعدد ابحاث بلغ (١٢ ، ١٠ ، ٣) لكل مجال تطبيقي على الترتيب.

- شهدت الفترة الأخيرة من المدى الزمنى للدراسة تفوق الدراسات الخاصة بأخطار السيول حيث جاءت فى المرتبة الأولى خلال الفترة الممتدة بين عامى (٢٠١٥ – ٢٠٢٢) بعدد ابحاث بلغ (٢٣ بحثاً) طبقت تقنيات الذكاء الاصطناعى، يليها ابحاث أخطار استقرار المنحدرات (٢٢بحثاً) ثم ابحاث رصد التغير الجيومورفولوجى (١٩) يليه ابحاث التعرية النهرية بعدد (١٦) بحثاً، وأخيراً



أبحاث تعرية التربة وادارة المناطق الساحلية بعدد (١١ ، ٣) لكل منهما على الترتيب.

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (٥)

شكل (١٣) تطور أعدادبحوث الجيومورفولوجيا التطبيقية المنشورة فى المجلات الدولية بين عامى(٢٠٠٠ -٢٠٢٢)

ثالثاً: نماذج من أبحاث تطبيق الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية

١. رسم خرائط التنبؤ بحساسية الانهيارات الأرضية باستخدام الدعم الالى للبيانات لحوض نهر مانداكيني ، جارهوال هيمالايا ، الهند

Landslide susceptibility mapping & prediction using Support Vector Machine for Mandakini River Basin, Garhwal Himalaya, India

Deepak Kumarb, Manoj Thakurb, Chandra S. Dubeyc, Dericks P. Shuklaa,

Volume 295, 15 October 2017, Pages 115-12Geomorphology

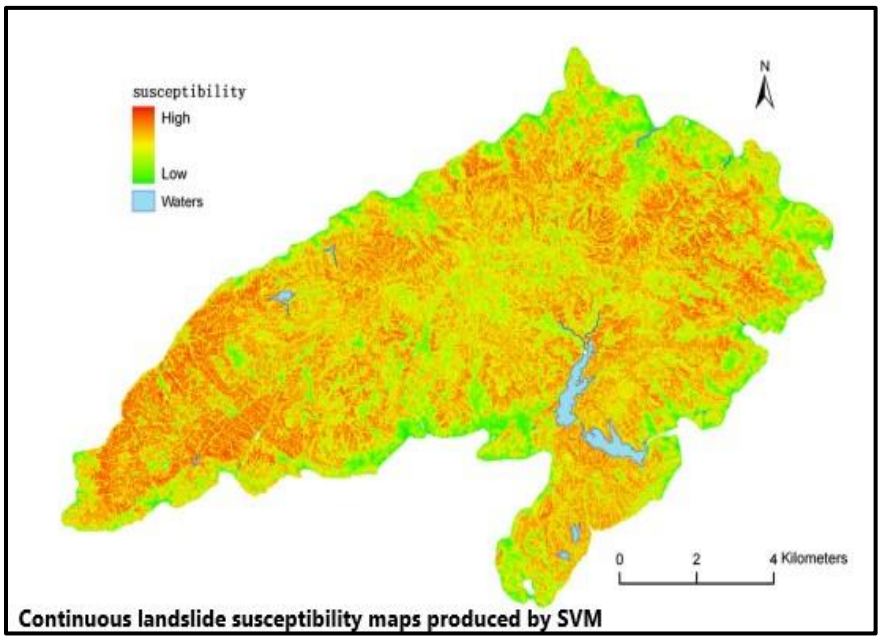
في هذا البحث ، قام الباحثين باستخدام خوارزمية الدعم الآلى الخطى (SVM) Support Vector Machine للتنبؤ المكانى Spatial Prediction، بالمناطق ذات القابلية لحدوث الإنهيارات الأرضية بحوض نهر مانداكيني في أوتارانتشال الهند، وانتاج خرائط القابلية للانهيار الأرضي بالحوض من خلال مجموعة من المعايير Criteria تشمل كل من : الارتفاع ، ودرجة الانحدار واتجاهه ، شبكة التصريف، والتركيب الصخرى، والنبية الجيولوجية بالاضافة الى سمك التدفقات الصخرية والاماكن التى شهدت انهيارات ارضية سابقة ومعالجة ذلك فى بيئة نظم المعلومات الجغرافية وخلصت الدراسة الى الى النموذج الكارتوجرافى الموضح فى الشكل التالى رقم (١٤) وأوضحت الدراسة والتحقيق الميدانى لها نسبة ثقة بلغت (٩٦.٢٥) مقارنة بالطرق التقليدية المستخدمة فى عمليات التصنيف للمرئيات الفضائية المستخدمة .

X. Yao , L.G. Tham, F.C. Da, 2017, P.577.

شكل (١٤) قابلية حدوث الانهيار الارضي بحوض لحوض مانداكيني بالهند

٢. تقييم قابلية تآكل المسيلات والعوامل الحاكمة لها في جنوب شرق البرازيل باستخدام خوارزميات التعلم الآلي والطرق الإحصائية ثنائية المتغير: منهج إقليمي

Assessing gully erosion susceptibility and its conditioning factors in



Continuous landslide susceptibility maps produced by SVM

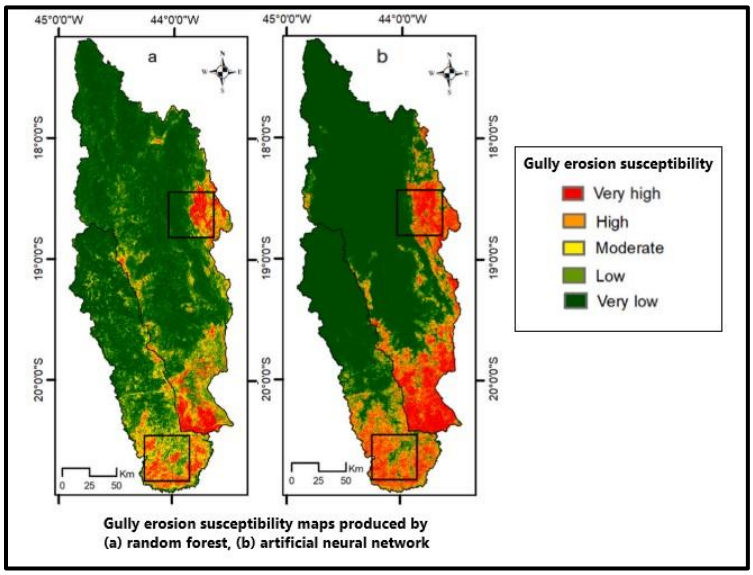
southeastern Brazil using machine learning algorithms and bivariate statistical methods: A regional approach

Julio Cesar Lana, Paulo de Tarso Amorim Castro,

Geomorphology , 1 April 2022, 108159Volume 402

تناول البحث انشاء نموذج تنبؤي للتصنيف سطح الارض حسب قابليته للتآكل وتشكيل المسيلات المائية بحوضين رافديين بحوض وادى ميناس جيرايس ، جنوب شرق البرازيل، من خلال تطبيق اثنين من خوازميات التعليم الآلى هما خوارزمية الغابة العشوائية Random Forest (RF)، وخوارزمية الشبكة العصبية الاصطناعية Artificial Neural Network (ANN) ، فى ضوء عدد من الضوابط والمعايير الطبيعة كثيرة العدد شملت نحو ثمانية عشر متغيراً : منها المنسوب ، ودرجة الانحدار، ونوع التربة ،ودرجة تقوس السطح ، ومؤشر التشريح ، والغطاء النباتى ، والتكوين الجيولوجى، والبنية ، والتكامل الهبسومترى، وكثافة التصريف، ومعدل التسرب، ومؤشرالانحدار التدريجي stream-gradient index، التكوين الصخرى ، النسيج الطبوغرافي ، وكثافة التصريف.

وخلصت الدراسة الى ان خوارزمية الغابة العشوائية (RF) قد أثبتت الدراسة تفوقها عن باقى الخوارزميات المستخدمة فى عملية التصنيف المكانى للبيانات فى المنطقة ومنها خوارزمية (ANN).



Julio Cesar Lana, Paulo de Tarso Amorim ,2022, P.12

شكل (١٥) قابليته نحت و تشكيل المسيلات المائية بحوض وادى ميناس جيرايس

٣. رسم خرائط التنبؤ المكاني لمناطق الفيضانات في حوض نهر كان ، إيران ، باستخدام خوارزمية الشبكة العصبية الاصطناعية

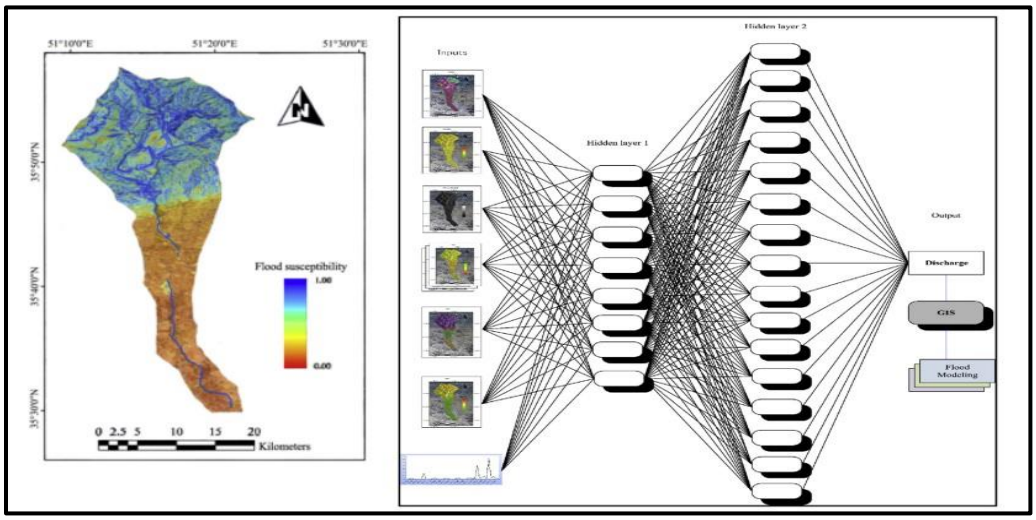
Spatial predication of flood zonation mapping in Kan River Basin, Iran, using artificial neural network algorithm

Mohammad Hossein Jahangir, Seyedeh Mahsa Mousavi Reineh

Hydrology Journal, Vol.25,2019

تناول هذا البحث الفيضانات باعتبارها تمثل واحدة من أكثر الكوارث الطبيعية ضرراً للأفراد والمنشآت، وقد قام فيه الباحثان بتصميم نموذج رياضي اعتماداً على خوارزمية الشبككة العصبية الاصطناعية، للتنبؤ بكمية الجريان ومسارها،ووضع سيناريوهات التقليل من مخاطر الجريان المائي بحوض نهر كان بايران.

وقد صمم النموذج لمحاكاة عملية الجريان فى ضوء معايير كمية التساقط واشد قوة له، مع الخصائص المورفومترية لحوض التصريف العام واحواضه الفرعية ، بهدف تقدير كمية الجريان وسرعتها وذروة التدفق المائي وفقاً للنموذج الامريكى لصيانة التربة (SCS) بواسطة خوارزمية (ANN) فى بيئة نظم المعلومات الجغرافيةGIS ،من خلال تحليل التطابق الموزون لطبقات البيانات المكانية الخاصة بمعايير الجريان والعوامل المؤثرة فيه، وبمقارنة التنبوء الخاص بذروة التدفق الناتج عن خوارزمية الشبكة الاصطناعية (ANN) ونظيره بالنموذج الأمريكى(SCS) اتضح وجود علاقة ارتباط قوية وصلت الى (٠.٨٤) بينهما، كما بلغ جزر مربع الخطأ فى التقدير (RMSE) = ٠.١٦ فقط.



M.H. Jahangir, et ,2019, p.9.

شكل (16) نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية لخريطة التنبؤ بالفيضان بحوض كان ايران

ويمكن أن نخلص من العرض السابق الى أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعى فى البحث الجيومورفولوجي التطبيقي قد أسهم بشكل كبير فى تحقيق القيمة النفعية للدراسات التطبيقية المختلفة، حيث ساهم وبدرجة ثقة كبيرة فى التنبوء بسلوك الظاهرة الجيومورفولوجية، الأمر الذي يساعد فى وضع سيناريوهات التعامل مع هذا التغير الجيومورفولوجى فى ديناميكية كل من العمليات والظاهرات معاً، ووضع خطط الاستثمار الأمثل فى حالة توافر مقومات التنمية لتحقيق الاستفادة الاقتصادية، أو خطط المواجهة فى حالة الأخطار ومعوقات استثمار الموارد الطبيعية.

ويفتح الذكاء الاصطناعى المجال واسعاً لرقمنة الجيومورفولوجيا التطبيقية التى تسمح بالحسم فى التفسير واتخاذ الاجراءات بعيداً عن التخمين أو التعميم، من خلال ما بات يعرف اليوم

بالجيومورفولوجيا الرقمية Digital Geomorphology ، الأكثر دقة فى التحليل والتعليل ، وأكثر مرونة فى العرض الكارتوجرافي للبيانات ونتائج التحليل.

رابعاً : رؤية الباحث فى تطوير استخدام الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية

بناءاً على ما تم عرضه حول استخدامات تقنيات الذكاء الاصطناعى فى الجيوموروفولوجيا التطبيقة ، فان رؤية الباحث بتطوبر استخدام الذكاء الاصطناعى فى الجيومورفولوجيا التطبيقية مستقبلاً ترتكز فى النقاط التالية :

١. أصبح من الضرورة بمكان العمل على مواكبة التقدم التكنولوجى الهائل الذي اصبح امراً واقعاً فى مجال البحث الجيومورفولوجى ، من خلال الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعى فى مجال الدراسات التطبيقية فى مصر و المنطقة العربية، نظراً لما تقدمة هذه التقنيات من مرونة فى العمل ودقة فى النتائج وسرعة فى التنفيذ، لاسيما عند دراسة اقاليم ذات مساحة كبيرة يصعب فيها العمل الفردى أو الميدانى واحاطتها مكانياً احاطة كاملة.
٢. ضرورة استخدام الذكاء الاصطناعى بانماطه المختلفة، فى مجال البحوث ذات العلاقة بالأخطار والكوارث الجيومورفولوجية، للاستفادة بقدرته على التنبؤ الزمانى والمكانى بحدوث الخطر ومحاكاة حدوثه ومقدار وشدته ، مع نجاحها فى وضع سيناريوهات مواجهة هذه الأخطار بموضوعية وبلا تحيز حيث يسود فيها لغة الرقم وليس الوصف والانطباع الشخصي ومن الأخطار الجيومورفولوجية التى يمكن توظيف امكانيات الذكاء الاصطناعى فى دراستها ما يلي :

- دراسة أخطار الأنهيارات الأرضية وحركة المواد على المنحدرات: حيث الاعتماد على تقنيات وبرمجيات الذكاء الاصطناعى فى دراسة وتحليل واقع خصائص مواد التجوية وطبيعة المنحدرات التى تشمل الخصائص اليثولوجية والهندسية للمنحدر، بالاضافة الى المحتوى المائي، والخصائص الجيوتقنية لطبقات الرواسب من قوى الاحتكاك والتماسك، فى عمل نموذج لمحاكاة الحركة المتوقعة لمواد التجوية، وسرهة حركتها على المنحدر، وتحديد أسطح الإنهيار المحتملة Slip Surfaces، وسرعة الانهيار، ونطاق تأثيره، والإجراءات الفنية والاحتيطات الواجب اتباعها لتقليل الاخطار الناتجة عن هذه الحركة، ومن أهم البرمجيات والخوارزميات المستخدمة فى المجال برمجيات تحليل استقرارية المنحدرات Slope Stability مثل: Visual Slope ، SWedge
- دراسة أخطار تراجع خط الساحل ، وتقدير معدلات النحت والإرساب، والتنبؤ المكانى لأكثر الأماكن تراجعاً وتعرضاً للغمر بالمية لاسيما فى المناطق الواطئة من الأراضي المصرية على الساحل الشمالى، وتقدير مساحات تلك الاراضي واقتراح بدائل للاستثمار الحالى فى المناطق المهددة بالاغراق فى ضوء الضوابط الجيومورفولوجية للتنمية فى الجهات الساحلية.
- أخطار الجريان المائي السيلي فى الأودية الجافة، و وتقدير أحجام الجريان ومعدل التدفق، مع وضع سيناريوهات ترويض وادراة هذا الجريان لتحويلة لفرص تنموية ، خلال الاستعانة بالذكاء الاصطناعى ونماذج التحليل المعتمدة عليه، لإجراء التحليلات

الهيدرولوجية واحتساب الموازنة المائية لأحواض الأودية الجافة ذات فترات الرجوع السيلي المتكرر، للاستفادة من صافى الجريان فى مشاريع التنمية المختلفة.

٣. الاعتماد على هذه التقنيات دراسة الضوابط الجيومورفولوجية لتخطيط شبكات الطرق، وتحقيق أفضل امكانية وصول بين عقد هذه الشبكات من خلال المعايير الجيومورفولوجية المؤثرة ، من خصائص جيولوجية ، مناسيب سطح محلية وانحدارات ومنعطفات ، ..الخ .

٤. تسمح هذه التقنية بامكانية عرض للنتائج أكثر وضوحاً وتمييزاً، على هيئة اسطح تمثل من البيانات يمكن الاعتماد عليها كمدخلات رقمية فى دراسات اخرى لها جوانب نفعية مختلفة.

٥. ضرورة تبنى أقسام الجغرافيا لعملية تطوير مستمر للوائحها الأكاديمية لتشمل تدريس هذه التقنية كمحتوى علمى لطلاب الدراسات العليا يساهم فى الإرتقاء بالمتخصص فى مجال الجغرافيا عامة وفى القلب منها مجال الجيومورفولوجيا التطبيقة ، كما يمكن استحداث برامج اكاديمية بينية خاصة بتدريس الذكاء الاصطناعى، وفهم ما هيته ومتطلباته وجوانبه التطبيقية، والتدريب عليه بالمشاركة بين اقسام الجغرافيا والاقسام المتخصصة فى كليات الحاسبات والمعلومات بالاضافة الى كليات الذكاء الاصطناعى .

٦. ضرورة الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعى عند اجراء البحوث التى تهتم بالتقييم الجيوموروفولجى لمشاريع التنمية المستدامة ، لاسيما المشاريع القومية الكبري كثيرة التكلفة كبيرة المساحة واسعة المدى المكانى، وذلك لمساعدتها فى توفير الوقت والجهد والطاقة والايدى العاملة.

المراجع :

1. Jonathan Bowen (2013) Looking Back:AlanTurning-The father of Computer Science, Conference: A History of Computing in Three Parts At: London, UK Affiliation: Gresham College, DOI: 10.13140/RG.2.2.34525.41444.
2. Yingjie Hu., Song Gao (2020) GeoAI at ACM SIGSPATIAL: Progress, Challenges, and Future Directions, SIGSPATIAL Special, DOI: 10.1145/3377000.3377002.
3. Fabrice Larribe (2017) Narrow Artificial Intelligence with Machine Learning for Real-Time Estimation of a Mobile Agent's Location Using Hidden Markov Models, International Journal of Computer Games Technology Volume 2017, Article ID 4939261.
4. Anikita Kar (2020) Reactive Artificial Intelligence Using Big Data in the Era of Precision Medicine, DOI: 10.1001/jamasurg.2020.0839.
5. Benjamin Erb (2016) Artificial Intelligence & Theory of Mind, Ulm University, Germany.
6. Alex Smola (2018) Introduction to Machine Learning, United Kingdom at the University Press, Cambridge.

7. Vijay Kanade (2022) Machine learning algorithms are mathematical models that learn from data and unravel patterns embedded in them, United Kingdom at the University Press, Cambridge.
8. C. Janiesch & P. Zschech(2021) Machine learning and deep learning, Institute of Information Systems, Friedrich-Alexander University Erlangen-Nürnberg, Germany.
9. Yasubumi Sakakibara (2009) Learning context-free grammars from structural data in polynomial time, Theoretical Computer Science, vol. 67.
10. Julio Cesar Lana, Paulo de Tarso Amorim (2022) Assessing gully erosion susceptibility and its conditioning factors in southeastern Brazil using machine learning algorithms and bivariate statistical methods: A regional approach, Volume 402, April 2022, 108159 Geomorphology
11. Deepak Kumarb, Manoj Thakurb (2017) Landslide susceptibility mapping & prediction using Support Vector Machine for Mandakini River Basin, Garhwal Himalaya, India, Geomorphology Volume 295, 15 October 2017, Pages 115-125.
12. Mohammad Hossein Jahangir, Seyedeh Mahsa Mousavi Reineh (2019) Spatial predication of flood zonation mapping in Kan River Basin, Iran, using artificial neural network algorithm, Hydrology Journal, Vol.25.

A future vision for the development of artificial intelligence studies in applied geomorphology

By

Prof. Dr. Abdel Razek Bassiouni El Komy Radwan

Professor, Department of Geography and Geographic Information Systems, Faculty of Arts, Tanta University

Abstract:

The great progress and unprecedented expansion in the use of the Internet and computers, the development of software, and the emergence of many programming languages helped achieve applied successes for the capabilities of artificial intelligence in simulating human behavior. The best chess player in the world was defeated, and in 2016 Google managed to develop the AlphaGo system to become the first software to defeat a professional human player in the game of Go.

The research aims to develop a vision for the development of the use of artificial intelligence in applied geomorphology through the following:

١. Artificial intelligence and its relationship to geographical artificial intelligence.

٢. An investigation of the reality of the use of artificial intelligence in applied geomorphology.

٣. Presentation of models for studies in applied geomorphology using artificial intelligence.

٤. The researcher's vision in developing the use of artificial intelligence in applied geomorphology.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine learning, Deep learning, Applied Geomorphology, Geo Artificial Intelligence.