(دور الذكاء الاصطناعي في الدراسات الجغرافية / الجغرافية الطبيعية انموذجا)

(The role of artificial intelligence in geographical studies/natural geography as a model)

أ.د. محسن عبد علي الفريجي
أستاذ
المستشار التربوي في جامعة المستقبل
محافظة بابل

أ.د. كاظم موسى الطائي
أستاذ
أستاذ جامعي متقاعد في جامعة الموصل
محافظة نينوى

Dr. Mohsen Abed Ali AL-Fariji
professor
Educational consultant at university of the future / Babylon Governorate

Dr. Kazem Musa Muhammad Al-Taie
professor
Retired university professor at the University of Mosul / Mosul Governorate

mohsin.abd.ali@uomus.edu.iq
dr_kadhem@yahoo.com

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، الجغرافية الطبيعية، جيمورفولوجي، قاعدة البيانات الجغرافية، وكالة سانا

Keywords: artificial intelligence, physical geography, geomorphology, geodatabase, SANA

ملخص البحث

شهدت الدراسات الجغرافية تطوراً كبيراً عبر الزمن حيث إنتقلت من الوصف التقليدي للظواهر الى استخدام التقنيات الحديثة لتحليلها وفهمها بشكل اعمق ومع ظهور الذكاء الاصطناعي (AI) اصبح من الممكن التعامل مع الكميات الهائلة من البيانات الجغرافية بطرق اكثر دقة وكفاءة، هذا التطور اتاح للجغرافيين استكشاف قضايا معقدة تتعلق بالطبيعية مثل التغيرات المناخية والظواهر الجيومورفولوجية وادارة الموارد الطبيعية بطريقة اكثر تطوراً وفعالية.

تتميز الجغرافية الطبيعية بكونها دراسة الظواهر الطبيعية التي تؤثر على سطح الارض وهي تطلب ادوات تحليل متقدمة لفهم تفاعلاتها واثارها. هنا يأتي دور الذكاء الاصطناعي كأداة ثورية قادرة على تقديم رؤى جديدة لهذه التفاعلات من خلال النماذج التنبؤية، تحليل الصور الفضائية، ومحاكاة الظواهر الطبيعية بدقة عالية.

Abstract

Geographical studies have witnessed a great development over time, as they moved from the traditional description of phenomena to the use of modern technologies to analyze and understand them more deeply, and with the emergence of artificial intelligence (AI), it became possible to deal with huge amounts of geographical data in more accurate and efficient ways, this development allowed geographers to explore complex issues related to nature such as climate change, geomorphological phenomena, and natural resource management in a more sophisticated and effective way.

Physical geography is characterized by the study of natural phenomena that affect the Earth's surface and requires advanced analytical tools to understand their interactions and effects. This is where AI comes in as a revolutionary tool capable of providing new insights into these interactions through predictive models, analyzing space images, and simulating natural phenomena with high accuracy.

أولا :- الذكاء الاصطناعي في الدراسات الجغرافية الطبيعية

- التنبؤ بالظواهر الطبيعية .
- دقة تحليل البيانات الجغرافية .
- ادارة الموارد الطبيعية .
- تحسين مراقبة التغيرات البيئية .
- دعم الدراسات البيئية المتعددة التخصصات .

ثانيا :- تطبيق الذكار الاصطناعي في الجغرافية الطبيعية

- تحليل البيانات الجغرافية .
- التنبؤ بالظواهر الطبيعية .
- ادارة الموارد الطبيعية .
- تصنيف وتحليل صور الاقمار الصناعية .
- تعزيز نظم المعلومات الجغرافية .

ثالثا :- التحديات والحلول

- نقص البيانات الجغرافية .

- تعقيد النماذج الجغرافية الطبيعية .
- التحديات البشرية والتنظيمية .

رابعا :- دراسة حالة

خامسا :- الاستنتاجات

الهوامش

المقدمة :-

شهدت الدراسات الجغرافية تطورا كبيرا عبر الزمن حيث انتقلت من الوصف التقليدي للظواهر الى استخدام التقنيات الحديثة لتحليلها وفهمها بشكل أعمق ومع ظهور الذكار الاصطناعي (AL) اصبح من الممكن التفاعل مع الكميات الهائلة من البيانات الجغرافية بطرق أكثر دقة وكفاءة وان هذا التطور أتاح للجغرافيين استكشاف قضايا معقدة تتعلق بالطبيعة مثل التغيرات المناخية والظواهر الجيمورفولوجية وادارة الموارد الطبيعية بطرقة أكثر تطورا وفعالية.

تتصف الجغرافيا الطبيعية بكونها دراسة الظواهر الطبيعية لكوكب الارض وهي تتطلب أدوات تحليل متقدمة لفهم تفاعلاتها واثارها ، وهنا يأتي دور الذكاء الاصطناعي كأداة ثورية قادرة على تقديم رؤى جديدة لهذه التفاعلات من خلال النماذج التنبؤية وتحليل الصور الفضائية ومحاكاة الظواهر الطبيعية بدقة عالية .

وضمن الدراسات الجغرافية بشكل عام وحقول الجغرافية الطبيعية بشكل خاص يمكن القول بأن العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وعلم الجغرافية قد مر بثلاثة مراحل و هي (أشرف ، ٢٠٢٢ : ٩٩) :-

١- **المرحلة الأولى** :-

الانتقال من الاطر الوصفية الى الثورة الكمية (Quantitative Revolution) حيث تم ادخال الاساليب الاحصائية في معالجة البيانات واسقاط النتائج عبر الخرائط مسببا انتقال علم الجغرافية من المرحلة الوصفية الى الجغرافية التطبيقية .

٢- **المرحلة الثانية** :-

اتسمت هذه المرحلة بما يسمى بالثورة الحسابية (Geo computation Revolution) حيث تم تقديم علم الجغرافيا في ثوب متطور جديد اطلق عليه (Automated Geography) وعلى رأس هؤولاء العلماء (Dobson) عام ١٩٨٣ (Couclelis 1998) حيث تم استخدام التقنيات الحسابية لشرح الظواهر الجغرافية (Dobson 1983) وكان التدشين الرسمي لهذه المرحلة ١٩٩٦ .

٣- المرحلة الثالثة :-

مع بداية القرن الحادي والعشرين انبثقت من بوتقة الجغرافيا الحسابية اتجاه جديد متمثل في استخدام النماذج الذكية لحل المشكلات المكانية في اطار جغرافي وليس التقنيات الحسابية .

وان هذا المنهج منهج جديد يعتمد على تصميم وانشاء النماذج الذكية المتطورة (Artificial Intelligence models) والذي اطلق عليه مرحلة الذكاء الاصطناعي الجغرافي (Geoal) وهنالك عوامل رئيسية ساهمت في تحقيق هذا التقدم السريع و هي (أشرف ، ٢٠٢٢ : ١٠١) :-

- توفر بيانات جغرافية ضخمة نتيجة التطور الكبير في الاستشعار عن بعد .
- الخوارزميات الجديدة والتي جاءت نتيجة تبني مجتمع الذكاء الاصطناعي .
- القوة الحسابية والنماذج الحسابية التي ساهمت في ربط البيانات وانشاء النماذج لكل ظاهرة جغرافية .

مشكلة البحث :-

يمكن صياغة المشكلة العلمية التي يدور حولها البحث في صيغة السؤال التالي :-

ما هو مفهوم الذكاء الاصطناعي الجغرافي وما هي علاقته بعلم الجغرافيا الطبيعية ؟ وما هي الاتجاهات البحثية الجديدة في الذكاء الاصطناعي الجغرافي ؟

فرضية البحث :-

ان فرضية البحث تم صياغتها بالشكل التالي :-

- ان مفهوم الذكاء الاصطناعي الجغرافي مفهوم ومنهج علمي متطور (خوارزميات) وليس برمجة احصائية .
- ان هنالك علاقة طردية قوية بين الذكاء الاصطناعي الجغرافي وحقول الجغرافية الطبيعية .
- ان الدمج بين الذكاء الاصطناعي وحقول الجغرافية الطبيعية جاءت منسقة مع الاهداف البحثية التي تم من أجلها الدمج .

هدف البحث :-

تحديد علمي دقيق الى ما هو الذكاء الاصطناعي من خلال :-

- تحديد مفهوم الذكاء الاصطناعي الجغرافي .

- كشف العلاقة بين مفهوم الذكاء الاصطناعي وحقول الجغرافية الطبيعية .
- تحديد الاتجاهات البحثية في الذكاء الاصطناعي .
- اجراء التطبيقات لحقول الجغرافية الطبيعية العملية للذكاء الاصطناعي .

منهج البحث:

اعتمد الباحثان المنهج الوصفي والتحليلي الكمي للبيانات واستخدام الذكاء الاصطناعي

أولا :- الذكاء الاصطناعي في دراسات الجغرافية الطبيعية :-

الذكاء الاصطناعي الجغرافي (Geoal) هو تطبيق ذكاء اصطناعي مدمج مع بيانات الجغرافية المكانية والعلوم و التكنولوجيا بهدف سرعة الفهم في الزمن الحقيقي .

ان أهمية الذكاء الاصطناعي الجغرافي تعمل على تغير السرعة التي نستطيع من خلالها استنباط المعنى من مجموعة البيانات المعقدة ، وان جميع الدراسات العلمية في حقل الجغرافية الطبيعية اكدت على ان تطبيق الذكاء الاصطناعي لا غنى عنها في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد فتكامل حقول الجغرافية الطبيعية مع الذكاء الاصطناعي يساهم في الوصول الى افضل الطرق في التحليل فيما يتعلق بحقول الجغرافيا الطبيعية وان ذلك يتم من خلال قواعد البيانات والنماذج الرياضية (محمد ، ٢٠٢٣ : ١) .

وبفضل الذكاء الاصطناعي يتم تحليل البيانات الجغرافية بسرعة ودقة عالية وبالتالي الحصول على نتائج نهائية حول العلاقة بين العناصر الجغرافية وتأثير تلك العناصر على البيئة وحقول الجغرافية البشرية الاخرى (الجغرافية الاقتصادية، الجغرافية الاجتماعية ، جغرافية السكان) وان التطبيقات الجغرافية باستخدام الذكاء الاصطناعي يساعد على اتخاذ القرارات الايجابية والحلول الفعالة والناجحة لقضية تفاعل الانسان مع الموارد الطبيعية .

ان تطبيقات الذكاء الاصطناعي في حقول الجغرافية الطبيعية تعتبر غاية في الاهمية في الوقت الحاضر لما تتسم بالدقة العلمية العالية في التحليل والتنبؤ من خلال استخدام التقنيات الحديثة التي تعتمد على الذكاء

الاصطناعي ، وان من أهم المجالات التي يستخدم فيها الذكاء الاصطناعي في حقل الجغرافية الطبيعية هي :-

- **التنبؤ بالظواهر الطبيعية** :- يساعد الذكاء الاصطناعي في تحديد المواقع للظواهر الطبيعية مثل الزلازل والأعاصير والفيضانات والبراكين من خلال النماذج الجيولوجية للأبحاث العلمية وبالتالي من الممكن وضع الحلول والمعالجات والسبل الكفيلة للحماية من هذه الكوارث الطبيعية .
- **دقة تحليل البيانات الجغرافية** :- ان دراسة الظواهر الجغرافية الطبيعية يتطلب كم من البيانات الجغرافية مثل البيانات المناخية في حالة دراسة التغير المناخي مثلا حيث لابد من توفير بيانات عن درجات الحرارة والمطر والرياح وغيرها من المعلومات المناخية لغرض الوصول الى حقائق علمية عند التغير المناخي باستخدام الذكاء الاصطناعي .
- **ادارة الموارد الطبيعية** :- يتم استخدام الذكاء الاصطناعي لتحديد موقع الموارد الطبيعية مثل الغابات ، المياه الجوفية ، المعادن وغيرها من الموارد وان توفير البيانات يساهم في استخراج معلومات مفيدة وهنا يتم استخدام نظم المعلومات الجغرافية لمعالجة البيانات المكانية وهنا يتم تطبيق الذكاء الاصطناعي وتطبيقاتها لتحليل البيانات المكانية وخاصة خوارزميات الذكاء الاصطناعي . (المهاب ، ٢٠٢٤ : ١) .
- **مراقبة التغيرات البيئية** :- ان استخدام الذكاء الاصطناعي في حقول الجغرافية الطبيعية يساهم في مراقبة التغيرات البيئية (التغيرات المناخية ، الجفاف ، ظاهرة التصحر ، الزحف الصحراوي ، ذوبان الجليد) وأن حصر مثل هذه التغيرات البيئية ومراقبتها يساعد في وضع الخطط الكفيلة للتكيف مع اثار هذه التغيرات البيئية .
- **دعم الدراسات البيئية المتعددة** :- يساعد الذكاء الاصطناعي على جمع البيانات عن الظواهر الجغرافية الطبيعية والبيانات من علوم اخرى فعلى سبيل المثال عند دراسة الظواهر الجيمورفولوجية يتم استخدام البيانات الجغرافية مع البيانات الجيولوجية لتقديم فهم شامل للظواهر البيئية وهذا ينطبق على العلوم الاخرى كالأحياء والفيزياء وغيرها من العلوم الاخرى .

ثانيا :- تطبيق الذكاء الاصطناعي في الجغرافية الطبيعية :-

الذكاء الاصطناعي (AL) يعد اداة قوية لفهم الظواهر الطبيعية بشكل دقيق من خلال معالجة وتحليل البيانات الخاصة بتلك الظواهر من أجل الوصول الى رؤى علمية جديدة تساعد في تفسير الظواهر البيئية وتساعد الباحثين على فهم الظواهر الجغرافية الطبيعية بشكل أكثر شمولية ودقة مسببا تطوير المجال العلمي والبحثي على مستويات عدة ولعل من أبرز تلك التطبيقات هي :-

- **تحليل البيانات الجغرافية** :- طبيعة الظواهر الجغرافية الطبيعية مليئة بالبيانات سواء كانت من صور الاقمار الصناعية أو من أجهزة الاستشعار الارضية أو من السجلات المناخية التاريخية .

مثال ١ :- اكتشاف العلاقة بين تغير درجات الحرارة على الكرة الارضية وذوبان الجليد القطبي .

مثال ٢ :- اكتشاف العلاقة بين كميات التساقط وظاهرة التصحر والجفاف في العالم .

- **التنبؤ بالظواهر الطبيعية** :- يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي من خلال البيانات الجغرافية التاريخية لبناء نماذج تنبؤية .

مثال ١ :- توقع حدوث الزلزال بناء على النشاط الزلزالي .

مثال ٢ :- توقع حدوث الفيضانات .

مثال ٣ :- التنبؤ بالأعاصير ومساراتها .

- **ادارة الموارد الطبيعية** :- من الممكن استخدام الذكاء الاصطناعي في ادارة الموارد الطبيعية لأي اقليم جغرافي بالاعتماد على البيانات الخاصة بتلك الموارد وما هو تأثير الظواهر الطبيعية على تلك الموارد.

مثال ١ :- تقويم تأثير الفيضانات على الخزانات المائية .

مثال ٢ :- تقويم التغير المناخي على الجفاف .

- **تصنيف وتحليل صور الاقمار الصناعية** :- يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل وتصنيف الصور الجغرافية والبيئية الملتقطة من الاقمار الصناعية أو الطائرات من دون طيار .

مثال ١ :- مراقبة ازالة الغابات .

مثال ٢ :- ظاهرة تدهور الاراضي الزراعية .

مثال ٣ :- ذوبان الجليد وتوسع البحيرات .

- **تعزيز نظم المعلومات الجغرافية** :- يمكن دمج الذكاء الاصطناعي مع نظم المعلومات الجغرافية لتوفير خرائط جغرافية تفاعلية تظهر التغيرات المكانية والزمانية بدقة وان هذه التغيرات تساعد في استخدام تلك الخرائط لاتخاذ قرارات افضل في كيفية معالجة تلك الظواهر .
- مثال :- استخدام الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية لتحليل خرائط الزلازل وتحديد المناطق الاكثر عرضة لخطر الزلازل لأي اقليم جغرافي (أشرف ، ٢٠٢٢ : ٩٣ – ١١٨) .

اجمالا يمكن القول بان من الامكان استخدام الذكاء الاصطناعي في تطوير الدراسات الجغرافية الطبيعية مع تحديد الامكانات والتحديات التي تواجه الباحثين في هذا المجال لذا يمكن القول :-

- مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحسين دراسة العمليات الطبيعية مثل التغيرات المناخية ، التحركات الارضية ، الموارد الطبيعية والكوارث البيئية .
- تصنيف المجالات التي يمكن أن تستفيد من التقنيات مثل تعلم الالة، الشبكات العصبية ، تحليل البيانات في الدراسات الجغرافية الطبيعية .

ثالثا :- التحديات والحلول :-

ان تطبيقات برامج الذكاء الاصطناعي في حقول الجغرافية الطبيعية (المناخ ، الموارد الطبيعية ، الموارد المائية ، الظواهر الجيمورفولوجية ، الزلازل ، البراكين ، ذوبان الجليد ، التصحر ، الزحف الصحراوي ، الجفاف وغيرها من الظواهر الطبيعية) تواجه عددا من التحديات مسببا صعوبة في بناء نماذج دقيقة وموثقة ولعل من أهم تلك التحديات :-

- نقص البيانات الجغرافية :- من أكبر التحديات التي تواجه تطبيق برامج الذكاء الاصطناعي في حقول الجغرافية الطبيعية هو نقص البيانات الجغرافية الدقيقة والمحدثة وفي كثير من الاحيان تكون البيانات الميدانية غير كافية أو منقطعة زمانيا ومكانيا أو غير متوفرة مسببا صعوبة في بناء نماذج دقيقة وموثوقة .

مثال :- عند معالجة موضوع التغير المناخي في العراق باستخدام الذكاء الاصطناعي وعند ادخال البيانات الرقمية الخاصة بعناصر

المنـــاخ ولكافـــة المحطـــات المناخيـــة فـــي العـــراق (الحـــرارة ، التســـاقط ، الرطوبـــة ، الريـــاح ، التبخـــر) قـــد نواجـــه تقطـــع هـــذه البيانـــات زمانيـــا وعـــدم تـــوفر معلومـــات رقميـــة لـــبعض عناصـــر المنـــاخ ولفتـــرات زمنيـــة أو عـــدم تـــوفر بيانـــات مناخيـــة متكاملـــة لكـــل المحطـــات المناخيـــة فـــي العـــراق ومـــن أجـــل معالجـــة هـــذا التحـــدي لابـــد مـــن تحســـين تقنيـــات جمـــع البيانـــات باســـتخدام تقنيـــات حديثـــة مثـــل (الـــدرون والاقمـــار الصـــناعية) وتعزيـــز التعـــاون بـــين الجهـــات الحكوميـــة والمؤسســـات الاكاديميـــة (الجامعـــات ومراكـــز البحـــث العلمـــي) مـــن جهـــة و المنظمـــات الدوليـــة المعنيـــة مـــن جهـــة أخرى لتبادل البيانات وتوحيد معايير جمعها .

- تعقيـــد النمـــاذج الجغرافيـــة الطبيعيـــة :- مـــن التحـــديات التـــي تواجـــه تطبيـــق الـــذكاء الاصـــطناعي فـــي حقـــول الجغرافيـــة الطبيعيـــة هـــو أن نمـــاذج الجغرافيـــة الطبيعيـــة تكـــون معقـــدة وتحتـــاج الـــى وقـــت طويـــل لتنفيـــذها ممـــا يزيد من التحديات في استخدامها بشكل فعال .

ومن أجل ايجاد الحلول المناسبة لابد من :-

- تطوير خوارزميات تعلم الي أكثر كفاءة وسرعة .
- تحســين دقــة النمــاذج مــن خــلال الاســتفادة مــن التقنيــات مثــل التعلم العميق والشبكات العصبية الاصطناعية .

- التحـــديات البشـــرية والتنظيميـــة :- ومـــن التحـــديات التـــي تواجـــه اعتمـــاد الـــذكاء الاصـــطناعي فـــي الدراســـات الجغرافيـــة عامـــة وحقـــول الجغرافيـــة الطبيعيـــة خاصـــة هـــو افتقـــار الجغـــرافيين الـــى المعرفـــة اللازمـــة بتقنيـــات الـــذكاء الاصـــطناعي وفـــي نفـــس الوقـــت يواجـــه خبـــراء الـــذكاء الاصـــطناعي صـــعوبة فـــي فهـــم الجغرافيـــا والظـــواهر الطبيعيـــة ومـــن أجـــل معالجـــة هـــذا التحدي لا بد من :-

- انشـــاء بـــرامج تعليميـــة ودورات تدريبيـــة لتأهيـــل المتخصصـــين فـــي الجغرافيا لتعلم أدوات الذكاء الاصطناعي والعكس أيضا .
- تعزيـــز التخصصـــات متعـــددة المجـــالات التـــي تجمـــع بـــين الـــذكاء الاصطناعي والجغرافيا في الجامعات والمراكز البحثية .

رابعا :- دراسة حالة (نموذج عملي)

الموضوع :- التغيرات المناخية في العراق (الامطار)

مكانيا :- المسرح الجغرافي للعراق (محطة الموصل المناخية)

زمانيا :- ١٩٨٠ – ٢٠٢٠

البيانات المطلوبة :- بيانات العناصر المناخية (كمية الامطار الشهرية والسنوية ملم) من ١٩٨٠ – ٢٠٢٠ لمحطة الموصل المناخية

الهدف :- استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي للوصول الى نتائج دقيقة وموثوقة للتغيرات المناخية في العراق من أجل :-

١- تحديد التغيرات المناخية على مستوى العراق بشكل دقيق وموثوق .

٢- تقديم النتائج لصانع القرار من أجل اتخاذ قرارات فعالة لمكافحة التغير المناخي .

خطوات العمل :-

١- بيانات تاريخية عن الطقس والمناخ في العراق .

٢- صور أقمار صناعية عالية الدقة لفترة الدراسة .

٣- بيانات متعلقة بالموارد الطبيعية مثل الغابات و موارد المياه السطحية والجوفية .

مصادر البيانات :-

١- وكالات الفضاء الدولية (ناسا) .

٢- قواعد البيانات الحكومية للعراق .

تطبيق النموذج :-

يتم اختيار النموذج الذكي من خلال :-

- استخدام خوارزميات التعلم الالي مثل الشبكات العصبية العميقة (Deep learning) أو أشجار القرار (Decision Trees) لتحليل البيانات المستخلصة من الاقمار الصناعية (Geography 2000) .
- تدريب النموذج باستخدام البيانات التاريخية لتعلم الخوارزمية للتعرف على الانماط والتغيرات البيئية .

عملية التنفيذ :-

- تقسيم البيانات الى مجموعات تدريب و اختبار .
- تدريب النموذج على البيانات واختبار أدائه باستخدام مجموعة البيانات الاختبارية .
- تحسين النموذج باستخدام تقنيات مثل تحسين المعاملات (Hyper parameter) للحصول على أفضل النتائج .

تحليل النتائج :-

يتم تحليل النتائج المستخلصة من النموذج على مر الزمن وتقييم دقتها باستخدام البيانات الحقيقية .

خارطة محطات الارصاد الجوية في العراق

جدول (١) تساقط الامطار الشهري في مدينة الموصل للفترة من ١٩٨٠-٢٠٢٠

STATION: MOSUL ELEMENT: MONTHLY RAINFALL TOTALS (mm)

YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY.	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	TOTAL
1980	21.3	165.5	81.9	83.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	75.1	112.2	542.9
1981	59.4	52.1	97.1	27.1	5.8	0.001	0.0	0.001	0.0	26.6	56.5	47.3	371.9
1982	97.0	41.9	9.8	85.8	24.4	0.0	0.0	0.0	5.2	15.0	90.3	46.0	415.4
1983	40.5	49.2	40.0	18.9	27.7	1.6	0.0	0.0	0.0	1.0	54.8	18.2	251.9
1984	17.8	15.9	105.3	18.8	35.4	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	174.4	36.0	422.0
1985	52.5	50.9	78.6	52.9	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	23.9	38.1	301.4
1986	31.5	121.6	37.6	44.1	9.4	0.001	0.0	0.0	0.1	26.0	59.4	43.4	373.1
1987	18.3	26.2	71.6	8.4	1.3	0.001	0.0	0.0	0.0	84.7	12.0	120.9	343.4
1988	198.3	104.3	98.2	45.2	2.5	9.9	0.0	0.0	0.0	3.6	18.8	95.3	576.1
1989	14.9	45.4	97.6	1.3	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	133.5	25.8	329.2
1990	52.4	77.5	38.6	29.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	6.2	47.9	256.6
1991	28.5	32.0	205.6	9.0	2.1	0.001	0.001	0.0	0.0	0.2	44.6	82.6	404.6
1992	97.8	132.8	24.6	27.2	55.4	6.2	0.0	0.0	0.001	0.0	109.2	123.9	577.1
1993	49.8	85.9	18.8	171.4	144.7	5.5	0.0	0.0	0.0	17.1	66.7	73.1	633.0
1994	76.5	47.3	93.8	63.7	2.9	0.0	0.0	0.0	0.001	18.2	68.6	68.6	439.6
1995	37.2	65.7	104.7	39.0	0.9	7.7	0.0	0.0	0.0	0.7	30.2	10.1	296.2
1996	166.9	34.9	121.6	38.7	16.5	0.0	0.0	0.0	2.4	6.1	8.7	132.9	528.7
1997	45.6	75.9	48.7	12.9	11.5	7.3	0.001	0.0	0.001	38.9	23.3	96.6	360.7
1998	81.8	32.6	48.5	19.5	24.8	0.001	5.3	0.0	0.0	0.001	0.001	9.7	222.2
1999	36.8	48.2	19.9	11.7	1.2	0.0	0.6	0.0	0.0	10.5	8.2	28.0	165.1
2000	52.6	23.7	31.1	22.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.001	12.4	46.7	83.7	272.8
2001	25.9	37.9	82.5	36.2	17.6	0.001	0.001	0.0	0.3	2.6	11.1	47.4	261.5
2002	55.4	17.9	126.1	77.4	1.1	0.001	0.001	0.0	0.0	9.2	14.4	104.2	405.7
2003	67.1	45.1	50.6	7.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	83.5	72.9	339.8
2004	87.0	60.0	4.1	76.0	4.6	0.0	0.001	0.0	0.0	3.5	92.8	29.1	357.1
2005	94.0	84.2	21.3	8.1	20.8	3.2	0.0	0.0	0.6	1.4	20.6	40.3	294.5
2006	143.2	134.6	21.9	92.5	5.1	0.0	0.0	0.001	0.0	34.0	39.6	40.3	511.2
2007	28.0	73.9	26.2	38.9	19.1	0.0	0.1	0.8	0.0	1.1	0.7	5.0	193.8
2008	21.5	39.2	28.9	0.8	0.001	0.001	0.0	0.0	0.5	34.2	72.6	18.6	216.3
2009	0.001	24.9	28.1	35.7	0.001	0.001	0.0	0.0	1.5	13.3	28.3	92.0	223.8
2010	56.0	48.1	21.5	25.7	36.7	1.8	0.0	0.0	0.001	3.2	0.0	47.6	240.6
2011	68.3	54.2	8.4	118.8	6.1	2.0	0.001	0.0	3.3	2.2	14.0	17.4	294.7
2012	50.8	24.2	56.6	7.4	2.8	0.0	0.2	0.0	0.0	10.4	74.6	51.6	278.6
2013	151.8	69.9	35.9	33.3	24.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.001	48.7	91.2	455.5
2014	36.9	4.0	94.0	14.2	4.5	0.8	0.0	0.0	0.8	74.6	57.1	53.9	340.8
2015	38.1	41.4	33.9	0.7	9.7	0.3	0.0	0.0	7.4	22.8	93.9	44.5	292.7
2016	50.4	49.7	42.2	45.7	5.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.5	14.8	78.7	289.2
2017	18.7	3.5	50.1	49.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	8.3	12.0	146.9
2018	16.9	97.5	12.3	63.6	79.9	0.001	0.0	0.0	0.0	28.8	146.8	171.5	617.3

2019	80.0	62.4	199.3	176.2	19.3	0.000	0.0	0.0	0.0	10.7	2.1	89.9	639.9
2020	85.3	65.1	120.5	60.8	3.6	0.00	0.0	0.0	0.0	10.7	22.0	38.9	406.9

المصدر ٧: جمهورية العراق، وزارة النقل، هيئة الارصاد الجوية، السجلات المناخية للفترة من ١٩٨٠–٢٠٢٠، سجلات غير منشورة.

١– المطلب الاول:

بعد تحميل الملف الى الموقع، قام الذكاء الصناعي بالاجابة كما يلي:

تحليل البيانات المرفقة لكميات الأمطار الشهرية والسنوية في مدينة الموصل للفترة من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٠ يمكن أن يوفر رؤى مهمة حول أنماط هطول الأمطار والتغيرات المناخية المحتملة. فيما يلي التحليل الإحصائي والاستنتاجات والتوصيات:

التحليل الإحصائي:

١. المتوسط السنوي للأمطار:

– المتوسط السنوي للأمطار في الموصل للفترة من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٠ يتراوح بين حوالي ٢٠٠ ملم إلى ٦٠٠ ملم سنوياً.

– يمكن حساب المتوسط العام للأمطار السنوية عن طريق جمع جميع القيم السنوية وقسمتها على عدد السنوات (٤١ سنة).

٢. التوزيع الشهري للأمطار:

– الأشهر الأكثر هطولاً للأمطار هي عادةً فبراير ونوفمبر وديسمبر، حيث تظهر هذه الأشهر أعلى قيم للأمطار في معظم السنوات.

– الأشهر الأقل هطولاً للأمطار هي يونيو ويوليو وأغسطس، حيث تكون كميات الأمطار قريبة من الصفر أو صفر في معظم السنوات.

٣. التغيرات السنوية:

– هناك تباين كبير في كميات الأمطار السنوية، حيث تظهر بعض السنوات أمطاراً غزيرة (مثل عام ١٩٨٨ حيث بلغت الأمطار ١٩٨.٣ ملم في يناير) وسنوات أخرى جافة نسبياً (مثل عام ٢٠٠٧ حيث كانت الأمطار شبه معدومة في معظم الأشهر).

– يمكن ملاحظة أن السنوات الأخيرة (من ٢٠١٠ إلى ٢٠٢٠) تشهد تقلبات كبيرة في كميات الأمطار، مما قد يشير إلى تغيرات مناخية محلية.

٤. الحد الأقصى والحد الأدنى:

– الحد الأقصى للأمطار الشهرية كان في فبراير ١٩٨٠ حيث بلغت ١٦٥.٥ ملم.

– الحد الأدنى للأمطار الشهرية كان في العديد من الأشهر حيث كانت القيم صفر أو قريبة من الصفر، خاصة في أشهر الصيف.

الاستنتاجات:

١. أنماط هطول الأمطار:

– يظهر هطول الأمطار في الموصل نمطاً موسمياً واضحاً، حيث تكون الأمطار غزيرة في فصل الشتاء (من نوفمبر إلى فبراير) وشبه معدومة في فصل الصيف (من يونيو إلى أغسطس).

– هذا النمط يتوافق مع المناخ المتوسطي الذي يتميز بأمطار شتوية وجفاف صيفي.

٢. التغيرات المناخية:

– التقلبات الكبيرة في كميات الأمطار السنوية، خاصة في السنوات الأخيرة، قد تشير إلى تأثيرات التغير المناخي على المنطقة.

– هناك سنوات شهدت أمطاراً غزيرة جداً (مثل ١٩٨٨ و٢٠١٨) وسنوات أخرى شهدت جفافاً نسبياً (مثل ٢٠٠٧ و٢٠١٧)، مما قد يؤثر على الموارد المائية والزراعة في المنطقة.

٣. الموارد المائية:

– التباين الكبير في كميات الأمطار السنوية يمكن أن يؤثر على إدارة الموارد المائية، خاصة في منطقة تعتمد بشكل كبير على الأمطار لتغذية الأنهار والمياه الجوفية.

التوصيات:

١. إدارة الموارد المائية:

– يجب تعزيز إدارة الموارد المائية في المنطقة لمواجهة التقلبات الكبيرة في كميات الأمطار. يمكن ذلك من خلال بناء السدود والخزانات لتخزين المياه في السنوات الغزيرة واستخدامها في السنوات الجافة.

– تعزيز استخدام تقنيات الري الفعالة لتقليل هدر المياه في الزراعة.

٢. الاستعداد للتغيرات المناخية:

- يجب إجراء دراسات أكثر تفصيلاً لفهم تأثير التغيرات المناخية على أنماط هطول الأمطار في المنطقة.
- تطوير خطط تكيف مع التغيرات المناخية، خاصة في قطاعات الزراعة وإدارة المياه.

٣. المراقبة المستمرة:

- تعزيز أنظمة مراقبة الطقس والأمطار لتوفير بيانات أكثر دقة وتفصيلاً لفهم التغيرات المناخية المحلية.
- استخدام البيانات التاريخية والحديثة لتطوير نماذج تنبؤية تساعد في التخطيط المستقبلي.

٤. التوعية المجتمعية:

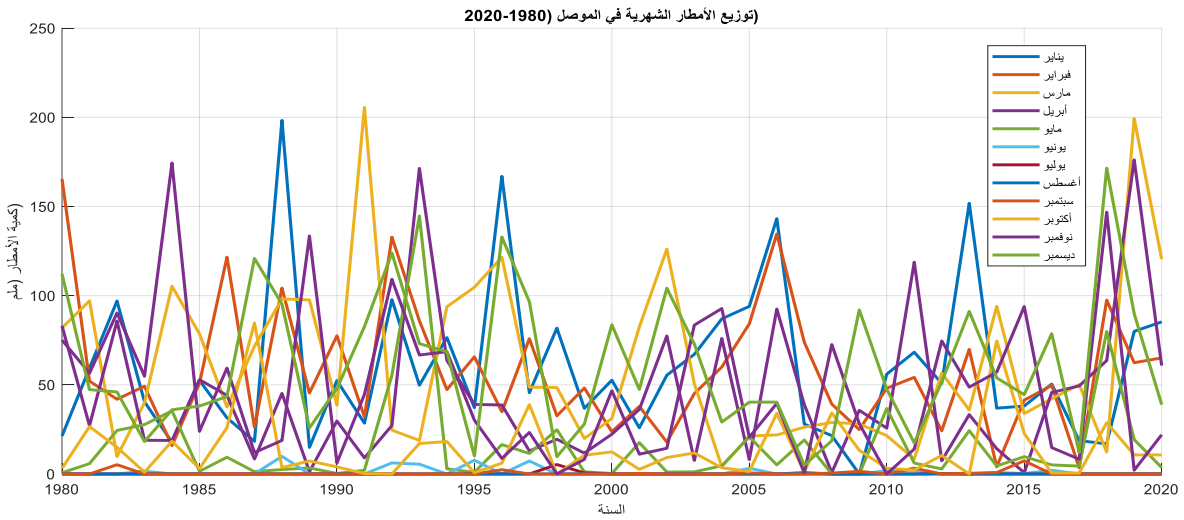
- زيادة الوعي المجتمعي حول أهمية ترشيد استهلاك المياه وضرورة التكيف مع التغيرات المناخية.
- تشجيع المزارعين على استخدام محاصيل تتحمل الجفاف وتقنيات زراعية متكيفة مع التغيرات المناخية.

باختصار، البيانات تشير إلى تباين كبير في كميات الأمطار السنوية والشهرية في الموصل، مع وجود مؤشرات على تأثيرات التغير المناخي. لذلك، يجب اتخاذ إجراءات استباقية لإدارة الموارد المائية والتكيف مع التغيرات المناخية المحتملة.

٢- المطلب الثاني:

ج/ يقوم الذكاء الصناعي بتوليد كود برمجي لانجاز الرسم المطلوب وكانت النتيجة كما يلي:
يمكن استخدام MATLAB لإنشاء رسوم بيانية ثلاثية الأبعاد (3D Histogram) لتمثيل بيانات الأمطار الشهرية في الموصل. فيما يلي برنامج MATLAB يقوم بإنشاء رسم بياني ثلاثي الأبعاد يعرض توزيع الأمطار الشهرية على مدار السنوات من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٠:

شكل (١) تساقط الامطار الشهري في مدينة الموصل للفترة من ١٩٨٠-٢٠٢٠



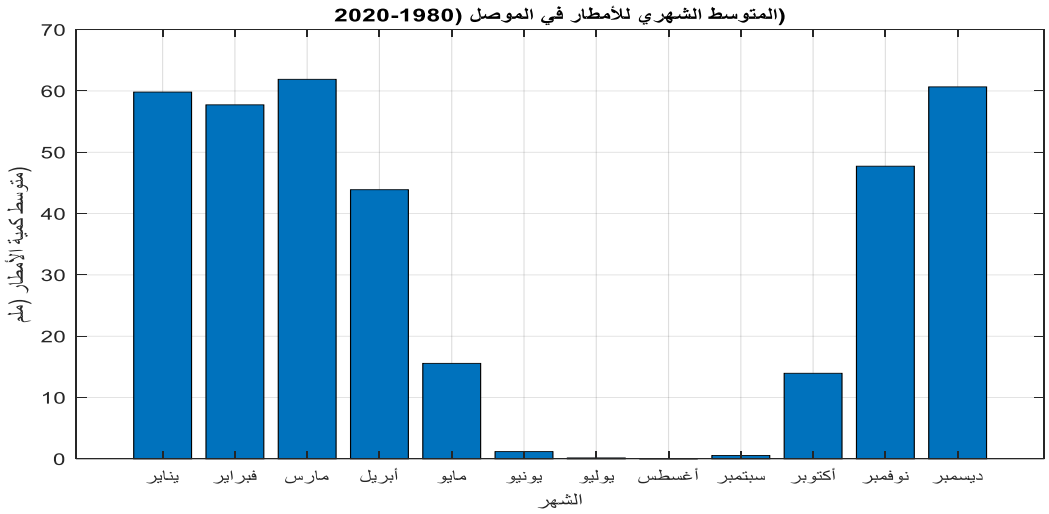
٣-المطلب الثالث:

الرسوم والاشكال البيانية

١- رسم بياني للمتوسط الشهري للأمطار (Monthly Average Rainfall)

- **الوصف** :حساب المتوسط الشهري للأمطار على مدار جميع السنوات (من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٠) وعرضه في رسم بياني عمودي (Bar Chart) ويساعد في فهم الأشهر التي تشهد أعلى وأقل كميات أمطار في المتوسط.

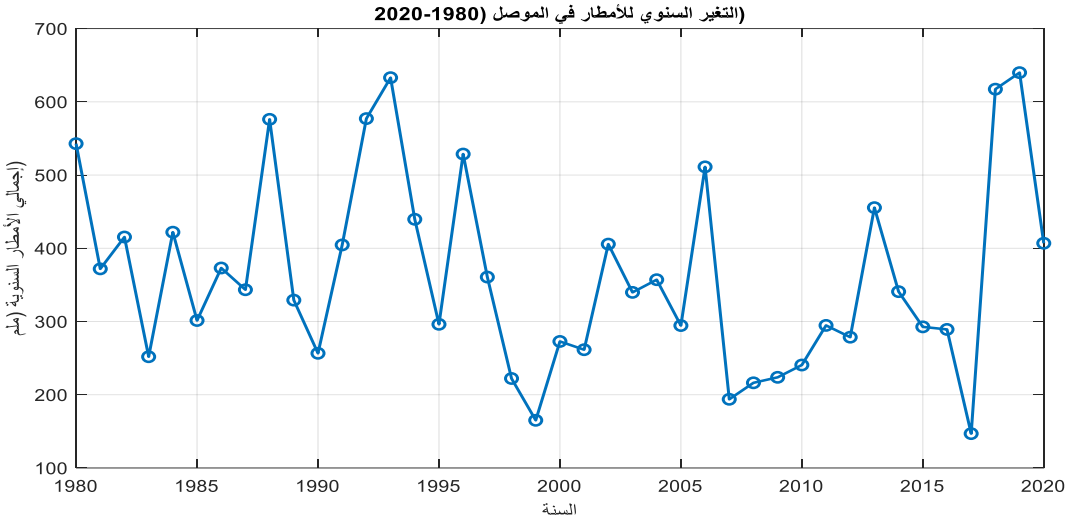
شكل (٢) رسم بياني للمتوسط الشهري للأمطار (Monthly Average Rainfall)



٢. رسم بياني للتغير السنوي للأمطار(Annual Rainfall Trend)

- **الوصف** :رسم منحنى يوضح التغير في إجمالي الأمطار السنوية من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٠ ويساعد في تحديد ما إذا كانت هناك اتجاهات زيادة أو نقصان في كميات الأمطار السنوية مع مرور الوقت.

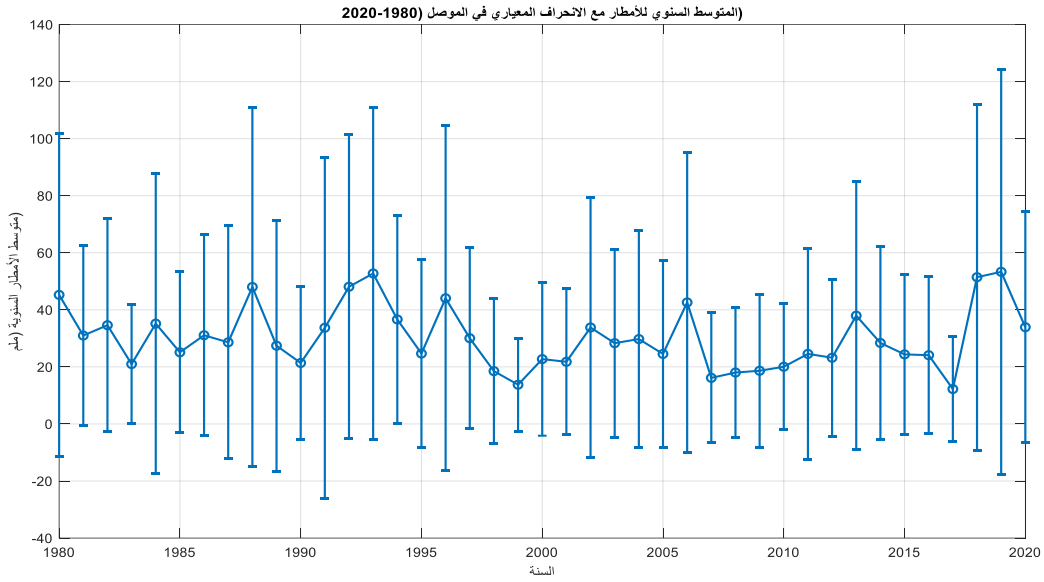
شكل (٣) رسم بياني للمتوسط الشهري للأمطار(Monthly Average Rainfall)



٣. رسم بياني للمتوسط السنوي للأمطار مع الانحراف المعياري (Annual Average with Standard Deviation)

- **الوصف** :رسم المتوسط السنوي للأمطار مع إظهار الانحراف المعياري كخطأ (error bar)لقياس التباين في البيانات.ويساعد في فهم مدى استقرار أو تقلب كميات الأمطار السنوية.

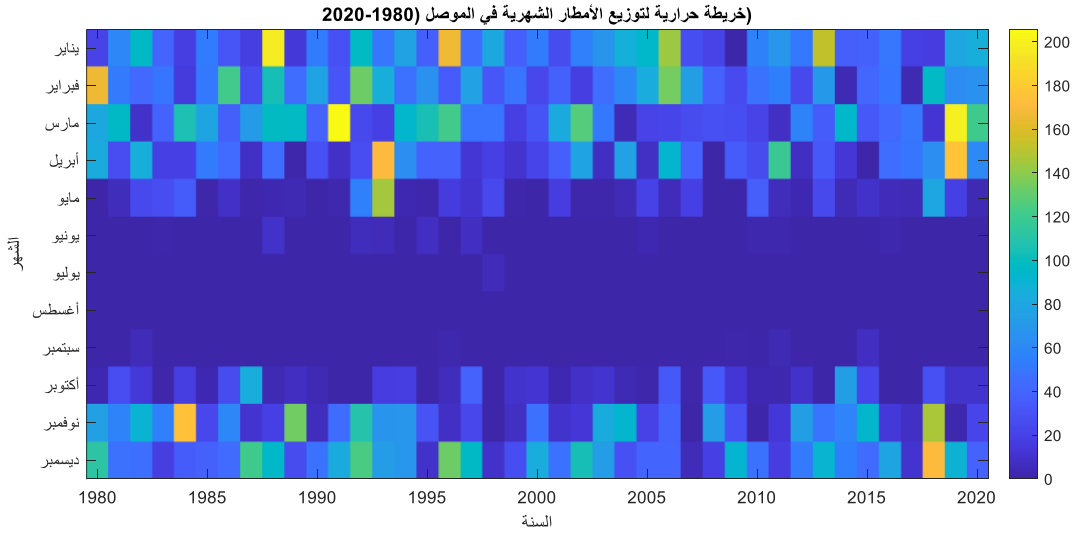
شكل (٤) رسم بياني للمتوسط السنوي للأمطار مع الانحراف المعياري



٤. رسم بياني حراري(Heatmap)

- **الوصف** :عرض البيانات في شكل خريطة حرارية حيث يتم تمثيل كميات الأمطار بالألوان و يساعد في تصور الأنماط الشهرية والسنوية بشكل مرئي وسريع.

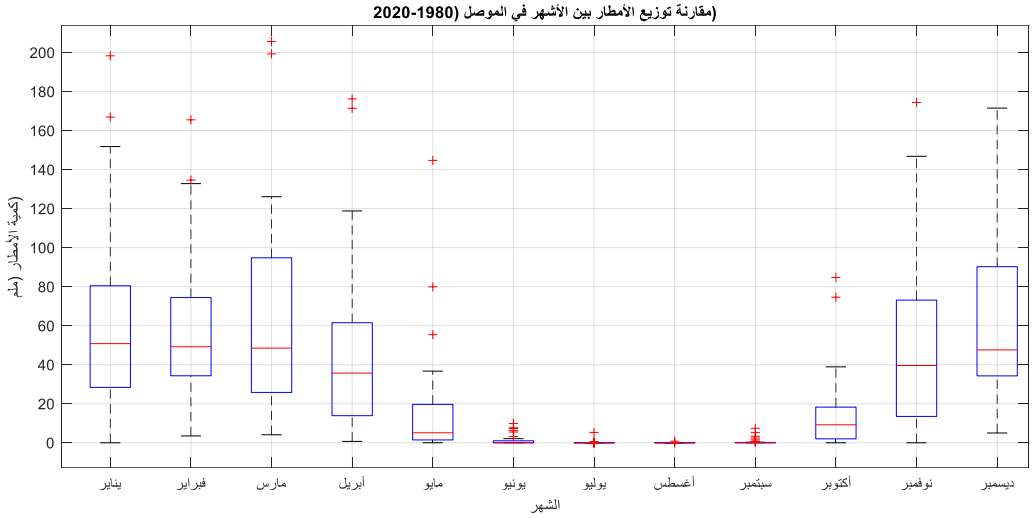
شكل (٥) رسم بياني حراري



٥. رسم بياني للمقارنة بين الأشهر(Monthly Comparison Boxplot)

- **الوصف** :استخدام مخطط الصندوق (Boxplot) لمقارنة توزيعات الأمطار بين الأشهرو يساعد في فهم التباين في كميات الأمطار بين الأشهر المختلفة.

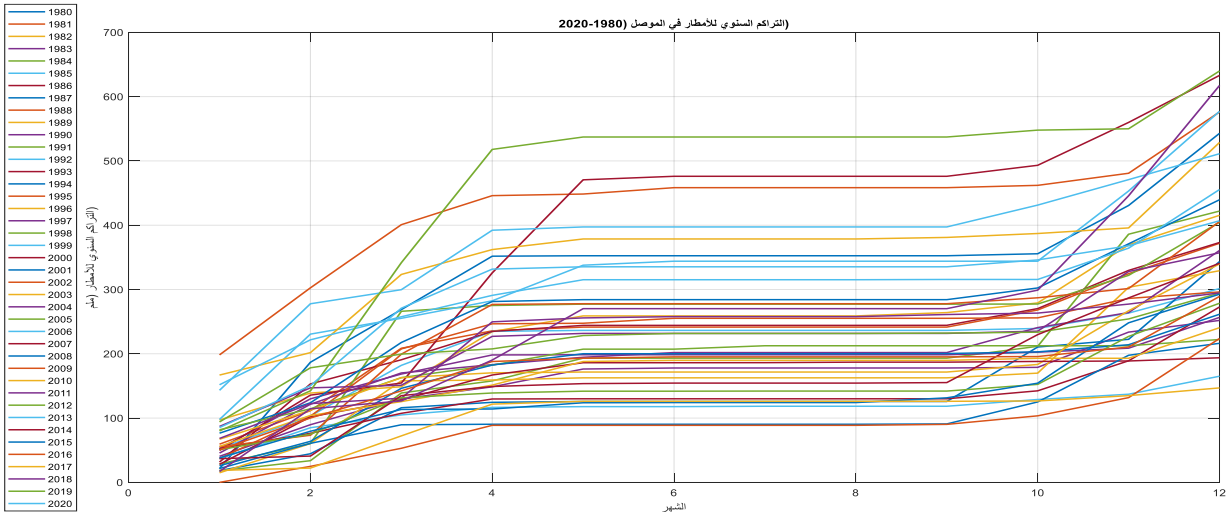
شكل (٦) رسم بياني للمقارنة بين الأشهر



٦. رسم بياني للتراكم السنوي للأمطار(Cumulative Annual Rainfall)

- **الوصف** :رسم منحنى يوضح التراكم السنوي للأمطار (مثل مجموع الأمطار من يناير إلى ديسمبر لكل سنة). و يساعد في فهم التراكم الكلي للأمطار على مدار السنة.

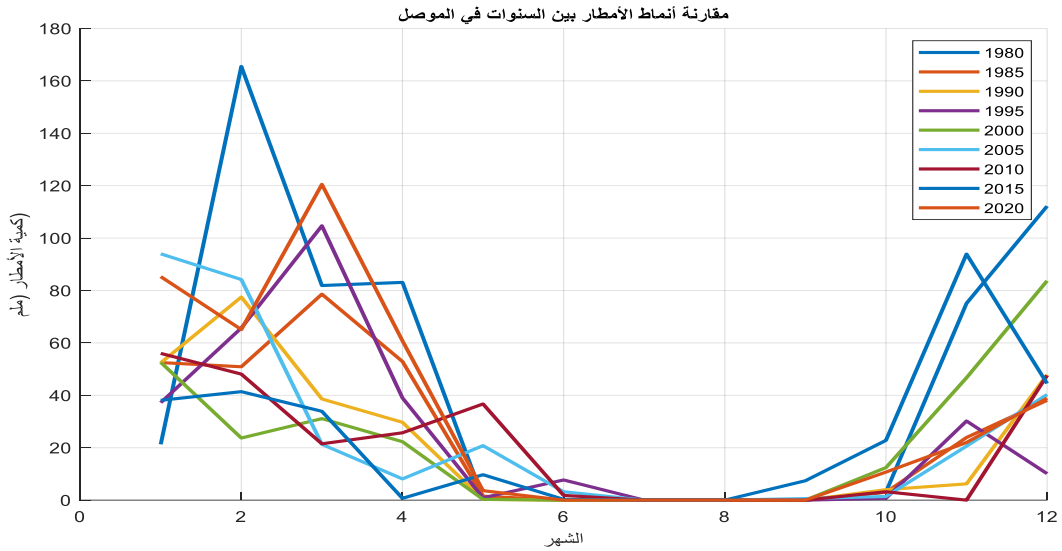
شكل (٧) رسم بياني للتراكم السنوي للأمطار



٧. رسم بياني للمقارنة بين السنوات(Yearly Comparison)

- **الوصف** :رسم منحنيات لعدة سنوات معًا لمقارنة أنماط الأمطار بين السنوات، و يساعد في تحديد السنوات التي شهدت أنماطًا غير عادية من الأمطار.

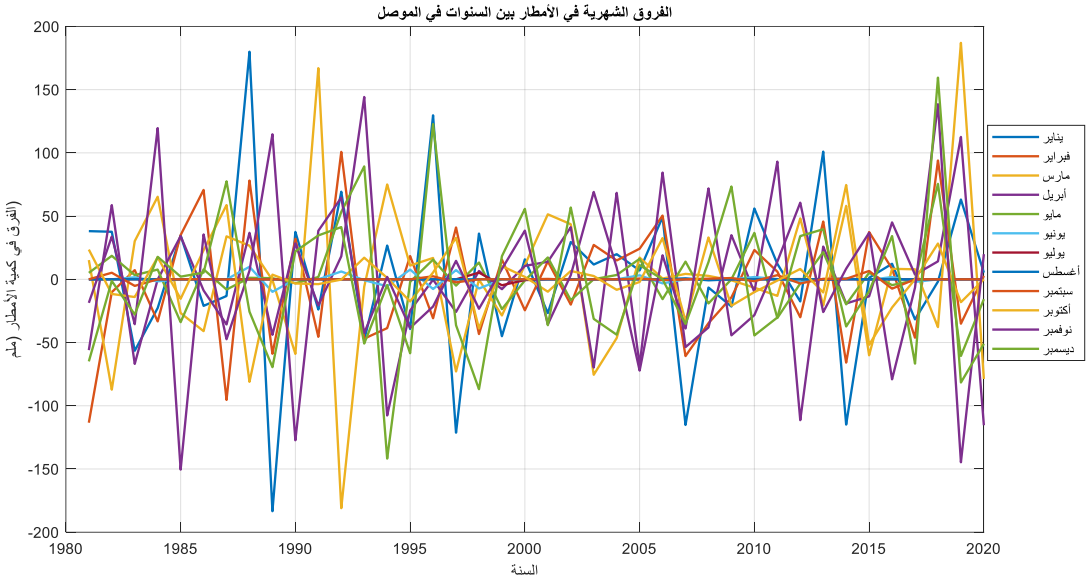
شكل (٨) رسم بياني للمقارنة بين السنوات



٨. رسم بياني للفروق الشهرية(Monthly Differences)

- **الوصف** :حساب الفروق بين كميات الأمطار لكل شهر بين سنوات متتالية وعرضها في رسم بياني.
- **الفائدة** :يساعد في فهم التغيرات الشهرية بين السنوات.

شكل (٩) . رسم بياني للمقارنة بين السنوات



دور الذكاء الصناعي في تحليل معلومات الامطار :

١. معالجة البيانات تلقائيًا (Automated Data Processing):

- التنظيف: يمكن للذكاء الاصطناعي تنظيف البيانات تلقائيًا (مثل إزالة القيم المفقودة أو غير الصحيحة).
- التصنيف: يمكن تصنيف البيانات تلقائيًا بناءً على أنماط معينة (مثل فصل السنوات الجافة عن السنوات الممطرة).

٢. تحليل الأنماط (Pattern Recognition):

- التنبؤ بالأنماط: يمكن للذكاء الاصطناعي تحديد الأنماط المتكررة في البيانات (مثل الأشهر التي تشهد أعلى أمطار).
- التجميع (Clustering): يمكن تجميع السنوات أو الأشهر المتشابهة في سلوك الأمطار باستخدام خوارزميات مثل K-Means.

٣. التنبؤ (Forecasting):

- التنبؤ بالأمطار: يمكن استخدام نماذج التعلم الآلي (مثل الشبكات العصبية أو نماذج ARIMA) للتنبؤ بكميات الأمطار المستقبلية بناءً على البيانات التاريخية.
- التنبؤ بالتغيرات المناخية: يمكن تحليل الاتجاهات طويلة المدى لفهم تأثير التغير المناخي على أنماط الأمطار.

٤. تحليل التغيرات (Trend Analysis):

- التغيرات السنوية: يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل الاتجاهات السنوية (مثل زيادة أو نقصان الأمطار مع مرور الوقت).
- التغيرات الشهرية: يمكن تحديد الأشهر التي تشهد تغيرات كبيرة في كميات الأمطار.

٥. تصور البيانات (Data Visualization):

- إنشاء رسوم بيانية تلقائية: يمكن للذكاء الاصطناعي إنشاء رسوم بيانية تفاعلية تساعد في فهم البيانات بشكل أفضل.
- تحديد الرسوم المناسبة: يمكن للذكاء الاصطناعي اقتراح أفضل أنواع الرسوم البيانية بناءً على طبيعة البيانات.

٦. تحليل الارتباط (Correlation Analysis):

- العلاقات بين المتغيرات: يمكن للذكاء الاصطناعي تحديد العلاقات بين الأمطار والعوامل الأخرى (مثل درجة الحرارة أو الرطوبة).
- تحليل السببية: يمكن تحديد ما إذا كانت هناك عوامل معينة تؤثر على كميات الأمطار.

٧. تحسين القرارات (Decision Optimization):

- إدارة الموارد المائية: يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة المياه بناءً على تنبؤات الأمطار.
- التخطيط الزراعي: يمكن تحسين مواعيد الزراعة والحصاد بناءً على تحليل أنماط الأمطار.

٨. التعلم غير الخاضع للإشراف (Unsupervised Learning):

- اكتشاف الأنماط غير المعروفة: يمكن للذكاء الاصطناعي اكتشاف أنماط غير متوقعة في البيانات دون الحاجة إلى توجيه مسبق.
- تحديد القيم الشاذة: يمكن تحديد السنوات أو الأشهر التي تشهد سلوكًا غير عادي في كميات الأمطار.

الذكاء الاصطناعي يُسهل عملية تحليل بيانات الأمطار من خلال أتمتة المهام المعقدة، وتحليل الأنماط، والتنبؤ بالمستقبل، وتوفير رؤى أعمق تساعد في اتخاذ قرارات مستنيرة. هذا يجعل عملية التحليل أسرع وأكثر دقة وفعالية.

٤-المطلب الرابع:

ج/ لتنفيذ برنامج للتنبؤ بكميات الأمطار للسنوات ٢٠٢٥-٢٠٣٠ باستخدام نموذج مبسط للتعلم الآلي في MATLAB، يمكن استخدام نموذج الانحدار الخطي (Linear Regression) كنموذج تنبؤي. هذا النموذج يعتبر بسيطًا وسهل التطبيق، ويعتمد على العلاقة الخطية بين السنوات وكميات الأمطار.

الخطوات:

١. تحضير البيانات: استخدام البيانات التاريخية لتدريب النموذج.

٢. تدريب النموذج: استخدام الانحدار الخطي للتنبؤ بكميات الأمطار المستقبلية.

٣. التنبؤ: استخدام النموذج المدرب للتنبؤ بكميات الأمطار للسنوات ٢٠٢٥-٢٠٣٠.

شرح الكود:

١. تحضير البيانات:

- `years`: متجه يحتوي على السنوات من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٠.
- `annual_totals`: متجه يحتوي على إجمالي الأمطار السنوية لكل سنة.

٢. تدريب النموذج:

- يتم استخدام الانحدار الخطي البسيط (`Linear Regression`) لتدريب النموذج.
- `X`: مصفوفة التصميم تحتوي على عمود من الواحدات (للتقاطع) والسنوات.
- `y`: المتغير التابع (إجمالي الأمطار السنوية).
- `coefficients`: معاملات الانحدار الخطي التي يتم حسابها باستخدام `X \ y`.

٣. التنبؤ:

- يتم إنشاء مصفوفة تصميم للسنوات المستقبلية (`X_future`).
- يتم حساب التنبؤات باستخدام المعادلة الخطية: `predicted_rainfall = X_future * coefficients`.

٤. عرض النتائج:يتم عرض التنبؤات في جدول. يتم رسم البيانات التاريخية والتنبؤات على نفس الرسم البياني.

مثال على النتائج:سيقوم البرنامج بإخراج جدول يحتوي على التنبؤات لكميات الأمطار للسنوات ٢٠٢٥-٢٠٣٠، وسيتم عرض رسم بياني يوضح البيانات التاريخية والتنبؤات.

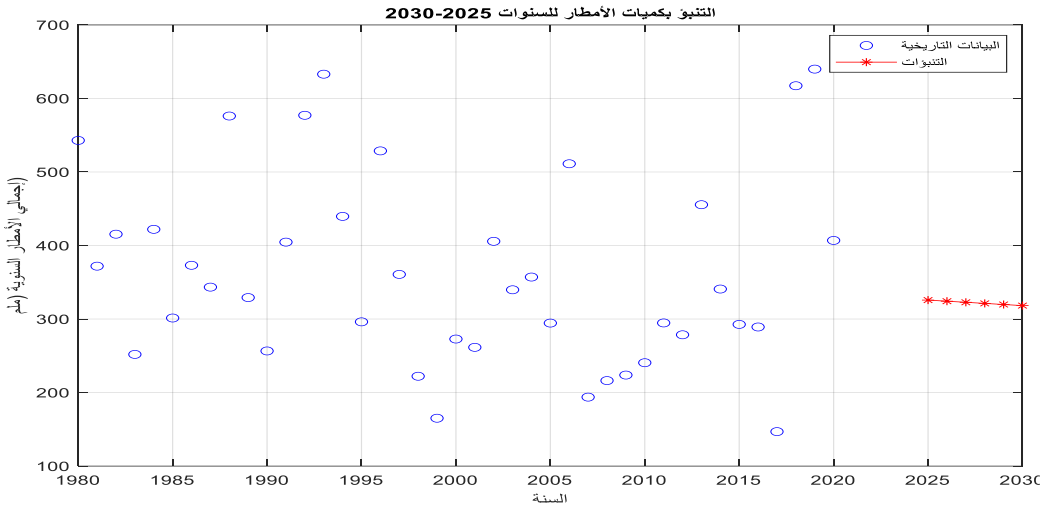
جدول ٢ التنبؤ بكميات الأمطار للسنوات ٢٠٢٥-٢٠٣٠:

السنة	كمية الأمطار المتوقعة (ملم)
٢٠٢٥	٣٢٥.٧٧
٢٠٢٦	٣٢٤.٢٧

٢٠٢٧	٣٢٢.٧٨
٢٠٢٨	٣٢١.٢٨
٢٠٢٩	٣١٩.٧٨
٢٠٣٠	٣١٨.٢٩

- هذا النموذج يعتبر بسيطًا وقد لا يكون دقيقًا للغاية إذا كانت البيانات تحتوي على أنماط غير خطية.
- لتحسين الدقة، يمكن استخدام نماذج أكثر تعقيدًا مثل الشبكات العصبية أو نماذج ARIMA.
- يمكن إضافة المزيد من المتغيرات (مثل درجة الحرارة أو الرطوبة) لتحسين النموذج إذا كانت البيانات متاحة.

شكل (١٠) . التنبؤ بكميات الامطار للسنوات ٢٠٢٥-٢٠٣٠



النتائج والتوصيات

النتائج :-

١- تساهم بشكل كبير امكانيات الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الجغرافية الطبيعية وبالتالي تحسين فهم الظواهر البيئية والجغرافية .

٢- اعتماد الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات بغية تقديم حلول أكثر دقة وفعالية لإدارة الموارد الطبيعية وحماية البيئة من خلال استخدام تقنيات التعلم الالي والتعلم العميق .

٣- ان استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجالات الجغرافية الطبيعية يساهم في معالجة البيانات المعقدة وتحسين النماذج التنبؤية وتوفير أدوات قوية لاتخاذ القرارات البيئية المستدامة .

٤- يسهم الذكاء الاصطناعي في فتح افاق جديدة لفهم الظواهر الجغرافية الطبيعية وتحليلها وبالتالي تقديم حلول دقيقة وفعالة لمواجهة التحديات البيئية المعقدة .

التوصيات :-

١- تعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي في حقول الجغرافية الطبيعية .

٢- تطوير أدوات الذكاء الاصطناعي المناسبة لدراسة الجغرافية الطبيعية .

٣- وضع اطار قانوني وأخلاقي لاستخدام الذكاء الاصطناعي في الدراسات الجغرافية .

٤- انشاء قواعد بيانات جغرافية عالمية تحتوي على بيانات دقيقة ومحدثة حول الظواهر الطبيعية والمناخية والبيئية .

٥- التعاون بين الهيئات الحكومية والمنظمات الدولية لتطوير وتحديث هذه الظواهر .

٦- الاستثمار في مشاريع بحثية موجهة نحو جمع وتحليل البيانات الجغرافية .

٧- تحسين التعاون بين الجغرافيين والمتخصصين في الذكاء الاصطناعي من خلال تشكيل فرق متعددة التخصصات لتطوير أدوات وتطبيقات مبتكرة .

٨- تنظيم ورش عمل ومؤتمرات دولية تهدف الى تبادل المعرفة بين الجغرافيين وخبراء الذكاء الاصطناعي .

٩- دعم المشاريع البحثية المشتركة التي تجمع بين التخصصين وتساهم في تحسين النماذج الجغرافية الطبيعية .

هوامش البحث ومصادره

- M0hammed alarde ، ٢٠٢٣ ، تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الجغرافية وأمثلة عملية عليها : ١ .
- المهاب ، أيوب أحمد عبد الله، ٢٠٢٤، الذكاء الاصطناعي الجغرافي المكاني (Eos) والصور الفضائية (Geoal) وتطبيقاتها على الزراعة في اليمن، الهندسة والعلوم التكنولوجية، ع٢ : ٢١ .
- أشرف، عبد علي، ٢٠٢٢، أساليب الذكاء الاصطناعي الجغرافي في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بين النظرية والتطبيق، المجلة العربية الدولية لتكنولوجيا المعلومات والبيانات، المجلد الثاني ، ع٢ : ٩٣-١١٨ .
- جمهورية العراق، وزارة النقل، هيئة الارصاد الجوية، السجلات المناخية للفترة من ١٩٨٠-٢٠٢٠، سجلات غير منشورة.

المصادر باللغة الإنكليزية

- M0hammed alarde, 2023, Artificial intelligence applications in geography and practical examples: 1.
- Al-Mahab, Ayoub Ahmed Abdullah, 2024, Geospatial artificial intelligence (Eos) and satellite images (Geoal) and their applications to agriculture in Yemen, Engineering and Technological Sciences, p. 2: 21.
- Ashraf, Abdul Ali, 2022, Geographic artificial intelligence methods in GIS and remote sensing between theory and application, Arab International Journal of Information and Data Technology Information and Data Technology, Vol. 2, pp: 93-118.
- Applications of Al in Geography 2ooo
- Couclelis , H , 1998 , Geocomputation and space , Environment and planning , 25th Anniversary Issue , 41-47
- Dobsin , I.e , 1983 Automated Geography , The professional Geographer Vol.35 Issue 2 p.p 135-143
- Republic of Iraq, Ministry of Transportation, Meteorological Authority, Climate records for the period 1980-2020, unpublished records.