قياس مؤشرات توازن المياه في العراق باستخدام تطبيق (Water Balance) المدمج بالذكاء الاصطناعي

أ.د احمد محمد جهاد
قسم تربية الفلوجة- المديرية العامة لتربية الانبار
dr.ahmedm.jihad@gmail.com

أ.م. د. أحمد عيادة خضير
الجامعة العراقية- كلية الآداب- قسم الجغرافية
ahmed.al-hadeethi@aliraqia.edu.iq

المستخلص

يهدف البحث الى استخدام تطبيق موازنة المياه (Water Balance)، الذي يعتمد على نظام استيعاب بيانات الأراضي العالمي لأعداد الخرائط وتحليل البيانات. تم اختيار عدد من مؤشرات المياه مثل (رطوبة التربة، التساقط، التبخر النتح، التغير في التخزين) بشكل مباشر للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢٤). للتطبيق على العراق، استعرض البحث التعريف بتطبيق موازنة المياه ومحتوى قاعدة البيانات ومؤشرات تدفق المياه وتحليل اتجاهاتها، والتي تعتمد على بيانات (WRI)، وبالتالي يمكن اعتماد بيانات موازنة المياه في العراق، وحجم التغير كما استكشف إمكانيات استثمارها في اعداد وتحليل الخرائط التفاعلية. وتبين ملاحظة تغيير في مستوى التخزين المائي الذي يتغير حسب الشهر بناء على حجم التساقط مع اختلاف واضح بمعدلات متفاوتة مما يستدعي مراقبتها لاتخاذ القرار اللازم. تبين من نتائج البحث ان رطوبة التربة بلغت (٦٥٥) ملم، باستنفاذ ٦ ملم من المياه المخزنة لشهر (شباط/٢٠٠٠) بينما بلغت (٦٧٦) ملم باستنفاذ٩ ملم من المياه المخزنة لشهر (كانون الثاني /٢٠٢٤) ، بينما حجم التساقط لسنة (كانون الثاني /٢٠٠٠) بلغ ٦٥ملم في حين بلغ ٦ملم في سنة (كانون الثاني /٢٠٢٤) ، وتبين من نتائج البحث ايضا ان مؤشر التبخر النتح سجل (٣٠) ملم سنة(شباط/٢٠٠٠) بينما بلغ سنة (شباط/٢٠٢٤) ٢٦ملم، واستنتج في معرض مناقشته ان حجم التغيير في التخزين بلغ ٣٨ملم ، لسنة(كانون الثاني/٢٠٠٠) ، في حين بلغ -٦ملم لشهر(كانون الثاني٢٠٢٤).ويوصي البحث بضرورة اعتماد المواقع التفاعلية المدمجة بالذكاء الاصطناعي و التي تهتم بهذه المعلومات المهمة عن كميات المياه والتغيير في المخزون ونسب الاستنفاد والاستنزاف او التعبئة خلال اشهر السنة. وعلى الجهات المعنية الاخذ بعين الاعتبار التدريب على تحليل هذه المواقع واعتماد الخرائط كونها ذات دلالة موثوقية معتمدة لضمان إدارة ذكية لموارد المياه ومراقبة التغيرات المائية لاي منطقة في العراق.

الكلمات المفتاحية: خرائط تفاعلية، موازنة المياه، ذكاء اصطناعي، Gis، إدارة ذكية.

Measuring water balance indicators in Iraq using the Water Balance application integrated with AI

A.SDr. Ahmed Eyada Khudhair
Iraqia University – Faculty of Arts
dr.ahmedm.jihad@gmail.com

Prof. Ahmed Mohammed Jihad
Fallujah Education - Directorate of Anbar Education
ahmed.alhadeethi@aliraqia.edu.iq

Abstract:

The research aims to use the Water Balance application, which relies on the global land data assimilation system for map preparation and data analysis. A number of water indicators (soil moisture, precipitation, evaporation, transpiration, change in storage) were selected directly for the period (٢٠٠٠-٢٠٢٤). For application to Iraq, the research reviewed the definition of the application of water budgeting, database content, water flow indicators and analysis of trends, which depend on (WRI) data, and thus can adopt water budget data in Iraq, and the size of change as well as explore the possibilities of investing in the preparation and analysis of interactive maps. It was found that there was a change in the level of water storage, which changes according to the month based on the volume of precipitation, with a clear difference at varying rates, which requires monitoring it to take the necessary decision. The results of the research showed that the soil moisture reached (٦٥٥) mm, with the exhaustion of ٦ mm of stored water for the month of (February / ٢٠٠٠), while it reached (٦٧٦) mm with the depletion of ٩ mm of stored water for the month of (January / ٢٠٢٤), while the volume of precipitation for the year (January / ٢٠٠٠) amounted to ٦٥ mm while it reached ٦ mm in the year (January / ٢٠٢٤), and the results of the research also showed that the transpiration evaporation index recorded (٣٠) mm in the year (February / ٢٠٠٠) while the year (February / ٢٠٢٤) reached ٢٦ mm, and it was concluded in Discussing that the size of the change in storage amounted to ٣٨ mm, for the year (January / ٢٠٠٠), while it reached -٦ mm for the month of (January ٢٠٢٤).The research recommends the need to adopt interactive sites integrated with artificial intelligence, which are interested in this important information about water quantities, change in stocks, rates of depletion, depletion or packaging during the months of the year. The

concerned authorities should take into account training on the analysis of these sites and the adoption of maps as they are of reliable significance to ensure smart management of water resources and monitor water changes for any region in Iraq.

Keywords: Interactive maps, Water balancing, AI, GIS, Smart management

١ـ المقدمة:

تشهد الجغرافيا المعاصرة مع تطور التكنولوجيا الحديثة تسارعا ملحوظا في ظل التقنيات الجغرافية والخرائط التفاعلية والتي تتطلب مواكبتها. يعد تطبيق موازنة المياه (Water Balance) أحد أدوات البحث الرائدة في هذا السياق، اذ تمثل جسرا مبتكرا بين التكنولوجيا والبيانات الجغرافية. يتناول البحث "إعداد خرائط تفاعلية للعراق لتحليل مؤشرات توازن المياه، ويهدف البحث إلى الاستفادة من امكانياته في تحليل ورصد مؤشرات المياه في العراق. لإعداد خرائط دقيقة تستند إلى مؤشرات مثل (التساقط، رطوبة التربة، التبخر النتح، الجريان السطحي، التغير في التخزين) للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢٤).

يتيح البحث استخراج خرائط تحليل بيانات المياه التي تستند إلى مصادر بيانات عالمية موثوقة، وتقديم خرائط بيانية توضح التغيرات على مر الزمن. من خلال تقديم خرائط جغرافية لمؤشرات مختلفة، تعكس تغيراتها على مدى فترات زمنية متنوعة.

تنطلق هذه الدراسة في تطبيق موازنة المياه (Water Balance) لتوفير رؤى فريدة حول تأثيرات تغيرات موازنة المياه في مناطق مختلفة من العراق. ويتوقع أن تكون النتائج قاعدة للباحثين واتخاذ القرار نحو حلول فعالة ومستدامة. اذ تطرق البحث الى عرض خطوات الجانب التطبيقي لإعداد الخرائط حسب كل مؤشر. فتم اخراج الخرائط بمقياس تفاعلي حسب تمرير منطقة الدراسة بصيغة (JPG) مع اشكال بيانية توضح قراءة مقاييس المؤشرات.

مشكلة البحث:Problem

المشكلة التي يعالجها البحث هي نقص التحليل الجغرافي لمؤشرات موازنة المياه في العراق، بسبب صعوبة الوصول إلى بيانات دقيقة وتحليلات مكثفة حول المياه وتأثيراتها على حياة الانسان. وبالتالي يكون اعداد خرائطها غير صحيح نوعا ما، لذلك يطرح البحث الأسئلة الاتية:

١- هل يمكن اعتماد بيانات المياه من تطبيق موازنة المياه (Water Balance)؟

٢- ما هي إجراءات الدراسة التطبيقية للتقنيات الجغرافية لهذا النوع من التطبيقات؟

٣- كيف يتم اعداد الخرائط التفاعلية بهدف الادراك البصري؟

٤- ما هو الاتجاه العام لمستوى مؤشرات المياه في العراق وأثرها على خطر التغير المناخي؟

فرضية البحث:Hypothesis

" يمكن استخدام تطبيق موازنة المياه (Water Balance) لإعداد خرائط دقيقة لمؤشرات موازنة المياه في العراق، ومعرفة الاتجاه العام لمستوى تغيرها، وحجم التغير والتنبؤ مستقبلا"

هدف البحث:Objective

ان الهدف الرئيس هو استكشاف إمكانيات تطبيق موازنة المياه (Water Balance) في إعداد خرائط مؤشرات موازنة المياه للعراق، مع التركيز على مؤشرات ذات أهمية جغرافية. وتقديم نتائج توضح أهمية استثماره في اعداد وتحليل الخرائط التفاعلية.

مناهج البحث: Approach

- **المنهج الاستقرائي**-Inductive Approach: الذي يهدف إلى استقراء الأشياء لأجل الكشف عن المعلومات الجغرافية.
- **المنهج التقاني المعاصر** (تحليل النظم Analysis system).*: يعتمد توظيف التقنيات الجغرافية والمواقع التفاعلية المفتوحة. ويركز النهج التقني لنظم المعلومات الجغرافية على النماذج القائمة على الخوارزميات والتحليلات الاحصائية.
- **المنهج التجريبي**-:Experimental Approach هو نهج أساسي في البحث العلمي لفهم الظواهر الجغرافية من خلال جمع البيانات وتحليلها وإجراء التجارب المتكررة تتيح للباحثين تأكيد أو نفي فروضهم.

اهمية البحث:Significance

تتجلى أهمية البحث في اعداد الخرائط التفاعلية وتوفير أدوات تحليلية للباحثين من خلال استخدام تطبيق موازنة المياه وتحليل جغرافي لمؤشرات المياه المنتقاة، مما يساعد توجيه الجهود نحو استثمار المواقع، لفهم المؤشرات في العراق.

ادوات ومصادر البحث: Tools & Resources

تم استخدام ادوات تطبيق موازنة المياه (Water Balance) لإجراء البحث وهو عبارة عن بيانات موثوقة من وكالة ناسا العالمية. تتميز بمجموعات البيانات في مكان واحد حول موارد الارض. للتطبيق على خريطة العراق وتحليل بياناتها، يعتمد التطبيق على مجموعة متنوعة من المصادر، بما في ذلك الدقة والاكتمال والملاءمة والتوقيت والتغطية الجغرافية، ويتيح

* للمزيد عن المنهج التقني المعاصر ينظر:
١. كلية التربية للعلوم الانسانية تقيم حلقة نقاشية في الاسلوب التقني المعاصر (دراسة في فلسفة الجغرافية) - كلية التربية للعلوم الانسانية | جامعة ديالى (uodiyala.edu.iq)
٢. المناهج الحديثة في الجغرافية البشرية - المنهج التقني المعاصر (almerja.com)
٣. CONTEMPORARY APPROACHES TO INFORMATION SYSTEMS

للمستخدمين الوصول إلى مجموعة البيانات الكاملة والمعلومات الإضافية مع روابط لمصادر البيانات الأصلية والتنزيلات.

الدراسات السابقة: Previous Studies

- **غربية(٢٠٢٤):** "*استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وطريقة التحليل الهرمى في تحديد النطاقات المحتملة لتواجد المياه الجوفية في المنطقة بين رأس جبل الزيت والغردقة*" اعتمدت الدراسة على تحليل بيانات مياه الأمطار والجريان السطحي ومعدلات التسرب والخصائص الهيدرولوجية للتكوينات الحاملة للمياه ، أثبت تحليل بيانات الجريان اعتمادا على بيانات الأمطار أن مساهمته في تخزين المياه الجوفية أثناء العواصف المطرية محدودة للغاية مقارنة بالجريان السطحي، اعتمد البحث على تقنيات الذكاء الاصطناعي والاستشعار عن بعد وتكاملهما مع نظم المعلومات الجغرافية أحد أكثر التقنيات الفعالة في إدارة الموارد المائية في التعامل مع فيضانات السيول المتوقعة عن طريق مقارنة سلسلة من الصور تم أخذها على فترات زمنية مختلفة أجريت هذه الدراسة بهدف إنشاء مخطط لتحديد مناطق احتمالية تواجد المياه الجوفية في منطقة الدراسة من خلال النمذجة المكانية.
- **ابو الغيط، هويدا محمود. (٢٠٢٢):** *بطاقة الأداء المتوازن كمدخل لتحسين أداء المنظمات العامة - شركة مياه الشرب بالإسكندرية نموذجا*" تستهدف الدراسة الي تحديد الوضع الحالي لتقييم أداء شركة الإسكندرية لمياه الشرب، وهل يتم مراعاة أبعاد هذه البطاقة. ومدى توافق الأبعاد الأربعة لبطاقة الأداء المتوازن مع المنظمات العامة مع التطبيق على شركة الإسكندرية لمياه الشرب والصرف الصحي، واستخلصت الدراسة انه يفضل الاعتماد على خمس ابعاد لتقييم أداء هذه الشركة والتي تتفق مع طبيعتها تقديم خدمة عامة حيوية للسكان وهي -:الأهداف الاجتماعية المرسومة (تحقيق رسالة المنظمة بأعلى درجة من الفاعلية) -رضاء العملاء (متلقى الخدمات العامة) -.كفاءة العمليات الداخلية وتبسيط اجراءات تقديم الخدمة -.بعد التعلم والنمو -. والبعد المالي (ترشيد استخدام المال العام).واظهرت الدراسة الميدانية ان الشركة أولت اهتمام بالأهداف الاجتماعية وتحقيق رسالتها بنجاح، حيث خدمات الشركة من المياه النظيفة تغطى كافة مناطق وأحياء محافظة الإسكندرية ودون انقطاع ، إلا أنه لا يوجد اهتمام كافة بالبعد المالي وحسن استخدام المال العام، واوصت الدراسة بضرورة وضع خطة استراتيجية للشركة يراعى فيها التوزان بين الأبعاد المشار اليها للأداء المتوازن.
- **الفهداوي، هراط. (٢٠١٨):**"الموازنة المائية المناخية ودورها في تقانة حصاد المياه في حوض نهر شلير" تناولت الدراسة الموازنة المناخية التي ترتبط ارتباطا بالدراسات الهيدرولوجية وعلم المناخ اذ توضح نتائجها مناطق الفائض المائي , ومناطق العجز المائي في

حوض نهر شلير في محافظة السليمانية, اذ استخدم الباحث معادلة نجيب خروفة التي تنطبق على مناخ العراق حصرا وتتباين الموازنة المائية المناخية زمانيا ومكانيا , واتضح لنا ان نسبة الفائض المائي اكبر من العجز في شلير, وعند تطبيق طريقة ثيسن لحساب كمية الامطار مع عمق جريان النهر اوصى الباحث بضرورة حصاد كمية المياه الفائضة وذلك عن طريق اقامة سدود ترابية او كونكريتية من اجل تنمية كافة المشاريع المختلفة في المستقبل.

- **Arnell, N. W. (١٩٩٩).** *A simple water balance model for the simulation of streamflow over a large geographic domain. Journal of Hydrology,* " تتناول هذه المقالة تطوير وتطبيق وإثبات صحة نموذج هيدرولوجي على نطاق واسع، مصمم لمحاكاة تدفق المياه من المدخلات المناخية على نطاق جغرافي كبير. النموذج هو نموذج توازن يومي للمياه، والذي يفترض أن سعة تخزين رطوبة التربة تختلف إحصائيا عبر حوض التصريف: يفترض أن جميع خصائص حوض التصريف الأخرى والمدخلات المناخية ثابتة عبر حوض التصريف. يتم استخلاص معلمات النموذج، بشكل مباشر أو غير مباشر، من قواعد البيانات المكانية الرقمية. يتم تنفيذ النموذج حاليا بدقة مكانية تبلغ ٠,٥ × ٠,٥ درجة (حوالي ٢٠٠٠ كيلومتر مربع)، لأن هذه هي دقة بيانات المدخلات المناخية المتاحة حاليا. في الواقع، تؤكد المقالة على كيفية تحديد شكل ومعلمات وجودة الناتج المحاكى بقوة من خلال جودة وخصائص البيانات المستخدمة لتحديد معلمات النموذج وتشغيل النموذج. يوضح المقال عملية ضبط النموذج - والتي تتضمن تقييم بيانات الإدخال - باستخدام مثال لتطبيق في أوروبا.

- **Van Der Knijff, J. M., Younis, J., & De Roo, A. P. J. (٢٠١٠).** *LISFLOOD: a GIS-based distributed model for river basin scale water balance and flood simulation. International Journal of Geographical Information Science*"

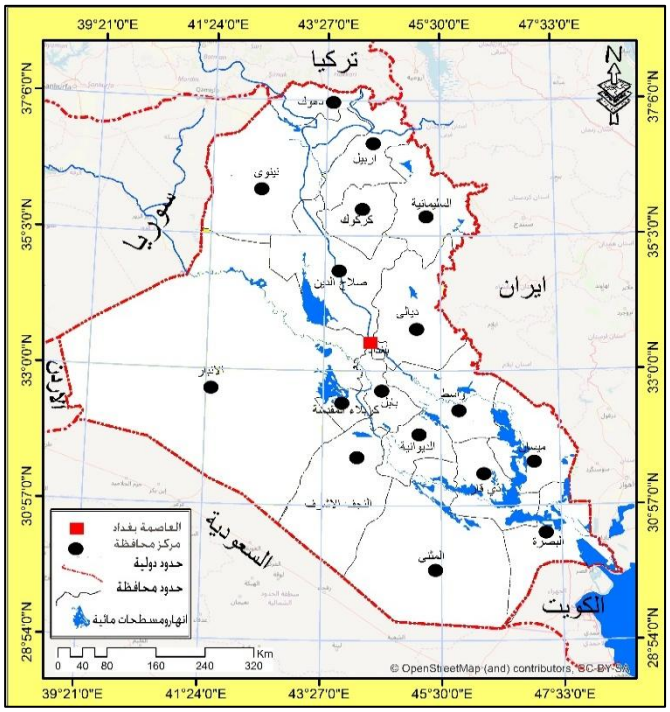
في هذه الورقة، نصف نموذج LISFLOOD الموزع مكانيا، وهو نموذج هيدرولوجي تم تطويره خصيصا لمحاكاة العمليات الهيدرولوجية في أحواض الأنهار الأوروبية الكبيرة. تم تصميم النموذج لتحقيق أفضل استخدام ممكن لمجموعات البيانات الموجودة حول التربة والغطاء الأرضي والتضاريس والأرصاد الجوية. نقدم وصفا تفصيليا لمحاكاة العمليات الهيدرولوجية في LISFLOOD، ونناقش كيفية تحديد معلمات النموذج. نصف أيضا كيف تم تنفيذ النموذج تقنيا باستخدام مزيج من نظام PCRaster GIS ولغة برمجةPython ، ونناقش إدارة البيانات

الواردة والصادرة. أخيرا، نستعرض بعض التطبيقات الحديثة لـLISFLOOD ، ونقدم دراسة حالة لنهر إلبه.

الموقع الجغرافي للبحث: Geographical Location

يقع العراق جنوب غرب آسيا، لذا فهو يقع ضمن منطقة الشرق الأوسط. في الجزء الشمالي الشرقي من الوطن العربي. الخريطة (١) تحده من الشمال تركيا، من الشرق إيران، وسوريا والأردن والعربية السعودية غربا، والكويت والسعودية جنوبا. وتمتد بين دائرتي عرض٥ ٢٩° و٢٢' ٣٧° شمالا، وبين خطي طول٤٥' ٣٨° و٤٥' ٤٨° شرقا. ويعد جزءا من الصحراء العربية وبادية الشام اللتين تتداخلان فيما بينهما، ويمر فيه نهران رئيسيان هما دجلة، والفرات، وتعد المناطق المحيطة بنهري دجلة، والفرات سهولا غرينيه خصبة، وتسمى المنطقة ما بين النهرين بالسهل الرسوبي.

الخريطة (١) منطقة الدراسة للبحث



المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على وزارة الموارد المائية، هيئة المساحة العامة، خرائط العراق١:١٠٠٠٠٠٠، ٢٠٢١.

٢-نبذة عن تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي:

يعتبر الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) مجالا متعدد التخصصات يجمع بين تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) وعلوم البيانات المكانية (Geospatial Science) بهدف تحليل البيانات الجغرافية والتنبؤ بالظواهر المكانية. ومن خلال معالجة كميات ضخمة من البيانات

المجمعة من الأقمار الصناعية والمستشعرات والخرائط الرقمية، يسهم هذا المجال في دعم اتخاذ قرارات استراتيجية في مجالات مثل البيئة، والتنمية الحضرية، وإدارة الكوارث. (Camps-Valls G. et al. (٢٠٢١)، يعتبرGeoAI) تكاملا بين تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل التعلم الآلي والتعلم العميق، وعلوم البيانات المكانية، بهدف تحليل المعلومات الجغرافية والتنبؤ بالأنماط المكانية. ويستخدم هذا المجال في معالجة بيانات الأقمار الصناعية والمستشعرات والخرائط الرقمية(٢٠٢٢) .(OGC)

٢-١ التعلم الآلي:(Machine Learning)

تستخدم خوارزميات التصنيف) مثل (Random Forests والانحدار (Regression) للتنبؤ بتغيرات الغطاء الأرضي أو تحليل أنماط الحركة والتنبؤ بتغيرات الغطاء النباتي أو توزيع الكثافة السكانية. مما تساعد هذه النماذج في تحليل البيانات الضخمة وتحديد الأنماط غير الظاهرة للعين البشرية(٢٠٢١) .Camps-Valls, G. et al .

٢-٢ الرؤية الحاسوبية:(Computer Vision)

تحليل الصور الجوية والفضائية لاكتشاف التغيرات العمرانية أو الكوارث الطبيعية (مثل الفيضانات). تقنيات مثل: التعرف على الأشياء (Object Detection) وتقسيم الصور (Image Segmentation)). ((٢٠١٧)..Zhu, X.X. et al. وتعتمد تقنيات الرؤية الحاسوبية، مثل Object Detection و (Image Segmentationعلى تحليل الصور الجوية والفضائية باستخدام الشبكات العصبية (CNNs)التي لها القدرة على التعرف على الصور وتصنيفها لتحسين دقة النتائج.

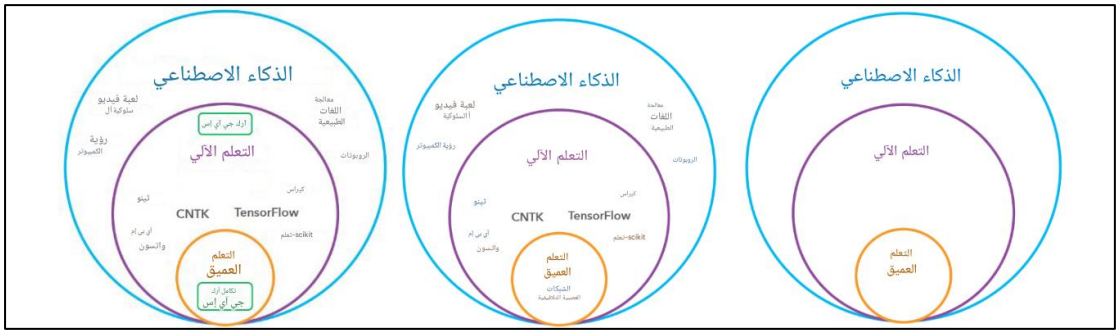
٢-٣ التعلم العميق في التحليل المكاني

يعد التعلم العميق (Deep Learning) أحد أقوى أدواتGeoAI ، حيث تستخدم النماذج مثل GANsوهي شبكات توليديه تعد من اهم شبكات التعليم الالي في انشاء خرائط واقعية من بيانات ناقصة، أو تحسين جودة الصور الفضائية. تساهم هذه التقنيات في نمذجة الظواهر البيئية المعقدة. استخدام الشبكات العصبية التفاعلية (CNNs) لتحليل الصور عالية الدقة. نماذج توليدية (GANs) لإنشاء خرائط واقعية من البيانات الناقصة .(٢٠١٩) .Ma, L. et al

يلعب الذكاء الاصطناعي (AI) دورا بارزا في تطبيقات الاستشعار عن بعد (RS) وأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS)، اذ تعزز تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي مختلف الجوانب، بما في ذلك تحليل وتصنيف الصور، حيث أظهرت تقنيات التعلم الآلي تحسنا كبيرا في الدقة والسرعة في معالجة صور الاستشعار عن بعد، وغيرت تقنيات الذكاء الاصطناعي طريقة معالجة وتحليل المعلومات الجغرافية من خلال تعزيز الدقة والكفاءة. (رزوق،٢٠٢٤، ١٩٨٤).

ويعد الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي (ML)، والتعلم العميق (DL)من التقنيات الناشئة التي أظهرت إمكانات كبيرة في تحسين نظم المعلومات الجغرافية. ينظر الشكل (١) التي تسهم بتطوير آلات ذكية يمكنها أداء المهام، بينما يركز تعلم الآلة على تطوير الخوارزميات التي تمكن الآلات من التعلم من البيانات. (المهاب، عيد،٢٠٢٤، ٢٤)

الشكل ١ : طرق الذكاء الاصطناعي الجغرافي والتعلم الالي والعميق



المصدر: (المهاب، عيد،٢٠٢٤، ٢٤)

٣- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في إدارة موارد المياه

تمكن نظم المعلومات الجغرافية من إدارة شاملة لمتجمعات المياه من خلال دمج البيانات الهيدرولوجية والطوبوغرافية والأرصاد الجوية. يستخدم المهندسون والعلماء نظم المعلومات الجغرافية لنمذجة تدفق الأنهار والتنبؤ بمخاطر الفيضانات وتحسين عمليات الخزانات. على سبيل المثال، توفر نماذج الارتفاع الرقمية (DEMs) في نظم المعلومات الجغرافية معلومات حاسمة حول أنماط الصرف واتجاه التدفق، كما تدعم نظم المعلومات الجغرافية إدارة المياه الجوفية من خلال رسم خرائط لمدى طبقات المياه الجوفية ومناطق إعادة الشحن. S.Rawat,et al,٢٠٢٥,٦١٧ كما تدمج بيانات هطول الأمطار واستخدام الأراضي ونوع التربة لتحديد المناطق ذات إمكانات إعادة الشحن العالية. علاوة على ذلك، يساعد نظام المعلومات الجغرافية في مراقبة جودة المياه من خلال رسم خرائط لمصادر التلوث وتحليل أنماط انتشار الملوثات في المسطحات المائية.

٤- التطبيق التفاعلي لموازنة المياه (Water Balance)*

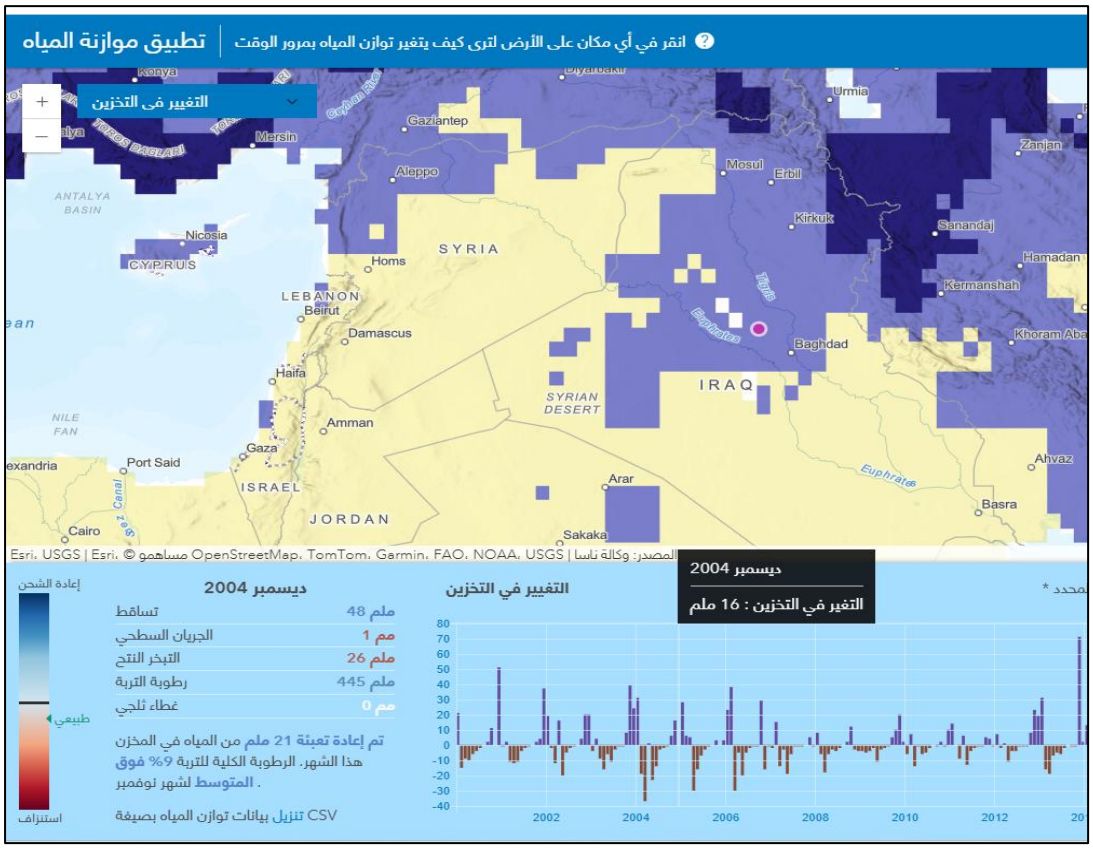
يعتمد هذا التطبيق على بيانات من نظام استيعاب بيانات الأراضي العالمي التابع لوكالة ناسا (GLDAS-٢،١)، والذي يستخدم ملاحظات الطقس مثل درجة الحرارة والرطوبة وهطول الأمطار لتشغيل نموذج سطح الأرض. يقدر هذا النموذج مقدار الأمطار التي تتحول إلى جريان سطحي، وكمية التبخر، وكمية التسرب إلى التربة. يتم تجميع هذه المتغيرات الناتجة المحسوبة

*https://livingatlas.arcgis.com/waterbalance/

كل ثلاث ساعات، في متوسطات شهرية، مما يمنحنا سجلا للدورة الهيدرولوجية التي تعود إلى كانون الثاني٢٠٠٠. (living atlas)

تشكل رطوبة التربة فضلا عن الغطاء الثلجي مخزون المياه في أي مكان معين. ويتغير حجم هذا المخزون كل شهر وفقا لتدفق المياه - يحدث التجديد عندما يكون هطول الأمطار مرتفعا، ويحدث النضوب عندما يكون التبخر والنتح والجريان السطحي أعلى وهذا ما يتصف به مناخ العراق في فصل الصيف. عند اختيار أي مكان على الخريطة نرى كيف تغير المتغير الذي اخترناه بمرور الوقت، وعند اختيار أي مكان على الرسم البياني لتبديل الخريطة إلى الشهر الذي يهمنا. تظهر لوحة توازن المياه (على اليسار) مقدار إعادة الشحن أو الاستنزاف الذي حدث خلال الشهر الذي اخترته، وكيف يقارن ذلك بما هو طبيعي. تظهر لوحة محلل الاتجاه (على اليمين) كيف كان المتغير الذي اخترناه مختلفا في نفس الشهر خلال سنوات أخرى. ونظرا لأن النموذج يتم تشغيله بدقة مكانية تبلغ ٠,٢٥ درجة (~٣٠ كم)، فيجب استخدام هذه البيانات للتحليل الإقليمي فقط وهذا ما دفع الباحثين على اختيار مساحة كبيرة كالعراق. ينظر الشكل (٢) واجهة التطبيق التفاعلي.

الشكل (٢) واجهة التطبيق التفاعلي لموازنة المياه (**Water Balance**)



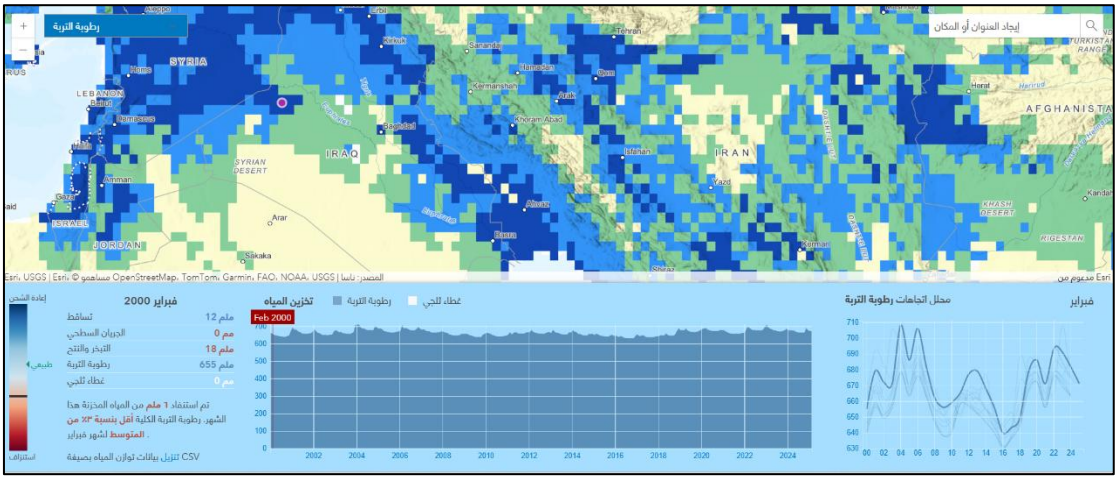
المصدر: https://livingatlas.arcgis.com/waterbalance/

تتوافر في التطبيق أدوات التحليل المكاني المؤتمتة بالذكاء الاصطناعي منها (التساقط، الجريان السطحي، التبخر النتح، رطوبة التربة، الغطاء الثلجي، وتوازن المياه) تم تحليل خرائط موازنة المياه وذلك على النحو الاتي:

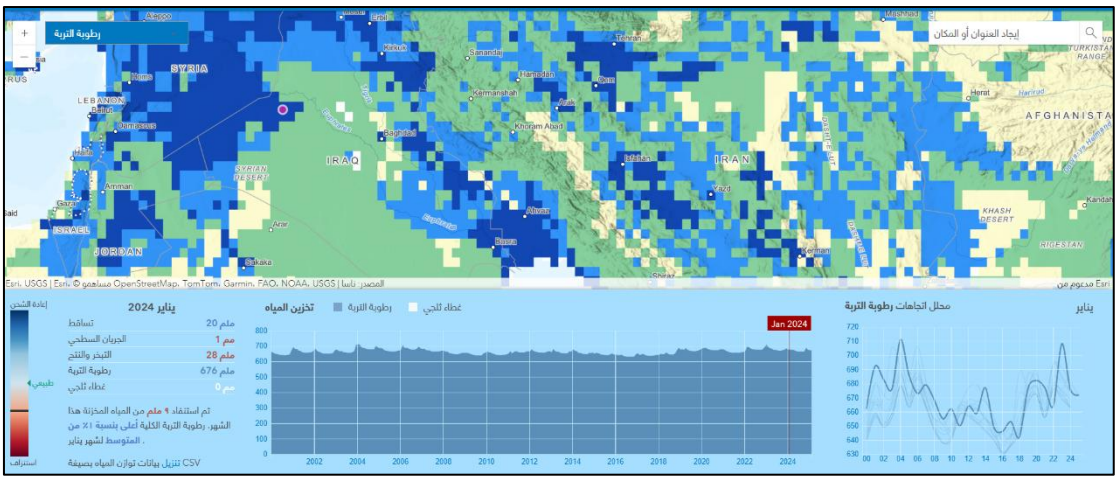
١. خرائط رطوبة التربة:

من خلال نافذة التطبيق يمكن مشاهدة التغير في نسبة الرطوبة بمجرد اختيار أي منطقة على الخريطة لتظهر النتائج مقدار التساقط والجريان السطحي والتبخر والرطوبة ومن ثم مقدار التغير في توازن المياه. من الشكل (٣) الخريطة التفاعلية نلاحظ التدرج اللوني واختلاف نسبة الرطوبة مع نتائج محلل رطوبة التربة اذ يظهر اللون الأزرق القاتم اعلى كمية تساقط توالياً مع اللون الأزرق الفاتح فاللون الأخضر ثم الأصفر الأقل كمية. اذ بلغت رطوبة التربة (٦٥٥) ملم، تم استنفاذ ٦ ملم من المياه المخزنة لشهر (شباط/٢٠٠٠) والرطوبة الكلية للتربة اقل بنسبة (٣٪) من المتوسط. في حين ان الشكل (٤) يبين رطوبة التربة (٦٧٦) ملم تم استنفاذ٩ ملم من المياه المخزنة لشهر (كانون الثاني /٢٠٢٤) والرطوبة الكلية للتربة اعلى بنسبة (١٪) من المتوسط.

الشكل (٣) نسبة رطوبة التربة لسنة(فبراير/٢٠٠٠)



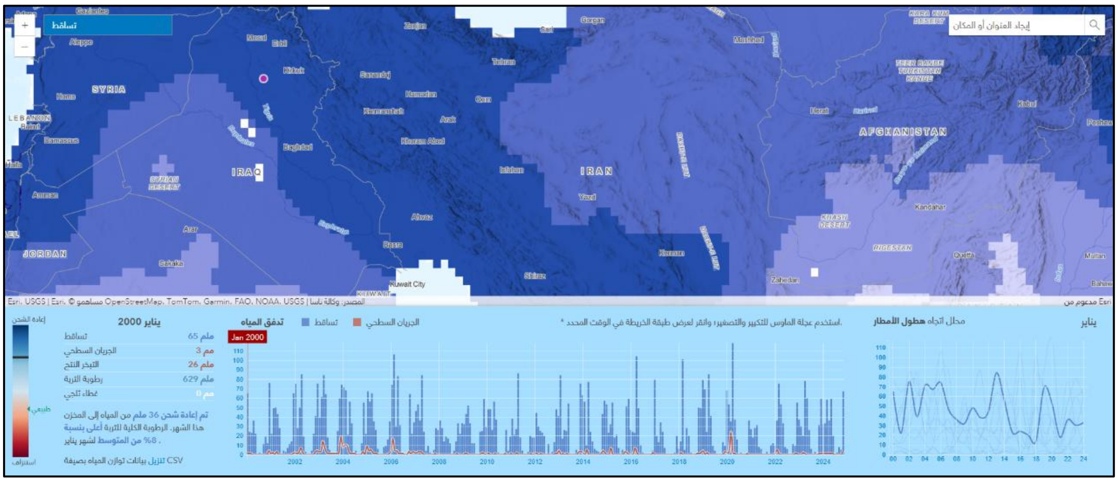
الشكل (٤) نسبة رطوبة التربة لسنة (كانون الثاني / ٢٠٢٤)



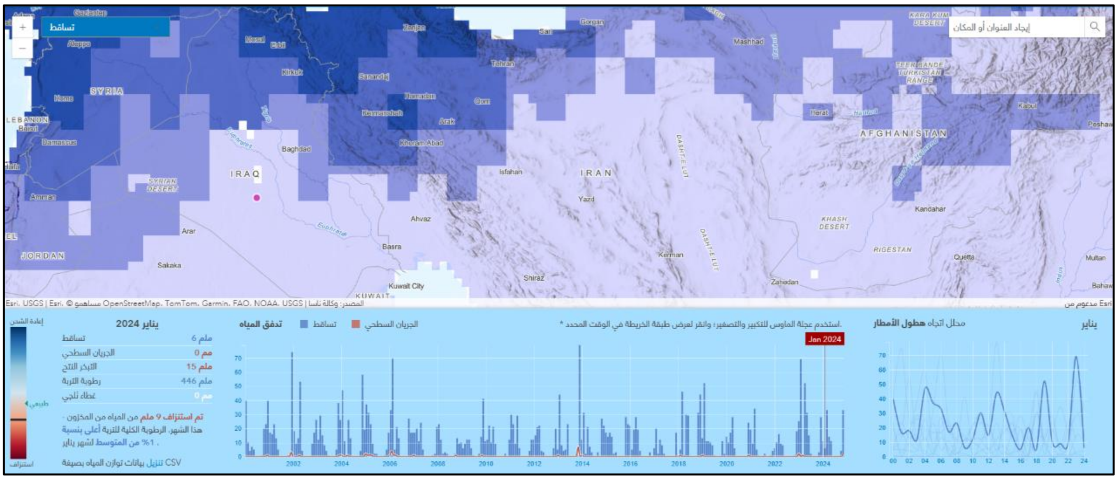
٢. خرائط التساقط:

يظهر الشكل (٥) الخريطة التفاعلية والشكل البياني لمؤشرات التغير في حجم التساقط وتدفق المياه لسنة (كانون الثاني /٢٠٠٠) اذ بلغ ٦٥ملم وتم إعادة شحن ٣٦ ملم من المياه الى المخزن، في حين ان الشكل (٦) يوضح حجم التساقط وتدفق المياه لسنة (كانون الثاني /٢٠٢٤) بلغ ٦ملم وتم استنزاف ٩ملم من المياه المخزون، ومن قراءة المؤشرات نلاحظ التباين في حجم التغير للمخزون المائي بين كمية التساقط وتدفق المياه والجريان السطحي.

الشكل (٥) الخريطة التفاعلية لحجم التساقط وتدفق المياه لسنة (كانون الثاني /٢٠٠٠)



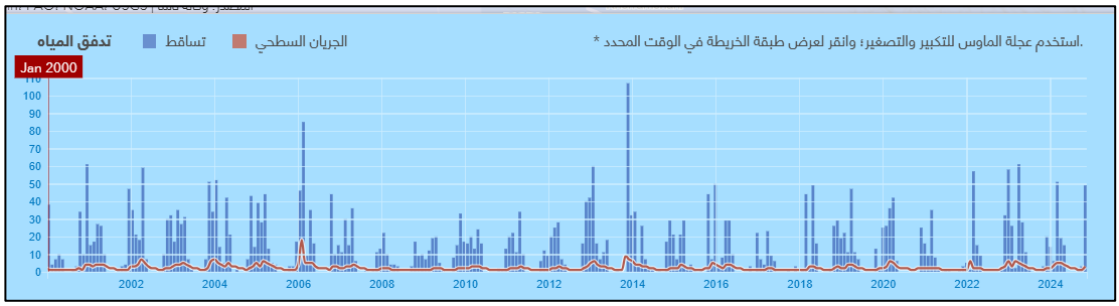
الخريطة (٤) حجم التساقط وتدفق المياه لسنة (٢٠٢٤)



الشكل (٦) الخريطة التفاعلية لحجم التساقط وتدفق المياه لسنة (كانون الثاني /٢٠٢٤)

من أسفل نافذة التطبيق يمكن مشاهدة حجم تدفق المياه والمقارنة بين كمية التساقط والجريان السطحي للمدة بين الأعوام (٢٠٠٠-٢٠٢٤)، علما ان الفارق الزمني لقياس المؤشر يكون لكل سنتين(٢٠٠٠،٢٠٠٢،٢٠٠٤ وهكذا) كما في الشكل (٧)

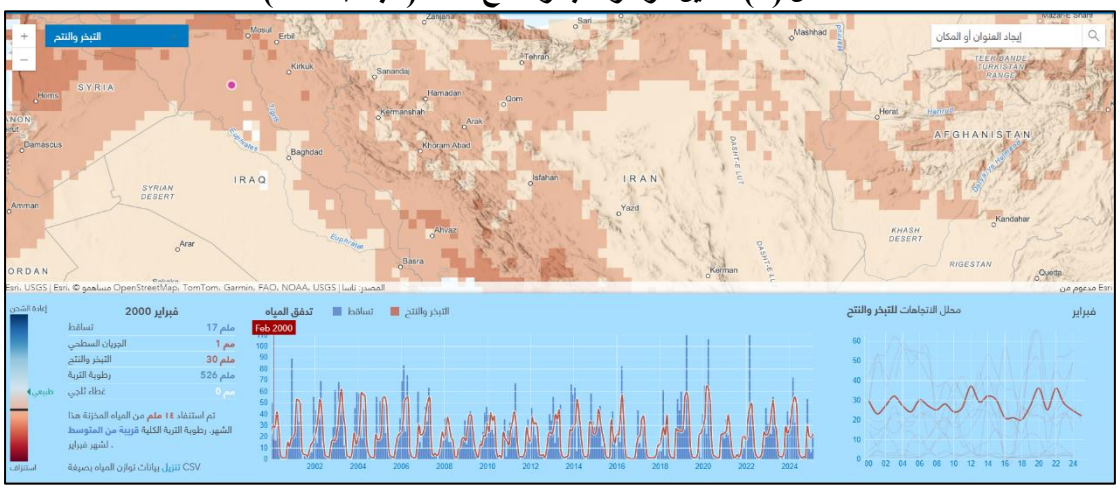
الشكل (٧) مقارنة تدفق المياه بين التساقط وحجم الجريان السطحي



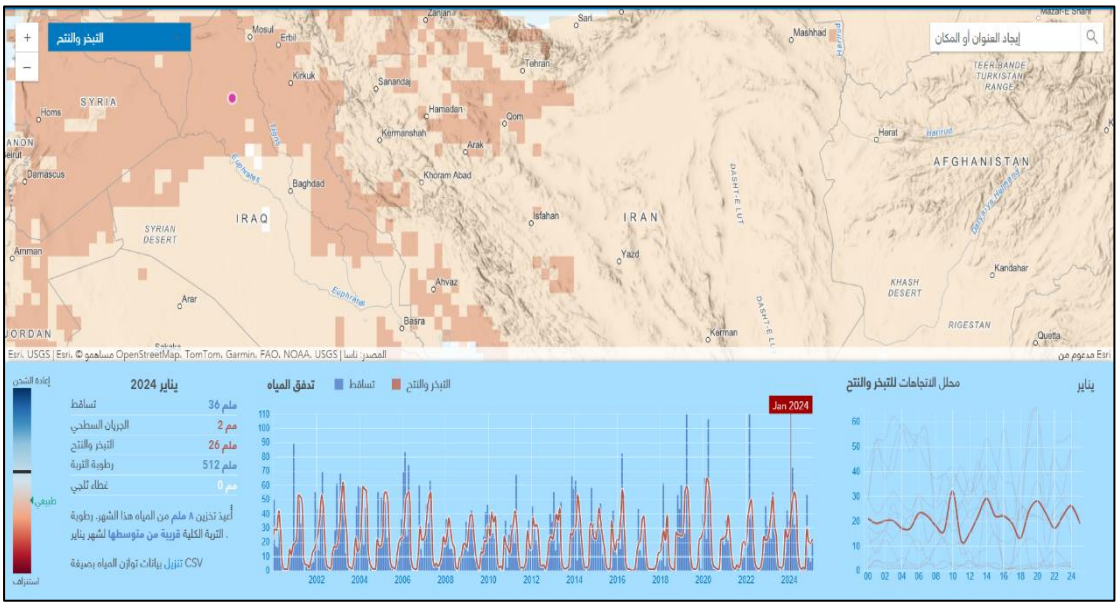
٣.خرائط التبخر والن يتضح من الشكل (٨) الخريطة التفاعلية والرسم البياني لنتائج تحليل مؤشر التبخر

والنتح لسنة (شباط/٢٠٠٠) والذي سجل (٣٠) ملم، تم استنفاد ١٤ ملم من المياه المخزنة، في حين ان الشكل (٩) يبين تحليل التخبر النتح لسنة (شباط/٢٠٢٤) الذي سجل (٢٦) ملم، أعيد تخزين ٨ ملم من المياه هذا الشهر كما نلاحظ حجم التغير في نسبة التبخر النتح مع كمية التساقط خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠٢٤).

الشكل (٨) تحليل مؤشر التبخر النتح لسنة (شباط/٢٠٠٠)



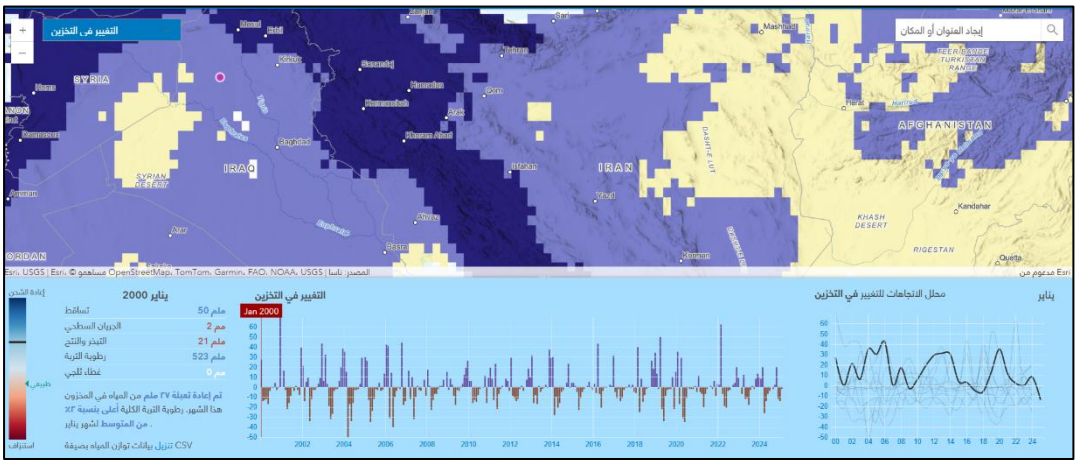
الشكل (٩) نتائج تحليل التبخر النتح لسنة (كانون الثاني /٢٠٢٤)



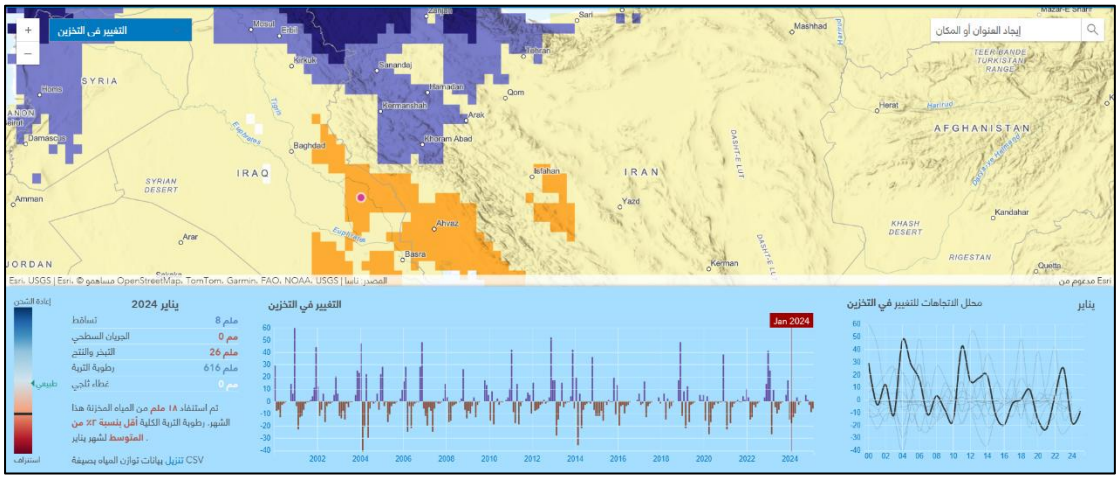
٤.خرائط نسبة التغير في التخزين المائي:

من قراءة واجهة التطبيق نستدل على ملاحظة التغير في مستوى التغيير في التخزين بين السنوات وحسب الأشهر المختارة المتاحة في التطبيق، ومن الشكل (١٠) نلاحظ الخريطة التفاعلية والرسم البياني ،بلغ حجم التغيير ٣٨ملم ،وتم إعادة تعبئة ٢٧ ملم من المياه في المخزن لسنة(كانون الثاني/٢٠٠٠) ، في حين ان الشكل (١١) يوضح حجم التغيير بلغ -٦ملم واستنفاد ١٨ ملم من المياه في المخزن لشهر(كانون الثاني٢٠٢٤)، كما أظهرت النتائج انفوكراف (توضيح) محلل الاتجاهات للتغيير في التخزين حسب اشهر السنة ، وبالتالي يمكن ان يوفر هذا التطبيق مراقبة مخزون المياه شهريا وفق مؤشرات حجم التساقط وتدفق المياه مع الجريان السطحي ونسب التبخر النتح ورطوبة التربة مما يؤدي الى اتخاذ قرارات سريعة لمعالجة الازمات التي قد تعصف في مخزون المياه في العراق.

الشكل (١٠) مؤشر التغيير في التخزين لسنة (كانون الثاني/٢٠٠٠)



الشكل (١١) مؤشر التغيير في التخزين لسنة(كانون الثاني/٢٠٢٤)



النتائج والتوصيات:

١. تبين من النتائج انه يمكن اعتماد بيانات المياه من تطبيق موازنة المياه (Water Balance) لإعداد خرائط دقيقة لمؤشرات موازنة المياه في العراق، ومعرفة الاتجاه العام لمستوى تغيرها، وحجم التغير والتنبؤ مستقبلا" وهذا متوافق مع فرضية البحث.

٢. ان إجراءات الدراسة التطبيقية للتقنيات الجغرافية لهذا النوع من التطبيقات يعتمد على الأدوات المتوافرة في نافذة التطبيق وتتبع خطوات التحليل واستجماع الخرائط مع المعلومات. اذ تم اعداد الخرائط التفاعلية يسهل الادراك البصري لقراءة بياناتها.

٣. اتضح من خطوات البحث ان الاتجاه العام لمستوى مؤشرات المياه في العراق يتغير واضحا بين زيادة نحو الخطر الشديد او نقصان مما ينعكس أثرها على خطر التغير المناخي. وهذا ما عرضته مشكلات البحث.

٤. تبين من نتائج البحث ان رطوبة التربة بلغت (٦٥٥) ملم، باستنفاذ ٦ ملم من المياه المخزنة لشهر (شباط/٢٠٠٠) بينما بلغت (٦٧٦) ملم باستنفاذ٩ ملم من المياه المخزنة لشهر (كانون الثاني /٢٠٢٤) ، بينما حجم التساقط لسنة (كانون الثاني /٢٠٠٠) بلغ ٦٥ملم في حين بلغ ٦ملم في سنة (كانون الثاني /٢٠٢٤) ، وتبين من نتائج البحث ايضا ان مؤشر التبخر النتح سجل (٣٠) ملم سنة(شباط/٢٠٠٠) بينما بلغ سنة (شباط/٢٠٢٤) ٢٦ملم.

٥. استكشف البحث إمكانيات تطبيق موازنة المياه (Water Balance) في إعداد خرائط مؤشرات موازنة المياه للعراق، وتقديم نتائج توضح أهمية استثماره في اعداد وتحليل الخرائط التفاعلية. وهو الهدف الرئيسي للبحث.

٦. اتضح من التطبيق العملي يوفر خرائط تفاعلية مباشرة يمكن قراءتها وتحليل نتائجها سريعا لاي منطقة على الخريطة وبالتالي يستكشف معلومات عن المياه منها حجم التغيير في المخزون شهريا.

٧. تبين من تجربة أدوات التطبيق التفاعلي من نافذة الموقع السفلى تقدم معلومات انفوركراف عن محلل الاتجاهات حسب مؤشرات المياه منها (التساقط ورطوبة التربة والتبخر النتح والجريان السطحي والتغيير في التخزين)

٨. استكشف البحث ان هناك تغيير في مستوى المخزون المائي بلغ ٣٨ملم ، لسنة(كانون الثاني/٢٠٠٠) ، في حين بلغ -٦ملم لشهر(كانون الثاني٢٠٢٤).الذي يتغير حسب الشهر بناء على حجم التساقط ومستوى الجريان السطحي وظهر اختلاف واضح بين سنة (٢٠٠٠) وسنة (٢٠٢٤) بمعدلات متفاوتة ملحوظة مما يستدعي الاخذ بها ومراقبتها لاتخاذ القرار اللازم.

٩. يوصي البحث بضرورة اعتماد المواقع التفاعلية التي تهتم بهذه المعلومات المهمة عن كميات المياه والتغيير في المخزون ونسب الاستنزاف او التعبئة خلال اشهر السنة.

١٠.على الجهات المعنية والمؤسسات العلمية الاخذ بعين الاعتبار التدريب على تحليل هذه المواقع واعتماد الخرائط كونها ذات دلالة موثوقية معتمدة على بيانات عالمية من شركة ازري وناسا الفضائية الدولية.

المراجع:

١. ابو الغيط، & هويدا محمود. (٢٠٢٢). بطاقة الأداء المتوازن كمدخل لتحسين أداء المنظمات العامة-شركة مياه الشرب بالأسكندرية نموذجا. مجلة السياسة والاقتصاد, ١٦(١٥), ١١٢-١٣٨. DOI: ١٠,٢١٦٠٨/jocu.٢٠٢٢,١٢٠١٤٢,١١٥٩

٢. حيدر عبد الامير رزوق. (٢٠٢٤). الذكاء الاصطناعي واثر التقنيات الحديثة في الفكر الجغرافي المعاصر. مداد الآداب, ١٤(العدد الخاص بمؤتمر قسم الجغرافية), ١٩٧١-١٩٩٥. https://midad-aladab.org/index.php/midadaladab/article/view/١٥٠٣

٣. غربية، & سمر السيد محمد السيد. (٢٠٢٤). استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وطريقة التحليل الهرمي في تحديد النطاقات المحتملة لتواجد المياه الجوفية في المنطقة بين رأس جبل الزيت والغردقة .مجلة كلية الآداب جامعة الفيوم .١١٣٤-١١٧٠ , (١)١٦ , DOI: ١٠,٢١٦٠٨/jfafu.٢٠٢٤,٢٨٢٤٦٣,٢٠٣٨

٤. الفهداوي, وسام عباس خضير خلف, الفهداوي & ,اسماعيل عباس هراط. (٢٠١٨). الموازنة المائية المناخية ودورها في تقانة حصاد المياه في حوض نهر شلير .*حوليات آداب عين شمس46* ,(أكتوبر- ديسمبر (ج), ٢٥٦-٢٧٢ . DOI: ١٠,٢١٦٠٨/aafu.٢٠١٨,٤٨١٠٤

٥. كلية التربية للعلوم الانسانية تقيم حلقة نقاشية في الاسلوب التقني المعاصر(دراسة في فلسفة الجغرافية) - كلية التربية للعلوم الانسانية | جامعة ديالى (uodiyala.edu.iq)

٦. المناهج الحديثة في الجغرافية البشرية - المنهج التقني المعاصر (almerja.com)

٧. المهاب، أ.ع.أ، وعيد، أ.م. (٢٠٢٤). الذكاء الاصطناعي الجغرافي المكاني (GeoAI) وصور الأقمار الصناعية (EOS)، وتطبيقاتها في الزراعة في اليمن. مجلة الهندسة والعلوم التكنولوجية - JOEATS، ٢ (١)، ٢١-٣٧. https://doi.org/١٠,٥٩٤٢١/joeats.v٢i١,١٨٩٦

٨. : Tianyi Zhou ٢٠٢٣ J. Phys.Conf. Ser. ٢٦٤٦ ٠١٢٠٠٦, Journal of Physics: Conference Series, Volume ٢٦٤٦, International Conference on Software Engineering and Machine Learning ١٩/٠٤/٢٠٢٣ - ١٩/٠٤/٢٠٢٣ Oxford, UK doi:١٠,١٠٨٨/١٧٤٢-٦٥٩٦/٢٦٤٦/١/٠١٢٠٠٦

٩. Arnell, N. W. (١٩٩٩). A simple water balance model for the simulation of streamflow over a large geographic domain. Journal of Hydrology, ٢١٧(٣-٤), ٣١٤-٣٣٥.

١٠. Camps-Valls, G. et al. (٢٠٢١). *Deep Learning for the Earth Sciences*. Wiley.

١١. CONTEMPORARY APPROACHES TO INFORMATION SYSTEMS

١٢. Esri ،USGS | Esri ،© مساهمو OpenStreetMap ،TomTom ،Garmin ،FAO ، NOAA ،USGS |وكالة ناسا

١٣. https://livingatlas.arcgis.com/waterbalance/

١٤. Ma, L. et al. (٢٠١٩). "Using CNN for Urban Land Use Classification". *Remote Sensing*.

١٥. Open Geospatial Consortium (OGC). (٢٠٢٢). "GeoAI Best Practices Report".

١٦. Rawat, S., Tateh, S., & Dubey, S. Geographical information system (GIS) Applications for Water Resources Management.

١٧. United Nations.Creation date:٠٥ M a y ٢٠٢٠ Feedback:o c ha .ira q@un.o rg www.uno c ha .org/iraq www.reliefweb .int

١٨. Van Der Knijff, J. M., Younis, J., & De Roo, A. P. J. (٢٠٠٨). LISFLOOD: a GIS-based distributed model for river basin scale water balance and flood simulation. *International Journal of Geographical Information Science*, *24*(٢), ١٨٩–٢١٢. https://doi.org/١٠,١٠٨٠/١٣٦٥٨٨١٠٨٠٢٥٤٩١٥٤

١٩. Zhu, X.X. et al. (٢٠١٧). "Deep Learning in Remote Sensing: A Review". *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*.