مقاييس المؤشر التفاعلي لهطول الأمطار القياسي (SPI)باستخدام موقع(Drought.gov) العراق – دراسة حالة

Standardized Precipitation Index (SPI) Interactive Measures Using Drought.gov Iraq – Case Study

أ.م.د. مثنى محروس علي

Asst.Prof.Dr. Muthana Mahroos Ali

جامعة تكريت، كلية الآداب

Tikrit University, College of Arts

E-mail: muthany466@gmail.com

الكلمات المفتاحية: مناخ ، مؤشر الجفاف ، هطول الامطار القياسي ، خرائط الطقس .

Keywords: Climate, Drought Index, Standard Rainfall, Weather Maps.

الملخص

قدمت تقنية المواقع التفاعلية الجديدة لنشر تقديرات هطول الأمطار العالمية كل نصف ساعة المستمدة من (CMORPH) وتقنية (CPC MORPHing) تحليلات عالمية لهطول الأمطار بدقة مكانية وزمانية عالية جدا. تتميز بيانات(CMORPH) من مركز التنبؤ بالمناخ (CPC) التابع للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) بزمن انتقال منخفض، وتم الاستعانة بموقع المرصد العالمي للجفاف**Drought.gov (Global Drought Monitor)** المتضمن بيانات مناخية متعددة ومنها مؤشر(هطول الأمطار القياسيSPI) لعام (٢٠٢٤) يتضمن جداول زمنية(**٢ شهر ٣ أشهر ٦ أشهر ٩ أشهر ١٢ شهرا**)، تم تحليل البيانات على العراق كحالة دراسة ، توصل البحث لإنتاج خرائط قيم مؤشر هطول الامطار للعراق في الظروف الجافة والرطبة ، وتبين وجود تفاوت في قيم المؤشر بين الفترات الزمنية بحسب ظواهر حالات الجفاف وتأثيره على حالة الطقس من حرارة ومطر وتبخر. وتوصل البحث الى مؤشرات عديدة لقياس هطول الامطار القياسي (SPI) وفق نماذج مناخية مختلفة تم اعداد خرائطها حسب نطاقات زمنية مختلفة. تبين من الخرائط المنتجة ان قيمة مؤشر هطول الأمطار الموحد (SPI) في العراق تراوحت بين -١,٩ إلى -١,٦ ، في معظم مناطق العراق ، مما يشير إلى ظروف الجفاف الشديد(D3). تتراوح بيk ٠,٨ إلى ١,٢،مما يشير إلى ظروف رطبة معتدلة (W1).

Abstract

The new interactive website technology for publishing half-hourly global precipitation estimates derived from CMORPH and CPC MORPHing provides global precipitation analyses with very high spatial and temporal resolution. CMORPH data from the Climate Prediction Center (CPC) of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) features low latency. The Global Drought Monitor website (Drought.gov) was used, which includes multiple climate data, including the Standard Precipitation Index (SPI) for the year 2024, covering timescales of 2, 3, 6, 9, and 12 months. The data were analyzed for Iraq as a case study. The research produced maps of SPI values for Iraq in dry and wet conditions, revealing variations in SPI values between timescales depending on drought phenomena and their impact on weather conditions, including temperature, rain, and evaporation. The research also identified several SPI indices based on different climate models, whose maps were prepared for various time scales. The produced maps show that the Standardized Precipitation Index (SPI) value in Iraq ranged from -1.9 to -1.6 in most areas of Iraq, indicating severe dry conditions (D3). SPI values ranged from 0.8 to 1.2, indicating moderate wet conditions (W1).

المقدمة:

هناك حاجة إلى تقديرات عالية لاســـتبانة الزمان والمكان لتكرار الترســـيب للعديد من التطبيقات المهمة. يمكن أن توفر مجموعات البيانات هذه معلومات مفيدة للتخفيف من حدة الكوارث في جميع أنحاء العالم ويمكن اســـتخدامها لبدء النماذج العددية، ودفع نماذج ســـطح الأرض، وحل الدورة النهارية لهطول الأمطار، والتحقق من صـــحة تنبؤات النموذج لهطول الأمطار. يمكن أن تكون مفيدة أيضـا في تشـخيص المشـكلات في تنبؤات النموذج العددي. من المعروف على نطاق واســـع أن أداء النماذج العددية العالمية الحديثة ضـــعيف في المناطق الرئيسية من العالم

تم حسـاب مؤشـر هطول الأمطار القياسـيSPI كوسـيلة لتوفير مقياس واحد لتباين قيم المؤشر للعراق. كان الغرض منه هو النظر في الظروف الرطبة والجافة. مؤشر هطول الأمطار الموحد (SPI) هو مؤشـــر احتمالية تم تطويره لإعطاء تمثيل أفضـــل للرطوبة والجفاف غير الطبيعيين. والتوحيد القياسـي ضـروري لكي يكون لدى جميع مسـتعملي الفهرس أسـاس مشـترك للمقارنة المكانية والزمانية لقيم الأرقام القياسية. إذا تم استخدام توزيعات ونماذج احتمالية مختلفة لوصـف سلسـلة مرصـودة من هطول الأمطار، فيمكن الحصـول على قيم SPI مختلفة. يوضـح البحث التأثير على قيم SPI المحسـوبة من نماذج احتمالية مختلفة بالإضـافة إلى التأثيرات على خصائص الحدث الجاف. واستنتج خرائط مؤشر الامطار بحسب كل نموذج ومصدره مع حساب قيمها، وأن موثوقية SPI تعتمد على حجم العينة. وهي ذات نطاقات زمنية (شهرية) موثوقة.

والميزة الرئيسية لمؤشرSPI ، بالمقارنة مع المؤشرات الأخرى، هي أن مؤشر SPI يمكن من تحديد ظروف الجفاف على نطاقات زمنية مختلفة ورصـــد أنواع الجفاف المختلفة. يلتقط هذا المؤشـر العجز المتراكم (SPI < 0) أو الفائض (SPI > 0) لهطول الأمطار خلال فترة محددة، ويوفر مقياسا طبيعيا (أي درجة Z ثابتة مكانيا) لشذوذ هطول الأمطار النسبي في نطاقات زمنية متعددة. في هذا البحث، تم استخدام المؤشر SPI، في نطاقات زمنية (من شهر الى ١٢ شهر). تم استيفاء لتصوير الأنماط المكانية للسنوات الجافة والرطبة.

هناك ثلاثة أهداف لهذا البحث. أولا، تحليل اســـتكشـــافي للعديد من ميزات التصـــنيف الجديد، هطول الأمطار المرتبط بكل نمط. لإجراء المقارنة. ثانيا، التحقيق في كيفية ارتباط مجموعة البيانات الجديدة بعلم مناخ هطول الأمطار في العراق، والذي ســيتم تحديده على نطاق زمني شـهري من خلال مؤشـر هطول الأمطار الموحد (SPI). ثالثا، سـتتوسـع هذه الدراسـة في العمل من خلال تحليل قيم المؤشـــر بخرائط الامطار لفترات زمنية، ويمكن تعميم المنهجية إلى مناطق أخرى ضمن مجال أنماط الطقس.

مشكلة البحث:

١. هل يمكن استخدام التطبيق التفاعلية(Drought.gov)لاشتقاق مؤشرات قيم هطول الامطار الموحد؟

٢. كيف يمكن استثمار بيانات الامطار لتحليل خرائط مؤشر قيم الامطار الموحد؟

هدف البحث:

يهدف البحث الى تحليل مقاييس المؤشـــر التفاعلي لهطول الأمطار الموحد(SPI) باسـتخدام موقع(Drought.gov) العراق – دراسـة حالة والتعرف على كيفية اسـتثمار البيانات لإنتاج خرائط الامطار.

فرضية البحث:

" تستند فرضية البحث على انه يمكن استخدام بيانات تطبيق تفاعلي لاشتقاق قيم مؤشر هطول الامطار الموحد للعراق لنطاقات زمنية مختلفة".

منهجية البحث:

اعتمد البحث على المنهج التجريبي كونه الأسـاس لتلك البيانات والمعلومات، للتحكم في المتغيرات الخاصـــة بالظاهرة المدروســـة، من خلال تكرار تجربة تحليل البيانات لأكثر من مرة لاختيار النموذج المناسـب. بالملاحظة بدقة للبيانات بشـكل مباشـر ومراقبة قيم مؤشـر الامطار الموحد.

أهمية البحث:

يكتســـب البحث أهمية علمية لاســـتخدامه تطبيق تفاعلي لبيانات مناخية عالمية محدثة وفق سـلاسل زمنية مختلفة يمكن من خلالها استكشـاف خرائط مؤشرات المناخ كالحرارة والمطر، والتبخر والرطوبة وغيرها. وهي متاحة مجانا من مصـادر الاسـتشـعار عن بعد وبيانات السـواتل المختلفة ولنطاقات زمنية متعددة. وبالتالي يمكن تعميم الدراســـة على مناطق أخرى كمحافظة او مدينة لبيان مؤشرات الحرارة او التبخر او الرطوبة وغيرها.

حدود البحث:

تم تعين خرائط العراق كحالة دراســة لاشــتقاق مؤشــر هطول الامطار الموحد من وهي خريطة ديناميكية يمكن التنقل بها لاي مكان، يقع العراق جنوب غرب آسـيا، لذا فهو يقع ضـمن منطقة الشرق الأوسط. في الجزء الشمالي الشرقي من الوطن العربي. الخريطة رقم (١) تحده من الشـــمال تركيا، من الشـــرق إيران، وســـوريا والأردن والعربية الســـعودية غرباً، والكويت والعربية السعودية جنوباً. وتمتد بين دائرتي عرض"٥ ٢٩° و٢٢ ٣٧° "شمالاً، وبين خطي طول"٤٥ ٣٨° و٤٥‘ ٤٨° "شـرقاً. ويعد جزءاً من الصـحراء العربية وبادية الشـام اللتين تتداخلان فيما بينهما،

ويمر فيه نهران رئيسيان هما دجلة، والفرات، وتعد المناطق المحيطة بنهري دجلة، والفرات سهولاً غرينيه خصبة، وتسمى المنطقة ما بين النهرين بالسهل الرسوبي. (wikipedia, org).

الخريطة رقم (١) الموقع الجغرافي للعراق

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على (خرائط كوكل)

مصادر وأدوات البحث:

تدير Drought.gov إصـدارا تشـغيليا من واجهة برمجة تطبيقاتClimate Engine ، وهي أداة معالجة بيانات تركز على المناخ قائمة على السـحابة اسـتنادا إلى Google Earth Engineوبرنامج NOAA Open Data Deployment (NODD). تسـتخدم لإنتاج مئات مؤشـرات الجفاف كل يوم، اسـتنادا إلى مجموعات بيانات تأسـيسـية رائدة متعددة منNIDIS ،NOAA NASA. تم توحيد هذه المؤشـرات لاسـتخدام نفس الفترة المرجعية، يتم تحديث البيانات يوميا ومتاحة في كل من تنسيقات تجانب GeoTIFF و XYZالجاهزة لخريطة الويب.

١. التطبيق التفاعلي (Drought.Gov) (النظام الوطني المتكامل للمعلومات المتعلقة بالجفاف):

١-١ ما هو نيديس NIDIS؟:

هو شـراكة متعددة الوكالات تنسـق رصـد الجفاف والتنبؤ به والتخطيط والمعلومات على المسـتويات الوطنية والولايات والمحلية (www.drought.gov). التابع للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA's) (القانون العام ١٠٩-٤٣٠) وأعيد تفويضـه في عامي ٢٠١٤

و٢٠١٩ بتفويض مشـــترك بين الوكالات لتنســيق ودمج أبحاث الجفاف، بناء على الشـــراكات الفيدرالية والقبلية والولائية والمحلية القائمة لدعم إنشـــاء نظام معلومات وطني للإنذار المبكر بالجفاف.

NIDIS هو نظام معلومات متكامل ينسق مراقبة الجفاف والتنبؤ به والتخطيط والمعلومات على المستويات الفيدرالية والقبلية والولائية والمحلية في جميع أنحاء البلاد.

يطور القيادة والشـــراكات لضـــمان التنفيذ الناجح لنظام وطني متكامل لرصـــد الجفاف والتنبؤ به على المســـتوى الفيدرالي والولائي والمحلي. يجمع ويدمج المعلومات عن المؤشـــرات الرئيسية للجفاف لجعل تنبؤات الجفاف وتقييماته قابلة للاستخدام وموثوقة وفي الوقت المناسب. يعزز ويدعم بيئة بحثية تركز على تقييم المخاطر والتنبؤ بها.

يوفر معلومات دقيقة وفي الوقت المناســـب ومتكاملة عن ظروف الجفاف والمخاطر المرتبطة بها لتسهيل اتخاذ القرارات الاستباقية.

يوفر إطارا لزيادة الوعي العام والتثقيف بشأن كيفية وسبب حدوث الجفاف، وكيفية تأثيره على النظم البشـــرية والطبيعية. يقع مكتب برنامج NIDIS في مركز أبحاث David Skaggs التابع للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي في بولدر ، كولورادو. تتم إدارة بوابة الجفاف الأمريكية (Drought.gov) من خلال المراكز الوطنية للمعلومات البيئية في آشفيل بولاية نورث كارولينا.

١-٢ طاقم Drought.gov:

تتعاون NIDIS مع المراكز الوطنية للمعلومات البيئية (NCEI) للحصـــول على الدعم الفني والدعم التشغيلي والتطوير المستمر لبوابة الجفاف الأمريكية . تتطلب الاستضافة مزيجا من إدارة تكنولوجيا المعلومات وإدارة البيانات وتطوير الويب ودعم إدارة المحتوى والبحث والتعاون الخارجي. لدى المعهد ســـت مجموعات عمل، وهي حيوية لمهمته(Drought.gov). وتركز كل مجموعة على عنصـــر مختلف من أنشـــطة المعهد داخل الوكالات وفيما بينها وفي جميع أنحاء البلد. تضم مجموعات العمل أعضاء من العديد من الوكالات الحكومية الفيدرالية والقبلية والولائية والمحلية، ومن مجالات متنوعة من الخبرة المنتشرة في جميع أنحاء البلاد.

١-٣ لماذا الإنذار المبكر بالجفاف؟

يســـاعد نظام الإنذار المبكر في آليات التكيف لدى الأشـــخاص أثناء الكوارث الطبيعية. ومع ذلك، فإن استخدامه المحدود يمكن أن يؤثر سلبًا على آليات التكيف. وبصـرف النظر عن هذا، فإن أنظمة الإنذار المبكر غير قادرة على مشاركة الموارد الحسابية بشكل فعال بسبب قيود اعتماد المنصة والحاجة إلى حماية أنظمة الإنذار المبكر القديمة.(Agbehadji, I E,2023,4)

وبالتالي، فإن هذا يحد من تكامل النظام والحصـــول على البيانات التي تدعم نماذج محاكاة الأحداث المناخية. ويعتمد إدراك مخاطر الجفاف في الوقت المناســب على قدرتنا على رصـــد المؤشـــرات المادية المتنوعة للجفاف المناخي والتنبؤ بها، فضـــلا عن الآثار الاقتصـــادية والاجتماعية والبيئية ذات الصـلة. يوفر DEWS معلومات دقيقة وفي الوقت المناسـب ومتكاملة عن ظروف الجفاف على النطاق المكاني ذي الصـــلة. ويمكن أن يســـاعد ذلك الحكومات والمجتمعات على اتخاذ قرارات استباقية للحد من الخسائر الاقتصادية والاجتماعية وخسائر النظم الإيكولوجية المرتبطة بالجفاف. ينظر الشكل (١).

١-٤ أهمية نظم الإنذار المبكر بالجفاف (DEWS)

١. يسمح بالكشف المبكر عن الجفاف.
٢. يسمح بالاستجابات الاستباقية (التخفيف) والتفاعلية (الطارئة).
٣. إجراءات "محفزة" ضمن خطة الجفاف.
٤. يوفر معلومات لدعم القرار.

الشكل (١) أنشطة نظام الإنذار المبكر بالجفاف (DEWS)

المصدر: (أنشطة الإنذار المبكر بالجفاف www.drought.gov/about/drought-early-warning-activities :)

٢- مدخل الى مؤشر هطول الأمطار الموحد (SPI)

مجموعة بيانات هطول الأمطار NOAA CMORPH هي مجموعة بيانات شبكية مشتقة من الجمع بين العديد من التقديرات القائمة على الموجات الدقيقة من الأقمار الصناعية المدارية المنخفضة. يتم أيضا أرشفة مجموعة البيانات وإدارتها من خلال برنامج في المراكز الوطنية للمعلومات البيئية (NCEI) التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي.

مؤشر الهطول القياسي (SPI) * هو مؤشر يُستخدم على نطاق واسع لوصف الجفاف الجوي على نطاق زمني واسع. على النطاقات الزمنية القصيرة، يرتبط مؤشر الهطول القياسي ارتباطًا وثيقًا برطوبة التربة، بينما في النطاقات الزمنية الأطول، يمكن ربطه بالمياه الجوفية وتخزين الخزانات. (Keyantash,2025).

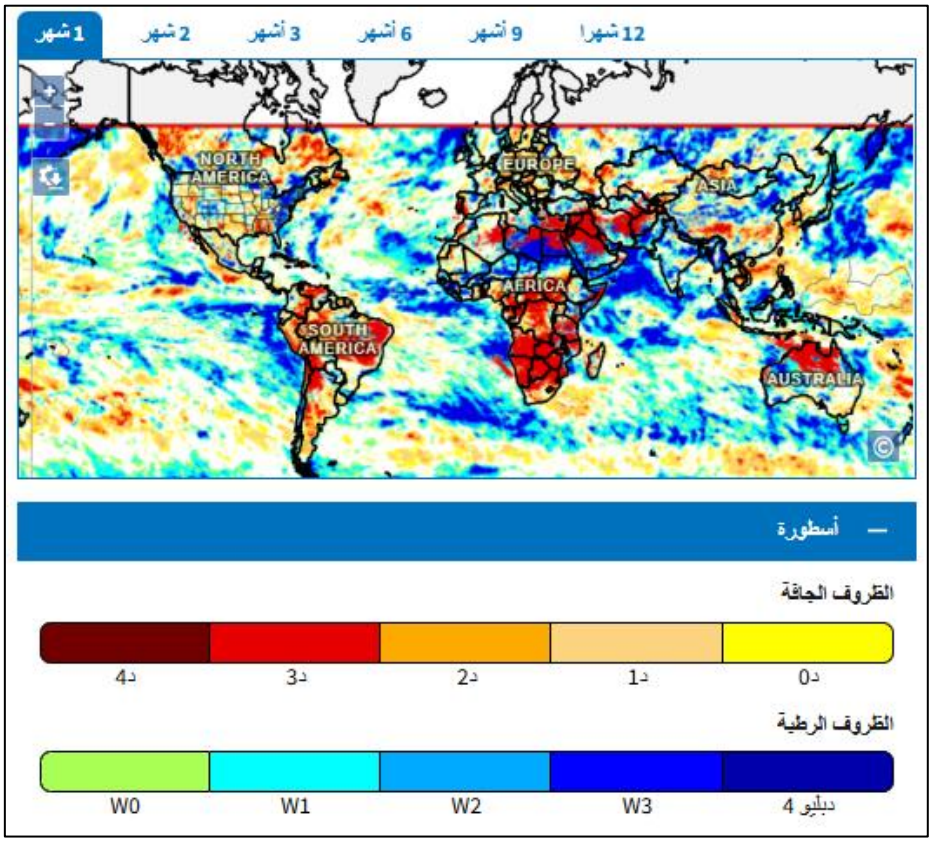
صمم المؤشر المعياري للهطول لتقدير كمية النقص في الهطول على النطاقات الحرارية. وتعكس هذه النطاقات الزمنية تأثير الجفاف على توافر عناصر المياه المختلفة. فأحوال رطوبة التربة تستجيب للاختلافات في كمية الهطول على نطاق زمني قصير. وتعكس المياه الجوفية، وتدفق المجاري المائية، ومستودعات التخزين بالمياه المخزونة فيها الاختلافات في الهطول. ولهذه الأسباب، حسب (ماكي وآخرون) ماكي)(Svoboda, 2014, p. 12 ,المؤشر المعياري في البداية (١٩٩٣) على النطاقات الحرارية الممتدة ٣ أشهر، و٦ أشهر، و١٢ شهرًا، و٢٤ شهرًا، و٤٨ شهرًا .

٢-١ مقاييس قيم المؤشر:

تنتج CMORPH تقنية CPC MORPHing تحليلات عالمية لهطول الأمطار بدقة مكانية وزمانية عالية جدا. وتستخدم هذه التقنية تقديرات هطول الأمطار المستمدة من عمليات الرصد بالموجات الصغرية للسواتل المدارية المنخفضة والمحكوم عليها في المكان والزمان من بيانات الأشعة تحت الحمراء للسواتل الثابت بالنسبة للأرض. تتميز بيانات CMORPH بزمن انتقال منخفض، ولكنها لا تكتشف الثلج بشكل فعال ويجب عدم استخدامها في المناطق التي بها ثلوج خلال الفترة الزمنية المحددة، في هذه الحالة الشهر الماضي (Drought.gov). ينظر الخريطة (٢)

* مؤشر SPI هو مؤشر يعتمد على احتمال تسجيل كمية معينة من هطول الأمطار، ويتم توحيد الاحتمالات بحيث يشير مؤشر الصفر إلى متوسط كمية هطول الأمطار (نصف كميات هطول الأمطار التاريخية أقل من الوسيط، والنصف الآخر أعلى من الوسيط). المؤشر سلبي للجفاف، وإيجابي للظروف الرطبة. عندما تصبح الظروف الجافة أو الرطبة أكثر حدة، يصبح المؤشر أكثر سلبية أو إيجابية.
https://experience.arcgis.com/experience/883e8644b5ed4f029657565e24fe9968/page/Map-Page/?views=Map-Information%2CSPI

الخريطة (٢) المؤشر العالمي لهطول الامطار القياسي (spi)



المصدر :(CMORPH, 2024)

يوضح مفتاح الخريطة قيم المؤشر في الظروف الجافة بالشكل الاتي:

- **D0 (-٠.٧ إلى -٠.٥)**

تتراوح قيمة مؤشـر هطول الأمطار القياسـي (SPI) لهذا الموقع بين -٠.٧ **إلى** -٠.٥ ، مما يشير إلى ظروف الجفاف غير الطبيعي (D0).

- **D1 (-١.٢ إلى -٠.٨)**

تتراوح قيمة مؤشر هطول الأمطار الموحد (SPI) لهذا الموقع بين -١.٢ **إلى** -٠.٨ ، مما يشير إلى ظروف الجفاف المعتدل (D1).

- **D2 (-١.٥ إلى -١.٣)**

تتراوح قيمة مؤشـر هطول الأمطار الموحد (SPI) لهذا الموقع بين -١.٥ إلى -١.٣ ، مما يشير إلى ظروف الجفاف الشديد (D2).

- **D3 (-١.٩ إلى -١.٦)**

تتراوح قيمة مؤشر هطول الأمطار الموحد (SPI) لهذا الموقع بين -١.٩ **إلى** -١.٦ ، مما يشير إلى ظروف الجفاف الشديد (D3).

- **D4** (-٢.٠ أو أقل)

قيمة مؤشر هطول الأمطار الموحد (SPI) لهذا الموقع هي -٢.٠ أو أقل ، مما يشير إلى ظروف الجفاف الاستثنائية (D4).

وقيم مؤشر هطول الامطار الموحد في الظروف الرطبة على النحو الاتي:

- W0 (٠.٥ إلى ٠.٧)

تتراوح قيمة مؤشر هطول الأمطار القياسي (SPI) لهذا الموقع بين ٠.٥ إلى ٠.٧ ، مما يشير إلى ظروف رطبة بشكل غير طبيعي (W0).

- W1 (٠.٨ إلى ١.٢)

تتراوح قيمة مؤشر هطول الأمطار القياسي (SPI) لهذا الموقع بين ٠.٨ إلى ١.٢ ، مما يشير إلى ظروف رطبة معتدلة (W1).

- W2 (١.٣ إلى ١.٥)

تتراوح قيمة مؤشر هطول الأمطار القياسي (SPI) لهذا الموقع بين ١.٣ إلى ١.٥ ، مما يشير إلى ظروف رطبة شديدة (W2).

- W3 (١.٦ إلى ١.٩)

تتراوح قيمة مؤشر هطول الأمطار القياسي (SPI) لهذا الموقع بين ١.٦ إلى ١.٩ ، مما يشير إلى ظروف شديدة الرطوبة (W3).

- W4 (٢.٠ أو أكثر)

قيمة مؤشر هطول الأمطار القياسي (SPI) لهذا الموقع هي ٢.٠ أو أكثر ، مما يشير إلى ظروف رطبة استثنائية (W4).

٢-٢ البيانات الوصفية Drought.gov (نظم المعلومات الجغرافية للويب)

تدير Drought.gov إصدارا تشغيليا من واجهة برمجة تطبيقات Climate Engine، وهي أداة معالجة بيانات تركز على المناخ قائمة على السحابة استنادا إلى Google Earth Engine وبرنامج NOAA Open Data Deployment (NODD). تستخدم Drought.gov Climate Engine لإنتاج مئات مؤشرات الجفاف كل يوم، استنادا إلى مجموعات بيانات تأسيسية رائدة متعددة من NOAA و NASA وشركاء آخرين. تم توحيد هذه المؤشرات لاستخدام نفس الفترة المرجعية المناخية (١٩٩١-٢٠٢٠)، وتجهيزات التوزيع ومنهجيات التبخر والنتح المحتملة. يتم تحديث البيانات يوميا ومتاحة في كل من تنسيقات تجانب Geo TIFF و XYZ الجاهزة لخريطة الويب(Drought.gov).

يوفر Drought.gov صفحات نظرة عامة لمقارنة هذه المنتجات، واستكشاف الاختلافات بين كل مجموعة بيانات أساسية: هطول الأمطار / النسبة المئوية لهطول الأمطار الطبيعي / SPI / SPEI / EDDI. ينظر الجدول (١).

الجدول (١) مجموعة البيانات الأساسية

Dataset	Precipitation	Percent of Normal Precip.	Max Temperature Departure from Normal	SPI	SPEI	EDDI	Coverage and Resolution	Latency
nClimGrid-Daily	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	ConUS 4km	4-6 days
ACIS "Grid 1"	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	ConUS 4km	3-5 days
CPC Daily ConUS Precip.	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	Precip. Only	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	Precip. Only	Precip. Only	ConUS 25km	3-5 days
PRISM	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	ConUS 4km	3-5 days
GridMET	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	ConUS 4km	3-5 days
CPC Daily Unified	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	Global 0.5 deg	4-6 days
ERA5 (Global)	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Week, 2W, 1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	Global 30km	5-7 days
CMORPH	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	Precip. Only	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	Precip. Only	Precip. Only	Global 8km	2-4 days
GPM IMERG	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	Precip. Only	1-Month, 2M, 3M, 6M, 9M, 12M	Precip. Only	Precip. Only	Global 10km	2-4 days

المصدر : الموقع الرسمي لنظام معلومات الجفاف المتكامل التابع للحكومة الأمريكية (https://www.drought.gov/data-download)

يتضمن سجل بيانات المناخ NOAA (CDR) لتقديرات هطول الأمطار العالمية مخصصة لتقديرات هطول الأمطار الساتلية العالمية عالية الدقة بتقنية CPC Morphing (CMORPH) المصححة والمعاد معالجتها (CMORPH). ويتم توفير البيانات المناخية في لقاعدة بيانا ت في شكل شبكة نصف × عالمية ذات دقة مكانية في شكل خلايا شبكية تغطى مساحة محددة بمقدار نصف درجة عرضية خط طول (٠,٥ × دائرة عرض ٠,٥ خط طول)، وتعتمد بيانات المشروع على النماذج العددية المصممة بواسطة مكتب جودارد العالمي لاستيفاء النماذج المناخية. (بدوي، ٢٠٢٠، صفحة ٩٥) ، ويتم إنشاء تقديرات هطول الأمطار عبر الأقمار الصناعية CMORPH في خطوتين. أولا، يتم إنشاء مجالات هطول الأمطار العالمية القائمة على السواتل البحتة من خلال دمج استرجاع المستوى ٢ لمعدلات هطول الأمطار الفورية من جميع قياسات الموجات الصغرية السلبية المتاحة (PMW_ على متن منصات تدور حول الأرض المنخفضة. ثم يتم إزالة التحيز في تقديرات هطول الأمطار الساتلية المتكاملة هذه من خلال المقارنة مع تحليل المقياس اليومي للتكلفة والتنسيقية على الأرض والتكيف مع التحليل المدمج لمشروع المناخ العالمي لهطول الأمطار (GPCP) لهطول الأمطار الخماسي فوق المحيطات. تم إنشاء تقديرات هطول الأمطار عبر الأقمار الصناعية CMORPH المصححة على شبكة kmx8km٨ فوق المجال العالمي من ٦٠ deg S إلى ٦٠ deg N وفي فترة ٣٠ دقيقة من ١ يناير ١٩٩٨. نظرا لتأخير بعض مجموعات بيانات الإدخال، يتم إنتاج هذا الإصدار الرسمي (الإصدار ١) الذي تم تصحيحه يدويا مرة واحدة في الشهر بزمن انتقال من ٣-٤ أشهر. (جويس، ٢٠١٩)

بالنسبة لإنتاج CDR، يتم ترقية CMORPH المصحح المتحيز الذي تم إنشاؤه بدقة أصلية تبلغ ٨ كم × ٨ كم / ٣٠ دقيقة لتشكيل ثلاث مجموعات من ملفات البيانات ذات دقة زمنية / مكانية مختلفة لتحسين تجربة المستخدم: ينظر الخريطة (٣)

- **بيانات**

CMORPH كاملة الدقة متغير الإخراج: معدل هطول الأمطار بالملليمتر / ساعة، الدقة المكانية: kmx8km٨ (عند خط الاستواء)، التغطية المكانية: عالمي (S-60N٦٠)، الدقة الزمنية: ٣٠ دقيقة، فترة البيانات: ١ يناير ١٩٩٨ حتى الوقت الحاضر.

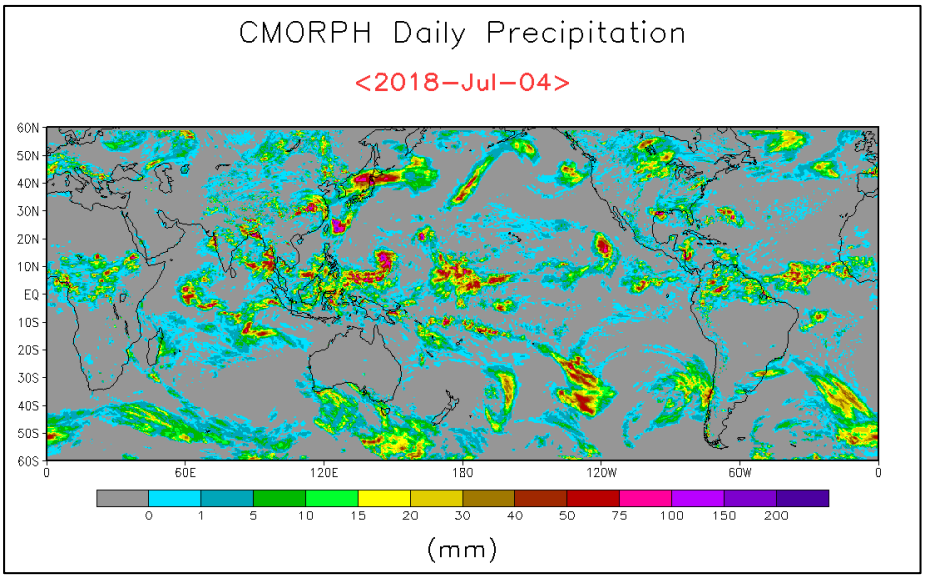
•متغير إخراج CMORPH

كل ساعة: معدل هطول الأمطار بالملليمتر / ساعة، الدقة المكانية: ٠.٢٥ درجة خط العرض / الطول، التغطية المكانية: عالمي (S-60N٦٠) الدقة الزمنية: فترة البيانات كل ساعة: ١ يناير ١٩٩٨ حتى الوقت الحاضر.

• **متغير إخراج CMORPH**

اليومي: هطول الأمطار اليومي بالمليمتر / يوم، طبع ٢٠١٥-٠٦-٠٨ – الدقة المكانية: ٠.٢٥ درجة خط العرض / لون، التغطية المكانية: عالمية (S-60N٦٠)، الدقة الزمنية: فترة البيانات كل ساعة: ١ يناير ١٩٩٨ حتى الوقت الحاضر.

الخريطة (٣) هطول الأمطار اليومي العالمي (مم) ليوم ٤ يوليو ٢٠١٨، المستمد من تقديرات هطول الأمطار الساتلية CMORPH المصححة



المصدر: هطول الأمطار اليومي العالمي (مم) ليوم ٤ يوليو ٢٠١٨، وتقديرات هطول الأمطار عبر الأقمار الصناعية في موقع (https://www.ncei.noaa.gov/access/metadata/landing-page/bin/iso?id=gov.noaa.ncdc:C00948)

٣- تحليل خرائط مؤشر هطول الامطار القياسي (spi)

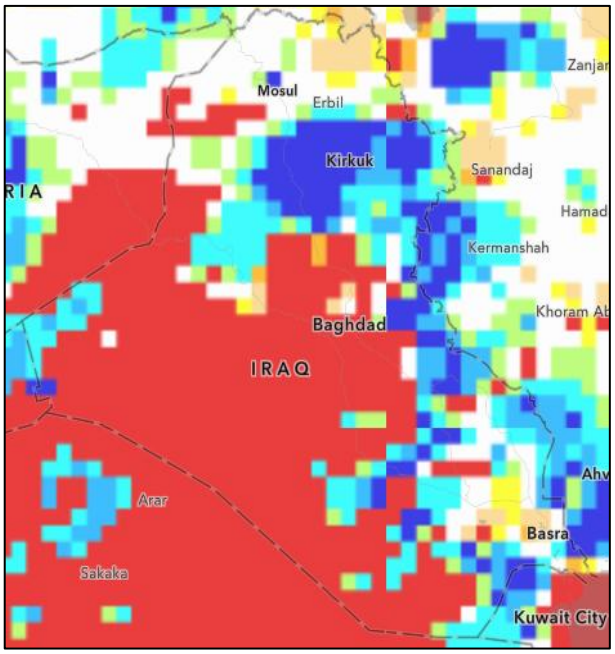
توافرت في التطبيق الشـكل (٢)، أدوات وحزم خوارزمية محاكاة لاشـتقاق قيم مؤشـر هطول الامطار (SPI) تم تعيين خرائط العراق لاشتقاق مؤشر هطول الامطار، وبالنظر لضيق مساحة البحث ارتأى الباحث الى انتقاء بعض المؤشرات الشائعة بتصرف وعلى النحو الاتي:

٣-١ نموذج المناخ (**CMORPH Daily [NOAA/NIDIS/NCEI]**) لقيم المؤشر حسب النطاقات الزمنية الشهرية لغاية ٢٠٢٤/١/٩، (٣اشهر و٦ اشهر و ٩ اشهر و ١٢ شهراً) والتي توضحها الخرائط تباعاً (٤، ٥ ، ٦ ، ٧).(**Esri, © Open Street Map contributors**).

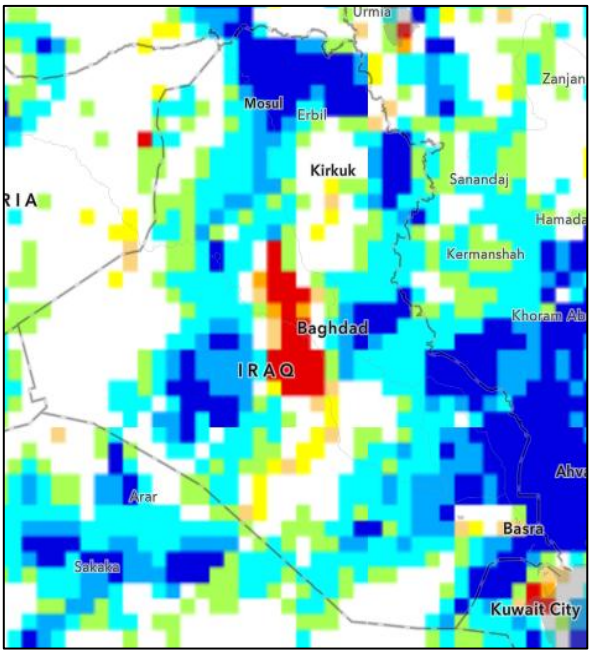
الشكل (٢) نافذة تطبيق اشتقاق مؤشر هطول الامطار القياسي (SPI)

المصدر : (https://experience.arcgis.com/experience)

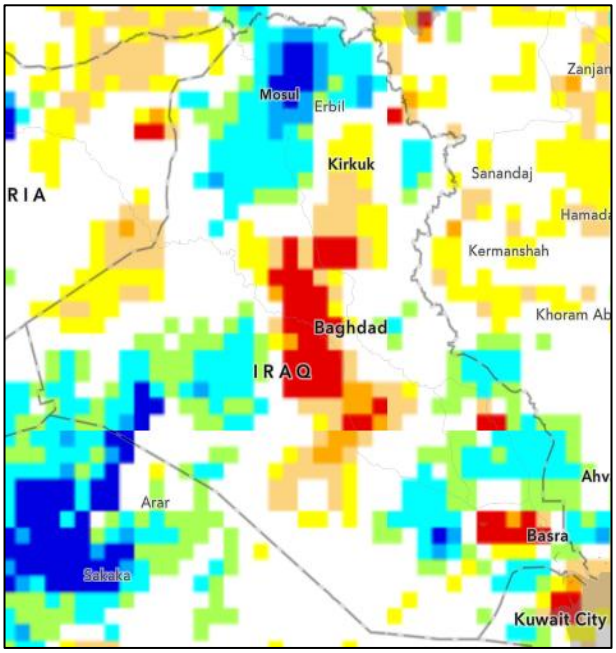
الخريطة (٤)



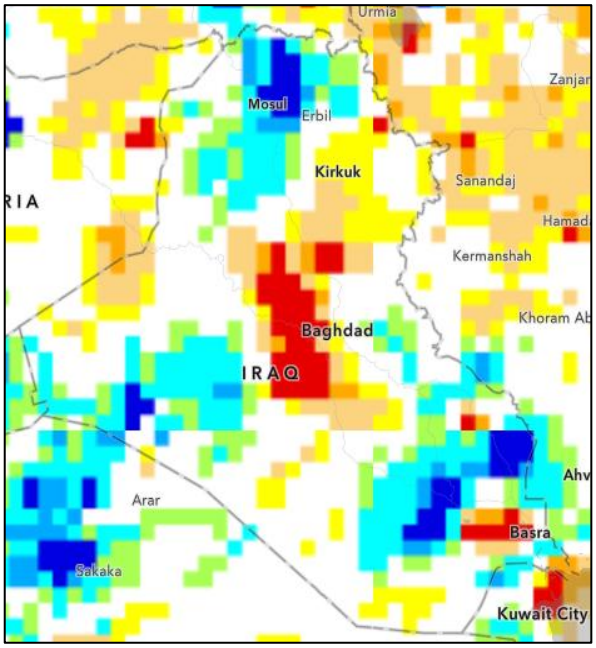
الخريطة (٥)



الخريطة (٦)

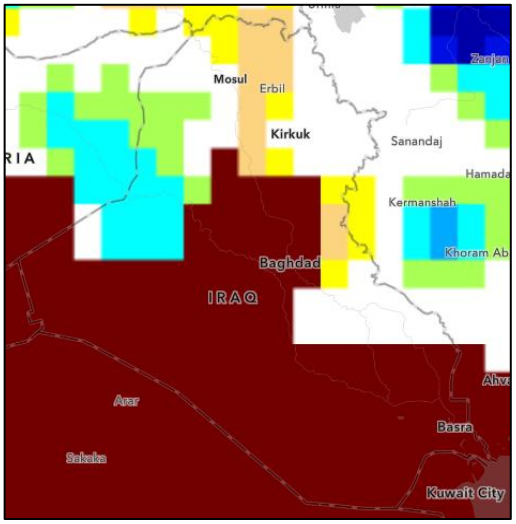


الخريطة (٧)

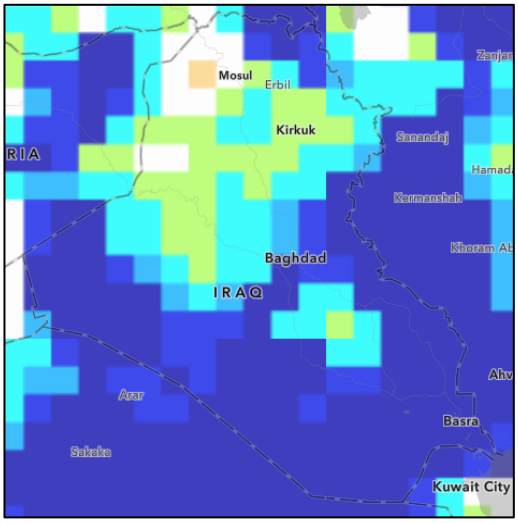


٣-٢ نموذج المناخ [NOAA] CPC (Global CPC Unified Daily Precipitation: Drought Indices) ينتج مركز التنبؤ بالمناخ (CPC) التابع لدائرة الأرصاد الجوية الوطنية منتجا عالميا موحدا لهطول الأمطار اليومية من عام ١٩٧١ إلى الوقت الحاضر. بهدف توفير بيانات هطول الأمطار عالية الجودة والمتسقة وتقديم رؤية شاملة لأنماط هطول الأمطار في جميع أنحاء العالم. يتم توفير منتجات هطول الأمطار اليومية كفترات تراكم مجمعة (٣ و٦ و٩ و١٢ شهراً) بتاريخ (٢٠٢٤/٨/٣١). كما في الخرائط (٨، ٩، ١٠، ١١) على التوالي.

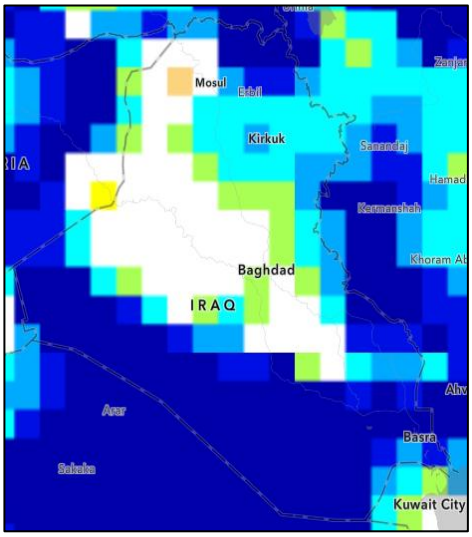
الخريطة (٨)



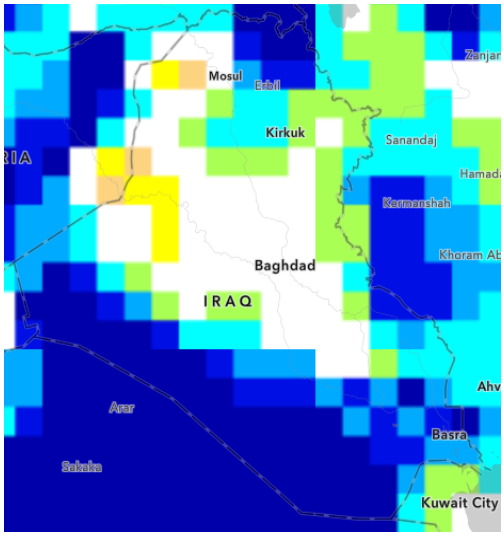
الخريطة (٩)



الخريطة (١٠)

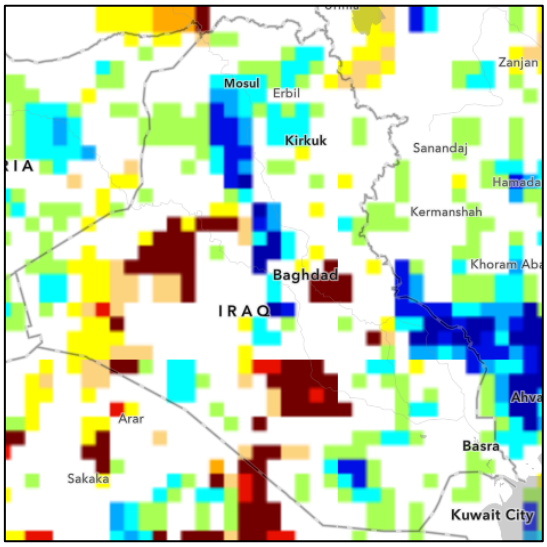


الخريطة (١١)



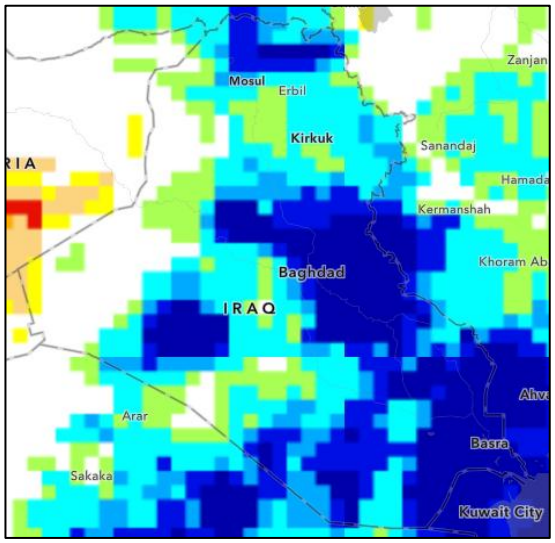
٣-٣ GPM – IMERG: مؤشرات الجفاف تجمع خوارزمية ناسا المتكاملة Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG) بين المعلومات من كوكبة الأقمار الصناعية GPM لتقدير هطول الأمطار على غالبية سطح الأرض. هذه الخوارزمية ذات قيمة خاصة على غالبية سطح الأرض الذي يفتقر إلى أدوات قياس هطول الأمطار على الأرض. الآن في الإصدار الأخير ٠٦ من IMERG، تدمج الخوارزمية تقديرات هطول الأمطار المبكرة التي تم جمعها أثناء تشغيل القمر الصناعي TRMM (٢٠٠٠-٢٠١٥) مع تقديرات هطول الأمطار الأحدث التي تم جمعها أثناء تشغيل القمر الصناعي GPM (٢٠١٤ – حتى الآن). بتحديث (٢٠٢٤/٦/١) موضحة في الخرائط (١٢ ، ١٣ ،١٤، ١٥).

الخريطة (١٢)



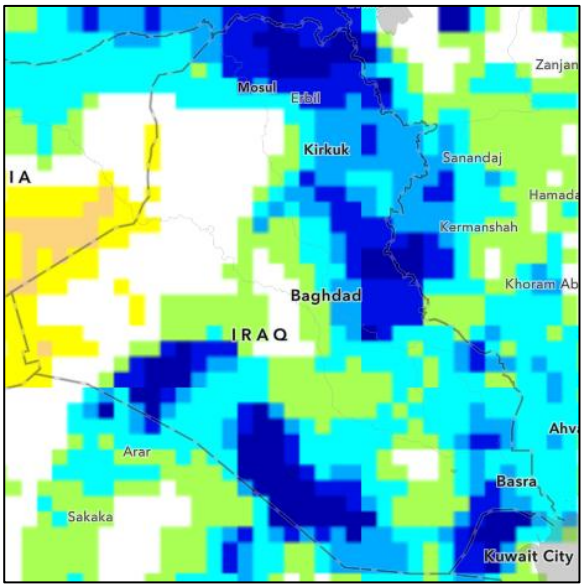
مؤشر الامطار (٣ أشهر)

الخريطة (١٣)



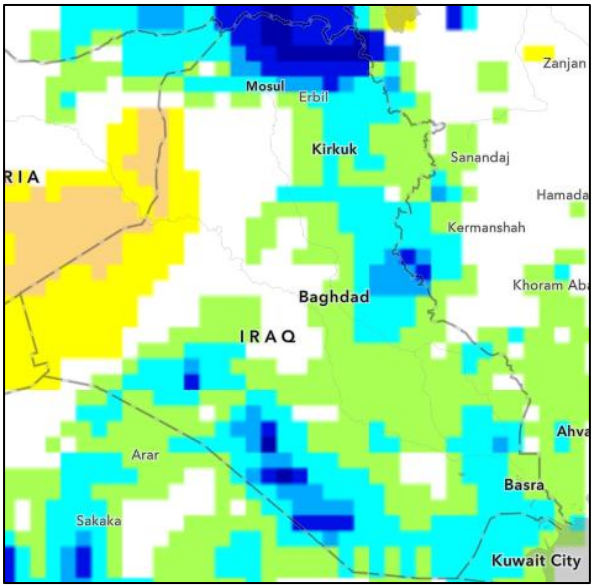
مؤشر الامطار (٦ أشهر)

الخريطة (١٤)



مؤشر الامطار (٩ أشهر)

الخريطة (١٥)



مؤشر الامطار (١٢ شهر)

٤- النتائج والتوصيات:

١. أظهرت نتائج البحث التعرف على التطبيقات التفاعلية وادواتها وكيفية استخدامها.
٢. تبين من البحث وجود قاعدة بيانات مناخية من مصادر متعددة للأقمار الصناعية محدثة لغاية ٢٠٢٤/١/٩.
٣. اتضح ان البيانات المتوافرة في تطبيق الجفاف العالمي مدمجة بخوارزميات المحاكاة لتحليل التنبؤ بالمناخ وعناصره كالحرارة والرطوبة والمطر.
٤. هناك مؤشرات عديدة لقياس هطول الامطار القياسي (SPI) وفق نماذج مناخية مختلفة تم اعداد خرائطها حسب نطاقات زمنية مختلفة.
٥. يؤكد البحث أهمية المواقع التفاعلية المهتمة بالمناخ والظواهر الجغرافية وتحتوي على أدوات ديناميكية لتحليل البيانات المنتجة من قبل شراكة عالمية من مؤسسات مهتمة بإنتاج البيانات الرقمية.
٦. تبين من الخرائط المنتجة ان قيمة مؤشر هطول الأمطار الموحد (SPI) في العراق تراوحت بين -١.٩ **إلى** -١.٦ ، في معظم مناطق العراق ، مما يشير إلى ظروف الجفاف الشديد (D3).

٧. من خلال الخرائط التفاعلية اتضح ان قيمة مؤشر هطول الأمطار القياسي (SPI) تتراوح قيمة مؤشر هطول الأمطار القياسي (SPI) لهذا الموقع بين ٠,٨ **إلى** ١,٢ ، مما يشير إلى ظروف رطبة معتدلة (W1).

٨. يوصي البحث بضرورة الاستعانة بموقع (**Global Drought Monitor**) ، واداة المناخ والجفاف (**Drought.Gov**) وتوظيف بيانات المناخ في البحث الجغرافي

٩. الاهتمام بالخرائط التفاعلية لانتاج خرائط بدقة زمانية عالية.

١٠. توجيه الباحثين الى موارد البحث والتطوير والتعلم لاستخدام تقنيات بيانات الطقس والمناخ مثل الشذوذ الحراري ودرجة حرارة سطح الأرض والتبخر والجفاف ورطوبة التربة وغيرها من المؤشرات المناخية.

١١. على أصحاب القرار الاخذ بنظر الاعتبار حداثة البيانات المنتجة من قبل شراكات عالمية لبوابات تحليل المناخ وحالات الطقس التي ينذر بعضها بخطر الجفاف وشحة هطول الامطار الموسمي واعداد دراسات علمية تطبيقية والشراكة معها.

المصادر: References

بدوي، هشام داود صدقي، (٢٠٢٠)، تقييم كفاءة قاعدة البيانات المناخية العالمية POWER في رصد بيانات درجة الحرارة السطحية في مصر، مجلة البحث العلمي في الآداب،135-93 ,(6)21 ،2020، 115418 .

Agbehadji, I. E., Mabhaudhi, T., Botai, J., & Masinde, M. (2023). A Systematic Review of Existing Early Warning Systems' Challenges and Opportunities in Cloud Computing Early Warning Systems. Climate, 11(9), 188.

. مؤسسة DOI نظام مُعرِّفات الكائنات الرقمية ، doi.org/10.3390/cli11090188 .

Keyantash, John & National Center for Atmospheric Research Staff (Eds). Last modified 2025-04-29 "The Climate Data Guide: Standardized Precipitation Index (SPI)." Retrieved from -٥

مؤشر هطول الأمطار الموحد-climatedataguide.ucar.edu/climate data/standardized precipitation-index-spi on 2025-05-09.

M. Svoboda, M. Hayes and D. Wood, (2012), Guide WMO-No. 1090 Geneva.https://www.uncclearn.org/wpcontent/uploads/library/wmo_1090_ar.pdf.

Xie ،Pingping , CMAP: CPC Merged Analysis of Precipitation Years of record (2019), Op. Cit.

Xie, Pingping; Joyce, Robert; Wu, Shaorong; Yoo, S.-H.; Yarosh, Yelena; Sun, Fengying; Lin, Roger, NOAA CDR Program (2019): NOAA Climate Data Record (CDR) of CPC Morphing Technique (CMORPH) High Resolution Global Precipitation Estimates, Version 1 [indicate subset]. NOAA National Centers for Environmental Information.

تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وإدارتها وتحليلها. experience.arcgis.com/experience , CSPI

مركز التنبؤ بالمناخ Drought.gov -www.drought.gov/about/partners/climate-prediction-center

معلومات الجفاف المتكامل التابع للحكومة الأمريكية www.drought.gov/about/who-we-are#drought-gov

معلومات الجفاف المتكامل التابع للحكومة الأمريكية www.drought.gov Drought.gov |
أنشطة الإنذار المبكر بالجفاف www.drought.gov/about/who-we-are#drought-gov .
أنشطة الإنذار المبكر بالجفاف www.drought.gov/about/who-we-are#drought-gov .