

نمذجة وتحليل أثر الجفاف على الغطاء المائي لبحيرتي (دوكان ودربنديخان) في محافظة السليمانية

عبد الباقي خميس حمادي المحمدي

الأستاذ المساعد الدكتور في قسم الجغرافية / كلية الآداب / الجامعة العراقية

Email: abdbaqi81@gmail.com

الملخص:

هدف البحث الى تحليل فترات الجفاف باعتماد مؤشر دليل المطر القياسي (SPI) لثلاث محطات مناخية (السليمانية، دوكان، دربنديخان) للمدة (١٩٩١-٢٠٢٠) واعتماد اربع سنوات كنماذج أساس في تصنيف الجفاف، للوقوف على اهم التأثيرات الحالية والمستقبلية للجفاف، فتبين من خلال تطبيق مؤشر SPI ان اعلى قيمة له سجلت في ١٩٩٣ في محطة دربنديخان بلغت (٢.٢٧) وتصنف بانها شديدة الرطوبة جدا، اما في سنة ٢٠٢٠ فقد سجل في محطة دوكان قيمة بلغت (-٢.٣٦) وهي شديدة الجفاف جدا. واطهرت نتائج تحليل المرئيات الفضائية ان مؤشر الغطاء المائي سجل تراجعاً مستمراً في منطقة البحث ونمواً متزايداً لمساحة التربة الجافة، اذ سجلت اعلى قيمة لمساحة المسطح المائي في بحيرتي دوكان ودربنديخان في سنة ١٩٩٣، فبلغت مساحته (١٤٤، ١٠٢.٩) كم^٢ على التوالي، بينما سجلت اقل قيمة لمساحة المسطح المائي في بحيرتي دوكان ودربنديخان في سنة ٢٠٢٠، فبلغت مساحته (٨٤، ٤٤.٥) كم^٢ على التوالي.

الكلمات المفتاحية: (مؤشر الغطاء المائي، مؤشر دليل المطر القياسي SPI ، الجفاف).

Modeling and analyzing the impact of drought on the water cover of the two lakes

(Dokan and Darbandikhan) in Sulaymaniyah Governorate

Abdel-Baqi Khamis Hammadi AL_mouhamade

Asist. Prof. Dr .in Department of Geography/ College of Arts/ Al-Iraqi University

Abstract:

The research aimed to analyze drought periods by adopting the Standard Rain Index (SPI) index for three climate stations (Sulaymaniyah, Dokan, Darbandikhan) for the period (1991–2020) and adopting four years as basic models in classifying drought, to identify the most important current and future impacts of drought. Applying the SPI index indicated that its highest value was recorded in 1993 at Darbandikhan station, which was (2.27), and it is classified as very very

humid. However, in the year 2020, it was recorded at Dokan station, with a value of (-2.36), which is very very dry. The results of satellite visual analysis showed that the water cover index recorded a continuous decline in the research area and an increasing growth in the dry soil area. The highest value for the area of the water body was recorded in the Dokan and Darbandikhan lakes in the year 1993, when its area reached (144 and 102.9) km², respectively. While the lowest value for the area of the water body was recorded in the Dokan and Darbandikhan lakes in the year 2020, as its area reached (84 and 44.5) km², respectively.

Keywords: water cover index, standard rain index (SPI), drought.

المقدمة

تُعدُّ مشكلة مخاطر الجفاف من المشاكل الرئيسة التي تُهدد استدامة وتنمية الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة، لا سيما في الدول التي لا تمتلك المقومات الاقتصادية والعملية لمواجهة هذه المشكلة ومع تزايد وتيرة وحِدّة التغيّرات المناخية التي أصابت معظم مناطق العالم وأضحت آثارها واضحة المعالم ونظرا للتطور السريع في تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية فقد أصبح من الممكن محاكاة مخاطر الجفاف في المناطق المراد دراستها، لا سيما الاحواض المائية وذلك للحد من مظاهر التدهور البيئي الذي يعقب حدوثها، فضلا عن الاستفادة منها في تنمية الموارد المائية، لا سيما بعد حدوث السيول المصاحبة للعواصف المطيرة التي تعد انعكاسا للعوامل الجيولوجية والمناخية والجيومورفولوجية لأحواض الصرف، وتوجد العديد من المؤشرات والدلائل الطيفية التي تعتمد على اسس علمية وقوانين فيزيائية في ايجاد العلاقة بين الجفاف والغطاء المائي بُغية الوصول الى تحديد دقيق للسنوات الجافة والرطوبة وتتابعها على منطقة البحث، وذلك لرصد التغيّرات الحاصلة في مساحات التغطية المائية خلال مُدد الدراسة الأربعة، لا سيما وإنَّ مشكلة نقص المياه لا تظهر بصورة مفاجئة وإنما هي مُحصلة لتراكم وتتابع سنوات الجفاف ليبدأ العجز المائي بالتزايد التدريجي.

مشكلة البحث:

هل ان للجفاف المصاحب للتغيرات المناخية انعكاسا " واضحا" على الغطاء المائي في منطقة البحث للمدة (١٩٩١-٢٠٢٠)؟ وهل أسهم ذلك في تباين التغطية المساحية للمسطح المائي في منطقة البحث؟

فرضية البحث

هنالك مؤشرات ودلائل واضحة لتغير قيم مساحات الغطاء المائي ناتجة عن التغيرات المناخية التي تظهر اثارها واضحة عقب موجات الجفاف التي ضربت المنطقة ولا سيما في العقود الأخيرة التي تسببت في تراجع كمية الامطار الهاطلة في المنطقة وارتفاع درجات الحرارة وتفاقم قيم التبخر وبالتالي تدهور الظروف الطبيعية والبشرية في المنطقة.

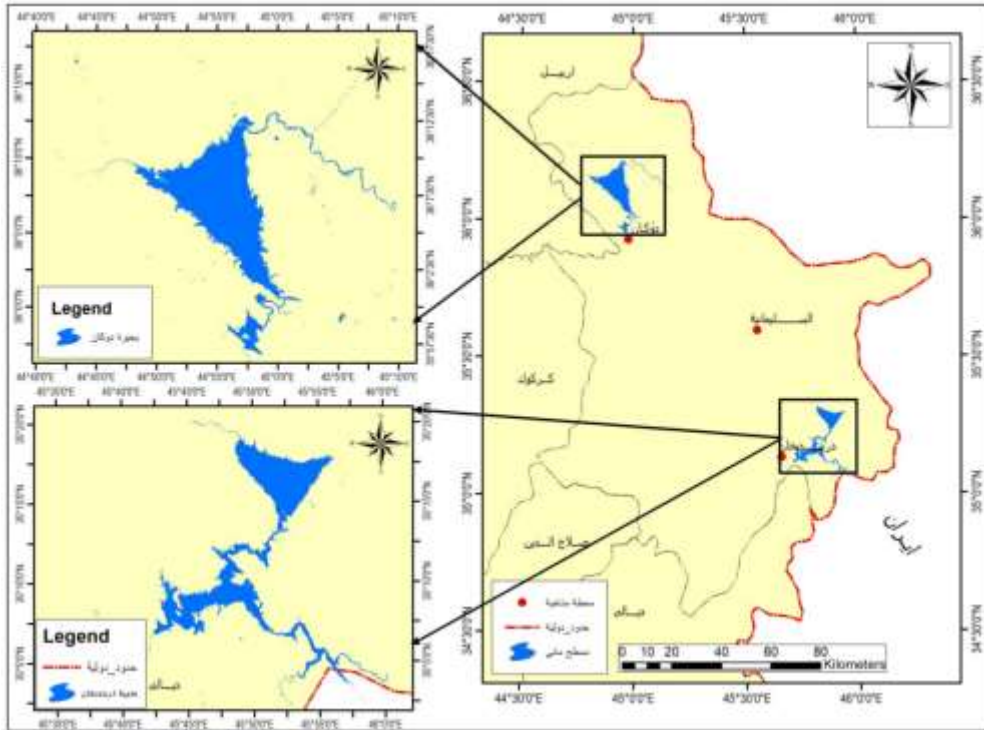
هدف البحث

تسليط الضوء على مشكلة الجفاف التي بدأت اثارها واضحة على حجم وكمية الايراد المائي للمسطحات المائية في منطقة البحث، معتمداً بذلك على مؤشر الجفاف (SPI)، ومؤشر الغطاء المائي (NDWI) لسنوات مختاره يتم من خلالها التعرف على الفروق الحاصل لقيم هذه المؤشرات بين السنوات الجافة والرطبة.

حدود ومساحة البحث

تقع منطقة البحث ضمن محافظة السليمانية في الشمال الشرقي من العراق ويحدها من الشرق إيران ومن الشمال محافظة أربيل ومن الغرب كركوك وصلاح الدين ومن الجنوب محافظة ديالى .
اما فلكيا فتقع بين خط طول (٣٢ ٤٤) و (٢٠ ٤٦) ودائرة عرض (٣٢ ٣٤) و (٣١ ٣٦) وتبلغ المساحة الاجمالية المختارة للبحث (٢٨٨٦.٩) كم^٢ خريطة (١).

خريطة (١): موقع منطقة البحث



المصدر: الباحث بالاعتماد على: وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خارطة محافظة السليمانية ٢٠٢٠ مقياس ١:١٢٥٠٠٠ باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

أولاً: مؤشر الجفاف

يُعد الجفاف ظاهرة طبيعية تحدث في مناطق مختلفة من العالم، إذ إن حدوثها لا يعتمد على تطرف الظروف المناخية فحسب وإنما تختلف شدته وتكراره من منطقة لأخرى، ويتفاقم تأثيره من خلال عملية تتابع سنوات الجفاف على الإقليم أو ما يُعرف بعملية استدامة الجفاف (Sustainability Drought) والذي ينتج عنه عجزا في كمية الموارد المائية مما يؤثر سلبا على النظام البيئي في أي منطقة (Kassas, 1995, p;115-128). فقد نشأة عن تقاوم مشكلة الجفاف اثارا بيئية واقتصادية واجتماعية عدة، ولعل أبرزها تقلص رقعة الأراضي الزراعية وسيطرة التصحر على مناطق مختلفة من البلاد، فضلا عن هجرة العديد من المزارعين الى المدن، مما تسبب بالضغط الهائل على الخدمات

المتاحة فيها. لقد أجريت في الأوان الأخيرة العديد من البحوث والدراسات في العالم لمشكلة الجفاف لما لها من أهمية في حياة الانسان ومدى تأثيرها السلبي على كمية المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة، لذا سيتم تصنيف الجفاف في منطقة البحث لمعرفة السنوات الجافة والرطوبة حيث توجد العديد من الأدلة والمؤشرات لحساب الجفاف، فبعضها يعتمد على عنصر مُناخي واحد والبعض الآخر يعتمد على عنصرين ومنها ما يعتمد على أكثر من ذلك وسيتم الاعتماد على مؤشر دليل المطر القياسي (SPI) (Standardized Precipitation Index). حيث يستخدم لتقييم العجز في التساقط بغية معرفة اثر النقص في كمية الأمطار على رطوبة التربة ليناسب عدّة مقاييس زمنية لتحليل الأمطار وبيان اثر الجفاف على مصادر المياه المختلفة ولهذا يتم احتساب قيم SPI لفترات تبلغ ١، 3 ، 6 ، 12 ، 24 شهرا بهدف إظهار التباينات المكانية والزمانية في قيم الجفاف بُغية معرفة السنوات الجافة (McKee, p; 179-184) ويُعد مؤشر (SPI) دليل نسبي في تصنيف فترات الجفاف والرطوبة حيث يتعامل مع كل محطة مناخية بشكل منفرد ومستقل عن المحطات الاخرى، ويُمثل المعدل العام للمطر في تلك المحطة الحد الفاصل بين الرطوبة والجفاف (جاسم، ٢٠٢٠، ص ٢٣) (Jassim, 2020, p; 23).

يحدث الجفاف عندما تكون قيم هذا المؤشر سالبة ويشد في درجاته عندما تصل قيمته لأكثر من (-٢) وتكون الأقاليم رطبة عندما تصبح قيمته موجبة، يفضل في حسابه تكامل بيانات السلسلة الزمنية للإمطار، وتكون مدة للدراسة تزيد عن (٣٠ سنة) (حمادي، ٢٠٢٣، ص ١٢٧٢) (Humadi, 2023, p; 1272) ويعتمد في تحديد الجفاف وفق المعيار المحدد وفقا للجدول (١).

جدول (1): القيم المعيارية لدليل المطر القياسي Spi	
التصنيف	قيم Spi
شديد الرطوبة جدا	≤ 2
شديد الرطوبة	1.50 - 1.99
متوسط الرطوبة	1 - 1.49
معتدل الرطوبة	0 - 0.99
معتدل الجفاف	-0.99 - 0
متوسط الجفاف	-1 - -1.49
شديد الجفاف	-1.50 - -1.99
شديد الجفاف جدا	≤ -2

Source: McKee, T. B. Doesken, N.J& Kleist, J. "The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Seales. Preprints", Eight conf. on Applied Climatology, "Anaheim California, USA", (2003), PP.179-184

وبعد استخراج مؤشر SPI للبيانات المطرية لثلاث محطات مناخية (سليمانية، دوكان، دربنديخان) للمدة (١٩٩١ - ٢٠٢٠) واعتماد اربع سنوات كنماذج أساس في تصنيف الجفاف، ومن خلال النتائج في جدول (٢) يتضح ان اعلى قيمة لمؤشر SPI سُجلت سنة ١٩٩٣ في محطة دربنديخان إذ بلغت (٢.٢٧) وبحسب التصنيف الذي وضعه مكي جدول (١) فإنها تصنف الى انها سنة ذات رطوبة شديدة جداً، وفي سنة ١٩٩٩ فقد سُجلت اعلى القيم في محطة السليمانية إذ بلغت (١.٣٦) وتصنف بانها متوسطة الرطوبة، بينما في سنة ٢٠٠١ فقد سُجلت اعلى القيم ذات الاتجاه السالب في محطة دوكان فبلغت (-1.92) وهي شديدة الجفاف، اما في سنة ٢٠٢٠ فقد توالى القيم السالبة في محطة دوكان فبلغت (-2.36) وتصنف بانها شديدة الجفاف جداً.

جدول (٢): السنوات المختارة وفق مؤشر spi

المحطة	السنة	قيمة spi	الصف
السليمانية	١٩٩٣	2.06	شديد الرطوبة جدا
دوكان	١٩٩٣	2.18	شديد الرطوبة جدا
درينديخان	١٩٩٣	2.27	شديد الرطوبة جدا
السليمانية	١٩٩٩	1.36	متوسط الرطوبة
دوكان	١٩٩٩	0.74	معتدل الرطوبة
درينديخان	١٩٩٩	1.17	متوسط الرطوبة
السليمانية	٢٠٠١	-1.25	متوسط الجفاف
دوكان	٢٠٠١	-1.92	شديد الجفاف
درينديخان	٢٠٠١	-1.٤٥	متوسط الجفاف
السليمانية	٢٠٢٠	-2.02	شديد الجفاف جدا
دوكان	٢٠٢٠	-2.36	شديد الجفاف جدا
درينديخان	٢٠٢٠	-2.04	شديد الجفاف جدا

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على:

١ - دليل المطر القياسي SPI

٢- جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠.

بعد تطبيق مؤشر (SPI) ومن تحليل الجدول (٣) والخريطة (٢) يتبين ان شدة واستدامة الجفاف في المحطات المدروسة سجلت اكثر تكرار للمواسم الجافة في محطة السليمانية بنسبة بلغت (٥٦.٧%) وهذا يرجع الى عدة عوامل منها قلة تكرار المنخفضات الجوية الجبهوية المطيرة خلال تلك السنوات وزيادة كمي الرطوبة الجوية التي تساهم وبشكل كبير في زيادة كمية الامطار خلال تلك السنة.

بينما سجلت المواسم الرطبة اكثر تكراراً في محطتي دوكان ودرينديخان بنسبة (٥٦.٧%)، (٥٣.٣%) على التوالي، وسجلت اعلى نسبة تكرار للسنوات الجافة ضمن صنف معتدل الجفاف في محطة السليمانية اذ بلغ (١٢) سنة بنسبة (٤٠%)، ثم تليها محطة درينديخان التي بلغ فيها تكرار السنوات الجافة (٩) سنة بنسبة (٣٠%).

جدول (٣): تكرار موجات الجفاف في المحطات المختارة لمنطقة البحث حسب مؤشر SPI

الشدة	النسبة والتكرار	السليمانية	دوكان	دربنديخان
١- الجفاف شديد	التكرار	١	٢	٢
	النسبة	%٣.٣	%٦.٦	%٦.٦
الجفاف شديد	التكرار	١	٢	١
	النسبة	%٣.٣	%٦.٦	%٣.٣
الجفاف متوسط	التكرار	١	١	١
	النسبة	%٣.٣	%٣.٣	%٣.٣
الجفاف معتدل	التكرار	١٢	٨	٩
	النسبة	%٤٠	%٢٦.٦	%٣٠
الرطوبة معتدل	التكرار	٩	١٢	١٠
	النسبة	%٣٠	%٤٠	%٣٣
الرطوبة متوسط	التكرار	٢	٢	٢
	النسبة	%٦.٦	%٦.٦	%٦.٦
الرطوبة شديد	التكرار	١	١	-----
	النسبة	%٣.٣	%٣.٣	---
١- الرطوبة شديد	التكرار	١	١	١
	النسبة	%٣.٣	%٣.٣	%٣.٣
الموجات الجافة	التكرار	١٧	١٣	١٤
	النسبة	٥٦.٧	٤٣.٣	٤٦.٧
الموجات الرطبة	التكرار	١٣	١٧	١٦
	النسبة	٤٣.٣	٥٦.٧	٥٣.٣

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الامطار باستخدام برنامج SPI.

اما صنف شديد الجفاف جداً فقد بلغت تكرارات السنوات الجافة (٢) سنة لكل من محطة دوكان ودرنديخان بنسبة (٦.٦%) ثم تليها محطة السليمانية التي بلغت (١) سنة بنسبة (٣.٣%)، وبلغ تكرار السنوات الجافة ضمن صنف شديد الجفاف (١) سنة لكل من محطة السليمانية

ودربنديخان وبنسبة (٣.٣%) و(٢) سنة لمحطة دوكان بنسبة (٦.٦%)، وسجل صنف متوسط الجفاف تكرارا بلغ (١) سنة بنسبة (٣.٣%) لجميع المحطات المدروسة.

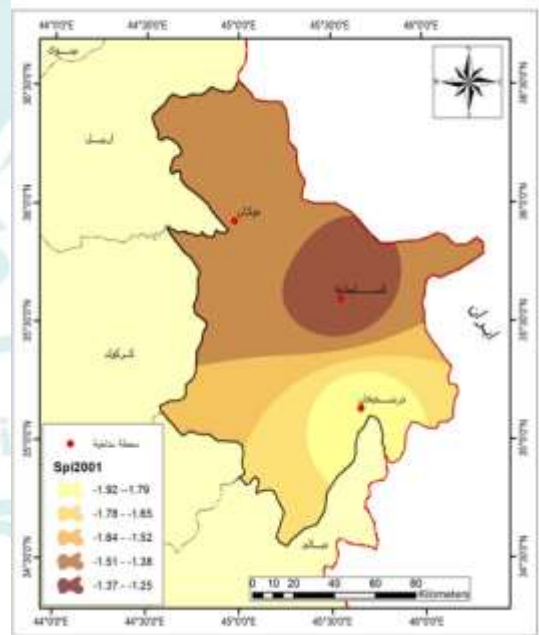
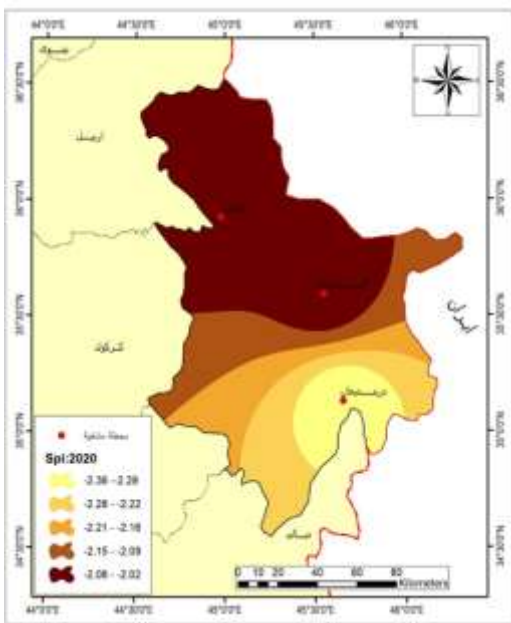
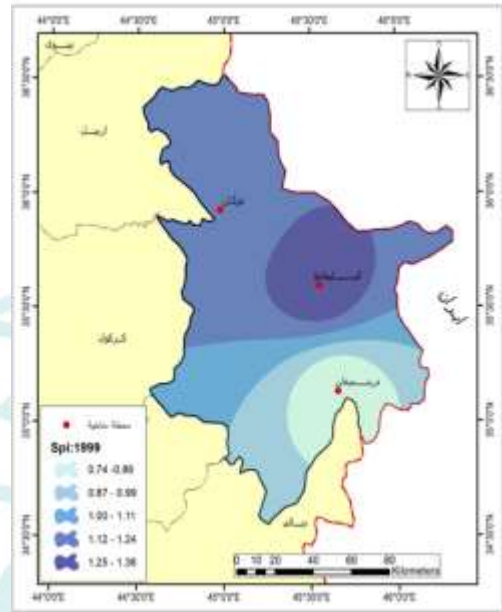
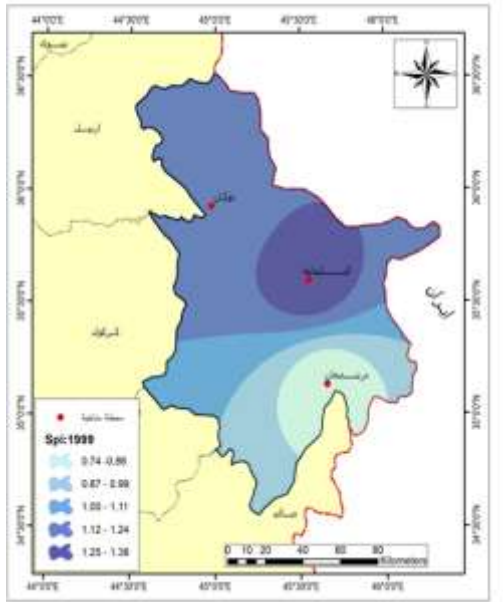
كما ويلاحظ ان هذين الصنفين من أصناف الجفاف "الشديد والشديد جداً" سجلا أقل نسبة له في محطة السليمانية وذلك لأن محطة السليمانية تقع في الجزء الشمالي الشرقي ذو الارتفاع الشديد الذي يساهم وبشكل كبير في زيادة كمية الامطار مما يعني زيادة في تكرار الأصناف الرطبة وتراجع في الأصناف الجافة خلافاً للمحطات الأخرى التي تقع جنوبها.

في حين سجل أكثر تكرار للسنوات الرطبة ضمن صنف معتدل الرطوبة في محطة دوكان، اذ بلغ (١٢) سنة بنسبة (٤٠%) ثم تليها محطة دربنديخان والسليمانية فسجلت تكرار للسنوات الرطوبة بلغ (٩-١٠) سنة بنسبة (٣٣،٣٠%). اما صنف متوسط الرطوبة والشديد جدا فقد سجل متساوية لجميع المحطات اذ بلغ (١،٢) سنة بنسبة (٦.٦، ٣.٣%) على التوالي. اما صنف شديد الرطوبة فقد سجل لكل من محطة السليمانية ودوكان (١) سنة بنسبة (٣.٣%) على التوالي، وينعدم في محطة دربنديخان.

ثانياً: مؤشر الغطاء المائي (NDWI)

اقترح مؤشر الغطاء المائي من قبل الباحث (Mc Feeters, 1996) للكشف عن حجم المسطحات المائية على سطح الأرض ومراقبة التغيرات المكانية التي تطرأ عليها نتيجة لتباين الظروف الطبيعية في منطقة ما، وتتراوح قيمة بين (-١ و +١) ويعتمد ذلك على كمية الماء الموجود على السطح، إذ يُشير انعكاس اللون الأزرق الى ارتفاع قِيمة في الصور الفضائية المرئية (NDWI, 2011, p; 3-4).

خريطة (٢): نمذجة مؤشر SPI للسنوات المختارة في منطقة البحث



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٢) باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

يوضح هذا المؤشر مساحة الغطاء المائي في منطقة البحث عن طريق زيادة مناسبتها واشغالها اكبر مساحة ممكنة او تراجعها الى مستويات ادنا للسنوات التي تمّ اعتمادها، ومن تطبيق مؤشر (NDWI) على المرئية (LandSat ٥,٧,٨) للمواسم الربيعية أمكن تمييز المياه بشكل واضح ، وفقا للمعادلة الآتية (Serrano, 2019, p; 3):

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

إذ إنّ:

NDWI = مؤشر المُسطحات المائية

Green = الطول الموجي الأخضر

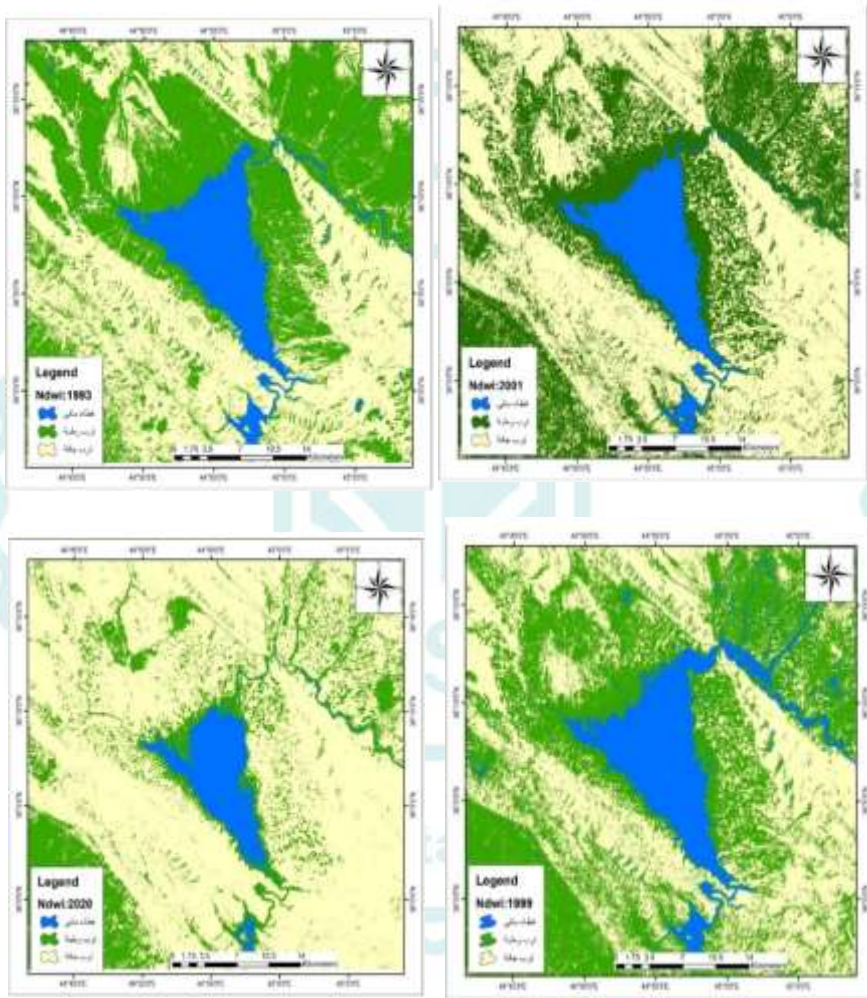
NIR = الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء

من تحليل الخريطة (٣،٤) والجدول (٤) يتضح التراجع التدريجي لمساحة المسطح المائي والترب الرطبة في منطقة البحث ونمواً متزايداً لمساحة الترب الجافة، إذ سجلت اعلى قيمة لمساحة المسطح المائي في بحيرتي دوكان ودرينديخان في سنة ١٩٩٣، فبلغت مساحته (١٤٤، ١٠٢.٩) كم^٢ بنسبة (٨.٢، ٩%) على التوالي. اما الترب الجافة فقد سجلت اقل قيمة لها في سنة ١٩٩٣، فبلغت مساحتها (٧٩٦، ٥٥٧) كم^٢ بنسبة (٤٥، 49%) على التوالي. وسجلت اقل قيمة لمساحة المسطح المائي في بحيرتي دوكان ودرينديخان في سنة ٢٠٢٠، فبلغت مساحته (٨٤، ٤٤.٥) كم^٢ بنسبة (٤.٨، ٤%) على التوالي. اما الترب الجافة فقد سجلت اعلى قيمة لها في سنة ٢٠٢٠، فبلغت مساحتها (١٣٣٠، ٧٧٠) كم^٢ بنسبة (٧٦، ٦٨%) على التوالي. وجاء هذا الارتفاع في قيم الترب الجافة على حساب الانخفاض الواضح في مساحات الغطاء المائي والترب الرطبة.

ويعزى التدهور البيئي لمساحة المسطح المائي الى اثر التغير المناخي الذي القى بظلاله على تراجع كميّة التساقط بإشكاله المختلفة لمناطق تغذية بحيرتي دوكان ودرينديخان، فضلاً عن العامل

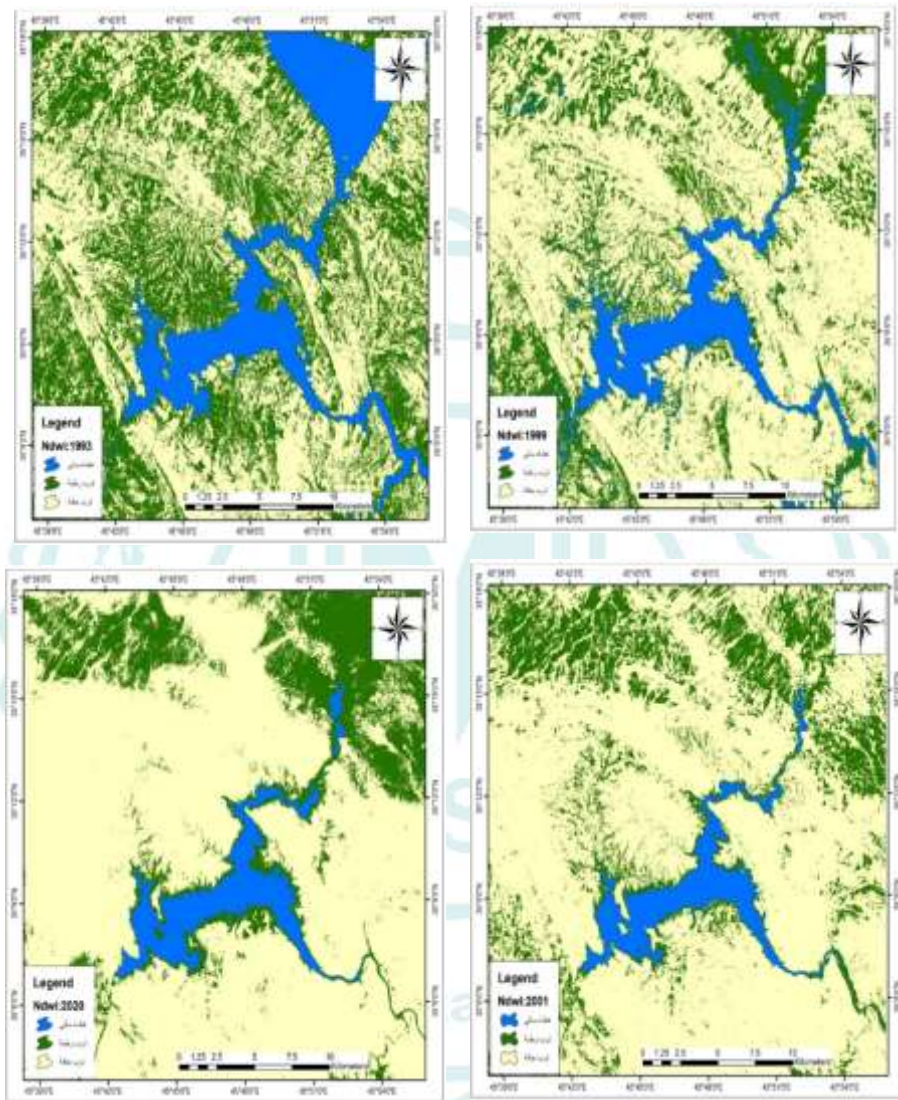
السياسي لدول الجوار الذي لعب دوراً أساسياً في تراجع الوارد المائي، وبالتالي ظهور مساحات واسعة من الأراضي الجافة في حوض البحيرتين.

الخرائط (٣): الغطاء المائي لبحيرة دوكان للسنوات (١٩٩٣، ١٩٩٩، ٢٠٠١، ٢٠٢٠)



المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية 8 OLI، 7، 5 Land sat.

الخرائط (٤): الغطاء المائي لبحيرة دربندخان للسنوات (١٩٩٣، ١٩٩٩، ٢٠٠١، ٢٠٢٠)



المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية 8 OLI، 7، 5 Land sat.

جدول (٤): مساحات ونسب الغطاء المائي في منطقة البحث

مساحات الغطاء المائي لبحيرة دوكان						
السنوات	مسطح مائي كم ^٢	النسبة %	ترب رطبة كم ^٢	النسبة %	ترب جافة كم ^٢	النسبة %
1993	144	8.2%	٨١٢	46%	796	45%
1999	136	7.2%	٦٦٠	38%	956	55%
2001	132	7.5%	569	32%	1051	60%
2020	84	4.8%	338	19%	1330	76%
مساحات الغطاء المائي لبحيرة دربندخان						
السنوات	مسطح مائي كم ^٢	النسبة %	ترب رطبة كم ^٢	النسبة %	ترب جافة كم ^٢	النسبة %
1993	102.9	9%	475	42%	557	49%
1999	79.9	7%	376	33%	679	60%
2001	57.2	5%	٣٧٤.٧	33%	703	62%
2020	44.5	4%	٣٢٠.٤	28%	770	68%

المصدر: الباحث بالاعتماد على الخرائط (٣،٤).

ثالثاً: تحليل الاتجاه والتغير لمؤشر الغطاء المائي

بعد اجراء الاختبار والحصول على نتائج الجدول (٥) والشكل (١) يتضح ان اعلى قيمة لمعامل الاتجاه والتغير في منطقة البحث سجلت لبحيرة دوكان، اذ سجل المسطح المائي قيما سالبة لمعامل الاتجاه السنوي بلغت (-2.28) وسجل معامل التغير السنوي قيمة سالبة بلغت (-68.4) وبدرجة معنوية موجبة بلغت (0.007)، وسجلت الترب الرطبة قيمة سالبة لمعامل الاتجاه السنوي بلغت (-16.54) وسجل معامل التغير السنوي قيمة سالبة بلغت (-496.2) وبدرجة معنوية موجبة بلغت (0.029)، بينما سجلت الترب الجافة قيما موجبة في مقدار التغير اذ بلغ معامل الاتجاه السنوي (18.71) وبلغ مقدار التغير السنوي (561) وبدرجة معنوية موجبة بلغت (٠.٠٢).

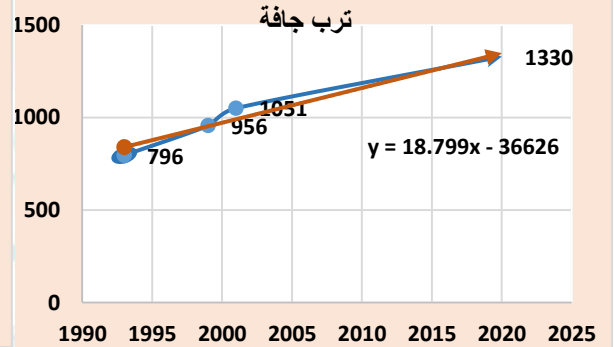
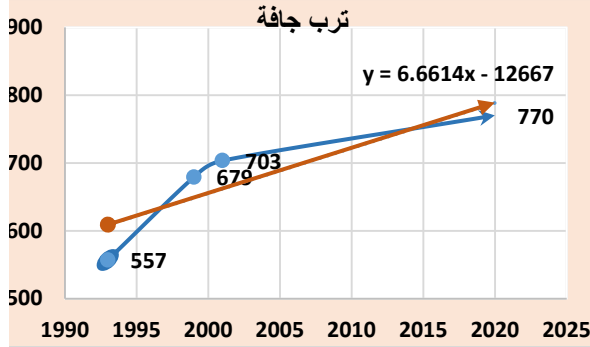
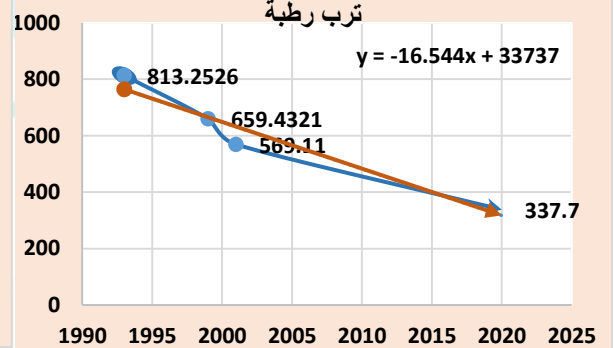
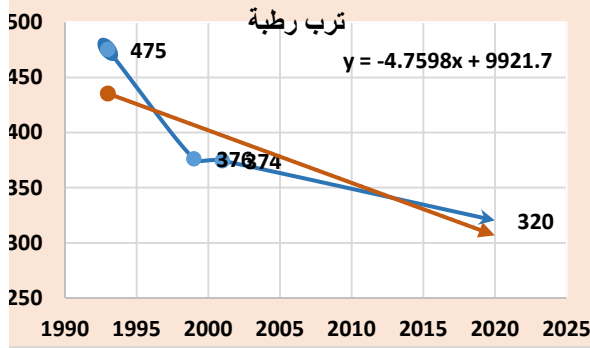
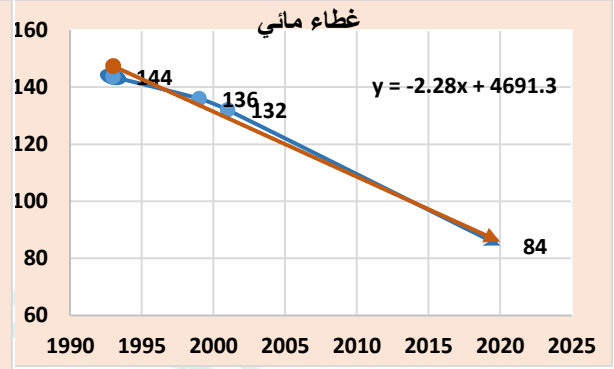
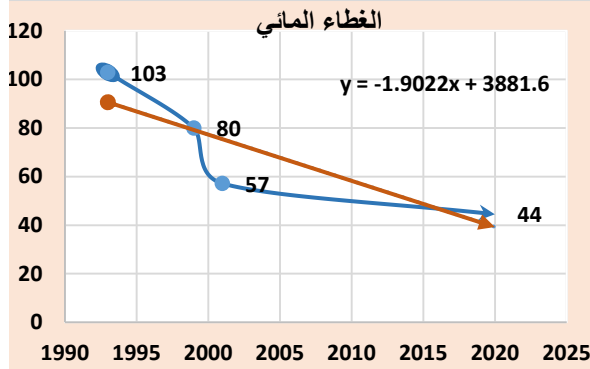
اما قيم الاتجاه والتغير في منطقة البحث لبحيرة دربندخان فقد سجلت قيما منخفضة بالنسبة لمقدرا التغير والاتجاه في بحيرة دوكان، اذ سجل المسطح المائي قيما" سالبة لمعامل الاتجاه السنوي بلغت (-1.9) وسجل معامل التغير السنوي قيمة سالبة بلغت (-57) وبدرجة معنوية موجبة بلغت (0.031)، وسجلت الترب الرطبة قيمة سالبة لمعامل الاتجاه السنوي بلغت (-4.7) وسجل معامل التغير السنوي قيمة سالبة بلغت (-141) وبدرجة معنوية موجبة بلغت (0.043)، بينما سجلت الترب الجافة قيما موجبة في مقدار التغير اذ بلغ معامل الاتجاه السنوي (6.66) وبلغ مقدار التغير السنوي (199) وبدرجة معنوية موجبة بلغت (0.038).

جدول (٥): معامل الاتجاه والتغير للغطاء المائي في منطقة البحث

الغطاء المائي في بحيرة دوكان				
المتغير	المعدل	معامل الاتجاه	التغير	المعنوية
مسطح مائي	124.0	-2.28	-68.4	0.007
الترب الرطبة	595	-16.54	-496.2	0.029
الترب الجافة	1033.1	18.71	561	0.02
الغطاء المائي في بحيرة دربندخان				
المتغير	المعدل	معامل الاتجاه	التغير	المعنوية
الغطاء المائي	71	-1.9	-57	0.031
الترب الرطبة	387	-4.7	-141	0.043
الترب الجافة	677	6.66	199	0.038

المصدر: الباحث بالاعتماد على برنامج SPSS V.28.

شكل (١): معامل الاتجاه والتغير للغطاء المائي في منطقة البحث



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (٥).

يمكن تلخيص ما توصل اليه هذا البحث الى ما يأتي:

١. توصلت نتائج البحث الى ان اعلى قيمة لمؤشر SPI سجلت في ١٩٩٣ في محطة دربندخان فبلغت (٢.٢٧) وهي تمثل سنوات شديدة الرطوبة جدا، اما في سنة ٢٠٢٠ فقد توالت القيم السالبة في محطة دوكان فبلغت (-٢.٣٦) وتصنف بانها شديدة الجفاف جدا.
٢. تبين من خلال تطبيق مؤشر (SPI) ان شدة واستدامة الجفاف في المحطات المدروسة سجلت اكثر تكرار للمواسم الجافة في محطة السليمانية بنسبة بلغت (٥٦.٧%) بينما سجلت المواسم الرطبة اكثر تكرارا في محطتي دوكان ودرينديخان بنسبة (٥٦.٧، ٥٣.٣%) على التوالي.
٣. يتضح التراجع التدريجي لمساحة المسطح المائي والترتب الرطبة في منطقة البحث ونموها متزايد لمساحة التربة الجافة، اذ سجلت اعلى قيمة لمساحة المسطح المائي في بحيرتي دوكان ودرينديخان في سنة ١٩٩٣، فبلغت مساحته (١٤٤، ١٠٢.٩) كم^٢ على التوالي، وسجلت اقل قيمة لمساحة المسطح المائي في بحيرتي دوكان ودرينديخان في سنة ٢٠٢٠، فبلغت مساحته (٨٤، ٤٤.٥) كم^٢ على التوالي.
٤. اظهرت نتائج اختبار معامل الاتجاه السنوي لمؤشر الغطاء المائي قيما سالبة لمعامل الاتجاه السنوي في بحيرة دوكان بلغت (-2.28) وسجل معامل التغير السنوي قيمة سالبة بلغت (-68.4) وبدرجة معنوية موجبة بلغت (0.007)، وفي بحيرة دربندخان سجل المسطح المائي قيما سالبة لمعامل الاتجاه السنوي بلغت (-1.9) وسجل معامل التغير السنوي قيمة سالبة بلغت (-57) وبدرجة معنوية موجبة بلغت (0.031).

المقترحات

١. ضرورة اجراء دراسات تفصيلية مكمله لهذه الدراسة والمراقبة المستمرة لحالة تراجع الغطاء المائي وكشف حالات التدهور البيئي وبناء قواعد بيانات يمكن تحديثها ومعالجتها ووضع الخطط المناسبة لها.

٢. يوصي الباحث بزيادة اعداد المحطات الهيدرولوجية والمناخية في منطقة البحث كونها شديدة الضرس مما يتطلب توفر بيانات اكثر دقة عن المنطقة ووفقا لمحددات منظمة الأرصاد الجوية.

٣. ضرورة تمكين الباحثين الاكاديميين في مجال الهيدرولوجي من خلال إقامة المراكز البحثية المتخصصة والتعاون مع الوزارات ذات العلاقة وتشكيل فرق بحثية لإدارة الازمات البيئية بغية السيطرة عليها.

المصادر والهوامش

1. Kassas, M, Desertification: A general review, Elsevier, Journal of Arid Environments, 30 (2), 1995, p; 115–128.
2. McKee, T. B. Doesken, N.J& Kleist, J. "The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Seales. Preprints", Eight conf. on Applied Climatology, "Anaheim California, USA", , PP.179-184.
٣. خليل كاظم جاسم ، تحليل اثر نوبات الجفاف المناخي على الغطاء النباتي باعتماد مؤشر SPI وقرينة NDVI في محافظة الانبار (اقليم الجزيرة) باستخدام Gis ، المجلة العراقية للدراسات الصحراء ، المجلد العاشر العدد (١) ، ٢٠٢٠، ص٢٣.
٤. عبدالباقي خميس حمادي ، عمار مجيد مطلق العزاوي ، الاتجاه والتغير في كمية الامطار واثرة على تزحج النطاقات المطرية في العراق ، مجلة مداد الاداب ، العدد الخاص بالمؤتمر الثاني لقسم الجغرافية، ٢٠٢٣، ١٢٧٢.
5. NDWI: Normalized Difference Water Inde, Product Fact Sheet: NDWI – Europe, Version 1 (Dec. 2011), p; 3–4.
6. João Serrano and Others, Evaluation of Normalized Difference Water Index as a Tool for Monitoring Pasture Seasonal and Inter–Annual Variability in a Mediterranean Agro Silvo–Pastoral System, *Water* — Open Access Journal, 2019, p; 3.

Sources

1. Kassas, M, Desertification: A general review, Elsevier, Journal of Arid Environments, 30 (2), 1995, p; 115–128.
2. McKee, T. B. Doesken, N. J. & Kleist, J. "The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Seales. Preprints", Eight conf. on Applied Climatology, "Anaheim California, USA", PP.179–184.
3. Khalil Kazem Jassim, Analysis of the impact of climatic drought episodes on vegetation cover by adopting the SPI index and the NDVI comparison in Anbar Governorate (Al-Jazeera Region) using Gis, Iraqi Journal of Desert Studies, Volume Ten, Issue (1), 2020, p. 23.
4. Abdul Baqi Khamis Hammadi, Ammar Majeed Mutlaq Al-Azzawi, the trend and change in the amount of rain and its effect on the shifting of rain bands in Iraq, Madad Al-Adab Magazine, special issue of the second conference of the Geography Department, 2023, 1272..
5. NDWI: Normalized Difference Water Inde, Product Fact Sheet: NDWI – Europe, Version 1 (Dec. 2011), p; 3–4.
6. João Serrano and Others, Evaluation of Normalized Difference Water Index as a Tool for Monitoring Pasture Seasonal and Inter-Annual Variability in a Mediterranean Agro Silvo-Pastoral System, Water — Open Access Journal, 2019, p; 3.