

التحليل الجغرافي لظاهرة الجفاف في إقليم المرتفعات الوسطى من اليمن (خلال الفترة الزمنية 1950-2020)

د. علي أحمد علي ضيف الله

أستاذ الجغرافية الطبيعية المساعد

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب، جامعة ذمار

Email: aali10102010@gmail.com

الملخص

يُعد الجفاف التهديد البيئي الأكثر تكرارا وخطورة في منطقة الشرق الأوسط ومنها اليمن. كما يعتبر إحدى الظواهر المناخية بالغة الأهمية، وذلك لما له من تأثيرات سلبية على المناطق التي يتعرض لها. تهدف هذه الدراسة إلى التحليل الجغرافي لاتجاهات الجفاف بأنواعه (المناخي، الزراعي، والهيدرولوجي) في إقليم المرتفعات الوسطى من اليمن. تم استخدام المؤشر المعياري للهبطول والتبخر النتحي (SPEI) بمقاييس مختلفة (1،3،6،9 و 12 شهر) للكشف عن التباين الزمني للجفاف خلال الفترة الزمنية 1950-2020. أيضا، تم استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحديد التوزيع المكاني لفئات الجفاف في منطقة الدراسة. وكشفت نتائج الدراسة عن وجود تباين نسبي خلال النطاقات الزمنية للجفاف (9 و 12)، فبلغت النسبة (49.50% و 48.56%) لأحداث الظروف المعتدلة، ونسبة (50.50% و 51.44%) لأحداث تكرارات فئات الجفاف. أما على المستوى المكاني فقد توزعت فئات الجفاف على منطقة الدراسة مع عدم وجود فروقات كبيرة، وهو ما ينعكس سلباً على الموارد الطبيعية من حيث تناقص كمية المياه الجوفية، فضلا عن أثره على تدهور التربة وقلة الإنتاج الزراعي في المنطقة. وفي الأخير توصي الدراسة الجانب البحثي والحكومي بالشعور بالمسؤولية، والاهتمام بظاهرة الجفاف ومحاولة القيام بما هو واجب عليهم تجاه هذه الظاهرة، كلٌّ في مجال عمله وتخصصه.

الكلمات المفتاحية: الجفاف المناخي، الجفاف الهيدرولوجي، SPEI، GIS، اليمن.

Geographical Analysis of Drought Phenomenon in the Central Highlands Region of Yemen (During the Time Period 1950-2020)

Abstract

Drought remains the most frequent and serious environmental threat in middle east area, including Yemen. This study aims at a geographical analysis of drought trends in the central highlands region of Yemen. Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI 01, 03, 06,09 and 12-month timescales) was used to discover the temporal variation of drought during the time period 1950-2020. Also, the Geographic Information Systems (GIS) software was used to determine the spatial distribution of the categories of drought in the study area. The results of the study revealed that there is a relative variation during the drought timescales (9 and 12) of drought, as the percentage was (49.50% and 48.56%) for the events of moderate conditions and (50.50% and 51.44%) for the occurrences of recurring categories of drought. As for the spatial level, the drought categories were distributed over the study area, with no significant differences, and this is reflected negatively on the natural resources in the region. Finally, it is recommended that, the concerned authorities and researchers should feel their responsibility and interest in addressing the phenomenon of drought and trying to do what is required of them towards this phenomenon, both in the field of work and specialization.

Keywords: Meteorological drought, Hydrological drought, SPEI, GIS, Yemen.

أولاً: المقدمة:

يُعد الجفاف خطراً طبيعياً واسع الانتشار ينشأ عن قلة تساقط الأمطار العادية أو المتوقعة عندما تمتد خلال مدة زمنية أو موسم أطول، بحيث لا تُغطي الاحتياجات اللازمة للنشاطات الإنسانية والبيئية. ويختلف الجفاف عن مخاطر الطبيعة الأخرى من عدة جوانب، إذ إنه يُعد ظاهرة طبيعية خطيرة بطيئة الانتشار يُشار إليها غالباً بالزاحفة، وهي نتيجة طبيعية أو متوقعة لقلة تساقط الأمطار عبر مُدد زمنية طويلة أو متوسطة، ومن الممكن أن يؤدي هذا النقص في كميات الأمطار إلى نتائج عكسية خلال فترة قصيرة أو خلال عدة أشهر، وبسبب طبيعة الجفاف الزاحفة فإن آثاره تكون غالباً بطيئة الظهور إذ تنخفض مستويات الأمطار عبر الأسابيع والشهور، ولما كان مستوى الماء في التربة هو أول من يتأثر بانخفاض مستوى الأمطار فإن الزراعة هي الأكثر تأثراً بظاهرة الجفاف⁽¹⁾.

يُعتبر الجفاف من الظواهر المناخية المهمة وإحدى أهم المشكلات التي تواجه عملية تطور وتنمية المجتمعات في العالم، بالرغم من التقدم العلمي والتكنولوجي الذي توصلت إليه خلال العقود الأخيرة، فقد عانت العديد من المناطق من الجفاف وقلة المياه، ومن ثم فقدان مساحات واسعة من الأراضي الزراعية وانخفاض إنتاجية الأرض المزروعة، إذ تكمن خطورة الجفاف في حالة تكرار حدوثه، وبشكل دوري، لا سيما في الأقاليم الجافة وشبه الجافة؛ نتيجة لقلة سقوط الأمطار وتذبذبها، فضلاً عن ارتفاع درجات الحرارة ونسب التبخر؛ مما ينجم عن ذلك التناقص في كميات المياه السطحية والجوفية وحدوث أضرار بيئية كبيرة⁽²⁾. فقد شهد العقد الأخير من القرن المنصرم تفاقم ظاهرة الجفاف في معظم دول العالم، ومن المتوقع انتشار حالات الجفاف بشكل واسع وعلى نطاق كبير وأكثر شدة؛ نتيجة للتغير المناخي والآثار الطويلة الأجل الناجمة عن الجفاف، والتي تتمثل في تسارع تناقص الموارد المائية وتدهور الأراضي الزراعية وبروز مظاهر التصحر، إذ أصبحت ظاهرة الجفاف تشغل اهتمام الباحثين باعتبارها ظاهرة مناخية تحدث نتيجة التراجع في كمية الأمطار عن معدلاتها العامة لمدة زمنية قصيرة أو طويلة، مما يؤدي إلى تناقص كمية المياه السطحية الجارية، وقلة رطوبة التربة، وتراجع المساحات الزراعية وانحسار الغطاء النباتي الطبيعي، ولذلك فإن مفهوم الجفاف يشير إلى أنها ظاهرة طبيعية تصاحب قلة سقوط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة والتبخر، إذ يعد

⁽¹⁾قاسم ، سماح ، وآخرون، التحليل الزمني والمكاني للجفاف باستخدام مؤشر هطول الأمطار القياسي للمنطقة الشمالية الغربية من العراق. مجلة الرافدين الهندسية. العدد 26، 2021، ص15

⁽²⁾ Oyounsoud, M. S., Najah, A., Yilmaz, A. G., Abdallah, M., & Siddique, M. Meteorological Drought Assessment in Sharjah, UAE Using Drought Indices. International Journal of Environmental Science and Development, 2020, p 16

محصلة العلاقة بين الأمطار المتساقطة ودرجة الحرارة والتبخر، والأخير يحدد الجفاف بصورة دقيقة⁽¹⁾.

يَنْتُج عن الجفاف آثار عديدة تؤثر على المعايير المعيشية الاجتماعية والبيئية والاقتصادية، وقد تكون هذه الآثار مادية أو تتخطاها لتشمل عناصر أخرى كحدوث الجفاف بحد ذاته، فمن الآثار المباشرة للجفاف: تراجع إنتاج المحاصيل والمراعي والغابات، وانخفاض منسوب المياه وزيادة احتمالية اشتعال الحرائق وارتفاع معدلات هلاك الماشية والحيوانات البرية، وإلحاق الضرر بالحياة البرية والأسماك، وعادةً ما يؤثر تراجع إنتاجية المحاصيل على دخل المزارعين، إذ ترتفع الأسعار في هذه الحالة وترتفع نسب البطالة والهجر. وعلى الرغم من اعتبار أثر الجفاف على المجتمع والزراعة قضية في غاية الأهمية فإنه ليس من السهل تقدير حجمها من الناحية الكمية؛ لذا من الضروري وجود مؤشرات موثوق بها للكشف عن الأبعاد المكانية والزمانية للجفاف وشدته، إذ تساعد هذه الأبعاد على تقييم أثر الجفاف، ومن ثم تساعد صناع القرار في صياغة الأولويات الواجب اعتبارها للتخفيف من حدة الجفاف⁽²⁾. كما يلحق الجفاف الضرر بالعديد من المكونات البيئية وعناصرها المختلفة الطبيعية والبشرية على حد سواء، إذ تختلف أضرار وتأثيرات الجفاف وخصائصها وشدتها من مكان إلى آخر، تبعاً لاختلاف العناصر البيئية وشدّة الجفاف، ومدته، وقدرة الإنسان على التكيف، ومواجهة تلك الآثار، فالجفاف من الظواهر الناجمة عن انخفاض كمية الأمطار عن معدلاتها العامة؛ الأمر الذي يؤثر على وفرة المياه اللازمة لإقامة مختلف الأنشطة⁽³⁾.

لقد أُجريت دراسات وبحوث كثيرة في العالم في الآونة الأخيرة عن الجفاف؛ لما له من أهمية كبيرة متعلقة بحياة الإنسان، ولكن البحوث التي أُجريت في اليمن نادرة حول هذا الموضوع، وهناك حاجة مُلحة للعمل والبحث لدراسة هذه الظاهرة وتحليل مدى تأثيراتها السلبية على كمية المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة، وكذلك محاولة التنبؤ بحدوث هذه الظاهرة وشدّة قسوتها، قبل فترة كافية، لمحاولة درء تأثيراتها السلبية، وعلى الرغم من أن فترات الجفاف قد تستمر لسنوات عديدة، فإن فترة قصيرة قد تكون كفيلة بإلحاق أضرار هائلة وإنزال خسائر كبيرة بالاقتصاد المحلي.

⁽¹⁾ عنبر، محمود عبدالفتاح، وجودة التركماني، *جغرافية الأراضي الجافة والفاصلة*. نور نشر، القاهرة، 2017، ص15

⁽²⁾ Mabrouk, E. H., Moursy, F. I., Mohamed, M. A. E. H., & Omer, M. E. D. M., Estimate of correlation between the metrological drought on Ethiopia the Hydrological drought on Egypt. Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society, 2020, p2

⁽³⁾ خوجلي، مصطفى، مقدمة في دراسة الكوارث (التصحر، الجفاف، الاحتباس الحراري). ط 1. السودان: مطبعة جامعة إفريقيا. 2014، ص125

ثانياً: مشكلة الدراسة وأهميتها:

تُعد ظاهرة الجفاف من الظواهر المناخية الجغرافية الهامة التي أخذت تشغل اهتمام العديد من الباحثين في الآونة الأخيرة باعتبارها من المشكلات العالمية وإحدى الكوارث الطبيعية التي أصبحت آثارها السلبية لا تقتصر على منطقة محدودة، بل قد تحتل دولة بكاملها ضمن حدودها السياسية، أو تحتل جزءاً كبيراً من مساحتها. والجفاف ظاهرة مناخية متكررة ودورية تحدث نتيجة تراجع في كمية الأمطار الساقطة عن معدلها العام لفترة طويلة أو قصيرة من الزمن؛ مما يؤدي إلى قلة كمية المياه الجارية في الأنهار، وانخفاض في مستوى المياه الجوفية، وقلة رطوبة التربة، وانحسار في مساحات الغطاء النباتي والمراعي الطبيعية⁽¹⁾. وتعتبر هذه الظاهرة إحدى الظواهر المناخية المتكررة الحدوث، كما أنها تختلف من مكان لآخر، ومن وقت لآخر من حيث الشدة والتأثير، فقد تستمر لسنوات عديدة، وقد تلحق أضراراً اقتصادية وطبيعية تنعكس تأثيراتها على الإنسان والبيئة. فإذا كانت مدة الجفاف قصيرة وشديدة فإنها كفيلة بإلحاق خسائر هائلة بالاقتصاد المحلي، وقد تكون كوارث الجفاف تفوق الكوارث الطبيعية الأخرى بما فيها الفيضانات، من حيث المؤثرات السلبية؛ لذلك اهتمت الدراسات الحديثة المحلية والعربية والعالمية بدراسة الجفاف وآثاره الخطيرة على البيئة عموماً، ولاسيما بعد أن بدأ خطرُ الجفاف يزدادُ حدة عما كان عليه في السابق، وما أسهمت به عوامل التغير المناخي من تزايد تكرار فترات الجفاف وزيادة شدتها في الآونة الأخيرة. وعليه، ستحاول هذه الدراسة الإجابة على التساؤلات التالية:

س/ كيف يمكن تحديد اتجاهات الجفاف في منطقة الدراسة؟

س/ كيف يتوزع الجفاف زمنياً ومكانياً؟ وما هي المناطق الأكثر تأثراً بالجفاف في منطقة الدراسة؟

ثالثاً: أهداف الدراسة:

1. تحديد اتجاهات الجفاف في منطقة الدراسة باستخدام المؤشر المعياري للهطول والتبخر النتحي (SPEI) بمقاييس متعددة.

2. الكشف عن توزيع وتكرار أحداث الجفاف زمنياً ومكانياً على مدى سبعة عقود من الزمن في منطقة الدراسة.

رابعاً: منهجية الدراسة:

(1) Hameed, M., Ahmadalipour, A., & Moradkhani, H., Drought and food security in the middle east: An analytical framework. Agricultural and Forest Meteorology, 2020, p2

تُعد منهجية الدراسة إحدى الخطوات الأساسية للبحث العلمي، وقد اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي الكمي، وذلك لوصف وتحليل تكرارات حالات الجفاف على نطاقات زمنية مختلفة (9.6، 3.1، 12 و 3.1 شهرًا)، عبر استعمال بيانات SPEI، لوصف الجفاف المناخي والزراعي والهيدرولوجي، وكذلك استخدام نظم المعلومات الجغرافية بطريقة الاستكمال المكاني المعكوس (IDW) Inverse Distance Weighting في برنامج ArcGIS10.4.1. كما تم استخدام البرنامج الإحصائي SPSS وذلك لحساب التكرارات الشهرية لفئات الجفاف خلال الفترة 1950 – 2020. وكذلك أُستخدم برنامج Excel لحساب النسبة المئوية للبيانات ورسم الأشكال البيانية.

اعتمدت الدراسة على بيانات شبكية تتكون من 28 نقطة شبكية تمتد في سلسلة زمنية طويلة للفترة (1950- 2020). أخذت من خلال قاعدة البيانات المتوفرة للمؤشر المعياري (SPEI) على مستوى العالم من الموقع الإلكتروني:

<https://spei.csic.es/database.html#p1>

وفاً لـ 11 مقياساً بيئية، مبنية على قاعدة مكانية 0.5 درجة عرضية وطولية، وبلغ عدد النقاط الشبكية داخل منطقة الدراسة (28) نقطة شبكية، تغطي منطقة الدراسة، وسلاسل بياناتها شهرية وطويلة الأمد خلال الفترة (1950-2020)، ولمستويات قياس تراكمية للجفاف، تبدأ من شهر إلى 12 شهرًا. وقد اعتمدت في إنشاء ذلك المؤشر على قاعدة البيانات العالمية CRU TS 3.23. الخاصة بهطول الأمطار والتبخّر المحتمل على المستوى العالمي، وتغطي الفترة الزمنية من 1901 إلى 2020.

جدول (1) تصنيف درجات الجفاف للمؤشر المعياري للهطول والتبخّر النتجي SPEI

فئات الجفاف	قيمة مؤشر SPEI
ظروف معتدلة	0 <
جفاف خفيف	-0.01 to -0.50
جفاف معتدل	-0.49 to -0.84
جفاف شديد	-0.83 to -1.28
جفاف متطرف	-1.27 to -1.65
جفاف متطرف جداً	-1.64 >

المصدر: (1)

ومن الجدير بالذكر أن هناك العديد من الدراسات التي استخدمت البيانات الشبكية لتقييم خصائص الجفاف ودراستها، منها دراسة (A. M. El Kenawy et al. , 2016) لدراسة

(1) البديري، احمد، التباين الزمني والمكاني لاتجاهات وتكرارات الجفاف في منطقة الفرات الأوسط. مجلة العميد، المجلد 10، العدد، 4، 2021، ص298

التغيرات في تكرار وحدة الجفاف الهيدرولوجي في إثيوبيا، ودراسة (Polong et al., 2019) التقييم الزمني والمكاني لمؤشر الجفاف القياسي للأمطار والتبخر النتحي في كينيا، ودراسة (2014) (Trenberth et al., 2018)، الاحتماس الحراري والتغيرات في الجفاف، ودراسة (Guo et al., 2018)، التباين الزمني والمكاني لخصائص الجفاف في وسط آسيا، ودراسة (Mohamed M., 2019) اتجاهات التغير في الجفاف المناخي والهيدرولوجي في الدلتا المصرية، ودراسة (Ahmed AL Badayri, 2020) التباين الزمني والمكاني لاتجاهات وتكرارات الجفاف في الفرات الأوسط⁽²⁾.

تُعرف مؤشرات الجفاف بأنها متغيرات أو معلمات رقمية، تستخدم لوصف حالات الجفاف، وتشتمل على مدخلات مناخية وهيدرولوجية (تساقط الأمطار، درجة الحرارة، الإشعاع الشمسي، التبخر، الرياح، تدفق المجاري المائية، المياه الجوفية، رطوبة التربة، الغطاء الأرضي، وبيانات المحاصيل). ولأنه لا يوجد تعريف موحد للجفاف، فلا يوجد مؤشر واحد يمكن أن يفسر مفهوم الجفاف ويطبق على جميع أنواع الجفاف وأنظمة المناخ والقطاعات المتضررة، ولذا تتعدد مؤشرات الجفاف وتختلف تبعاً لمدخلات تكوينها، وللهدف من استخدامها وسهولتها، وتبعاً لمدى ملاءمتها للبيئة الجغرافية.

تعددت الدراسات التي استخدمت المؤشر المعياري للهبطول والتبخر النتحي (SPEI) على المستوى الإقليمي والعالمي وذلك لقياس شدة الجفاف، ومداه، واتجاهات تغيره، ومنها على سبيل المثال على المستوى العالمي: دراسة (wang et al., 2014 – vicente spinoni et al., 2019- serrano et al., 2010a- vicente-serrano et al., 2010b) التي اهتمت بدراسة الخصائص الزمنية والمكانية للجفاف وبناء مؤشراتته وتطويرها. أما على المستوى الإقليمي فمنها على سبيل المثال: دراسة (Yu et al., 2014- Alam et al., 2017- Mathbout et al., 2018- Yagoub et al., 2018- Nezhd et al., 2018- Hernandez and Uddameri 2014- sl., 2017)، عن التحليل المكاني والزمني لتقلبات الجفاف باستخدام مؤشر SPEI خلال نطاقات زمنية متعددة في مناطق عديدة وهي الهند، الصين، أمريكا، السودان، سوريا وإيران⁽¹⁾. أما على المستوى المحلي فلم يجد الباحث دراسة سابقة عن الجفاف لمنطقة الدراسة. وعليه تتضح أهمية الدراسة الحالية من خلال دراسة وتحليل ظاهرة الجفاف باستخدام مؤشر SPEI وذلك خلال مستويات زمنية مختلفة ومتعددة قصيرة ومتوسطة وطويلة الأجل (1، 3، 6، 9، و 12 شهراً) توضح الجفاف

(2) البديري، احمد، مصدر سابق، ص 284

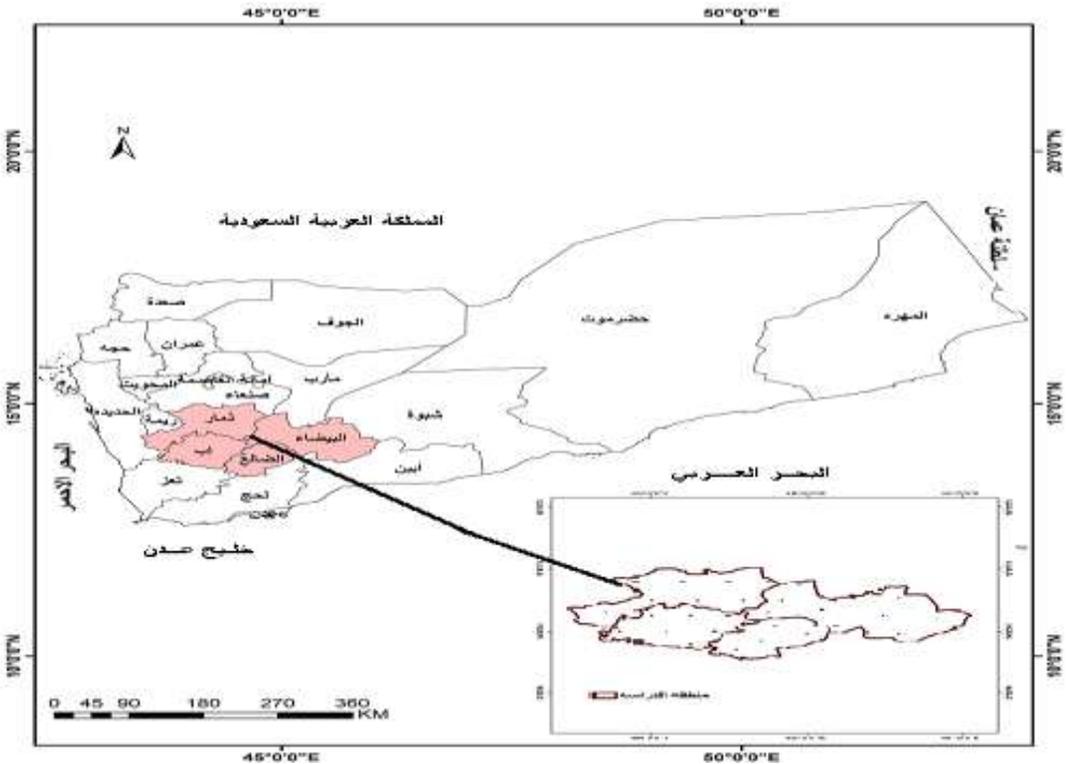
(1) إبراهيم، محمد محمد، اتجاهات التغير في الجفاف المناخي والهيدرولوجي وعلاقتها بالدورات الهوائية العامة في الدلتا المصرية خلال الفترة 1950-2015 (دراسة مناخية). المجلة الجغرافية العربية-الجمعية الجغرافية المصرية، 2020، ص 5

المناخي والزراعي والهيدرولوجي، وتحديد معدلات التكرارات لأحداث الجفاف خلال الفترة (2020-1950).

خامساً: حدود منطقة الدراسة:

تحددت منطقة الدراسة في إقليم المرتفعات الوسطى من اليمن، حيث شملت محافظات (ذمار، إب، الضالع والبيضاء)، وتقدر مساحة منطقة الدراسة بحوالي (143,244 كيلومترا مربعا)، ومن الناحية الفلكية فإن منطقة الدراسة تقع بين دائرتي عرض (13.70 و14.80 شمالا)، وخطي طول (43.70 و45.80 شرقا) خريطة رقم (1).

خريطة (1) منطقة الدراسة



المصدر: الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية

يعطي تحليل السلاسل الزمنية على المدى الطويل وكذلك التبع التاريخي للجفاف وصفاً دقيقاً لرصد أحداث واتجاهات الجفاف، وعليه، فإن اتجاهات الجفاف وفقاً للمؤشر SPEI لجميع السلسلة الشهرية على النطاقات الزمنية المختلفة، تتفاوت خلال الفترة الزمنية 2020 – 1950. ويتبين من خلال الجدول رقم (2) أن نسبة التغير للنطاق الزمني (1 شهر) تتجه بشكل عام نحو زيادة أحداث الجفاف في أغلب النقاط الشبكية لمنطقة الدراسة، حيث بلغت نسبته -0.76% ويمكن أن يرتبط تطبيق هذا النطاق على أنواع الجفاف

الخاصة بالظروف الجوية، ورطوبة التربة قصبية الأجل، وإجهاد المحاصيل الزراعية خاصة في موسم النمو، ونسبة الغطاء النباتي، أما النطاق الزمني 3 أشهر فكانت نسبة التغير- 0.48% والنطاق 6 أشهر 0.31% - في حين بلغت النسبة في النطاق 9 أشهر 0.22%- أما النطاق 12 شهرا فكانت نسبة اتجاه الجفاف 0.19%-، وبهذا نلاحظ التفاوت في اتجاهات الجفاف في النطاقات الزمنية المختلفة من (1 شهر إلى 12 شهرا) بما يعكس تراكمية الجفاف على النطاقات الزمنية المختلفة.

جدول (2) اتجاهات الجفاف الشهرية لمؤشر SPEI لجميع النطاقات الزمنية خلال الفترة 1950 – 2020

نقطة شبكية	المؤشر 1 شهر	المؤشر 3 شهور	المؤشر 6 شهور	المؤشر 9 شهور	المؤشر 12 شهرا
1	-0.10	-0.09	-0.07	-0.05	-0.06
2	-0.09	-0.07	-0.05	-0.02	-0.02
3	-0.11	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05
4	-0.11	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05
5	-0.09	-0.07	-0.05	-0.02	-0.02
6	-0.09	-0.07	-0.05	-0.02	-0.02
7	-0.11	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05
8	-0.05	-0.03	-0.01	-0.00	-0.00
9	-0.05	-0.01	0.01	0.03	0.04
10	-0.05	-0.01	0.01	0.03	0.04
11	-0.07	-0.02	-0.01	0.00	0.00
12	-0.05	-0.03	-0.01	-0.00	-0.00
13	-0.05	-0.01	0.01	0.03	0.04
14	-0.05	-0.01	0.01	0.03	0.04
15	0.00	0.02	0.05	0.06	0.06
16	-0.07	-0.02	-0.01	0.00	0.00
17	-0.05	-0.04	-0.01	-0.03	-0.03
18	-0.03	-0.01	0.01	0.01	0.01
19	-0.03	-0.01	0.01	0.01	0.01
20	-0.07	-0.02	-0.01	0.00	0.00
21	-0.11	-0.08	0.07	-0.06	-0.05
22	-0.11	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05
23	-0.10	-0.06	-0.06	-0.04	-0.04
24	-0.10	-0.06	-0.06	-0.04	-0.04
25	-0.10	-0.08	-0.08	-0.07	-0.07
26	-0.11	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09
27	-0.09	-0.08	-0.09	-0.08	-0.08
28	-0.10	-0.08	-0.08	-0.07	-0.07

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج SPSS

2- تكرار ونسب حالات الجفاف للنطاق الزمني 1 شهر:

يرتبط النطاق الزمني 1 شهر بالجفاف المناخي الذي يعد أحد الأنواع الرئيسية للجفاف والذي يتم تطبيقه على الظروف الجوية للمنطقة. ومن خلال الجدول رقم (3) الذي يمثل التكرارات الشهرية لفئات الجفاف المختلفة يتبين أن منطقة الدراسة تتعرض للجفاف بفئاته المختلفة وبنسب متفاوتة ما بين حالات الجفاف الخفيف والجفاف المتطرف جدا، حيث بلغت (18.32% و 12.37%) وبمجموع تكرارات شهرية بلغت (4250 و 2875)، في حين كانت نسبة حالات الجفاف المعتدل، والجفاف الشديد، والجفاف المتطرف (7.39%، 6.49% و 5.22%) وبمجموع تكرارات شهرية بلغت (1509، 1717 و 1228) على التوالي. أما بالنسبة للظروف المعتدلة التي سادت منطقة الدراسة خلال الفترة الزمنية 1950- 2020 فقد بلغت نسبتها (50.15%) مقارنة بظروف الجفاف التي بلغ إجمالي النسبة لجميع حالات الجفاف (49.58%) وهذا يؤكد زيادة ظاهرة الجفاف في منطقة الدراسة. أما الأنماط المكانية لتكرار فئات الجفاف شكل رقم (1) فقد لوحظ تركيز أحداث الجفاف المتطرفة في الجزء الشمالي والشرقي، بينما لوحظ تركيز تكرار أحداث الجفاف الشديد في أجزاء من الجهة الغربية من منطقة الدراسة. أما بالنسبة لأحداث الظروف المعتدلة فقد تبين تكرار أحداثها في الجزء الجنوبي والغربي وأجزاء قليلة من الجزء الشمالي من منطقة الدراسة.

جدول (3) التكرارات الشهرية لفئات الجفاف للنطاق الزمني 1 شهر لمنطقة الدراسة للفترة 1950 - 2020

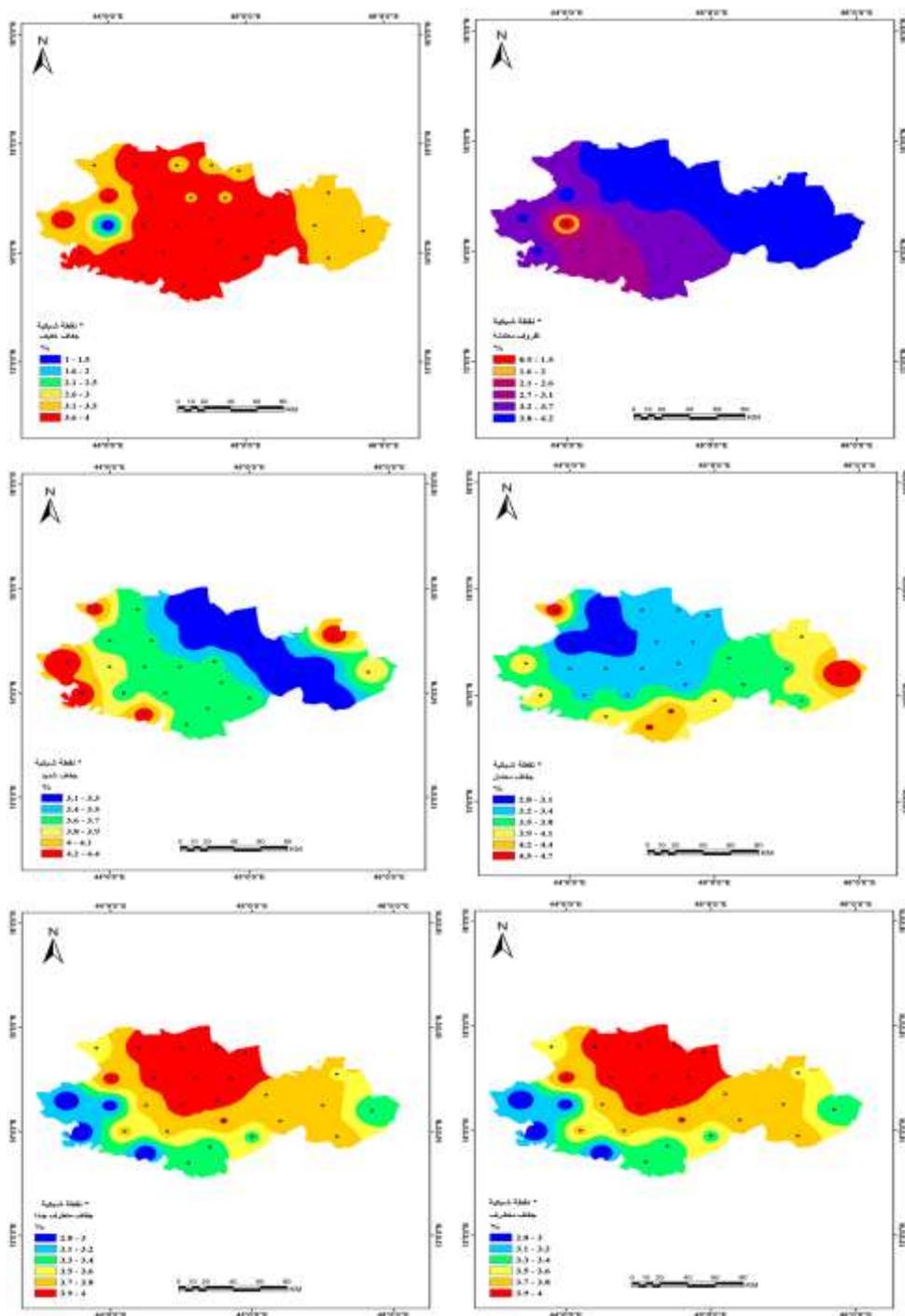
نقطة شبكية	ظروف معتدلة	جفاف خفيف	جفاف معتدل	جفاف شديد	جفاف متطرف	جفاف متطرف جدا
1	407	146	79	64	47	99
2	427	164	48	53	43	111
3	409	172	56	47	47	114
4	409	172	56	47	47	114
5	427	164	48	53	43	111
6	427	164	48	53	43	111
7	409	172	56	47	47	114
8	426	159	67	66	42	83
9	105	37	54	58	126	83
10	463	126	58	54	37	105
11	441	150	54	54	36	109
12	426	159	67	66	42	83
13	463	126	58	54	37	105
14	463	126	58	54	37	105
15	471	128	68	65	32	81

(التحليل الجغرافي لظاهرة الجفاف في إقليم المرتفعات الوسطى من اليمن (خلال الفترة الزمنية 1950-2020) د. علي أحمد علي ضيف الله

109	36	54	54	150	441	16
96	32	56	69	151	441	17
93	29	54	76	133	451	18
93	29	54	76	133	451	19
109	36	54	54	150	441	20
114	47	47	56	172	409	21
114	47	47	56	172	409	22
106	47	46	61	164	425	23
106	47	46	61	164	425	24
106	46	46	64	176	404	25
103	39	66	70	173	395	26
92	41	58	81	180	389	27
106	46	46	64	176	404	28
12.37	5.28	6.49	7.39	18.32	50.15	النسبة %

المصدر: عمل الباحث اعتماداً على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج SPSS

شكل (1) الأنماط المكانية لتكرار أحداث الجفاف للنطاق الزمني 1 شهر للفترة (2020-1950)



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج GIS

3-تكرار ونسب حالات الجفاف للنطاق الزمني 3 أشهر:

تبين من خلال النطاق الزمني 3 أشهر الذي يمكن أن يرتبط بالظروف الجوية السائدة على المنطقة وكذلك رطوبة التربة قصيرة الأجل أن الظروف المعتدلة بلغ مجموع تكرارها الشهري (12069) بنسبة (50.50%)، بينما سجلت تكرارات أحداث الجفاف الخفيف (4872) بنسبة (20%) أي بزيادة بلغت (1.68%) عما كانت عليه (18.32%) في النطاق الزمني 1 شهر، وقد جاءت تكرارات فئة الجفاف المعتدل والشديد والمتطرف بمجموع (1680، 1953، و 884) أي بنسبة (8.17%، 7.03% و 3.70%) على التوالي، في حين بلغت تكرارات أحداث الجفاف المتطرفة جدا (2443) بنسبة (10.22%). ويتضح من الشكل (2) أن الأنماط المكانية لفئات الجفاف 3 أشهر لفئة الظروف المعتدلة قد توزعت على الجزء الشمالي والغربي من منطقة الدراسة، بينما سادت ظروف الجفاف الخفيف الجزء الشرقي من المنطقة، في حين كان الجزء الجنوبي الشرقي تسوده حالات الجفاف المعتدل والشديد. أما تكرار فئات الجفاف المتطرف فقد امتدت من الجهة الشمالية إلى الجهة الجنوبية لمنطقة الدراسة باتجاه الجزء الشرقي للمنطقة، وظهرت فئة الجفاف المتطرف جدا في جزء صغير في المنطقة الشمالية.

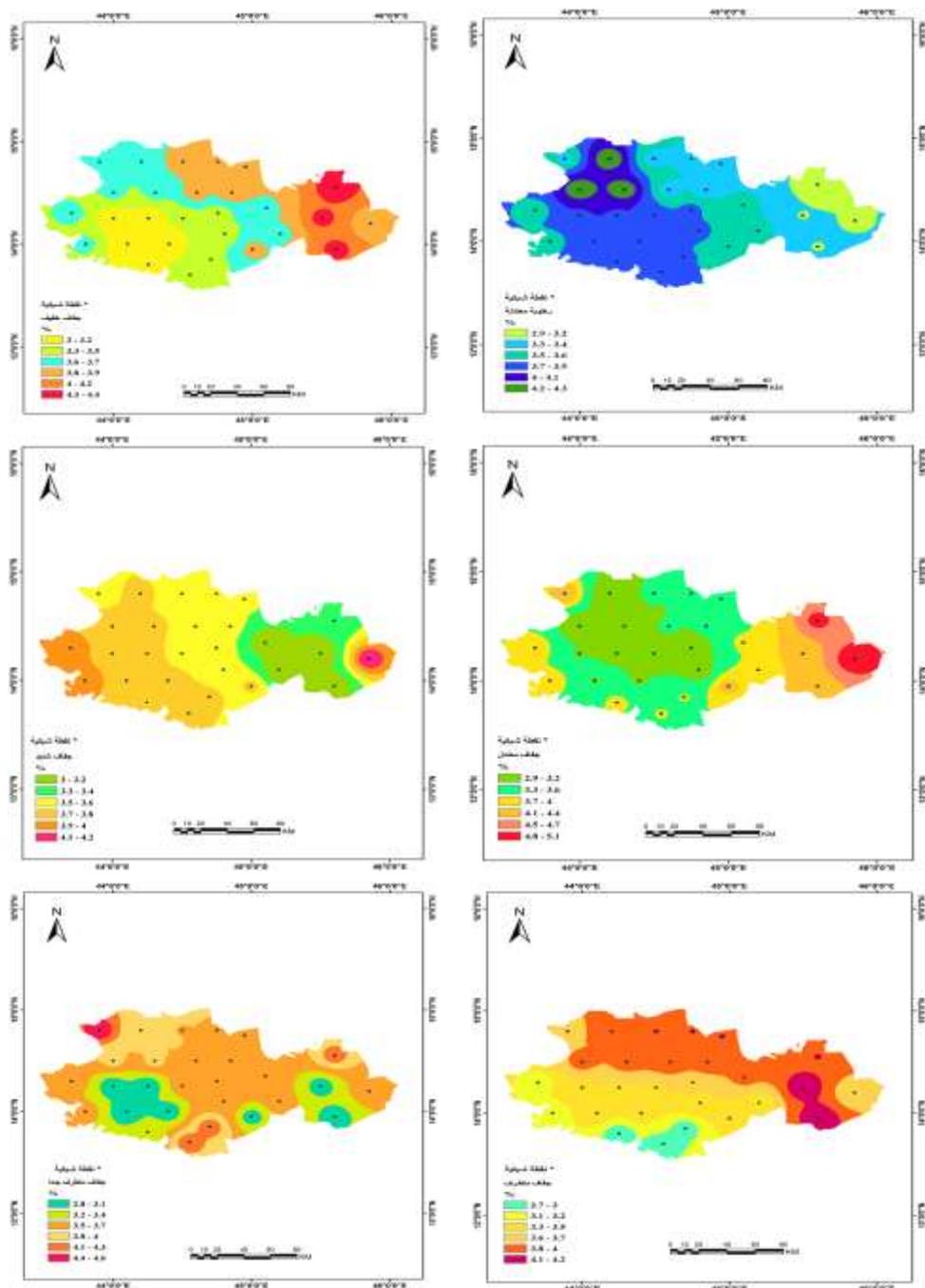
جدول (4) التكرارات الشهرية لفئات الجفاف للنطاق الزمني 3 أشهر لمنطقة الدراسة للفترة 1950 -

نقطة شبكية	ظروف معتدلة	جفاف خفيف	جفاف معتدل	جفاف شديد	جفاف متطرف	جفاف متطرف جدا
1	400	173	84	59	41	89
2	525	172	56	62	34	94
3	394	188	65	59	33	97
4	394	188	65	59	33	97
5	525	172	56	62	34	94
6	525	172	56	62	34	94
7	394	188	65	59	33	97
8	420	173	76	67	32	74
9	464	145	63	63	25	83
10	464	145	63	63	25	83
11	449	161	57	59	32	84
12	420	173	76	67	32	74
13	464	145	63	63	25	83
14	464	145	63	63	25	83
15	463	152	73	61	29	66

84	32	59	57	161	449	16
80	26	62	81	184	410	17
68	38	62	71	167	441	18
68	38	62	71	167	441	19
84	32	59	57	161	449	20
97	33	59	65	188	394	21
97	33	59	65	188	394	22
93	32	51	72	176	418	23
93	32	51	72	176	418	24
103	26	51	83	208	380	25
97	37	55	95	215	352	26
84	32	71	100	181	378	27
103	26	51	83	208	380	28
10.22	3.70	7.03	8.17	20.38	50.50	النسبة %

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج SPSS

شكل (2) الأنماط المكانية لتكرار أحداث الجفاف للنطاق الزمني 3 أشهر للفترة (2020-1950)



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج GIS

4- تكرار ونسب حالات الجفاف للنطاق الزمني 6 أشهر:

يعتبر النطاق الزمني 6 أشهر للمؤشر المعياري SPEI أكثر ارتباطاً بالجفاف الزراعي ورطوبة التربة طويلة الأجل. ومن خلال الجدول رقم (5) قدرت نسب تكرار أحداث الجفاف المعتدل والشديد والمتطرف بـ (7.13%، 6.53%، و4.30%) تقريباً على التوالي، بمجموع تكرارات بلغت (1688، 1546 و 1017)، في حين سجلت تكرارات أحداث الجفاف الخفيف نسبة (21.13%) بمجموع تكرار شهري بلغ (5002)، وبلغ مجموع التكرارات لأحداث الجفاف المتطرف جداً (2515) بنسبة (10.63%) أي بزيادة طفيفة عن الفئة السابقة في النطاق الزمني 3 أشهر التي بلغت (0.41%). أما بالنسبة لتكرارات أحداث الظروف المعتدلة فلا تختلف كثيراً عن الفئة السابقة إذ بلغ مجموع تكراراتها (11901) وبنسبة (50.28%). أما التوزيع الجغرافي للأنماط المكانية الشكل (3) فقد لوحظ أن شمال وشرق منطقة الدراسة أكثر المناطق تأثراً بتكرار الأحداث الجافة والمتطرفة، أما بالنسبة لأحداث الجفاف الشديد فقد تركزت في منطقة صغيرة في الجزء الأوسط من المنطقة، في حين تكررت أحداث الجفاف الخفيف والمعتدل في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة. أما ما يخص أحداث الظروف المعتدلة فقد ظهرت أعلى تكرارات لها في الجزء الغربي من منطقة الدراسة.

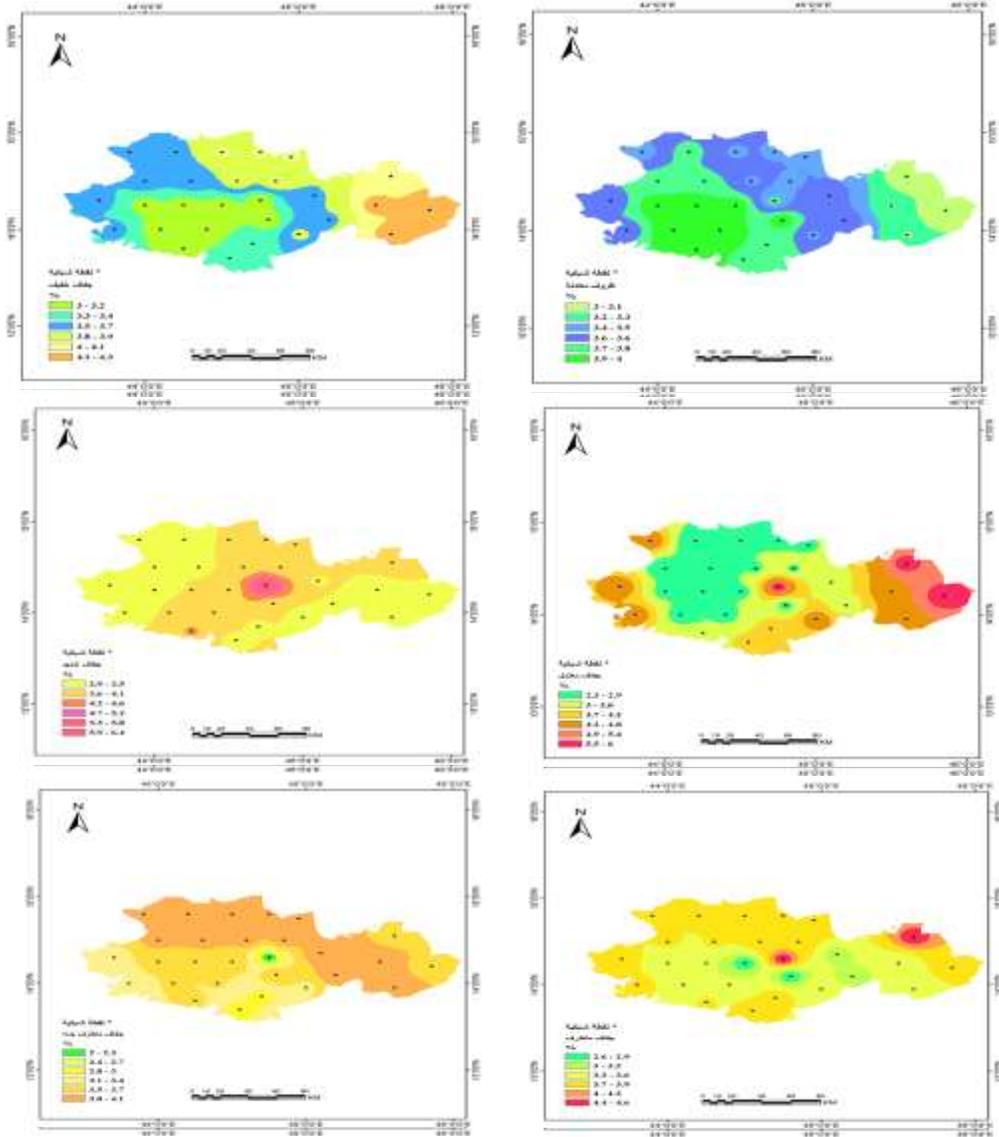
جدول (5) التكرارات الشهرية لفئات الجفاف للنطاق الزمني 6 أشهر لمنطقة الدراسة للفترة 1950 -

نقطة شبكية	ظروف معتدلة	جفاف خفيف	جفاف معتدل	جفاف شديد	جفاف متطرف	جفاف متطرف جداً
1	402	178	82	50	38	96
2	439	181	39	50	37	100
3	410	194	48	54	39	100
4	410	194	48	54	39	100
5	439	181	39	50	37	100
6	439	181	39	50	37	100
7	410	194	48	54	39	100
8	415	177	82	50	39	79
9	473	156	45	54	33	86
10	473	156	45	54	33	86
11	466	154	45	59	26	94
12	415	177	82	50	39	79
13	473	156	45	54	33	86
14	473	156	45	54	33	86

62	37	64	51	159	473	15
94	26	59	45	154	466	16
83	36	45	79	185	411	17
73	39	52	64	169	448	18
73	39	52	64	169	448	19
50	47	114	102	152	384	20
100	39	54	48	194	410	21
100	39	54	48	194	410	22
103	31	53	50	181	428	23
103	31	53	50	181	428	24
102	33	48	79	208	374	25
90	46	60	96	200	355	26
88	39	53	101	213	355	27
102	33	48	79	208	374	28
10.63	4.30	6.53	7.13	21.13	50.28	النسبة %

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج SPSS

شكل رقم (3) الأنماط المكانية لتكرار أحداث الجفاف للنطاق الزمني 6 أشهر للمدة (2020-1950)



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج GIS

5- تكرار ونسب حالات الجفاف للنطاق الزمني 9 أشهر:

بحسب ما أكدته الدراسات السابقة يمكن اكتشاف حالات جفاف الموارد المائية (الجفاف الهيدرولوجي) من خلال استخدام التتبع الزمني للمؤشر المعياري 9 أشهر (SPEI09) لسلسلة زمنية طويلة تمتد لأكثر من (50) سنة. وعليه، ومن خلال النظر في الجدول رقم (6)

يتضح أن نسبة تكرارات أحداث الظروف المعتدلة قد شهدت تناقصا ملحوظا بلغ معدله (0.38%) وفي المقابل زادت نسبة تكرارات أحداث الجفاف المتطرفة جدا عن الفئة السابقة بنسبة (0.8%)، فقد بلغ مجموع التكرارات (2702) بنسبة (11.43%)، كذلك لوحظ تزايد متصاعد في تكرارات أحداث الجفاف الخفيف بنسبة (2.02%) عن الفئة السابقة فقد بلغ مجموع التكرارات لهذه الفئة (5472) بنسبة (23.15%)، أما فئة الجفاف المعتدل والشديد والمتطرف فقد بلغ مجموع تكرارات تلك الفئات (1644، 1137 و851) وبنسب متفاوتة بلغت (6.96%، 4.96% و3.60%) تقريبا على التوالي. أما توزيع الأنماط المكانية لفئات الجفاف الشكل رقم (4) فقد توزعت الظروف المعتدلة في ثلاثة أجزاء: الجزء الشمالي، والجزء الغربي، وأجزاء من الجهة الجنوبية لمنطقة الدراسة، أما تكرارات فئة الجفاف الخفيف فقد تركزت في الجزء الشرقي، وأجزاء من الجهة الشمالية الشرقية للمنطقة. وأما فئات الجفاف المعتدل والشديد فقد تركزت في أجزاء صغيرة من الجهة الشرقية للمنطقة، في حين توزعت فئات الجفاف المتطرف في الجزء الشرقي والجنوبي الشرقي، وكذلك امتدت هذه الفئة على طول منطقة الدراسة من الجهة الشمالية إلى الجهة الشرقية، وشملت أيضا الجهة الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة.

جدول (6) التكرارات الشهرية لفئات الجفاف للناطق الزماني 9 أشهر لمنطقة الدراسة للفترة 1950 -

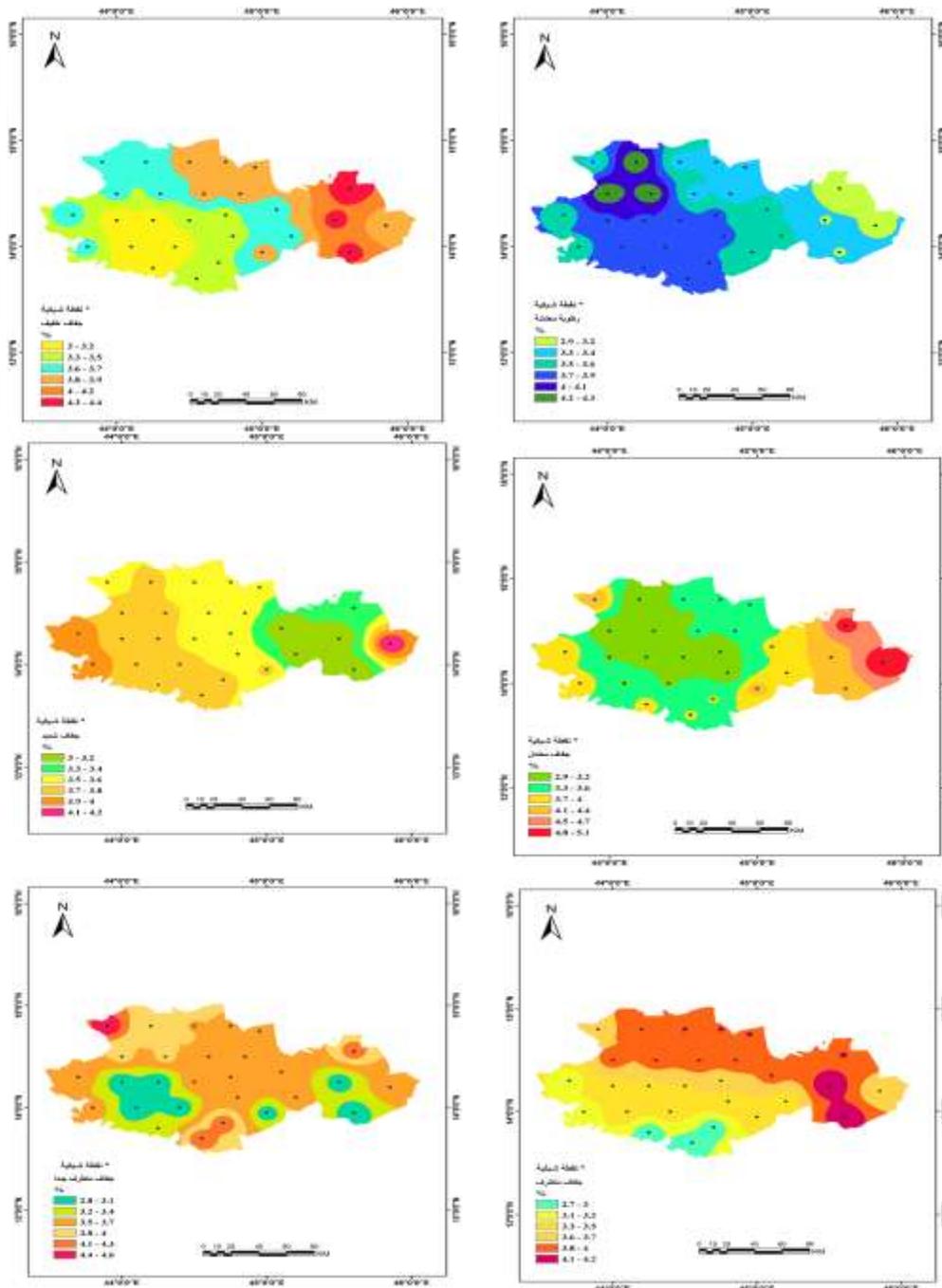
نقطة شبكية	ظروف معتدلة	جفاف خفيف	جفاف معتدل	جفاف شديد	جفاف متطرف	جفاف متطرف جدا
1	404	194	74	35	37	102
2	437	189	52	39	28	103
3	399	215	52	43	29	108
4	399	215	52	43	29	108
5	437	189	52	39	28	103
6	437	189	52	39	28	103
7	399	215	52	43	29	108
8	420	184	78	43	37	82
9	469	168	46	46	25	88
10	469	168	46	46	25	88
11	463	172	36	46	28	97
12	420	184	78	43	37	82
13	469	168	46	46	25	88
14	469	168	46	46	25	88

(التحليل الجغرافي لظاهرة الجفاف في إقليم المرتفعات الوسطى من اليمن (خلال الفترة الزمنية 1950-2020) د. علي أحمد علي ضيف الله

70	37	36	47	190	457	15
97	28	46	36	172	463	16
100	24	34	69	215	400	17
82	36	29	57	211	429	18
82	36	29	57	211	429	19
97	28	46	36	172	463	20
108	29	43	52	215	399	21
108	29	43	52	215	399	22
108	28	32	58	205	410	23
108	28	32	58	205	410	24
107	33	37	73	242	354	25
99	41	49	95	213	352	26
94	32	60	96	194	369	27
94	32	60	96	194	369	28
11.43	3.60	4.96	6.96	23.15	49.90	النسبة %

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج SPSS

شكل (4) الأنماط المكانية لتكرار أحداث الجفاف للنطاق الزمني 9 أشهر للفترة (2020-1950)



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج GIS

6- تكرار ونسب حالات الجفاف للنطاق الزمني 12 شهراً:

يتبين من خلال الجدول رقم (7) الذي يوضح التكرارات الشهرية لفئات الجفاف للنطاق الزمني 12 شهراً، أن هنالك تناقصاً تدريجياً في تكرارات أحداث الظروف المعتدلة في منطقة الدراسة عن الفئات السابقة في جميع النطاقات الزمنية (1، 3، 6، 9)، وعلى العكس من ذلك زادت نسبة تكرارات أحداث الجفاف المتطرفة عما هي عليه في النطاقات الزمنية المختلفة. فقد بلغ مجموع تكرارات أحداث الظروف المعتدلة (11545) بنسبة (48.65%)، بينما شهدت فئة الجفاف المتطرف جداً مجموع تكرارات بلغ (2762) وبنسبة (11.64%). وعلاوة على ذلك، شهدت أحداث تكرارات فئة الجفاف الخفيف زيادة عن الفئات السابقة، فقد بلغ مجموع تكرارات هذه الفئة (5785) وبنسبة (24.38%)، أما بالنسبة لكلٍّ من فئات الجفاف المعتدل والشديد والمتطرف فقد بلغ مجموع تكرارات تلك الفئات (1115، 1805 و 721) وبنسبة (4.70، 7.61% و 3.04%) تقريباً على التوالي. ويتضح من الشكل (5) توزع الظروف المعتدلة في جزء صغير من الجهة الغربية من منطقة الدراسة، بينما توزعت فئة الجفاف المتطرف جداً في جزء كبير من المنطقة يتمثل في الجزء الشمالي والشرقي والجزء الأوسط وكذلك الجزء الجنوبي الشرقي، في حين توزعت بقية فئات الجفاف على أجزاء متفرقة من منطقة الدراسة، كان من أهمها الجزء الشرقي للمنطقة.

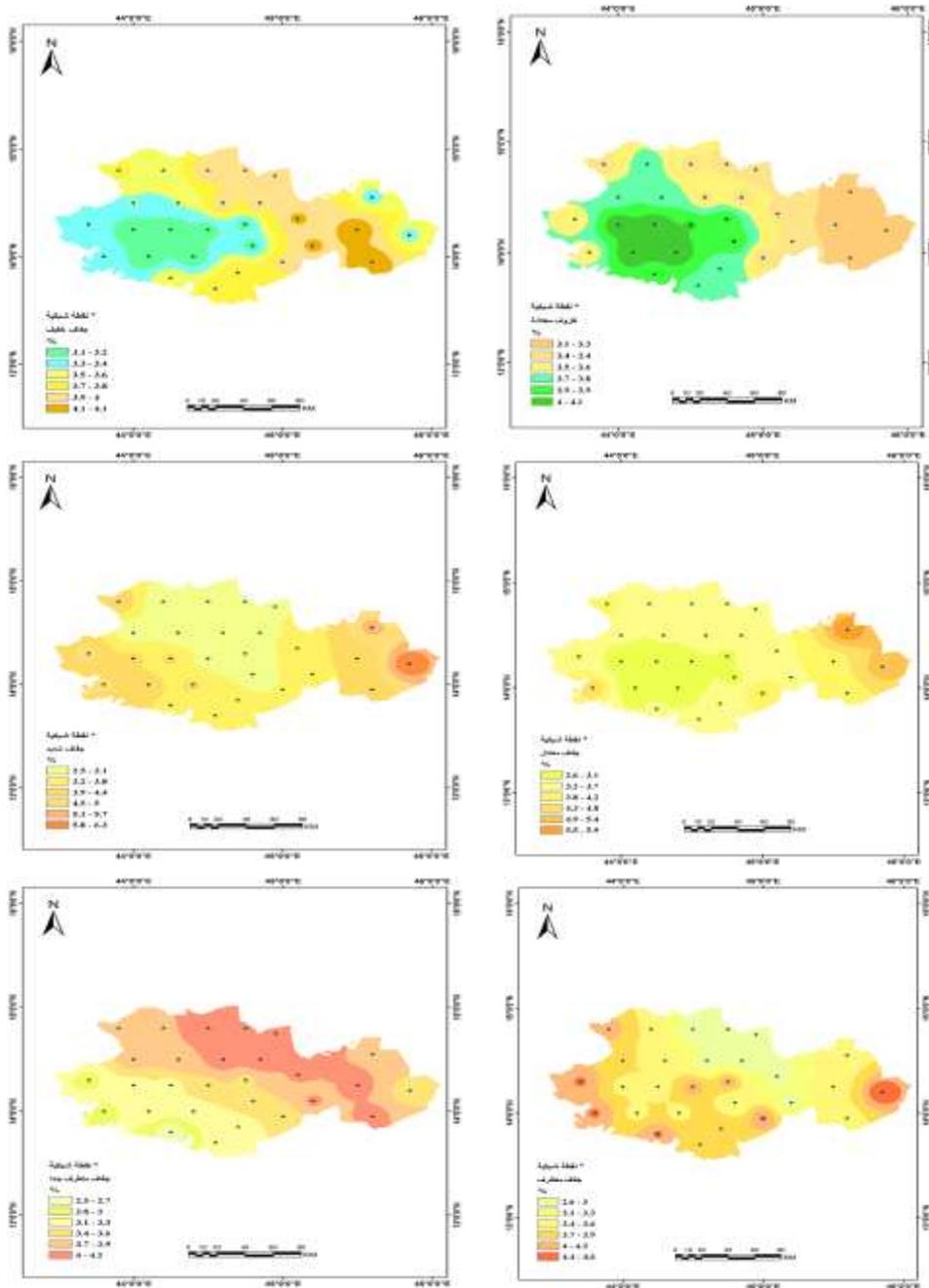
جدول (7) التكرارات الشهرية لفئات الجفاف للنطاق الزمني 12 شهراً لمنطقة الدراسة للفترة 1950 -

نقطة شبكية	ظروف معتدلة	جفاف خفيف	جفاف معتدل	جفاف شديد	جفاف متطرف	جفاف متطرف جداً
1	384	212	70	49	30	100
2	423	198	58	28	26	106
3	390	227	64	34	19	115
4	390	227	64	34	19	115
5	423	198	58	28	26	106
6	423	198	58	28	26	106
7	390	227	64	34	19	115
8	398	197	85	51	31	81
9	472	177	46	43	25	88
10	472	177	46	43	25	88
11	455	182	54	31	30	97
12	398	197	85	51	31	81
13	472	177	46	43	25	88

88	25	43	46	177	472	14
68	31	42	59	208	441	15
97	30	31	54	182	455	16
92	31	35	78	221	386	17
84	28	37	61	219	420	18
84	28	37	61	219	420	19
97	30	31	54	182	455	20
115	19	34	64	227	390	21
115	19	34	64	227	390	22
108	20	38	61	231	391	23
108	20	38	61	231	391	24
110	25	45	72	239	360	25
107	25	58	107	194	358	26
93	33	70	93	195	366	27
110	25	45	72	239	360	28
11.64	3.04	4.70	7.61	24.38	48.65	النسبة %

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج SPSS

شكل (5) الأنماط المكانية لتكرار أحداث الجفاف للنطاق الزمني 12 شهرا للفترة (2020-1950)



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات مؤشر الجفاف SPEI باستخدام برنامج GIS

سابعاً: الاستنتاجات والتوصيات:

بينت الدراسة من خلال تتبع النطاقات الزمنية المختلفة (1،3،6، 9 و12) لسلسلة زمنية طويلة خلال الفترة 1950 – 2020 لعدد (28) نقطة شبكية توزعت على منطقة الدراسة أن هنالك تفاوتاً في نسب أحداث تكرارات أحداث الجفاف وأحداث الظروف المعتدلة، حيث تساوت نسبهما تقريباً في النطاقات الزمنية القصيرة (1،3، 6) بنسبة (50.15%،50.50% و 50.28%) على التوالي، لأحداث الظروف المعتدلة، وبنسبة (49.85%،49.50% و 49.72%) لأحداث الجفاف، وتباينت نسبياً خلال النطاقات الزمنية الأخرى (9 و12)، فبلغت النسبة (49.50% و48.56%) لأحداث الظروف المعتدلة، و(50.50% و51.44%) لأحداث الجفاف. أما على المستوى المكاني فقد توزعت فئات الجفاف على منطقة الدراسة، مع عدم وجود فروقات كبيرة، وهو ما ينعكس سلباً على الموارد الطبيعية من حيث تناقص كمية المياه الجوفية، فضلاً عن آثاره على تدهور التربة وقلة الإنتاج الزراعي في المنطقة. وأخيراً، اكتشفت الدراسة من خلال تحليل نتائج النطاق الزمني 6 أشهر و12 شهراً أن الجفاف السائد في منطقة الدراسة هو الجفاف الهيدرولوجي؛ نتيجة للتناقص في كمية المياه الجوفية بسبب قلة الأمطار والاستنزاف الجائر لهذا المورد الحيوي المهم على مستوى المنطقة. وفي الأخير، توصي الدراسة بضرورة تكاتف الجهود البحثية الأكاديمية والحكومية، والمراكز البحثية لإنشاء قواعد بيانات تفصيلية للجفاف ومؤشراته، وكذلك محاولة عمل دراسات وأبحاث في مجال المناخ والتغيرات المناخية والآثار الناتجة عنه، مثل ظاهرة الجفاف، ووضع الاستراتيجيات الواضحة والهادفة للتنبيه بمخاطر ظاهرة الجفاف، ومحاولة معالجتها ووضع الطرق المناسبة للتعامل معها.

المراجع:

- 1- إبراهيم ، محمد محمد. اتجاهات التغير في الجفاف المناخي والهيدرولوجي وعلاقتها بالدورات الهوائية العامة في الدلتا المصرية خلال الفترة 1950-2015 (دراسة مناخية). *المجلة الجغرافية العربية-الجمعية الجغرافية المصرية*. 2020، 60-1.
- 2- البديري ، احمد. التباين الزمني والمكاني لاتجاهات وتكرارات الجفاف في منطقة الفرات الأوسط. *مجلة العميد، المجلد 10، العدد 40، 2021، 277-3167*.
- 3- خوجلي ، مصطفى. مقدمة في دراسة الكوارث (التصحّر، الجفاف، الاحتباس الحراري). ط 1. السودان: مطبعة جامعة إفريقيا. 2014.
- 4- عنبر، محمود عبدالفتاح، وجودة التركماني. *جغرافية الأراضي الجافة والقاحلة*. نور نشر، القاهرة. 2017.
- 5- قاسم، سماح ، وآخرون. التحليل الزمني والمكاني للجفاف باستخدام مؤشر هطول الأمطار القياسي للمنطقة الشمالية الغربية من العراق. *مجلة الرافدين الهندسية*. العدد 26، 2021 ، 127-115
- 6-Oyounalsoud, M. S., Najah, A., Yilmaz, A. G., Abdallah, M., & Siddique, M. (2022). Meteorological Drought Assessment in Sharjah, UAE Using Drought Indices. *International Journal of Environmental Science and Development*, 13(1).
- 7-Hameed, M., Ahmadalipour, A., & Moradkhani, H. (2020). Drought and food security in the middle east: An analytical framework. *Agricultural and Forest Meteorology*, 281, 107816.
- 8-Mabrouk, E. H., Moursy, F. I., Mohamed, M. A. E. H., & Omer, M. E. D. M. (2020). Estimate of correlation between the metrological drought on Ethiopia the Hydrological drought on Egypt. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 8(2).