

استعمال التقانات الجيومكانية لدراسة التغيرات الزمنية لبعض مؤشرات الجفاف في منطقة سكران-غرب العراق

حسام ناجي مخلف^{1*}, مثنى خليل ابراهيم الرفاعي²

¹ مدرس، قسم جيولوجيا الصحراء، مركز دراسات الصحراء، جامعة الأنبار، الأنبار، العراق.
² أستاذ، قسم علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة الأنبار، الأنبار، العراق.

المستخلص

هدفت الدراسة الى متابعة حالة الجفاف ومدى فاعلية التقانات الجيومكانية في رصد هذه الظاهرة. إذ استخدمت أدلة ومؤشرات SPI و NDVI و VCI و TCI و VHI و WSVI لمراقبة حالة الجفاف بدءاً من سنة 1999 - 2019 لترب ضمن الصحراء الغربية للعراق في منطقة سكران. بين دليل الجفاف المناخي SPI تأثر المنطقة بحالة الجفاف مع التكرار بفترات تتراوح كل 5 سنوات، أما الدليل الهيدرولوجي WSVI فأشار الى تأثر المنطقة بحالة الجفاف وتباينها بين سنة وأخرى مع سيادة حالة الجفاف المتوسط والشديد. وتوافقت نتائج أدلة الجفاف الزراعي NDVI و VCI و TCI و VHI مع الأدلة الأخرى من حيث تأثر المنطقة بحالة الجفاف والذي صنف الى خمسة أصناف تباينت مساحات تأثرها مع سنوات الدراسة المختارة مع سيادة حالات الجفاف الشديد.

الكلمات المفتاحية: التربة الصحراوية، SPI و NDVI و VCI و TCI و VHI

Using Geospatial Techniques to Study the Temporal Variability of Some Drought Indicators in The Sakran Region-Western Iraq

Husam N. Mukhlif^{1*} Muthanna K. I. Al-Rifai²

¹ Lec., Department of Desert Geology, Center of Desert Studies, University of Anbar, Anbar, Iraq.

² Prof., Department of Soil and Water Resources Science, College of Agriculture, University of Anbar, Anbar, Iraq.

Abstract

The study aimed to follow up the drought situation and the effectiveness of geospatial technologies in monitoring this phenomenon. The indexes and indicators of SPI, NDVI, VCI, TCI, VHI and WSVI were used to monitor the drought situation starting from 1999-2019 for soils within the western desert of Iraq in the Sakran region. The climatic drought index SPI showed that the region was affected by the drought condition with recurrence at intervals ranging every 5 years, while the WSVI hydrological index indicated that the region was affected by the drought condition and its variation from year to year with the predominance of moderate and severe drought. The results of the agricultural drought indices NDVI, VCI, TCI and VHI agreed with other evidence in terms of the region's affected by the state of drought, which was classified into five types whose areas of impact varied with the selected years of study with the predominance of severe dry cases.

Keywords: Soil desert, SPI, NDVI, VCI, TCI, VHI

*Corresponding author.

Email: dr.husammukhlif@uoanbar.edu.iq

<https://dx.doi.org/10.36531/ijds.2022.176686>

Received 3 June 2022; Received in revised form 29 August 2022; Accepted 10 September 2022

المقدمة

استخدم Al-Quraishi وآخرون (2020) في دراسته ثلاث مؤشرات طيفية لدراسة الجفاف في إقليم كردستان العراق NDVI, SDWI & LST واستخدم المؤشر الرابع معدل هطول المطر القياسي SPI كمؤشر مناخي للجفاف. وقد استخدمت البيانات المستحصلة في رسم خرائط الجفاف. يعتمد مؤشر المطر القياسي SPI في كثير من المراكز البحثية المتقدمة والجامعات والمراكز الوطنية للأرصاد الجوية وأبرزها المركز الوطني للتخفيف من آثار الجفاف في الولايات المتحدة الأمريكية National (NDMC) Drought Mitigation Center، إذ يقوم هذا المركز برصد ظاهرة الجفاف أسبوعياً وشهرياً وسنوياً ويظهر توزيعها المكاني الزمني على شكل نماذج الخرائط فضلاً عن الولايات المتحدة الأمريكية يستعمل مؤشر المطر القياسي في العديد من الدول الأوروبية مثل اليونان فضلاً عن المكسيك وغيرها من الدول المتقدمة. هدفت الدراسة الى متابعة حالة الجفاف ومدى فاعلية التقانات الجيومكانية في رصده بفترات زمنية من سنة 1999-2019.

المواد وطرائق العمل

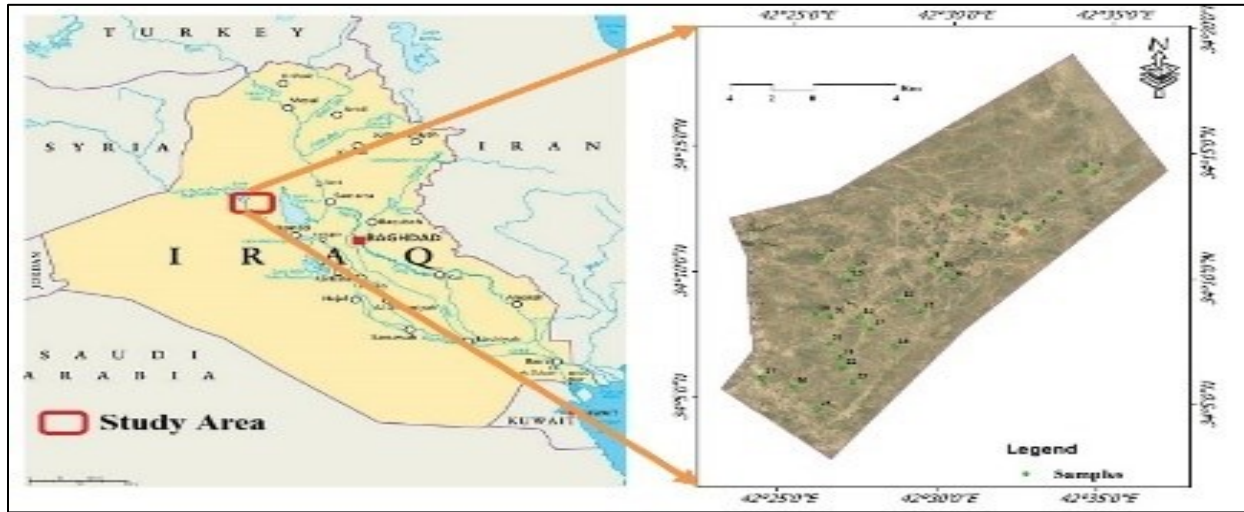
الموقع والمساحة

اختيرت منطقة حوض السكران غرب العراق كمساحة ممثلة للترب الصحراوية في منطقة الجزيرة غرب الفرات بمساحة 297 كم²، والمحصورة بين خطي طول (22' 42° و 20.80' 37' 42°) شرقاً ودائرتي عرض (20.89' 19' 34° و 16.89' 02' 34°) شمالاً (شكل 1).

يعد رصد الجفاف أحد الإجراءات الرئيسية في إدارة مخاطره، إذ تشمل إجراءات المراقبة المستمرة وتقييم ظروف رطوبة سطح التربة وكميات وأنماط تساقط الأمطار، ودرجة الحرارة في المناطق الجافة وشبه الجافة (Tsakiris, 2017).

هناك اهتمام متزايد بإمكانية التحليل العالمي لمخاطر الجفاف، بعد التطور السريع في مراقبة التغيرات في الظروف البيئية (Hazaymeh, 2016). بين Ismail (2014) تداخل عناصر الجفاف "يتضمن موضوع الجفاف عناصر متداخلة تجعله من أكثر المشكلات البيئية تعقيداً كذلك يعد من الظواهر التي تحظى باهتمام العديد من التخصصات المختلفة ويظهر ذلك من خلال اختلاف الباحثين في دراسة وتحليل هذه الظاهرة من خلال اختلاف وتعدد التعاريف التي وضعت لتحديد مفهومه ومسبباته وتنوع قرائن قياسه وحساب شدته والتنبؤ به"

أشار Al-Azzawi (2019) ان موجات الجفاف تعد من أهم المشاكل البيئية ومن خلال تأثيرها على الانشطة الاقتصادية والزراعية فهي تؤثر بصورة مباشرة على الانسان لاسيما نقص الموارد اللازمة لديمومة هذه الانشطة، كما ذكر ان التغير المناخي العالمي أدى إلى موجات جفاف ضربت العراق بوتيرة متزايدة شدة وتكراراً خلال العقود الثلاث المنصرمة. كما أوضح أن الجفاف ثلاثة أنواع هو الجفاف المناخي Metrological Drought والجفاف الهيدرولوجي Hydrological Drought والجفاف الزراعي Agricultural Drought.



شكل 1. خريطة تمثل موقع منطقة الدراسة

واستخراج القيم والأدلة والمؤشرات الطيفية الخاصة بالدراسة وفق المعادلات المبينة في الجدول 2، وباستخدام البرامج الخاصة بالتقانات الجيومكانية وهي ENVI 5.3 وARCGIS10.2.

تم تنزيل المرئيات الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة من الموقع الجيولوجي الأمريكي المجاني USGS ومما توفر منه للمدة من 1999-2019 وحسب المواصفات المبينة (جدول 1)، وبتتابع زمني سنتين لكل مدة. تم معالجة المرئيات وفق الاصوليات المتبعة وتجهيزها لعمليات التحليل

جدول 1. مواصفات المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة.

Years	Spacecraft_ID	Sensor	Path/Row	Date
1999	LANDSAT_5	TM	170/36	16/6/1999
2001	LANDSAT_5	TM	170/36	06/05/2001
2003	LANDSAT_7	ETM	170/36	18/5/2003
2005	LANDSAT_5	TM	170/36	02/07/2005
2007	LANDSAT_5	TM	170/36	22/6/2007
2009	LANDSAT_5	TM	170/36	27/6/2009
2011	LANDSAT_5	TM	170/36	17/6/2011
2013	LANDSAT_8	OLI	170/36	22/6/2013
2015	LANDSAT_8	OLI	170/36	28/6/2015
2017	LANDSAT_8	OLI	170/36	17/6/2017
2019	LANDSAT_8	OLI	170/36	23/6/2019

جدول 2. المعادلات الخاصة بالأدلة والمؤشرات الطيفية.

Resource	Equation	description	NO.
McKee وآخرون (1993)	$SPI = \frac{X - X_m}{\sigma}$	Standard precipitation Index	1
Patrick وآخرون (1990)	$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$	Normalized Difference Vegetation Index	2
Kogan وآخرون (2004)	$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})} * 100$	Vegetation Condition Index	3
Koga وآخرون (2004)	$TCI = \frac{LST - LST_{min}}{(LST_{max} - LST_{min})} * 100$	Temperature Condition Index	4
Kogan وآخرون (2004)	$VHI = 0.5 * VCI + 0.5 * TCI$	Vegetation Health Index	5
Rosalena وHernina, 2019	$WSVI = LST / NDVI$	Water Supplying Vegetation Index	6

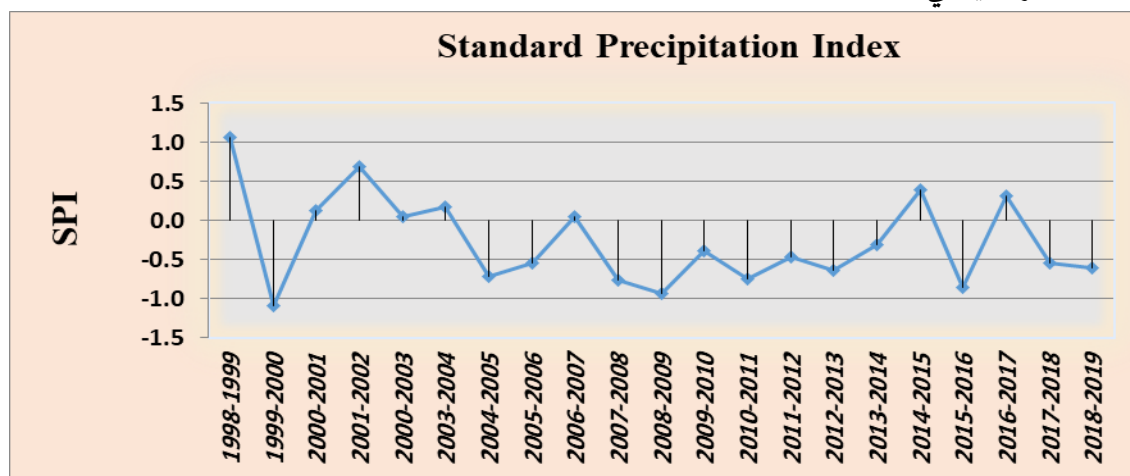
بداية ونهاية، يفضل في حساب SPI عدم وجود بيانات مفقودة في السلسلة الزمنية وتكون الفترة المطلوبة للدراسة أكثر من 30 سنة (McKee وآخرون, 1993).

إن فترة الجفاف تحدث عندما تكون قيم (SPI) سالبة وتصل إلى أشدها عندما تصل إلى (-2)، وتنتهي فترة الجفاف هذه عندما تصبح قيم SPI موجبة وبذلك فإن كل فترة جفاف لها

النتائج والمناقشة

مؤشرات ودلائل الجفاف الطيفية

• معامل المطر القياسي SPI



شكل 2. التوزيع المطري حسب معامل المطر القياسي.

مما يعني أن الجفاف حالة متكررة كل 5 سنوات مما يستلزم أخذ الاحتياطات اللازمة لمواجهة هذه الازمة.

يتضح من الشكل 2 أن هناك تباين في قيم سقوط المطر بين سنة وأخرى وأن هناك انخفاض شديد بمدة زمنية تقارب 5 سنوات،

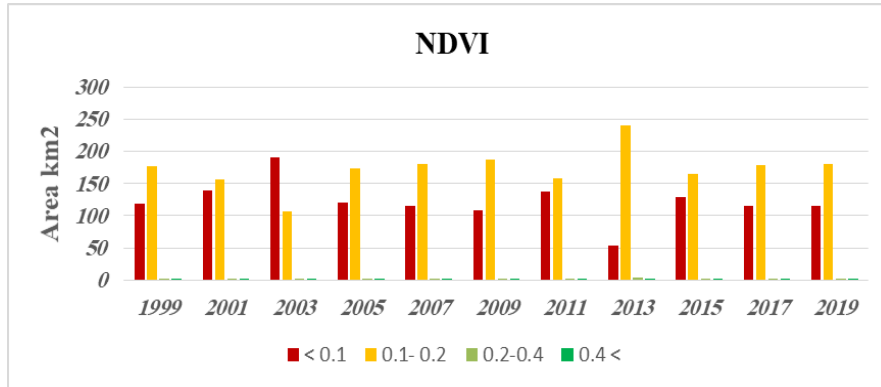
2013 وبنسبة بلغت 80.8% بينما سجلت أقل مساحة لهذا الصنف 35.8% سنة 2003. أما صنف الغطاء النباتي فقد شمل الصنف الثالث والرابع فكانت قيمه قليلة جداً في جميع سنوات الدراسة. فقد سجل الصنف الثالث وهو غطاء نباتي خفيف أعلى مساحة بنسبة 1.1% وكانت سنة 2013، وسجلت سنة 2019 أقل مساحة له وبلغت 0.2. أما الصنف الرابع وهو الغطاء النباتي الكثيف فكانت أعلى مساحة له سنة 2013 بنسبة بلغت 0.2% في حين لم يسجل سنة 2019 أي قيمة مساحية له (شكل 4). ومما سبق يتضح أن السيادة هو للقسم الأول بصنفيه الاراضي الجرداء والتراب الجافة وهذا متوافق مع ما وجدته Al-Namrawi (2019) بأن منطقة الدراسة فقيرة جداً بالغطاء النباتي وسببه قلة الامطار فضلاً عن ارتفاع درجات الحرارة وقد يكون النشاط البشري مساعد في ذلك.

• دليل الغطاء النباتي NDVI

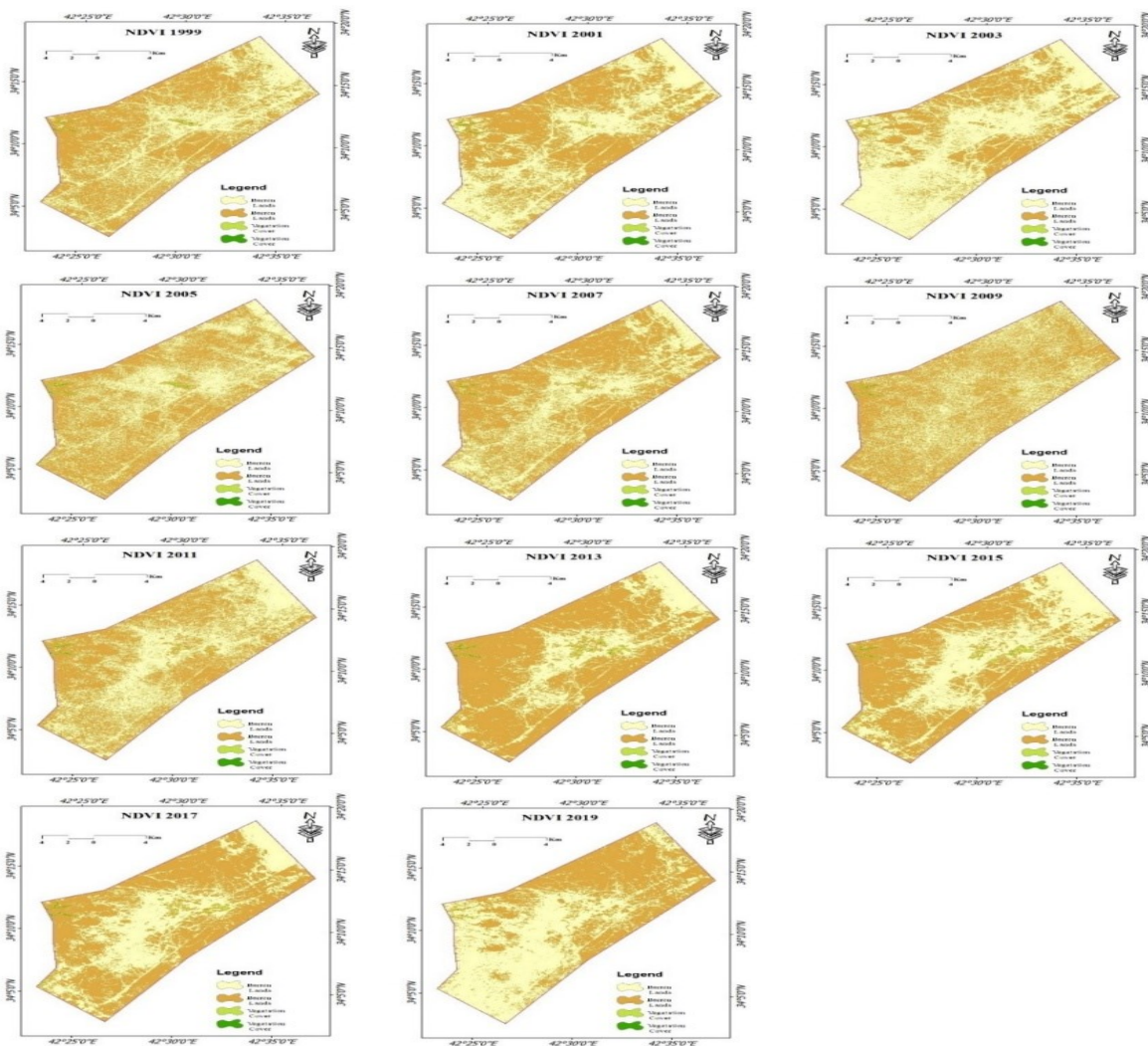
يعد دليل الغطاء النباتي من الأدلة المهمة والشائعة الاستخدام في دراسات الجفاف من خلال تقييم كثافة وانتشار الغطاء النباتي لأي منطقة. تم استخراج المساحات لمنطقة الدراسة وللسنوات المختارة. كما موضح في الجدول 3. قسمت قيم القرينة النباتية الى 4 اقسام كما ذكره Al-Juraysi (2013) وكانت القيمة الفاصلة بين التراب الجرداء والغطاء النباتي هي 0.2 تم حساب المساحات لكل السنوات فكان التباين واضح جدا بسبب الضعف العام في وجود الغطاء النباتي لجميع السنوات (شكل 3). بلغت أعلى مساحة للأراضي الجرداء في سنة 2003 بنسبة بلغت 64% في حين كانت نسبة المساحة 17.9% هي الأقل لهذا الصنف وذلك سنة 2013. أما صنف التراب الجافة فقد شغلت أكبر مساحة سنة

جدول 3. مساحات ونسب دليل القرينة النباتية NDVI في منطقة الدراسة.

Classes	Barren Lands		Vegetation Cover		
	NDVI Level	< 0.1	0.1- 0.2	0.2-0.4	0.4 <
1999		118.6	177.3	0.8	0.3
%		39.9	59.7	0.3	0.1
2001		140.0	155.6	1.1	0.3
%		47.1	52.4	0.4	0.1
2003		189.9	106.5	0.6	0.0
%		64.0	35.8	0.2	0.0
2005		120.9	173.9	1.8	0.4
%		40.7	58.6	0.6	0.1
2007		114.9	181.1	0.8	0.2
%		38.7	61.0	0.3	0.1
2009		108.4	187.2	1.1	0.3
%		36.5	63.0	0.4	0.1
2011		138.2	157.4	1.2	0.3
%		46.5	53.0	0.4	0.1
2013		53.3	240.0	3.1	0.5
%		17.9	80.8	1.1	0.2
2015		129.8	164.1	2.7	0.4
%		43.7	55.3	0.9	0.1
2017		114.6	179.5	2.5	0.4
%		38.6	60.4	0.8	0.1
2019		115.4	180.9	0.6	0.1
%		38.9	60.9	0.2	0.0



شكل 3. التوزيع البياني لمساحات منطقة الدراسة حسب دليل القرينة النباتية. NDVI



شكل 4. خرائط المنطقة حسب دليل القرينة النباتية NDVI خلال مدة الدراسة من 1999-2019.

الجفاف مما يشير الى اهميتها. القيمة المنخفضة لهذا المؤشر تعطي دلالة على الاجهاد المائي وضعف الغطاء النباتي للمنطقة المدروسة. قسمت قيم هذا المؤشر الى خمسة أقسام كما أوضحه Al-Zwbaidi (2015) وهي جفاف شديد جداً وجفاف شديد وجفاف متوسط وجفاف طبيعي وعتيم الجفاف (جدول 4).

• مؤشر حالة النبات **Vegetation condition Index (VCI)**

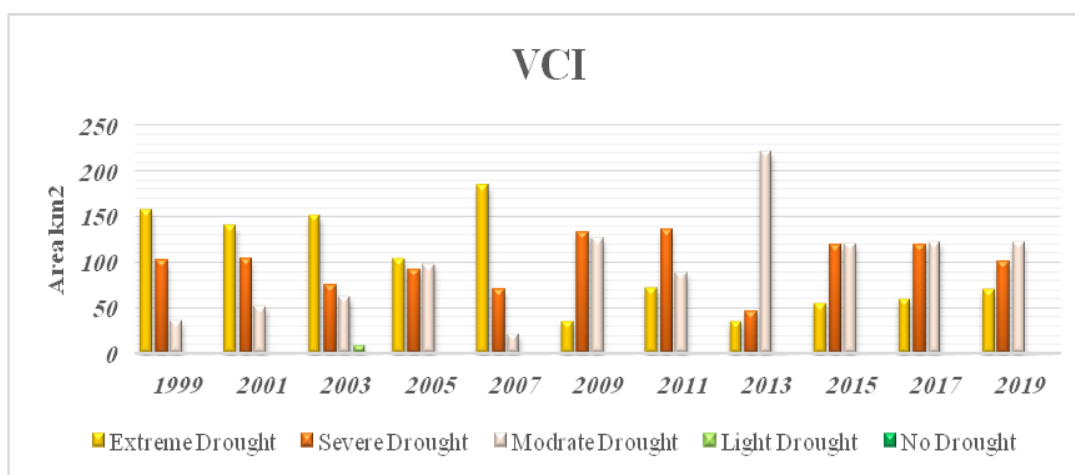
يعد هذا المؤشر من المؤشرات المهمة في دراسة حالة الجفاف إذ تعتمد قيمه على دليل الغطاء النباتي وحسب المعادلة المستخدمة. ففي الصين استخدم Yang وBiao (2004) أربع معادلات للغطاء النباتي في دراستهم لحالة

جدول 4. المساحات حسب دليل الجفاف VCI في منطقة الدراسة.

VCI Severity Level	Extreme Drought	Severe Drought	Moderate Drought	Light Drought	No Drought
1999	157.77	101.84	36.55	0.39	0.45
%	53.12	34.29	12.31	0.13	0.15
2001	139.98	103.39	52.57	0.56	0.50
%	47.13	34.81	17.70	0.19	0.17
2003	150.71	74.89	62.14	8.38	0.88
%	50.74	25.21	20.92	2.82	0.30
2005	104.12	92.30	98.24	1.35	0.99
%	35.06	31.08	33.08	0.46	0.33
2007	184.92	69.80	21.54	0.33	0.42
%	62.26	23.50	7.25	0.11	0.14
2009	35.05	133.04	127.25	0.96	0.70
%	11.80	44.79	42.84	0.32	0.23
2011	71.47	136.39	88.06	0.55	0.53
%	24.06	45.92	29.65	0.18	0.18
2013	35.06	46.09	220.90	3.25	1.70
%	11.80	15.52	74.38	1.10	0.57
2015	54.61	118.68	120.60	1.94	1.17
%	18.39	39.96	40.61	0.65	0.39
2017	60.51	119.72	122.84	2.31	1.62
%	20.37	40.31	41.36	0.78	0.55
2019	70.23	100.41	121.69	3.41	1.66
%	23.62	34.15	39.14	3.17	0.60

و7.25% على التوالي. أما الصنف الرابع بلغ أعلى مساحة له 2.82% سنة 2003 في حين سجلت سنة 2007 أقل مساحة وبلغت 0.11% وكانت مساحات الصنف الخامس قليلة جداً فبلغت أعلى مساحة وأقلها 0.57 و 0.15% للسنوات 2003 و1999 على التوالي وتوضح الأشكال 5 و6 الرسم البياني والخرائط للمساحات المستخرجة.

وحسبت المساحات المتأثرة لكل قسم منها ولجميع سنوات الدراسة. بلغت أعلى مساحة للصنف الأول سنة 2007 بنسبة بلغت 62.3% في حين بلغت أقل نسبة له سنة 2009 وسجلت 11.8% أما الصنف الثاني فكانت أعلى نسبة مساحة وأقلها 45.9 و 15.5% للسنوات 2011 و2013 على التوالي، وسجلت مساحات الصنف الثالث أعلى وأقل مساحة للسنوات 2013 و2007 وبلغت 74.4

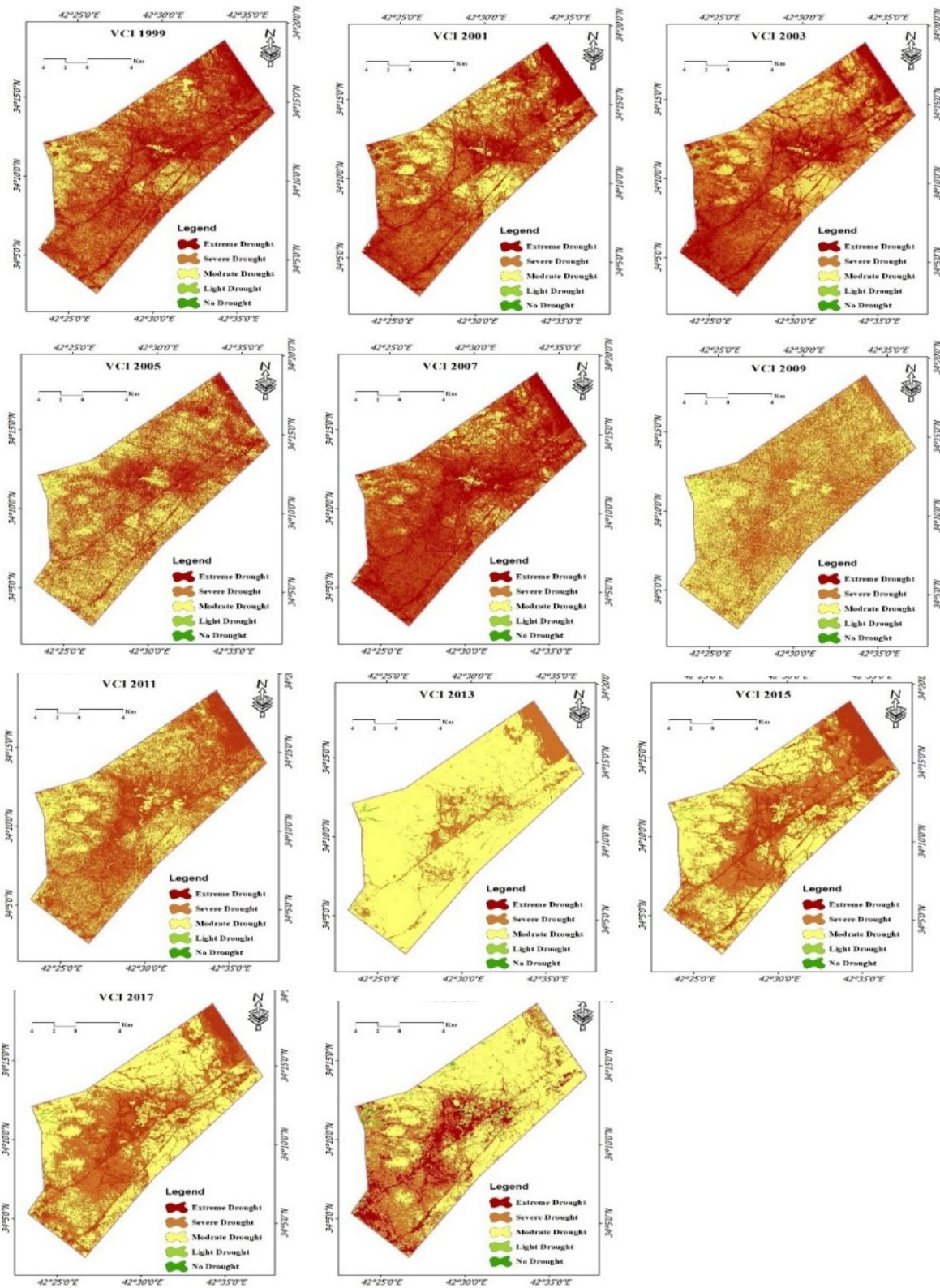


شكل 5. التوزيع البياني لمساحات منطقة الدراسة حسب دليل الجفاف VCI.

1.5%. بينما كانت أعلى نسبة مساحة للصنف الثاني 37.5% سنة 2007 في حين سجلت سنة 2019 أقل نسبة مساحة بلغت 0.4%. أما الصنف الثالث فكانت أعلى وأقل مساحة هي للسنوات 1999 و2019 وبلغت 50.1 و0.2% على التوالي. وسجلت المساحات للصنف الرابع في السنوات 2005 و2019 أعلى وأقل نسبة مساحة إذ بلغت 50.7 و0.1% على التوالي. وسجلت السنوات 2001 و2019 أعلى وأقل نسبة مساحة للصنف الخامس وبلغت على التوالي 155 و0.1%. وضحت النتائج بيانياً وخرائطياً (الأشكال 7 و8).

• مؤشر الحالة الحرارية Temperature Condition Index (TCI)

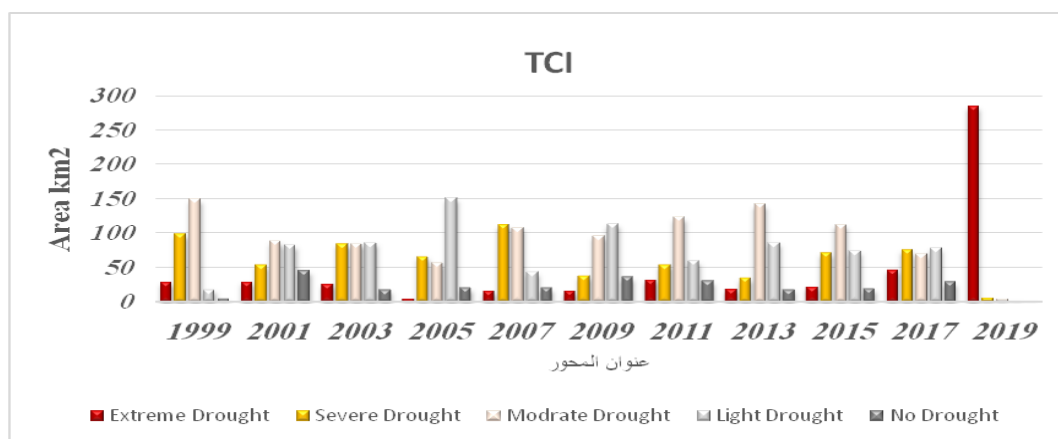
يمثل هذا المؤشر حالة الاجهاد الحراري الذي تأثرت به منطقة الدراسة للسنوات المختارة إذ تتناسب عكسياً مع مؤشر حالة النبات. ومن خلال النتائج الموضحة في الجدول 5 والذي يوضح فيه المساحات وفق خمس تقسيمات ولجميع السنوات المختارة هي جفاف شديد جداً وجفاف شديد وجفاف متوسط وجفاف طبيعي وعديم الجفاف. أظهرت النتائج أن أعلى نسبة مساحة للصنف الأول كانت سنة 2019 وبلغت 99.2% بينما سجلت أقل مساحة في سنة 2005 وبلغت



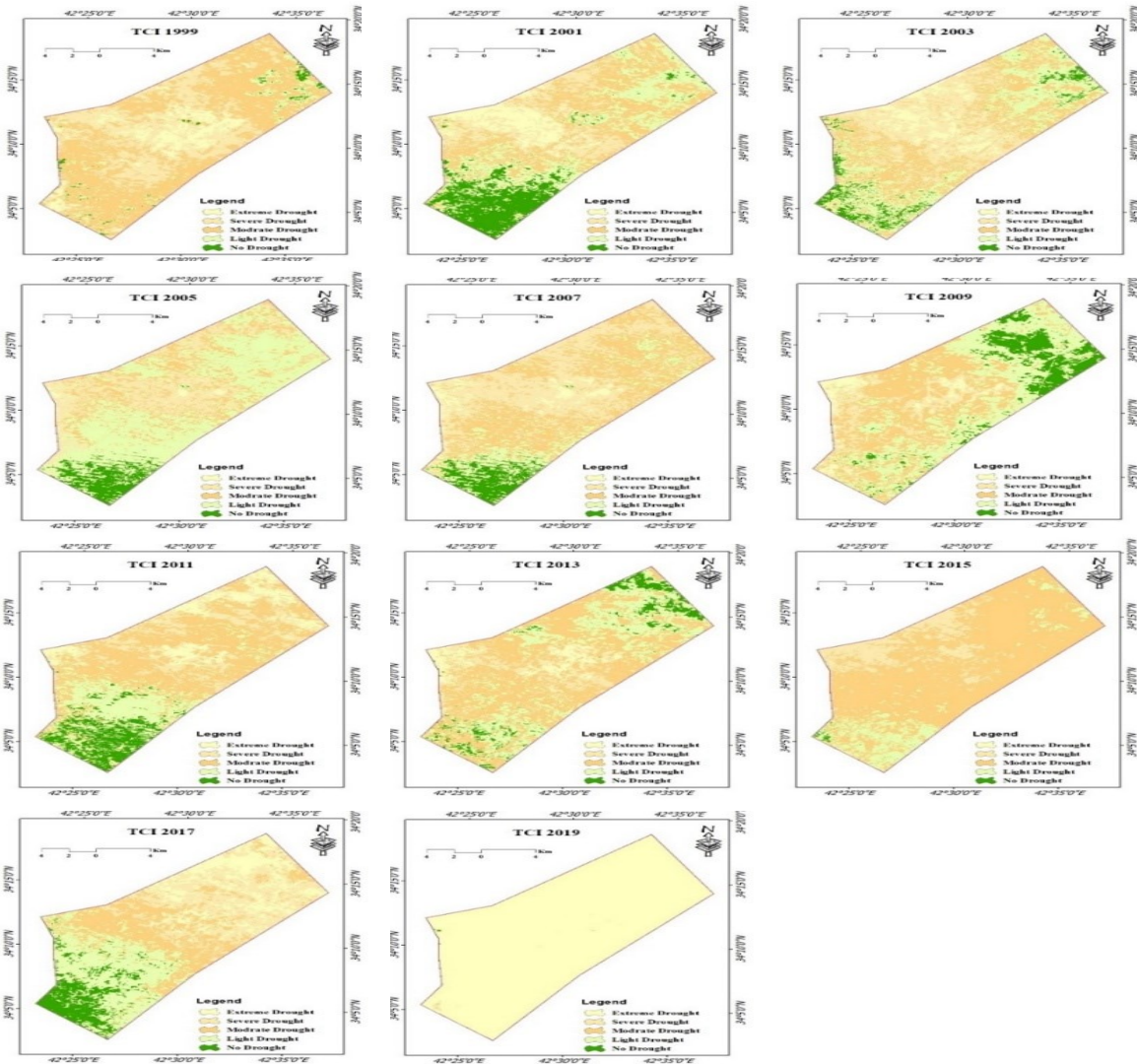
شكل 6. خرائط المنطقة حسب دليل الجفاف VCI للمنطقة خلال مدة الواسعة 1999-2019.

جدول 5. المساحات حسب دليل الجفاف TCI في منطقة الدراسة.

TCI Severity Level	Extreme Drought	Severe Drought	Moderate Drought	Light Drought	No Drought
1999	28.6	98.2	148.7	17.5	4.0
%	9.6	33.1	50.1	5.9	1.4
2001	29.4	53.3	87.6	82.1	44.6
%	9.9	18.0	29.5	27.6	15.0
2003	25.6	83.8	84.6	86.0	17.1
%	8.6	28.2	28.5	29.0	5.7
2005	4.7	65.7	56.4	150.6	19.6
%	1.6	22.1	19.0	50.7	6.6
2007	15.3	111.3	107.7	43.1	19.6
%	5.2	37.5	36.2	14.5	6.6
2009	15.5	37.2	95.3	113.6	35.4
%	5.2	12.5	32.1	38.2	11.9
2011	32.3	53.6	122.5	58.9	29.7
%	10.9	18.0	41.2	19.8	10.0
2013	18.2	34.0	141.3	85.7	17.9
%	6.1	11.4	47.6	28.8	6.0
2015	22.0	70.9	112.1	73.4	18.6
%	7.4	23.9	37.8	24.7	6.3
2017	46.6	75.6	68.8	77.8	28.2
%	15.7	25.5	23.2	26.2	9.5
2019	284.6	5.0	3.7	2.5	1.1
%	99.2	0.4	0.2	0.1	0.1



شكل 7. التوزيع البياني لمساحات منطقة الواسية حسب دليل الجفاف TCI.



شكل 8. خرائط المنطقة حسب دليل الجفاف TCI للمنطقة خلال مدة الولاية 1999-2019.

• مؤشر حالة صحة النبات Vegetation Health Index (VHI)

قسمت المساحات الى خمسة اصناف هي جفاف شديد جداً وجفاف شديد وجفاف متوسط وجفاف طبيعي وعديم الجفاف، وحسبت المساحات الممثلة لجميع الاصناف ولكل السنوات المختارة. أشارت نتائج الصنف الاول الى تسجيل أعلى مساحة سنة 2019 في حين سجلت سنة 2013 أقل مساحة

يعد هذا المؤشر تكاملياً لما سبقه من المؤشرات إذ يعتمد في تطبيقه على المؤشرين السابقين للجفاف مضروباً في ثابت، إذ بينت النتائج الموضحة في الجدول 6 عن تغاير المساحات المتأثرة بالجفاف وفق هذا المؤشر والذي يشير الى الصحة النباتية في منطقة الدراسة.

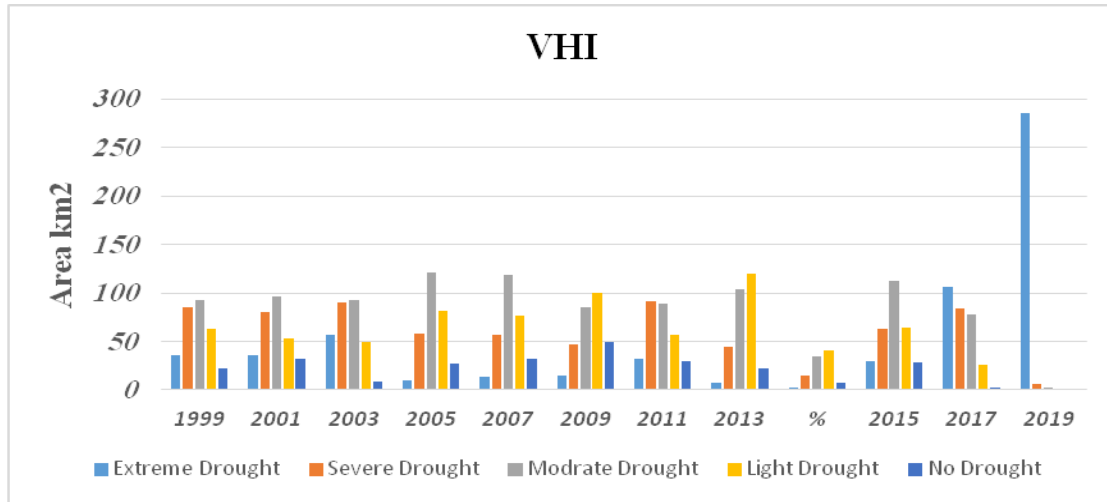
وبلغت 99.34 و2.3% على التوالي. أما الصنف الثاني فقد سجل 30.75 و0.48% كأعلى وأقل مساحة على التوالي للسنوات 2011 و2019. وكانت مساحات الصنف الثالث أعلاها في سنة 2005 وبلغت 40.6% وأقلها في 0.11% سنة 2019.

جدول 6. المساحات حسب دليل الجفاف VHI في منطقة الدراسة.

VHI Severity Level	Extreme Drought	Severe Drought	Moderate Drought	Light Drought	No Drought
1999	35.46	85.43	92.12	62.33	21.66
%	11.94	28.76	31.02	20.99	7.29
2001	35.32	79.78	96.69	52.58	32.63
%	11.89	26.86	32.56	17.70	10.99
2003	56.78	90.21	92.32	49.65	8.03
%	19.12	30.37	31.08	16.72	2.70
2005	9.80	58.21	120.54	81.79	26.66
%	3.30	19.60	40.59	27.54	8.98
2007	13.49	56.17	118.60	76.75	31.98
%	4.54	18.91	39.93	25.84	10.77
2009	15.26	47.00	85.04	100.46	49.24
%	5.14	15.83	28.63	33.82	16.58
2011	31.55	91.09	88.68	56.21	29.46
%	10.62	30.67	29.86	18.93	9.92
2013	6.77	44.77	103.24	119.78	22.44
%	2.28	15.07	34.76	40.33	7.56
2015	28.99	62.79	112.71	64.35	28.17
%	9.76	21.14	37.95	21.67	9.48
2017	106.39	84.24	77.34	26.34	2.68
%	35.82	28.36	26.04	8.87	0.90
2019	285.00	5.43	2.32	1.13	1.09
%	99.34	0.48	0.11	0.04	0.03

وخرائط المساحات لهذا المؤشر. ومن خلال تحليل المؤشرات جميعاً يلاحظ أن المنطقة تمر بمرحلة جفاف متكررة وهذا متوافق مع ما أكده (Gharbi, 2012) عند دراسته للجفاف في محافظة الانبار.

وسجلت سنة 2013 أعلى مساحة للصنف الرابع وبلغت 40.3% وأقل مساحة كانت 0.04 لسنة 2019. أما الصنف الخامس فقد سجل أعلى مساحة بلغت 16.6% لسنة 2009 وأقلها كان سنة 2019 بمساحة 0.03%. مثلت الأشكال 9 و 10 الرسم البياني

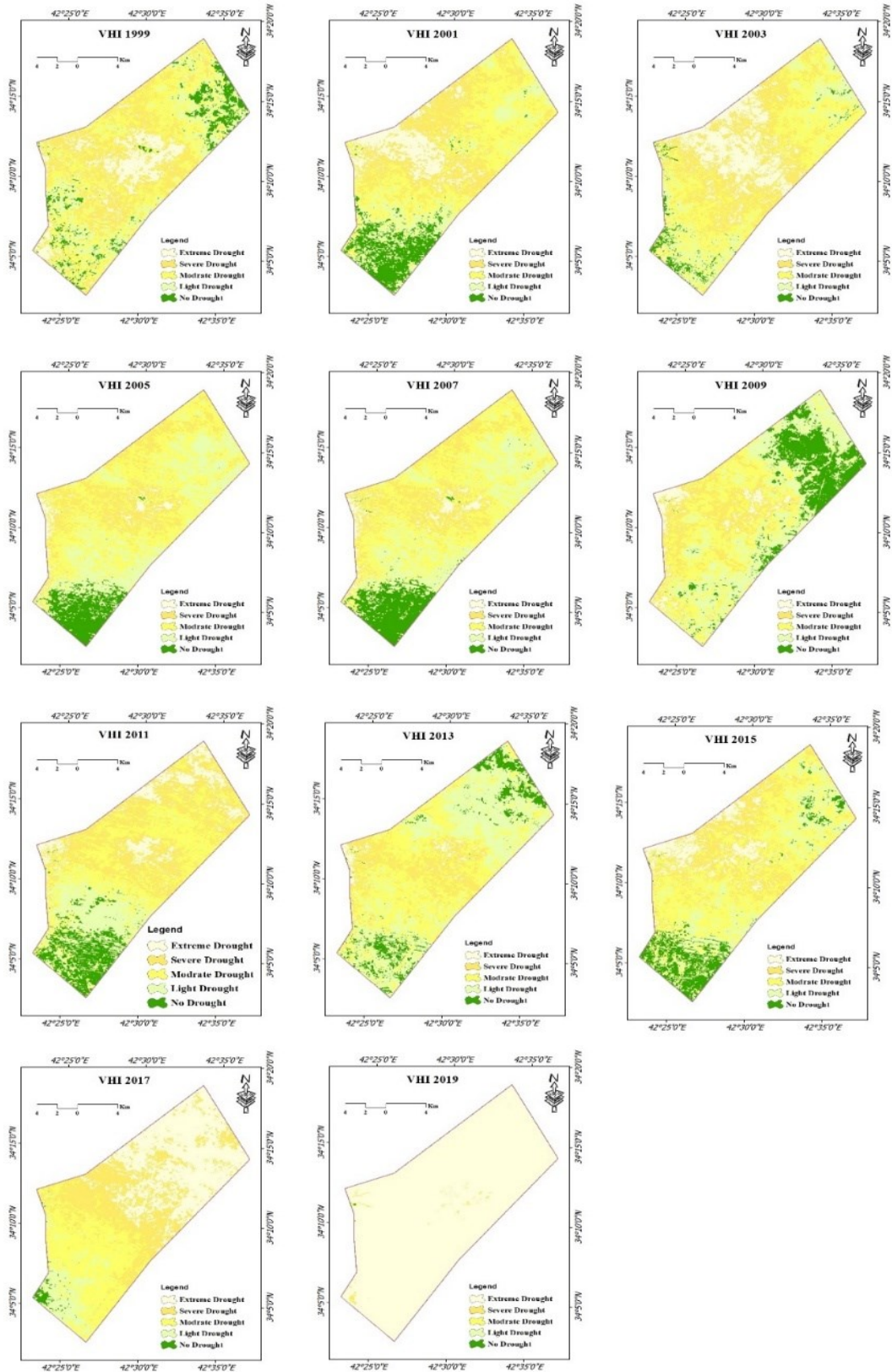


شكل 9. التوزيع البياني لمساحات منطقة الدراسة حسب دليل الجفاف VHI.

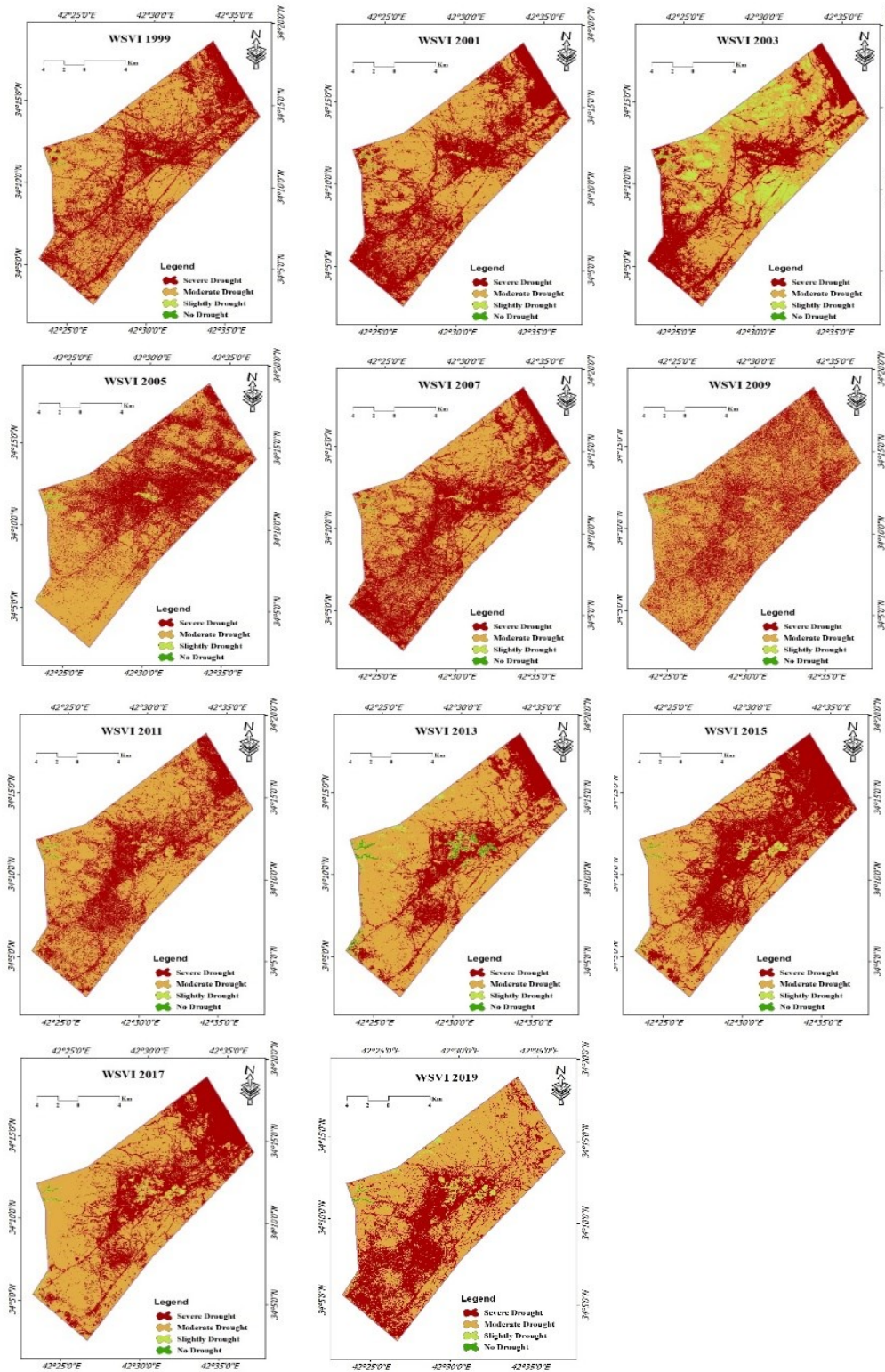
الاقسام مع التأثير السائد فقد كان بين المتوسط الى الشديد. إن هذا المؤشر قد سجل مستويات منخفضة له مما يشير الى حصول حالة من الجفاف الهيدرولوجي للمنطقة والتي يزيد من خطورتها قلة الامطار مع حالة الصرف العالية للتربة رغم توفر المياه. يلاحظ من شكل 11 والذي يمثل ارشيف الخرائط للسنوات المختارة أن السنوات 2003 و 2013 و 2019 قد انخفضت فيها المساحات المتأثرة بحالة الجفاف الشديد، إذ تباينت المساحات المتأثرة بحالات الجفاف الاخرى. ومع المؤشرات السابقة يلاحظ أن المنطقة متأثرة بجميع حالات الجفاف مما يتطلب أخذ التدابير اللازمة للحد منه.

• مؤشر امداد المياه للنبات WSVI

يعد هذا المؤشر من المؤشرات المهمة والذي استند إليه Rosalena و Hernina (2019)، لتقييم حالة الجفاف الهيدرولوجي في مدينة بوجور، والذي اعتمد فيه على مؤشري القرينة النباتية وحرارة التربة وكما توضحه المعادلة في الجدول 2، وأشار الى أن حالة الجفاف تتناسب عكسياً مع قيم هذا المؤشر. تم تقسيم المناطق المتأثرة الى أربعة أقسام وهي عديمة الجفاف وذات جفاف بسيط ومتوسط وشديد وأشارت النتائج المستحصلة من تحليل المرئيات الفضائية لسنوات الدراسة الى تغاير حالة الجفاف بين هذه



شكل 10. خرائط المنطقة حسب دليل الجفاف VHI للمنطقة خلال مدة الدراسة 1999-2019.



شكل 11. خرائط المنطقة حسب دليل امداد المياه للنبات WSVI للمنطقة خلال مدة الدراسة 1999-2019.

وهيدرولوجي ومناخي مع ارتفاع في درجات الحرارة. لذا يمكن استخدام وسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات في مراقبة حالة الجفاف كإنذار مبكر واخذ الاحتياطات اللازمة لمواجهة أي أزمة محتملة.

الاستنتاجات

تميزت منطقة الدراسة بمناخ جاف وقد تزداد شدته كل 5 سنوات حسب دليل SPI، فضلا عن وجود جفاف زراعي

References

- Al-Azzawi, A. M. M. (2019). Analyzing the effect of seasonal changes in climate elements on the severity of droughts in Iraq. thesis, non-published. College of Education for Human Sciences, University of Tikrit.
- Al-Juraysi, S. M. (2013). Classification and evaluation of land degradation within Iemen Al-Euphrates and Saqllawi projected and their relationships with physiographic location using Geo-Information technology. PhD thesis, College of Agriculture, University of Anbar.
- Al-Namrawi, S. H. F. (2019). The land shapes and their effect on the Human Activies in Barwana District, Ms.c thesis, College of Education of Humanities, University of Anbar.
- Al-Quraishi, A. M. F., Qader, S. H. & Wu, W. (2020). Drought monitoring using spectral and meteorological based indices combination: a case study in sulaimaniyah, kurdistan region of iraq. In *Environmental Remote Sensing and GIS in Iraq* (pp. 377-393). Springer, Cham.
- Al-Zwbaidi, H. I. A. (2015). Assessing the status of drought using remote sensing: An empirical study in the western areas of the taif district in saudi arabia. Ms.c thesis, Sultan Qaboos University.
- Biao, Z., & Yang, T. (2004). Study on vegetation of northwest qaidam basin by remote sensing. p. 484.
- Gharbi, M. A. (2012). Study of lands degeneration and observation of desertification in alrutba area/ al-Anbar governorate by using the technique of remote sensing and geographic information system. Ph D thesis, College of Education of Humanities, University of Anbar.
- Hazaymeh, Kh. M. A. A. (2016). Development of a remote sensing- based agriculture monitoring drought index and its application over semi-arid region. A thesis, University of Calgary, Calgary, Albert.
- Ismail, A. F. (2014). Climatological drought. National Library of Publishing - Tripoli, Libya
- Kogan, F., Gitelson, R. A., Jargalsaikhan, L., Dugrajav, C. & Tsooj, S. (2004). Derivation of pasture biomass in mongolia from avhrr-based vegetation health indices. *International of Journal Remote Sensing*, 25 (14), 2889– 2896.
- McKee, T. B., Doesken, N. J. & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. AMS, Boston, MA, 179–184.
- Patrick, A., Agbu, D. J., Fehrenbacher, D. J. & Jansen, I. J. (1990). Soil property relationships with spot satellite digital data in East Central Illinois. *Soil Science Society of America Journal*, 54,807-811.

- Rosalena, I. R., & Hernina, R. (2019). Water Supplying Vegetation Index (WSVI) Analysis for Drought Rate Mapping in Bogor Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 284(1), 012014. IOP Publishing.
- Tsakiris, G. (2017). Drought risk assessment and management. *Water Resources Management*, 31(10), 3083–3095.

Authors, 2022, Center of Desert Studies, University of Anbar. This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).