



كلية التربية للعلوم الانسانية
College of Education for Human Sciences

ISSN: 1817-6798 (Print)

Journal of Tikrit University for Humanities

available online at: www.jtuh.org/

JTUH
مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية
Journal of Tikrit University for Humanities

Khaled Salman Mohamed

Ali Mukhlif Saba

College of Education for Human Sciences, Tikrit University

* Corresponding author: E-mail :
slmankhalid639@gmail.com

Keywords:

desertification
Spectral indicators
Lilan district
spatial variance
manifestations of desertification

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 July 2024
Received in revised form 25 July 2024
Accepted 28 July 2024
Final Proofreading 5 Aug 2024
Available online 10 Aug 2024

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER
THE CC BY LICENSE

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**The Spatial Variation of the
Distribution of Desertification
Manifestations in the District of
Laylan**

A B S T R A C T

This research focuses on the geographical distribution of the manifestations of desertification in the district of Laylan, by studying the manifestations by means of remote sensing and geographic information systems that feed their data through spectral indicators, depending on the period(2021-1995) .

Administratively, the district follows the center of Kirkuk district, as it occupies an area of (698) square kilometers, i.e., as for its coordinates, it is confined between latitudes (-45, 34°, -36.00°) to the north, and longitudes (-25, 43° and -44, 44°) to the east and includes the district of Laylan (40) districts, and it occupies the northeastern part of the Kirkuk governorate. It was found that the study area is located within the semi-arid region (BSH). Therefore, it will be vulnerable to the phenomenon of desertification on its lands. After this problem has become threatening large areas of lands, as well as the deterioration of its natural resources and prevents economic development in those lands from being achieved. Here comes the importance of studying the problem of desertification and knowing the reasons behind it, its spread and its effects.

It was found through the selected period that there is a decline and deterioration in the vegetation cover and an increase in the level of salts in the soil due to natural and human causes, which contributed to the expansion of the degraded lands, with the absence of integrated organized irrigation and drainage networks in the study area, as they do not perform their role efficiently, and the emergence of all levels of desertification are within the study area. However, the severe desertification is the highest for the year (2021), which means that the study area suffers from the problem of desertification.

DOI: <http://doi.org/10.25130/jtuh.31.8.2024.07>

التباين الزمكاني لتوزيع مظاهر التصحر في ناحية ليلان

خالد سلمان محمد/ جامعة تكريت/ كلية التربية للعلوم الانسانية

علي مخلف سبع/ جامعة تكريت/ كلية التربية للعلوم الانسانية

الخلاصة:

يركز هذا البحث على التوزيع الجغرافي لمظاهر التصحر في ناحية ليلان وذلك من خلال دراسة المظاهر عن طريق الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية التي تغذي بياناتها عن طريق المؤشرات الطيفية، وذلك اعتماداً على المدة (1995-2021).

تتبع الناحية إدارياً إلى مركز قضاء كركوك، إذ تشغل مساحة تبلغ (698) كم² أي، أما إحصائياً فإنها

تتحصّر بين دائرتي عرض (80 , 0⁻ , 35⁻ , 35,24⁻00⁻) شمالاً وخطي طول (12, 45⁻ , 44⁻ و 10, 16⁻ , 44⁻) شرقاً وتتضمن ناحية ليلان (40) مقاطعة، وهي تشغل الجزء الشمالي الشرقي من محافظة كركوك. تبين أن منطقة الدراسة تقع ضمن المنطقة الشبه الجافة (BSH)، لذا سوف تكون عرضة لحدوث ظاهرة التصحر على أراضيها، بعد أن أصبحت هذه المشكلة تهدد مساحات واسعة من الأراضي، فضلاً عن تدهور مواردها الطبيعية وتحول دون أن تحقق التنمية الاقتصادية في تلك الأراضي، من هنا جاءت أهمية دراسة مشكلة التصحر ومعرفة الأسباب التي تقف وراءها وانتشارها وتأثيراتها.

وتبين من خلال المدة المدروسة أن هنالك تراجعاً وتدهوراً في الغطاء النباتي وارتفاع مستوى الأملاح في الترب يرجع إلى أسباب طبيعية منها وبشرية، مما ساهم في اتساع رقعة الأراضي المتدهورة، مع انعدام شبكات الري والبيزل المنظمة المتكاملة في منطقة الدراسة، كونها لا تؤدي دورها بكفاءة، وبرز جميع مستويات التصحر ضمن منطقة الدراسة إلا أن التصحر الشديد هو الأعلى لسنة (2021)، مما يعني أن منطقة الدراسة تعاني من مشكلة التصحر، وقد ختمت الدراسة بتوصيات مهمة التي من شأنها ان تحد من مظاهر التصحر والعمل على إعادة تأهيلها ورفع إنتاجية الأراضي.

الكلمات المفتاحية: التصحر- المؤشرات الطيفية- ناحية ليلان- التباين الزمكاني- مظاهر التصحر

1. المقدمة:

تعد ظاهرة التصحر من أخطر المشكلات البيئية وقد أصبحت من أخطر التحديات التي تواجهها الإنسانية وعلى وجه التحديد في منطقة الشرق الأوسط بسبب التقلبات المناخية وسوء إدارة الإنسان للموارد الطبيعية. لذا تعد ظاهرة التصحر من الظواهر الجغرافية ذات الشأن التي تتطلب عناية كبيرة من الباحثين لاسيما: الجغرافيون لأنهم يعنون أكثر من غيرهم بالعلاقة بين البيئة الجغرافية والإنسان.

تزداد خطورة مشكلة التصحر يوماً بعد يوم مع استمرار النمو السكاني الهائل. كما ان الإضرار الناجمة عن التصحر مختلفة ومتعددة ومخيفة في نفس الوقت وهي حاصلة في أوقات المطر والجفاف ومنها النقص في الغطاء النباتي وانتشار أنواع النباتات غير المفيدة وانجراف التربة وتعريتها وتملحها والإفراط في الرعي مما يضطر السكان إلى تركها. وبسبب قلة مصادر المياه في العراق بشكل عام وخطورة اثار التصحر على الانسان والبيئة على حد سواء، تظهر هنا مشكلة بغاية الاهمية تتطلب الوقوف عليها والبحث في أسبابها ومحاولة وضع مقترحات لتخفيف من اثارها، إن مشكلة التصحر من المشكلات التي نلاحظ عليها عدم اعترافها بحدود معينه أي على دولة محددة وإنما تبين مدى القصور من قبل الإنسان في التعامل مع الموارد الطبيعية والظروف المناخية السائدة. لهذا فأن العراق واحد من البلدان التي تعرضت الى ظاهرة التصحر وهنالك دراسات عديدة وبحوث تناولت هذه الظاهرة وقد جاءت هذه الدراسة مكمله لتلك الدراسات السابقة التي توضح مدى خطورة هذه الظاهرة ومدى تأثيرها في منطقة الدراسة وتصميم الخرائط واجراء التحاليل اللازمة ومراقبة التغيرات الحاصلة في منطقة الدراسة

التي تضم ناحية (ليلان) من خلال التقنيات الحديثة المتمثلة بـ (RS) و (GIS) واستخدام الطرق الإحصائية الحديثة للوقوف على الحالة وتحديد الاسباب ومن ثم نصل إلى معالجة الظاهرة لكون منطقة الدراسة واحدة من المناطق الزراعية المهمة في محافظة كركوك.

2. مشكلة الدراسة:

تتمحور مشكلة الدراسة الرئيسية بوجود ظاهرة بيئية خطيرة في اتجاهها نحو التركيز ومن ثم التوسع في اتجاهات عديده من منطقة الدراسة. ومن هذه المشكلة تتفرع مشكلات ثانوية هي: -

1. هل ان اراضي ناحية ليلان متصحرة بشكل كبير جداً وهل وصل التصحر فيها إلى حالة مشكلة؟

2. هل هنالك تباين مكاني لحالات ودرجات التصحر في ناحية ليلان وسيادة أي حالة أو درجة من

نسبة ما تحتله من بقية الحالات؟

3. فرضية الدراسة:

تقوم فرضية الدراسة على الاتي (ان ظاهرة التصحر ظاهرة خطيرة تؤثر على التوازن البيئي بسبب عوامل طبيعية وبشرية) ومنها تنطلق الفرضيات الثانوية:

1. إنّ منطقة الدراسة (ناحية ليلان) تتأثر بمشكلة التصحر بشتى مظاهرها وأشكالها.

2. إنّ مشكلة التصحر في توسع مستمر بشتى مواردها الطبيعية (التربة - والمياه الجوفية) وسوء

استغلال الإنسان لتلك الموارد.

3. هدف الدراسة:

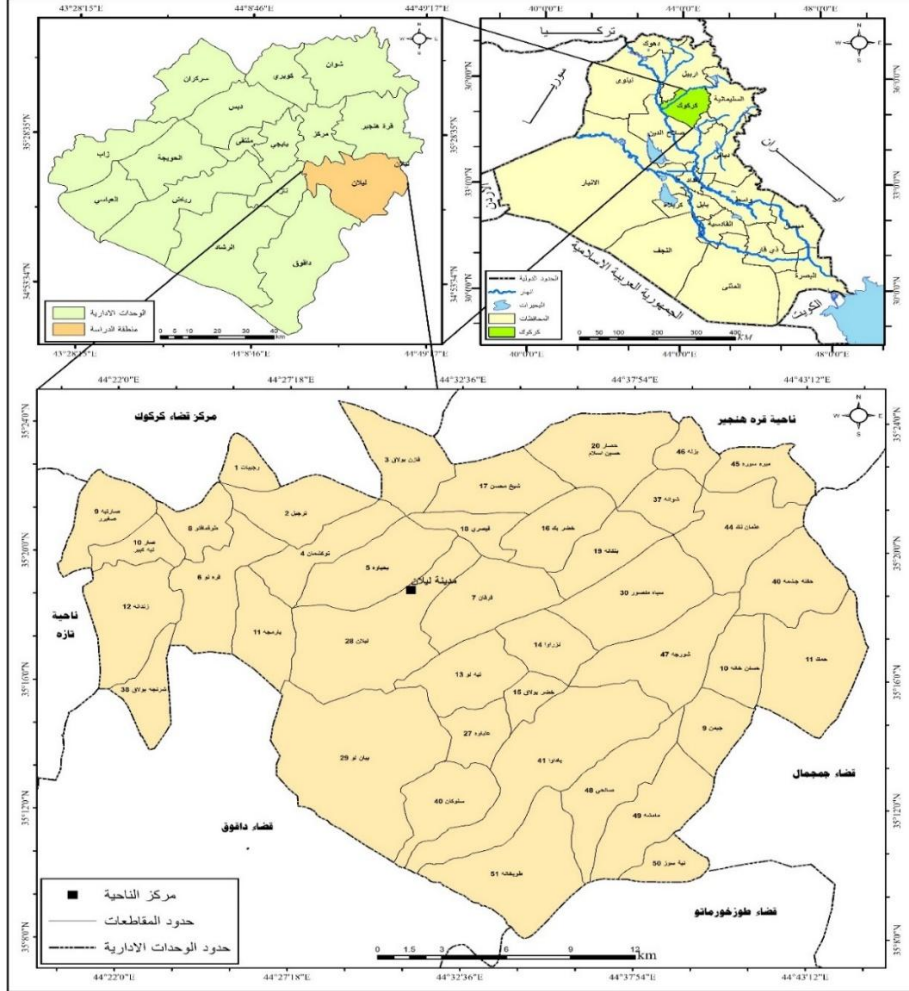
إنّ أهم ما تهدف إليه الدراسة هو كشف وتحديد المناطق التي انتشرت فيها مشكلة التصحر والتي ستنتشر فيها مستقبلاً في حدود ناحية ليلان، ومعرفة أسباب نشوئها وتفاقمها وأبرز مظاهرها وتأثيراتها البيئية والمحاولة في اقتراح الحلول المناسبة لمعالجتها أو الحد من توسعها، لان مشكلة التصحر تعد من أخطر المشكلات البيئية التي تهدد البيئة بأجمعها وتؤدي إلى انخفاض الإنتاج الزراعي بفعل تدهور التربة وخصائصها وقدرتها البيولوجية والإنتاجية بالخصوص في الأراضي الزراعية في ناحية ليلان. لهذا فهذه المشكلة تهدد أهم الموارد الطبيعية وهي الأرض التي تعد أساس النشاطات الاقتصادية، وأهمها النشاط الزراعي اذ يمثل القطاع الزراعي أهمية كبيرة في اقتصاد المحافظة.

4. حدود منطقة الدراسة:

تمثل حدود الدراسة حدود ناحية ليلان الواقعة في الجزء الجنوبي الشرقي من مدينة كركوك يحدها من الشمال ناحية قرة هنجير ومركز قضاء كركوك ومن الشرق قضاء الطوز التابع لمحافظة صلاح الدين، ومن الشمال الشرقي قضاء جمجمال التابع لمحافظة السليمانية، وقضاء داقوق من الجنوب ومن الجهة الغربية لمنطقة الدراسة تحدها ناحية تازة كما موضح في الخريطة (1) أما من حيث الموقع الفلكي، فان

الناحية تتحصر بين دائرتي عرض (80 ، 0-، 35 ، 0°، 35،24-°) شمالاً وخطي طول (12،-، 45 ، 44° و 10 ، 16-، 44°) شرقاً.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر : وزارة البلديات والأشغال، مديرية التخطيط العمراني، خريطة العراق الإدارية، وخريطة محافظة كركوك الإدارية، ثم خريطة ناحية ليلان الإدارية، 2009، الهيئة العامة للمساحة العراقية.

5. مظاهر التصحر السائدة في منطقة الدراسة

إن ظاهرة التصحر في ناحية أخذت لها عدة مظاهر متنوعة، وكل مظهر منها ينجم عنه انخفاض، وتدني إنتاجية التربة، والتي تنعكس آثارها البيئية والاقتصادية والاجتماعية في تلك المنطقة: -

5-1. التوزيع الجغرافي لمظهر التوسع العمراني:

يقصد بالتوسع العمراني بأنه "توسع مساحة المنطقة المبنية في التجمعات السكنية سواء كان بالمدن، أو الضواحي، أو البلدان أو القرى"⁽¹⁾.

اذ تشهد منطقة الدراسة تزايداً في اعداد سكانها خلال الجدول (1) والخريطة (2)، إذ بلغ عدد السكان الكلي في منطقة الدراسة لعام (2000) (8442) نسمة، ومن ثم ارتفع هذا العدد إلى (21646) نسمة بحسب تقديرات تعداد السكان لسنة (2021)، أي بزيادة مقدارها (13204) نسمة، ومن المؤكد أن

الأعداد السكانية المتزايدة تحتاج إلى وحدات سكنية وخدمات كثيرة، وإذا ما تم القيام بها حسب حاجة الفرد من الأرض، وكما تم تحديده كمعيار (100) م² لكل شخص في منطقة الدراسة لغرض تلبية حاجاتهم المختلفة، فإن هذا يعني أن منطقة الدراسة تحتاج وفق تقديرات عام (2021) إلى حوالي (5699) وحدة سكنية، وهو رقم كبير جداً، ومن المؤكد أن ظاهرة التوسع العمراني بشكل أفقي على الأراضي الصالحة للزراعة أو مناطق الريف القريبة منها تبرز في عموم منطقة الدراسة بشكل عام.

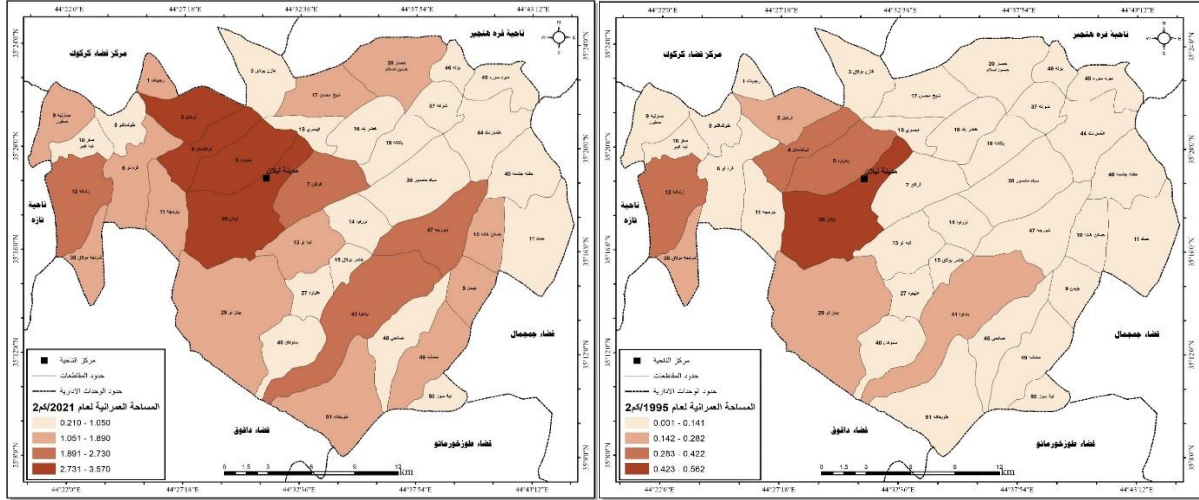
جدول (1) مساحة ونسبة ظاهرة التوسع العمراني في منطقة الدراسة للمدة 1995-2022

ت	اسم ورقم المقاطعة	مساحة/كم ² لعام 1995	%	مساحة/كم ² لعام 2021	%
1	30 سياه منصور	0.027	0.76	0.81	1.58
2	1 رجيبات	0.043	1.19	1.11	2.18
3	10 حسنين خانة	0.024	0.68	1.45	2.83
4	10 صار تبه كبير	0.003	0.09	0.29	0.57
5	11 حمك	0.018	0.51	0.92	1.80
6	11 يارمجه	0.114	3.22	1.31	2.57
7	12 زندانه	0.341	9.58	2.15	4.22
8	13 تبه لو	0.058	1.64	1.32	2.59
9	14 نزاروا	0.078	2.20	0.66	1.29
10	15 خضر بولاق	0.021	0.59	0.33	0.64
11	16 خضر بك	0.023	0.65	0.63	1.23
12	17 شيخ محسن	0.007	0.19	1.58	3.10
13	18 قيصري	0.017	0.49	0.51	1.00
14	19 بلكانه	0.026	0.73	0.31	0.61
15	2 ترجيل	0.246	6.90	3.52	6.88
16	20 حصار حسين اسلام	0.060	1.69	1.71	3.34
17	27 علياوه	0.012	0.33	0.39	0.76
18	28 ليلان	0.562	15.79	2.98	5.84
19	29 بيان لو	0.192	5.39	1.75	3.42
20	3 قازن بولاق	0.116	3.25	1.05	2.05
21	37 شوانه	0.009	0.26	0.24	0.48
22	38 شرنجه بولاق	0.258	7.25	1.44	2.82
23	4 توكشمان	0.333	9.36	2.76	5.40
24	40 حفته چشمه	0.005	0.15	0.80	1.56
25	40 سلوكان	0.039	1.09	0.42	0.82
26	41 باداوا	0.158	4.44	2.67	5.22
27	44 عثمان لك	0.009	0.26	0.88	1.72
28	45 ميره سوره	0.001	0.03	0.45	0.88
29	46 بزله	0.003	0.09	0.21	0.42
30	47 شورجه	0.029	0.81	1.97	3.85
31	48 صالحى	0.021	0.59	0.69	1.35
32	49 مامشه	0.052	1.46	1.48	2.90
33	5 بچياوه	0.377	10.60	3.57	6.99
34	50 تبه سوز	0.002	0.05	0.57	1.11
35	51 طوبخانه	0.058	1.62	1.27	2.48
36	6 قره لو	0.047	1.32	1.50	2.93
37	7 فرقان	0.129	3.62	1.92	3.76
38	8 طوقماقتو	0.004	0.10	0.43	0.85
39	9 صارتبه صغير	0.011	0.30	1.84	3.61

2.36	1.20	0.70	0.025	9 جين	40
100	51.11	100.00	3.559	المجموع	

المصدر: من الباحث اعتماداً على المرئية الفضائية landsat8, andsat5 ومخرجات برنامج Arc Gis 10.8، لسنة 1995-2021.

خريطة (2) التوزيع الجغرافي لظاهرة التوسع العمراني للفترة 1995-2021



المصدر: من الباحث اعتماداً على جدول (1)، ومخرجات برنامج Arc Gis 10.8.

وكل هذه الأسباب تبين لنا خطورة التوسع العمراني العشوائي على الأراضي الصالحة للزراعة، وكما توضح الخريطة (2) التوزيع الجغرافي تلك الظاهرة في منطقة الدراسة، ومن الضروري التعرف على المناطق التي تعاني من هذه المشكلة.

5-2. التوزيع الجغرافي لمظهر تعرية التربة:

لا شك ان التعرية بنوعها المائي والريحي من اهم مظاهر التصحر كونها تعمل على تغيير ملامح الأرض فقد تترك البيئة من ارض منتجة الى جرداء لا يمكن استغلالها. ومما تجدر الإشارة له ان هذه الظاهرة لا يمكن دراستها زمكانياً كون البيانات التي يتم الاعتماد عليها في تحديد هذه الظاهرة وخاصة التعرية المائية لا توجد لسنوات سابقة فالتعرية يتم استخراجها اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي dem عند استخلاص الشبكة المائية منه، فلا توجد بيانات لهذا الانموذج في عام 1995 التي هي قيد الدراسة.

5-2-1. التعرية الريحية:

تعد التعرية الريحية من إحدى المشاكل التي عانت منها العديد من مناطق العالم وبالأخص الأراضي الجافة وشبه الجافة، اذ تبدأ عملية التعرية الريحية عندما تصبح التربة جافة ومفتتة وتنقل دقائقها بواسطة حركة الرياح السريعة.

يرتبط موضوع قابلية التربة للتعرية الريحية بنقل الدقائق من الطبقة السطحية للتربة الجافة والمفككة بواسطة قدرة حركة الرياح على نقل تلك الدقائق لمسافات متباينة تبعاً لتباين سرعة الرياح وأقطارها التي تقل عن (1) ملم، ساهم ذلك بزيادة قابلية التربة للتعرية، ويمكن تقدير قابلية التربة للتعرية الريحية في منطقة الدراسة من خلال استخدام معادلة (Shiyatayi) وصيغتها كالاتي (2): -

$$L = 10^{4.03691-0.0384S}$$

إذ إن:

$$L = \text{عامل قابلية التربة للتعرية الريحية (غم/ م}^2 \text{ سنة)}.$$

$S =$ بناء التربة المعبر عنه بالنسبة المئوية للمجاميع والدقائق التي يزداد أقطارها أكثر من (1) ملم. وعندما نطبق هذه المعادلة على ترب منطقة الدراسة بعد أن تم استثناء أشهر الشتاء التي تنعدم فيها القابلية المناخية للتعرية الريحية.

تبين لنا أن مقدار النسبة المئوية لدقائق المجاميع غير القابلة للتعرية الريحية وبين قابلية التربة للتعرية الريحية يظهر هناك تناسباً عكسياً، فإن ترب منطقة الدراسة التي شملت مقاطعات (شيخ محمد، خضر بيك، وبلكانة، حسن خانة، وحيوة، مامشة التي وصلت قابلية التربة للتعرية الريحية في كل منها (59.23 - 54.84 - 41.84 - 36.61 - 34.17 - 34.09) طن/هكتار/سنة على التوالي، وهذا يعود إلى تباين النسبة المئوية للمجاميع غير القابلة للتعرية الريحية والتي سجلت كل منها (3.63 - 4.5 - 7.56 - 9.07 - 9.58 - 9.88)% على التوالي، بينما ارتفعت قابلية التربة للتعرية الريحية في كل من مقاطعات (عليوة، سيد منصور، صاري تبة صغير، صاري تبة كبير) والتي تشكل جزءاً منها (17.09 - 18.42 - 19.96 - 33.85) طن/هكتار/سنة، وهذا يرجع الى انخفاض النسبة المئوية للمجاميع غير القابلة للتعرية والتي سجلت (17.67 - 16.84 - 15.93 - 10.05) % لكل منهما على التوالي وبالنسبة لباقي المقاطعات لم تصل نسبة التعرية فيها الحد الأدنى من معيار المعادلة.

5-2-2. التعرية المائية:

يحدث هذا النوع من التعرية نتيجة عملية نقل مكونات التربة المفتتة أو المتكسرة منها بواسطة المياه وترسيبها في أماكن جديدة عن مواقعها الأصلية⁽³⁾، وتحدث هذه التعرية تحت ظروف مختلفة منها الأمطار الساقطة أو طريقة الري السيئة (غير الصحيحة)، والتعرية الناتجة عن تساقط الأمطار تترك آثار بالغة على نظامها البيئي في المناطق الجافة وشبه الجافة، وخاصة عندما تكون معدلات الأمطار الساقطة أدنى من المتوسط السنوي للأمطار، وتؤدي إلى جفاف التربة و زيادة تشققاتها ومن ثم تضعف من قوة تماسكها عندما تكون التربة معرأة من الغطاء النباتي الذي يساعد بدوره على حماية التربة عند بدء سقوط زخات المطر القوية، وهذا يشكل خطراً كبيراً على التربة وتعرضها إلى 7 التعرية المطرية. وتأكيداً لخطر التعرية مكانياً فقد لجأت الدراسة الى تطبيق معادلة بيرجسما للكشف عن خطر التعرية المائية مكانياً في منطقة الدراسة والتي تنص على المعادلة التالية:

$$AE = \frac{\Sigma L}{A}$$

$AE =$ معدل التعرية المائية (متر/كم²).

$\Sigma L =$ مجموع أطوال الوديان (الآخايد) لكل وحدة مساحية(متر).

A = مساحة الوحدة المكانية (كم²).

تم الاعتماد على الجدول الذي وضعه الباحث (Bergsma) اذ أنه قسم درجات التعرية المائية إلى سبع مديات، وبعد حساب معدل التعرية المائية في كل وحدة مساحية تم تسقيط هذه المعدلات في مواقع مراكز الوحدات المساحية ورسمت خطوط التعرية المتساوية، والتي أظهرت خمس مستويات وكما في الجدول (2) والخريطة (3).

جدول (2) أصناف التعرية المائية في منطقة الدراسة وفقاً للمعادلة (Bergsma)

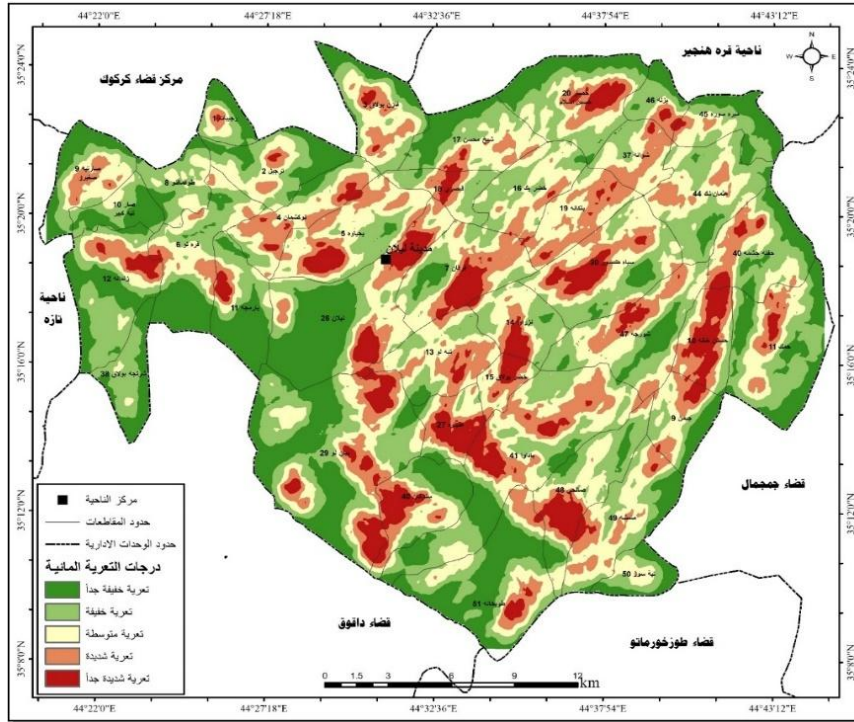
النسبة %	المساحة/كم ²	أصناف التعرية	ت
21.7	151.5	خفيفة جداً	1
28.3	197.2	خفيفة	2
25.9	181.0	متوسطة	3
16.6	116.0	شديدة	4
7.5	52.3	شديدة جداً	5
100.0	698.0		

المصدر: على اعتماداً على معادلة (Bergsma)، ومخرجات برنامج Arc Gis 10.8.

ومن خلال الجدول (2) والخريطة (3) يمكن تفسير الآتي:

- احتلت التعرية الشديدة جداً اقل نسبة انتشار وبمساحة بلغت (52.3) كم² وبنسبة (7.5) % من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتنتشر في المناطق ذات الانحدار الشديد والتي توجد فيها كثافة تصريفية عالية.
- اما الصنف المتوسط فجاء بالمرتبة الثانية من ناحية الانتشار فقد بلغ مساحة قدرها (181.0) % وبنسبة (25.9) % من مجموع مساحة المنطقة وينتشر في مناطق قدمات المرتفعات وبعض السهول التجميعة، وهذا يعني ان منطقة الدراسة تعاني من حساسية بيئية متغيرة فهذا الصنف هو من الأصناف المتغيرة نحو السالب او الموجب فعند توفر الظروف من الممكن ان تزداد نسبة التعرية والعكس صحيح.

خريطة (3) درجات التعرية المائية وفق تصنيف بيرجسما في منطقة الدراسة



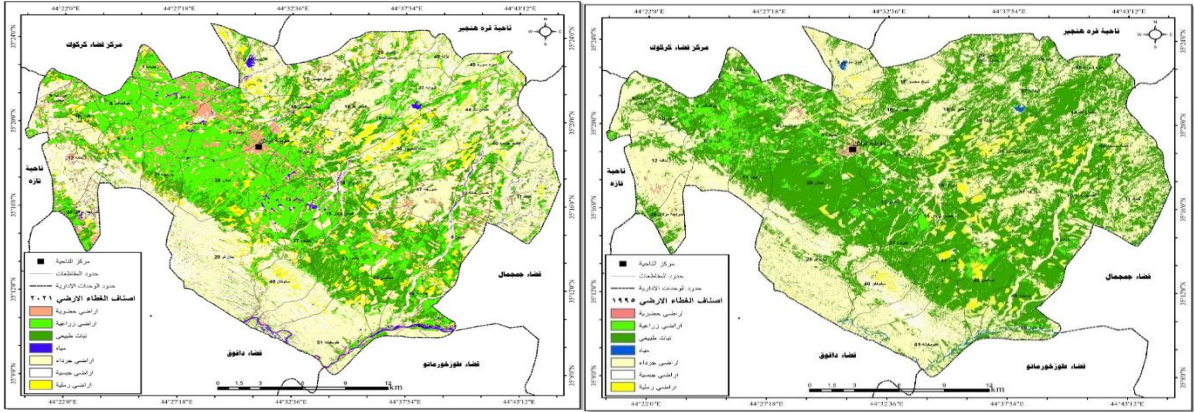
المصدر: على اعتماداً على جدول(3)، ومخرجات برنامج Arc Gis10.8.

6. التغير الزمكاني للغطاء الأرضي للأعوام (1995-2021):

ان دراسة التغير الزمكاني للغطاء الأرضي هو توضيح معدلات تقدم او تراجع الاغطية الأرضية عبر مدة الدراسة وبطهما بمظاهر التصحر من حيث المساحة التي تحتلها ونسبته المئوية بالنسبة للمساحة الكلية ومدى تأثيره على الواقع النباتي في المنطقة، لذا سيتم التطرق الى دراسة الغطاء الارضي واجراء مقارنة لكل غطاء في سنة سابقة وسنة لاحقة ومعرفة مدى التطور المساحي لها ومدى مساهمتها في نشوء ظاهرة التصحر في المنطقة المدروسة عن طريق مراقبة تلك الظواهر وتعبها ومعرفة التغيرات التي طرأت عليها من خلال مراقبة المرئيات الفضائية خلال المدة 1995 و 2021، عن طريق القمر الصناعي LAND SAT5 ذي المتحسس MSS بتاريخ 1995/3/18 وLANDSAT8 للمتحسس OLI بتاريخ 2021/3/20.

حاولت الدراسة تصنيف المظهر الأرضي اعتماداً على تصنيف اندرسون ضمن المستوى الثاني متخذاً بذلك من النظام البيئي أساساً في التصنيف، وبذلك قسمت منطقة الدراسة الى عدة أصناف هي (أراضي جرداء، أراضي زراعية، نبات طبيعي، الاستعمالات العمرانية، أراضي ملحية، أراضي رملية، مسطحات مائية) والموضحة في الخريطة (4) والجدول (3).

خريطة (4) أصناف الغطاء الأرضي واستخداماته لعامي 1995-2021 في ناحية ليلان



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية (Landsat 5 Mss) لسنة 1995، والمرئية (Landsat 8) لسنة 2021.

جدول (3) مساحات ونسب أصناف الغطاء الأرضي للمدة (1995-2021) في منطقة الدراسة

2021		1995		الغطاء الأرضي	ت
النسبة %	المساحة/كم ²	النسبة %	المساحة/كم ²		
17.6	123.0	47.0	327.8	نبات طبيعي	1
33.4	233.1	42.7	298.1	اراضي جرداء	2
21.4	149.4	4.3	30.2	اراضي زراعية	3
11.1	77.8	2.7	19.1	اراضي جبسية	4
7.2	50.5	2.4	16.8	اراضي رملية	5
7.8	54.8	0.6	3.9	اراضي حضرية	6
1.4	9.5	0.3	2.0	مياه	
100.0	698.0	100.0	698.0	المجموع	

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية (Landsat 5 Mss) لسنة 1995، والمرئية (Landsat 8) لسنة 2021.

ويلاحظ من الخريطة (4) والجدول (3):

- اما فيما يخص النبات الطبيعي فقد شهد تناقصاً بين الفترتين نتيجة للجفاف بالدرجة الأساس وقلة الامطار، فقد بلغت مساحة هذا الصنف لعام 1995 (327.8) كم² وبنسبة (47%) وهي متعاقل النصف بمعنى ان المنطقة سابقاً كانت من المناطق الرعوية، في حين بلغت مساحة هذا الصنف لعام 2021 (123.0) كم² وبنسبة (17.6)%.
- تزايدت مساحة المياه السطحية بشكل طردي في منطقة الدراسة فقد بلغت مساحتها لعام 1995 (2.0) كم² وبنسبة (0.3)%، اما في عام 2021 فقد زادت مساحتها لتبلغ (9.5) كم² وبنسبة (1.4)%، والسبب في ذلك يعود الى انشاء احواض الأسماك وانشاء بعض البحيرات الصناعية فضلاً عن انشاء بعض السدود على بطون الاودية وبالتالي زادت مساحتها.

- وبالنسبة للأراضي الجرداء فقد تزايدت أيضاً بشكل عكسي ففي عام 1995 بلغت مساحتها (298.1) كم² وبنسبة (42.7)%، اما في عام 2021 فقد بلغت مساحتها (233.1) كم² وبنسبة (33.4)% والسبب في ذلك يعود الى استغلال اغلب الأراضي في الزراعة والعمل على استصلاحها.
- اما الأراضي الجبسية فقد تزايدت بأكثر من الضعف ففي عام 1995 بلغت مساحة هذا الصنف (19.1) كم² وبنسبة (2.7)%، وأيضاً يرجع السبب في الزيادة الى سيادة الجفاف واستخدام الأساليب الخاطئة في الري والزراعة.
- واخيراً فقد تزايدت الأراضي الرملية بشكل طردي مع السنوات ففي عام 1995 بلغت مساحة هذا الصنف (16.8) كم² وبنسبة (2.4)% ، وتجدر الإشارة الى ان نوع الرمال في منطقة الدراسة ليس من الكثبان وانما بعض الانسياقات الرملية او الترب التي تكون فيها نسبة الرمل كبيرة جداً، وأمكن تشخيص هذه الحالة ميدانياً.

6-1. تشخيص مظاهر التصحر عن طريق المؤشرات الطيفية للأعوام (1995-2021):

مع العصر الحديث ومع ظهور واستخدام الحاسب الآلي وانتشاره ظهرت التقنيات الحديثة التي أصبحت تستخدم بفاعلية كبيرة في مختلف الأفرع الجغرافية. ويأتي على رأس هذه التقنيات الحديثة تطبيقات الاستشعار عن بعد Remote sensing ونظم المعلومات الجغرافية GIS، تلك التقنيات التي أضافت الكثير من الإمكانيات للتحليل الجغرافي التفصيلي والمعمق، ومن ثم إمكانية الوصول إلى تحليلات أكثر سرعة وعمقا.

تعد المؤشرات الطيفية إحدى الطرق المهمة والدقيقة في دراسة وتشخيص تغير الغطاء الأرضي عبر فترة من الزمن. اذ تم دراسة مجموعة من المؤشرات للغطاء الأرضي في المنطقة منها (SI, GNDVI, NDMI, NDWI, BSI) عن طريق تطبيق معادلات خاصة لكل مؤشر منها، وتستخدم فيها قنوات طيفية لكل مؤشر من هذه المؤشرات وفقاً لاختلاف الطول الموجي لكل واحدة حسب نوعها لنتمكن من دراسة الظاهرة المعنية وكالاتي:

6-1-1. دليل الاختلاف النباتي الطبيعي الأخضر GNDVI

يعد دليل الاختلاف النباتي الطبيعي الأخضر (GNDVI) نسخة معدلة من NDVI لكنه أكثر حساسية وذلك لتباين محتوى الكلوروفيل في المحصول. اذ تم الحصول على أعلى قيم ارتباط مع محتوى الورقة N وDM مع مؤشر GNDVI في جميع فترات الحصول على البيانات وكلا المرحلتين التجريبية. كان GNDVI أكثر منطقية من NDVI لتحديد معدلات التركيز المختلفة للكلوروفيل، والتي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالنيتروجين، في نوعين من النباتات. ويمكن تطبيقه من خلال المعادلة التالية⁽⁴⁾:

$$\text{GNDVI (Landsat 8)} = (B5 - B3) / (B5 + B3)$$

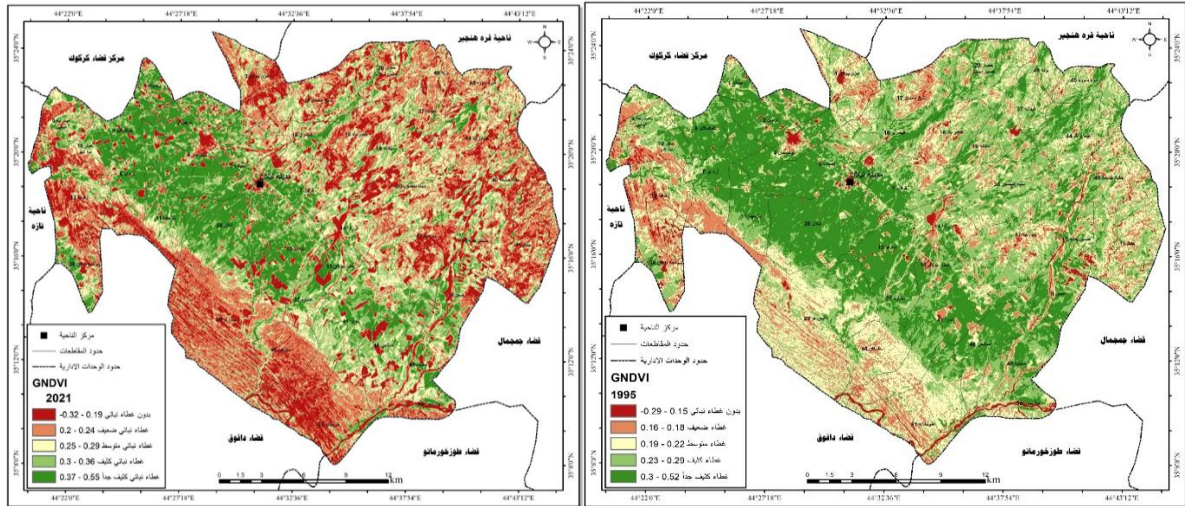
$$\text{GNDVI (Landsat 4 - 7)} = (B4 - B2) / (B4 + B2)$$

حيث ان:

Band = B النطاق الطيفي.

يتم تطبيق هذه المعادلة وصنع أداة لها في برنامج ARC MAP ضمن اداتي جبر الخرائط وبناء النموذج. واتضحت النتائج في الجدول (4) والخريطة (5) من خلال النتائج يمكن التوصل الى الاتي:
- بلغت اعلى مساحة لصف الغطاء النباتي الكثيف لعام 1995 بقيمة (0.24 - 0.3) وبالبالغة (218.3) كم² ونسبة (31.3) %، وتتوزع في الاراض المتضرسة والمسطحات المائية ومراكز المدن. اما في عام 2021 فقد تناقصت مساحة الأراضي ذات الغطاء النباتي الكثيف، فقد بلغت اعلى مساحة ضمن صنف ضمن الغطاء الضعيف (195.0) كم² ونسبة (27.9) %، وادنى مساحة سجلت ضمن الصنف الكثيف جداً اذ بلغت (109.2) كم² ونسبة (15.6) %.

خريطة (5) التوزيع المكاني لأصناف مؤشر الغطاء النباتي GNDVI لعامي (2021-1995)



المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة GNDVI، للأعوام 2021-1995، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

جدول (4) مساحة ونسب مؤشر GNDVI للغطاء النباتي للأعوام 2021-1995 في منطقة الدراسة

2021		1995		أصناف GNDVI	ت
%	المساحة/كم ²	%	المساحة/كم ²		
17.3	120.7	3.0	20.7	-0.29 - 0.15 بدون غطاء نباتي	1
27.9	195.0	12.2	85.4	0.16 - 0.18 غطاء ضعيف	2
19.7	137.3	30.0	209.1	0.19 - 0.23 غطاء متوسط	3
19.5	135.8	31.3	218.3	0.24 - 0.3 غطاء كثيف	4
15.6	109.2	23.6	164.5	0.31 - 0.52 غطاء كثيف جداً	5
100.0	698.0	100.0	698.0	المجموع	

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة GNDVI، للأعوام 2021-195، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

- اما عام 2021 فاختلف الصورة تماماً فسجلت اعلى مقاطعة ضمن الصنف الضعيف وتحديدأ في مقاطعة (29 بيان لو) بمساحة بلغت (28.40) كم² وبنسبة (4.07)% لعام وادنى مقاطعة سجلت ضمن الصنف الغطاء النباتي الكثيف وهي (46 بزله) بمساحة بلغت (0.03) كم² وبنسبة (0)%.
- هنالك تغير سلبي على مستوى الغطاء النباتي فكان أفضل حال في عام 1995 وبدأ بالتراجع لعام 2021، والسبب يكمن في نوبات الجفاف التي انتابت المنطقة فضلاً عن العامل البشري الذي عمل على تغيير الكثير من الملامح الطبيعية واحالتها الى ارض جرداء.

2-1-6. مؤشر الاختلاف الطبيعي للرطوبة NDMI Normalized Difference Moisture Index

يستخدم NDMI لتحديد محتوى الماء في الغطاء النباتي والتربة. يتم حسابه كنسبة بين قيم NIR وSWIR بالطريقة التقليدية ويطبق من خلال المعادلة التالية⁽⁵⁾:

In Landsat 4-7, NDMI = (Band 4 – Band 5) / (Band 4 + Band 5).

In Landsat 8-9, NDMI = (Band 5 – Band 6) / (Band 5 + Band 6).

ان معيار قيمة مؤشر (NDMI) تتراوح ما بين (+1، -1) فكلما اقتربت القيمة من +1 دل على رطوبة المنطقة والعكس صحيح. وقد تم تطبيق تلك المعادلة على منطقة الدراسة (1995-2021) وذلك للكشف عن مناطق الرطوبة المتوسطة والعالية والضعيفة، كما في الخريطة (6) والجدول (5).

وتشير النتائج في الجداول والخرائط أعلاه مايلي:

- بلغت مساحة المناطق الجافة جداً في عام 1995 مساحة قدرها (61.6) كم² وبنسبة (8.8)%، وهذه النسبة ازدادت لحدود الضعف في عام 2021 لتبلغ مساحتها (103.9) كم² وبنسبة (14.9)%، وهذا مؤشر على ان المنطقة تسير نحو الجفاف.

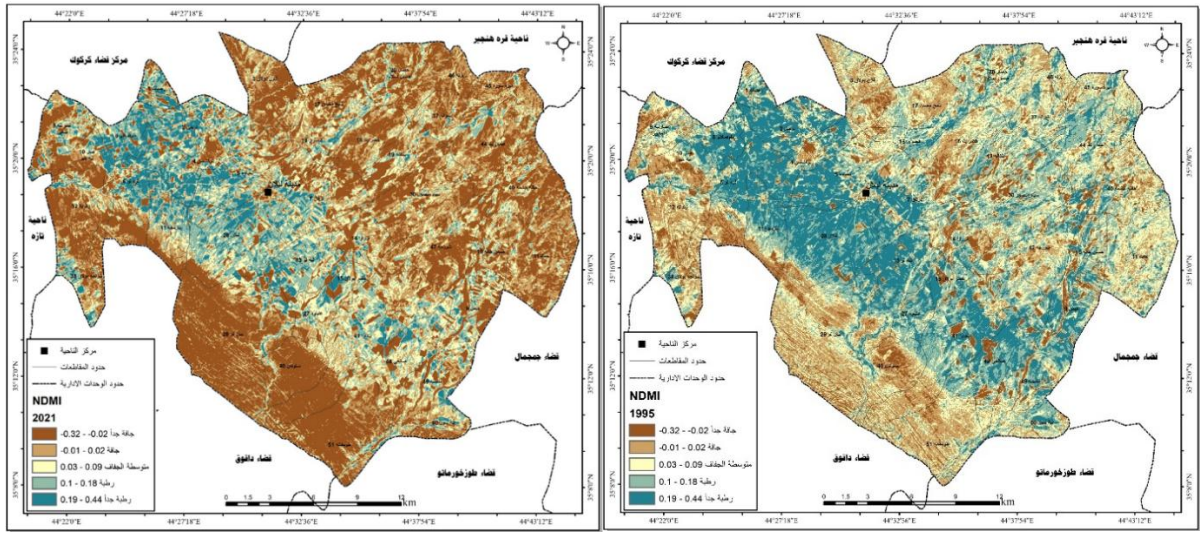
جدول (5) مساحة ونسب مؤشر NDMI لرطوبة التربة للأعوام 2021-1995 في منطقة الدراسة

2021		1995		اصناف NDMI	ت
النسبة %	المساحة/كم ²	النسبة %	المساحة/كم ²		
14.9	103.9	8.8	61.6	جافة جداً -0.02 - -0.32	1
19.3	134.4	19.1	133.2	جافة -0.01 - 0.02	2
25.3	176.5	27.6	192.4	متوسطة الجفاف 0.03 - 0.09	3
19.4	135.1	24.2	168.8	رطبة 0.1 - 0.18	4
21.2	148.1	20.3	142.0	رطبة جداً 0.19 - 0.44	5
100.0	698.0	100.0	698.0	المجموع	

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة NDMI، للأعوام 2021-195، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

- اما الصنف الرطب جداً فهو الاخر سار بالاتجاه المعاكس فقد بلغت مساحته عام 1995 (142.0) كم² ونسبة (20.3) %، في حين زادت هذه المساحة (148.1) كم² ونسبة (21.2) % والسبب في شذوذ هذه الحالي الى بناء السدود واحتجاز المياه السطحية وبالتالي زادت هذه المساحة قليلاً عن سابق عهدها.
- وبالنسبة للصنف المتوسط ايضاً سار بالاتجاه العكسي ففي عام 1995 بلغ مساحته (192.4) كم² ونسبة (27.6) %، في حين قلت هذه المساحة لعام 2021 اذ بلغت مساحة قدرها (176.5) كم² ونسبة (25.3) %، وهو من اكثر الأصناف حساسية للتغير بحسب الظروف الملائمة له.

خريطة (6) التوزيع المكاني لمؤشر NDMI في منطقة الدراسة للفترة (1995-2021)



- المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة NDMI، للأعوام 195-2021، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

3-1-6 مؤشر الاختلاف المائي (NDWI) (Normalized Differences Water Index)

يستخدم مؤشر (NDWI) لتحليل الاختلاف في المسطحات المائية، اذ يعمل على فهرس النطاقات الخضراء والأشعة تحت الحمراء القريبة لصور الاستشعار عن بعد. ويمكن لـ NDWI تحسين معلومات المياه بكفاءة في معظم الحالات، لأنه حساس في بناء أجزاء سطح الأرض وينتج عنه زيادة في تقدير المسطحات المائية. يمكن استخدام مؤشر NDWI جنباً إلى جنب مع مؤشر تغيير NDVI لتقييم سياق التغيرات التي تحدث في النبات والمياه. ويمكن تطبيقه من خلال المعادلة التالية⁽⁶⁾:

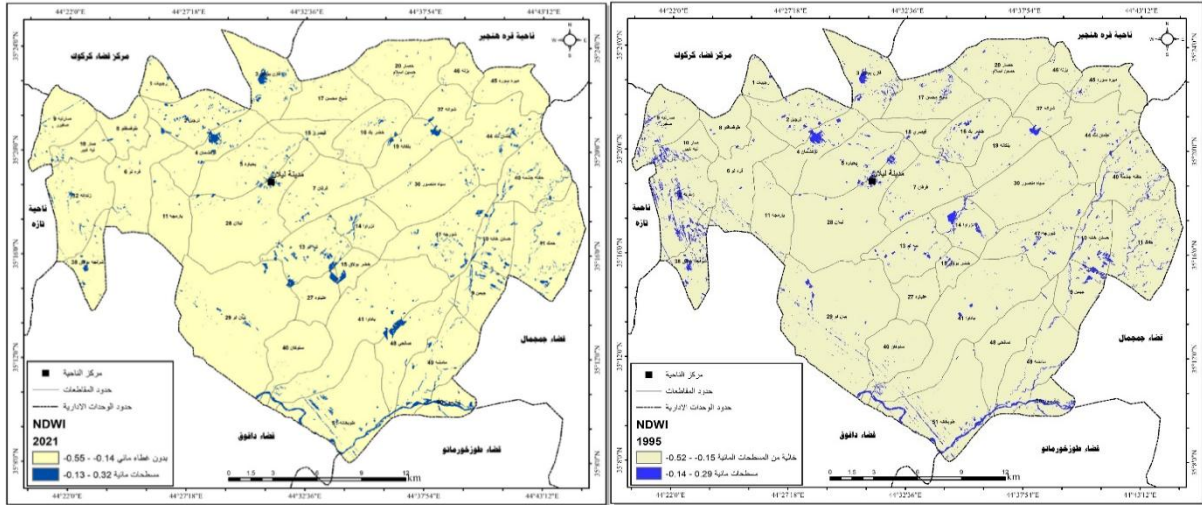
$$\text{Landsat 5-7 data: NDWI} = (\text{Band 2} - \text{Band 4}) / (\text{Band 2} + \text{Band 4})$$

$$\text{Landsat 8 data: NDWI} = (\text{Band 3} - \text{Band 5}) / (\text{Band 3} + \text{Band 5})$$

تتراوح قيم (NDWI) ما بين (+1، -1) وتأخذ المسطحات المائية سواء كانت بحيرات أو أنهاراً أو حتى مسطحات مائية صغيرة قيمة موجبة بينما تأخذ المناطق الخالية من الغطاء المائي قيمة الصفر و(-1)، وقد تم حساب هذا المؤشر في منطقة الدراسة للسنوات (1995-2021)، من خلال المرئيات الفضائية. واتضح نتائجها في الجدول (6) والخريطة (7) وقد تم تحليلها بالآتي:

- ان اتساع المناطق الخالية من المسطحات المائية ونسبة أكبر من مساحة المسطحات المائية، إذ بلغت مساحة المناطق الخالية من المسطحات المائية في عام (1995) (678.5) كم²، أي بنسبة (97.2) %، وفي عام (2021) بلغت مساحتها (686.2) كم²، أي بنسبة (98.3) كم²، وبنسبة تغير (98.3) %، أما المسطحات المائية فقد بلغت مساحتها في عام (1995) (19.5) كم²، أي بنسبة (2.8) %، بينما تناقصت مساحتها لتبلغ في عام (2021) (11.8) كم² أي بنسبة (1.7) % . لسيادة الجفاف في المنطقة.

خريطة (7) التوزيع المكاني لمؤشر دليل الاختلاف المائي NDWI للفترة 2021-1995



المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة NDWI، للأعوام 2021-195، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

جدول (6) مساحة ونسب مؤشر NDWI للمياه للأعوام 1995-2021 في منطقة الدراسة

ت	اصناف NDWI	2021		1995	
		النسبة %	المساحة/كم ²	النسبة %	المساحة/كم ²
1	بدون غطاء مائي -0.14 - -0.55	98.3	686.2	97.2	678.5
2	مسطحات مائية -0.13 - 0.32	1.7	11.8	2.8	19.5
	المجموع	100.0	698.0	100.0	698.0

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة NDWI، للأعوام 2021-195، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

4-1-6 مؤشر تعرية التربة (BSI) Bare soil index

هو مؤشر رقمي يجمع بين النطاقات الطيفية للأشعة تحت الحمراء ذات اللون الأزرق والأحمر والأشعة تحت الحمراء القريبة وقصيرة الموجات لالتقاط تغيرات التربة، إذ يعد هذا المؤشر من المؤشرات البيئية المهمة التي توضح الترب العارية الخالية من أي نوع من أنواع الغطاء النباتي إذ يصنفها هذا المؤشر على انها مناطق جافة ومصدر للعواصف الغبارية⁽⁷⁾، ويتم احتساب هذا المؤشر بالصيغة الاتية⁽⁸⁾:

- $BSI (Landsta 8) = (B6 + B4) - (B5 + B2) / (B6 + B4) + (B5 + B2)$
- $BSI (Landsta 4 - 7) = (B5 + B3) - (B4 + B1) / (B5 + B3) + (B4 + B1)$

اذ ان:

BSI : مؤشر التربة العارية

B : النطاق الطيفي في المرئيات

تتراوح قيم (BSI) ما بين (+1، -1) ذلك الناتج كلما أقترب من القيم الموجبة اشار الى المنطقة غير معرارة وأنها مغطاة باستخدامات اخرى، والعكس صحيح. اذ من خلالها تمييز المناطق المعرارة ومتوسطة التعرية وغير معرارة.

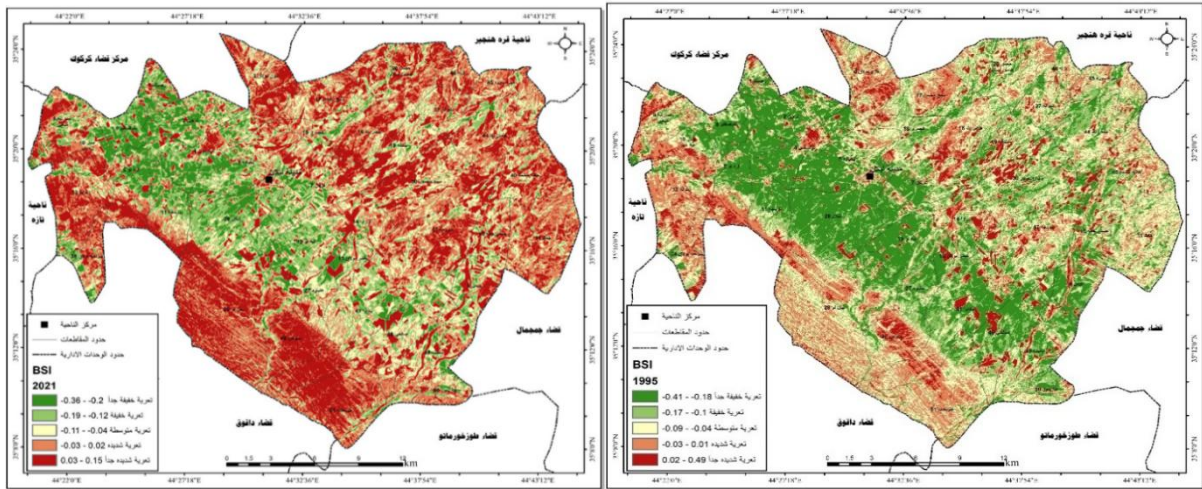
ومن خلال تطبيق المعادلة أعلاه تتضح النتائج في الجدول (7) والخريطة (8)، وأمكن تحليلها بالآتي:
 - بلغت الأراضي ذات التعرية الشديدة جداً في عام (1995) (54.6) كم²، أي وبنسبة (7.8)% من مجموع مساحة منطقة الدراسة، في حين بلغت مساحتها في عام (2021) (199.4) كم²، وبنسبة (28.6)%.

جدول (7) مساحة ونسب مؤشر BSI للتعرية للأعوام 1995-2021 في منطقة الدراسة

ت	اصناف BSI	1995		2021	
		النسبة %	المساحة/كم ²	النسبة %	المساحة/كم ²
1	تعرية خفيفة جداً -0.41 - -0.18	23.0	160.8	8.2	57.2
2	تعرية خفيفة -0.17 - -0.1	23.9	166.8	12.4	86.9
3	تعرية متوسطة -0.09 - -0.04	24.0	167.6	21.7	151.6
4	تعرية شديده 0.01 - -0.03	21.2	148.1	29.1	202.9
5	تعرية شديده جداً 0.02 - 0.49	7.8	54.6	28.6	199.4
	المجموع	100.0	698.0	100.0	698.0

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة BSI ، للأعوام 1995-2021، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

خريطة (8) التوزيع المكاني لمؤشر دليل التربة العارية BSI لعام (2021-1995)



المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة BSI ، للأعوام 1995-2021، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

- اما الأراضي ذات التعرية الخفيفة جداً فقد بلغت في عام 1995 مساحة قدرها (160.8) كم² ونسبة (23.0) %، في حين تناقصت مساحة هذه الاراضي اذ بلغت في عام 2021 مساحة قدرها (57.2) كم² ونسبة (8.2) % من مجموع مساحة منطقة الدراسة.

5-1-6. مؤشر ملوحة التربة (SI) Salinity Index

يصور مؤشر الملوحة كمية الملح الموجودة في التربة وان تملح التربة هو أحد أكثر عمليات تدهور الأراضي شيوعاً، خاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، اذ يتجاوز هطول الأمطار التبخر، اذ تشير القيم الأعلى إلى ارتفاع الملوحة بينما تشير القيم المنخفضة إلى انخفاض الملوحة.⁽⁹⁾ لذا تم بناء النموذج لحساب مؤشر الترب المتملحة بالاعتماد على المعادلة الرئيسة وبالشكل الآتي⁽¹⁰⁾:

$$SI = \sqrt{B1 \times B3}$$

اذ ان :

SI = مؤشر ملوحة التربة

B = الحزمة الطيفية لمرئيات لاندسات.

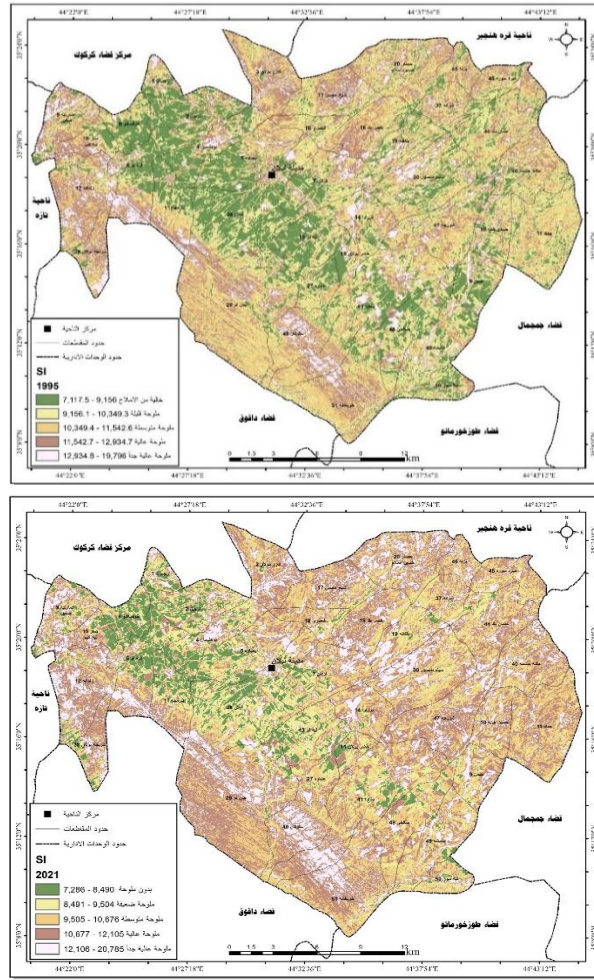
ان قيم SI لا تتراوح بين (+1، -1) كسابق عدها من المؤشرات انما تعبر عن مجموعة قيم كلما زادت دلت على ارتفاع نسبة الملوحة في المنطقة والتي تعبر عن انعكاسية كمية الأملاح في التربة، ومن خلالها يمكن تمييز المناطق ذات الملوحة العالية والمتوسطة والضعيفة، فقد بلغت المناطق الخالية من الاملاح في عام (1995) (150.4) كم²، أي بنسبة (21.5) %، في حين بلغت مساحتها في عام (2021) (56.8) كم²، أي بنسبة (8.1) %، وبذلك تكون نسبة التغير سالبة، أما مساحة المناطق متوسطة الملوحة فقد بلغت في عام (1995) (174.0) كم²، أي بنسبة (24.9) %، في حين بلغت مساحتها في عام (2021) (184.5) كم²، أي بنسبة (26.4) %. وكما في الجدول (8) والخريطة (9).

جدول (8) مساحة ونسب مؤشر SI للملوحة للأعوام 1995-2021 في منطقة الدراسة

2021		1995		اصناف SI	ت
النسبة%	المساحة/كم ²	النسبة%	المساحة/كم ²		
8.1	56.8	21.5	150.4	خالية من الاملاح 7,117.5 - 9,156	1
15.9	111.2	26.9	187.9	ملوحة قليلة 9,156.1 - 10,349.3	2
26.4	184.5	24.9	174.0	ملوحة متوسطة 10,349.4 - 11,542.6	3
32.3	225.7	18.3	127.5	ملوحة عالية 11,542.7 - 12,934.7	4
17.2	119.8	8.3	58.3	ملوحة عالية جداً 12,934.8 - 19,796	5
100.0	698.0	100.0	698.0	المجموع	

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة SI، للأعوام 195-2021، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

خريطة (9) التوزيع المكاني لمؤشر الملوحة SI في منطقة الدراسة لعام (1995-2021)



المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة SI، للأعوام 195-2021، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

أما المناطق ذات الملوحة العالية جداً فبلغت مساحتها في عام (1991) (458.3) كم²، أي بنسبة (8.3)%، اما في عام (2021) فقد بلغت مساحتها (119.3) كم²، أي بنسبة (17.2)%، والسبب في ارتفاع الملوحة يعود الى نوعية الصخور الموجودة فضلاً عن ارتفاع نسبة الملوحة في المياه الجوفية وارتفاع درجات الحرارة الذي يؤدي الى التبخر ومن ثم ارتفاع كمية الملوحة في التربة مع قلة الميازل وضعف المعالجات البشرية.

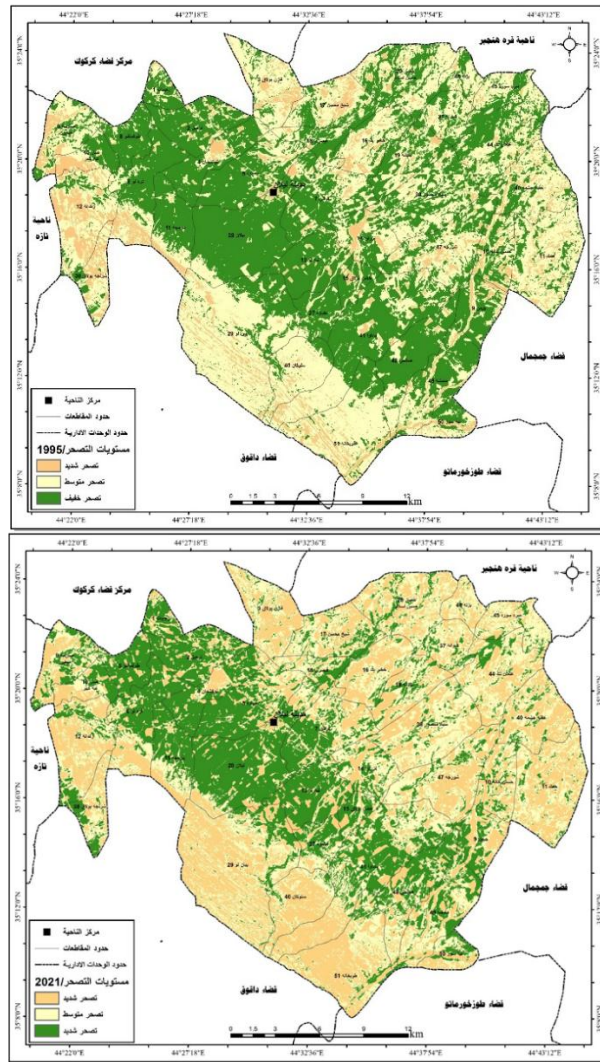
6-1-6. نمذجة مؤشرات ومستويات التصحر في منطقة الدراسة:

تركز الدراسة على كيفية تطبيق منهجية النمذجة المكانية الزمنية Spatio-Temporal Modeling لجميع مسببات التصحر في الأراضي الزراعية التي يتم استخلاصها من مصادر متنوعة من بينها المسح الميداني، والدراسات المكتبية والاحصائية، وتحليل المرئيات الفضائية لفترات زمنية مختلفة، وغيرها من أساليب الري ومعالجة التربة، اذ يتم وضع معايير لمسببات التصحر وتحديد وزن كمي لكل معيار لتحديد دوره كمسبب للتصحر ومن ثم حساب القيمة الترجيحية للخروج بنتائج تلقي الضوء على

الأسباب الحقيقية وراء تنامي ظاهرة التصحر في الأراضي الزراعية في منطقة ليلان كنموذج للمناطق الزراعية المماثلة في العراق.

اذ سيتم في هذا الجانب بناء نماذج خرائطية لمستويات التصحر على ثلاث أصناف وهي (ضعيف، متوسط، شديد) لتوضيح درجات التصحر في منطقة الدراسة، من خلال استخدام التقنيات الجغرافية، إذ تم الاعتماد على الطبقات لمؤشرات التصحر لنتمكن من الوقوف على حالة منطقة الدراسة، اذ ان مستويات التصحر الشديدة والضعيفة تعبر عن المخاطر البيئية التي تعطي السمات الرئيسية للمنطقة. لذلك تم إعداد خريطة لمستويات التصحر لمنطقة الدراسة وذلك من خلال الاعتماد على مجموعة من الخصائص منها الغطاء الارضي والتربة والمياه لفترتين هما 1995 و2021، ومن ثم إدخالها في برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS ومعالجتها ليأ والموضحة نتائجها في الخريطة (10) والجدول (9).

خريطة (10) مستويات التصحر في منطقة الدراسة لعام (1995 و 2021)



المصدر: اعتماداً على بيانات دمج الخرائط السابقة للمؤشرات، وبرنامج (Arc Map 10,8).

جدول (9) مستويات التصحر في منطقة الدراسة للمدة (1995-2021)

2021		1995		مستويات التصحر	ت
النسبة%	المساحة/كم ²	النسبة%	المساحة/كم ²		
19.6	136.6	33.2	231.6	تصحّر خفيف	1
34.7	242.5	36.6	255.2	تصحّر متوسط	2
45.7	318.9	30.3	211.2	تصحّر شديد	3
100	698.0	100	698.0	المجموع	

المصدر: اعتماداً على بيانات الخريطة (10)، وبرنامج (Arc Map 10,8).

لذا تصنف مستويات التصحر في منطقة الدراسة الى مايلي:

- التصحر الخفيف:

تعرف المصادر العربية التصحر الخفيف على انه حدوث تلف أو تدمير خفيف جداً في الغطاء النباتي والتربة بما لا يؤثر بشكل واضح على القدرة البيولوجية للبيئة⁽¹¹⁾، ويتضح من خلال الجدول (9) ان المساحة التي يشغلها التصحر الطفيف في عام (2021) بلغت (136.6) كم²، أي بنسبة (19.6)%، اما في عام (1995) فقد بلغت مساحة التصحر الخفيف (231.6) كم²، وبنسبة (33.2)%،

- التصحر المتوسط:

اشارت اغلب المصادر الى أن هذا النوع من التصحر يمثل تدهوراً في خصائص البيئة بشكل معتدل يتمثل في انخفاض وتغير الغطاء النباتي⁽¹²⁾.

يتضح من خلال الجدول (9) والخريطة (10) مساحة المناطق المتصحرة بالتصحّر المتوسط قد بلغت في عام (2021) (242.5) كم²، أي بنسبة (34.7)%، في حين بلغت مساحتها في عام (1995) (255.2)، أي بنسبة (36.6)%.

- التصحر الشديد:

ويعد الاكثر خطراً على البيئة الطبيعية وهو من أخطر حالات التصحر إذ تفقد البيئة معظم قدرتها البيولوجية بما يحيلها تقريباً إلى نمط الصحاري الحقيقية، ويؤثر على تكوين العديد من الاخاديد والاوودية العميقة، وحدثت درجة عالية من التملح اكثر من (90)% وتفقد التربة معظم قدرتها الانتاجية بسبب الملوحة وغيرها من مظاهر التصحر الكبيرة وتصبح تربة عقيمة غير منتجة، تتحول إلى حالة يصبح معالجتها صعباً جداً ومستحيلاً في بعض الاحيان⁽¹³⁾. ان التصحر الشديد يشير الى أنتشار الحشائش غير المرغوبة على حساب الانواع المرغوبة في المراعي الطبيعية وزيادة نشاط التعرية (الريحية والمائية)⁽¹⁴⁾.

يتبين من خلال الجدول () أن مساحة الاراضي المتصحرة بدرجة التصحر الشديد قد بلغت عام (2021) (318.9) كم²، أي بنسبة (45.7)%، في حين بلغت مساحتها في عام (1995) (211.2)

كم²، أي بنسبة (30.3)% بمعنى ان التصحر الشديد قد وصل نصف مساحة منطقة الدراسة وهذا يشكل خطراً بيئياً كبيراً.

الاستنتاجات:

1. تعد منطقة الدراسة من المناطق الانفجارية في الزيادة السكانية، وذلك للأسباب السياسية التي لحقت بالمنطقة، إذ بلغ عدد سكان منطقة الدراسة في سنة (2000) (6494) نسمة، ووصل عددهم في سنة (2021) الى (16651) نسمة، أي بمعدل نمو قد بلغ (3.9)% علماً بأن المنطقة قبل عام 2000 كانت من المناطق العسكرية والتي تخلو من المراكز العمرانية، وإن هذه الزيادة السكانية ناتجة عن الأثر الثقافي لمنطقة الدراسة كونها منطقة زراعية تشجع على الزواج المبكر والإنجاب والزيادة في النسل. بالتالي ينعكس على استغلال انصب الأراضي للسكن.
2. هنالك علاقة كبيرة جداً أمكن توضيحها عن طريق المطابقة البصرية لخرائط التوزيعات الخاصة بتوزيع اعداد السكان مع المساحات الصالحة للزراعة وتبين من خلالها بأن هنالك علاقة طردية بين المتغيرين وهذا يقود الى حقيقة خطره مفادها الضغط على الأراضي الصالحة للزراعة في سبيل السكن او الزراعة ومن ثم ستكون هنالك أساليب خاطئة في الزراعة لان المزارع يريد ان يحصل على انتاج عال بأي وسيلة وبالتالي يؤثر على التربة ويدمرها وهي الصورة الأولى من مظاهر التصحر.
3. حذت الدراسة الى استخدام المرئيات الفضائية الحديثة للكشف عن التغيرات التي تنتاب الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة، وكان من نتيجة ذلك ان هنالك تباين كبير جداً على مستوى الصنف الواحد، فهنالك ظواهر تغيرت نحو الموجب كالأراضي الجرداء وأخرى نحو السالب كالنبات الطبيعي. فضلاً عن ذلك فقد استخدمت الدراسة المؤشرات الطيفية الخاصة باشتقاق مؤشرات التصحر. وكشفت الدراسة عن وجود تباين في هذه المؤشرات يتجه نحو التصحر بين فترتي الدراسة.
4. بعد نمذجة مستويات التصحر قد اتضح الى حقيقة مفادها الى ان المناطق المتصحرة تتوزع بشكل عشوائي على المقاطعات الزراعية فأينما توفرت الظروف المناسبة تتركز فيها. فبالنسبة للتصحر الشديد قد تطابق رقمياً مع العامل الطبيعي أكثر من العامل البشري كون تتوزع على محاور الطيات وقدماتها وايضاً الأراضي ما بين الاودية. في حين جاء التصحر الخفيف ضمن الأراضي السهلية والتي تنتشر فيها اغلب المستقرات البشرية.

التوصيات:

- 1- بناء قاعدة معلومات جغرافية تعتمد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية واعتمادها على المرئيات الفضائية ذات الدقة العالية في مراقبة ودراسة التصحر، لما توفره من

معلومات عن مراقبة الأراضي الزراعية وإمكانية تحديد مظاهر التصحر، والكشف عنها وتحديد درجات خطورتها لكي نتمكن من تحديد هذه المشاكل وإيجاد الحلول المناسبة لها والحد من تفاقمها.

2- على دوائر الدولة المختصة القيام بزيارات من خلال موظفيها من أجل توعية الفلاحين والاهتمام بهم وإرشادهم على كيفية وأهمية الأراضي الزراعية وزيادة إنتاجيتها، وطريقة التعامل معها باستخدام الأساليب العلمية الصحيحة في المقننات المائية لكل محصول ذلك للحد من ملوحة التربة والابتعاد عن الأساليب الخاطئة في عملية الري.

3- تفعيل دور وعمل الدوائر الزراعية والموارد المائية وذات العلاقة بمشكلة التصحر بشكل فعال في المحافظة بشكل عام وناحية ليلان بشكل خاص، وإنشاء مراكز لمكافحة التصحر ودعمه بالمعدات والأجهزة المخبرية الضرورية، وقيامها بزيارات ميدانية للمنطقة والعمل على تحديد المناطق المتصحرة وإيجاد الحلول التي تحد منها ومعالجتها من خلال تطبيق البحوث والتجارب المحلية والعربية والعالمية لمكافحة التصحر.

4- العمل على تشجيع المزارعين على زراعة المصدات الريحية بمختلف أنواعها والمحافظة عليها من القطع الجائر، لكي تحافظ على الأراضي الزراعية والرعية من تأثيرات الرياح والحد من مظاهر الجو الغبارية وتأثيراتها الصحية والاقتصادية.

قائمة الهوامش والمراجع

- (1) عليان عليان، التصحر في محافظة بيت لحم، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين، 1999، ص94.
- (2) عتاب يوسف اللهيبي، مشكلة التصحر في منطقة الفرات الأوسط وآثارها البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (G.I.S)، مصدر سابق، ص134.
- (3) حسوني جدوع عبد الله، التصحر تدهور النظام البيئي، ط1، دار دجلة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2010، ص25.
- (4) Saad Mohammed Jassim, Mohammed Attia Salah, Kaiser Ali Mohammed, Building digital models for spectral indicators expressing the land cover in Sarkaran district using Sentinel 2 satellite data, Journal of STEPS for Humanities and Social Sciences, Vol. 1 [2022], Iss. 3, Art. 13, P5.
- (5) Pauline Welikhe1, Joseph Essamuah–Quansah12017, Estimation of Soil Moisture Percentage Using LANDSAT-based Moisture Stress Index, Welikhe et al., J Remote Sensing & GIS 2017, 6:2, DOI: 10.4172/2469-4134.1000200, p5.
- (6) stuart K. Mc Feeters, Using the Normalized Difference water Index (NDWI) within a Geographic Information system to Detect swimming pools For Mosquito Abatement : A Practical Approach e Sensing journal 2013 P, 3549.
- (7) S, Li, chen, A new bare- soil index for rapid mapping developing areas using LANDSAT 8 data, the information archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences volume XL- 4, 2014, ISPRS Technical commission IV symposium. 14 – 16 may 2014, Suzhou, china, 2014, p; 143.
- (8) Krishnendu Banerjee and Others, Forest Canopy Density Mapping Using Advance Geospatial Technique, IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 1 Issue 7. September 2014. p: 360.
- (9) <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/modis/salinity-index>.
- (10) Nouri. Hamideh, and Others, Soil Salinity Mapping of Urban Greenery Using Remote Sensing and Proximal Sensing Techniques: The Case of Veale Gardens within the Adelaide Parklands, Sustainability-Open Access Journal, 2018, P: 5.

- (11) زين الدين عبد المقصود غنيمي، مشكلة التصحر في العالم الاسلامي، قسم الجغرافية، سلسلة البحوث الجغرافية 21، الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت، سنة 1980، ص11.
- (12) زين الدين عبد المقصود غنيمي، مصدر سابق، ص13.
- (13) صبري فارس الهيتي، التصحر مفهومه- اسبابه، ط1، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، 2011، ص20.
- (14) عبد مخور نجم الريحاني، ظاهرة التصحر في العراق وأثارها في استثمار الموارد الطبيعية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) كلية الآداب، جامعة بغداد، 1986، ص25، ص25.

قائمة المصادر:

1. Abdul Makhur Najm Al-Rihani, The phenomenon of desertification in Iraq and its effects on the investment of natural resources, doctoral thesis (unpublished), College of Arts, University of Baghdad, 1986.
2. Alyan Alyan, Desertification in Bethlehem Governorate, Master's thesis (unpublished), College of Graduate Studies, An-Najah National University, Nablus, Palestine, 1999.
3. Etab Youssef Al-Lahibi, The problem of desertification in the Middle Euphrates region and its environmental impacts using Geographic Information Systems (G.I.S.), previous source.
4. Hassouni Jadoua Abdullah, Desertification and Deterioration of the Ecosystem, 1st edition, Dar Degla for Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 2010.
5. <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/modis/salinity-index>.
6. Krishnendu Banerjee and Others, Forest Canopy Density Mapping Using Advance Geospatial Technique, IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 1 Issue 7. September 2014..
7. Nouri. Hamideh, and Others, Soil Salinity Mapping of Urban Greenery Using Remote Sensing and Proximal Sensing Techniques: The Case of Veale Gardens within the Adelaide Parklands, Sustainability-Open Access Journal, 2018.
8. Pauline Welikhe1, Joseph Essamuah–Quansah12017, Estimation of Soil Moisture Percentage Using LANDSAT-based Moisture Stress Index, Welikhe et al., J Remote Sensing & GIS 2017, 6:2, DOI: 10.4172/2469-4134.1000200,
9. S, Li, chen, A new bare-soil index for rapid mapping developing areas using LANDSAT 8 data, the information archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial

- information sciences volume XL- 4, 2014, ISPRS Technical commission IV symposium. 14 - 16 May 2014, Suzhou, China, 2014..
10. Saad Mohammed Jassim, Mohammed Attia Salah, Kaiser Ali Mohammed, Building digital models for spectral indicators expressing the land cover in Sarkaran district using Sentinel 2 satellite data, Journal of STEPS for Humanities and Social Sciences, Vol. 1 [2022], Iss. 3, Art. 13,
 11. Sabri Fares Al-Hiti, Desertification: Its Concept - Its Causes, 1st edition, Al-Yazouri Scientific House for Evil and Distribution, Amman, 2011.
 12. Stuart K. McFeeters, Using the Normalized Difference water Index (NDWI) within a Geographic Information system to Detect swimming pools For Mosquito Abatement: A Practical Approach in Sensing journal 2013..
 13. Zain al-Din Abdul Maqsoud Ghoneimi, The Problem of Desertification in the Islamic World, Geography Department, Geographical Research Series 21, Kuwait Geographical Society, Kuwait University, 1980.