ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: https://eduj.uowasit.edu.iq

Ass. Lect Mhoammed Salam Yousif

Tikrit University, College of Education for Women

Email: mohammed.yousif819@tu.edu.iq

Keywords:

Wind erosion, desertification, vegetation cover, geographic information systems, remote sensing.

CC BY

A r t i c l e i n f o

Article history:

Received 17. Jul.2026

Accepted 13. Aug.2026

Published 10. Nov.2026

Assessment and monitoring of wind erosion risks as a determinant of desertification: Kirkuk as a case study in semi-arid regions

A B S T R A C T

This study aims to identify the climatic and environmental characteristics affecting the intensity of wind erosion, revealing their spatial and temporal variations. It also measures the degree of climatic susceptibility to erosion using the Chepil equation and utilizes remote sensing and geographic information systems (GIS) techniques to monitor environmental change and identify high-risk areas. The study employs a descriptive and analytical approach, relying on climatic data, satellite imagery, thematic maps, and digital processing within a GIS environment.

The results show that Kirkuk Governorate lies within a semi-arid climatic zone characterized by high temperatures, fluctuating rainfall, low relative humidity, and high levels of solar radiation. These factors collectively contribute to increased soil susceptibility to disintegration and erosion. The study also indicates that climatic susceptibility to wind erosion increases during the summer months, particularly in the most exposed areas with the least vegetation cover. This variability is directly related to wind speed, effective precipitation, and land surface characteristics. The results of the land cover and vegetation analysis revealed that the governorate experienced an expansion of barren areas during the study period, coupled with a decline in medium and high-density vegetation cover and an increase in sparsely vegetated areas. This reflects a growing state of environmental fragility, which has contributed to increased wind erosion and accelerated desertification indicators.

© 2026 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: https://doi.org/10.31185/eduj.Vol65.Iss1.5468

تقييم مخاطر التعرية الريحية ومراقبتها كأحد محددات التصحّر المناطق شبه الجافة كركوك أُنموذجاً

م.م. محمد سلام يوسف
جامعة تكريت ـ كلية التربية للبنات

المستخلص

يهدف البحث إلى تشخيص العناصر المناخية والبيئية المؤثرة في شدة التعرية الريحية، والكشف عن تباينها المكاني والزماني، فضلًا عن قياس درجة القابلية المناخية للتعرية باستخدام معادلة Chepil ، واستثمار تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد مظاهر التغير البيئي وتحديد مناطق الخطورة. وقد اعتمد البحث المنهج الوصفي والتحليلي والأسلوب الكمي، بالاستناد إلى البيانات المناخية، والمرئيات الفضائية، والخرائط الموضوعية، إلى جانب المعالجات الرقمية ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

وأظهرت النتائج أن محافظة كركوك تقع ضمن نطاق مناخي شبه جاف يتسم بارتفاع درجات الحرارة، وتذبذب الأمطار، وانخفاض الرطوبة النسبية، وارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي، وهي عوامل أسهمت مجتمعة في زيادة قابلية التربة للتفكك والانجراف. كما بيّن البحث أن القابلية المناخية للتعرية الريحية تزداد خلال أشهر الصيف، ولا سيما في المواقع الأكثر انكشافًا والأقل غطاءً نباتيًا، وأن هذا التباين يرتبط ارتباطًا مباشرًا بسرعة الرياح وكمية التساقط الفعال وخصائص السطح الأرضي.

وأوضحت نتائج تحليل الغطاء الأرضي والغطاء النباتي أن المحافظة شهدت اتساعًا في المساحات الجرداء خلال مدة البحث، مقابل تراجع في الغطاء النباتي متوسط وعالي الكثافة، مع زيادة المساحات ضعيفة الكثافة. ويعكس ذلك حالة من الهشاشة البيئية المتنامية، أسهمت في تعزيز التعرية الريحية وتسريع مؤشرات التصحر.

الكلمات المفتاحية: التعرية الريحية، التصحر، الغطاء النباتي، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد.

المقدمة

تُعدّ ظاهرة التصحر من أخطر التحديات البيئية التي تواجه الأقاليم شبه الجافة، لما تسببه من تدهور تدريجي في خصائص التربة وانخفاض في الغطاء النباتي وتراجع في الإنتاجية البيئية والزراعية. وفي هذا السياق تبرز التعرية الريحية بوصفها أحد أهم الآليات الفاعلة في تفكيك سطح التربة ونقل دقائقها، ولا سيما في البيئات التي تتسم بندرة الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة، وضعف الغطاء النباتي، وتزايد الضغوط البشرية على الموارد الأرضية. ومن ثم فإن دراسة مخاطر التعرية الريحية لا تنفصل عن فهم ديناميات التصحر، بل تمثل مدخلًا أساسيًا لرصد مظاهره وقياس حدته وتحديد اتجاهاته المستقبلية.

وتكتسب محافظة كركوك أهمية خاصة في هذا المجال؛ إذ تجمع بين الخصائص الطبيعية والبشرية التي تجعلها أكثر قابلية للتأثر بعمليات التعرية الريحية، مثل طبيعتها المناخية شبه الجافة، وتذبذب الهطل المطري، وشدة الرياح في بعض الفصول، فضلًا عن التوسع العمراني، وتغير أنماط استخدامات الأرض، وتراجع بعض المساحات النباتية نتيجة الاستغلال غير الرشيد للموارد. وهذه العوامل مجتمعة تسهم في زيادة هشاشة النظام البيئي، ورفع مستوى التعرض للتصحر، بما يجعل المنطقة ميدانًا مناسبًا لدراسة هذه الظاهرة وتحليل محدداتها.

مشكلة البحث وأهميتها:

تكمن مشكلة البحث في تسارع وتيرة تدهور الأراضي في محافظة كركوك بفعل التعرية الريحية، ويمكن صياغتها من خلال التساؤلات التالية:

- ما هي العناصر المناخية والتربوية (الفيزيائية والكيميائية) التي جعلت من ترب كركوك بيئة هشة وقابلة للتذرية؟
- ما هي درجات خطورة التعرية الريحية في المحافظة عند تطبيق القرائن الرياضية والمعادلات الكمية؟
- كيف يمكن توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في نمذجة ومراقبة نطاقات خطورة التعرية زمنيًا ومكانيًا؟

فرضية البحث:

ينطلق البحث من الفرضيات الآتية:

تؤدي الخصائص الفيزيائية الهشة للتربة في محافظة كركوك، إلى رفع قيم أدلة التعرية الريحية. ويتفاقم هذا التأثير بفعل الضغوط البشرية، مما يجعل التعرية الريحية محدداً رئيساً للتصحر، وهو ما يمكن تقييمه ونمذجته مكانياً بدقة عالية عبر التقنيات الرقمية والقرائن الرياضية

اهداف البحث:

يهدف البحث:

- تحديد اهم العوامل المسببة للتعرية الريحية والخصائص الفيزيائية للتربة في منطقة البحث.
- تحديد العلاقة بين عوامل المناخ المتعددة والتعرية الريحية.
- تحديد آثار التعرية الريحية على النشاط الزراعي.

منهجية البحث:

الاعتماد على المنهج الإقليمي والتحليلي، واستخدام الاستشعار عن بعد (RS) ، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS).

مفاهيم البحث:

- التعرية الريحية: تعرف بأنها تغير فيزيائي لحبيبات التربة، حيث يتم نقلها من موقع الى اخر، وانتقالها الى اماكن اخرى بواسطة الرياح، وان استمرار تعرية التربة قد يؤدي إلى إزالة سطحها إلى عمق كبير مما يفقد الطبقة الخصبة من التربة ويؤثر عليها بيئيا واقتصادياً (البياتي، ١٩٩٠، ص٤٧).
- التربة: هي الطبقة السطحية من الأرض الهشة، وتتباين الترب وفق الخصائص العامة لمظاهر السطح وعناصر المناخ المختلفة وما يتبعها من خصائص للمياه السطحية والجوفية على الخصائص العامة.
- يتم تحديد مؤشرات عملية التعرية في المحافظة عن طريق البيانات المناخية كدرجات الحرارة، وسرعة الرياح، وكمية الامطار، وذلك من خلال تطبيق معادلة (Chepil)(Chepil et al,. 1962,p.163):

$$C=\frac{386*V^3}{PE^2}$$

C: القابلية المناخية للتعرية.

V: سرعات الرياح (ميل / ساعة), وتحول سرعة الرياح من خلال العلاقة: معدل سرعة الرياح م/ثا * 3600 / 1.56, ومن ثم نقسم على 1000المحطات.

PE: التساقط الفعال ويستخرج من المعادلة التالية:

$$PE=115\ (\frac{P}{T-10})^{10/9}$$

اذا ان: P: التساقط بـ الانج, وT: **الحرارة فهرنهايت. وقد تم اعتماد تصنيف** (Chepil) لبيان درجة التعرية الريحية وصفاتها كما هو مبين في الجدول (1).

جدول (١) درجات التعرية الريحية وصفاتها وفقاً لتصنيف (Chepil)

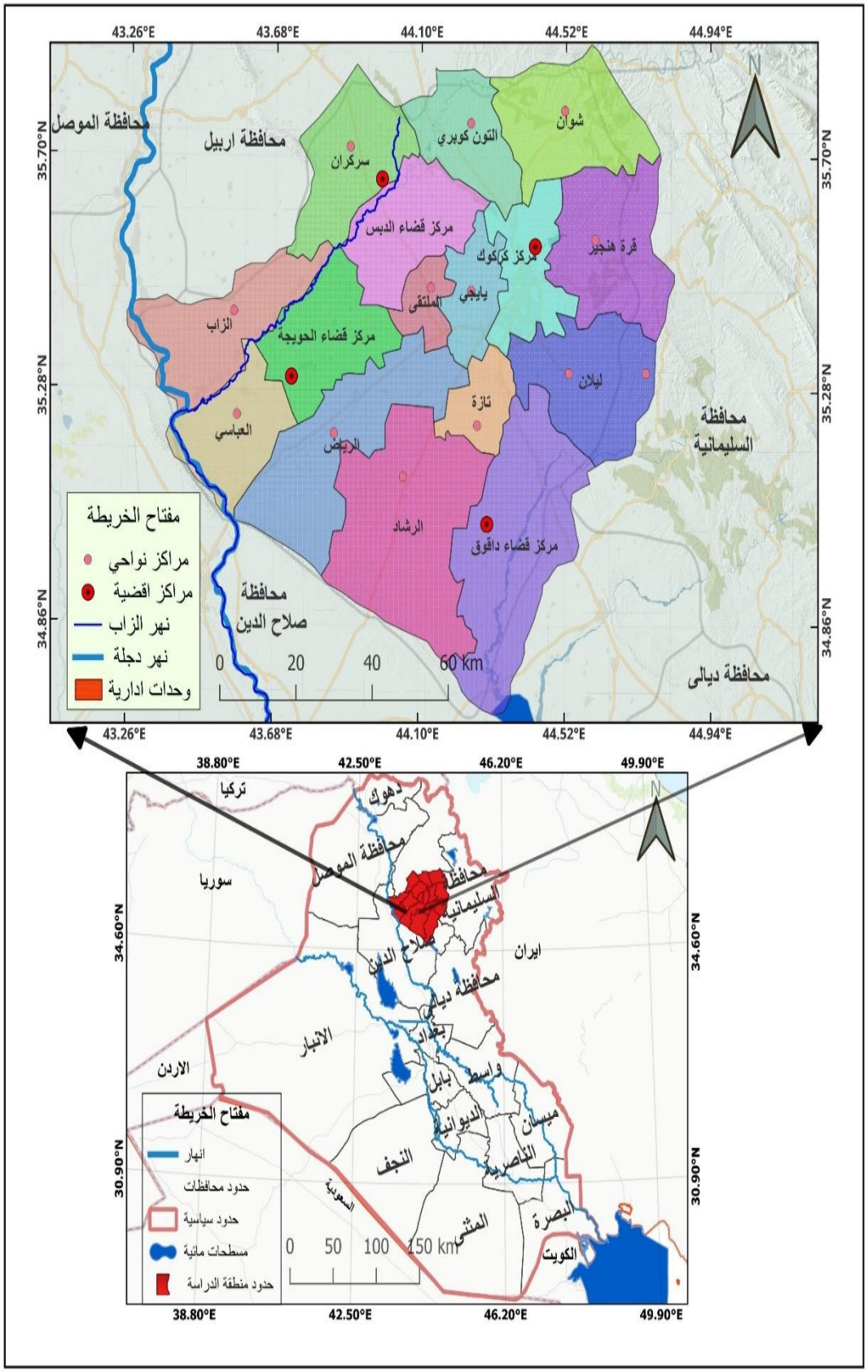
الدرجة	الوصف
0-17	خفيفة جداً
18-35	خفيفة
36-71	متوسطة
72-152	عالية
أكثر من 150	عالية جداً

المصدر: Chepil, W. S., & Woodruff, N. P.

حدود منطقة البحث:

تقع منطقة البحث في القسم الشمالي الشرقي من العراق ، يحدها إدارياً من الشمال محافظة اربيل ومن الشرق محافظة السليمانية ومن الجنوب الشرقي محافظة ديالى ومن الجنوب ومن الغرب محافظة صلاح الدين تتشكل محافظة كركوك من أربعة أقضية (قضاء كركوك المركز – قضاء الدبس – قضاء الحويجة –قضاء داقوق), وتتبعها إدارياً ست عشرة ناحية (مركز قضاء كركوك، شوان ، قرة هنجير ، قرة ليلان ، يايجي ، تازة خرماتو، الملتقى، مركز قضاء الدبس ، التون كوبري ، سركران ، مركز قضاء الحويجة ، الرياض ، العباسي ، الزاب ، مركز قضاء داقوق ، الرشاد)، فلكياً تنحصر بين دائرتي عرض 45– , 34°، 36,00– ° شمالاً وخطي طول 25– , 43° و 44– , 44° شرقاً. الخريطة (1). تبلغ المساحة الإجمالية للمحافظة (10168.79 كم٢)، وتشكل نسبة (2.39%) من مساحة العراق الكلية والبالغة (435052كم٢).

خريطة (١) موقع محافظة كركوك من العراق وتقسيماتها الإدارية



المصدر: الهيئة العامة للمساحة، خارطة العراق الإدارية، لسنة ٢٠١٣.

١- الخصائص البيئية والمناخية المؤثرة في التصحر في محافظة كركوك

تقع محافظة كركوك ضمن نطاق المناخ شبه الجاف يمتاز بتباين حراري وفصلي حاد، إذ يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة ٢٤.٨٤ °م، تبلغ درجات الحرارة العظمى ذروتها في فصل الصيف في تموز وآب بما يتجاوز ٤٣°م، في حين تنخفض إلى ١٣,٧٢ °م كانون الثاني، وهو ما يولّد إجهاداً حرارياً متبادلاً على التربة يُضعف تماسكها ويُسرّع تفككها (الحسناوي، ٢٠١٤ص٣١٠)

تبلغ الرطوبة النسبية أعلى قيمها في كانون الثاني بـ٥٤.٤٣ % ثم تتراجع تدريجياً حتى تصل إلى أدنى مستوياتها في تموز بـ ١٢.٩٦٪ وآب بـ١٣.٤٠٪، وهي قيم تعكس جفافاً هوائياً حاداً يُفاقم من تأثير الحرارة على سطح التربة ويُعجّل من فقدانها لرطوبتها الداخلية (البديري،٢٠٢٣، ص٤٥). وتُسهم ساعات الاشعاع في تعميق هذا الجفاف، إذ ترتفع من نحو ٧.٥ ساعات في أشهر الشتاء إلى ما يزيد على ١٤ ساعة في حزيران وتموز، مما يرفع من طاقة التبخر ويُجفف الطبقة السطحية من التربة بصورة متسارعة(الجبوري،٢٠٠٠، ص٥٠)، وهذه العوامل مجتمعةً — من حرارة مرتفعة وجفاف مطول ورطوبة متدنية وإشراق شمسي مكثف — تهيئ بيئة مناخية بالغة الهشاشة، تغدو فيها التربة في أشد حالات قابليتها للتعرية الريحية خلال فصلي الصيف والخريف.

جدول (٢) خصائص المناخ في محافظة كركوك (٢٠١٥-٢٠٢٥).

الاشهر	درجة الحرارة العظمى °م	درجة الحرارة الدنيا °م	المعدل اليومي °م	الرطوبة النسبية %	الاشعاع الشمسي
كانون الثاني	13.72	6.63	10.55	54.43	7.69
شباط	15.84	7.86	12.39	52.14	7.95
آذار	20.34	10.83	16.51	48.92	10.81
نيسان	26.49	15.62	22.52	39.49	12.85
أيار	33.22	23	29.79	26.28	13.96
حزيران	39.61	28.44	35.95	15.65	14.48
تموز	43.28	31.34	39.35	12.96	14.29
آب	43.02	31.11	38.92	13.4	13.38
أيلول	38.29	26.92	34.31	16.23	12.41
تشرين الأول	30.48	20.87	26.88	39.58	8.22
تشرين الثاني	21.35	13.81	18.22	26.7	8.98
كانون الأول	15.61	8.87	12.65	50.51	7.73

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، -٢٠٢٥.

تتأثر التعرية الريحية بعوامل المناخ وخاصة الرياح، الامطار، لذلك سيتم دراسة هذين العاملين في منطقة البحث بشكل موسع:

- **الرياح:** تُمثّل الرياح العامل المحرك الأول في عمليات التعرية بمنطقة البحث، إذ تكشف بيانات جدول (٣) عن تصاعد ملحوظ في معدلات سرعتها خلال الفترة (٢٠١٥–٢٠٢٥)، لتبلغ ذروتها في أشهر حزيران وتموز حين تكون التربة في أشد حالات جفافها وهشاشتها. وقد سجّلت محطة بيجي أعلى معدل سنوي بـ٣.٥ م/ثا، تليها كركوك وطوزخورماتو بـ٣.١ م/ثا، فأربيل بـ٢.٤ م/ثا، أن الرياح الشمالية الغربية السائدة في المنطقة تتجاوز في فصل الصيف عتبة انبعاث دقائق التربة المقدّرة بين ٤ و٧ م/ثا في البيئات شبه الجافة، مما يجعل التعرية الريحية ظاهرة منتظمة ومتكررة .(Boali et al., 2024)

جدول (٣) المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (م/ ثا) في محطات منطقة البحث للفترة(2015–2025) .

المحطة	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك ١	المعدل السنوي
كركوك	2.8	2.8	3.3	3.1	3.3	3.9	3.6	3.3	3.1	2.8	2.5	2.5	3.1
أربيل	2.2	2.2	2.5	2.5	2.8	2.8	2.8	2.5	2.2	2.2	1.9	1.9	2.4
طوز خورماتو	2.5	2.8	3.1	3.3	3.6	3.9	3.9	3.6	3.1	2.8	2.5	2.5	3.1
بيجي	2.8	3.1	3.6	3.9	4.2	4.7	4.4	3.9	3.3	2.8	2.2	2.5	3.5

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة ،–١٩٨٥ – ٢٠١٥.

- **الامطار:** فتظهر بوضوح أن محطة أربيل هي الأعلى مطريًا بمعدل ٤٢١.٤ ملم سنويًا، تليها كركوك بـ٣٣٦.٨ ملم، ثم طوز بـ٢٣٧.٣١ ملم، وأخيرًا بيجي بـ١٩٢.٦ ملم جدول (٤). كما أن تركز الأمطار في أشهر الشتاء والربيع، مع شبه انعدامها في الصيف، يعني أن سطح التربة يمر بفترة جفاف طويلة نسبيًا في أشهر الحرارة العالية وسرعة الرياح النشطة، وهذه هي الفترة الحرجة التي ترتفع فيها قابلية التربة للتعرية، وعندما يقترن ذلك بضعف الغطاء النباتي، تصبح التربة أكثر انكشافًا وأقل مقاومة للفعل الريحي.

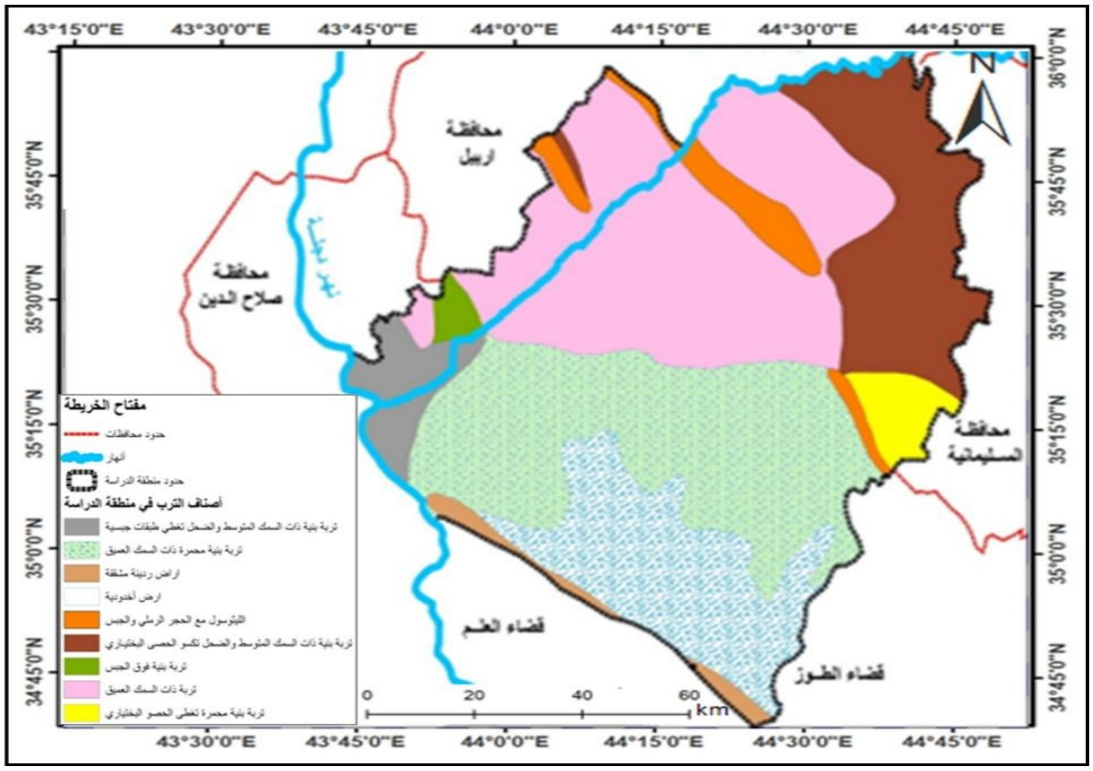
جدول (٤) المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (م/ ثا) في محطات منطقة البحث للفترة(2015–2025)

المحطة	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك ١	المعدل السنوي
كركوك	65.6	54.7	53	36.5	13.4	0.1	0.3	0.1	0.8	14.2	40.8	57.3	336.8
أربيل	75.8	77.1	64.2	46.9	12.9	0.3	0	0.1	2.1	27.5	47.6	66.9	421.4
طوز خورماتو	49.82	36.8	39.07	29.9	8.96	0.1	0	0	0.4	7.97	21.8	42.6	237.31
بيجي	35.7	32	29.2	19.2	11.1	0	0	0	0.8	9.2	26	29.4	192.6

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠١٥– ٢٠٢٥.

- **التربة:** تتميز تربة محافظة كركوك بتعدد أنواعها وتباين خصائصها الفيزيائية والكيميائية، إلا أن أكثرها شيوعًا يتمثل في الترب الخفيفة الغرينية والترب البنية المحمرة، فضلًا عن وجود مساحات محدودة من الترب الطينية أو الرملية الغرينية، إلى جانب الترب الجيرية والليثوصولية في بعض المواقع (Buringh,1960,p223) وتتعرض هذه الترب بدرجات متفاوتة لعمليات التعرية الريحية، ولا سيما في المناطق القريبة من الأودية والمنحدرات والسفوح، حيث تزداد قابليتها للانجراف خلال المواسم المطيرة، وان استمرار عمليات التعرية يؤدي إلى فقدان سنوي ملموس من التربة، تُنقل كمياته إلى الأودية ومجاري التصريف والبحيرات وخزانات السدود، الأمر الذي يفاقم مشكلات التدهور البيئي ويؤثر في استدامة الموارد الأرضية في منطقة البحث.

خريطة (2) التوزيع المكاني للأصناف الترب في منطقة البحث لعام ١٩٦٠



المصدر: اعتمادا على خريطة بيورنك١٩٦٠، ذات مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

العوامل البشرية المؤثرة في التصحر في محافظة كركوك:

تعدّ العوامل البشرية من أهم الأسباب التي أسهمت في تفاقم ظاهرة التصحر في محافظة كركوك (Yousif, 2021,p93). إذ أدى سوء استغلال الموارد الطبيعية إلى إضعاف قدرة البيئة على التجدد الذاتي وزيادة هشاشتها أمام التدهور البيئي (المندلاوي،٢٠١٥، ص١٠٠). ويتمثل ذلك في التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية، والرعي الجائر الذي يضعف الغطاء النباتي ويُعرّي التربة، فضلًا عن الممارسات الزراعية غير الرشيدة، مثل سوء إدارة الري والإفراط في استثمار الأرض وهي عوامل ترفع من معدلات التملح والانجراف وتسرّع فقدان خصوبة التربة كما أن قطع الأشجار والضغط المتزايد على المراعي والمناطق المفتوحة أسهما في زيادة هشاشة السطح الأرضي وتعريضه للتعرية الريحية، (الكناني والقرشي،٢٠٢٤،ص٣٢٥)، الأمر الذي انعكس سلبًا على الإنتاج الزراعي واستدامة الموارد الأرضية في المحافظة .

مؤشرات تقييم ومراقبة مخاطر التصحر:

وبتطبيق معادلة (Chepil) , كانت القيم مبينة في جدول (٥) لمحطات منطقة البحث، إذ صُنِّفت ثلاث محطات من أصل أربع ضمن فئة "عالية جداً" التي تتجاوز قيمتها الحدية ١٥٠. وتحتل محطة بيجي المرتبة الأولى بفارق واسع، إذ بلغ معدلها السنوي ٢٢٢٥.٥٨، وارتفاع هذه القيمة يرجع الى شُح الأمطار الذي أسفر عن أدنى قيمة للتساقط الفعال (PE) بين جميع المحطات، وارتفاع سرعة الرياح التي بلغت ذروتها ٤.٧ م/ثا في حزيران. وتتجلى هذه الخطورة بصورة خاصة في أشهر حزيران وتموز وأيار، حين تتزامن أعلى سرعات الرياح مع أشد فصول الجفاف، فتتضاعف قدرة الرياح على انتزاع دقائق التربة الجافة المفككة.

وتأتي محطة طوز خورماتو في المرتبة الثانية بمعدل ٥٧٢.٣٦، تليها كركوك بـ٤٤٢.٧٧، وكلتاهما في فئة "عالية جداً"، في حين كانت أربيل بتصنيف "عالية" بمعدل ٨٥.١١، ويُعزى ذلك إلى ارتفاع كمياتها المطرية نسبياً مقارنةً بسائر المحطات مما رفع قيمة التساقط الفعال وخفّض من حدة التعرية، والمؤشر المشترك بين جميع المحطات هو أن أعلى قيم للقابلية المناخية للتعرية تتمركز دون استثناء في أشهر حزيران وتموز وأيار، مما يُثبت أن الصيف هو موسم الخطر الأمثل للتعرية الريحية في المنطقة، ويستوجب استهداف هذا الموسم بالتحديد في أي استراتيجية للحماية والتدخل، صورة (١).

جدول (٥) القابلية المناخية للتعرية الريحية وفق معادلة Chepil لمحطات منطقة البحث(2015–2025)

المحطة	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك ١	المعدل السنوي	التصنيف
كركوك	314.83	314.83	515.4	427.26	515.4	850.74	669.13	515.4	427.26	314.83	224.09	224.09	442.77	عالية جداً
أربيل	64.33	64.33	94.4	94.4	132.63	132.63	132.63	94.4	64.33	64.33	41.44	41.44	85.11	عالية
طوز خورماتو	269.47	378.59	513.78	619.78	804.64	1023.03	1023.03	804.64	513.78	378.59	269.47	269.47	572.36	عالية جداً
بيجي	1038.95	1409.95	2208.14	2807.46	3506.45	4913.75	4031.6	2807.46	1700.83	1038.95	503.95	739.5	2225.58	عالية جداً

المصدر :من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠١٥–٢٠٢٥، وبتطبيق معادلة.(1962) .Chepil et al .

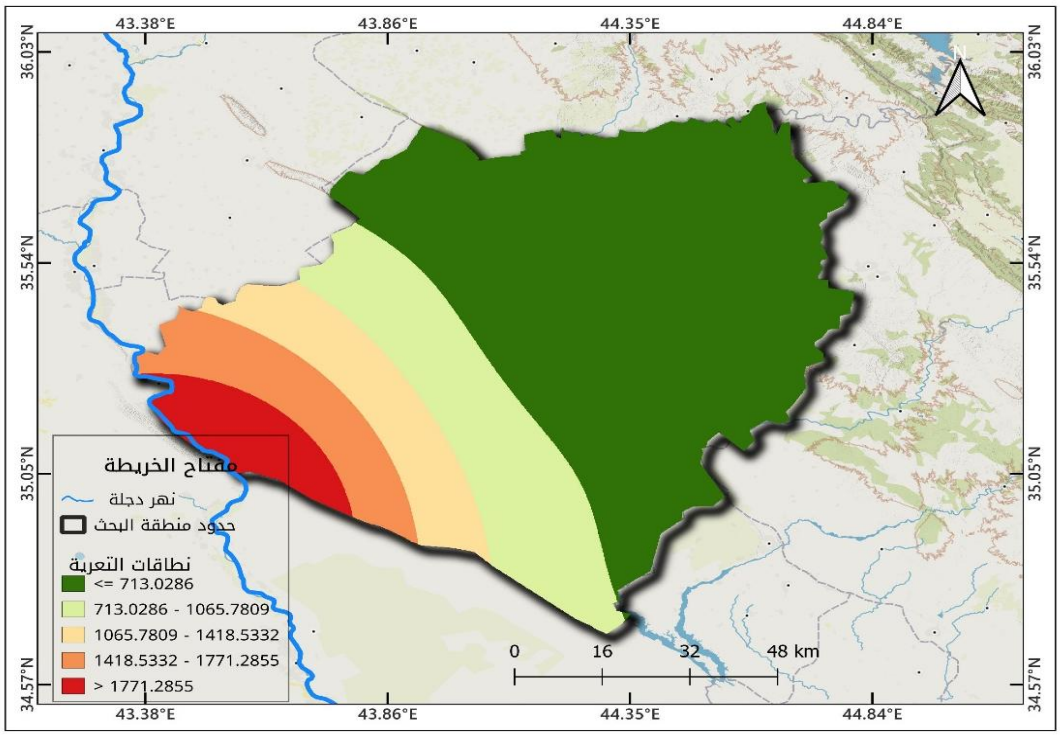
صورة (١) التعرية الريحية في منطقة البحث.



المصدر: التقطت من قبل الباحث بتاريخ ٢٠٢٦/٦/١٠

واستخدمت طريقة IDW في رسم خارطة القابلية المناخية للتعرية في منطقة البحث كما هو موضح في خريطة (٣)، حيث نجد ارتفاع القابلية المناخية للتعرية الريحية في المناطق الجنوبية بشكل كبير، اي ضمن ترب جبسية والرملية.

خريطة (٣) القابلية المناخية للتعرية الريحية في منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول رقم(٥) ومخرجات برنامج Arc GIS10.8

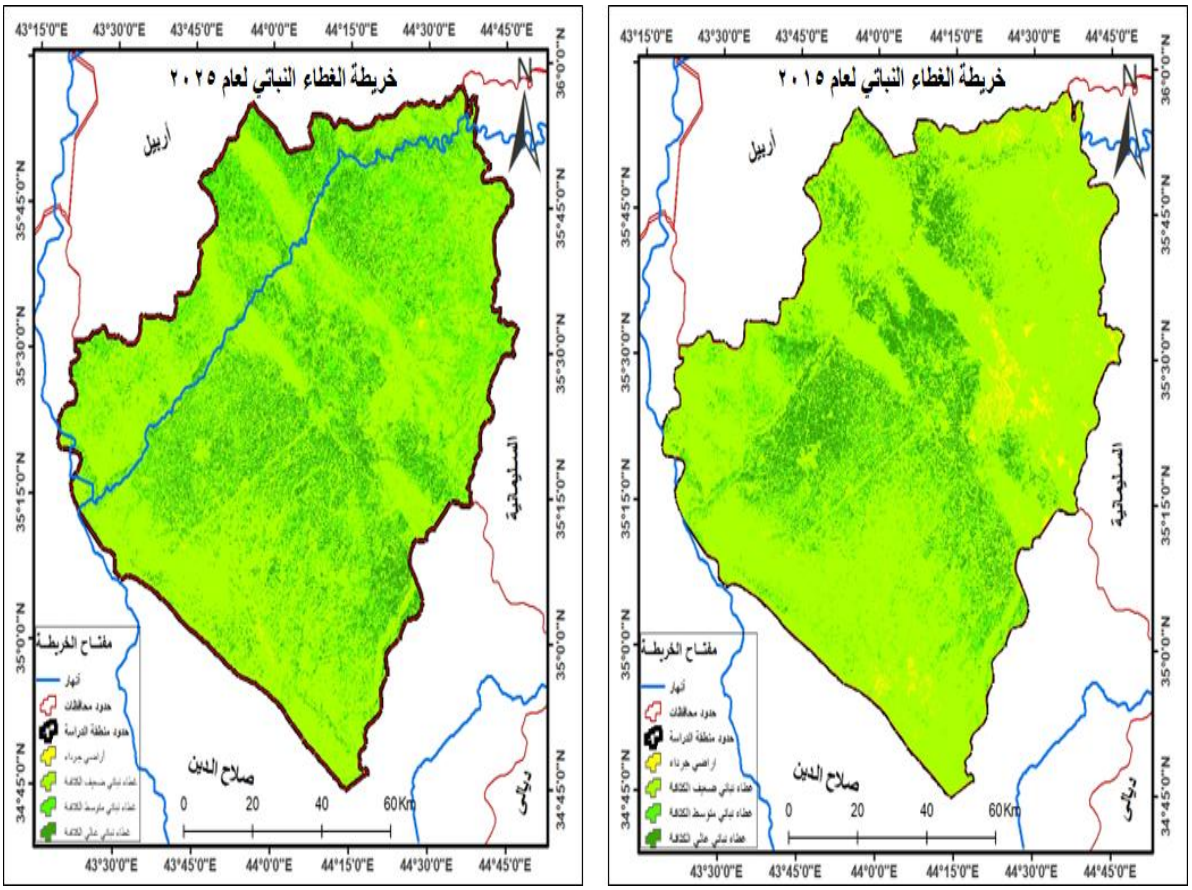
مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) :

ولتحديد درجة تأثر الغطاء النباتي بالتصحر في منطقة البحث، تم الاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الفضائي لاندسات ٨ لمنطقة البحث لعامي ٢٠١٥، ٢٠٢٥، وتم الاعتماد على مؤشر الغطاء النباتي (NDVI)، وفق المعادلة (بارود،٢٠١٩ ص٣٣٨) :

NDVI=(B5−B4)/(B5+B4) Landsat 8

إذ تعد ظاهرة الجفاف الناتجة عن انحباس الأمطار في بعض السنوات الأخيرة والتي استمرت لعدد من السنوات المتتالية من أهم المشكلات البيئة التي تتعرض لها منطقة البحث بشكل متكرر، فانعكس ذلك على الغطاء النباتي كافةً، وأدى إلى تدني كثافة ونوعية الغطاء النباتي وتقلص مساحته مقابل انتشار ظاهرة التصحر، عند تطبيق المؤشر على منطقة البحث، يظهر الشكل (٢) تغير الغطاء النباتي في محافظة كركوك بين عامي ٢٠١٥ و٢٠٢٥ حدوث تبدلات مكانية واضحة في درجات كثافة الغطاء، تميل في مجملها إلى تحسن نسبي في بعض المساحات، يقابله استمرار مناطق واسعة من الضعف النباتي، ولا سيما في الأجزاء التي تتأثر بالاستعمالات الأرضية المكثفة والظروف المناخية شبه الجافة.

الشكل (1) تغيرات الغطاء النباتي في منطقة البحث للمدة (٢٠١٥– ٢٠٢٥).



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية القمر الصناعي land sat٨.

يلاحظ من الجدول (٦) ارتفاع مساحة الأراضي الجرداء من ٤٢.٢٢ كم² إلى ٢٦٨.٤ كم²، وهو ما يشير إلى اتساع المساحات التي فقدت غطاءها النباتي وأصبحت أكثر انكشافًا أمام التأثيرات المناخية والريحية. وفي المقابل، سجلت فئة الغطاء النباتي ضعيف الكثافة زيادة كبيرة من ٦٠٤٠.٥٣ كم² إلى ٧٦٠٠.٩ كم²، بينما انخفضت مساحة الغطاء النباتي متوسط الكثافة من ٢٧١٨.٤٣ كم² إلى ١١٥٠.٨ كم²، وتراجعت أيضًا مساحة الغطاء النباتي عالي الكثافة من ١٣٦٧.٥٨ كم² إلى ١١٤٨.٧ كم². ويعني ذلك أن الزيادة في الغطاء الضعيف الكثافة لم تكن بالضرورة مؤشرًا على تعافٍ بيئي حقيقي، بل قد تعكس اتساع مناطق نباتية هزيلة لا توفر حماية كافية للتربة، في الوقت الذي توسعت فيه المساحات الجرداء الأكثر هشاشة

الجدول (٦) كثافة الغطاء النباتي ومساحاتها خلال المدة (٢٠١٥-٢٠٢٥).

الأعوام	٢٠١٥		٢٠٢٥	
الفئات	المساحة كم٢	النسبة %	المساحة كم٢	النسبة %
أراضي جرداء	٤٢.٢٢	٠.٤٢	٢٦٨.٤	٢.٦
غطاء نباتي ضعيف الكثافة	٦٠٤٠.٥٣	٥٩.٤	٧٦٠٠.٩	٧٤.٧
غطاء نباتي متوسط الكثافة	٢٧١٨.٤٣	٢٦.٧٣	١١٥٠.٨	١١.٣
غطاء نباتي عالي الكثافة	١٣٦٧.٥٨	١٣.٤٥	١١٤٨.٧	١١.٣
المجموع	١٠١٦٨.٧٩	١٠٠	١٠١٦٨.٨	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية لمنطقة البحث، واستخدام برنامج arcgis10.8.

يعكس هذا التغير تداخل عوامل متعددة، منها التذبذب المطري، وارتفاع درجات الحرارة، وطول فترات الجفاف (البياتي،٢٠١٨، ص١١٨)، فضلاً عن الضغط البشري الناتج عن الرعي واستعمالات الأرض غير الرشيدة. كما أن توسع الأراضي الجرداء بهذه الصورة يزيد من قابلية السطح الأرضي للتعرية الريحية، لأن انكشاف التربة يضعف مقاومتها ويجعلها أكثر عرضة للنقل (الغامدي،٢٠٠٨، ص٨) وهو ما يرسخ مؤشرات التصحر في المحافظة، تؤكد بيانات الخريطة والجدول أن محافظة كركوك شهدت اتساعًا في المساحات الجرداء وتراجعًا في المساحات النباتية الأعلى كثافة، الأمر الذي يستدعي ربط هذه التحولات بعوامل المناخ واستخدامات الأرض عند تفسير اتجاهات التصحر فيها.

الاستنتاجات:

١. تعرض محافظة كركوك لظروف مناخية شبه جافة تجعلها بيئة قابلة للتأثر بالتعرية الريحية، ولا سيما بسبب ارتفاع الحرارة وتذبذب الأمطار وانخفاض الرطوبة النسبية .

٢. أظهرت نتائج تطبيق معادلة Chepil أن القابلية المناخية للتعرية الريحية تتباين زمانيًا ومكانيًا تبعًا لسرعة الرياح وكمية التساقط الفعال.

٣. تزداد مخاطر التعرية الريحية في أشهر الصيف نتيجة اشتداد الجفاف وارتفاع سرعة الرياح وتراجع الغطاء النباتي.

٤. تبين أن التربة والسطح الأرضي في مناطق عديدة من المحافظة يتسمان بهشاشة بنيوية تزيد من قابلية الانجراف والتذرية .

٥. كشفت خرائط الغطاء الأرضي عن اتساع المساحات الجرداء وتراجع الغطاء النباتي الأعلى كثافة، وهو ما يعكس تدهورًا بيئيًا تدريجيًا في المنطقة.

٦. تمثل التعرية الريحية أحد أهم المؤشرات المباشرة على التصحر في محافظة كركوك، وليست ظاهرة منفصلة عن باقي عناصر التدهور البيئي.

التوصيات

١. ضرورة اعتماد برامج إدارة متكاملة للأراضي في محافظة كركوك للحد من التعرية الريحية والتصحر.

٢. التوسع في مشاريع التشجير ومصدات الرياح في المناطق المكشوفة والمعرضة للانجراف ومنع الرعي الجائر في المناطق الهشة بيئيًا .

٣. اعتماد التقنيات الجيومكانية والاستشعار عن بعد في المتابعة الدورية للتغيرات البيئية وتحديث خرائط الخطورة .

٤. تفعيل خطط توعوية وإرشادية للمزارعين والسكان المحليين حول أساليب حماية التربة والموارد الأرضية، فضلا عن تنفيذ إجراءات تحفظ التربة وتحسن بنيتها، ولا سيما في المواقع ضعيفة التماسك أو الجرداء

المصادر

١. البديري، وفاء .(2023) .أثر المناخ في تنشيط عمليات التعرية الريحية في المناطق الجافة (شرق محافظة القادسية أنموذجًا).)،مجلة الباحث،مج42،ع4.

٢. بارود، خميس فاخر .(2019) .تطبيقات الاستشعار عن بعد في برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcMap (الطبعة الأولى). الجامعة الإسلامية، كلية الآداب.

٣. البياتي، إسماعيل .(2018) .التعرية وأثرها على الأراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة تكريت.

٤. البياتي، عدنان .(1990) .التعرية الريحية وفقدان الطبقة السطحية الرقيقة المنتجة من التربة .مجلة الزراعة والتنمية الزراعية في الوطن العربي.15(3)

٥. الجبوري، محمود .(2000) .ظاهرة التصحر وأثرها على الأراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين (أطروحة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، جامعة بغداد.

٦. الحسناوي، زينب .(2014) .تأثير التعرية الريحية وثباتية التربة على توسع ظاهرة التصحر وتشكل الكثبان الرملية في محافظة النجف .سر من رأى،10 .(39)

٧. القريشي، ستار، والكناني، مالك .(2024) .استخدام مؤشر تعرية التربة (BSI) لأصناف الموسم الحار الجاف لشهر تموز في محافظة واسط للمدة .(2022–1984) مجلة كلية التربية للعلوم الإنسانية، 56.
https://doi.org/10.31185/eduj.Vol56.Iss2.4098

٨. الغمادي، سعد .(2008) .مراقبة التصحر في أجزاء من غرب وجنوب غرب المملكة العربية السعودية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد .مجلة العلوم الإدارية،20 .(2)

٩. المندلاوي، عمار .(2015) .التمثيل الخرائطي لمظاهر التصحر في محافظة البصرة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (أطروحة دكتوراه غير منشورة). كلية التربية، جامعة البصرة.

10. Buringh, P. (1960). *Soil and soil conditions in Iraq* (Scale 1:1,000,000 map). H. Veenman & Zonen.
11. Boali, A., Asgari, H. R., Mohammadian Behbahani, A., Salmanmahiny, A., & Naimi, B. (2024). Remotely sensed desertification modeling using ensemble of machine learning algorithms. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, *34*, 101149.
12. Chepil, W. S., Siddoway, F. H., & Armbrust, D. V. (1962). The clime factor and wind erosion. *Journal of Soil and Water Conservation, 17*(4), 162–165.
13. Yousif, M. S. Y. (2021). *Analysis of MODIS vegetation index in the eastern part of Iraq from 2000 to 2020* (Published master's thesis). Karabük University.