مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الخامس والعشرون - المجلد الرابع - الجغرافيا - آذار 2025م
doi.org/10.52866/esj.2025.04.25.05

استخدام المؤشرات الطيفية (NDVI, SI, BCI, LDI)
لتقييم حالة الاراضي بين عامي (2014-2024) مركز قضاء الفلوجة
دراسة مقارنة

م.د. سحر عبد جسام الجميلي
المديرية العامة لتربية الانبار

مستخلص:

يروم البحث الحالي إلى استخدام المؤشرات الطيفية لتقييم مدى تدهور الارضي في مركز قضاء الفلوجة الذي تبلغ مساحته (273 كم^2) لتقييم حالة غطاءه النباتي بين عامي (2014–2024) وطبقت مؤشرات التدهور على منطقة الدراسة وبينت حالة الضعف العام للغطاء النباتي وكشفت عن التغيرات التي حصلت من تدهور الأراضي، حيث أوضحت مؤشرات دليل الاختلاف الحضري NDVI أن الكثافة النباتية بلغت (58.61٪) عام 2014 واتسعت مساحة هذه الفئه أكثر عام 2024 لتبلغ (69.2٪) بينما وصل مؤشر الملوحة SI العالية (34.4٪) عام 2014 ليرتفع هذا المؤشر إلى 2024 (37.3٪) وذلك لقلة الهطول المطري وارتفاع درجة الحرارة وزيادة التبخر مما أدى إلى تركيز الأملاح في سطح منطقة الدراسة أما بالنسبة لمؤشر دليل التعرية BSI فقد شغلت التعرية العالية ما نسبته (54.9٪) في عام 2014 لترتفع هذه النسبة إلى (57.5٪) في عام 2024 ذلك الى نشاط عملية التعرية الريحية في المنطقة فضلاً عن ضعف بناء التربة وقلة الغطاء النباتي، اما دليل تدهور الترب LDI فإن التدهور الشديد بلغت نسبتها (40.1٪) عام 2014 لترتفع هذه النسبة إلى (45.4٪) في عام 2024 وتدل قلة الغطاء النباتي وفق هذا المؤشر لتدهور التربة من النواحي الكيميائية والفيزيائية والحيوية مما يدل على إجهاد التربة .

الكلمات المفتاحية: تدهور الأراضي، المؤشرات الطيفية، قضاء الفلوجة .

Using spectral indicators (NDVI, SI, BCI, LDI)
to evaluate the condition of the lands between the years (2014-2024)
Fallujah District Center, a comparative study

Dr. Sahar Abd Jassam Al-Jumaili
Directorate of Education of Anbar Governorate

Abstract:

The current research aims to use spectral indicators to assess the extent of agricultural land degradation in the centre of Fallujah district, which is estimated at 273 km2, to assess the state of vegetation cover between (2014-2024). The degradation indicators were applied to the study area and showed the general weakness of the vegetation cover and revealed the changes that occurred from land degradation, as the NDVI indicators showed that vegetation density reached (58.61%) in 2014 and the area of this category expanded more in 2024 to reach (69%). While the salinity index (SI) reached high (34.4%) in 2014, and this index increased to (37%) in 2024. This is due to the lack of rainfall, high temperature and increased evaporation, which led to the concentration of salts in the surface of the study area. As for the BSI index, high erosion occupied (54.9%) in 2014, and this percentage will increase to (57%) in 2024. This is due to the activity of the wind erosion process in the region as well as the weakness of the soil structure and the lack of vegetation cover. As for the soil degradation index LDI, the severe degradation reached (40.1%) in 2014 to increase this percentage to (45.4%) in 2024 and the reason for the lack of vegetation cover according to this index is due to the deterioration of the soil from the chemical, physical and biological aspects, which indicates the stress of the soil.

Keywords: Land degradation, spectral indicators, Fallujah District .

المقدمة:

نعني بتدهور الأراضي عملية تراجع مؤقت أو دائمي للقدرة الإنتاجية نتيجة خلل في التوازن البيئي وسوء استغلال الأرض او تعرض التربة إلى عمليات مختلفة مثل الانجراف والتعرية وفقدانها لخصوبتها وتلوثها، وتبرز هذه المشكلة بشكل كبير في المناطق الجافة بسبب طبيعتها المحدودة على استرجاع وضعها الطبيعي، وإن الغاية من كشف التغيير الحاصل في تدهور الأراضي هو تحديد طبيعة الاختلاف الحاصل عبر مراقبة الظاهرة على مدد زمنية مختلفة لغرض تقييمها، باعتماد المعلومات المستخلصة من بيانات الاستشعار عن بعد وتفسير وتصنيف المرئيات الفضائية لحقب زمنية مختلفة لمعرفة كمية التغيرات الحاصلة بشكل دوري مستمر لغرض وضع الخطط التنموية للحفاظ على هذه الثروة المهمة.

أولاً: مشكلة البحث: تنطلق مشكلة الدراسة من مجموعة تساؤلات وكالآتي:

1. هل توفر التقانات الحديثة معطيات علمية يمكن اعتمادها في دراسة تدهور الاراضي ؟

2. هل هناك ثمة تغير زماني ومكاني يمكن تقيمه .

3. هل للخصائص الطبيعية والعوامل البشرية تأثير في تدهور الأراضي.

ثانياً: فرضية البحث: تمثل الفرضية اجابة اولية وجاءت كالآتي:

1- توفر التقانات الحديثة معطيات وبيانات وبكم هائل يمكن اعتمادها باجراء دراسات تطبيقية لمعرفة طبيعة التدهور الحاصل في المنطقة .

2- ان المعلومات التي توفرها التقانات الحديثة تتسم بالتسلسل الزماني والمكاني مما يوفر فرصة لتقييم هذا التدهور زمانيا ومكانيا وذلك عبر استعمال المؤشرات الطيفية ومقارنتها بالواقع .

3- ان للخصائص الطبيعية والبشرية اثر كبير على طبيعة التغير الحاصل في تدهور الاراضي .

ثالثاً: هدف الدراسة: يروم البحث الحالي إلى اجراء تحليل كمي لتحديد نوعية ترب مركز قضاء الفلوجة وبيان مدى تأثرها بدرجات التدهور من خلال اعداد خرائط لتدهور الاراضي باستخدام التقانات الحديثة لتحديد كيفيه ادارتها.

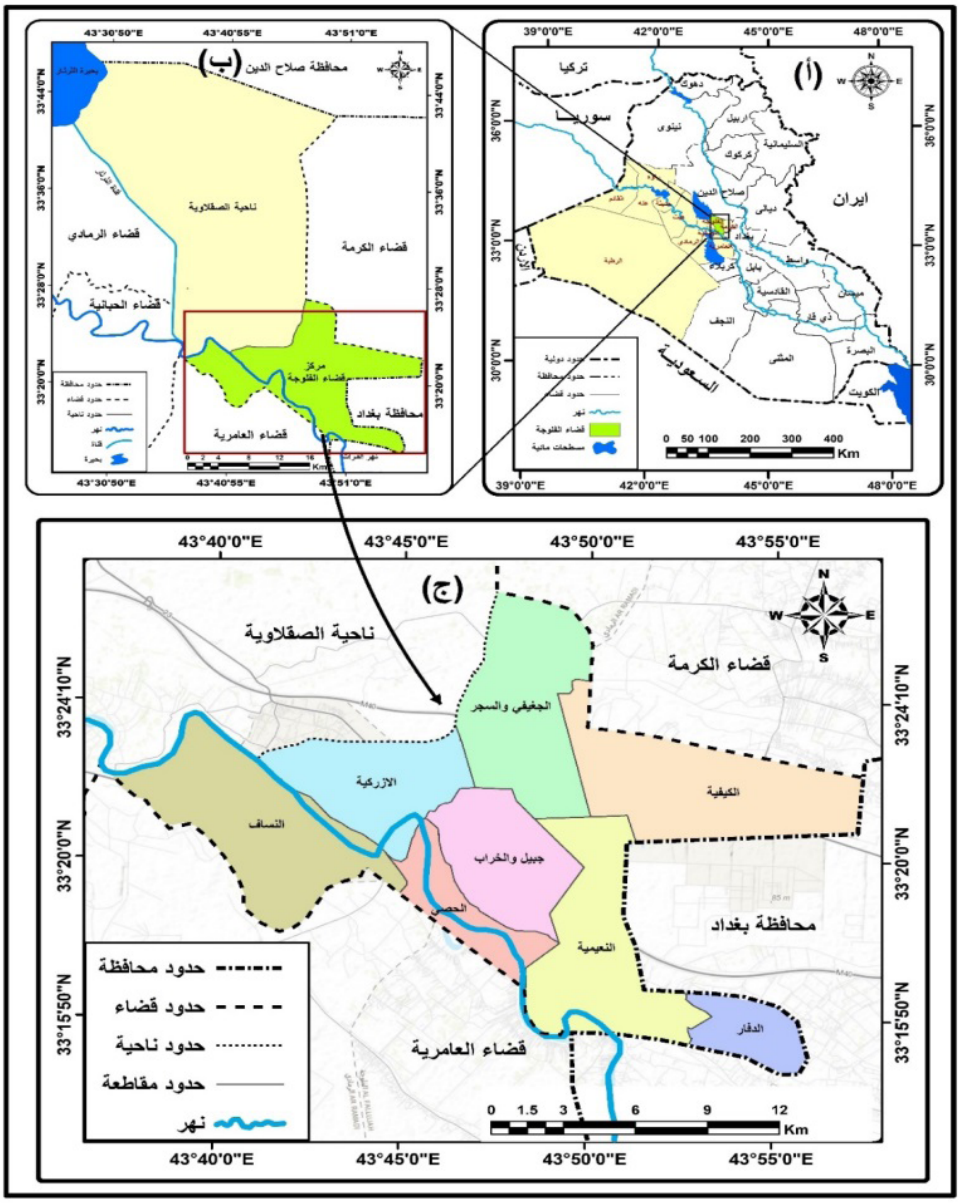
رابعاً: اهمية الدراسة: تبرز اهميه البحث فيما يقدمه من تقييم لمدى التدهور الحاصل في الاراضي مركز قضاء الفلوجة كونه يعاني من تدهور الاراضي نتيجة عده اسباب طبيعية وبشرية وذلك بالاعتماد على المؤشرات الطيفية وتحليلها لإدارة الموارد الطبيعية في منطقه الدراسة.

خامساً: منهجية الدراسة: لتقدير مدى التدهور الارضي تم اعتماد المنهج التحليلي الرقمي لتحليل البيانات المستخلصة من المرئيات الفضائية باستخدام معادلات المؤشرات الطيفية ومطابقتها ببيانات الدراسة الحقلية.

سادساً: الحدود الزمانية والمكانية لمنطقة الدراسة:

- فلكياً: تقع منطقه البحث فلكيا عند تقاطع دائرتي عرض (″27′14°33 و ″3‹33°27) شمالا وخطي طول (″13′37°43 و″21‹33°57) شرقا.
- الحدود الزمانية : تحددت دراسة مركز قضاء الفلوجة لفترتين (2024-2014).
- مكانياً: تتمثل منطقه البحث في احياء مركز قضاء الفلوجة ضمن محافظه الانبار. خريطة (1).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: مرئيات القمر الصناعي Landsat ، 2014–2024 بدقة تمييز 30م، باستخدام برنامج ArcGIS10.8

حيث تقع منطقة الدراسة المتمثلة بمركز قضاء الفلوجة في الجزء الشرقي من محافظة الانبار يحدها من الشمال قضاء الكرمة وناحية الصقلاوية ومن الشرق محافظة بغداد ومن الجنوب قضاء العامرية ومن الغرب قضاء الرمادي وقضاء الحبانية وتبلغ مساحة منطقة الدراسة (3273كم2).

سابعاً: البيانات المعتمدة في الدراسة:

1. بيانات الاختلاف الخضري:

The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

يعتمد هذا المؤشر على الاشعة الحمراء وتحت الحمراء فيعمل النبات الكثيف على امتصاص الاشعة الحمراء اما المناطق العارية من الغطاء النباتي

فتعكس الاشعة تحت الحمراء[1] وتتراوح قيمه ما بين (1+) و (1-) فتدل قيمة (1+) على كثافة الغطاء النباتي وكلما انخفضت القيمة دل ذلك على تدهور الغطاء النباتي وحسب المعادلة الاتية[2] :

NDVI (NIR-RED) / (NER+ RED

Landsat TM, NDVI = (Band 4-Band 3)/ (Band 4 + Band 3)

Landsat OLI, NDVI = (Band 5-Band 4)/ (BAND 5 + Band 4)

2. بيانات دليل الملوحة salinity Index (SI)

يعكس هذا المؤشر حاله تدهور الاراضي بسبب ارتفاع نسبه الملوحة في التربة ويعتمد على نطاق الاشعة الخضراء (3) والاشعة الحمراء (4) والاشعة الزرقاء (2) ويحسب وفق المعادلة الاتية[3]:

SI = (GREEN + RED) / 2

Landsat TM, SI = (Band 2 + Band 3)/2

Landsat OLI, SI = (Band 3 + Band 4) / 2

3. بيانات دليل التعرية

Baring Soil Index (BCI)

يبين هذا المؤشر حاله التعرية الربحية للمنطقة لتقييم مدى تدهورها وتتراوح قيمه ما بين (+2)، (-2) ويحسب وفق المعادلة الآتية : [4]

BSI = (SWIR – GREEN)/ (SWIR + GREEN)- NDVI

Landsat TM, DBSI = (Band 5 - Band 2)/ (Band 5 + Band 2) - NDVI

Landsat OLI, DBSI = (Band 6 - Band 3)/ (Band 6 + Band 3) - NDVI

4. بيانات تدهور التربة

Land Degradation Index (LDI)

يعكس هذا المؤشر حالة تدهور التربة نتيجة عوامل طبيعية وبشرية مما ينتج عنه انخفاض القدرة البيولوجية والانتاجية للتربة وتحسب وفق المعادلة الاتية [5]:

LDI = (GREEN + RED)/ (GREEN +RED)

Landsat TM, LDI = (255-(Band 2 + Band 3)/ (255 +(Band 2 + Band3)

Landsat OLI, LDI = (65535 - (Band 3 + Band 4)/ (65535 + (Band 3 + Band 4)

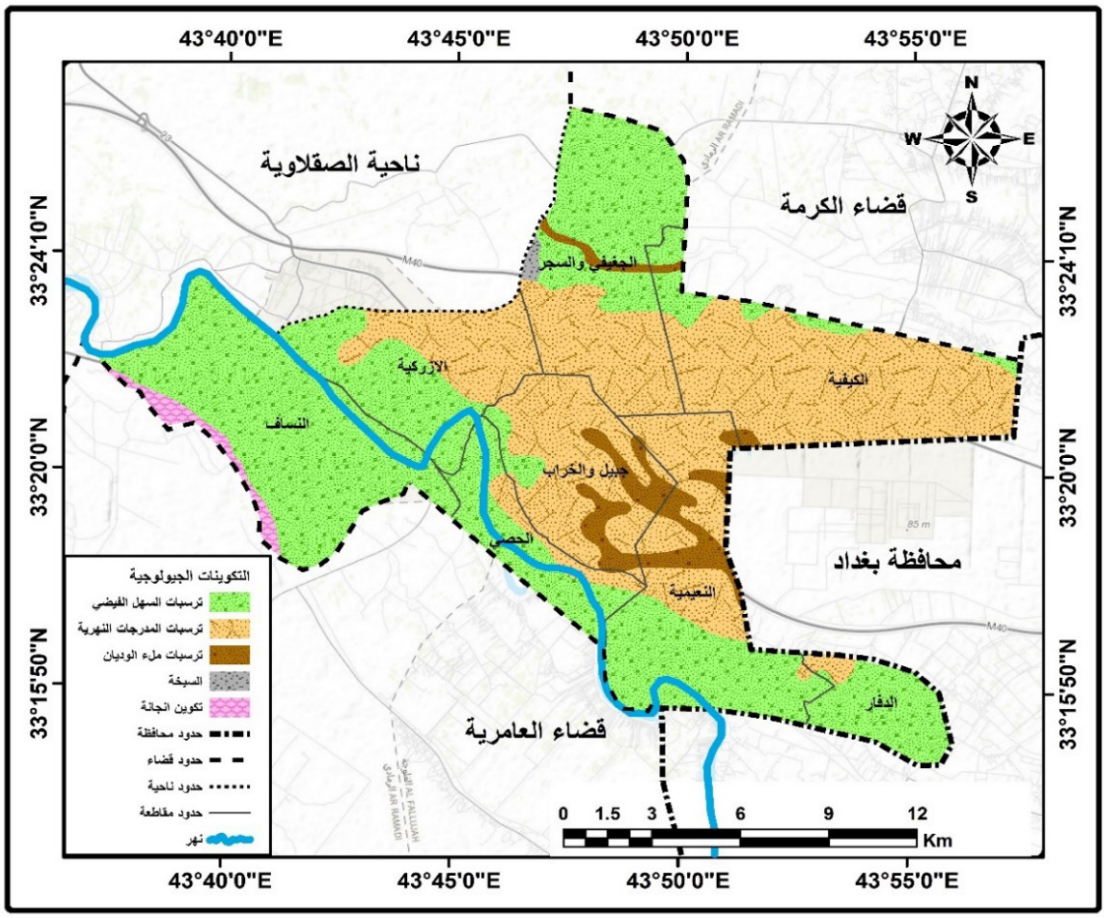
أولاً: الخصائص الطبيعية: تؤثر الخصائص الطبيعية في الغطاء الارضي سواء سلباً ام ايجاباً ولبيان تأثيرها تم دراستها كالآتي:

1. **التكوينات الجيولوجية:** للتركيب الجيولوجي تأثير كبير في انماط الغطاء الارضي وذلك من خلال توفير السطح اللازم لنمو النباتات ونوعيه الصخور المكونة لأقسام السطح وتوزيع التربة وهذا بدوره يؤثر في تغير انماط الغطاء الارضي. يتبين من خلال الخريطة (2) والجدول (1) ان منطقه الدراسة تضم التكوينات الآتية:

أ. تكوين انجانه: يتألف من الحجر الكلسي والحجر الغريني فضلا عن تواجد الجبس الثانوي في اجزاء منه [6] وينكشف هذا التكوين بشكل شريط قصير ضمن النساف بمحاذاة ترسبات السهل الفيضي من جهة الغرب ويشكل مساحة(3 كم2) من المساحة الكلية لمنطقه الدراسة وبنسبة(1٪).

ب. رواسب ملئ الوديان: تتألف هذه الترسبات من الحصى الممزوج بالرمال فضلا عن بقايا الصخور المتشضية وتظهر هذه الرواسب في اماكن متفرقه النعيمية وجبيل والخراب وجزء صغير من الكيفية وتشكل مساحه (13 كم^2) من المساحة الكلية لمنطقه البحث وبنسبه (4.8٪).

خريطة (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث



المصدر: جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، الخريطة الجيولوجية لسنة (2000)، مقياس 1:250000، ومخرجات برنامج **ArcGIS10.8**

جدول (1) التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث

ت	التكوين	المساحة (كم 2)	النسبة (٪)
	تكوين انجانه	3	1.0
	ترسبات ملء الوديان	13	4.8
	ترسبات المدرجات النهرية	116	42.5
	ترسبات السهل الفيضي	140	51.3
	السبخة	1	0.4
	المجموع	273	100٪

المصدر: بالاعتماد على خريطة (2) وباستخدام برنامج ArcGIS1.8

ج. ترسبات المدرجات النهرية: تعود الى عصر البلايستوسين وتتألف من الرواسب النهرية من الحصى والرمال والجبس الثانوي[7] وتغطي مساحات واسعه من الكيفية والنعيمية وجبيل والخراب واجزاء من الجغيفي والسجر والازرگيه وجزء صغير من الدفار وتشكل مساحة (116 كم^2) من المساحة الكلية لمنطقه البحث وبنسبه (٪42.5).

د. ترسبات السهل الفيضي: تتألف من خليط من الحبيبات الرملية الناعمة مع الطين والغرين والحصى الناعم[8] وتغطي هذه الترسبات السهول الفيضية القريبة من نهر الفرات فضلا عن احياء الجغيفي والسجر وتعد هذه المنطقة من مناطق الثقل السكاني باعتبارها من المناطق الملائمة للاستقرار السكاني والتي تتميز بكثافه الغطاء النباتي وتغطي هذه الترسبات المساحة الاكبر من منطقه البحث تبلغ (140 كم^2) بنسبه (٪51.3).

هـ. السبخة: تتكون من بلورات ملحية ذات طبقة هشة وتتكون بسبب ارتفاع درجات الحرارة التي تعمل على تبخير المياه الجوفية القريبة من سطح الأرض لتظهر الاملاح عن طريق الخاصية الشعرية [9] وتظهر هذه الترسبات في جزء صغير غرب السجر وتشكل اقل مساحة من منطقه البحث الكلية إذ تبلغ (1 كم^2) وبنسبة (٪0.4).

ثانياً: المناخ :

يعد المناخ من العوامل المؤثرة في عملية تدهور الغطاء الارضي وتكوين التربة والحياه النباتية والحيوانية[10] يتميز مناخ العراق بالتطرف في درجات الحرارة والتذبذب في التساقط المطري في الفترة الأخيرة وهذا كان له الاثر الكبير في ظهور المشاكل . ولمعرفه مدى تأثير المناخ على تدهور الاراضي تم الاعتماد على البيانات المناخية لمحطه الرمادي للمدة (1991-2021) وحسب العناصر التالية:

أ. الاشعاع الشمسي: تتباين كمية الاشعاع الشمسي تبعا للموقع الفلكي الذي يحدد زاوية سقوط الاشعاع الشمسي اذ يزداد عند خط الاستواء ويقل بالاتجاه نحو القطبين [11] يؤثر الاشعاع الشمسي في كثافة الغطاء النباتي وتغير انماطه في منطقة البحث ومن خلال الجدول (2) يتبين ان اعلى كمية للاشعاع الشمسي سجلت في فصل الصيف في حزيران وتموز إذ بلغت (753. 748) سعرة / سم / يوم. وسجلت اقل كمية في فصل الشتاء في شهر كانون الاول اذ بلغت (267) سعره / سم/ يوم. ويؤثر تباين كمية الاشعاع الشمسي على تباين انماط الغطاء الارضي في منطقه البحث.

ب. درجة الحرارة: تعد درجة الحرارة من اهم عناصر المناخ المؤثرة في عمليات التبخر والتكاثف وفي تحليل وتفكيك الصخور فضلا عن تنشيط العمليات الكيميائية التي تكون التربة، لذا لها دور فعال في تغير الغطاء الأرضي [12]. بما ان منطقة البحث تقع ضمن المناخ الجاف الذي يتميز بارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف لذا سجلت اعلى معدل لدرجات الحرارة العظمى في أشهر (تموز وآب) اذ بلغت (44.3 مْ، 42.6 مْ) على التوالي جدول (2) وذلك يعزى الى صفاء السماء وخلوها من الغيوم وطول فتره النهار صيفاً، أما شتاءً فتنخفض درجات الحرارة ليسجل اقل معدل لدرجات الحرارة الصغرى في أشهر (كانون الاول وكانون الثاني) اذ بلغت (6.1 مْ، 4.8 مْ) على التوالي. ويعزى ذلك الى ميلان زاوية سقوط اشعة الشمس وقلة الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض ووجود الغيوم مما يزيد الرطوبة في الجو.

جدول (2) قيم ومعدلات عناصر المناخ في محطه الرمادي للمدة (1991 – 2021)

الشهور	مدة الاشعاع الشمسي (ساعة/ يوم)	درجات الحرارة (مْ)			سرعة الرياح (م/ ثا)	الامطار (ملم)
		العظمى	الصغرى	المعدل		
كانون الثاني	323	15.1	4.8	10	2.2	16.4
شباط	351	18	6.6	12.3	2.3	14.7
آذار	463	23.3	9.8	16.6	2.6	13.6
نيسان	554	29.5	29.5	22.4	2.5	11.7
مايس	644	35.4	20.3	27.9	2.7	6.5
حزيران	748	41	23.1	32.1	2.9	----
تموز	753	44.3	26.5	35.4	3.1	----
آب	688	42.6	25.5	34.1	2.8	----
أيلول	569	42.3	23.8	33.1	2.1	9.4
تشرين الأول	435	38.7	17.3	28	1.9	13.8
تشرين الثاني	338	32.5	10.8	21.7	1.8	17.7
كانون الأول	267	17.3	6.1	11.7	1.9	20.9
المعدل	511.1	31.7	15.8	32.7	2.4	124.7

المصدر : وزاره النقل والمواصلات ، الهيئة العامة، للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، شعبه المناخ، بيانات غير منشورة، 2021.

ج. **الرياح** : تعد الرياح احدى عناصر المناخ المؤثرة بصورة مباشرة عن الغطاء النباتي اذ تعمل الرياح السريعة على تدمير الغطاء النباتي في حال عدم وجود مصدات للرياح تقلل من سرعتها [13] ومن خلال الجدول (2) تبين ان سرعة الرياح في منطقه البحث تزداد في الأشهر (آذار، نيسان، آيار، حزيران، تموز، آب) اما أدني سرعة سجلتها الرياح في الأشهر (تشرين الاول، تشرين الثاني، كانون الاول) وبلغ المعدل السنوي (2.4) م/ ثا. تبين ما تقدم ان لسرعة الرياح تأثير سلبي على منطقه الدراسة إذ تعمل على تعرية الاراضي وتدمير النباتات وكذلك تؤثر الرياح الجافة والعواصف الترابية في تدمير نسيج التربة وجرفها ونقلها من مكان الى آخر.

د. **الامطار**: تعد الامطار من العناصر المناخية المؤثرة في تدهور الاراضي وزيادة عمليات التعرية المائية في منطقه البحث الواقعة ضمن الاقليم الجاف الذي يمتاز بسقوط الامطار في فصل الشتاء في حين ينعدم سقوطها في فصل الصيف كما تمتاز الامطار بتذبذبها مما يؤثر في تغير الغطاء الارضي اذ ان سقوط الامطار بشكل زخات مطر قوية تؤدي الى انجراف التربة الخالية من الغطاء النباتي وضعف تماسكها [14] كما تؤثر قلة الامطار الساقطة في انخفاض مناسيب مياه البحيرات والانهار ضمن منطقة البحث. ومن خلال الجدول (2) يتبين ان مجموع الامطار السنوي في منطقة البحث بلغ (4.2) ملم وتتوزع كميات الامطار بنسب متباينة خلال اشهر السنة اذ سجلت اعلى كمية للأمطار الساقطة في شهر كانون الاول وبلغت (20.9) ملم ثم تبدأ بالانخفاض التدريجي الى ان تصل الى ادنى مستوى لها في شهر آيار اذ بلغت (6.5) ملم وينعدم سقوط الامطار في

اشهر الصيف (حزيران ، تموز آب) .يتضح مما تقدم ان لعناصر المناخ المختلفة تأثير في تغير انماط الغطاء الارضي وتدهورها في منطقه البحث.

ثالثاً: التربة:

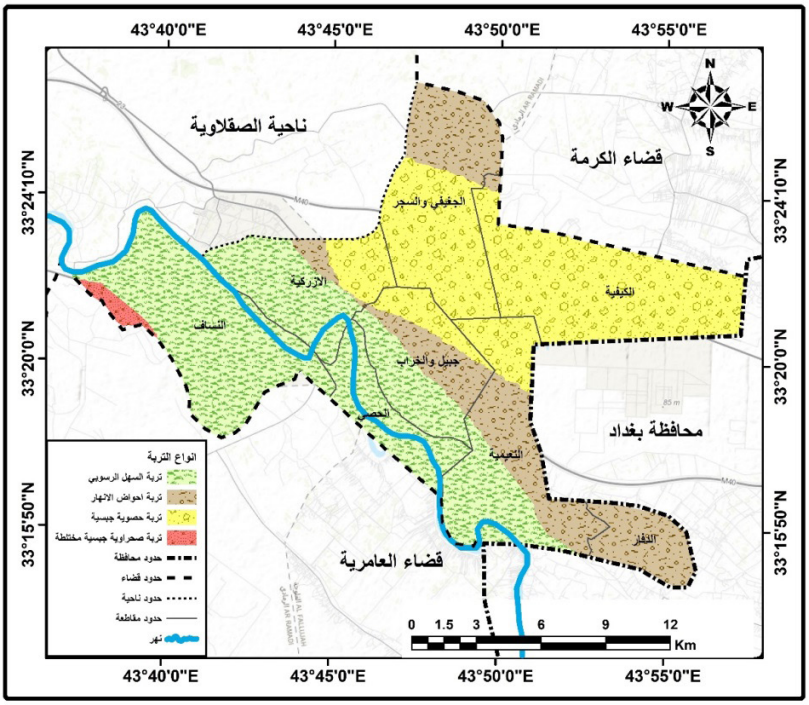
الحطام الصخري من سطح الأرض والناتج من العمليات الحيوية والفيزيائية والكيميائية والذي يمتد من عمق لا يتجاوز عدة سنتمترات الى عدة أمتار[15] وتشمل منطقة البحث عدة أصناف من الترب تبعاً لطبيعة تكوينها خريطة (3) جدول (3).

أ. التربة الصحراوية : وهي ترب قديمة التكوين وتشمل على نوعين:

1. **الترب الصحراوية الجبسية المختلطة:** تتكون هذه الترب من مواد ارسابية بنسبة عالية من كبريتات الكالسيوم أو الجبس والحجر الرملي والحجر الكلسي[16]. ويشغل هذا النوع من الترب (3 كم2) وبنسبة (1٪) من مساحة منطقة البحث وهي أقل مساحة بالنسبة للأنواع الأخرى، ويغطي هذا النوع من الترب جزء صغير من الأجزاء الجنوبية الغربية في منطقة الدراسة على الجهة اليمنى لنهر الفرات وهي ترب ضحلة اذ كان لعوامل التعرية الربحية والمائية أثر كبير على تكوينها وارتفاع نسبة الأملاح فيها بسبب قلة الأمطار والارتفاع درجات الحرارة وبالتالي زيادة التبخر مما جعلها فقيرة بالمواد العضوية وقليلة الخصوبة فضلاً عن انتشار الأدغال مما يؤدي الى تدهور التربة.

2. **التربة الحصوية الجبسية:** تتكون هذه الترب من الحصى والجبس والرمل وتمتاز بأنها تربة ضحلة تكاد تنعدم فيها المواد العضوية لقلة الغطاء النباتي فيها إذ تعد من أفقر انواع الترب بالزراعة[17] .

يشغل هذا النوع من الترب (99كم2) وبنسبة (36.3٪) من مساحة الكلية وتغطي شمال شرق منطقة البحث وتمتاز بارتفاع منسوب المياه الباطنية داخل الاحياء السكنية مما يؤثر سلباً على البنية التحتية للأبنية كما تم الاستفادة من المواد الأولية لهذه الترب في معامل الجص الذي يستخدم في البناء.



خريطة (3)
توزيع ترب منطقة الدراسة

المصدر:
بالاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat ، باستخدام برنامج ArcGIS1.8

جدول (3) مساحات ونسب ترب منطقة الدراسة

ت	التكوين	المساحة (كم 2)	النسبة (٪)
	الترب الصحراوية المختلطة	3	1
	الترب الحصوية الجبسية	99	36.3
	ترب السهل الرسوبي	114	41.8
	ترب احواض الأنهار	57	20.9
	المجموع	273	100٪

المصدر: بالاعتماد على خريطة (3) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8

ب. **الترب الرسوبية** : تكونت هذه الترب بفعل عمليتي التعرية والترسيب في فترة فيضانات نهر الفرات وتقسم الترب الرسوبية في منطقة الدراسة الى نوعين:

1. **ترب السهل الرسوبي**: تكونت هذه الترب نتيجة الارسابات النهرية وتتميز بنسيجها الخشن لذا هي لا تصلح للزراعة إلا لزراعة الخضر والحبوب في مساحات قليلة[18] واقيمت العديد من المقالع في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة البحث لتوفر المواد الأولية كالحصى المستخدم في بناء الاساسات ويشغل هذا النوع من الترب أكبر مساحة من أنواع الترب الأخرى في منطقة الدراسة اذ بلغت (114كم2) وبنسبة (41.8٪).

2. **ترب أحواض الأنهار**: تتميز هذه الترب بنسجتها التي تتدرج بين الناعمة والمتوسطة إذ تبلغ نسبة الطين فيها بين (50 – 70 ٪)[19]. وتتكون هذه الترب من خلال الترسبات الناتجة من عمليات الري للأراضي الزراعية وتكون رديئة التصريف لذا ترتفع نسبة الأملاح فيها مما يجعلها لا تصلح للزراعة إلا لبعض المحاصيل المقاومة للملوحة كالجت والشعير. ويشغل هذا النوع من الترب (57كم2) وبنسبة (20.9٪) من مساحة منطقة الدراسة.

ثانياً: التحليل الزماني والمكاني لتدهور الأراضي في مركز قضاء الفلوجة

أولاً: **نتائج تقييم تدهور الأراضي للمؤشرات الطيفية**: طبقت المؤشرات الطيفية لتمييز الحالة العامة لتدهور المنطقة وبيان مدى انعدام أو كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

1- مؤشر الاختلاف الخضري NDVI

استخدم هذا المؤشر لتقييم حالة التدهور وذلك من خلال تحليل كثافة الغطاء النباتي ومدى انتشاره والمساحة التي يشغلها ومن خلال جدول (4) والخرائط (4)، (5) تبين سيادة درجة التدهور الشديد للأعوام 2014 و 2024 إذ سجلت الأراضي الجرداء أو قليلة الكثافة بالغطاء النباتي أكبر مساحة عام 2014 بلغت (160كم2) وبنسبة (58.61٪) واتسعت مساحة هذه الفئه أكثر عام 2024 عما كانت عليه سابقاً اما فئة النبات الكثيف فسجلت أقل مساحة عام 2014 اذ بلغت (47كم2) وبنسبة (17.21٪) في حين انخفضت المساحة أكثر لهذه الفئة عام 2024 اذ بلغت (31كم2) وبنسبة (11.36٪) والواقعة ضمن درجة التحسن البسيط. تبين مما تقدم ان حالة التدهور من عام 2014 –2024

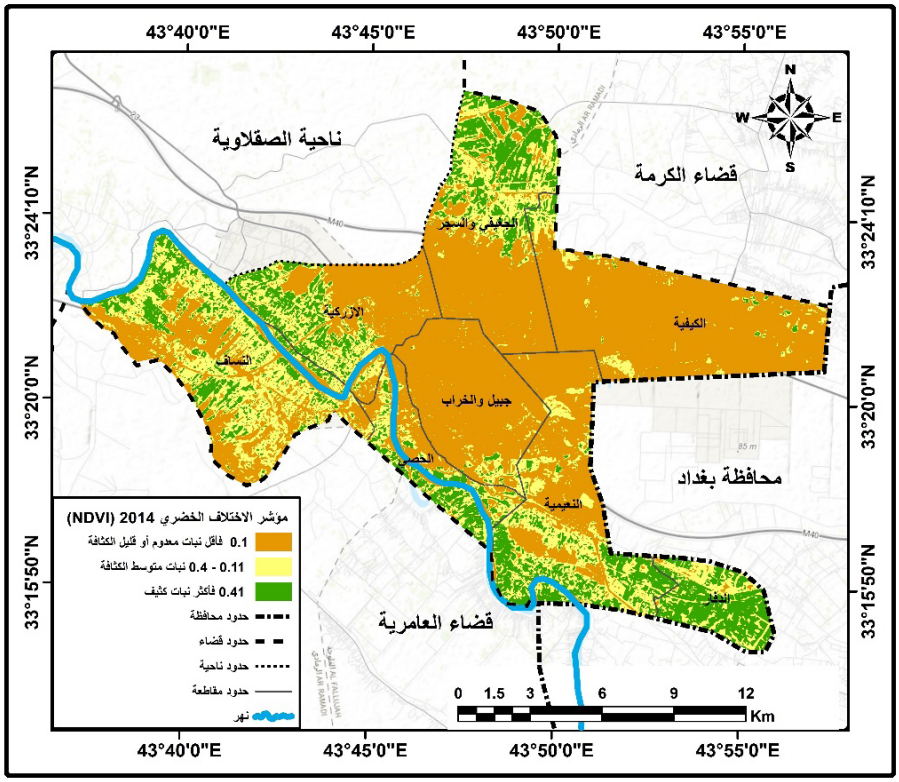
ازدادت نسبياً نتيجة التذبذب وقلة كمية الهطول المطري وارتفاع درجات الحرارة أي التطرف المناخي في العراق فضلا عن دور العوامل البشرية مما أدى الى سيادة التدهور الشديد في معظم منطقة الدراسة.

جدول (4) نتائج مؤشر الاختلاف الخضري NDVI للأعوام (2014)، (2024)

قيم NDVI للسنوات		كثافة الغطاء النباتي	درجة التدهور	المساحة (كم2)	النسبة٪
2014	0.1- فأقل	نبات معدوم أو قليل الكثافة	تدهور شديد	160	58.61
	0.4 – 0.11	نبات متوسط الكثافة	تدهور متوسط	66	24.18
	0.41 – فأكثر	نبات كثيف	تحسن بسيط	47	17.21
2024	0.1- فأقل	نبات معدوم أو قليل الكثافة	تدهور شديد	189	69.23
	0.4 – 0.11	نبات متوسط الكثافة	تدهور متوسط	53	19.41
	0.41 – فأكثر	نبات كثيف	تحسن بسيط	31	11.36

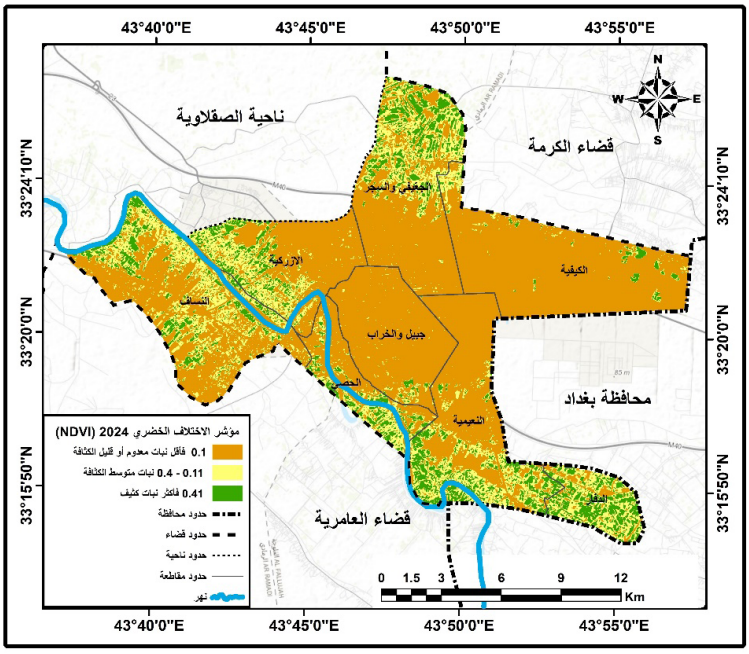
المصدر: بالاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat ، 2014،2024 ، باستخدام برنامج ArcGIS1

خريطة (4) NDVI لمركز قضاء الفلوجة للعام (2014)



المصدر: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat ، باستخدام برنامج ArcGIS1.8

خريطة (5) NDVI لمركز قضاء الفلوجة للعام (2024)



المصدر: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat ، 2024، باستخدام برنامج ArcGIS1.8

2. مؤشر دليل الملوحة SI للأعوام 2014 و2024

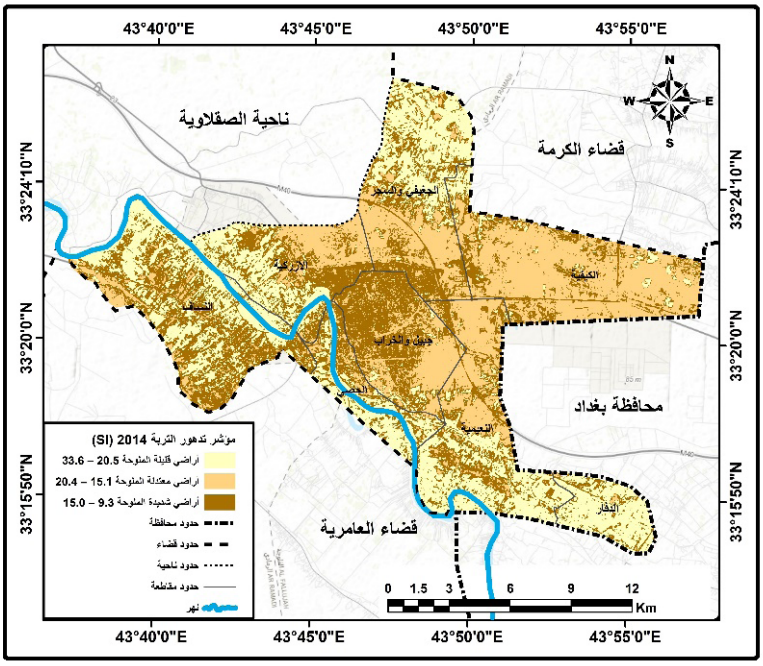
تعد ملوحة التربة من أهم المشاكل البيئة في المناطق الجافة وشبة الجافة إذ تؤثر ملوحة التربة وتغدقها في تدهور الأراضي الزراعية من خلال جدول (5) والخرائط (6)، (7) يتبين أن فئة الأراضي قليلة الملوحة سجلت أكبر مساحة لها في عام 2014 إذ بلغت (102 كم2) وبنسبة (37.36٪) من مساحة الكلية لمنطقة الدراسة، بينما سجلت فئة الملوحة الشديدة اكبر مساحة لها في عام 2024 إذ بلغت (102كم2) وبنسبة (37.36٪). يتبين مما تقدم ان سبب ارتفاع نسبة الملوحة الشديدة يعود الى قلة الهطول المطري وارتفاع درجة الحرارة وزيادة التبخر مما أدى إلى تركيز الأملاح في سطح منطقة الدراسة كما ان الانبساط النسبي لأغلب أراضي المنطقة وقلة انحدارها كان له تأثير سلبي على رداءة الصرف وتغدق الترب في بعض المناطق من خلال تجمع المياه الزائدة عن حاجة النبات فضلاً عن تأثير الاستعمالات البشرية الأخرى بشكل سلبي.

جدول (5) نتائج دليل مؤشر الملوحة SI للأعوام (2014)، (2024)

قيم SI للسنوات		مؤشر الملوحة	درجة التدهور	المساحة (كم2)	النسبة٪
2014	33.6 –20.5	قليلة الملوحة	تدهور خفيف	102	37.36
	20.4– 15.1	معتدلة الملوحة	تدهور متوسط	77	28.21
	15.0– 9.3	شديدة الملوحة	تدهور شديد	94	34.43
2024	0.1– فأقل	قليلة الملوحة	تدهور خفيف	89	32.60
	0.4 – 0.11	معتدلة الملوحة	تدهور متوسط	82	30.04
	0.41 – فأكثر	شديدة الملوحة	تدهور شديد	102	37.36

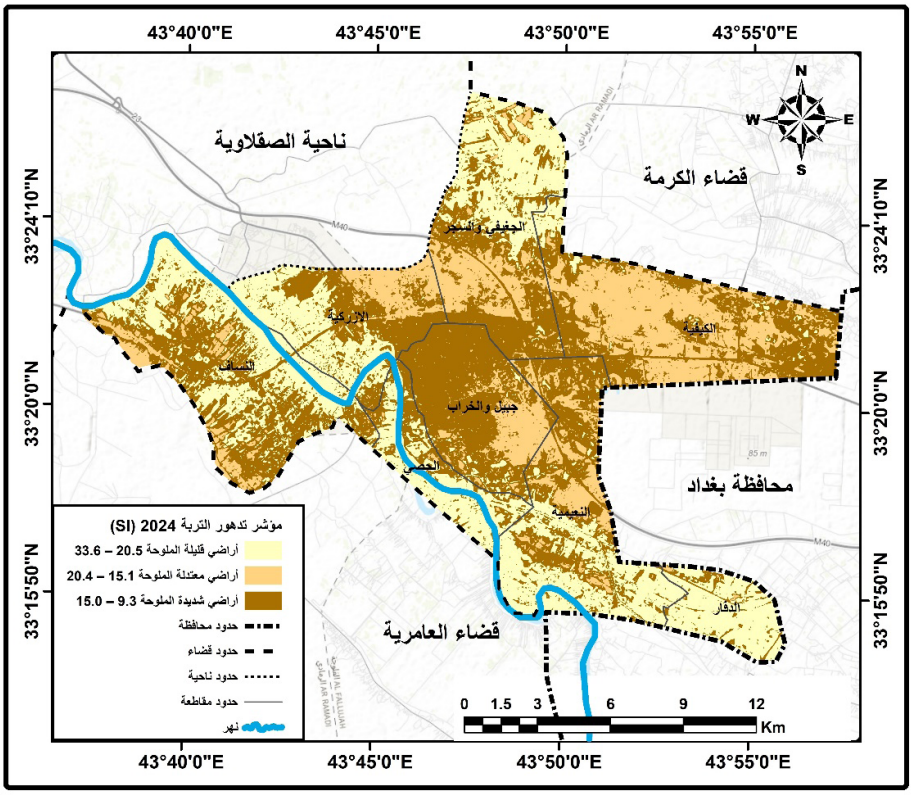
المصدر: تحليل المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat، 2014–2024 ، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

خريطة (6) مؤشر الملوحة SI لمركز قضاء الفلوجة للعام 2014



المصدر: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat، 2014، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

خريطة (7) مؤشر الملوحة SI لمركز قضاء الفلوجة للعام 2024

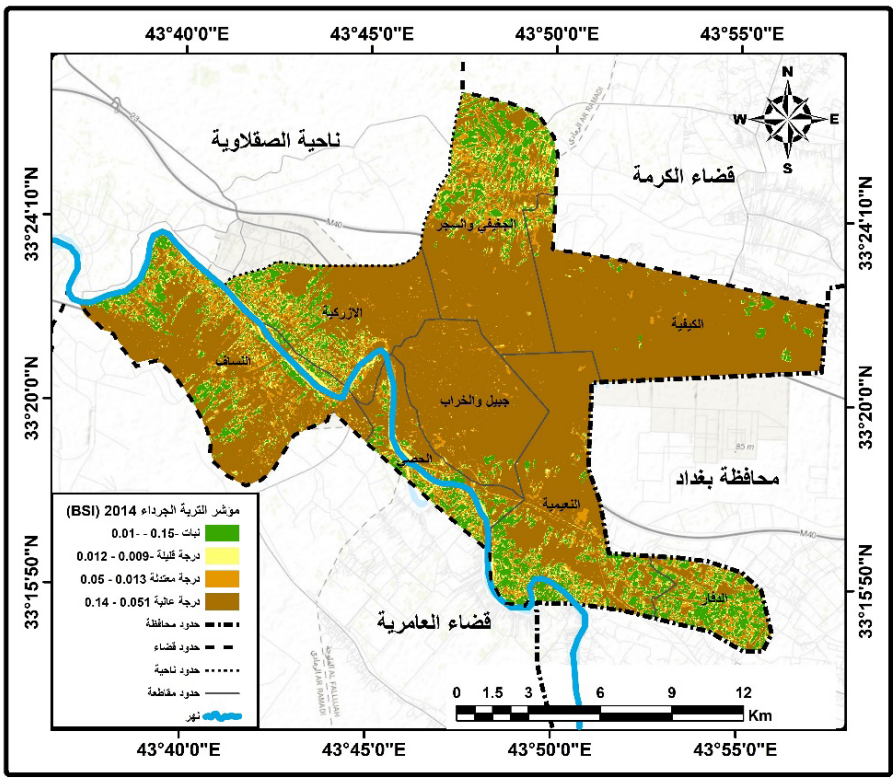


المصدر: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat ، 2024، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

2. مؤشر دليل التعرية (BSI) للأعوام (2014)، (2024)

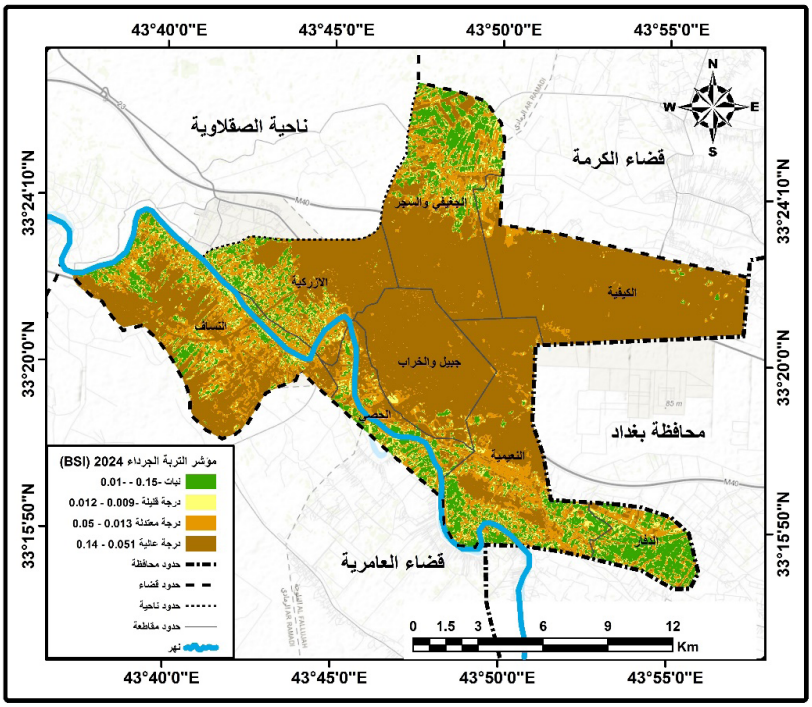
يشير هذا المؤشر لطبيعة التعرية المائية والريحية، وتؤثر التعرية الريحية في المناطق الجافة وشبة الجافة بشكل أكبر على الترب ومن ضمنها منطقة الدراسة. ومن خلال الخرائط (8)، (9) وجدول (6) صنفت منطقة الدراسة الى أربع فئات للتعرية وقد مثلت فئة التعرية العالية المساحة الأكبر من منطقة الدراسة عام 2024 إذ بلغت (157كم2) وبنسبة (57.51٪) في حين كانت مساحتها أقل عام 2014 اذ بلغت (150كم2) وبنسبة (54.95٪) وتمثل فئة التدهور الشديد والتي تشمل أكبر مساحة من بقية الفئات ويرجع ذلك الى نشاط عملية التعرية الريحية في المنطقة فضلاً عن ضعف بناء التربة وقلة الغطاء النباتي نتيجة حالات الجفاف المتكرر خلال السنوات الأخيرة.

خريطة (8) مؤشر دليل التعرية لمركز قضاء الفلوجة (BSI) للعام 2014



المصدر: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat، 2014، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

خريطة (9) مؤشر دليل التعرية لمركز قضاء الفلوجة (BSI) للعام 2024



المصدر: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat ، 2024، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

جدول (6) مؤشر دليل التعرية (BSI) للأعوام (2014، 2024)

قيم BSI للسنوات		مؤشر دليل التعرية	درجة التدهور	المساحة (كم2)	النسبة٪
2014	33.6 –20.5	نبات	-----	42	15.38
	20.4– 15.1	تعرية قليلة	تدهور خفيف	35	12.82
	15.0– 9.3	تعرية معتدلة	تدهور معتدل	46	16.85
		تعرية عالية	تدهور شديد	150	54.95
2024	0.1– فأقل	نبات	-----	35	12.82
	0.4 – 0.11	تعرية قليلة	تدهور خفيف	20	7.33
	0.41 – فأكثر	تعرية معتدلة	تدهور معتدل	61	22.34
		تعرية عالية	تدهور شديد	157	57.51

المصدر:تحليل المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat، 2014–2024، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

4. مؤشر تدهور التربة: LDI

يقصد به فقدان القدرة الإنتاجية والبيولوجية وتعرض الأراضي للتدهور لعدم وجود غطاء نباتي يحد من عوامل التعرية وسرعة الرياح مما يؤدي الى تدهور الترب في المناطق الجافة وشبه الجافة، يظهر هذا المؤشر بوضوح بانخفاض الغطاء النباتي إذ يزداد تدهور التربة ويضعف تماسكها وبنائها، وصنفت منطقة الدراسة الى ثلاث أصناف وفق هذا المؤشر(تدهور قليل، تدهور متوسط، تدهور شديد) ومن خلال الجدول (7) والخرائط (10)،

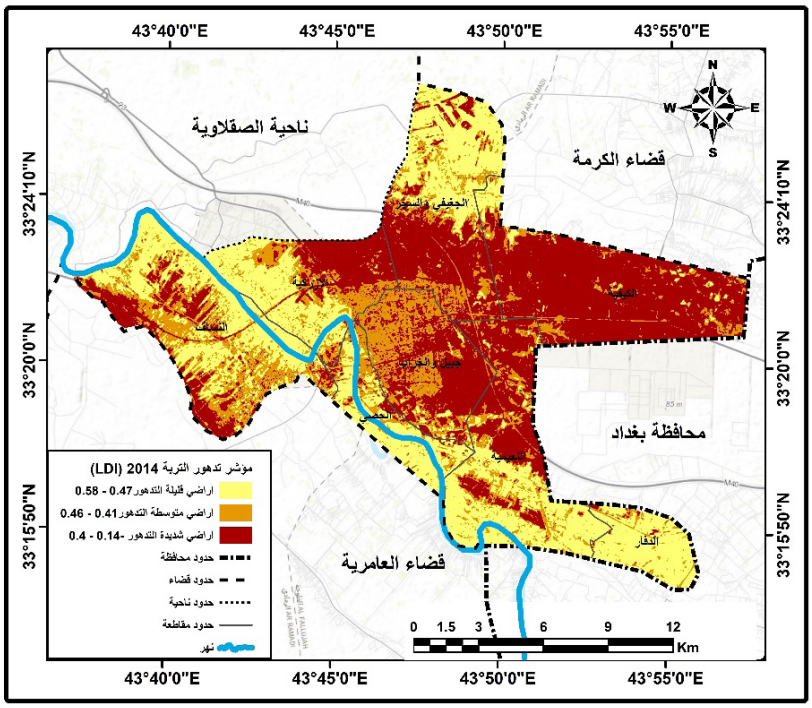
(11) تبين ان فئة التدهور الشديد شكل أعلى مساحة عام 2014 بالنسبة للأصناف الأخرى إذ بلغت مساحته (112كم2) وبنسبة (41.03٪) في حين ارتفعت عام 2024 الى (124كم2) وبنسبة (45.42٪) وتمثل هذا الصنف في مقاطعات الكيفية وجبيل والخراب واجزاء من النعيمية والجغيفي والسجر والازرگيه ومناطق متفرقة من النساف ويعد قلة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة دليل لتدهور التربة من النواحي الكيميائية والفيزيائية والحيوية مما يدل على إجهاد التربة.

جدول (7) مؤشر تدهور الترب LDI للأعوام (2014)، (2024)

قيم LDI للسنوات		درجة التدهور	المساحة (كم2)	النسبة٪
2014	0.58 -0.47	تدهور قليل	98	35.89
	0.46- 0.41	تدهور متوسط	63	23.08
	0.4- 0.14-	تدهور شديد	112	41.03
2024	0.58 -0.47	تدهور قليل	79	28.94
	0.46- 0.41	تدهور متوسط	70	25.64
	0.4- 0.14-	تدهور شديد	124	45.42

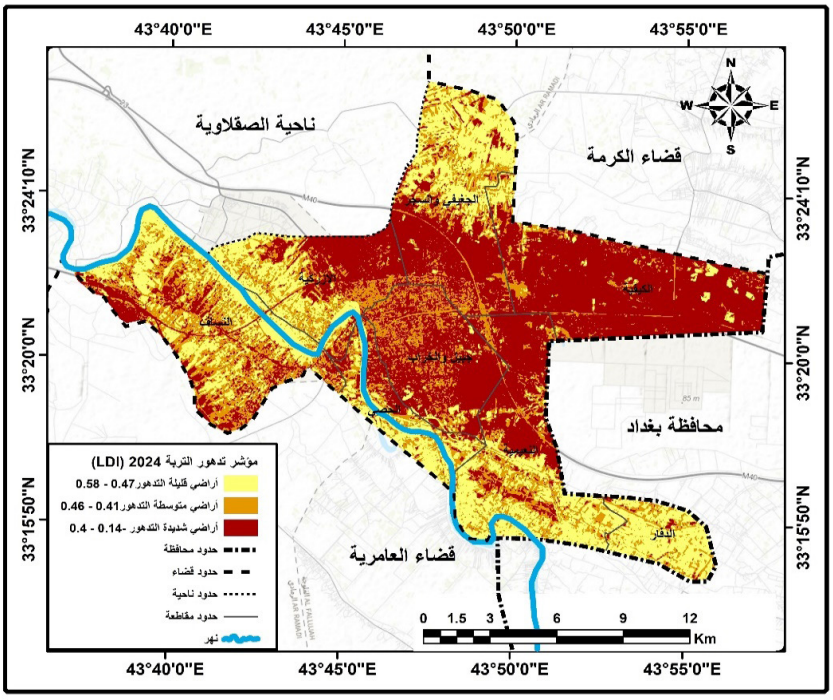
المصدر:تحليل المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat ، 2014-2024، باستخدام برنامج ArcGIS10.8

خريطة (10) مؤشر تدهور التربة (LDI) لمركز قضاء الفلوجة للعام2014



المصدر: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat ، 2014، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

خريطة (11) مؤشر تدهور التربة (LDI) لمركز قضاء الفلوجة للعام2024



المصدر: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat ، 2024، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

ثالثاً: أسباب تدهور الأراضي وإدارة الموارد الطبيعية

1. الأسباب المؤثرة في تدهور الأراضي

أ. **الرعي الجائر**: هو زيادة أعداد الحيوانات بما لا يتناسب مع الطاقة الاستيعابية للمراعي مما يؤثر في تجريد الأراضي من الغطاء النباتي إذ يؤدي الى كشف الترب وفقدانها لمادتها العضوية مما يجعلها عرضة للتعرية و الانجراف المائي والريحي وبالتالي تدهور الغطاء النباتي وانعدامه تدريجياً [20] .

ب. التوسع العمراني: يعد التجاوز على الأراضي الزراعية من خلال التوسع العمراني على حساب تلك الأراضي من مظاهر التصحر الشديدة اذ لا يمكن اعادة الأراضي الى حالتها الطبيعية واصلاحها [21] ولزيادة اعداد السكان في منطقة الدراسة ازدادت أعداد الوحدات السكنية بشكل عشوائي وغير مخطط مما أدى الى تدهور الاراضي الزراعية.

ج. **ملوحة التربة**: تؤثر زيادة تركيز نسبة الأملاح في التربة عن الحد الطبيعي تأثيراً سلبياً على النباتات مما يعيق عملية امتصاص العناصر المفيدة للنبات وبالرغم من حاجة النبات الى نسبة من الأملاح الضرورية لنموه إلا أن زيادتها تسبب تدهور التربة لذا تكونت تجمعات ملحية (السبخه (نتيجة الظروف الطبيعية والبشرية في منطقة الدراسة.

د. **الجفاف والتصحر**: يعد ظاهرة طبيعية تحدث نتيجة التغيرات المناخية مثل تذبذب الأمطار أو انعدامها مما يؤدي الى قلة المياه فضلاً عن ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع نسبة التبخر مما يؤثر سلباً على الأنظمة البيئية وقلة أو انعدام الغطاء النباتي حسب شدة الجفاف فضلاً عن تفكك التربة

وتعريتها.

هـ. الصناعات الاستخراجية: تتمثل الصناعات الاستخراجية في منطقة الدراسة بمقالع الحصى والرمل والتي يتم إنشائها بشكل غير مخطط ما يؤثر سلباً على تدهور ترب المنطقة إذ ان حركة الآلات المستخدمة في تلك المقالع تؤدي الى تغير خصائص التربة وإزاله الطبقات العليا من التربة فضلا عن ازالة الغطاء النباتي. مما يعرضها للانجراف والتعرية [22] مما أسهم في تدهور ترب المنطقة.

2. إدارة الموارد الطبيعية

أ. إدارة المراعي: يتم إدارة المراعي من خلال زراعة المحاصيل العلفية وادامة المراعي للاستفادة منها في مواسم الجفاف وتنظيم مناطق الرعي ومنع استخدامها في مواسم معينه لاستعادة حيوية الغطاء النباتي ونموه مجدداً كما يتطلب إتباع أساليب حديثة ومتطورة لاستثمار المراعي الطبيعية وزيادة انتاجيتها. فضلاً عن القيام بحملات توعية واسعة النطاق للحفاظ على الموارد الطبيعية لضمان توفير العلف وتحديد الحمولة المناسبة لكل محمية من حيث إعداد الحيوانات وبيان تأثير الرعي الجائر على تدهور الأراضي الزراعية.

ب. إدارة التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية: يتم من خلال منع التجاوز على الأراضي ذات التربة الخصبة والمخصصة للزراعة من خلال رفع أسعار تلك الأراضي وإيجاد أراضي بديلة للسكن بشكل مخطط لها.

ج. إدارة الأراضي المملحة: يتم استصلاح الأراضي المتأثرة بالملوحة من خلال إنشاء مشاريع أو شبكات للبزل للتخلص من المياه الزائدة لتحسين التربة وارتفاع انتاجيتها ولمنع هدر المياه يتم استخدام وسائل الري الحديثة كالري بالتنقيط أو الرش، كما تتم عملية غسل التربة من الاملاح من خلال حراثة الأرض لتتسرب المياه الى المبازل و تتم في أشهر الشتاء الباردة لتجنب زيادة كميات التبخر.

د. اساليب إدارة الجفاف وتدهور الأراضي: يتم ادارة تدهور الأراضي من خلال إنشاء محميات تنتج نباتات لها القدرة على تحمل الجفاف والملوحة فضلاً عن إتباع أساليب حديثة في حراثة الأرض والإكثار من الحزام الأخضر كمصدات للرياح كما يتم تفعيل دور المؤسسات والمنظمات للحفاظ على البيئة ومكافحة الجفاف والتصحر ومنع تدهور الأراضي ومعالجة الأراضي المتضررة بعوامل التصحر وذلك لإدارة الموارد الحيوية والحفاظ على الغطاء النباتي وزيادة رقعة الأراضي الزراعية كذلك يتطلب برامج للتوعية المجتمعية بأضرار الجفاف والتصحر لاسيما في المدارس والجامعات للحد من ظاهرة تدهور الأراضي الزراعية وزيادة رقعتها.

هـ. إدارة الصناعات الاستخراجية: يتم من خلال الزام أصحاب المشاريع الصناعية بتحديد مواقع الصناعات الاستخراجية في مناطق خارج المدن وبعيدة عن الأراضي الخصبة الصالحة للزراعة وذلك للحد من آثار الملوثات الناتجة عن مخلفات تلك الصناعات كما يتطلب الأمر إصلاح وردم الحفر بعد عمليات استخراج المواد منها وذلك لمنع تجمع المياه فيها وتبين من خلال الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة وجود معامل ومقالع الحصى والرمل في مناطق بعيدة عن الطرق الرئيسية وما يؤدي سير المركبات في الأراضي الترابية الى تدهور الأراضي وتخريبها إذا يتطلب الأمر مد طرق معبده للوصول إلى تلك المعامل.

الاستنتاجات:

1. تضم منطقة الدراسة عدد من التكوينات الجيولوجية تمثلت بتكوين انجانه إذ يشكل نسبة (1٪) من مساحة منطقة البحث ورواسب مليء الوديان بنسبة (4.8٪) وترسبات المدرجات النهرية ونسبتها (42.50٪) وشغلت ترسبات السهل الفيضي أكبر نسبة من مساحة منطقة البحث وبلغت (51.3٪) بينما السبخة شكلت أقل نسبة من مساحة المنطقة الكلية بنسبة (0.4٪).

2. تبين من دراسة عناصر المناخ لمحطة الرمادي للمدة (1991-2021) إن لعناصر المناخ تأثير في اختلاف أنماط الغطاء الأراضي وتدهورها كما إن للرياح والأمطار تأثير في جرف التربة وتعريتها وتدمير نسجتها.

3. تضمنت منطقة الدراسة عدة أنواع من الترب منها الترب الصحراوية وتشمل (الترب الصحراوية الجبسية المختلطة والترب الحصوية الجبسية) فضلاً على الترب الرسوبية وتشمل ترب أحواض الأنهار و ترب السهل الرسوبي والتي تشغل أكبر مساحة وبلغت نسبتها (41.8٪) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة الا انها لم تستغل بالزراعة الا في مساحات قليلة بينما أقيمت فيها العديد من المقالع.

4. من خلال تحليل المؤشرات الطيفية للبيانات الفضائية تم الكشف عن حالة تدهور أراضي مركز قضاء الفلوجة وتشير نتائج مؤشر الاختلاف الخضري NDVI بأن فئة التدهور الشديدة والتي تتمثل بالأراضي الجرداء أو قليلة الكثافة بالنبات شغلت أكثر مساحة إذ بلغت (160كم^2) في عام 2014 بينما اتسعت مساحتها لتبلغ (189كم^2) من المساحة الكلية لمنطقه الدراسة في عام 2024 أي أن حالة التدهور الشديد ازدادت من عام 2014 الى 2024 في منطقة الدراسة.

5. كشفت الدراسة عن التدهور الشديد حسب مؤشر دليل الملوحة SI إذ بلغت مساحة الأراضي شديدة الملوحة (94كم^2) في عام 2014 وارتفعت المساحة الى(102كم^2) عام 2024 نتيجة التأثير السلبي للاستخدامات البشرية.

6. تبين من خلال مؤشر تدهور التربة (LDI) ان تربة منطقة الدراسة تعاني من التدهور الشديد إذ بلغت مساحة هذه الفئه (112 كم^2) في عام 2014 وازدادت الى (124كم^2) في عام 2024 مما يدل على إجهاد التربة وتدهورها.

7. أظهرت الدراسة عن التدهور الشديد حسب مؤشر دليل التعرية (BSI) إذ بلغت مساحة فئة التعرية العالية (150كم^2) في عام 2014 بينما ارتفعت مساحة هذه الفئة إلى (157كم^2) في عام 2024 وذلك لنشاط عملية التعرية الريحية في منطقة الدراسة.

8. للعوامل البشرية تأثير على تدهور الأراضي ضمن منطقة الدراسة والمتمثلة بالتوسع العمراني على الأراضي الزراعية والرعي الجائر والصناعات الاستخراجية فضلاً عن ملوحة التربة.

المقترحات:

1. متابعة التغيرات في الغطاء النباتي ومراقبتها بصورة دورية عن طريق تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وفق المؤشرات الطيفية ومقارنة النتائج خلال سنوات الدراسة.

2. دعم وزيادة وعي الفلاحين لاستخدام أساليب الري الحديثة والمحافظة على الأراضي الزراعية ومنع الرعي الجائر.

3. اختيار مواقع المقالع الحجرية بعيدة عن الأراضي الصالحة للزراعة وفق خطط مدروسة وغير عشوائية.

4. التشجيع على المحافظة على النبات الطبيعي واستخدام التقنيات الحديثة في الزراعة لزيادة رقعة الأراضي الزراعية لتقليص ظاهرة التصحر في منطقة الدراسة.

5. استغلال الأراضي الجرداء في منطقة الدراسة واستثمارها بالمشاريع المختلفة للحد من زيادة مساحتها.

6. سن قوانين للحد من ظاهرة التوسع العمراني واستخدام الأراضي الصالحة للزراعة لأغراض السكن مما يقلص مساحات تلك الأراضي.

7. الاهتمام بشريحة الفلاحين من خلال تشجيعهم على عدم الهجرة من مناطقهم وتوفير المستلزمات اللازمة للزراعة من بذور واسمدة لمساعدتهم في استصلاح أراضيهم والحد من أثار التدهور.

8. إنشاء قاعدة بيانات لفترات زمنية مختلفة باستخدام المؤشرات الطيفية للاستفادة منها في وضع خطط للحفاظ على الأنظمة البيئية من التدهور.

المصادر:

1. طه احمد عبد الفهداوي، تغير الغطاء الخضري باستخدام بعض الدلائل والمؤشرات النباتية لرصد التصحر / قضاء الكرمة / محافظه الانبار – دراسة تطبيقية، مجلة الآداب، العدد 28، 2019، ص 153 – 154 .

2. Gharbi, M.A., Mukhlif, H.N. (2021). Using of Temporal Variability for Monitoring Change of Vegetation via Remote Sensing in Anbar Province. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science this link is disabled, 904(1), 012038.

3. Othman, A. A., Ahmed K. Al-khafaji, Younus I. Al-saady & Richard C. Environmental change detection in the central part of Iraq using Remote Sensing data & GIS, Arab J. Geosciences, 2013, P.9.

4. سهاد شلاش خلف، تحليل المقومات والامكانيات الهيدروجيومورفية لمحافظة ديالى باستخدام معطيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة ديالى، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)،2021، ص 145.

5. نوره عبد اللطيف تركي العاني، تقييم تدهور الأراضي في حوض وادي المحمدي باستخدام التقانات الحديثة، كلية الآداب، جامعة الانبار، رسالة ماجستير (غير منشورة)، 2022، ص 19.

6. Buday, T, the regional geology of Iraq stra-

tigraphy and pale geography. Vo1.state organization for minerals. Dar.Alkutip. Baghdad 1980: P.294.

7. عباس فاضل السعدي، جغرافية العراق) الطبيعية، الاقتصادية، البشرية)، جامعة بغداد، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة، الطبعة الاولى، 208، ص 39 – 40.

8. عدنان باقر النقاش، ومهدي محمد الصحاف، الجيومورفولوجية، مطبعة بغداد، 1989، ص 528.

9. فاروجان خاجيك سيساكيان، سندس مهدي صالح، تقرير عن جيولوجية لوحة الرمادي،أن. أي. 28) جي أم 8–) مقياس 1/ 250000 تعريب فائق توفيق احمد، وزاره الصناعة والمعادن، المنشاة العامة للمسح الجيولوجي، بيانات (غير منشوره)، بغداد 1995.

10. علي حسن شلش، مناخ العراق، ترجمه ماجد السيد ولي وعبد الاله رزوقي كربل، جامعه البصرة، 1988، ص 5.

11. سالار علي خضر المدزجي ، مناخ العراق القديم والمعاصر، ط1، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد 2013، ص 33 – 34.

12. عباس طراد ساجت الفهداوي، أثر المناخ في خصائص التربة لقضائي بدورة والحي،رسالة ماجستير (غير منشورة)، كليه التربية، جامعه واسط ، 2016، ص 57.

13. سرحان نعيم الخفاجي، التحليل الجغرافي لظاهرة التصحر في محافظة المثنى، مجلة آداب ذي قار، العدد 2، المجلد 1، 2010، ص 151.

14. علي حسن شلش، مناخ العراق، جامعة البصرة، الطبعة الثانية، 1988، ص 49.

15. علي حسن شلش، جغرافية التربة، جامعة البصرة، الطبعة الثانية، 1985، ص 13.

16. Buringh. Soils and Soil Conditions in Iraq. Agriculture. Baghdad. 1960.201. of Ministry

17. محمد كريم إبراهيم فرحان الدليمي، التحليل الجغرافي للموارد الطبيعية وإمكانية استثمارها في محافظة الانبار، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الانبار، 2013، ص 114.

18. احمد حسين فرحان الفهداوي، (الاقليم الوظيفي لمدينة الفلوجة) دراسة في جغرافية المدن، اطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار 2015، ص62.

19. Burning Map. Soil and soil conditions intrag Baghdad. 1960. P. 148.

20. عبد عباس فصيح، سعدية عاقول، جغرافية الغلاف الحيوي النبات والحيوان، عمان، دار الصفاء، طبعة (1)، 199، ص960.

21. إسماعيل محمد العيساوي، التوسع العمراني وأثره في استعمالات الأرض الزراعية في ريف ناحية الصقلاوية (أبو سديره) إنموذجاً، مجلة اتحاد الجامعات العربية للآداب، المجلد 13، ال عدد1، 2016، ص 173.

22. أماني حسين محمد حسن، ظاهرة المقالع الحجرية وآثارها البيئية شرقي السعودية باستخدام الاستشعار عن بعد وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب، العدد 21 ،جامعة بورسعيد، 2022، ص 230.