مراقبة تدهور التربة في قضاء المناذرة باستخدام المرئيات الفضائية
أ.م.د. علي محسن كامل الشريفي

مديرية تربية بابل

Alimk0754@gmail.com

المخلص :

ان دراسة تدهور التربة من الدراسات المهمة لما يطرا عليها من تغيرات بيئية اذ ان الهدف من البحث معرفة تدهور التربة في القضاء باستخدام عدة مؤشرات منها دليل الغطاء النباتي ومؤشر الملوحة ومؤشر رطوبة ومعرفة التغيرات التي طرأت على تربة قضاء المناذرة باستخدام المرئيات الفضائية والاستشعار عن بعد .

تعد تقنيات الاستشعار عن بعد من التقنيات الحديثة لما لها اهمية في رصد ومراقبة تدهور التربة عن طريق تحليل ومعالجة المرئيات الفضائية والتي بها يتم تحُدّد مظاهر تدهور التربة وانتشارها المكاني .

أظهرت الدراسة انخفاضاً كبيراً للغطاء النباتي والزراعي بين عامي 1990–2025بسبب نقص مورد المياه مما ادى الى استنزاف كبير وتدهور بيئي وتقليص للأراضي الزراعية ، كما اظهرت زيادة في مساحات مؤشر الملوحة في القضاء في عام 2025عن ما هو في عام 1990وأن زيادة مساحتها جاء بسبب تذبذب كميات الامطار بشكل كبير في السنوات الأخيرة ؛ لان مياه الامطار تعمل على غسل التربة وتخليصها من الاملاح وزيادة مساحة الاراضي الجاف على الاراضي عالية الرطوبة بين عامي 1990–2025بسبب سيادة الجفاف نتيجة قلة الامطار وارتفاع درجات الحرارة (التطرف المناخي) مما انعكس سلباً على محتوى التربة الرطوبي وانحسار الغطاء النباتي في اغلب القضاء فضلا عن ذلك عمليات التوسع العمراني بالقضاء وخصوصا بالقرب من النهر والجداول الفرعية والعيون ادى الى انحسار العديد من البساتين والنبات الطبيعي.

وتوصلت الى أن زيادة كميات الامطار يعمل على ازاحة ملوحة التربة ولكن في عام 25025نلاحظ العكس انخفاض كميات الامطار وتذبذبها وارتفاع الحرارة يعملان على تملح التربة وتدهورها فضلاًعن ذلك طرق الري التقليدية والرعي الجائر ورمي النفايات الملوثة للتربة كلها عوامل تعمل على تدهور التربة .

:Abstract

Soil degradation studies are crucial due to the environmental changes they undergo. This research aims to understand soil degradation in the district using several indicators, including the vegetation cover index, salinity index,

and moisture index, and to identify changes in the soil of Al-Manathira district using satellite imagery and remote sensing.

Remote sensing techniques are modern technologies that are important for monitoring and tracking soil degradation by analyzing and processing satellite imagery. This allows for the identification of soil degradation patterns and their spatial distribution.

The study revealed a significant decline in vegetation and agricultural cover due to water scarcity, leading to substantial 2025and 1990between depletion, environmental degradation, and a reduction in agricultural land. It compared to 2025also showed an increase in salinity levels in the district in 1990. This increase is attributed to the significant fluctuations in rainfall in recent years, as rainwater washes away salts from the soil. Furthermore, the 1990study indicated an increase in arid land compared to moist land between due to the prevalence of drought resulting from low rainfall and high 2025and temperatures (climatic extremes). This has negatively impacted soil moisture content and led to a decline in vegetation cover across most of the district. In addition, urban expansion, particularly near the river, tributaries, and springs, has resulted in the loss of many orchards and natural vegetation.

It was also concluded that increasing rainfall helps to remove soil salinity, but we observe the opposite: decreased rainfall, fluctuations, and high 2025in temperatures cause soil salinization and deterioration. In addition, traditional irrigation methods, overgrazing, and dumping waste that pollutes the soil are all factors that contribute to soil deterioration.

الكلمات المفتاحية : قضاء المناذرة ، تدهور التربة ، المرئيات الفضائية ، مؤشر الملوحة ، مؤشر الغطاء النباتي ، مؤشر رطوبة التربة ، مؤشر تدهور الاراضي ، السهل الرسوبي .

المراسلة من خلال *07822940300 Alimk0754@gmail.com الاسم أ.م.د. علي محسن كامل الشريفي*

المقدمة :

استخدمت تقنيات المعلومات الارضية ومنها بيانات وسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والتي أثبتت أهميتها في مسوحات الترب لاختصارها الوقت والجهد الحقلي وزيادة دقتها وسرعة انتاجها فضلا عن ذلك توفر بيانات ومعلومات قيمة عن مستوى تدهور التربة والتنبؤ بالخطر المستقبلي واخذ التدابير للمحافظة على التربة من التدهور.

- **مشكلة البحث** : تشكل الزيادة الملحوظة في تدهور التربة في قضاء المناذرة قلقاً بسبب تأثيرها على البيئة والسكان لذا تتطلب هذه المشكلة اهتمام الجهات الرسمية والمختصين ايجاد حلول فعلية لها لذا جاء البحث للإجابة على التساؤل الرئيس المتمثل بـ هل يمكن تقييم تدهور في تربة قضاء المناذرة باستخدام المؤشرات الطيفية فضلاً عن التساؤلات الثانوية منها :

1- ان للعوامل والظواهر الطبيعية أثراً بارزاً في تدهور تربة قضاء المناذرة .

2- هل يمكن الاستعانة بالتقنيات الحديثة لتقييم وكشف التغير لأصناف تدهور التربة في قضاء المناذرة عن طريق نظم المعلومات الجغرافية ما بين عام(1990-2025).

3- هنالك تباين جغرافي لتدهور الترب في قضاء المناذرة .

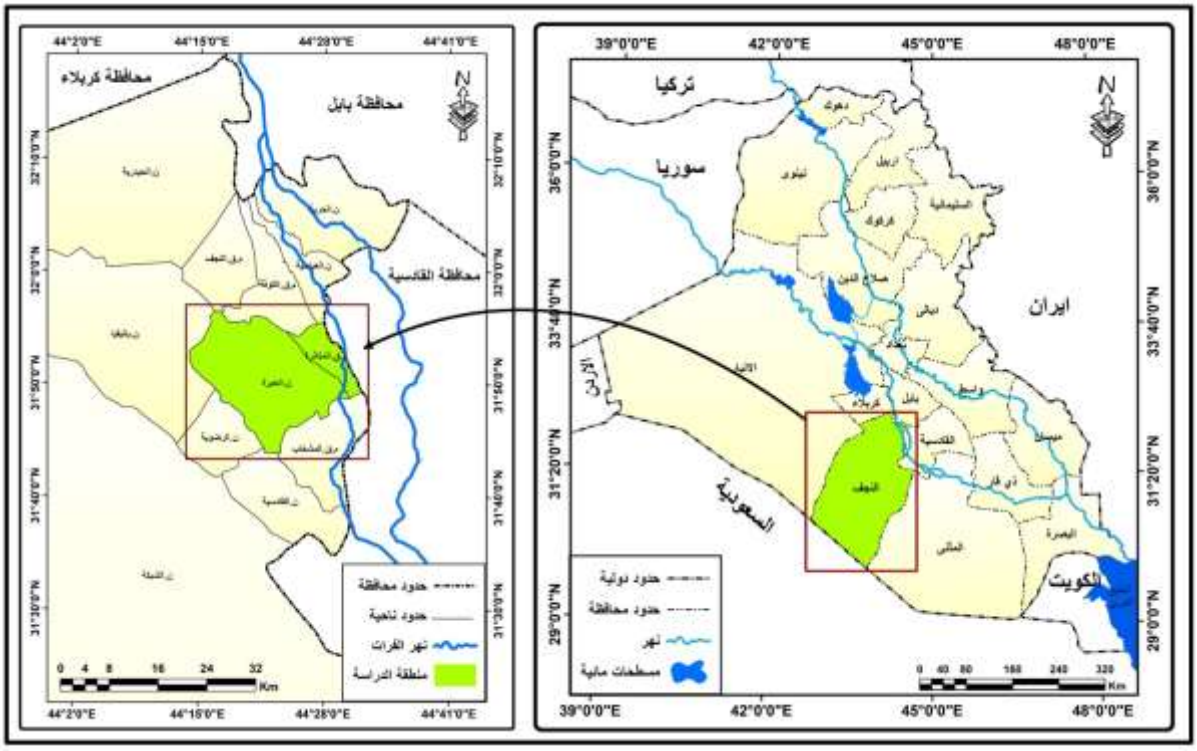
- **فرضية البحث** : يمكن صياغة فرضية البحث بالإجابة عن التساؤلات أعلاه يوجد تدهور في تربة قضاء المناذرة يمكن تقيمه باستخدام مؤشرات الطيفية ، وان للعوامل الطبيعية أثراً في تدهور تربة القضاء ، وأن التقنيات الحديثة مهمة لتقييم وكشف التغير لأصناف تدهور التربة في قضاء المناذرة ويوجد تباين جغرافي في تدهور تربة القضاء .
- **هدف البحث** : يهدف البحث الى تصنيف المرئية والتعرف على معالم المرئية وتوظيفها في عملية التمثيل الخرائطي واعتمدت الدراسة على التصنيف الموجة لتحديد مظاهر تدهور تربة قضاء المناذرة كونه يلائم مع استخدام الارض الايكولوجي البيئي .

كما يهدف البحث الى معرفة تدهور التربة في القضاء من خلال استخدام عدة مؤشرات منها دليل الغطاء النباتي ومؤشر الملوحة ومؤشر رطوبة ومعرفة التغيرات التي طرأت على تربة قضاء المناذرة من خلال المرئيات الفضائية .

- **هيكلية البحث** : ان هيكلية البحث تتكون من المقدمة وسيتم تطبيق اربعة مؤشرات لتقييم تدهور التربة في قضاء المناذرة منها مؤشر دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI) ومؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI) ومؤشر دليل تدهور الاراضي (LDI) ومؤشر دليل اختلاف الملوحة (NDSI) فضلا عن الاستنتاجات والتوصيات المصادر .
- **منهجية البحث** : اعتمد المنهج الوصفي والتحليلي بتحليل البيانات الرقمية صور الاقمار الصناعية لتقييم التغير في التربة قضاء المناذرة باستخدام مؤشرات الغطاء النباتي والملوحة ورطوبة التربة وعلى مدة زمنية مختلفة من عام(1990-2025) وتمثيلها بخرائط تسلط الضوء التغيرات المكانية .

حدود البحث : مكانياً : يقع القضاء في الجزء الشمالي الشرق من محافظة النجف الاشرف ، بين دائرتي عرض (31°56'31"N–31°43'55"N) شمالاً وخطي طول (44°13'57"E – 44°31'33"E) شرقاً (خريطة1)، يحده من الشمال الشرقي قضاء الكوفة ومن الشمال والغرب قضاء النجف ومن الشرق والجنوب محافظة القادسية ، أما **زمانياً** : فتمثلت بتقصي تغير الغطاء الارضي وتدهور التربة باستخدام المرئيات الفضائية التابعة للقمر الصناعي لاندسات بين عامي (1990–2025).

خريطة (1) موقع قضاء المناذرة من محافظة النجف الاشرف والعراق [1]



تصنيف تدهور الترب باستخدام المؤشرات الطيفية الاعوام 1990–2025 وللموسمين الرطب والجاف

اولاً: مؤشر دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI): اشارت العديد من الدراسات والبحوث في العالم الى أمكان استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في تقييم حالات التدهور اعتماداً على دليل الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)[2] ، اذ يعد هذا المؤشر الأكثر شيوعاً نتيجة للتطورات التي شهدها منتصف القرن الماضي من استخدام أجهزة الاستشعار عن بعد فضلاً عن ان النطاقات الطيفية في الاستشعار عن بعد يمكنها الكشف عن الغطاء النباتي المتمثلة (في حالة الغطاء النباتي ، هيكل الغطاء النباتي ، قدرة النبات على التمثيل الضوئي ، كثافة الاوراق وتوزيها ، محتوى الماء في الاوراق) [3]

أعتَمد على مرئية القمر الاصطناعي Land sat الذي يعد من اجهزة الاستشعار عن بعد التي لديها نطاقات(RED – NRI) اللازمة لتطبيق معادلة (NDVI) لحساب المساحات الخضراء في قضاء المناذرة ، وهو يستخرج وفق المعادلة الاتية[4] :

$$NDVI=(RED+NRI)/(RED-NRI)$$

حيث ان :

NDVI = يمثل دليل الغطاء النباتي. NRI= يمثل نطاق الاشعة تحت الحمراء . RED = يمثل نطاق الاشعة تحت الحمراء .

تتراوح قيم NDVI بين (1−1−) القيم الموجبة تشير الى قيم صحية وكثيفة اي وجود غطاء نباتي كثيف وخضرة النبات والقيم السالبة تشير الى وجود مناطق خالية من الغطاء النباتي.

وعند مقارنة النتائج للموسمين الرطب والجاف نلاحظ ان معدل قيمة الغطاء النباتي للموسم الجاف لعام 1990هو اعلى معدل من معدله لعام 2025، وكذلك أن معدله للموسم الرطب لعام 1990هو أعلى أيضاً من معدله لعام 2025.

يُكشف عن التغير بتصنيف المنطقة بحسب مؤشر الاختلاف الخضري الى ثلاثة اصناف للموسم الجاف كما في الجدول (1) والشكل (1) والخريطة (2,3) **الصنف الاول** الخالية من النبات وهو الاكثر سيادة بالمنطقة لعام 1990اذ بلغت (237)كم^2 وبنسبة (66.9)% ، ، اما في عام 2025 فقد اظهرت زيادة في نسبة الاراضي الخالية من الغطاء النباتي اذ بلغت (257)كم^2 وبنسبة (72.6)% ، اي بمقدار تغير (20) كم^{2}وبنسبة تغير (8.4)% من المساحة الاجمالية .

اما الصنف الثاني وهو نباتات متوسطة الكثافة بالمنطقة لعام 1990فبلغت (76)كم^2 وبنسبة (21.5)% ، أما في عام 2025 فقد أظهرت زيادة في نسبة الاراضي ذات الكثافة المتوسطة من الغطاء النباتي اذ بلغت (72) كم^2 وبنسبة (20.3)% ، اي بمقدار تغير (−4)كم^{2}وبنسبة تغير

جدول (1) مؤشر الاختلاف الخضري للغطاء النباتي في قضاء المناذرة لعامي 1990−2025وللموسم الجاف(5)

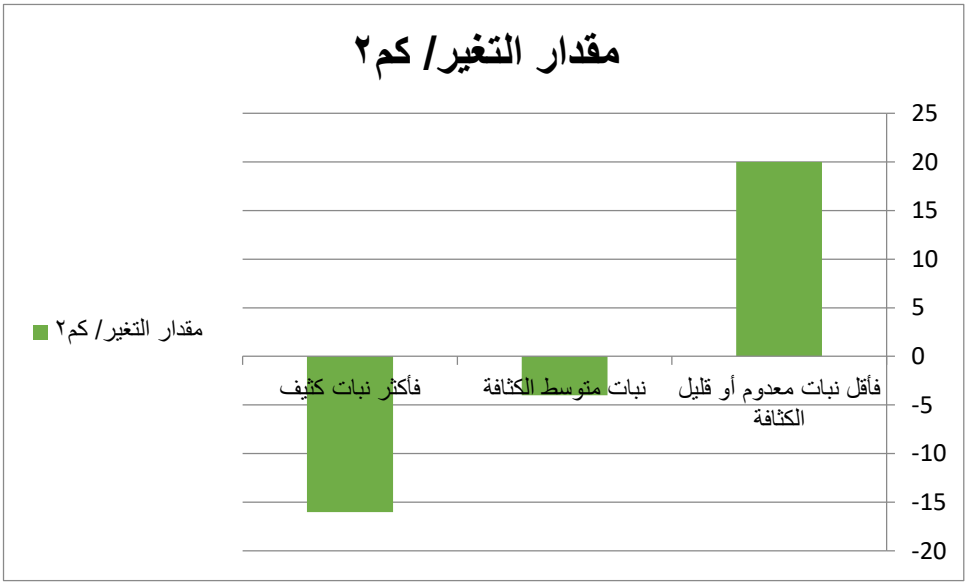
القيم	NDVI دليل الفرق المعياري للنبات	1990 جاف	النسبة المئوية %	2025 جاف	النسبة المئوية %	مقدار التغير/كم^2	مقدار التغير/النسبة المؤية %
أقل من0.1	نبات معدوم أو قليل الكثافة	237	66.9	257	72.6	20	8.4
0.11 − 0.4	نبات متوسط الكثافة	76	21.5	72	20.3	4−	5.3 −
0.41−فأكثر	نبات كثيف	41	11.6	25	7.1	16−	39−
--	المجموع	354	100	354	100	--	--

(5.3−)% من المساحة الاجمالية ، **اما الصنف الثالث** وهو نبات اكثر كثافة بالمنطقة لعام1990 فبلغ (41)كم^{2}وبنسبة (11.6)% ، اما في عام 2025 فقد بلغت(25)كم^{2}وبنسبة (7.1)% ، اي بمقدار تغير (−16)كم^2 وبنسبة تغير(−39) % من المساحة الاجمالية ، وهذا يعني تناقص المساحة في هذا العام

عن 1990 ، والسبب يعود الى الظروف المناخية منها قلة المياه وسيادة الجفاف ، فضلاً عن الرعي الجائر أدى الى دمار الغطاء النباتي بالمنطقة .

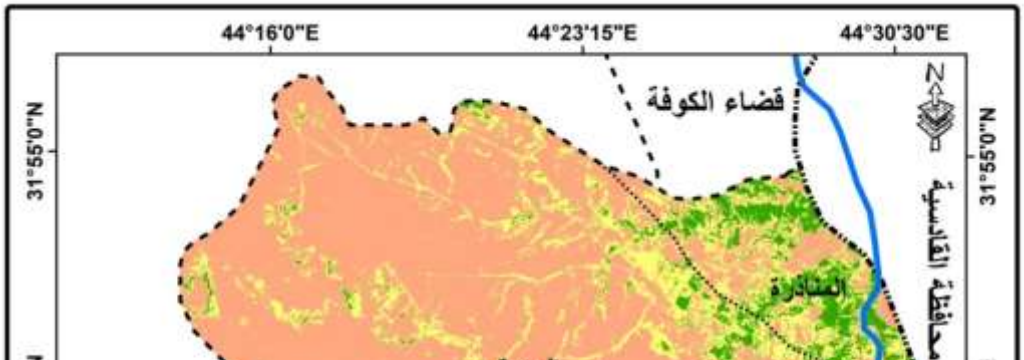
أما بالنسبة الى الموسم الرطب فقد كُشف عن الغطاء الخضري للنبات الطبيعي (NDVI) وفق مؤشر الى ثلاثة أصناف للموسم الجاف كما في الجدول (2) والشكل (2) والخريطة (4,5) **الصنف الاول** الخالية من النبات وهو الاكثر سيادة بالمنطقة لعام 1990اذ بلغت (137)كم^2 وبنسبة (38.7)% ، ، اما في عام 2025 فقد اظهرت زيادة في نسبة الاراضي الخالية من الغطاء النباتي اذ بلغت (187)كم^2 وبنسبة (52.8)% ، اي بمقدار تغير (50)كم^2 وبنسبة تغير (36.5) % من المساحة الاجمالية ويعني ذلك زيادة مساحات هذا العام عن عام 1990 ويعود ذلك الى عامل الجاف وقلة الامطار والارتفاع في درجات الحرارة .

شكل (1) مقدار التغير في الاختلاف الخضري الطبيعي لقضاء المناذرة لعاميي 1990- 2025 للموسم الجاف[6]

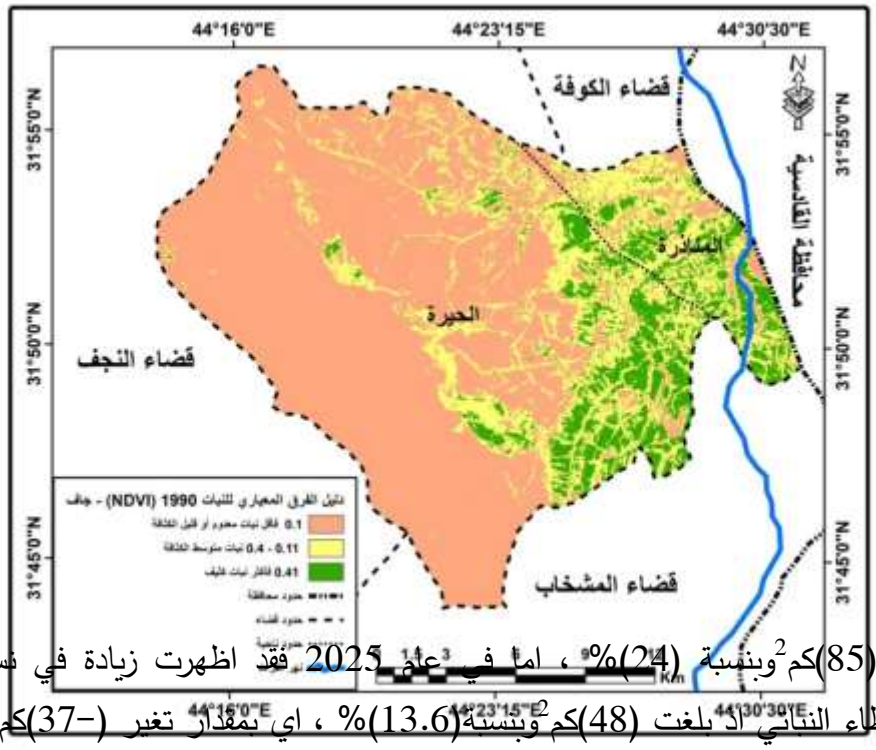


اما **الصنف الثاني** نبات متوسطة الكثافة بالمنطقة لعام 1990اذ بلغت (132)كم^2 وبنسبة (37.3)% ، ، اما في عام 2025 فقد اظهرت زيادة في نسبة الاراضي الخالية من الغطاء النباتي اذ بلغت (119)كم^2 وبنسبة (33.6)% ، اي بمقدار تغير (-13)كم^2 وبنسبة تغير (-9.8) % من المساحة الاجمالية ، **اما الصنف الثالث** نبات اكثر كثافة بالمنطقة لعام 1990اذ

خريطة (2) مؤشر دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI) للعام 2025وللموسم الجاف [7]



خريطة (3) دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI) للعام 1990وللموسم الجاف [8]



بلغت (85)كم^{2}وبنسبة (24)% ، اما في عام 2025 فقد اظهرت زيادة في نسبة الاراضي الكثيفة من الغطاء النباتي اذ بلغت (48)كم^{2}وبنسبة(13.6)% ، اي بمقدار تغير (−37)كم^{2}اي تناقصت المساحة لهذا الصنف بنسبة (43.5−) % من المساحة الاجمالية .

من خلال ما ذكر اعلاه نلاحظ ان الغطاء النباتي يكون اكثر في الموسم الرطب وفي كلا العامين يعود السبب في ذلك الى كثره مياه الامطار وسيادة الجفاف في الموسم الصيفي مما اثر على نسبة الغطاء النباتي فضلا عن ذلك نلاحظ ان هناك تباين مكاني بنسبة الغطاء النباتي اذ يزداد في

الجزء الشرقي والجنوب الشرقي وذلك لمرور نهر الفرات في القضاء فضلاً عن بعض الاجزاء الجنوبية الغربية من ناحية الحيرة بالقرب من الجداول الغربية بالإضافة الى الاجزاء الشمالية والشمالية الغربية تعتبر مناطق خالية من النبات الطبيعي وهذا يعود الى الجفاف وطبيعية التربة بالمنطقة .

جدول (2) مؤشر الاختلاف الخضري للغطاء النباتي في قضاء المناذرة لعامي 1990-2025وللموسم الرطب[9]

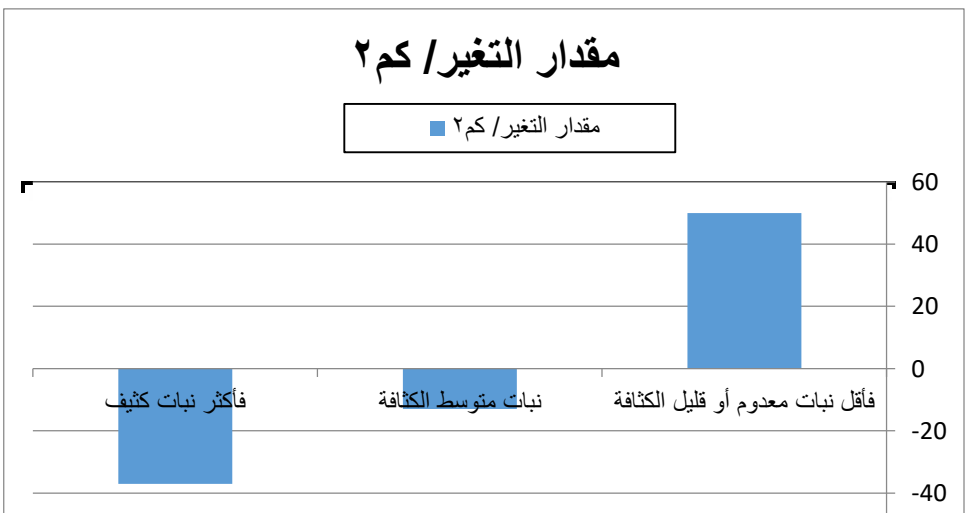
القيم	NDVI دليل الفرق المعياري للنبات	1990 رطب	النسبة المئوية %	2025 رطب	النسبة المئوية %	مقدار التغير/ كم^2	مقدار التغير/النسبة المؤية %
اقل من0.1	نبات معدوم أو قليل الكثافة	137	38.7	187	52.8	50	36.5
0.11 - 0.4	نبات متوسط الكثافة	132	37.3	119	33.6	13-	9.8-
0.41	فأكثر نبات كثيف	85	24	48	13.6	37-	43.5-
--	المجموع	354	100	354	100	--	--

ثانياً : مؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI): يعمل هذا المؤشر على رصد الاختلافات في التربة والغطاء النباتي باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد مما يسهم فيرصد متابعة التربة والغطاء النباتي بفعالية ويعتبر هذا المؤشر(LSWI) مشابها لمؤشر الاختلاف الخضري (NDVI) اذ يمكن مطابقة البيانات الطيفية بطريقة تضمن توحيد التباينات في التربة دون تأثير على القياسات الظلية للغطاء النباتي وهذه التحسينات لمؤشر الاختلاف الخضري (NDVI) مفيدة لان مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة (LSWI) يسجل التباينات في التربة وهو مفيد لمراقبة التربة والغطاء النباتي ، ويحسب وفق المعادلة الاتية[10] :

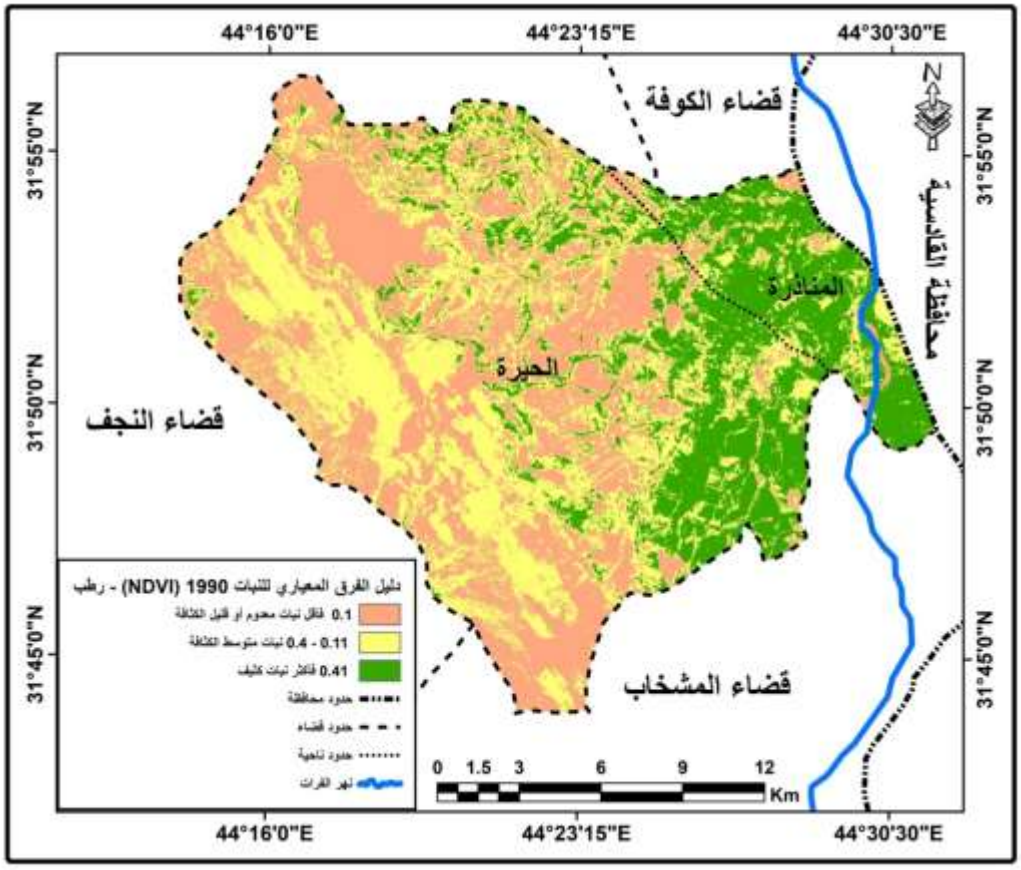
$$SAVI=(Nir-Red)/(Nir-Red)*1+L$$

اذ ان :

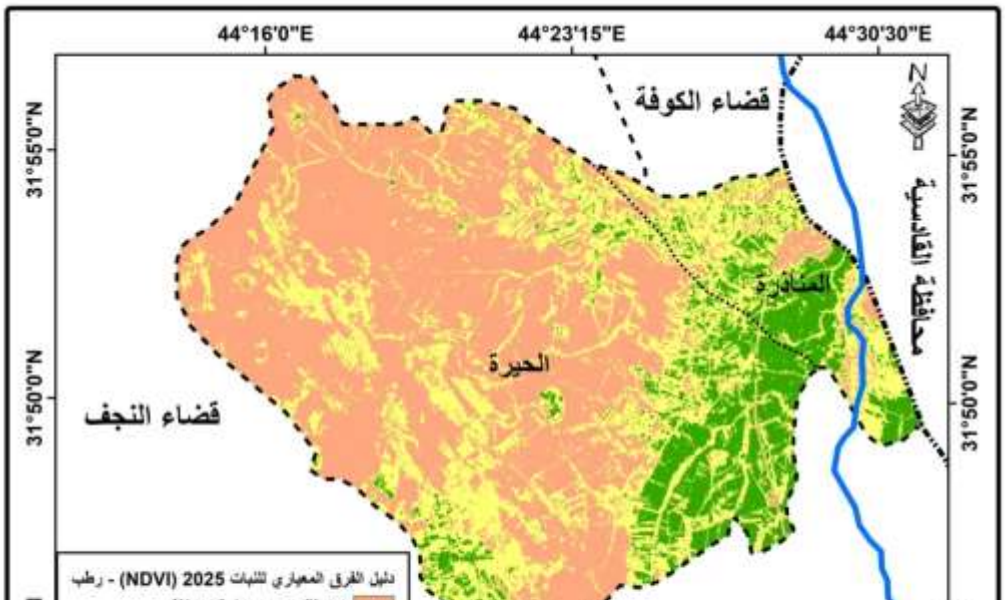
شكل (2) مقدار التغير في الاختلاف الخضري الطبيعي لقضاء المناذرة لعاميي 1990- 2025 للموسم الجاف[11]



خريطة (4) مؤشر دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI) للعام 1990وللموسم الرطب [12]



خريطة (5) مؤشر دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI) للعام 2025وللموسم الرطب [13]



SAVI=مؤشر الغطاء النباتي المعدل .Nir =الاشعة تحت الحمراء القريبة .L = القيمة الثابتة لخط التربة ويساوي (0.16).

عند تطبيق مؤشر الغطاء النباتي المعدل SAVI الخريطة (6,7,8,9) وجدول (3,4) نلاحظ ان تربة قضاء المناذرة تصنف الى ثلاث اصناف **الصنف الاول** سطح جاف او رطوبة جافة وهذا الصنف الاكثر سيادة في القضاء فبالنسبة للموسم الرطب جاءت اعلى نسبة في عام 1990اذ بلغت(225) كم^{2}وبنسبة(63.6)% في حين بلغت عام2025 (158) كم^{2}وبنسب(44.6)% اذ بلغت نسبة التغير(-67)كم^{2}وبنسبة تغير(-29.8)%، اما بالنسبة للموسم الجاف فقد بلغت (289) كم^{2}وبنسبة(81.6)% في حين بلغت عام 2025 (258)كم^{2}وبنسب(72.9)% اذ بلغت نسبة التغير(-31)كم^{2}وبنسبة تغير(-10.7)% وهذا يعني تناقص المساحات في هذا الموسم ، **اما الصنف الثاني** تمثل بالأراضي متوسطة الرطوبة فالنسبة الى الموسم الرطب جاءت سنه 2025بنسبة (103) كم^{2}وبنسبة (29.1)% ، اما عام 1990بلغت (80) كم^2 وبنسبة (22.6)% اذ بلغت نسبة التغير(23)كم^{2}وبنسبة تغير(28.8)% ، اما بالنسبة للموسم الجاف فقد بلغت عام 1990 عام (34) كم^{2}وبنسبة(9.6)% في حين بلغت عام 2025(44)كم^{2}وبنسب(12.4)% اذ بلغت نسبة التغير(10)كم^2 وبنسبة تغير (29.4)% .

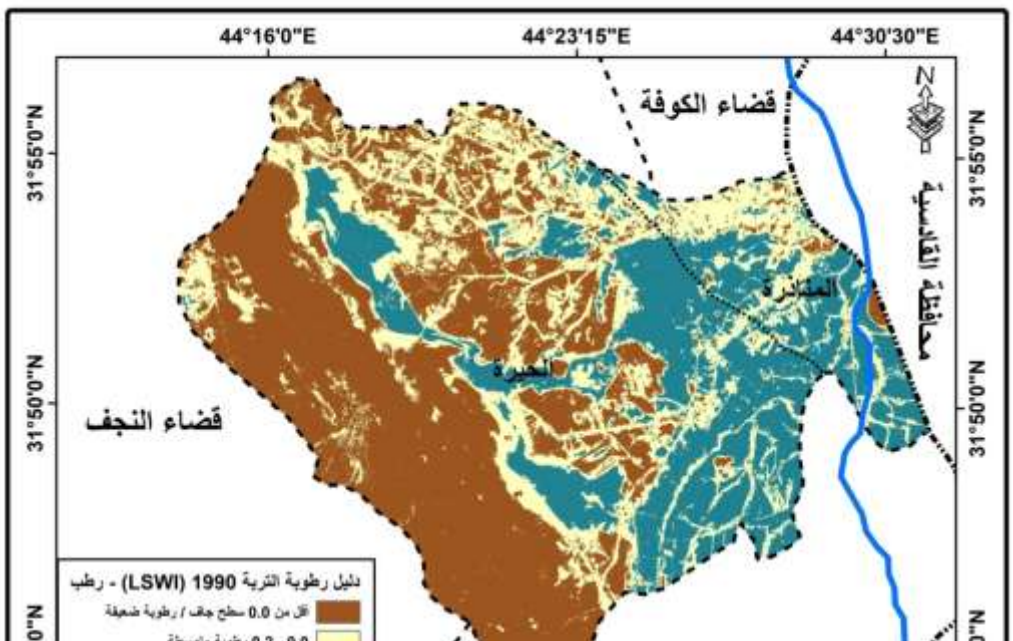
اما الصنف الثالث تمثل بالأراضي عالية الرطوبة او تشبع مائي فالنسبة الى الموسم الرطب كانت اعلى من الموسم الجاف وللعاميين اذ جاءت سنه 2025بنسبة (93)كم^{2}وبنسبة (26.3)% اما عام1990بلغت(49)كم^{2}وبنسبة(13.8) % اذ بلغت نسبة التغير(44)كم^{2}وبنسبة تغير (89.8)% ، اما بالنسبة للموسم الجاف فقد بلغت (31) كم^{2}وبنسبة(8.8)% في حين بلغت عام 2025 (52) كم^{2}وبنسب(14.7)% اذ بلغت نسبة التغير(21)كم^2 وبنسبة تغير (67.7)% هذا يرجع الى ظروف المناخية المتمثلة بسيادة الجفاف وقلة الامطار وارتفاع الماء الباطني فضلا عن الرعي الجائر والتوسع العمراني .

جدول (3)مؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI) لعامي 1990-2025وللموسم الرطب [14]

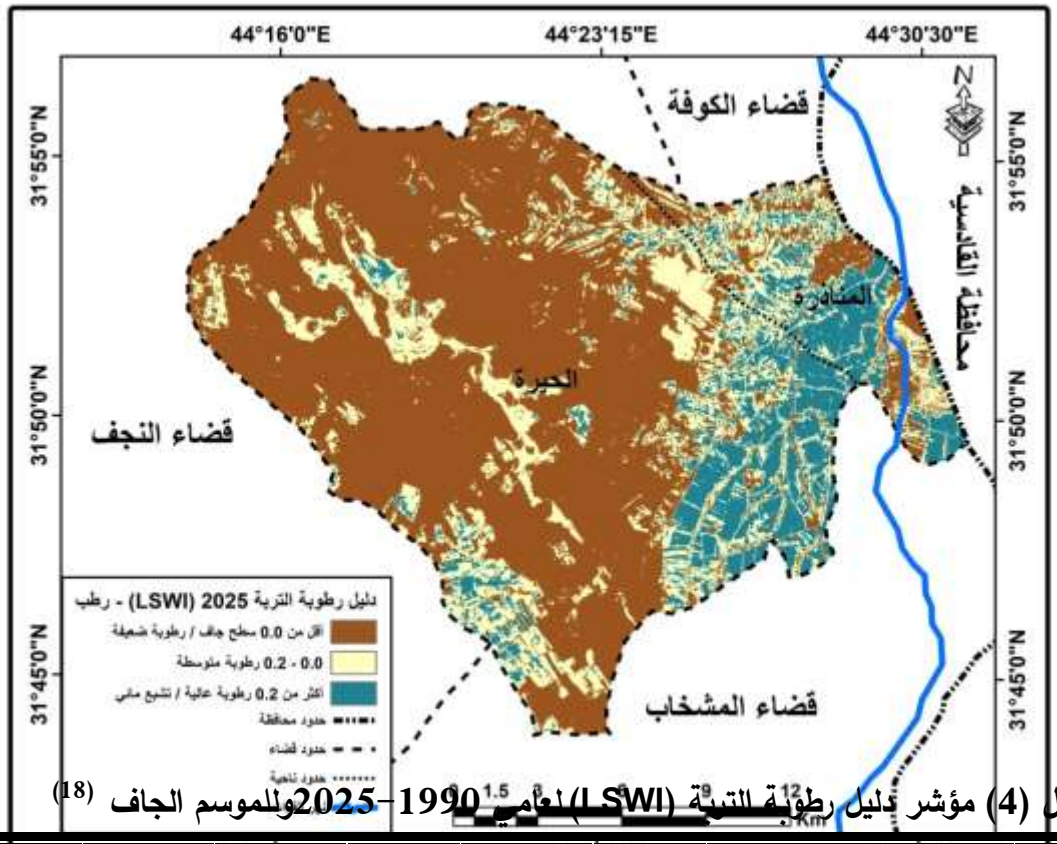
القيم	دليل رطوبة التربة (LSWI)	1990 رطب	النسبة المئوية %	2025 رطب	النسبة المئوية %	مقدار التغير كم^2	نسبة التغير %
اقل من 0.0	سطح جاف او رطوبة جافة	225	63.6	158	44.6	−67	−29.8
0−0.2	متوسطة الرطوبة	80	22.6	103	29.1	23	28.8
اكثر من 0.2	عالية الرطوبة – تشبع مائي	49	13.8	93	26.3	44	89.8
--	المجموع	354	100	354	100	--	--

شكل (3) مقدار مؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI))لعامي 1990−2025 للموسم الرطب[15]

خريطة (6) تصنيف مؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI) للعام 1990وللموسم الرطب[16]



خريطة (7) تصنيف مؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI) للعام 2025وللموسم الرطب[17]

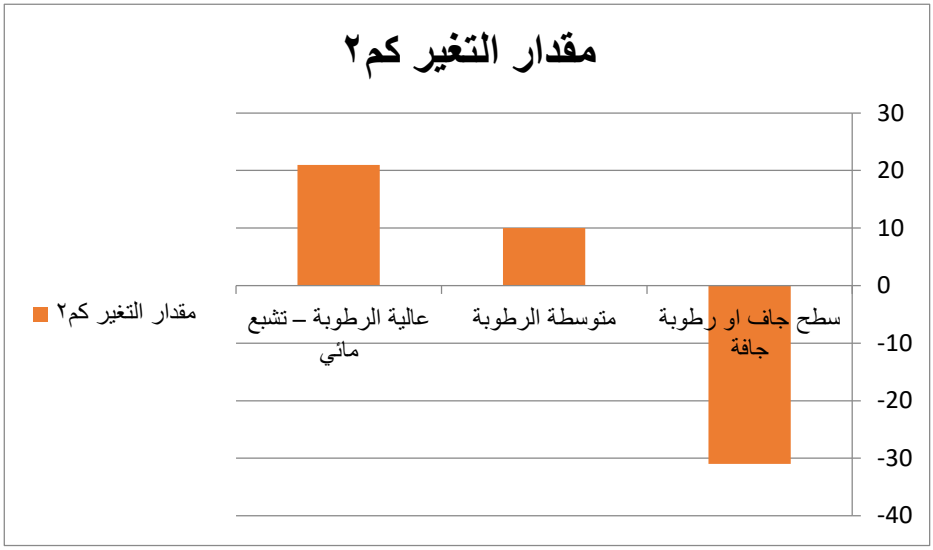


جدول (4) مؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI) لعامي 1990–2025وللموسم الجاف [18]

القيم	دليل رطوبة التربة (LSWI)	1990 جاف	النسبة المئوية %	2025 جاف	النسبة المئوية %	مقدار التغير كم^2	نسبة التغير %
اقل من 0.0	سطح جاف او رطوبة جافة	289	81.6	258	72.9	31-	10.7-
0-0.2	متوسطة الرطوبة	34	9.6	44	12.4	10	29.4
اكثر من 0.2	عالية الرطوبة – تشبع مائي	31	8.8	52	14.7	21	67.7
--	المجموع	354	100	354	100	--	--

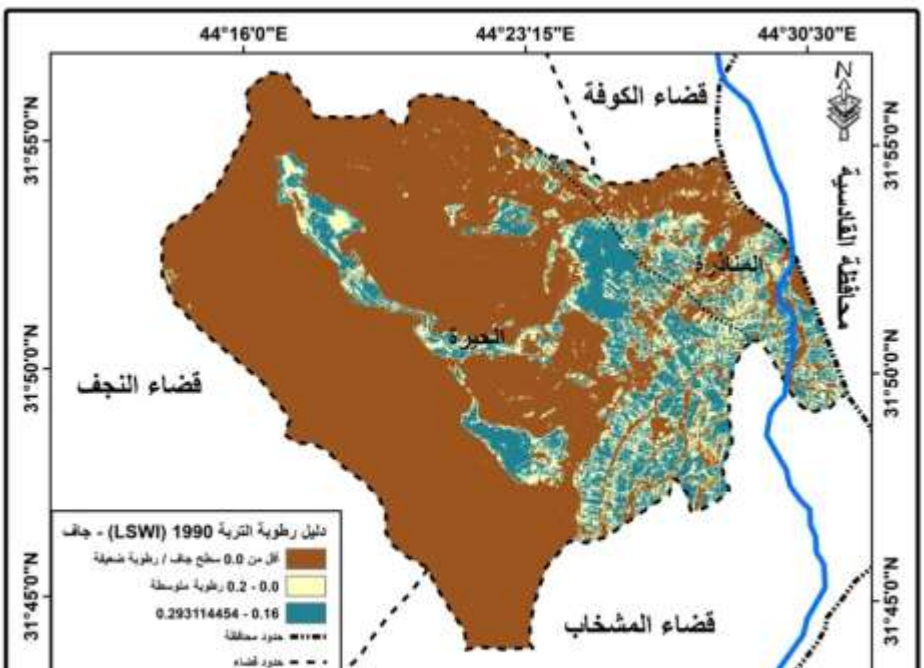
ثالثاً : دليل تدهور الاراضي (LDI) : يعرف تدهور التربة بانه التغير النوعي او الكمي في صفات وخواص التربة ، والذي يؤدي انخفاض القدرة الحالية او الكامنة على الانتاج وليس من الضرورة مستمر بل قد يكون مؤقتا كما أنو حالة نسبية تقدر في اطار زمني [19].

شكل (4) مقدار مؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI)) لعامي 1990–2025 للموسم الجاف[20]

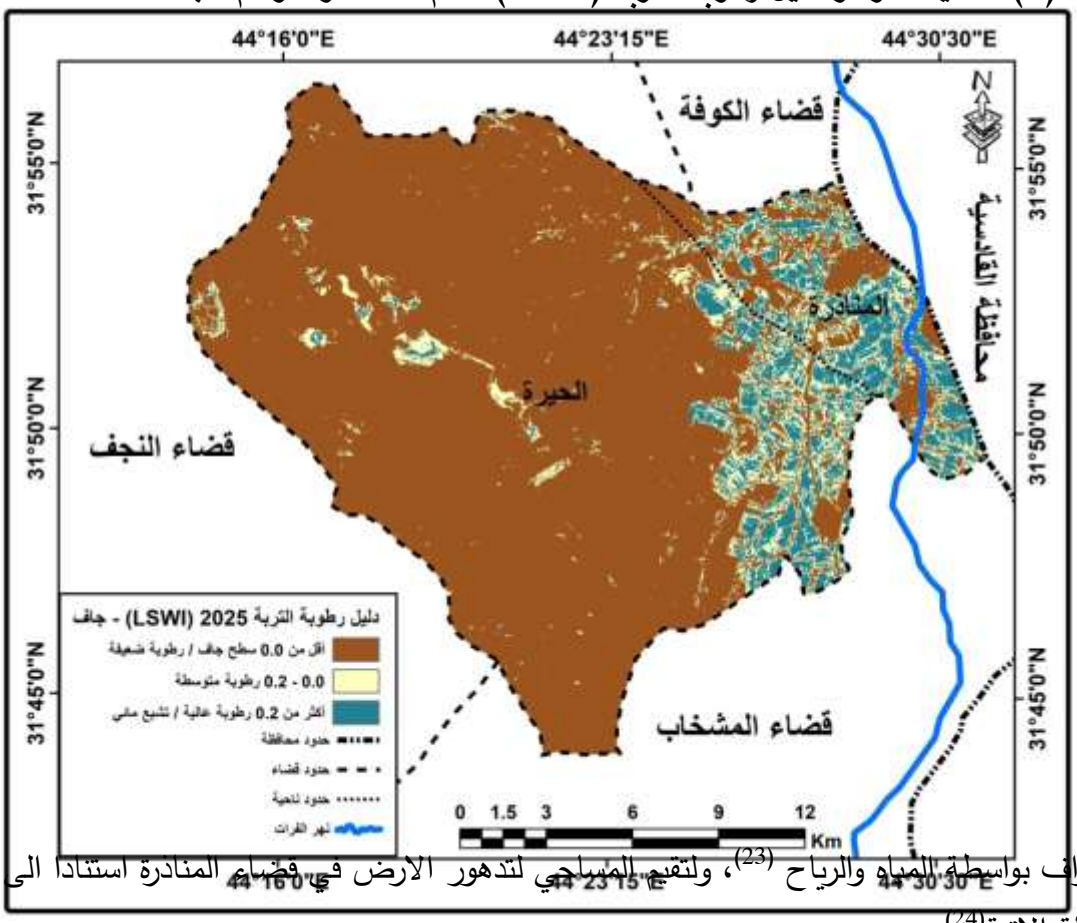


تتعرض مساحات واسعة من الارض الى التدهور الذي يترتب علية الانخفاض المتدرج في خصوبة التربة التي عادة ما يترافق بانخفاض انتاجية المحاصيل وخصوصا ان الخصائص المناخية السائدة تؤثر في ذلك اذ يقع قضاء المناذرة ضمن المناطق الجافة فيعود انخفاض او
قلة خصوبة التربة الى تقلص عدد النباتات وتزداد نسبة التربة الجرداء ويزداد تعرض التربة

خريطة (8) تصنيف مؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI) للعام 1990وللموسم الجاف[21]



خريطة (9) تصنيف مؤشر دليل رطوبة التربة (LSWI) للعام 2025وللموسم الجاف[22]



للانجراف بواسطة المياه والرياح [23]، ولتقييم المساحي لتدهور الارض في قضاء المناذرة استنادا الى المعادلة الاتية[24] :

$$LDI = ((65535 - (Green + Red)) / ((65535 + (Green + Red))$$

حيث ان :

Green= يمثل النطاق الاخضر .Red = يمثل النطاق الاحمر .65535 = قيمة ثابتة .

من خلال ملاحظة الجدول (5,6) والشكل (3,4) والخريطة (10، 11، 12 ، 13) نلاحظ ان هناك تباين من حيث نسبة الاراض المتدهورة اذ تم تصنيف المنطقة الى ثلاث اصناف : **الصنف الاول** اراضي شديدة التدهور اذ بلغت في الموسم الجاف اعلى من الموسم الرطب وجاء اعلى مساحة ضمن هذه الفئة في عام 2025 في الموسم الجاف اذ بلغت(149)كم^{2}وبنسبة(64.2)% بعد ان كانت في عام

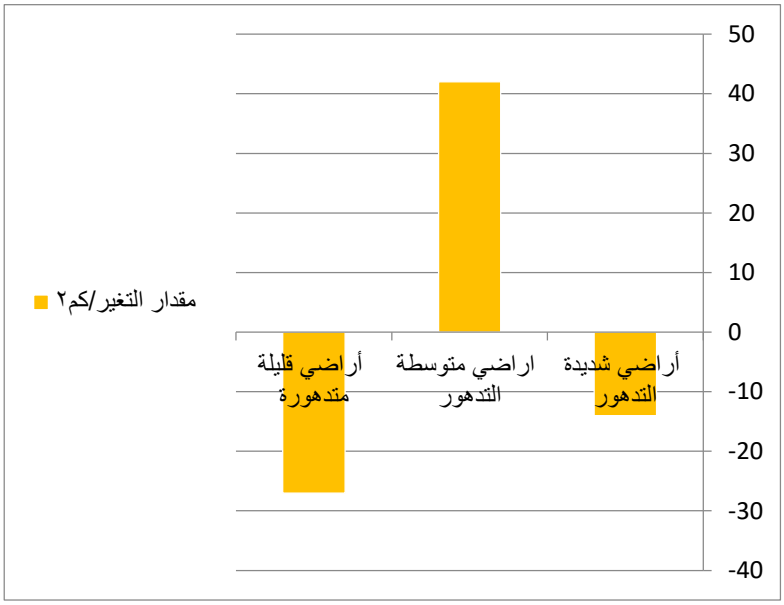
1990بالموسم الجاف(118)كم^2 وبنسبة(54.9)% وبمقدار تغير (31) كم^{2}وبنسبة (26.3)% وهذا يعود الى تفاقم الوضع البيئي وانتشار الجفاف في قضاء المناذرة كونه يقع المناطق الجافة اما الموسم الرطب فقد بلغت مساحة هذا الصنف فجاء عام 1990 بمساحة(97)كم^{2}وبنسبة (45.1)% وبمقدار تغير (−14) كم^{2}وبنسبة (−14.4)% بمعنى تناقص المساحة وهذا يعود الى عدم التوازن بين الامطار والتبخر الامر الذي يزيد من تأثير التبخر على الاراضي مما يزيد من تعرضها الى التأكل والانجراف بالإضافة الى قلة الغطاء النباتي وقلة المساحات المزروعة يضعف من استقرار التربة وازالة الطبقة السطحية اما **الصنف الثاني** المتمثل بالأراضي المتوسطة التدهور فقد جاءت اعلى النسب في عام 2025بالموسم الرطب اذ بلغت(147)كم ^{2}وبنسبة(53.5)% بعد ان كانت في عام 1990 (105)كم^2 وبنسبة(44.5)% وبمقدار تغير (42−) كم ^{2} وبنسبة (40−)% وهذا يعود الى ارتفاع نسبة الملوحة بالتربة وسيادة الجفاف وقلة الامطار مما ادى الى تدهور الاراضي وبمستوى متوسط ، وجاءت بعدها في الموسم الجاف في عام 1990 اذ بلغت(131)كم^{2}وبنسبة(55.5)% اما عام 2025بلغت المساحة (128)كم^{2}وبنسبة(46.5)% وبمقدار تغير (−3) كم^2 وبنسبة (−2.3)% .اما **الصنف الثالث** المتمثل بالأراضي قليلة التدهور فقد جاءت اعلى النسب في الموسم الرطب في عام 1990 (151)كم^{2}وبنسبة(59)% وفي عام2025 (124)كم^{2}وبنسبة(61.7)% وبمقدار تغير (−27) كم^{2}وبنسبة (−17.9)% ، اما ادنى اراضي قليلة التدهور جاءت في الموسم الجاف وعام 2025 اذ بلغت(77)كم^{2}وبنسبة(38.3)% بعد ان كانت 1990 (105)كم^2 وبنسبة(41)% وبمقدار تغير (−28) كم ^{2} وبنسبة (−26.7)% ، مما ذكر اعلاه ان نسبة الاراضي شديدة التدهور بلغت اعلى مساحة من قضاء المناذرة .

جدول (5) مؤشر دليل تدهور الاراضي ومساحته الاراض المتدهورة في قضاء المناذرة (LDI) للموسم الرطب وللعامين 1990−2025 [25]

LDI دليل تدهور الاراضي	1990 رطب المساحة كم^2	النسبة المئوية %	2025رطب المساحةكم^2	النسبة المئوية%	مقدار التغير/كم^2	نسبة التغير %
أكثر من 0.66 أراضي شديدة التدهور	97	45.1	83	35.7	14−	14.4−
0.66 − 0.33اراضي متوسطة التدهور	105	44.5	147	53.5	42−	40−

أقل من 0.33 أراضي قليلة متدهورة	151	59	124	61.7	27-	17.9-
--	354	--	354	--	--	--

شكل (3) مقدار التغير في مؤشر دليل تدهور الاراضي ومساحته الاراض المتدهورة في قضاء المناذرة (LDI) للموسم الرطب وللعامين 1990-2025[26]

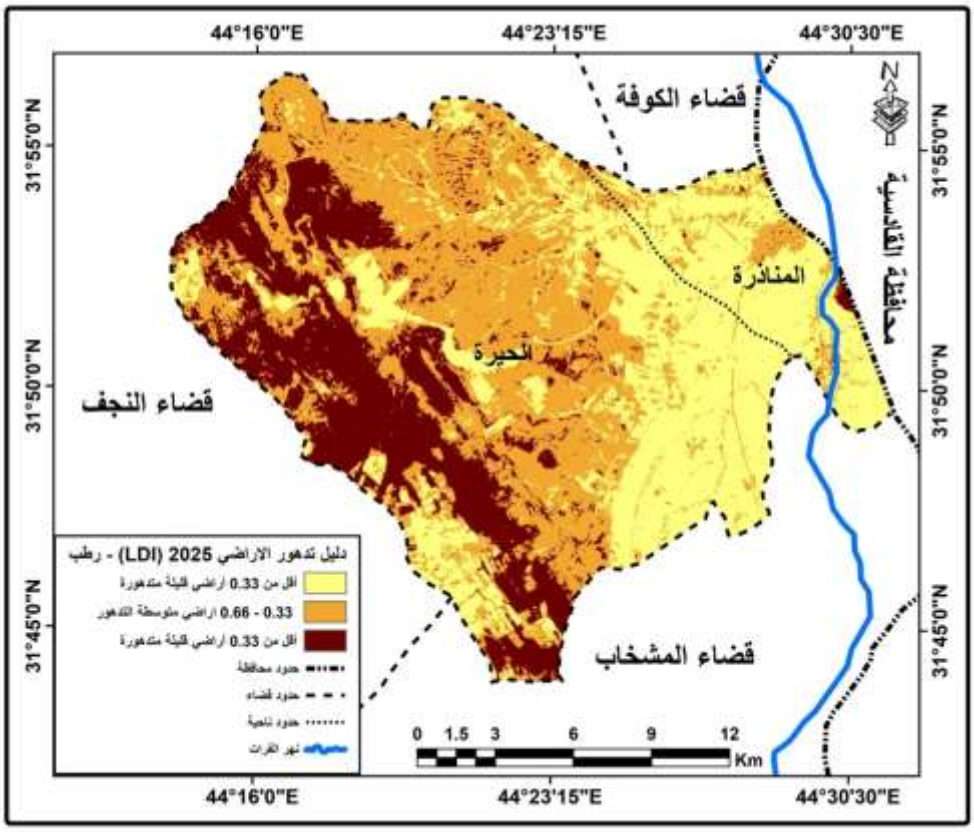


LDI دليل تدهور الاراضي	1990 جاف المساحة كم ^{2}	النسبة المئوية%	2025جاف المساحةكم^2	النسبة المئوية%	مقدار التغير/كم^2	نسبة التغير %
أكثر من 0.66 أراضي شديدة التدهور	118	54.9	149	64.2	31	26.3
0.66 - 0.33اراضي متوسطة التدهور	131	55.5	128	46.5	3-	2.3 -

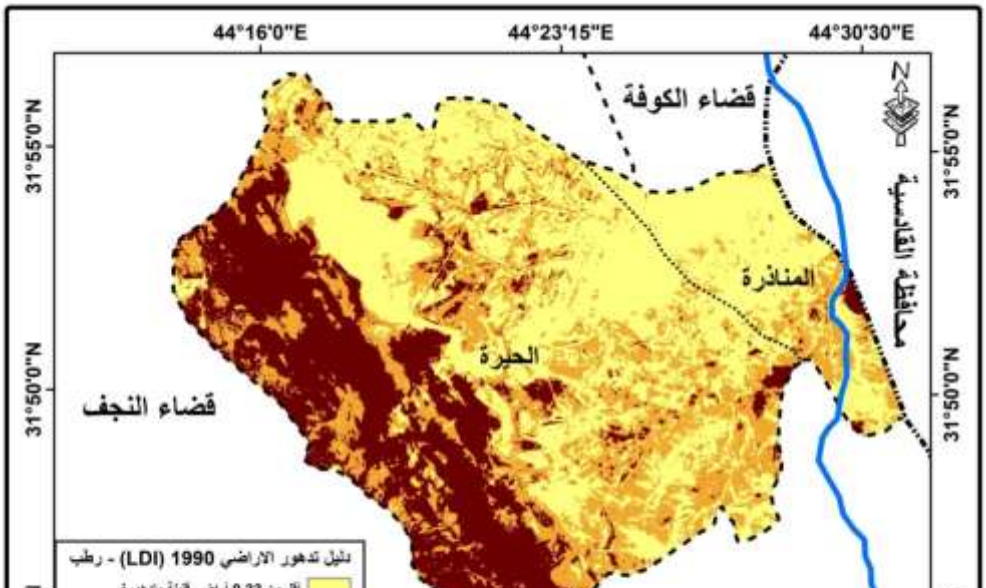
أقل من 0.33 أراضي قليلة متدهورة	105	41	77	38.3	28 -	26.7 -
--	354	--	354	--	--	--

جدول (6) مؤشر دليل تدهور الاراضي ومساحته الاراض المتدهورة في قضاء المناذرة (LDI) الجاف وللعامين 1990-2025 [27]

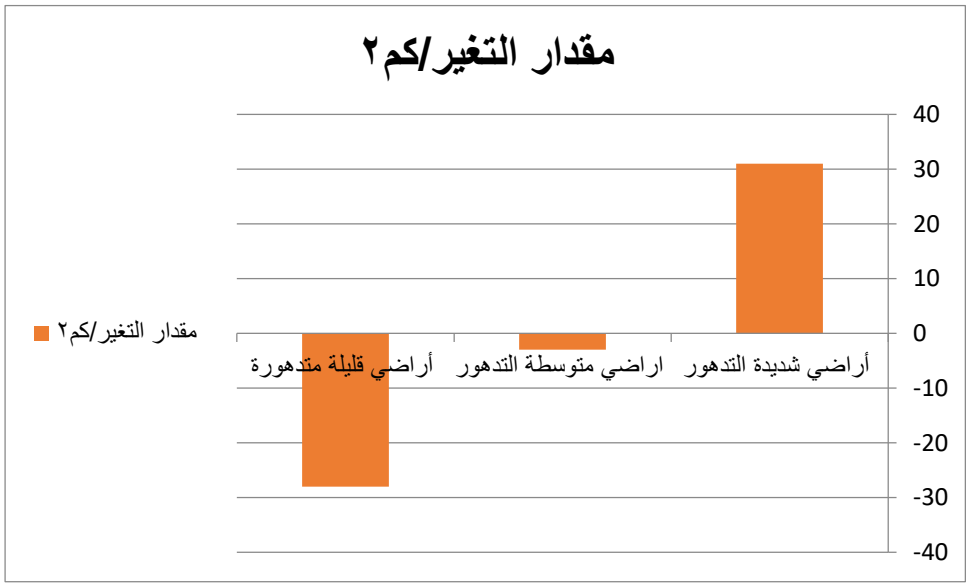
خريطة (10) مؤشر دليل تدهور الاراضي (LDI) للعام 2025وللموسم الرطب [28]



خريطة (11) مؤشر دليل تدهور الاراضي (LDI) للعام 1990وللموسم الرطب [29]



شكل (4) مقدار التغير في مؤشر دليل تدهور الاراضي ومساحته الاراض المتدهورة في قضاء المناذرة (LDI) للموسم الجاف وللعامين 1990-2025 [30]



رابعاً : دليل اختلاف الملوحة Normalize Difference Salinity Index's (NDSI): تعد ملوحة من المشاكل البيئة ذات الانتشار الواسع المسؤولة عن تدهور التربة خاصة في المناطق الجافة وشبة الجافة ، ويعمل مؤشر الملوحة على انه مؤشر يقيس العلاقة المباشرة بين Ec والرطوبة وتخبرك بتركيز الملوحة في الرطوبة المتاحة ، والتملح هو عملية اثراء التربة بأملاح قابلة للذوبان وتكون لمستويات ضارة قريبة واضحة من سطح الارض وعند ذوبان الاملاح يؤثر على الانتاج الزراعي والبيئي وبالتالي تأثيره على عملية التمثيل الغذائي لكائنات التربة وتقلل من انتاجية الارض ومن ثم يدمر جميع النباتات والكائنات الاخرى التي نعيش في التربة وتم تصنيف التربة حسب مؤشر الملوحة الى ثلاث اصناف بحسب استخدام المعادلة الاتية [31]:

NDSI=(Red−Nir)/ (Red+Nir)

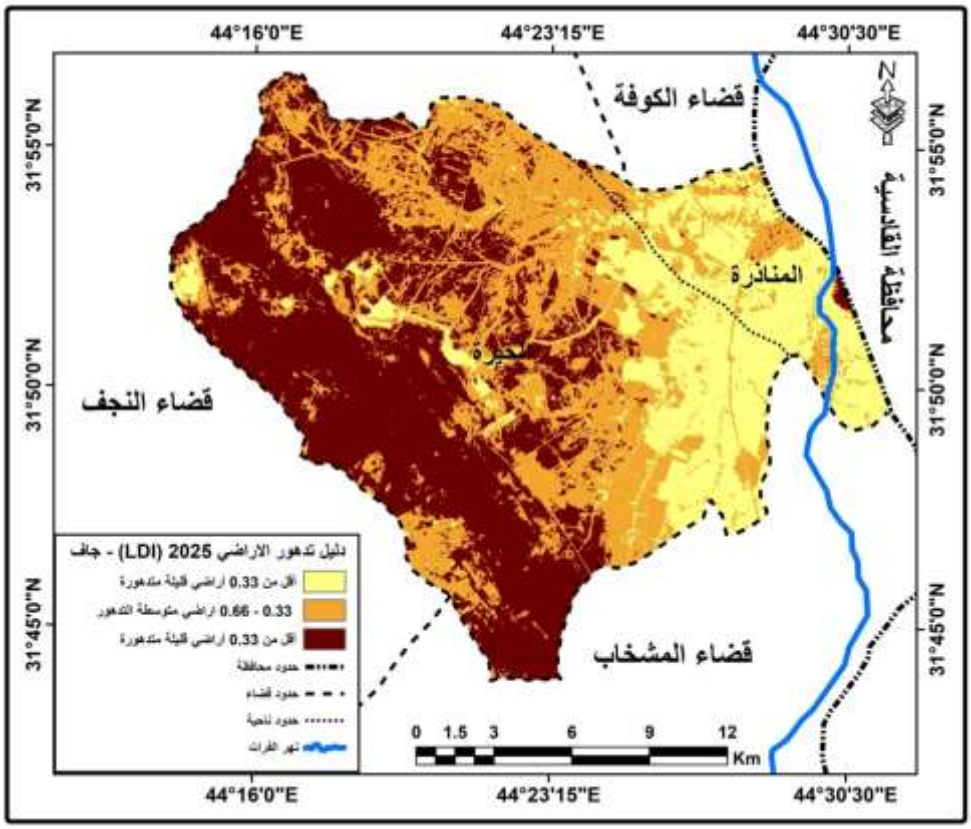
LandsatTMt5,SI =(Bad3−Bad4)/ (Bad3+Bad4)

LandsatTOLI9,SI=(Bad4−Bad5)/ (Bad4+Bad5)

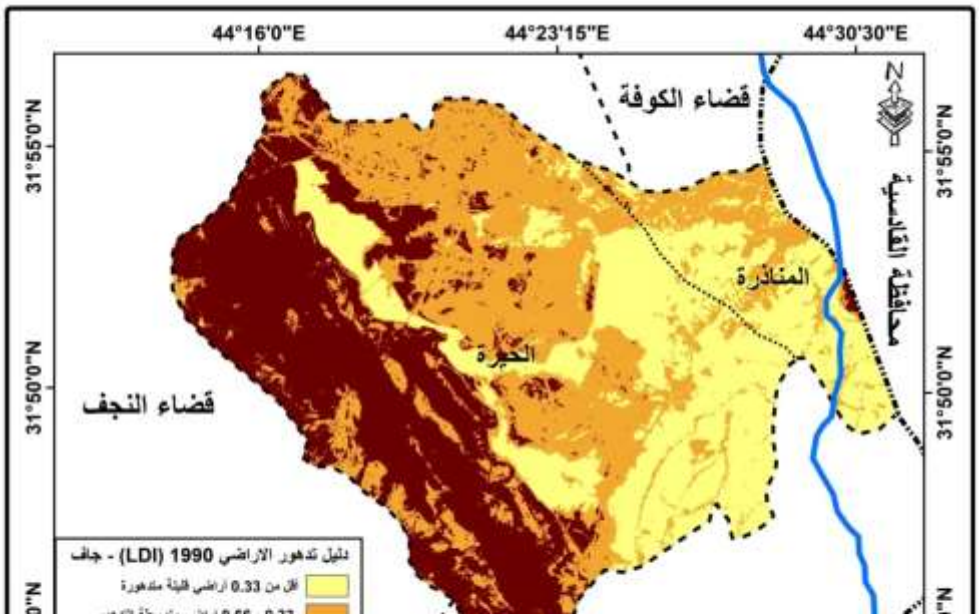
اذ ان :SI = مؤشر الملوحة ، Green = النطاق الاخضر, Red= يمثل النطاق الاحمر .

Blue= يمثل نطاق الاشعة الزرقاء .

خريطة (12) مؤشر دليل تدهور الاراضي (LDI) للعام 2025وللموسم الجاف [32]



خريطة (13) مؤشر دليل تدهور الاراضي (LDI) للعام 1990وللموسم الجاف [33]



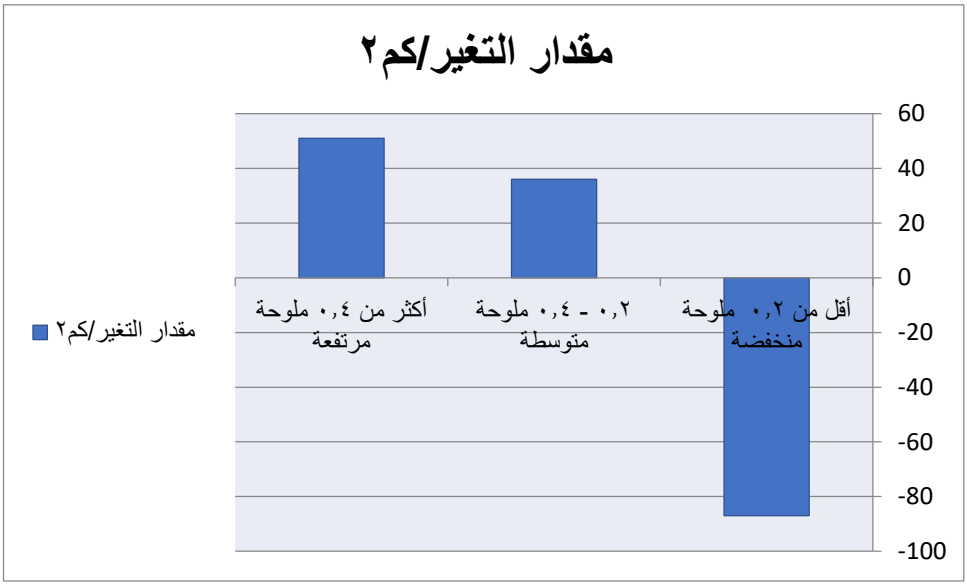
تتراوح قيم هذا المؤشر بين (1−1−)بعد تطبيق المعادلة اعلاه يتبين من جدول (7) والشكل (5,6) والخريطة (14,15,16,17) نلاحظ ان ترب القضاء تقسم الى ثلاث اقسام **الصنف الاول** ترب ملوحتها قليلة او منخفضة فالموسم الرطب كانت النسب اعلى من الموسم الجاف وفي كلا العامين اذ بلغت مساحة هذا الصنف اعلاها في عام 1990(176) كم^2 وبنسبة (49.8)% وبلغت في عام 2025(89) كم^2 وبنسبة (25.2)% وبمقدار تغير (−87) كم ^{2} وبنسبة (−49.4)% ، في حين جاءت ادنى النسب الموسم الجاف في عام 2025 (79) كم^2 وبنسبة (22.3)% و بلغت عام 1990 (125) كم^2 وبنسبة (35.3)% وبمقدار تغير (−46) كم^{2}وبنسبة (−36.8)% اما **الصنف الثاني** المتمثل الترب متوسطة الملوحة فقد بلغت اعلى النسب في الموسم الرطب عام 2025 فقد بلغت المساحة (159) كم^{2}وبنسبة (44.9)%وبمقدار تغير (36) كم^2 وبنسبة (29.3)% وفي عام 1990فقد بلغت المساحة (123) كم^{2}وبنسبة (34.7)%ويمكن ارجاع ذلك الى تناقص كمية الامطار في السنوات الأخيرة ، اما الموسم الجاف عام 2025بلغت المساحة (146) كم^{2}وبنسبة (41.2)% وبمقدار تغير (44) كم^{2}وبنسبة (43.1)% اما **الصنف الثالث** المتمثل بالترب المرتفعة الملوحة فقد شغلت اعلى النسب بالموسم الجاف اذ جاء عام 2025 بمساحة (129) كم^2 وبنسبة (36.4)% يليه عام 1990 اذ بلغت المساحة (127) كم^2 وبنسبة(35.9)% وهذا يعود الى لقلة الامطار التي تعمل على ازاحة الملوحة من التربة فضلا عن الخاصية الشعرية للمياه وارتفاع الماء الباطني الذي ساهم بشكل فعال في ظهور عملية التملح .

جدول (7) مؤشر دليل اختلاف الملوحة (NDSI) للموسم الرطب [34]

دليل اختلاف الملوحة (NDSI)	1990 رطب	النسبة المئوية %	2025 رطب	النسبة المئوية %	مقدار التغير/كم^2	نسبة التغير %
أقل من 0.2 ملوحة منخفضة	176	49.8	89	25.2	87−	49.4−
0.4 − 0.2ملوحة متوسطة	123	34.7	159	44.9	36	29.3

أكثر من 0.4 ملوحة مرتفعة	55	15.5	106	29.9	51	92.7
المجموع	354	100	354	100	--	--

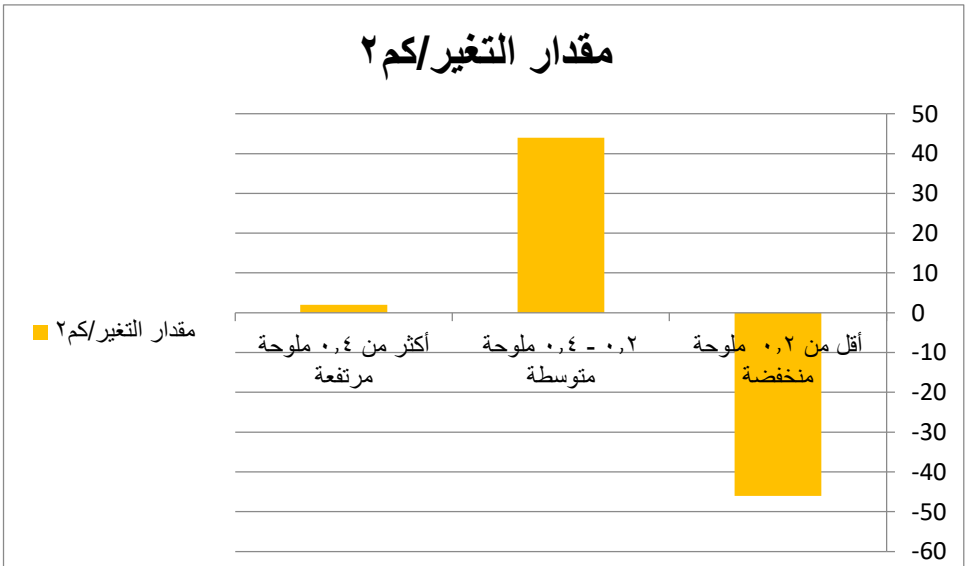
شكل (5) مؤشر دليل اختلاف الملوحة (NDSI) للموسم الرطب[35]



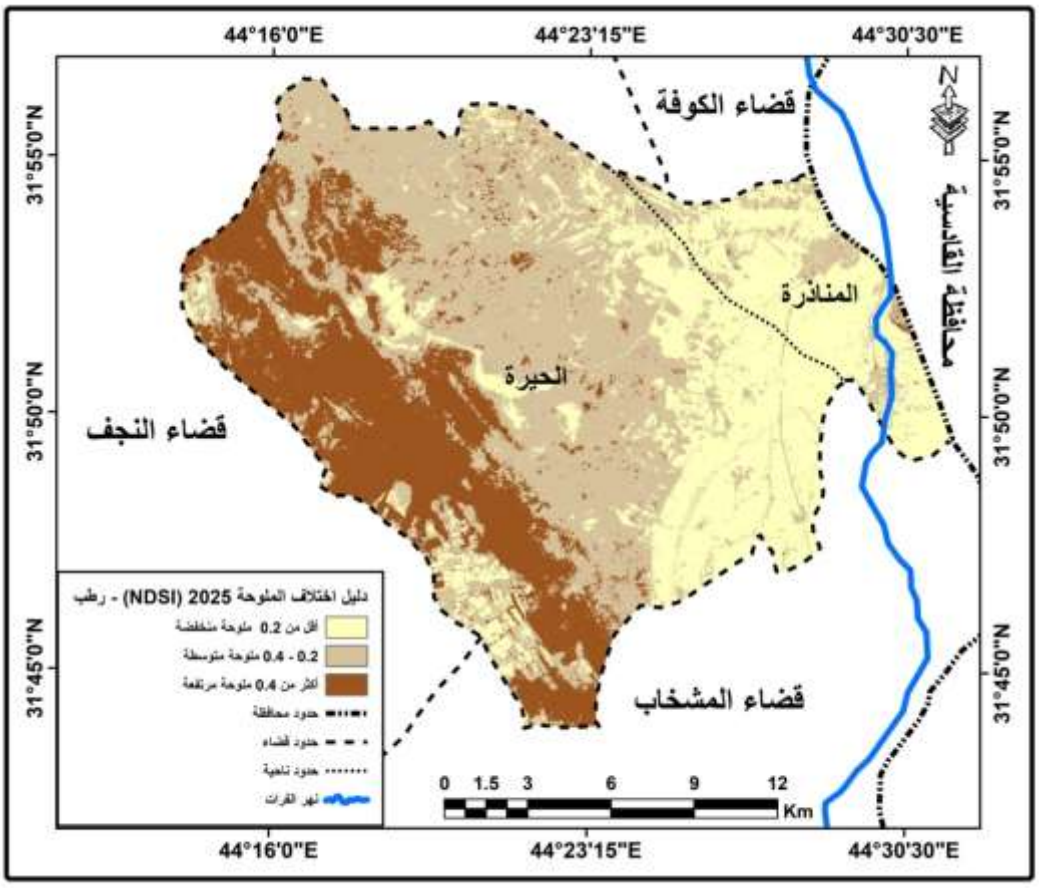
جدول (8) مؤشر دليل اختلاف الملوحة (NDSI) للموسم الجاف[36]

دليل اختلاف الملوحة (NDSI)	1990 جاف	النسبة المئوية %	2025 جاف	النسبة المئوية %	مقدار التغير/كم^2	نسبة التغير%
أقل من 0.2 ملوحة منخفضة	125	35.3	79	22.3	46-	36.8-
0.2 – 0.4ملوحة متوسطة	102	28.8	146	41.2	44	43.1
أكثر من 0.4 ملوحة مرتفعة	127	35.9	129	36.4	2	1.6
المجموع	354	100	354	--	--	--

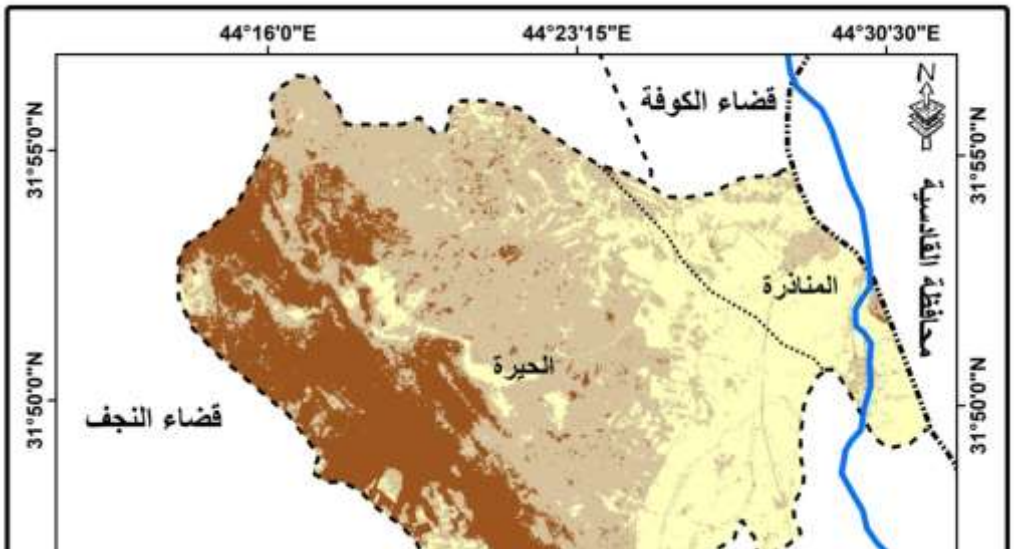
شكل (6) مؤشر دليل اختلاف الملوحة (NDSI) للموسم الجاف[37]



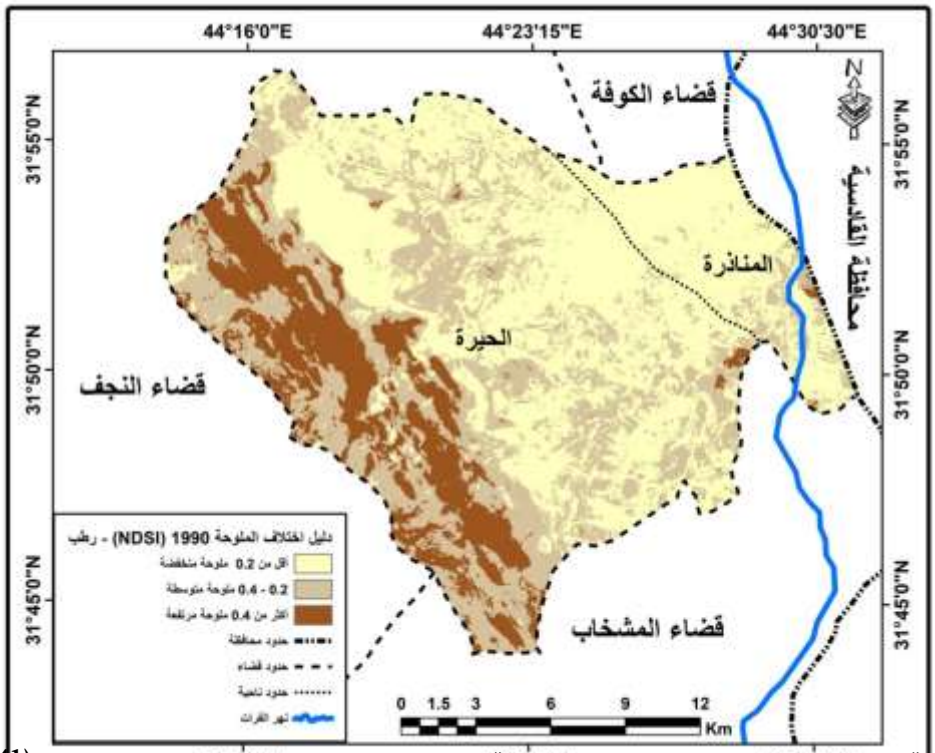
خريطة (14) مؤشر دليل اختلاف الملوحة (NDSI) للعام 2025وللموسم الرطب [38]



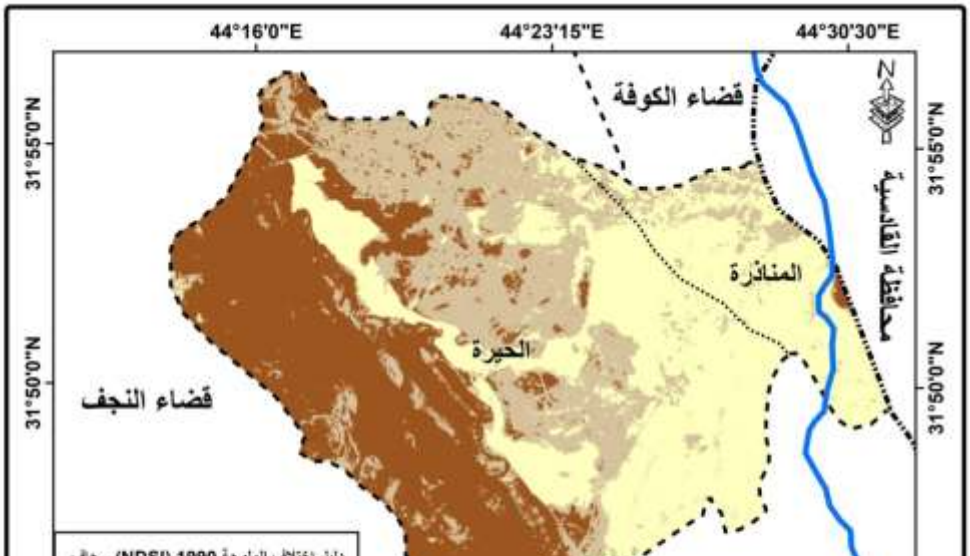
خريطة (15) دليل اختلاف الملوحة (NDSI) للعام 2025وللموسم الجاف[39]



خريطة (16) دليل اختلاف الملوحة (NDSI) للعام 1990وللموسم الرطب[40]



خريطة (17) مؤشر دليل اختلاف الملوحة (NDSI) للعام 1990وللموسم الجاف[41]



تقييم تدهور الترب باستخدام المؤشرات الطيفية الاعوام 1990-2025 وللموسمين الرطب والجاف

تم جمع طبقات المتغيرات بعد ضربها وزنها داخل برنامج نظم المعلومات الجغرافية من صندوق الادوات Toolbox ثم اختيار صندوق ادوات التحليل Spatial Analyst Toolsومنه يتم اختيار الاداة Overly ثم الاداة Weighted overly بعدها اخرجت خريطة تم تصنيفها الى ثلاث اصناف.

من خلال ملاحظة الجدول (9,10) والخريطة (18,19,20,21) نلاحظ ان الترب عالية التدهور في عام 2025 اعلى بكثير من عام 1990 اذ بلغت (131، 112) وللموسمين الجاف والرطب وبنسبة (37,31.6) وعلى التوالي في حين بلغت نسبتها في عام 1990 (127، 55) وللموسمين الجاف والرطب وبنسبة (35.9,15.6)% وعلى التوالي .

كما نلاحظ ان هناك ارتفاع في نسبة الترب شديدة التدهور بالموسم الجاف بشكل اعلى من الموسم الرطب وفي كلا العامين اذ بلغت بالموسم الجاف (127,131) بالموسم الجاف وفي كلا العاميين وعلى التوالي وبنسبة (35.9,37)% اما بالنسبة للموسم الرطب فقد بلغت (55,112) كلا العامين وعلى التوالي وبنسبة (15.6,31.6)% .

في حين نلاحظ ان التربة قليلة التدهور تقل نسبتها بالموسم الجاف اكثر من الموسم الرطب ففي العام 2025 اقل من عام 1990 اذ بلغت (88,114) وعلى التوالي للموسم الجاف والرطب وبنسبة (24.9,32.2)% اما 1990 نلاحظ ان التربة قليلة التدهور تقل نسبتها بالموسم الجاف اكثر من الموسم الرطب اذ بلغت (176,125) وعلى التوالي للموسم الجاف والرطب وبنسبة (35.3,49.7)% ، اما الترب متوسطة التدهور فنلاحظ ان هناك تغير بسيط بين النسب العامين والموسمين .

جدول(9) مساحات ونسب تدهور التربة وللموسمين الجاف والرطب وللعاميين 1990- [42]

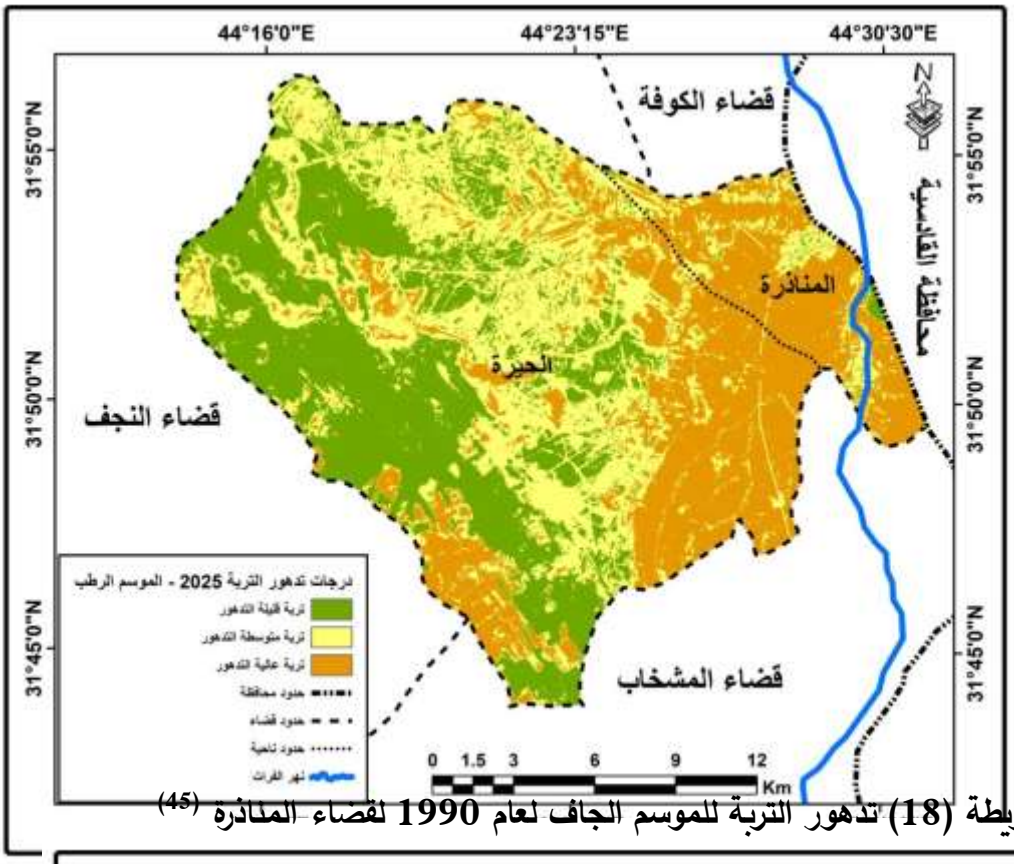
الصنف	جاف 1990	النسبة المؤية%	1990 رطب	النسبة المؤية%
تربة قليلة التدهور	125	35.3	176	49.7
تربة متوسطة التدهور	102	28.8	123	34.7

تربة عالية التدهور	127	35.9	55	15.6
المجموع	354	100	354	100

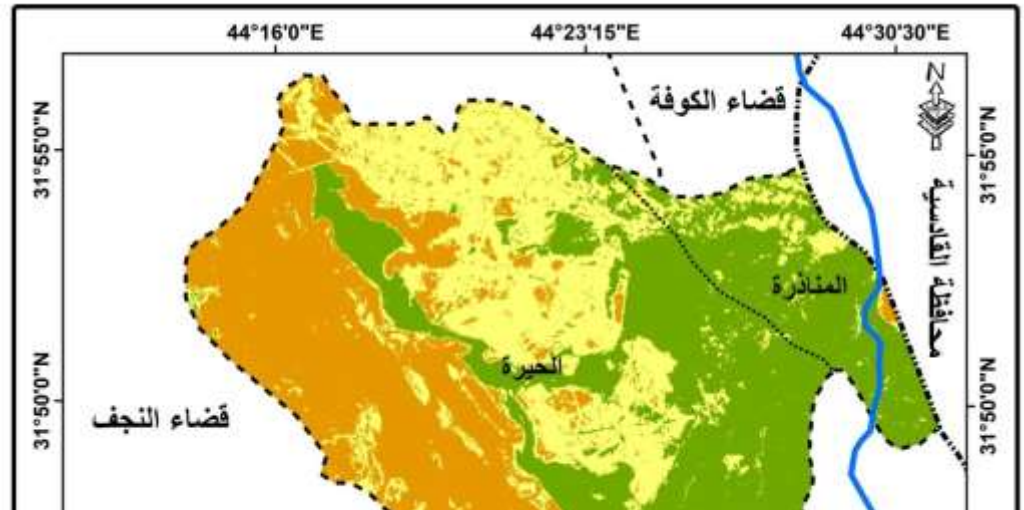
جدول(10) مساحات ونسب تدهور التربة وللموسمين الجاف والرطب وللعام 2025[43]

الصنف	جاف 2025	النسبة المؤية%	2025 رطب	النسبة المؤية%
تربة قليلة التدهور	88	24.9	114	32.2
تربة متوسطة التدهور	135	38.1	128	36.2
تربة عالية التدهور	131	37	112	31.6
المجموع	354	100	354	100

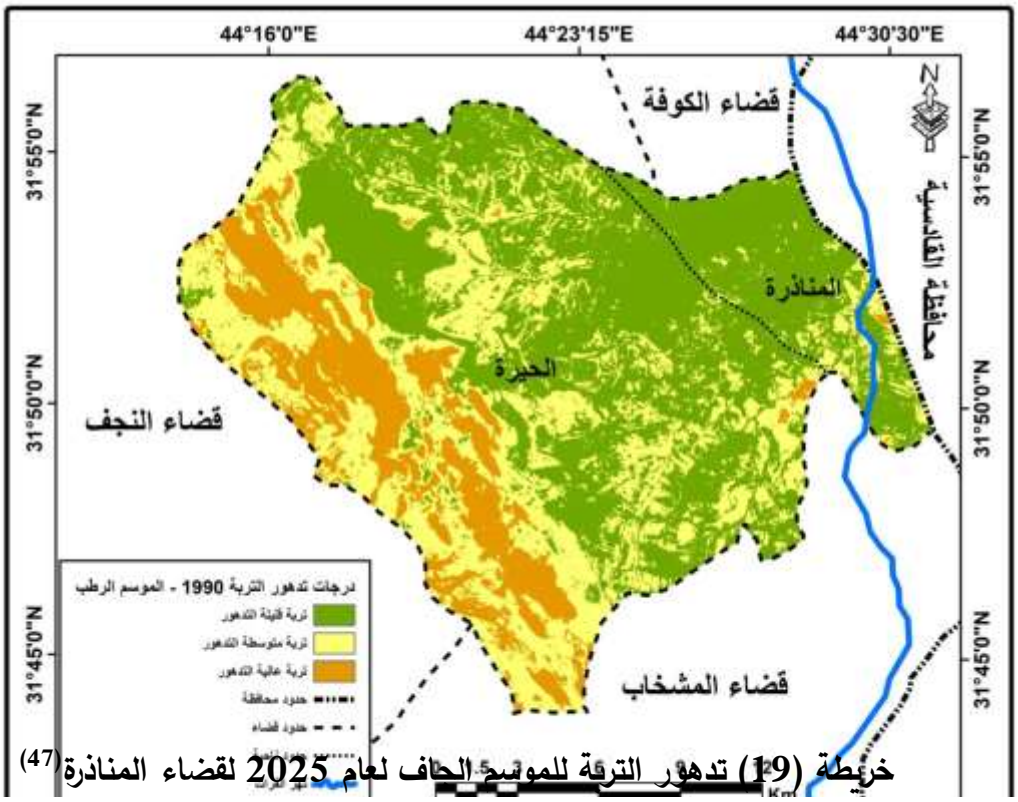
خريطة (18) تدهور التربة للموسم الرطب لعام 2025 لقضاء المناذرة[44]



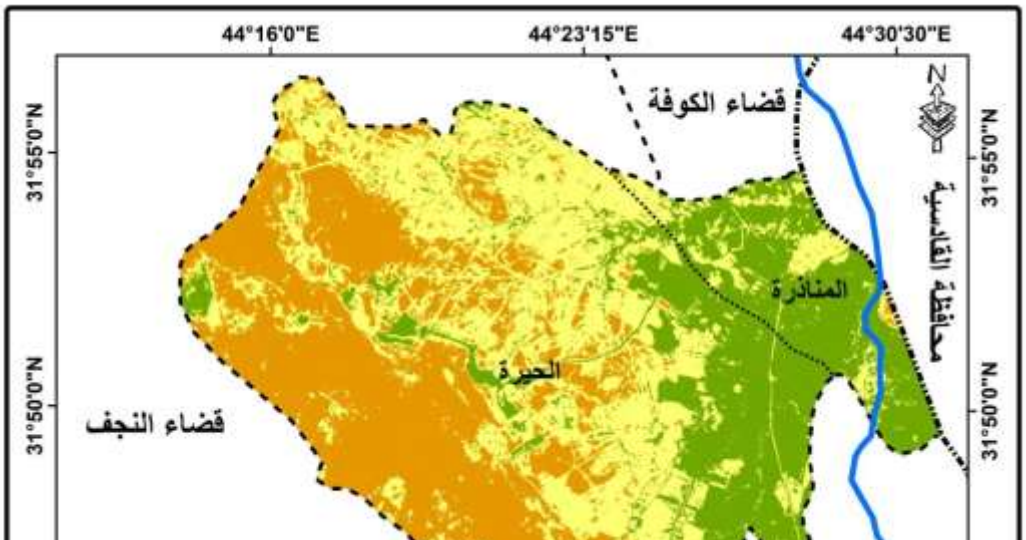
خريطة (18) تدهور التربة للموسم الجاف لعام 1990 لقضاء المناذرة [45]



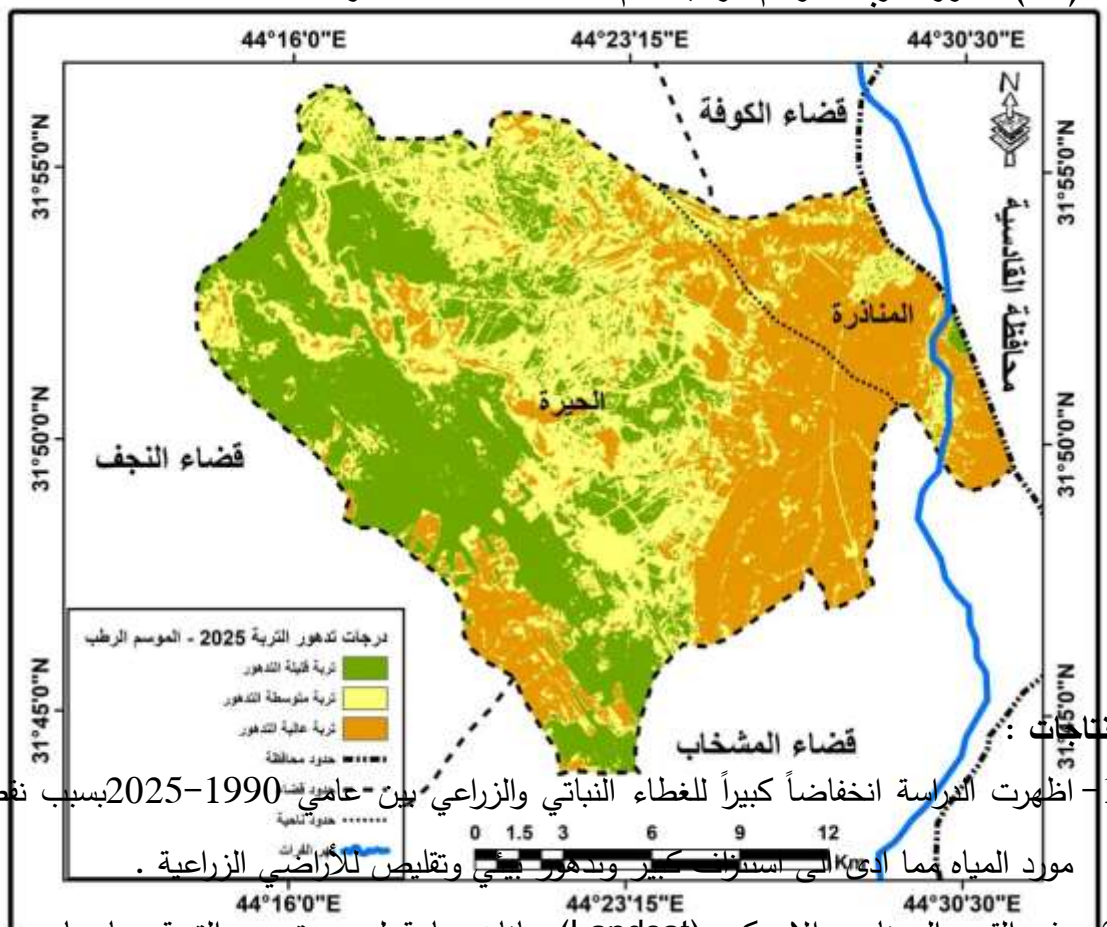
خريطة (20) تدهور التربة للموسم الرطب لعام 1990 لقضاء المناذرة[46]



خريطة (19) تدهور التربة للموسم الجاف لعام 2025 لقضاء المناذرة[47]



خريطة (21) تدهور التربة للموسم الرطب لعام 2025 لقضاء المناذرة[48]



الاستنتاجات :

1- اظهرت الدراسة انخفاضاً كبيراً للغطاء النباتي والزراعي بين عامي 1990-2025بسبب نقص مورد المياه مما ادى الى استمرار كبير وتدهور بيئي وتقليص للاراضي الزراعية .

2- وفر القمر الصناعي الامريكي (Landsat) بيانات هامة لرصد تدهور التربة مما ساعد على انشاء قاعدة بينات تظهر تأثير العوامل البيئية على التربة بشكل اكثر فعالية مقارنة بالطرق التقليدية .

3- زيادة في مساحات مؤشر الملوحة في القضاء في عام 2025عن ما هو في عام 1990وان زيادة مساحتها جاء بسبب تذبذب كميات الامطار بشكل كبير في السنوات الاخير لان مياه الامطار تعمل على غسل التربة وتخليصها من الاملاح .

4- زيادة مساحة صنف التدهور الشديد عام 2025عما كان في 1990 نتيجة عمليات التعرية الريحية كون القضاء ضمن المناطق الجافة وسيادة الجفاف نتيجة قلة الامطار وارتفاع الحرارة وانعدام الغطاء النباتي .

5- زيادة مساحة الاراضي الجاف على الاراضي عالية الرطوبة بين عامي 1990-2025بسبب سيادة الجفاف نتيجة قلة الامطار وارتفاع درجات الحرارة (التطرف المناخي) مما انعكس سلباً على محتوى التربة الرطوبي وانحسار الغطاء النباتي في اغلب القضاء فضلا عن ذلك عمليات التوسع العمراني بالقضاء وخصوصا بالقرب من النهر والجداول الفرعية والعيون ادى الى انحسار العديد من البساتين والنبات الطبيعي .

6- ان لعنصري المناخ دور فعال في تدهور التربة هما الحرارة المرتفعة والعالية جدا دور كبير في تدهور التربة في القضاء اذ كانت في 2025 اعلى من عام 1990 فضلا عن تذبذب كميات الامطار وانخفاض كمياتها بشكل كبير عما كانت علية عام 1990 في تراجع الغطاء النباتي وتدهور تربة قضاء المناذرة .

7- ان زيادة كميات الامطار يعمل على ازاحة ملوحة التربة ولكن عام 2025نلاحظ العكس انخفاض كميات الامطار وتذبذبها وارتفاع الحرارة يعملان على تملح التربة وتدهورها فضلا عن ذلك طرق الري التقليدية والرعي الجائر ورمي النفايات الملوثة للتربة كلها عوامل تعمل على تدهور التربة .

التوصيات :

1- الابتعاد عن طرق الري التقليدية كغمر التي تكون بكميات زيادة عن حاجة النبات وبالتالي يسبب ارتفاع درجات الحرارة الى تبخر المياه ومخلفة كميات كبيره من الملوحة وبالتالي تدهور التربة فيجب استخدام طرق ري حديثة كالتنقيط وغيرها .

2- ضرورة انشاء مراكز علمية للتحسس النائي في جميع المحافظات وتطوير مركز التحسس النائي في جامعة الكوفة ودعمه بالأجهزة الحديثة لمتابعة جميع التغير التي تحدث في محافظة النجف الاشرف واقضيتها وتوفير تقارير معلومات شهرية وسنوية عن جميع

التغيرات التي تظهر في الغطاء النباتي وتدهور التربة تفيد صانعي القرار في المحافظة بشكل عام والقضاء بشكل خاصة من اجل وضع خطط للتنمية المستدامة .

3- تقليل استخدام الاسمدة والمخصبات الكيمياوية في الزراعة وخاصة في المناطق التي تزداد فيها نسبة الملوحة واستبدالها بالمواد العضوية وخصوصا بالأجزاء الغربية والجنوبية الغربية القريبة من النهر والجداول .

4- يعاني قضاء المناذرة ونواحيها من زحف سكاني وتوسع على حساب المناطق الزراعية (الترب الصالحة للزراعة) فلابد من تنظيم المدن سوء داخل المدن او المناطق الريفية ومنع من تغير جنس الأرض من الزراعي الى استعمالات الاخرى وضع قوانين صارمة تمنع تدمير الاراضي الزراعية .

5- توصي الدراسة بعدم رمي النفايات في الاراض الصالحة للزراعة وغلق مكب النفايات ونقلها الى مناطق اخرى جرداء لا تصلح للزراعة كالمناطق الصخرية والاستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية واعادة تدويرها من اجل الحفاظ عليها وعدم تدميرها .

المصادر :

[1] – الخريطة الادارية لمحافظة النجف 1/25000والمرئية الفضائيةLand sat وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[2]– جاسم مخلف شلال ، استخدام دليل الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) في تحديد وتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي لمنطقة جبل سنجار محافظة نينوى ، المجلة العراقية لعلوم الارض ، المجلد 7، العدد2007 ، ص 265.

[3] – زهير احمد محمد ، اثر الجفاف المناخي على تدهور التربة والغطاء النباتي في محافظة ديالى ، الجامعة العراقية ، كلية الآداب ، قسم الجغرافية ، رسالة ماجستير (غير منشورة)، 2024، ص90.

[4] – اياد عبد الله خلف ، استخدام دليل الاختلاف الخضري الطبيعي وبعض المؤشرات النباتية لتحديد ورصد التصحر والكثبان الرملية في بيجي /العراق ، مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، المجلد 20، العدد2015، 1، ص117.

[5] – من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (2,3) وبرنامج ArcMap10.8.

[6] – من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (1).

[7]– بالاعتماد على معادلة دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI)والقمر الاصطناعي Land sat 5-8 2025وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[8]– بالاعتماد على معادلة دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI)والقمر الاصطناعي Land sat 5-8 1990وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[9]– من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (4,5) وبرنامج ArcMap10.8.

[10] – محمد موسى حمادي الشعباني ، وليد حنتوش حمد الفهداوي ، صلاح عثمان عبد العاني ، تطبيق المؤشرات الطيفية في دراسة اثر الجفاف على ادارة الموارد المائية واستدامتها في قضاء الحبانيه ، جامعة الموصل ، المؤتمر العلمي الثالث لمركز التحسس النائي والتطبيقات الجيوفيزيائية في مواجهة التغيرات المناخية ،2024، ص94.

[11] – من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (2).

[12] – بالاعتماد على معادلة دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI)والقمر الاصطناعي Land sat 5-8 2025وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[13]– بالاعتماد على معادلة دليل الفرق المعياري للنبات (NDVI)والقمر الاصطناعي Land sat 5-8 1990وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[14] – بالاعتماد على والخريطة (6,7) وبرنامج ArcMap10.8.

[15] – من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (3).

[16] – بالاعتماد على معادلة دليل رطوبة التربة (LSWI) والقمر الاصطناعي Land sat 5-8 1990وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[17]– بالاعتماد على معادلة دليل رطوبة التربة (LSWI) والقمر الاصطناعي Land sat 5-8 2025وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[18] – بالاعتماد على والخريطة (8,9) وبرنامج ArcMap10.8.

[19]– محمد السعيد ابو والي ، عادل محمد ابو الخير، تدهور الاراضي ، ط1، مكتبة العلم والايمان ، كفر الشيخ ، 2004،ص13.

[20] – من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (4).

[21]– بالاعتماد على معادلة دليل رطوبة التربة (LSWI) والقمر الاصطناعي Land sat 5-8 1990وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[22]– بالاعتماد على معادلة دليل رطوبة التربة (LSWI) والقمر الاصطناعي Land sat 5-8 2025وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[23] – احمد خالد واخرون ، دراسة التربة تدهور الاراضي في وادي الليث –المملكة العربية السعودية ، قسم دراسات التصحر ، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية ، ص1.

[24] مثنى خليل ابراهيم واخرون تقيم تدهور اراضي وادي حوران باستخدام دلائل الانعكاسية الطيفية ، كلية الزراعة ، جامعة الانبار ،2017، ص59.

[25]– بالاعتماد على والخريطة (10,11) وبرنامج ArcMap10.8.

[26] – بالاعتماد على جدول (5) وبرنامج اكسل .

[27]– بالاعتماد على والخريطة (12,13) وبرنامج ArcMap10.8.

[28] بالاعتماد على معادلة دليل تدهور الاراضي (LDI) و القمر الصناعي والمرئية Land sat 5-8 2025وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[29] بالاعتماد على معادلة دليل تدهور الاراضي (LDI) و القمر الصناعي والمرئية Land sat 5-8 1990وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[30] – بالاعتماد على جدول () وبرنامج اكسل .

[31] – عائشة عبد الله شاكر ، تققيم تدهور التربة في ناحية كنعان باستخدام المؤشرات الطيفية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة الكوفة ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، ص102.

[32] – بالاعتماد على معادلة دليل تدهور الاراضي (LDI) والقمر الصناعي والمرئية Land sat 5-8 2025وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[33] بالاعتماد على معادلة دليل تدهور الاراضي (LDI) والقمر الصناعي والمرئية Land sat 5-8 1990وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[34]– بالاعتماد على والخريطة (14,15) وبرنامج ArcMap10.8.

[35] – من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (7).

[36]– بالاعتماد على والخريطة (16,17) وبرنامج ArcMap10.8.

[37] – من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (8).

[38] – بالاعتماد على معادلة دليل اختلاف الملوحة (NDSI) والقمر الصناعي والمرئية Land satMt 5 2025وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[39] – بالاعتماد على معادلة دليل اختلاف الملوحة (NDSI) والقمر الصناعي والمرئية Land satMt 5 2025وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[40] – بالاعتماد على معادلة دليل اختلاف الملوحة (NDSI) والقمر الصناعي والمرئية Land satMt 5 1990وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[41] – بالاعتماد على معادلة دليل اختلاف الملوحة (NDSI) والقمر الصناعي والمرئية Land satMt 5 1990وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[42] - بالاعتماد على خريطة (18,19,20,21) .

[43] - بالاعتماد على خريطة (18,19,20,21) .

[44] – بالاعتماد على مرئيات المؤشرات المستخدمة في الدراسة للعام 2025، وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[45] – بالاعتماد على مرئيات المؤشرات المستخدمة في الدراسة للعام 1990، وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[46] – بالاعتماد على مرئيات المؤشرات المستخدمة في الدراسة للعام 1990، وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[47] – بالاعتماد على مرئيات المؤشرات المستخدمة في الدراسة للعام 2025، وباستخدام برنامج ArcMap10.8.

[48] – بالاعتماد على مرئيات المؤشرات المستخدمة في الدراسة للعام 2025، وباستخدام برنامج ArcMap10.8.