

استخدام الأدلة والمؤشرات الطيفية في تحديد مظاهر التصحر في الفرات الأوسط

مرتضى عبد الرضا وادي الفريداوي

Mortada.Abdulrida1104h@ircoedu.uobaghdad.edu.iq

أ.د. يوسف محمد علي حاتم الهذال

Youssef.Alhathal@ircoedu.uobaghdad.edu.iq

جامعة بغداد، كلية التربية ابن رشد للعلوم الإنسانية ، قسم الجغرافية

الملخص

يعد التصحر من المخاطر التي تهدد النظام البيئي والحيوي اذ تبين ان منطقة الدراسة تعاني من مشكلة التصحر وبروز مظاهرها، مما اثر في تدني القدرة الانتاجية للاراضي الزراعية وانخفاض خصوبتها وتناقص العناصر الغذائية فيها، لذ لخص البحث تحديد مظاهر التصحر في الفرات الاوسط لما لهذه المظاهر من ابعاد اقتصادية وسياسية واجتماعية تهدد اهم الموارد الطبيعية وهي الارض التي تعد اساس الانشطة الاقتصادية، وتبين من خلال تصنيف وتحليل الغطاء الارضي والمؤشرات والقرائن الطيفية للجفاف في منطقة الدراسة باستخدام سبعة مؤشرات تمثلت بـ (الغطاء النباتي، الغطاء المائي، رطوبة التربة، ملوحة التربة، تعرية التربة، القشرة البيولوجية، الكثبان الرملية) ان منطقة الدراسة تعاني من انخفاض في نسبة الغطاء النباتي ويرجع سبب الانخفاض الى سيادة الظروف المناخية المتمثلة بالجفاف وقلة تساقط الامطار والارتفاع في درجات الحرارة فضلاً عن العوامل البشرية التي ادت الى تحول مساحات واسعة من الغطاء النباتي الى اراضي جرداء، كما ادى تناقص كميات الامطار وارتفاع قيم الجفاف الى اتساع الاراضي الجافة في منطقة الدراسة بنسبة اكبر من الاراضي الرطبة والمسطحات المائية، واتضح ان قيم ملوحة التربة تباينت بشكل واضح خلال سنوات الدراسة فيظهر لنا ان الاراضي المتأثرة بالملوحة شغلت مساحات جنوب منطقة الدراسة، واتساع مساحة الاراضي المتأثرة بالتعرية بنسبة اكبر من الاراضي الخالية من التعرية، نتيجة الانخفاض في مساحة الغطاء النباتي.

الكلمات المفتاحية: المؤشرات الطيفية، الفرات الاوسط، الغطاء النباتي، الغطاء المائي، الكثبان الرملية

Using spectral indices and indicators to determine the manifestations of desertification in the Middle Euphrates

Murtadha Abdul Ridha Wadi Al-Fraidawi

Mortada.Abdulrida1104h@ircoedu.uobaghdad.edu.iq

prof.Dr Yousif Mohammad Ali Hatam Al-Hathal

Youssef.Alhathal@ircoedu.uobaghdad.edu.iq

Abstract:

Desertification is one of the risks that threaten the ecosystem and life, as it was found that the study area suffers from the problem of desertification and the emergence of its manifestations, which affected the decline in the productive capacity of agricultural lands, the decrease in their fertility, and the decrease in nutrients in them. Therefore, the research summarized the identification of the manifestations of desertification in the Middle Euphrates due to the dimensions of these manifestations. Economic, political and social threats to the most important natural resources, which is the land, which is the basis of economic activities, and it was shown through classification and analysis of land cover and indicators and spectral evidence of drought in the study area using seven indicators represented by (vegetation cover, water cover, soil moisture, soil salinity, soil erosion, Biological crust, sand dunes) The study area suffers from a decrease in the percentage of vegetation cover. The reason for the decrease is due to the prevailing climatic conditions represented by drought, lack of rainfall, and high temperatures, in addition to human factors that led to the transformation of large areas of vegetation cover into barren lands.

Key words: Spatial extension, Middle Euphrates, Vegetation cover, Water cover, Sand dunes

المقدمة:

تعد ظاهرة التصحر من الظواهر التي تهدد الحياة النباتية والحيوانية بصورة عامة ان انتشار هذه الظاهرة ادى الى قلة النبات الطبيعي وكذلك الانتاج الزراعي والزحف على الغابات لاجل السكن والرعي الجائر وقطع الاخشاب لذا فان ظاهرة التصحر تهدد للحياة البشرية (صلاح داود سلمان، حسن علي نجم، 2012، ص1620) (Salah Daoud Salman, Hassan Ali Najm, 2012, p;1620) تنتشر مظاهر التصحر في اغلب اراضي المناطق الجافة وشبه الجافة، مما يؤدي الى فقدان الحياة النباتية والتنوع الحيوي فيها، ويعد العراق بصورة عامة ومنطقة الدراسة بصورة خاصة من المناطق التي تنتشر فيها هذه المظاهر، نتيجة للعديد من العوامل الجغرافية الطبيعية والبشرية، لذا جاء هذا البحث إلى دراسة الغطاء الأرضي بمختلف اصنافه سواء كانت اراضي (غطاء نباتي، اراضي جرداء، اراضي متملحة، غطاء مائي، مستقرات بشرية)، ومحاولة تتبع تغيراتها الزمانية والمكانية بهدف الوصول إلى تشخيص مناطق العجز البيئي في النظم كنقص المياه والغطاء النباتي وحالات تدهور التربة. كما يسعى هذا البحث من خلال استخدام مؤشرات الجفاف المناخية التي ستحقق نتائجها تفسير اسباب التغيرات البيئية ونظمها الايكولوجية المسببة لحصول احداث التدهور البيئي ومؤشرات التصحر الطبيعية.

لذا سيتم تناول مظاهر التصحر ورصد التغيرات الحاصلة فيها وذلك من خلال تحليل المرئيات الفضائية التي استحصلت من موقع هئية المسح الجيولوجية الأمريكية (USGS) اذ حددت تلك السنوات اعتماداً على درجة الجفاف لتلك السنة.

مشكلة البحث

هل هنالك تغير في مظاهر التصحر وما حجم هذا التغير وما هو التوزيع المكاني والزمني في الفرات الاوسط؟

فرضية البحث

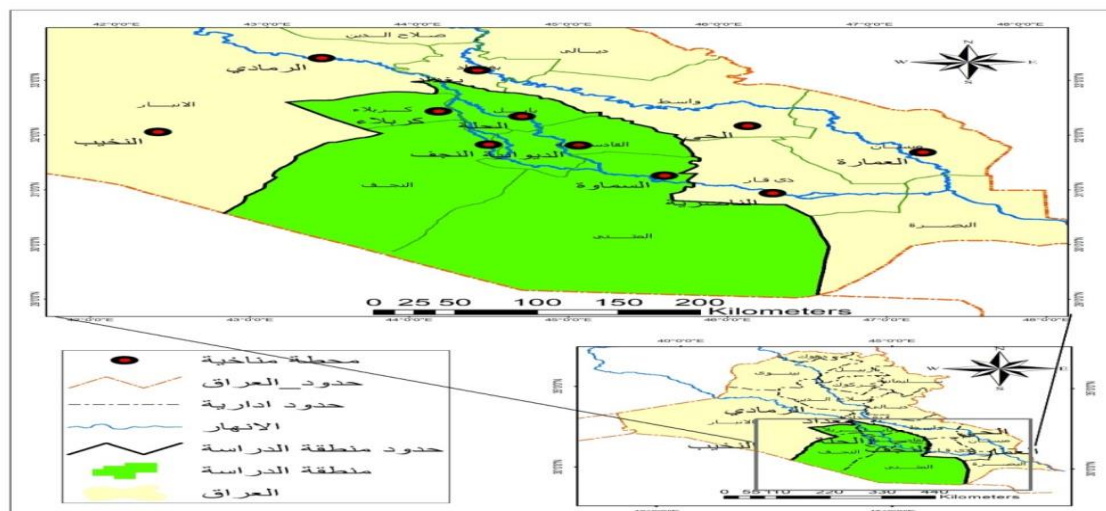
هنالك تغير وتباين في التوزيع المكاني والزمني لمظاهر التصحر وفقاً لتحليل المرئيات الفضائية في الفرات الاوسط.

حدود منطقة البحث

1- الحدود المكانية: تقع منطقة الدراسة فلكياً بين دائرتي عرض ($29^{\circ}4' - 33^{\circ}3'$) شمالاً وبين خطي طول ($43^{\circ}50' - 45^{\circ}11'$) شرقاً، ينظر خريطة (1)، وتحدد منطقة الدراسة جغرافياً ضمن المحافظات الخمس (بابل، كربلاء المقدسة، النجف الاشرف، القادسية، المثنى)، والموقع الجغرافي للمنطقة له اهمية كبيرة بالنسبة للعراق، اذ انه يشكل حلقة وصل بين المنطقتين الوسطى والغربية من العراق، اذ تحتل المنطقة من وسط العراق حتى جنوبه وجنوبه الغربي وتمثل مساحة تبلغ (98870) كم²، وهي بذلك تشكل نسبة (22.8%) من مساحة العراق البالغة (437052).

2- الحدود الزمانية: يتمثل البعد الزمني المدة الزمنية (1977-2020)، بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (Land Sat).

خريطة (1) الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الفرات الاوسط



المصدر: الباحث واعتماداً على برنامج Arc Map 10.8.5.

أولاً: التصنيف الأولي لمظاهر الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة:

في هذه الفقرة سيتم التعرف على الغطاءات الأرضية في منطقة الدراسة سواء منها الطبيعية كالمياه والترربة والنبات الطبيعي أو البشرية كالمستقرات البشرية ونموها الحضري، وعليه قبل البدء في التحليل لابد من أن تراعي هذه الفقرة دمج كل المؤشرات الأرضية في خريطة واحدة تسهل إمكانيات المقارنة ورصد التغيرات ثم التحول إلى التفاصيل لكل مؤشر.

إن عملية مراقبة التغيرات الحاصلة للغطاء الأرضي في منطقة الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد تعد من أهم الوسائل المستخدمة حديثاً من أجل معرفة التطورات التي طرأت للغطاء الأرضي واستخداماته.

ومن خلال تقسيم المرئية بحسب عناصرها إلى صفوف واعده اي مصفوفات رقمية تحمل قيماً معينة تقوم على اساس انعكاسية كل معلم من معالم المرئية الفضائية وتعتمد دقة التصنيف للمرئية على عدد الحزم الطيفية للمرئية، وتتم عملية التصنيف من خلال دمج عناصر المرئية المتشابهة القيم في نطاق واحد من خلال القياسات الاشعاعية الانعكاسية في عملية تعرف بالنمط الطيفي ودراسة وتحليل نتائج المرئية الفضائية (خاميس، 2018، ص122) (Khamis,2018,p;122).

ولأجل انشاء خرائط تصنيف الغطاء الأرضي واستخدامات الارض في منطقة الدراسة ولمدد الدراسة الثلاث فقد تم اجراء التصنيف الموجة للمرئيات الفضائية المستخدمة بالدراسة من هيئة المسح الجيولوجية الامريكية للقمر الصناعي (Land Sat 4 - 5) لسنة 1988 وسنة 1999 والقمر الصناعي (Land Sat 8 - 9) لسنة 2020، ثم تحويل جميع هذه الصور إلى برنامج (ARC GIS 10.5) لإخراج الخرائط النهائية للغطاء الأرضي في منطقة الدراسة. يلاحظ من جدول (1) وخرائط (2، 3، 4) تباين مساحات ونسب الغطاء الأرضي في الفترات الاوسط تبعاً لتباين الظروف المناخية السائدة في منطقة الدراسة، وكما يأتي توضيح لمساحات ونسب الغطاء الأرضي:

▼ تراجع الغطاء النباتي في مختلف الحالات ليكون بنسبة (17.9، 14.6، 13.2) (%) لعام 1988 و1999 و2020 على التوالي.

▼ تزايدت الأراضي الجرداء بواقع (77.2، 69.6، 81.0) % لعام 1988 و1999 و2020 على التوالي.

▼ تزايدت الأراضي المتملحة ثم تراجعت نسبها لتكون بواقع (3.6، 14.7، 4.8) (%) لعام 1988 و1999 و2020 على التوالي.

▼ تراجع مستمر في الغطاء المائي ليكون بواقع تغير (1.2، 0.8، 0.6) (%) لعام 1988 و1999 و2020 على التوالي.

▼ تزايدت المستقرات البشرية وزحفها العمراني لتكون نسبة الزيادة بواقع (0.1، 0.3، 0.4) (%) لعام 1988 و1999 و2020 على التوالي.

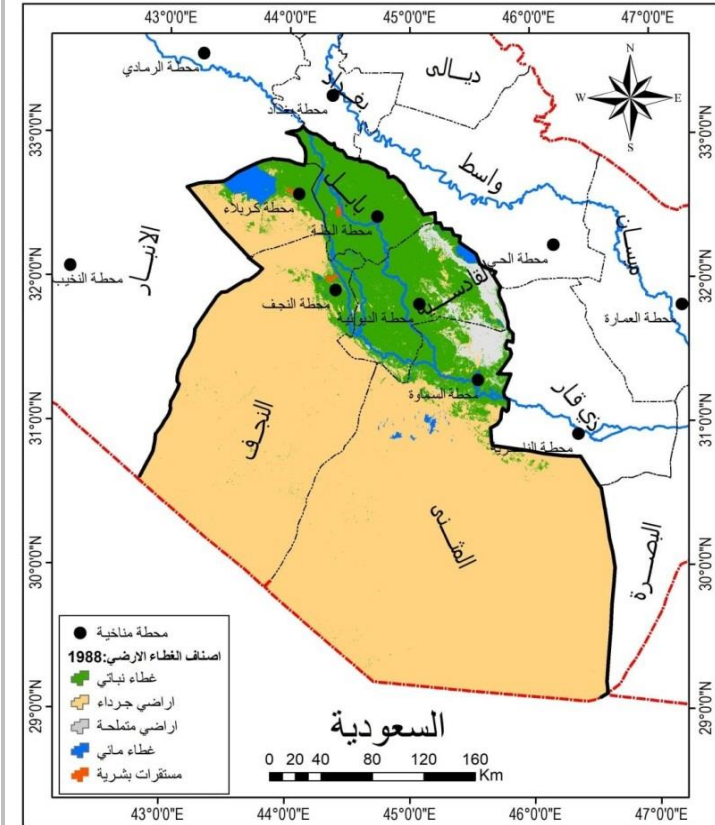
▼ يظهر مما سبق أن مؤشرات البيئة الطبيعية كالمياه والغطاء النباتي تتراجع نسبها لتزداد نسب مؤشرات التصحر كالاراضي الجرداء والمتملحة وتوسع المستقرات البشرية.

جدول (1) مساحات ونسب الغطاء الارضي في منطقة الدراسة

نوع الغطاء	1988	النسبة (%)	1999	النسبة (%)	2020	النسبة (%)
غطاء نباتي	17661.2	17.9	14433.0	14.6	13002.5	13.2
اراضي جرداء	76328.1	77.2	68809.6	69.6	80131.3	81.0
اراضي متملحة	3596.1	3.6	14518.5	14.7	4752.4	4.8
غطاء مائي	1184.3	1.2	829.9	0.8	614.6	0.6
مستقرات بشرية	100.3	0.1	279.0	0.3	369.2	0.4
المجموع	98870	%100	98870	%100	98870	%100

المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية وبرنامج Arc Gis 10.8.5.

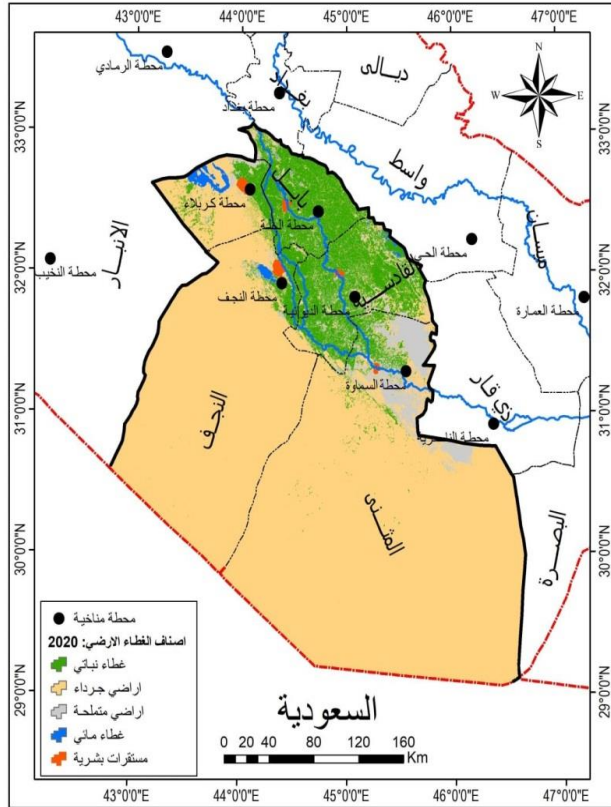
خريطة (2) التصنيف الموجة للغطاء الارضي في منطقة الدراسة خلال سنة (1988)



خريطة (3) التصنيف الموجة للغطاء الارضي في منطقة الدراسة خلال سنة (1999)



خريطة (4) التصنيف الموجة للغطاء الارضي في منطقة الدراسة خلال سنة (2020)



المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المربّيات الفضائية (Landsat:4, 5, 8, 9) لسنة 1988، 1999، 2020 ونتائج تحليل برنامج Arc Map 10.8.5.

تحليل الغطاء النباتي:

تعد عملية رصد التغيرات التي طرأت على الغطاء النباتي في منطقة الدراسة خلال مدة الدراسة المناخية (1977-2020) والتي يكون لها أهمية في أساس النظام البيئي عملية مهمة كونها تعطينا صورة واضحة عن مدى ما يتعرض له هذا الغطاء من تباين في مساحته خلال مدد الدراسة الثلاثة، إذ غطى مساحة بلغت (17661.2 كم²) ونسبة بلغت (17.9%) خلال سنة 1988، ثم أخذت المساحة بالتناقص خلال سنة 1999 لتصبح (14433.0 كم²) بنسبة (14.6%)، واستمرت مساحة الغطاء النباتي بالانخفاض التدريجي لتبلغ (13002.5 كم²) بنسبة (13.2%) في سنة 2020، ويرجع سبب الانخفاض في الغطاء النباتي إلى سيادة الظروف المناخية المتمثلة بالجفاف وقلة تساقط الأمطار والارتفاع في درجات الحرارة فضلاً عن العوامل البشرية التي أدت إلى تحول مساحات واسعة منه إلى أراضي جرداء، يلاحظ الصورة (1) التي توضح الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

صورة (1) توضح تدهور الغطاء النباتي في منطقة الدراسة



واقع الاراضي الجرداء:

سجل هذا الصنف من اصناف الغطاء الارضي خلال سنة 1988 مساحة بلغت (76328.1 كم²) ونسبة بلغت (77.2%)، في حين انخفضت تلك المساحة في سنة 1999 لتبلغ (68809.6 كم²) ونسبة (69.6%)، ثم عاودت مساحة الاراضي الجرداء بالارتفاع لتصل إلى اعلى مساحة لها خلال سنة 2020 بواقع (80131.3 كم²) ونسبة بلغت (81.0%)، يلاحظ الصورة (2) التي توضح الاراضي الجرداء في منطقة الدراسة.

صورة (2) توضح الاراضي الجرداء في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة كربلاء المقدسة، بحيرة الرزازة، تاريخ الدراسة 2023/10/4.



المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة النجف الاشرف، البادية، تاريخ الدراسة 2023/10/27.

تغيرات الاراضي المتملحة:

سجل صنف الاراضي المتملحة خلال سنة 1988 مساحة بلغت (3596.1 كم²) ونسبة بلغت (3.6) %، بينما ازدادت مساحة الاراضي المتملحة في ترب منطقة الدراسة في سنة 1999 بواقع (14518.5 كم²) ونسبة (14.7) % وهي نسبة عالية جداً مقارنةً بالمدة التي قبلها، بسبب الظروف الطبيعية والبشرية التي تأثرت بها منطقة الدراسة كالظروف المناخية من حيث تناقص كميات الامطار وارتفاع درجات الحرارة وارتفاع معدلات التبخر، بالإضافة إلى طرق الري التقليدية التي يتبعها المزارعون، ثم عاودت تلك المساحة بالانخفاض خلال سنة 2020

حيث بلغت (4752.4) كم² ونسبة (4.8) %، يلاحظ الصورة (3) التي توضح الاراضي المتملحة في منطقة الدراسة.

صورة (3) توضح تزايد الاراضي المتملحة في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة النجف الاشرف، ناحية الحيدرية، تاريخ الدراسة 2023/10/27.



المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة كربلاء المقدسة، قضاء الحر، تاريخ الدراسة 2023/10/4.

تغيرات الغطاء المائي: +

تعد مراقبة التغيرات الحاصلة في الغطاء المائي من الامور المهمة والاساسية كونها توضح لنا وفرة المياه من عدمها وإمكانية التنبؤ بها في منطقة الدراسة، ولقد تأثر العراق ومنها منطقة الدراسة خلال العقود الاخيرة من القرن العشرين بالتغير المناخي حيث انخفض مقدار التساقط بنسبة (3) % وهبوط منسوب المياه في انهار دجلة والفرات بنسبة (50) % خاصة في جفاف 1999 (وسن جميل عامر، 2016، ص11) (Wasanun Jamil) (Eamir 2016, p;11)، اذ سجل الغطاء المائي مساحة بواقع (1184.3) كم² ونسبة بلغت (1.2) % خلال سنة 1988، بينما انخفضت تلك المساحة في سنة 1999 حيث بلغت (829.9) كم² ونسبة (0.8) %، ثم استمرت

مساحة الغطاء المائي بالانخفاض التدريجي لتصل إلى ادنى مساحة لها خلال سنة 2020 حيث بلغت (614.6) كم² وبنسبة (0.6) (%، يلاحظ الصورة (4) التي توضح جفاف الانهر وانخفاض المستوى المائي في منطقة الدراسة.

صورة (4) توضح تراجع الغطاء المائي في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة النجف الاشرف، بحر النجف، تاريخ الدراسة 2023/10/27.



المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة بابل، قضاء المحاويل، ناحية النيل، تاريخ الدراسة 2023/10/26.

➤ اتجاه توسع مستقرات بشرية (النمو الحضري):

سجل صنف المستقرات البشرية خلال سنة 1988 مساحة بلغت (100.3) كم² ونسبة بلغت (0.1) (%، ثم ارتفعت تلك المساحة إلى (279) كم² وبنسبة (0.3) (%) في سنة 1999، واستمرت تلك المساحة بالارتفاع لتصل إلى (369.2) كم² ونسبة بلغت (0.4) (%) خلال سنة 2020 بسبب الزيادة الحاصلة والمستمرة في عدد السكان الامر الذي أدى إلى التجاوز على الاراضي الزراعية لإنشاء مستقرات بشرية كالمدين والقرى السكنية وغيرها، يلاحظ الصورة (5) التي توضح المستقرات البشرية في منطقة الدراسة.

صورة (5) توضح توسع المستقرات البشرية في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة النجف الاشرف، عرب الرحيمة، تاريخ الدراسة 2023/10/27.



المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة كربلاء المقدسة، قضاء عين التمر، تاريخ الدراسة 2023/10/4.

ثانياً: التصنيف التفصيلي لمؤشرات الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة

1- تحليل تغيرات الغطاء النباتي باستخدام مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

يعد مؤشر الدليل النباتي (NDVI) الأكثر شيوعاً واستخداماً في دراسة الغطاء النباتي، وهو من ادق اساليب المعالجة الرقمية للمرئيات الفضائية التي تسهم في تحديد الغطاء النباتي، اذ يعتمد على العلاقة بين الاشعة تحت الحمراء (NIR) والاشعة الحمراء المرئية (R)، ويحسب هذا الدليل وفقاً للمعادلة الاتية (الحميداوي، 2020، ص40) (Al hamidawi, 2020, p;40) :

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

اذ ان:

NDVI = مؤشر الغطاء النباتي.

NIR = نطاق الاشعة تحت الحمراء (Band 4).

RED = نطاق الاشعة الحمراء (Band 3).

NIR = نطاق الاشعة تحت الحمراء (Band 5).

RED = نطاق الاشعة الحمراء (Band 4).

تستند هذه العلاقة على ان ارتفاع انعكاسية النباتات في نطاق الاشعة تحت الحمراء القصيرة وانخفاض انعكاسية النبات في نطاق الاشعة الحمراء المرئية، فالحزمة الثالثة التي تمثل الاشعة الحمراء بطول موجي يتراوح بين (0.60-0.63) (ميكرون) يمكن من خلاله التمييز بين المناطق الجافة والخضراء، بينما الحزمة الرابعة والتي تمثل الاشعة تحت الحمراء القصيرة بطول موجي يتراوح بين (0.76-0.90) (ميكرون) يمكن من خلالها رصد كثافة وتوزيع الغطاء النباتي والتمييز بين النبات والتربة والماء (قاسم، 2023، ص272) (Qassem, 2023, p;272). وتتراوح قيم هذا المؤشر او الدليل ما بين (-1) و (+1) اذ كلما اقتربت من (-1) تشير إلى قلة الغطاء النباتي، اما اذا اقتربت من (+1) فأنها تشير إلى وجود غطاء نباتي كثيف (عطية، 2017، ص236) (Eatia, 2017, p;236). ويتضح من تحليل جدول (2) وخرائط (5، 6، 7) ان الغطاء النباتي في منطقة الدراسة يتراوح بين الكثيف جداً والكثيف والضعيف جداً خلال سنوات الدراسة، وفيما يأتي توضيح لتباين مساحات ونسب الغطاء النباتي:

الغطاء النباتي الكثيف جداً:

تركز في شمال منطقة الدراسة اذ سجل مساحة بلغت (1982.0) (كم²) ونسبة بلغت (2.0) (%) وذلك في سنة 1988، في حين انخفضت هذه المساحة خلال سنة 1999 اذ بلغت (1189.4) (كم²) ونسبه بلغت (1.2) (%). بينما عاد الارتفاع مرة اخرى خلال السنة الاخيرة من الدراسة 2020 وبمساحة بلغت (3475.2) (كم²) ونسبة (3.5) (%). وسبب هذا التباين في مساحة الغطاء النباتي يرجع إلى تباين كميات الامطار الساقطة في منطقة الدراسة.

الغطاء النباتي الكثيف:

تركز هذا الغطاء في اجزاء متفرقة من شمال ووسط منطقة الدراسة وغرب محافظة النجف، فقد سجل مساحة بواقع (3848.9) (كم²) ونسبة بلغت (3.9) (%) خلال سنة 1988، ثم ارتفعت هذه المساحة في 1999 اذ بلغت (4595.7) (كم²) ونسبة (4.6) (%). ثم اخذت بالارتفاع لتصل إلى اعلى مساحة لها في سنة 2020 اذ بلغت (5534.6) (كم²) ونسبة بلغت (5.6) (%).

الغطاء النباتي الضعيف:

شغل هذا الغطاء اعلى مساحة في منطقة الدراسة مقارنةً بالأصناف الاخرى فقد استحوذ على معظم مساحة محافظة كربلاء والنجف والمثنى، اذ سجل مساحة بلغت (78593.3) (كم²) ونسبة بلغت (79.5) (%) خلال

سنة 1988، ثم انخفضت هذه المساحة خلال سنة 1999 بواقع (54739.7) كم² ونسبة بلغت (55.4) %، ثم عاودت بالارتفاع خلال سنة 2020 حيث بلغت مساحته (84689.8) كم² ونسبة بلغت (85.7) %.

الغطاء النباتي الضعيف جداً:

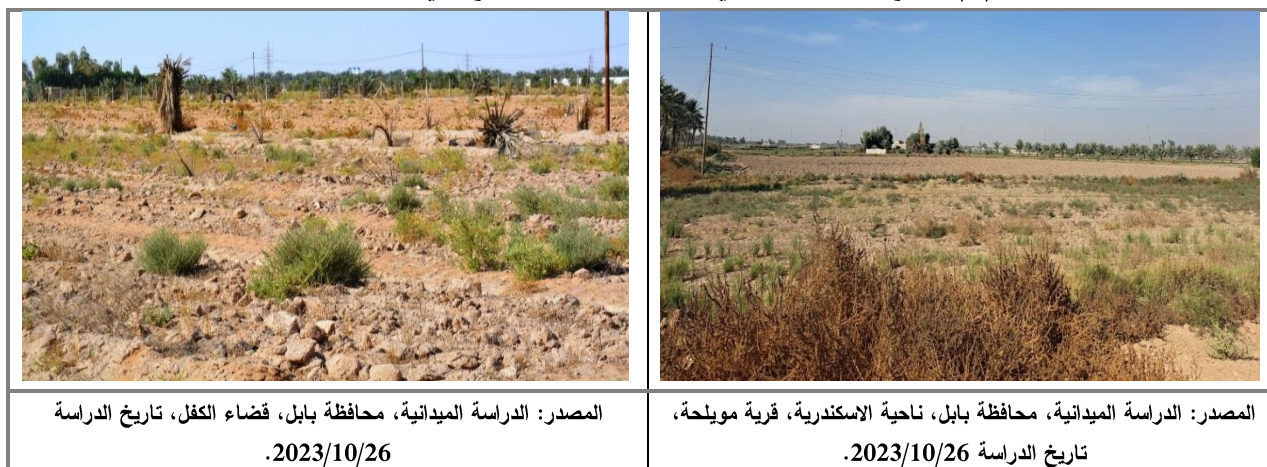
تركز هذا الغطاء في الاجزاء الشمالية الشرقية من محافظتي المثنى والديوانية واجزاء متفرقة من محافظتي كربلاء والنجف اذ بلغت مساحته (10776.4) كم² ونسبة بلغت (10.9) % خلال سنة 1988، ثم ارتفعت هذه المساحة خلال سنة 1999 بلغت (35004.9) كم² ونسبة (35.4) % تركّز ضمن الجزء الاوسط من منطقة الدراسة اذ امتد من محافظة كربلاء إلى محافظة المثنى واجزاء متفرقة من محافظة الديوانية، ثم انخفضت هذه المساحة خلال سنة 2020 بواقع (4163.5) كم² ونسبة بلغت (4.2) %. اما المساحات والنسب المشتقة فترجع إلى الغطاء المائي الذي لم يدخل ضمن تصنيفات الغطاء النباتي، يلاحظ الصورة (6) تمثل الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

جدول (2) مساحات ونسب الغطاء النباتي NDVI في منطقة الدراسة

نوع الغطاء	1988	النسبة %	1999	النسبة %	2020	النسبة %
كثيف جداً	2531.5	2.6	1789.8	1.8	3530.6	3.6
كثيف	4398.4	4.4	5196.2	5.3	5590.0	5.7
ضعيف	79142.8	80.0	55340.2	56.0	84745.2	85.7
ضعيف جداً	11325.9	11.5	35605.4	36.0	4218.9	4.3
غطاء مائي	1471.4	1.5	938.4	0.9	785.3	0.7
المجموع	98870	%100	98870	%100	98870	%100

المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية وبرنامج Arc Gis 10.8.5.

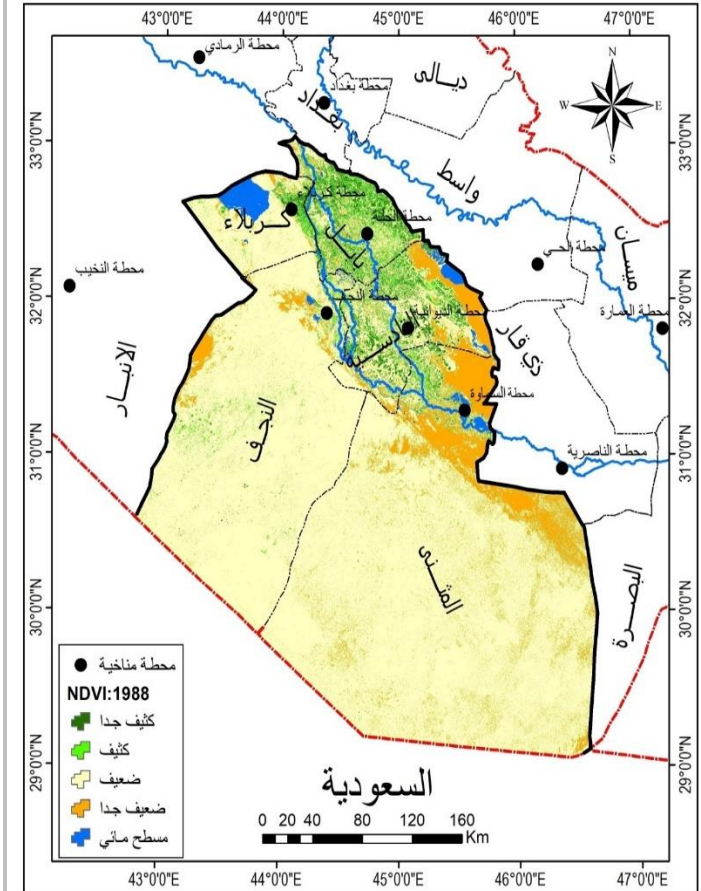
صورة (6) واقع الغطاء النباتي بعد التغير والتراجع في منطقة الدراسة



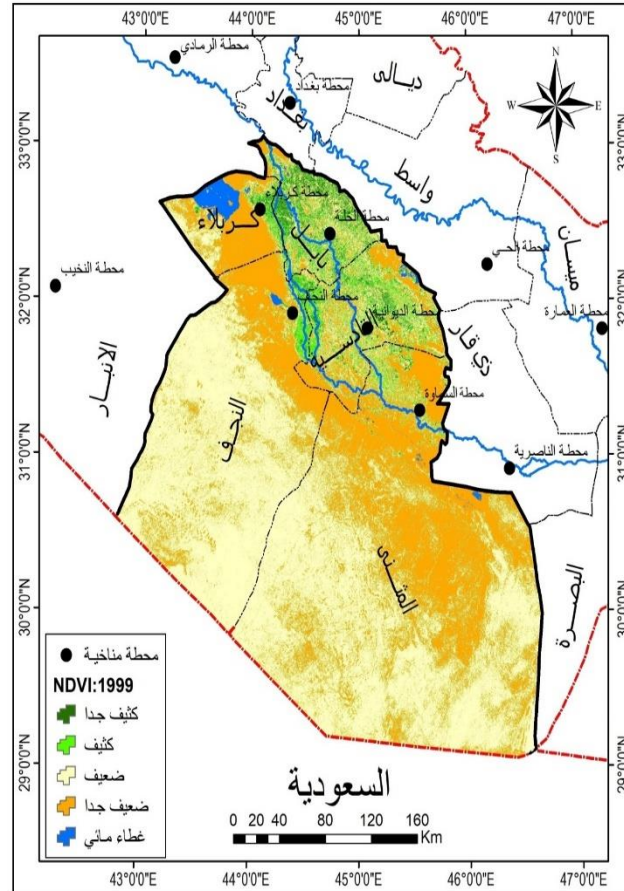
المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة بابل، قضاء الكفل، تاريخ الدراسة 2023/10/26.

المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة بابل، ناحية الاسكندرية، قرية مويلحة، تاريخ الدراسة 2023/10/26.

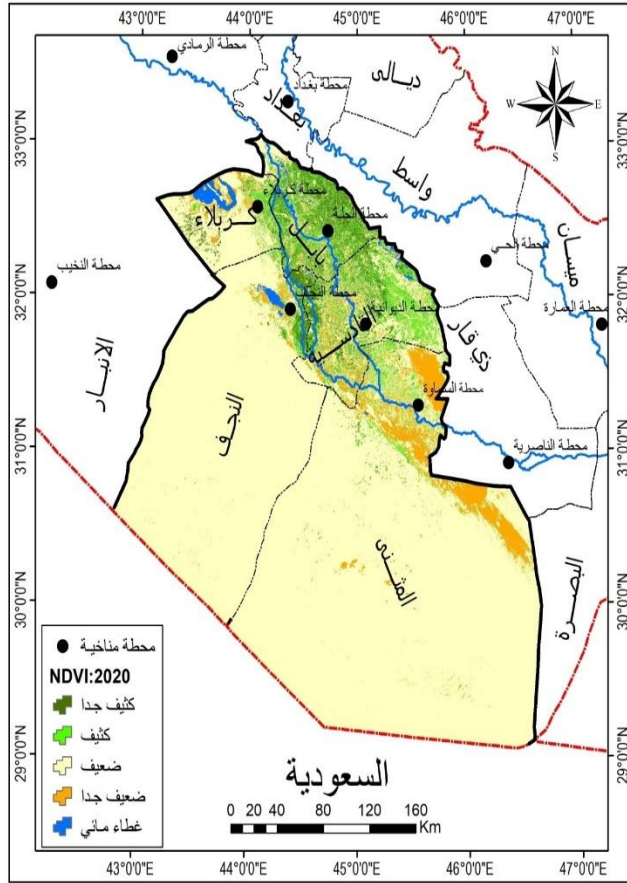
خريطة (5) مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) في منطقة الدراسة خلال سنة (1988)



خريطة (6) مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) في منطقة الدراسة خلال سنة (1999)



خريطة (7) مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) في منطقة الدراسة خلال سنة (2020)



المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية (Landsat:4, 5, 8, 9) لسنة 1988، 1999، 2020 ونتائج تحليل برنامج Arc Map 10.8.5

2- تحليل تغيرات الغطاء المائي باستخدام مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء المائي

Normalized Difference Water Index

ان مؤشر دليل الغطاء المائي NDWI استنتج باستعمال نفس مبدأ مؤشر الغطاء المائي NDVI ، حيث ان الانعكاسية الطيفية للماء تكون عالية في الطول الموجي الاخضر (0.52 – 0.60) (ميكرون) وقليلة جداً في الطول الموجي تحت الاحمر (0.76 – 0.90) (ميكرون)، كما ان الانعكاسية العالية للنبات والتربة في الطول الموجي تحت الاحمر تجعل قيم NDWI موجبة فيما يخص المناطق المائية وعليه تبدو المناطق المائية في مرئية NDWI مضيئة ذو قيم موجبة في حين تبدو المناطق الخضراء والمبينة داكنة ومظلمة ذو قيم سالبة او صفر اذ تتراوح قيم هذا المؤشر بين $(-1 + 1)$ (Hanqiu, 2006, p;3026)، وبناءً على ذلك تم استخدام هذا المؤشر لتمييز مناطق الماء عن باقي معالم سطح الارض والذي يمكن حسابة باستخدام المعادلة الاتية (Joao, 2019, p;3) :

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

اذ ان:

NDWI = مؤشر الغطاء المائي.

Green = الطول الموجي الاخضر.

NIR = الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء.

يتضح من تحليل بيانات جدول (3) وخرائط (8، 9، 10) اتساع الاراضي الجافة في منطقة الدراسة بنسبة اكبر من مساحة الاراضي الرطبة والمسطحات المائية خلال سنوات الدراسة الثلاث، ويرجع سبب تناقص مساحة الاراضي الرطبة والمسطحات المائية إلى ما تشهده منطقة الدراسة من تناقص كميات الامطار وارتفاع قيم الجفاف نتيجة الارتفاع الحاصل في درجات الحرارة بالإضافة إلى سياسات دول المنبع التي قامت ببناء العديد من مشاريع السدود دون التنسيق مع دول المصب، وكما يأتي توضيح لتباين هذه المساحات ونسب الغطاء المائي:

اراضي جافة: 

شغل هذا الغطاء اعلى مساحة في منطقة الدراسة فقد ضم مساحات شاسعة خاصتاً في محافظتي المنثى والنجم اذ بلغت مساحته (76013.9) كم² وبنسبة بلغت (76.9) (%) خلال سنة 1988، ثم ارتفعت تلك المساحة إلى (859521.1) كم² وبنسبة بلغت (86.9) (%) خلال سنة 1999، في حين انخفضت مساحته خلال سنة 2020 بواقع (76148.9) كم² وبنسبة بلغت (77) (%).

اراضي رطبة: 

تركز هذا الغطاء في شمال ووسط منطقة الدراسة ومناطق متفرقة في محافظتي المنثى والنجم اذ سجل مساحة بلغت (19186.7) كم² بنسبة بلغت (19.4) (%) خلال سنة 1988، ثم انخفضت تلك المساحة خلال سنة

1999 إلى (9577.6 كم²) ونسبة بلغت (9.7%)، في حين ارتفعت تلك المساحة خلال سنة 2020 اذ بلغت (21714.2 كم²) ونسبة بلغت (22%).

🚦 غطاء مائي:

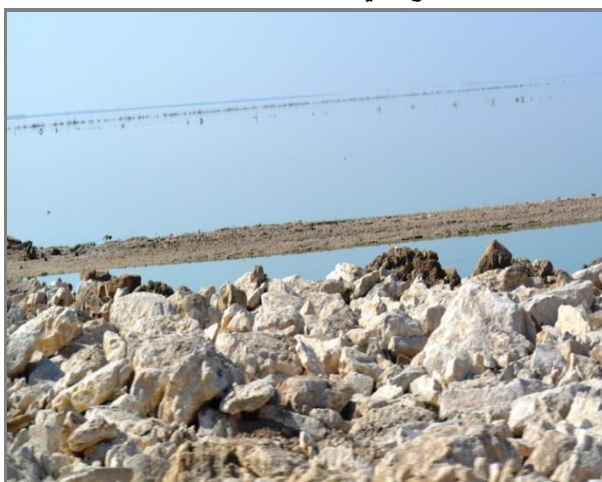
سجل هذا الغطاء مساحة بلغت (3669.4 كم²) ونسبة بلغت (3.7%) خلال سنة 1988، ثم انخفضت تلك المساحة إلى (3340.3 كم²) ونسبة بلغت (3.4%)، واستمرت بالانخفاض خلال سنة 2020 اذ بلغت المساحة (1006.9 كم²) ونسبة بلغت (1%)، يلاحظ الصورة (7) تمثل الغطاء المائي في منطقة الدراسة.

جدول (3) مساحات ونسب الغطاء المائي NDWI في منطقة الدراسة

نوع الغطاء	1988	النسبة (%)	1999	النسبة (%)	2020	النسبة (%)
اراضي جافة	76013.9	76.9	85952.1	86.9	76148.9	77.0
اراضي رطبة	19186.7	19.4	9577.6	9.7	21714.2	22.0
غطاء مائي	3669.4	3.7	3340.3	3.4	1006.9	1.0
المجموع	98870	%100	98870	%100	98870	%100

المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية وبرنامج Arc Gis 10.8.5.

صورة (7) واقع الغطاء المائي بعد الانحسار والتراجع في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة النجف الاشرف،
بحر النجف، تاريخ الدراسة 2023/10/27.

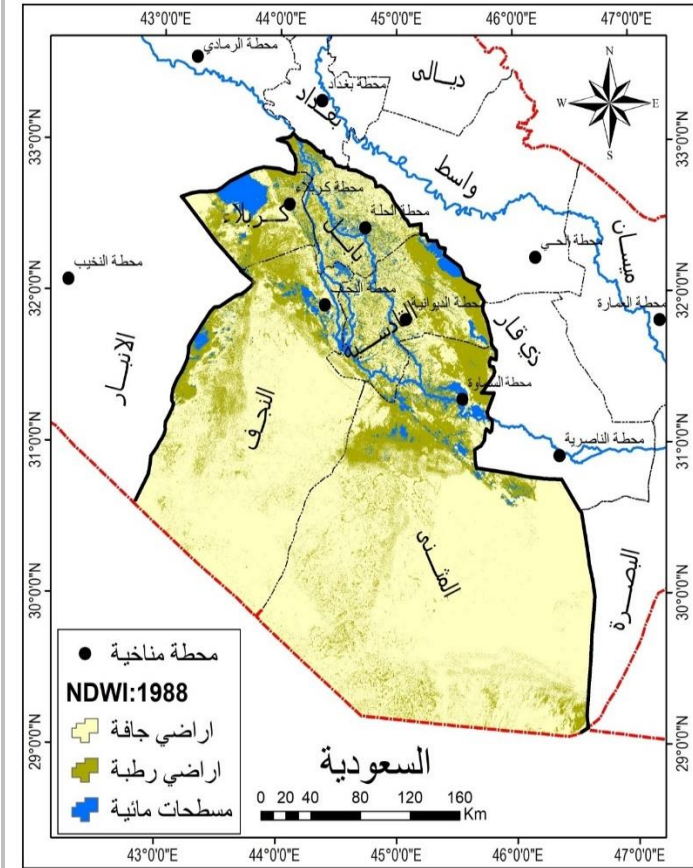


المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة بابل، قضاء الكفل،
نهر الفرات، تاريخ الدراسة 2023/10/26.

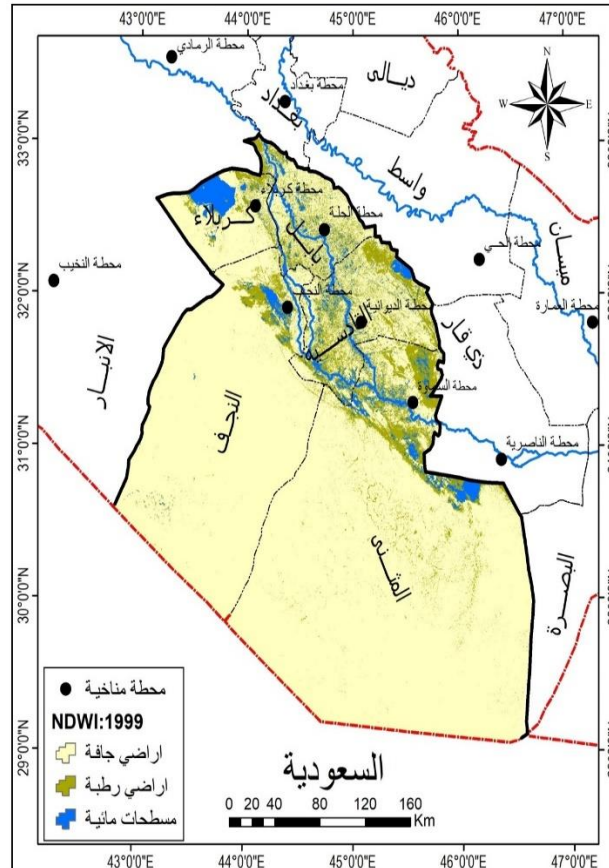


المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة النجف الاشرف، سد وادي حُسب، تاريخ الدراسة 2023/10/27.

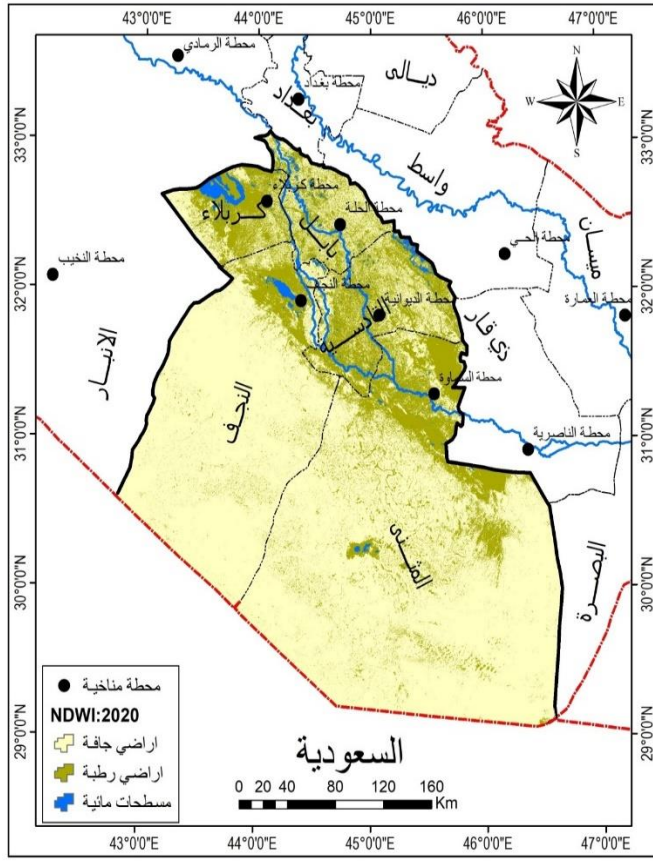
خريطة (8) مؤشر الغطاء المائي (NDWI) في منطقة الدراسة خلال سنة (1988)



خريطة (9) مؤشر الغطاء المائي (NDWI) في منطقة الدراسة خلال سنة (1999)



خريطة (10) مؤشر الغطاء المائي (NDWI) في منطقة الدراسة خلال سنة (2020)



المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية (Landsat: 5, 8, 9) لسنة 1988، 1999، 2020 ونتائج تحليل برنامج ARC GIS 10.5.

3- تحليل تغيرات خصائص التربة باستخدام مؤشر فرق رطوبة التربة

Normalized Difference Moisture Index (NDMI)

تعرف رطوبة التربة على انها مقدار المياه العالقة او المخزونة في التربة وهذا يختلف من تربة لإخرى بناءً على خصائصها الفيزيائية وغيرها، ولحساب قيمة مؤشر فرق رطوبة التربة يجب ان تتوفر ضمن نطاق بيانات الاستشعار نطاق يغطي المنطقة تحت الحمراء NIR من الطيف الكهرومغناطيسي ونطاق آخر يغطي الأشعة تحت الحمراء القصيرة SWIR. وتتراوح قيم هذا المؤشر بين $(-1 + 1)$ ، إذ تمثل القيمة التي تقع ما بين (1 و 0) مناطق ذات رطوبة عالية، واما القيمة التي تقع ما بين $(0 - 1)$ فأنها تمثل مناطق ذات رطوبة قليلة او انها تعاني من الجفاف، فكلما قل محتوى الرطوبة فأن قيمته تقل عن (1) (خميس فاخر داود، 2019، ص406) (Khamis Fakher Daoud, 2019, P406). ويمكن حسابة باستخدام المعادلة الآتية (Mustafa, Khalid, 2017, P123):

$$NDMI = \frac{(Band\ 5 - Band\ 6)}{(Band\ 5 + Band\ 6)}$$

إذ ان: NDMI: مؤشر فرق رطوبة التربة. Band 5: الطول الموجي تحت الحمراء القريب.

Band 6: الطول الموجي تحت الحمراء القصيرة.

يلاحظ من تحليل بيانات جدول (4) وخرائط (11، 12، 13) تباين واضح في قيم رطوبة التربة في أثناء سنوات الدراسة فيظهر لنا الاراضي ذات الترب الجافة شغلت مساحات واسعة جنوب منطقة الدراسة في محافظتي المثنى والنجف ومناطق متفرقة من محافظة كربلاء، وكما يأتي توضيح لتباين هذه المساحات في اثناء سنوات الدراسة:

ترب جافة:

شغل هذا الغطاء اعلى مساحة ضمن منطقة الدراسة خاصةً في محافظتي المثنى والنجف اذ بلغت مساحته $(43452.16)^{(كم^2)}$ ونسبة بلغت $(43.95)^{(\%)}$ في سنة 1988، ثم ارتفعت في سنة 1999 الى $(48101.95)^{(كم^2)}$ وبنسبة بلغت $(48.65)^{(\%)}$ ، واستمرت بالارتفاع لتصل الى اعلى مساحة تغطيها في السنوات المدروسة حيث بلغت $(68626.4)^{(كم^2)}$ ونسبة بلغت $(69.41)^{(\%)}$ في سنة 2020.

ترب قليلة الرطوبة:

سجل صنف ترب قليلة الرطوبة مساحة بلغت $(33172.21)^{(كم^2)}$ ونسبة بلغت $(33.55)^{(\%)}$ في سنة 1988، ثم ارتفعت تلك المساحة في سنة 1999 إذ بلغت $(38589.86)^{(كم^2)}$ وبنسبة بلغت $(39.04)^{(\%)}$ ، في حين انخفضت هذه المساحة في سنة 2020 لتصل الى $(22402.67)^{(كم^2)}$ بنسبة بلغت $(22.66)^{(\%)}$.

ترب متوسطة الرطوبة:

سجل هذا الغطاء مساحة بواقع $(11894.02)^{(كم^2)}$ ونسبة بلغت $(12.03)^{(\%)}$ في سنة 1988 تركز في محافظتي بابل والقادسية، ثم انخفضت تلك المساحة قليلاً في سنة 1999 اذ بلغت $(9404.76)^{(كم^2)}$ ونسبة

(9.51) (%، واستمرت بالانخفاض لتصل الى ادنى مساحة تغطيتها خلال السنوات المدروسة حيث بلغت (5207) (كم²) ونسبة (5.27) (%).

✚ تراب رطبة:

شغل صنف تراب رطبة مساحة بلغت (6448.97) (كم²) ونسبة بلغت (6.52) (%) في سنة 1988، ثم تراجعت هذه المساحة في سنة 1999 إذ بلغت (1768394) (كم²) ونسبة (1.79) (%، في حين ارتفعت تلك المساحة في سنة 2020 لتبلغ (1803.42) (كم²) ونسبة بلغت (1.82) (%).

✚ تراب عالية الرطوبة:

شغل هذا الغطاء مساحة بلغت (3902.64) (كم²) ونسبة بلغت (3.95) (%) في سنة 1988، في حين تراجعت هذه المساحة في سنة 1999 الى (995.49) (كم²) ونسبة (1.01) (%، واستمرت بالتراجع والانحسار لتصل الى ادنى مساحة لها في سنة 2020 إذ بلغت (830.51) (كم²) ونسبة (0.84) (%، يلاحظ الصورة (8) التي تمثل واقع الجفاف في تراب منطقة الدراسة.

جدول (4) مساحات ونسب رطوبة التربة Moisture Index في منطقة الدراسة

النسبة (%)	2020	النسبة (%)	1999	النسبة (%)	1988	نوع الغطاء
69.41	68626.4	48.65	48101.9 5	43.95	43452.1 6	تراب جافة
22.66	22402.6 7	39.04	38598.8 6	33.55	33172.2 1	تراب قليلة الرطوبة
5.27	5207	9.51	9404.76	12.03	11894.0 2	تراب متوسطة الرطوبة
1.82	1803.42	1.79	1768.94	6.52	6448.97	تراب رطبة
0.84	830.51	1.01	995.49	3.95	3902.64	تراب عالية الرطوبة
100 %	98870	100 %	98870	100 %	98870	المجموع

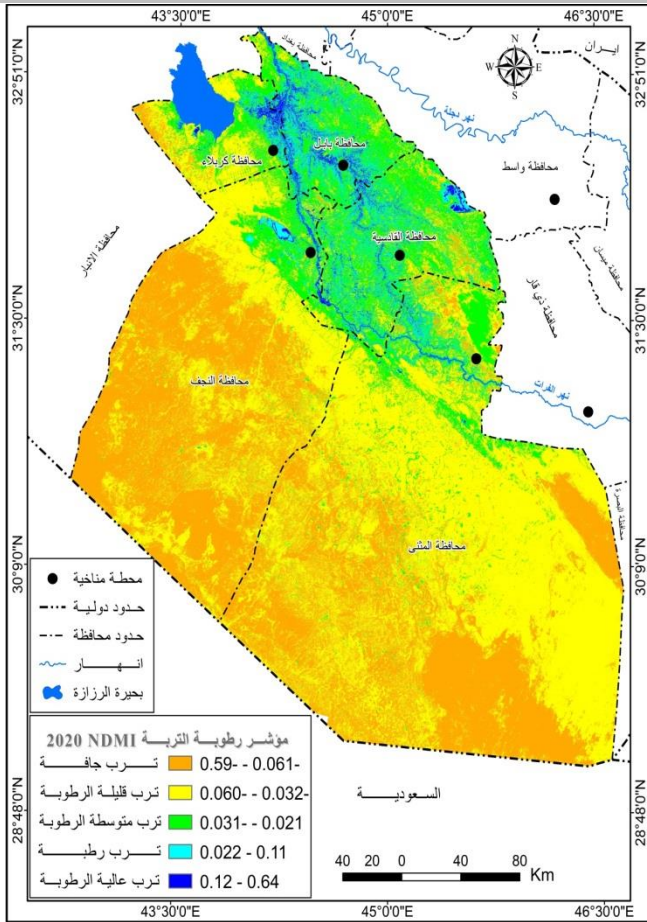
المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية وبرنامج Arc Gis 10.8.5.

صورة (8) واقع التراب الجافة في منطقة الدراسة

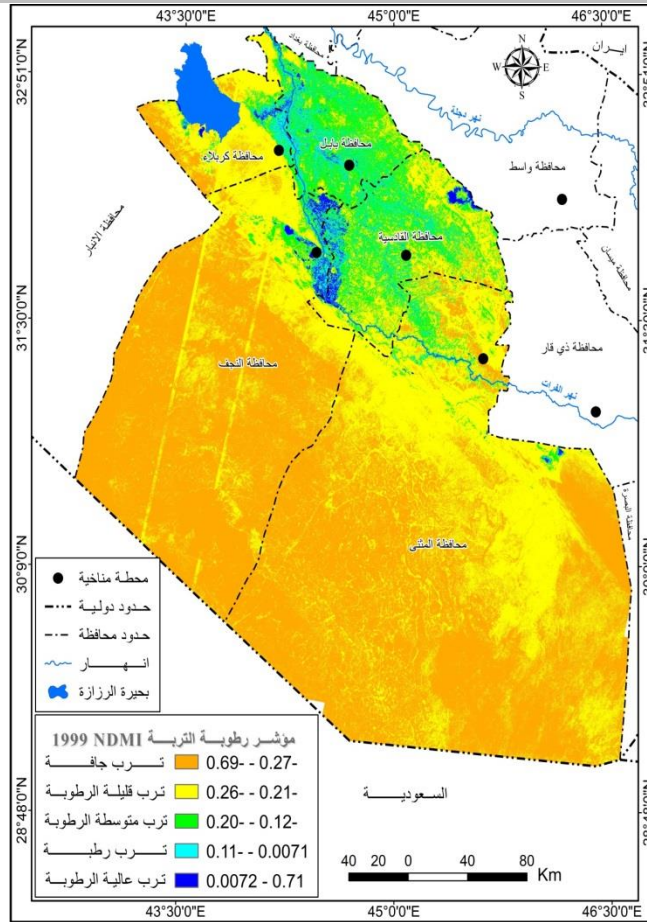


المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة كربلاء المقدسة، قضاء عين التمر، تاريخ الدراسة 2023/10/4.

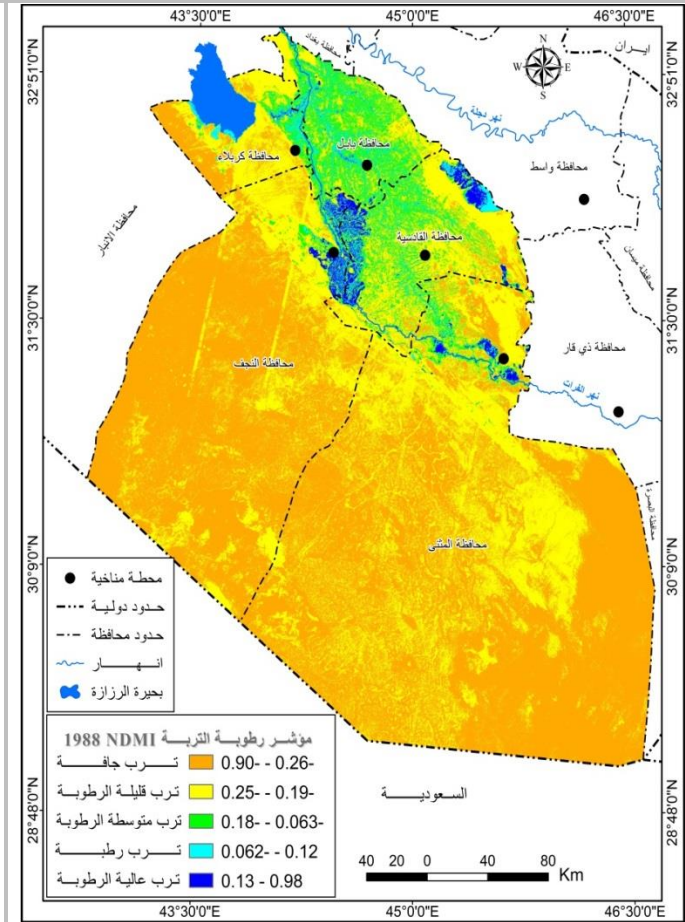
خريطة (13) مؤشر رطوبة التربة (NDMI) في منطقة الدراسة خلال سنة (2020)



خريطة (12) مؤشر رطوبة التربة (NDMI) في منطقة الدراسة خلال سنة (1999)



خريطة (11) مؤشر رطوبة التربة (NDMI) في منطقة الدراسة خلال سنة (1988)



المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية (Landsat:4, 5, 8, 9) لسنة 1988، 1999، 2020 ونتائج تحليل برنامج Arc Map 10.8.5.

4- تحليل تغيرات خصائص التربة باستخدام مؤشر ملوحة التربة (*Salinity Index (SI)*)

تعد ملوحة التربة من أكثر المخاطر البيئية انتشاراً في جميع انحاء العالم، خاصةً في المناطق الجافة وشبه الجافة، لما تتميز به هذه المناطق من ترب ذات نفاذية ضعيفة وبقرب المياه الجوفية التي تحتوي على الاملاح بواسطة الخاصية الشعرية إلى سطح تتعرض إلى التبخر وتبقى الاملاح على الطبقة السطحية للتربة (الجوذري، 2016، ص 66) (Al judhriu, 2016, p;66)، ويعتبر تملح التربة الذي يحدث بشكل رئيسي بسبب الري والانشطة الزراعية المكثفة الاخرى من اكثر المشاكل خطورةً بين العديد من اشكال تدهور التربة، ويقاس هذا المؤشر العلاقة المباشرة بين (EC) ورطوبة التربة للدلالة على تركيز الملوحة في الرطوبة المتاحة، ويعتبر مؤشر حساس للانعكاس السطحي للأرض المتأثرة بالملوحة، ويحسب وفق المعادلة الآتية (A. Azabdaftari, 2016, p;3 :

$$SI = \frac{RED \times NIR}{Green}$$

اذ ان:

SI = مؤشر ملوحة التربة.

RED = نطاق الاشعة الحمراء.

NIR = نطاق الاشعة تحت الحمراء.

يلاحظ من تحليل بيانات جدول (5) وخرائط (14، 15، 16) تباين واضح في قيم ملوحة التربة خلال سنوات الدراسة فيظهر لنا ان الأراضي المتأثرة بالملوحة شغلت مساحات واسعة جنوب منطقة الدراسة في محافظتي المثنى والنجف ومناطق متفرقة من غرب محافظة كربلاء، وكما يأتي توضيح لتباين هذه المساحات خلال سنوات الدراسة:

✚ تملح عالي جداً:

شغل هذا الغطاء مساحة بلغت (1343.7 كم²) ونسبة بلغت (1.4%) خلال سنة 1988 تركز في جنوب منطقة الدراسة وغرب محافظة النجف، ثم ارتفعت مساحته إلى (1650 كم²) ونسبة بلغت (1.7%) خلال سنة 1999، وانخفضت هذه المساحة قليلاً خلال سنة 2020 لتبلغ (1615.4 كم²) بنسبة (1.6%).

✚ تملح عالي:

سجل هذا الغطاء مساحة بواقع (3985.6 كم²) ونسبة بلغت (4%) خلال سنة 1988 تركز في وسط وجنوب منطقة الدراسة والاجزاء الشرقية من محافظة القادسية، وارتفعت هذه المساحة خلال سنة 1999 إلى (15315.9 كم²) ونسبة بلغت (15.5%)، واستمرت بالارتفاع لتصل إلى اعلى مساحة تغطيتها خلال السنوات المدروسة اذ بلغت (20137.3 كم²) ونسبة (20.4%) خلال سنة 2020.

✚ قليلة التملح:

شغل هذا الغطاء اعلى مساحة ضمن منطقة الدراسة خاصتاً في محافظتي كربلاء والنجف والمثنى اذ بلغت مساحته (72340.1 كم²) ونسبة (73.2%) خلال سنة 1988، في حين انخفضت تلك المساحة خلال سنة 1999 إلى (66164.1 كم²) ونسبة بلغت (66.9%)، واستمرت تلك المساحة بالانخفاض في سنة 2020 لتبلغ المساحة فيها (52373.2 كم²) بنسبة بلغت (53%).

خالية من التملح:

سجل صنف الاراضي الخالية من التملح مساحة بلغت (17531.2 كم²) ونسبة بلغت (17.7%) خلال سنة 1988، ثم انخفضت تلك المساحة خلال سنة 1999 اذ بلغت (12399.7 كم²) ونسبة بلغت (12.5%)، في حين ارتفعت تلك المساحة خلال سنة 2020 لتبلغ (23737.2 كم²) ونسبة بلغت (24%). اما المساحات والنسب المشتقة فترجع إلى الغطاء المائي الذي لم يدخل ضمن تصنيفات الترب المتملحة، يلاحظ الصورة (9) تمثل الاراضي المتملحة في منطقة الدراسة.

جدول (5) مساحات ونسب ملوحة التربة Soil Salinity في منطقة الدراسة

النسبة (%)	2020	النسبة (%)	1999	النسبة (%)	1988	نوع الغطاء
1.6	1615.4	1.7	1650.0	1.4	1343.7	تملح عالي جداً
20.4	20137.3	15.5	15315.9	4.0	63985.	تملح عالي
53.0	52373.2	66.9	66164.1	73.2	72340.1	قليلة التملح
24.0	223737.	12.5	712399.	17.7	217531.	خالية من التملح
1.0	1006.9	3.4	3340.3	3.7	3669.4	غطاء مائي
%100	98870	%100	98870	%100	98870	المجموع

المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية وبرنامج Arc Gis 10.8.5.

صورة (9) واقع الاراضي المتملحة بعد تزايد رقعتها في منطقة الدراسة

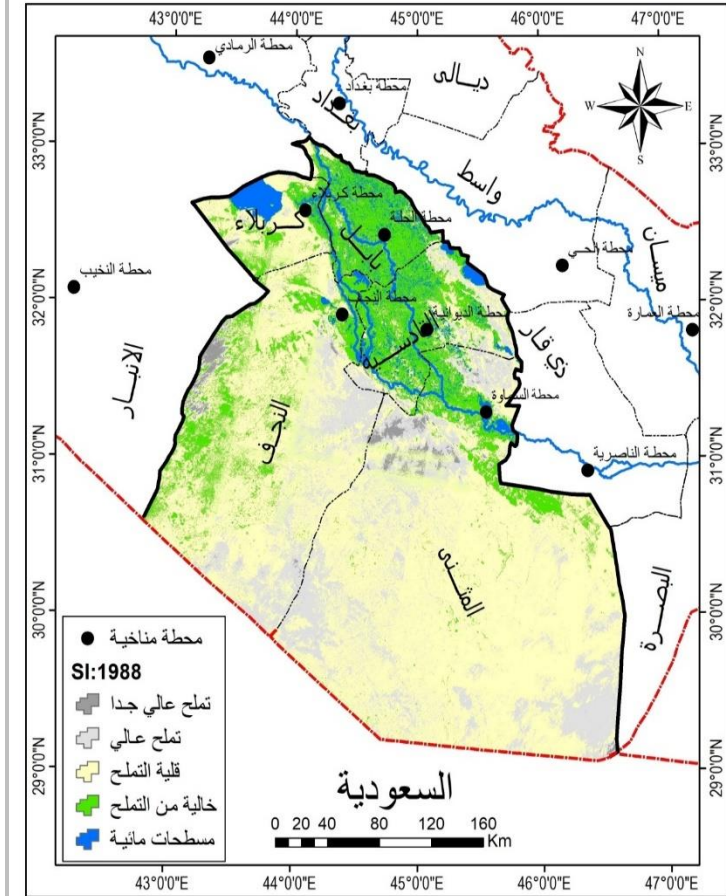


المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة النجف الاشرف، منطقة الفتحة، تاريخ الدراسة 2023/10/27.

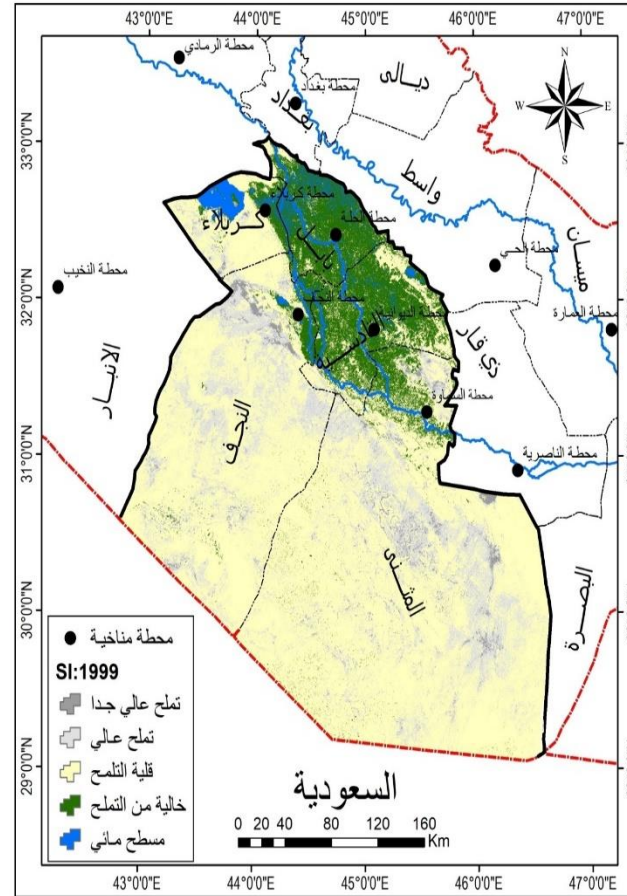


المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة بابل، قضاء المحاول، ناحية الامام، تاريخ الدراسة 2023/10/26.

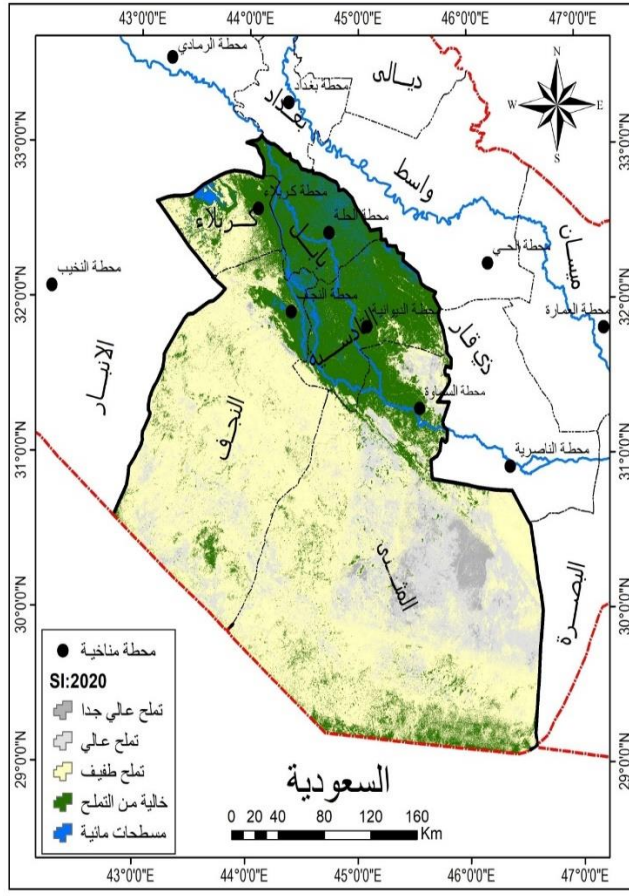
خريطة (14) مؤشر ملوحة التربة (SI) في منطقة الدراسة
خلال سنة (1988)



خريطة (15) مؤشر ملوحة التربة (SI) في منطقة
الدراسة خلال سنة (1999)



خريطة (16) مؤشر ملوحة التربة (SI) في منطقة
الدراسة خلال سنة (2020)



المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية (Landsat: 5, 8, 9) لسنة 1988، 1999، 2020 ونتائج تحليل برنامج Arc Map 10.8.5.

5- تحليل تغيرات غطاء التربة باستخدام مؤشر التربة العارية

Bare Soil index (BSI)

يقصد بتعرية التربة عملية تفتيت او تحطيم التربة نتيجة لفعل التجوية المختلفة ونقلها بواسطة عوامل النقل المختلفة (الماء او الهواء او غيرهما) وترسيب المواد المنقولة في غير مواقعها الاصلية (عبد الله، 2010، ص25) (Abed allah, 2010, p;25). اذ الرياح تعمل على انجراف التربة فحبيبات الرمال تبدأ حركتها عندما تتراوح سرعة الرياح من (9-12) كم/ساعة (ديوان، 2013، ص106) (Diwan, 2013, p;106)، وتتم دراسة ومراقبة الترب المتأثرة بالتعرية من خلال التغيرات التي تطرأ على كمية الاشعة المنعكسة من سطح التربة، اذ ان هناك علاقة عكسية بين نسبة احتواء التربة على المادة العضوية ودرجة الانعكاسية بسبب لونها وقابليتها على الاحتفاظ بالرطوبة (الداغستاني، 2003، ص147) (Al dagestani, 2003, p;147). يمكن حساب مؤشر الترب العارية باستخدام المعادلة الاتية (Krishnendu, 2014, p;360):

$$BSI = \frac{(B4 + B2) - B3}{(B4 + B2 + B3)}$$

يتضح من بيانات جدول (6) وخرائط (17، 18، 19) اتساع مساحة الاراضي المتأثرة بالتعرية في منطقة الدراسة بنسبة اكبر من الاراضي الخالية من التعرية، نتيجة الانخفاض في مساحة الغطاء النباتي اذ تركزت الاراضي المتأثرة بالتعرية في محافظة كربلاء والنجف والتمثلي ومناطق متفرقة من محافظة القادسية، وفيما يلي توضيح لتباين مساحات ونسب هذه الاراضي:

✚ خالية من التعرية:

سجل صنف الاراضي الخالية من التعرية مساحة بلغت (2755) كم² ونسبة بلغت (2.8) (%) خلال سنة 1988، ثم انخفضت تلك المساحة خلال سنة 1999 إلى (1809.1) كم² ونسبة بلغت (1.9) (%)، في حين ارتفعت مساحة الاراضي الخالية من التعرية خلال سنة 2020 بواقع (8140.1) كم² ونسبة بلغت (8.2) (%) شملت مناطق محافظة بابل والقادسية ومساحات قليلة جداً من محافظة كربلاء والنجف.

✚ تعرية طفيفة جداً:

سجل هذا الغطاء مساحة بلغت (3058.5) كم² ونسبة بلغت (3.1) (%) خلال سنة 1988، في حين ارتفعت هذه المساحة خلال سنة 1999 إلى (5248.8) كم² ونسبة بلغت (5.3) (%)، ثم تراجعت تلك المساحة في سنة 2020 لتسجل مساحة بواقع (2681.4) كم² ونسبة بلغت (2.7) (%).

✚ متوسطة التعرية:

شغل صنف الاراضي متوسطة التعرية مساحة بلغت (8764.2) كم² ونسبة بلغت (8.9) (%) خلال سنة 1988، ثم ارتفعت تلك المساحة في سنة 1999 إلى (11684.6) كم² ونسبة بلغت (11.8) (%)، في حين تراجعت تلك المساحة خلال سنة 2020 لتبلغ (4205.1) كم² ونسبة بلغت (4.3) (%).

✚ عالية التعرية:

سجل هذا الغطاء مساحات متقاربة خلال سنوات الدراسة اذ بلغت مساحته في سنة 1988 (54806.1) كم² ونسبة بواقع (55.4) %، ثم ارتفعت هذه المساحة إلى (58743.2) كم² ونسبة (59.4) % خلال سنة 1999، واستمرت تلك المساحة الارتفاع في سنة 2020 لتبلغ (58768) كم² ونسبة بلغت (59.4) %.

✚ شديدة التعرية:

سجل صنف الاراضي شديدة التعرية مساحة بلغت (29486.2) كم² ونسبة بواقع (29.8) % خلال سنة 1988، ثم انخفضت تلك المساحة خلال سنة 1999 إلى (21384.3) كم² ونسبة بلغت (21.6) %، في حين اخذت تلك المساحة بالارتفاع خلال سنة 2020 اذ سجلت مساحة بلغت (25075.4) كم² ونسبة (25.4) %، يلاحظ الصورة (10) تمثل الاراضي المتأثرة بالتعرية في منطقة الدراسة.

جدول (6) مساحات ونسب التربة العارية Bare Soil في منطقة الدراسة

نوع الغطاء	1988	النسبة (%)	1999	النسبة (%)	2020	النسبة (%)
خالية من التعرية	2755.0	2.8	1809.1	1.9	8140.1	8.2
تعرية طفيفة جداً	3058.5	3.1	5248.8	5.3	2681.4	2.7
متوسطة التعرية	8764.2	8.9	11684.6	11.8	4205.1	4.3
عالية التعرية	54806.1	55.4	58743.2	59.4	58768.0	59.4
شديدة التعرية	29486.2	29.8	21384.3	21.6	25075.4	25.4
المجموع	98870	%100	98870	%100	98870	%100

المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية وبرنامج Arc Gis 10.8.5.

صورة (10) واقع الاراضي المتأثرة بالتعرية بعد تزايد الأراضي الجرداء في منطقة الدراسة

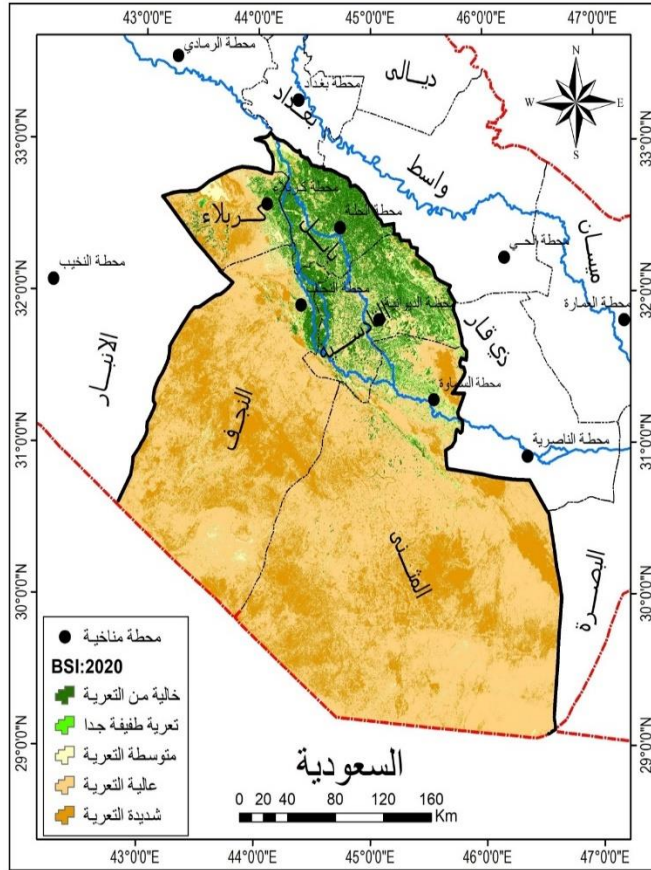


المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة كربلاء المقدسة، بحيرة الرزازة، تاريخ الدراسة 2023/10/4.

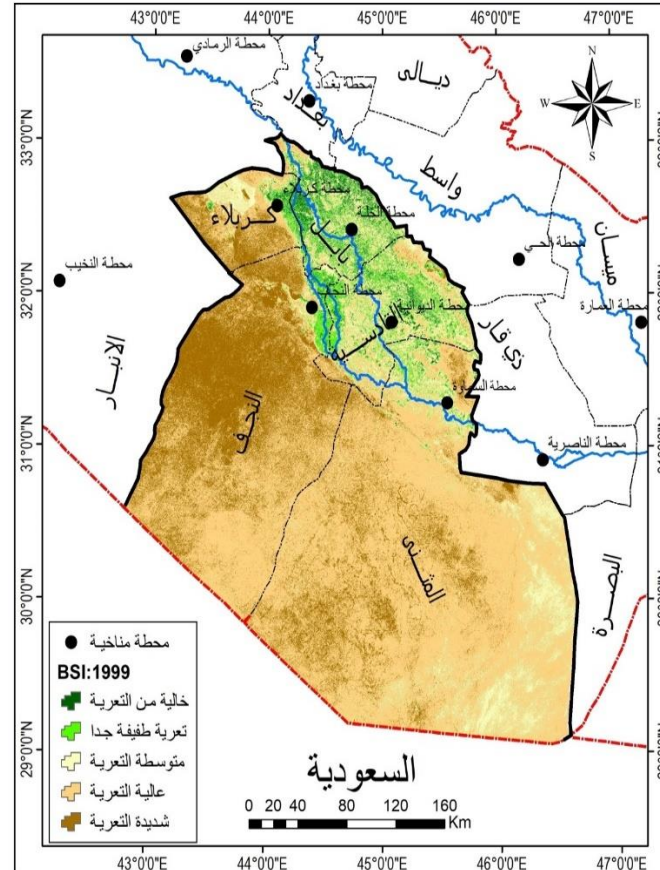


المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة كربلاء المقدسة، منطقة الطار، تاريخ الدراسة 2023/10/4.

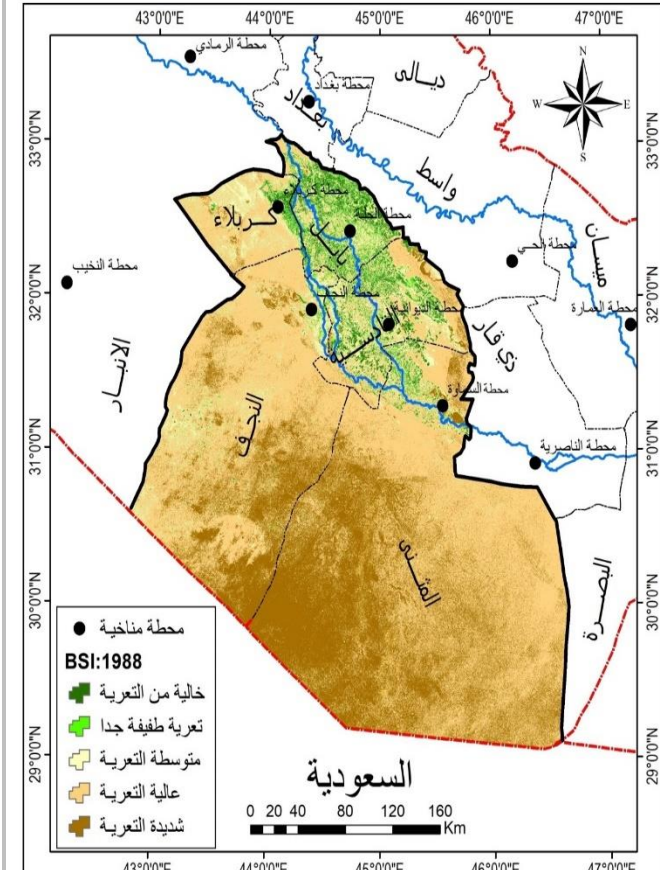
خريطة (19) مؤشر الترب العارية (BSI)
في منطقة الدراسة خلال سنة (2020)



خريطة (18) مؤشر الترب العارية (BSI)
في منطقة الدراسة خلال سنة (1999)



خريطة (17) مؤشر الترب العارية (BSI)
في منطقة الدراسة خلال سنة (1988)



المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية (Landsat: 5, 8, 9) لسنة 1988، 1999، 2020 ونتائج تحليل برنامج Arc Map 10.8.5.

6- تحليل تغيرات التربة باستخدام مؤشر القشرة البيولوجية (Crust Index (CI)

طور هذا المؤشر وفقاً لمعيار معين باختلاف القيم الطيفية للقناة المرئية (الحمراء والزرقاء) وطبق في مناطق الكثبان الرملية، كما استخدم في الكشف عن الوحدات الأرضية في المناطق المغطاة بالترب الجافة (مهدى، 2018، ص146) (Jin Chen, 2005, p;170). إذ يعد من المؤشرات المهمة في دراسات تغير المناخ والتصحر في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتم دراستها بناءً على تحليل لملاحح الطيفية لقشور التربة البيولوجية، وتتراوح قيم هذا المؤشر بين (0 - 1) إذ تشير القيم المرتفعة إلى الترب الرطبة أما القيم المنخفضة فتشير إلى الترب الصحراوية (الجبوري، الهذال، 2020، ص212) (Al Jubouri, Al Hathal 2020, p;234). ويمتاز هذا المؤشر في رصد الطبقة الرقيقة من سطح التربة والتي تتميز بوجود الأعشاب والأشنيات والطحالب والبكتريا، لذا فهو يمثل الفرق بين الأشعة الحمراء والأشعة الزرقاء على مجموعهما مطروح منه واحد، وكما في المعادلة الآتية (المطوري، 2020، ص660) (Al matawiriu, 2020, p;660) :

$$CI = 1 - \frac{(Red - Blue)}{(Red + blue)}$$

اذ ان:

CI = مؤشر القشرة البيولوجية.

Red = القناة الطيفية ضمن الطول الموجي المرئي الأحمر (Band 3).

Blue = القناة الطيفية ضمن الطول الموجي المرئي الأزرق (Band 1).

يظهر من خلال جدول (7) وخرائط (20، 21، 22) اتساع الأراضي ذات القشرة البيولوجية المعدومة في منطقة الدراسة، نتيجة تناقص مساحة الأراضي الرطبة وبالتالي نقص في مساحة الغطاء النباتي، وفيما يلي توضيح لمساحات ونسب القشرة البيولوجية:

✚ قشرة بيولوجية معدومة:

سجل صنف القشرة البيولوجية المعدومة مساحة بلغت (30675.4)^(م²) ونسبة بلغت (31%) خلال سنة 1988، ثم ارتفعت تلك المساحة لتبلغ أعلى ارتفاع لها خلال سنة 1999 إذ بلغت (46287.2)^(م²) ونسبة بلغت (46.8%)، في حين انخفضت تلك المساحة خلال سنة 2020 إذ بلغت (43561.3)^(م²) ونسبة بلغت (44.1%).

✚ قشرة بيولوجية ضعيفة:

شغل هذا الغطاء مساحة بلغت (42158.9)^(م²) ونسبة بلغت (42.7%) خلال سن 1988، بينما انخفضت هذه المساحة في سنة 1999 إذ بلغت (31503.2)^(م²) ونسبة بلغت (31.8%)، في حين ارتفعت المساحة خلال سنة 2020 إلى (33443.5)^(م²) ونسبة بلغت (33.8%).

✚ قشرة بيولوجية متوسطة:

سجل هذا الصنف خلال سنة 1988 مساحة بواقع (14626.7) كم² ونسبة بلغت (14.8) (%، وانخفضت هذه المساحة في سنة 1999 إلى (10464.5) كم² ونسبة بلغت (10.6) (%، واستمرت تلك المساحة بالانخفاض خلال سنة 2020 إذ بلغت (9784) كم² ونسبة بلغت (9.9) (%.

✚ قشرة بيولوجية مرتفعة:

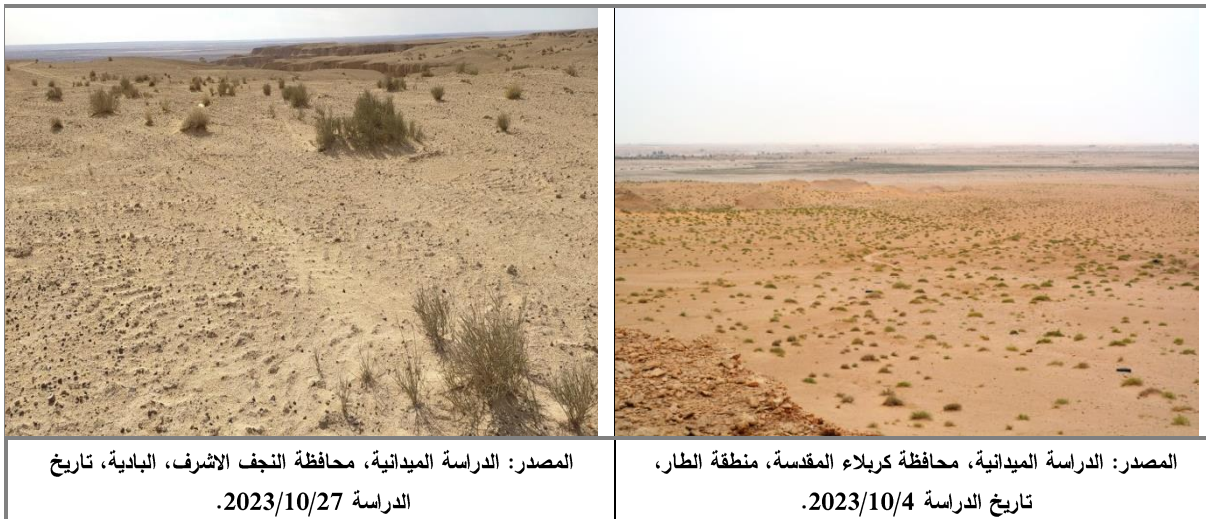
سجل صنف القشرة البيولوجية المرتفعة مساحة بلغت (7739.6) كم² ونسبة بلغت (7.8) (%، في حين انخفضت تلك المساحة بشكل طفيف خلال سنة 1999 إذ بلغت (7274.8) كم² ونسبة بلغت (7.4) (%، ثم عاودت الارتفاع خلال سنة 2020 لتبلغ المساحة فيها (11074.3) كم² ونسبة بلغت (11.2) (%، أما المساحات والنسب المشتقة فترجع إلى الغطاء المائي الذي لم يدخل ضمن تصنيفات القشرة البيولوجية، يلاحظ الصورة (11).

جدول (7) مساحات ونسب القشرة البيولوجية Soil Crust في منطقة الدراسة

نوع الغطاء	1988	النسبة (%)	1999	النسبة (%)	2020	النسبة (%)
قشرة بيولوجية معدومة	30675.4	31.0	46287.2	46.8	43561.3	44.1
قشرة بيولوجية ضعيفة	42158.9	42.7	31503.2	31.8	33443.5	33.8
قشرة بيولوجية متوسطة	14626.7	14.8	10464.5	10.6	9784.0	9.9
قشرة بيولوجية مرتفعة	7739.6	7.8	7274.8	7.4	11074.3	11.2
غطاء مائي	3669.4	3.7	3340.3	3.4	1006.9	1.0
المجموع	98870	%100	98870	%100	98870	%100

المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المراتب الفضائية وبرنامج Arc Gis 10.8.5.

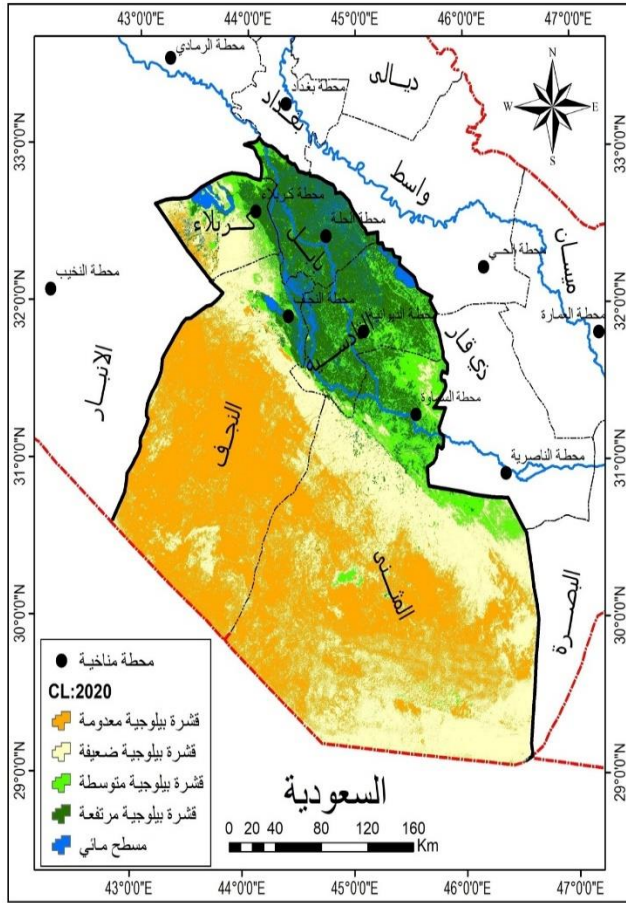
صورة (11) واقع الاراضي المتصحرة وتزايد اتساعها في منطقة الدراسة



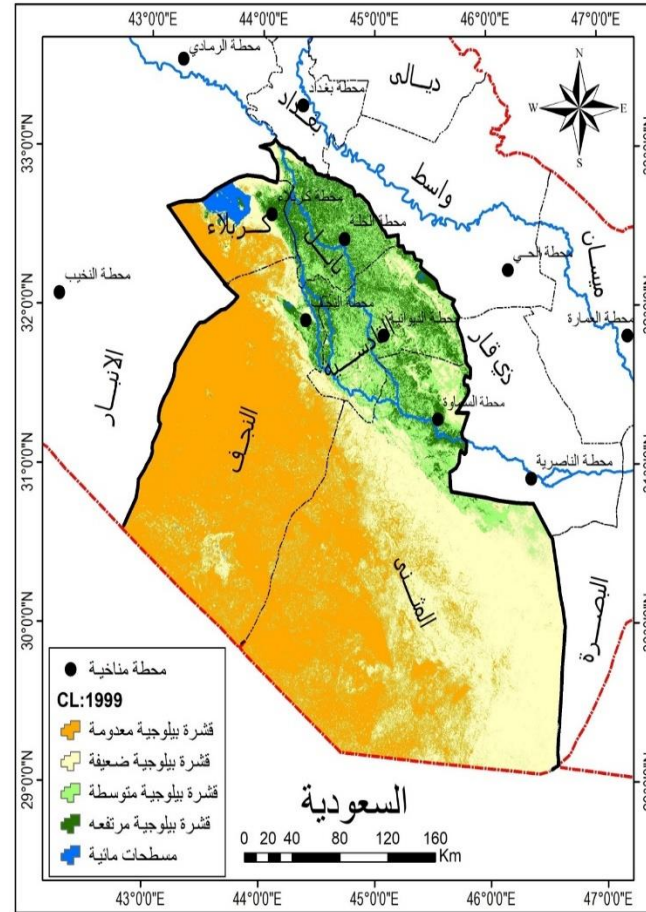
المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة النجف الاشرف، البادية، تاريخ الدراسة 2023/10/27.

المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة كربلاء المقدسة، منطقة الطار، تاريخ الدراسة 2023/10/4.

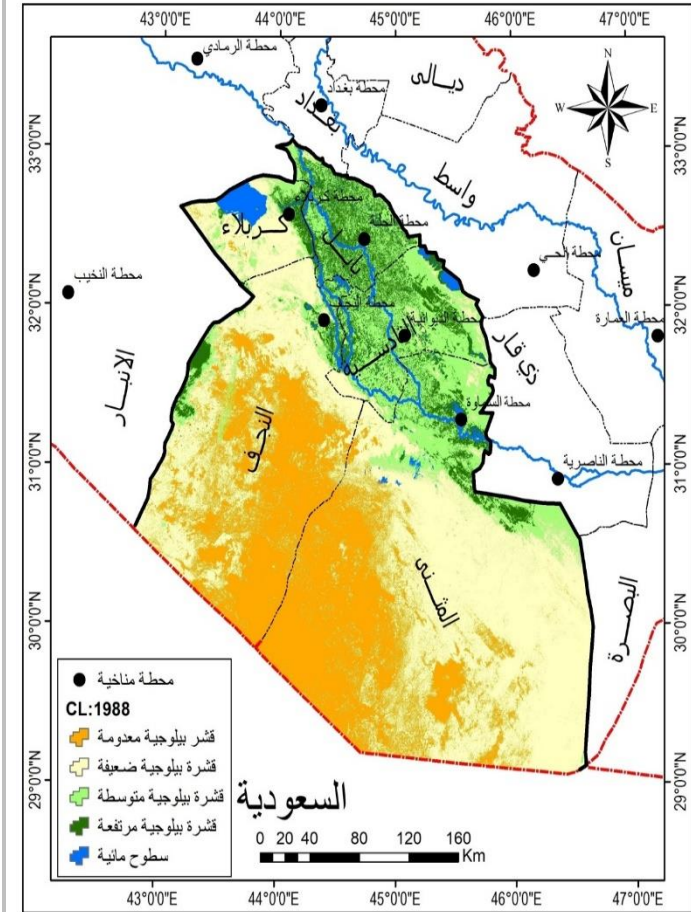
خريطة (22) مؤشر القشرة البيولوجية (CI)
في منطقة الدراسة خلال سنة (2020)



خريطة (21) مؤشر القشرة البيولوجية (CI)
في منطقة الدراسة خلال سنة (1999)



خريطة (20) مؤشر القشرة البيولوجية (CI)
في منطقة الدراسة خلال سنة (1988)



المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية (Landsat: 5, 8, 9) لسنة 1988، 1999، 2020 ونتائج تحليل برنامج Arc Map 10.8.5.

7- دليل مؤشر الكثبان الرملية

Normalize Defferent Sand Dunes Index (NDSDI)

يعد هذا المؤشر من اهم المؤشرات الرقمية التي تعبر عن شدة وخطورة الكثبان الرملية وانتشارها وكثافتها(المكتوب، 2023، ص159) (Al-Maktoub, 2023, P159)، ويوضح هذا المؤشر نشاط وحركة الكثبان الرملية، اذ تزداد قيمة هذا المؤشر مع انخفاض الغطاء النباتي مما يعطي انعكاساً عالياً في النطاق 5 وامتصاصاً في النطاق 4، ويعبر النطاق 8 عن السطح المكشوف، كما في المعادلة الاتية (اياد عبد الله خلف، 2017، ص206-207) (Iyad Abdullah Khalaf, 2017, P206-207):

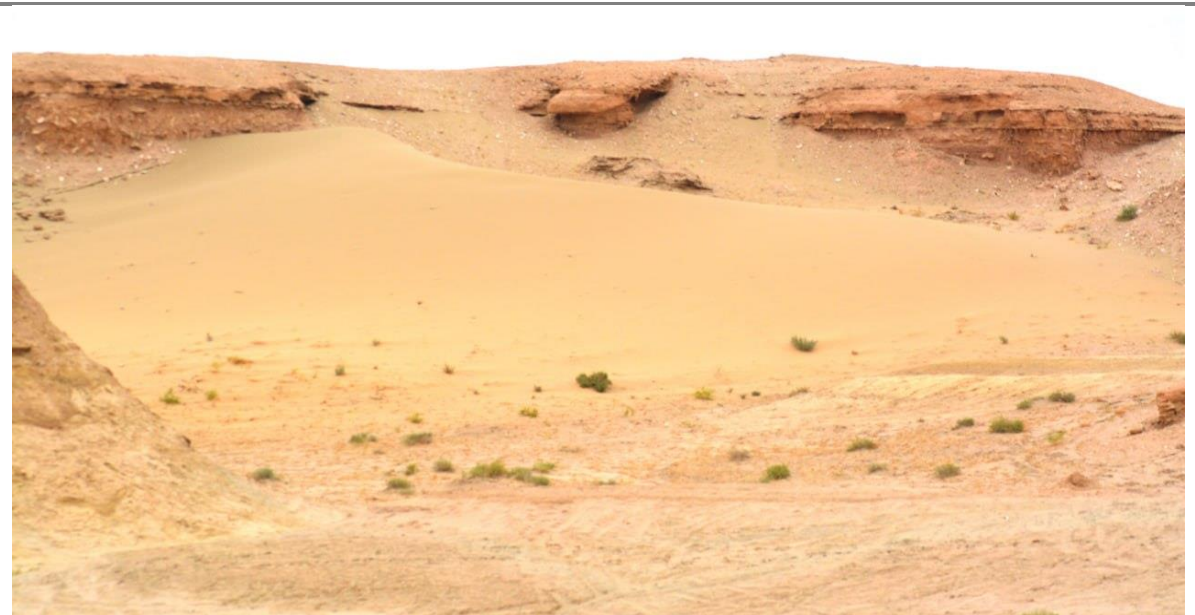
$$NDSDI = 1 - \frac{(Band\ 5)}{(Band\ 8 + Band\ 4)}$$

إذ أن :

NDSDI: دليل مؤشر الكثبان الرملية. Band 4: الطيف الاحمر المرئي.

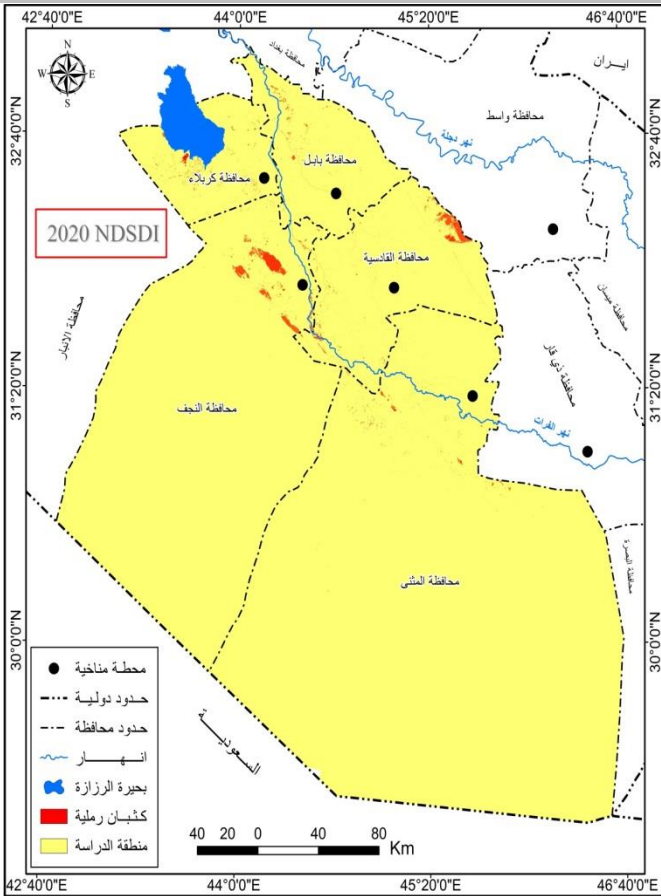
Band 5: الطول الموجي تحت الحمراء القريبة. Band 8: تحت الحمراء المتوسطة.

عند تطبيق المعادلة على منطقة الدراسة واستخراج نتائجها اتضح من خريطة (23، 24، 25) قيم الانعكاسية الطيفية إذ يوضح اللون الاحمر الغامق انتشار وكثافة الكثبان الرملية في منطقة الدراسة، يلاحظ الصورة (12).

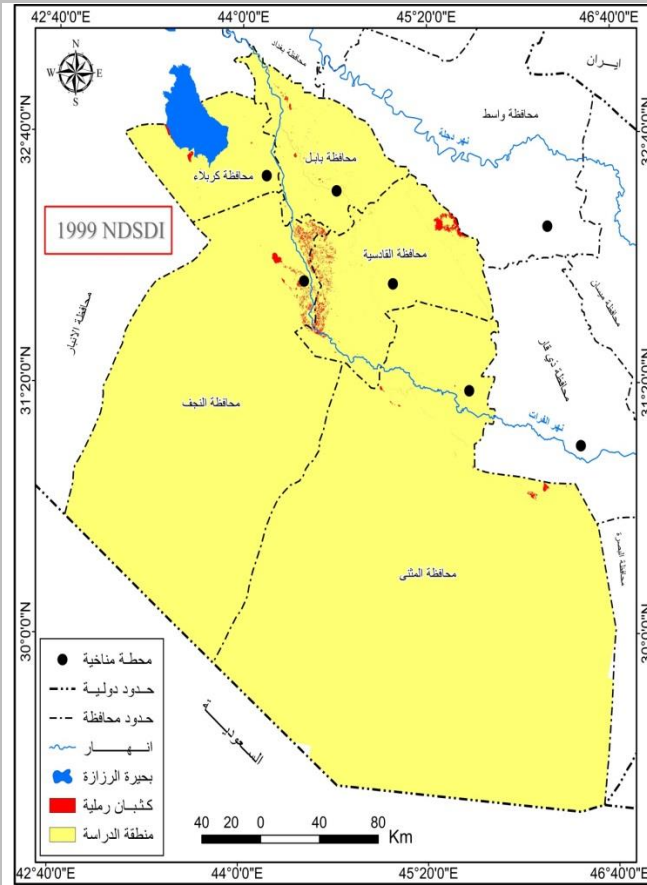
صورة (12) الكثبان الرملية في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة كربلاء المقدسة، شرق بحيرة الرزازة، تاريخ الدراسة 2023/10/4.

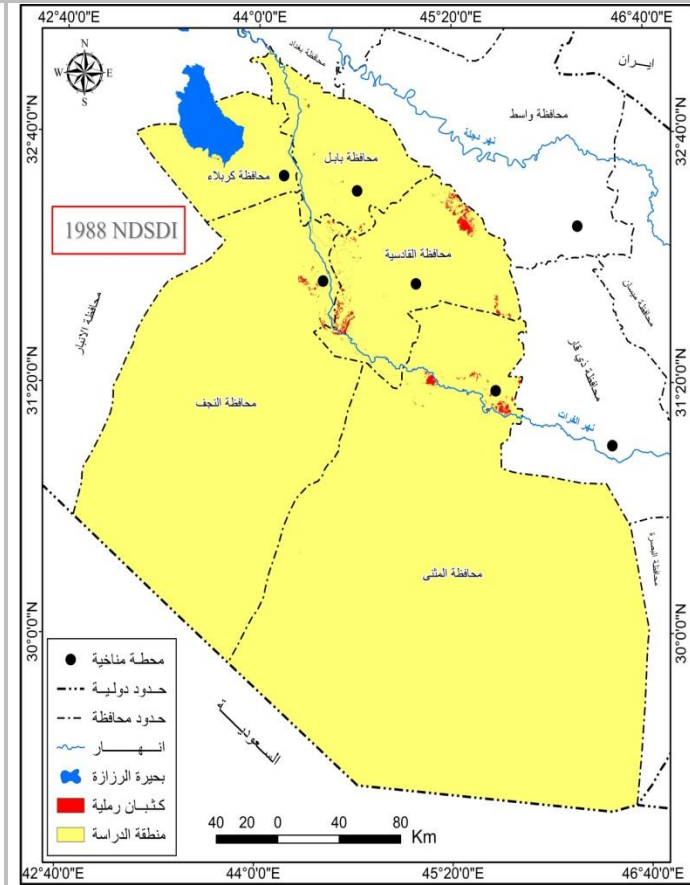
خريطة (25) مؤشر الكثبان الرملية (NDSDI)
في منطقة الدراسة خلال سنة (2020)



خريطة (24) مؤشر الكثبان الرملية (NDSDI)
في منطقة الدراسة خلال سنة (1999)



خريطة (23) مؤشر الكثبان الرملية (NDSDI)
في منطقة الدراسة خلال سنة (1988)



المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية (Landsat:4, 5, 8, 9) لسنة 1988، 1999، 2020 ونتائج تحليل برنامج Arc Map 10.8.5.

ثالثاً: انموذج تحليل معالجات مخاطر مظاهر التصحر في منطقة الدراسة:

Analysis Model for Dealing with the Risks of Desertification Manifestations in the Study Area:

تتمثل الظواهر الجغرافية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية في طبقات، حيث تمثل كل طبقة بمعطيات مكانية ذات خاصية مشتركة تشكل قاعدة بيانات مكانية في منطقة معينة من سطح الأرض (العزاوي، 2009، ص33) (Al azzawi, 2009, p;55).

جاء الغرض من اظهار هذه الفقرة لمعالجات مخاطر البيئية المتصحرة في منطقة الدراسة لأجل معرفة سبل معالجة تلك المظاهر ودرجاته ومساحته حتى يتم تصميم خريطة لتلك المخاطر بالاعتماد على المؤشرات التي تم دراستها وتوضيحها سابقاً من خلال اجراء عملية التطابق بين المناطق عن طريق دمج الطبقات الخمسة باستخدام احدى وظائف نظم المعلومات الجغرافية لغرض تصميم خريطة نهائية توضح مخاطر التصحر في منطقة الدراسة يستدل من خلالها على حجم هذه المخاطر والاخذ بها عند اتخاذ القرارات التي من شأنها الحد من هذه الظاهرة.

يظهر من خلال تحليل بيانات جدول (8) وخرائط (26، 27، 28) اتساع رقعة الاراضي المتأثرة بالتصحر، اذ تركزت في محافظة كربلاء والنجف والمثنى وتباين مساحتها بين سنة واخرى، وفيما يلي توضيح لمساحات ونسب درجات التصحر:

✚ مخاطر منخفضة جداً:

سجل هذا الصنف مساحة بلغت (158771.1) كم² ونسبة بلغت (16.1) (%) خلال سنة 1988، ثم انخفضت هذه المساحة إلى النصف خلال سنة 1999 حيث بلغت (7488.1) كم² ونسبة (7.6) (%، في حين عاودت تلك المساحة بالارتفاع خلال سنة 2020 بواقع (15876.3) كم² ونسبة بلغت (16.1) (%).

✚ مخاطر متوسطة:

شغل هذا الصنف اعلى مساحة في منطقة الدراسة فقد سجل مساحات شاسعة في المحافظات (كربلاء، النجف، المثنى، القادسية)، اذ بلغت مساحته (72533.2) كم² ونسبة بلغت (73.4) (%) خلال سنة 1988، ثم ارتفعت تلك المساحة خلال سنة 1999 إلى (79914.5) كم² ونسبة (80.8) (%، في حين انخفضت مساحته خلال سنة 2020 بواقع (67179.2) كم² ونسبة بلغت (67.9) (%).

✚ مخاطر مرتفعة:

تركز هذا الصنف في مناطق متفرقة من الفرات الاوسط، اذ سجل مساحة بلغت (10459.7) كم² ونسبة بلغت (10.5) (%) خلال سنة 1988، ثم ارتفعت هذه المساحة خلال سنة 1999 إلى (11467.4) كم² ونسبة بلغت (11.6) (%، واستمرت تلك المساحة بالارتفاع خلال سنة 2020 بواقع (15814.5) كم² ونسبة بلغت (16) (%، يلاحظ الصورة (11) بعض المعالجات للحد من زحف الصحراء على المناطق السكنية.

ويظهر مما سبق أن مخاطر التصحر وفقاً لدرجات خطورته يظهر كان ضمن الحالات الثلاثة المدروسة لعام (1988، 1999، 2020) أنه بنسبة (16.1، 7.6، 16.1) (%) لمخاطر التصحر المنخفض جداً لسنوات الحالات على التوالي، وضمن نسبة (73.4، 80.8، 67.9) (%) لمخاطر التصحر المتوسط لسنوات الحالات على التوالي، وأنه بنسبة (10.5، 11.6، 16.0) (%) لمخاطر التصحر المرتفع لسنوات الحالات على التوالي. ونلاحظ أن مخاطر التصحر المنخفض والمتوسط لم يظهر عليهما تزايد واضح بقدر ما كانت تسجل نسبة مخاطر التصحر المرتفع بزيادة نسبها عبر الحالات الثلاثة المدروسة وهذا مؤشر ينذر تفاقم ظاهرة التصحر في منطقة الدراسة، وعليه لابد من زيادة التوجه نحو وضع سبل المعالجة والتكيف في ضل تلك التغيرات الأرضية والمؤشرات المتزايدة بالتأثير السلبي على البيئة الأرضية لغطاء الماء والتربة والنبات، يلاحظ صورة (13) التي تمثل معالجة زحف الصحراء على المناطق السكنية.

جدول (8) مساحات ونسب مخاطر التصحر Risks Desertification في منطقة الدراسة

نوع الغطاء	1988	النسبة (%)	1999	النسبة (%)	2020	النسبة (%)
مخاطر منخفضة جداً	15877.1	16.1	7488.1	7.6	15876.3	16.1
مخاطر متوسطة	72533.2	73.4	79914.5	80.8	67179.2	67.9
مخاطر مرتفعة	10459.7	10.5	11467.4	11.6	15814.5	16.0
المجموع	98870	%100	98870	%100	98870	%100

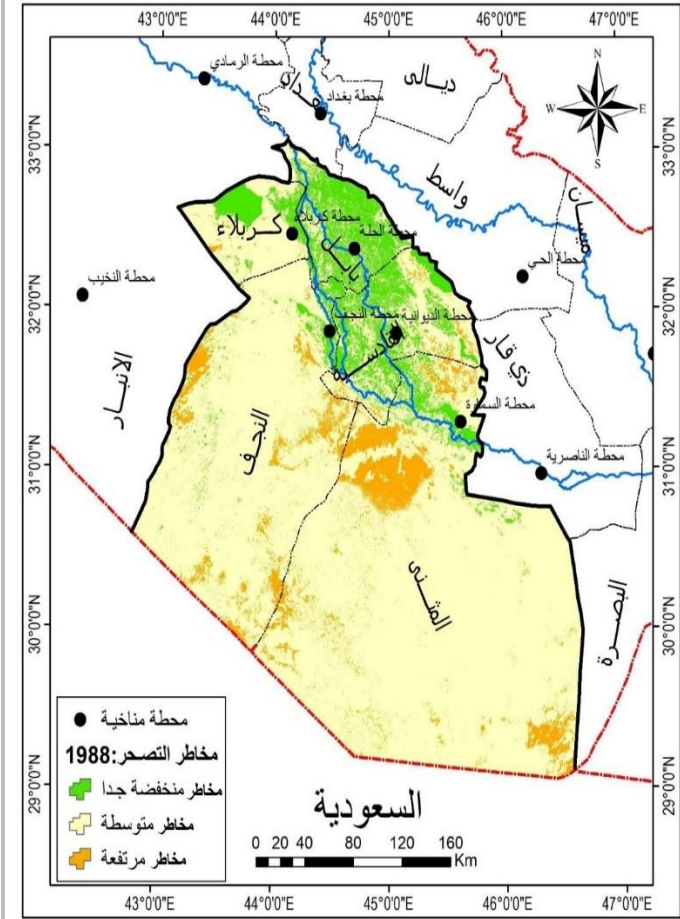
المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية وبرنامج Arc Gis 10.8.5.

صورة (13) تمثل معالجة زحف مظاهر الصحراء في منطقة الدراسة

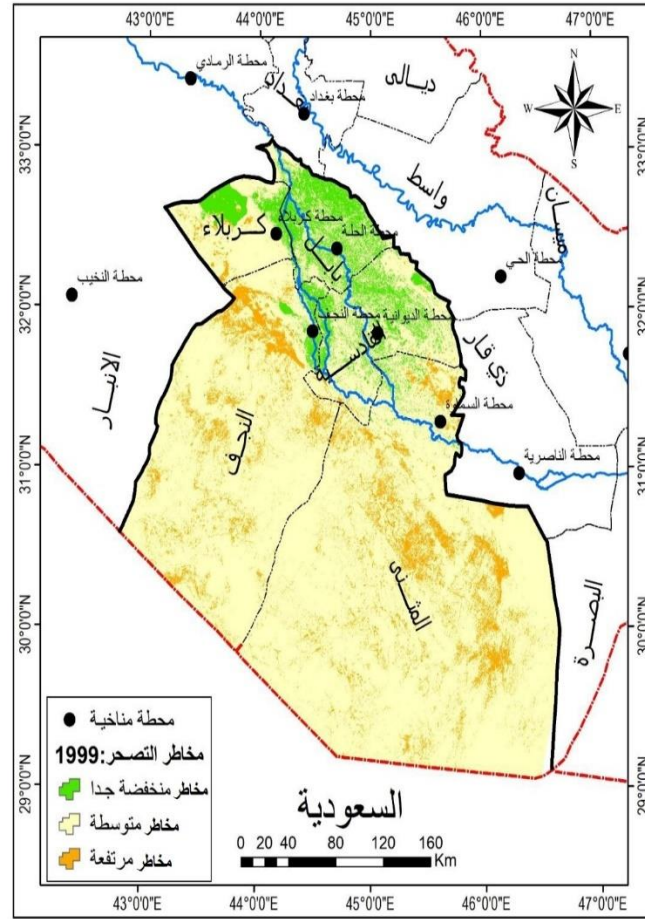


المصدر: الدراسة الميدانية، محافظة كربلاء المقدسة، قضاء عين التمر، تاريخ الدراسة 2023/10/4.

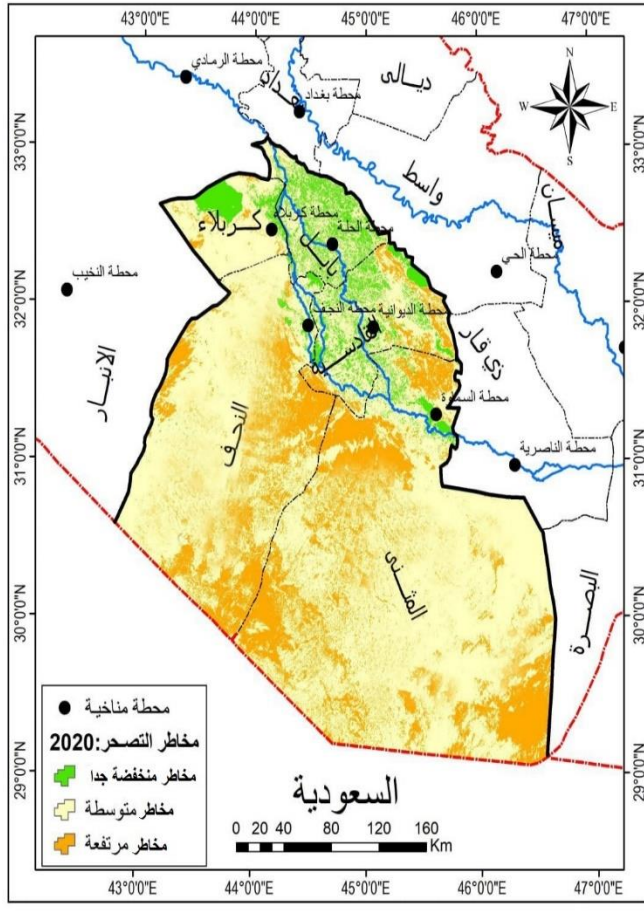
خريطة (26) مخاطر التصحر في منطقة الدراسة خلال سنة (1988)



خريطة (27) مخاطر التصحر في منطقة الدراسة خلال سنة (1999)



خريطة (28) مخاطر التصحر في منطقة الدراسة خلال سنة (2020)



المصدر: الباحث واعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية (Landsat: 5, 8, 9) لسنة 1988، 1999، 2020 ونتائج تحليل برنامج Arc Map 10.8.5.

الاستنتاجات:

- 1- أثبتت الدراسة استخدام المؤشرات الطيفية الخاصة بمظاهر التصحر لها امكانية عالية ودقيقة في تحديد ومراقبة هذه المظاهر في منطقة الدراسة.
- 2- بينت الدراسة تراجع وانحسار الغطاء النباتي والغطاء المائي خلال سنوات الدراسة بسبب الظروف المناخية السائدة في منطقة الدراسة.
- 3- اظهرت الدراسة ان لمظهر ملوحة التربة تأثيرات بيئية ينجم عنها تدهور التربة اولاً وتأثيره على النبات.
- 4- بينت الدراسة ان لمظهر التعرية الريحية تأثيراتها الواضحة في تعرض منطقة الدراسة لهبوب العواصف الغبارية وتكرارها وما تسببه من اثار على الانسان والنبات.
- 5- اوضحت الدراسة ان لازياء كمية الدقائق المنقولة بفعل الرياح سنوياً اثرها الواضح في انتشار الكثبان الرملية ضمن منطقة الدراسة.

المقترحات:

- 1- العمل على اعادة وتأهيل الاراضي المتأثرة بالتصحر والحد من تدهورها.
- 2- المحافظة على الاراضي الزراعية من خطر الملوحة في حدود الامكانيات البيئية المتاحة في المنطقة والعمل على استخدام طرق ري حديثة في السقي.
- 3- الاستفادة من التجارب والخبرات الدولية لمعالجة زحف الصحراء على المناطق السكنية والزراعية، لاسيما بعض الدول التي قطعت شوطاً كبيراً في مجال السيرة على زحف مظاهر الصحراء.

المصادر

- 1- الجبوري، احمد ماجد عباس، يوسف محمد علي الهذال، 2020، مؤشرات الجفاف ومخاطر التصحر في اقليم الجزيرة في العراق باستخدام الاستشعار عن بعد، مجلة الاستاذ، المجلد 59، العدد 4.
- 2- المطوري، صفية شاكر معتوق، 2020، استخدام المؤشرات الطيفية للاستدلال عن بعض المظاهر المورفومترية في محافظة واسط، مجلة الخليج العربي، المجلد 48، العدد الرابع.
- 3- العزاوي، علي عبد عباس، 2009، نظم المعلومات الجغرافية (أسس وتطبيقات)، دار ابن الاثير للطباعة والنشر، الموصل.
- 4- الحميداوي، شيرين مجبل، الجصاني، نسرین عواد، 2020، دراسة تحليل مؤشر الغطاء النباتي NDVI في مناطق مختارة من العراق، مجلة العلوم الانسانية والطبيعية، المجلد 1، العدد 5.
- 5- الجوزري، علي حمزة عبد الحسين، 2016، التصحر - مفهومه - مظاهره - حالاته - اسبابه الطبيعية والبشرية - بعض تأثيراته البيئية ووسائل مكافحته، الطبعة الاولى، الدار المنهجية للنشر والتوزيع، عمان.
- 6- عبد الله، حسوني جدوع، 2010، التصحر. تدهور النظام البيئي، دار دجلة للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، الاردن.

- 7- الداغستاني، نبيل صبحي، 2003، الاستشعار عن بعد (الاساسيات والتطبيقات)، دار المناهج، الاردن، الطبعة الاولى.
- 8- خميس، اسماعيل فاضل، 2018، التعرية وأثرها على الاراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة تكريت.
- 9- الجبوري، خالد سطم عطيه، 2017، اثر التغيرات المناخية على تنمية الغطاء النباتي الطبيعي في محافظة نينوى، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الموصل.
- 10- ديوان، صباح باجي، 2013، التحليل المكاني لتوزيع واشكال الكثبان الرملية في محافظة ميسان، مجلة الاستاذ، العدد 205، المجلد الثاني.
- 11- سلمان، صلاح داود، نجم، حسن علي، 2012، اثر ظاهرة التصحر على تناقص المساحات الزراعية وتدهور الانتاج الزراعي، مجلة الاستاذ، العدد 203.
- 12- عامر، وسن جميل، 2018، اثر التغير المناخي على المحاصيل الحقلية في محافظة بغداد، مجلة الاستاذ، العدد 226.
- 13- قاسم، مهند طارش، 2023، اثر التغيرات المناخية على مؤشر الغطاء النباتي شرق محافظة ميسان، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، المجلد 50، العدد 1.
- 14- بارود، خميس فاخر، 2019، تطبيقات الاستشعار عن بعد في برنامج نظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، الجامعة الاسلامية، غزة، ط1.
- 15- المكتوب، اسامة فالح عبد الحسن، 2023، المقومات الجيومورفولوجية للتنمية المستدامة في بادية المثنى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة المثنى.
- 16- خلف، اياد عبد الله، وآخرون، 2017، ادارة وتقييم الكثبان الرملية واثرها في التدهور البيئي شرقي محافظة صلاح الدين باستخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية لتقييم ورصد حركة الكثبان الرملية، مجلة الكتاب للعلوم الصرفة، المجلد 2، العدد 1.
- 17- A. Azabdaftari a, F. Sunarb, 2016, SOIL SALINITY MAPPING USING MULTITEMPORAL LANDSAT DATA, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XII - B7 XXIII ISPRS Congress, 12-19 July 2016, Prague, Czech Republic.
- 18- Hanqiu X. 2006, Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. International Journal of Remote Sensing. Vol. 27, No.14.

- 19- Jin Chen, Ming Yuan, Le Wang, Hiroto Shimazaki, Masayuki,2005, A new index for mapping lichen- dominated biological soil crusts in desert areas, science direct, accepted 19, February.
- 20- Joao Serrano and Others,2019, Evaluation of Normalized Difference Water Index as a Tool for Monitoring Pasture Seasonal and Inter-Annual Variability in a Mediterranean Agro Silvo-Pastoral System, Water – Open Access Journal.
- 21- Krishnendu Banerjee and Others,2014, Forest Canopy Density Mapping Using Advance Geospatial Technique, IJSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 1 Issue 7, September.
- 22- Mustafa T. Mustafa, Khalid I. Hassoon,2017, using water indices (NDWI, MNDWI, NDMI, WRI and AWEI) to detect physical and chemical parameters by apply remote sensing and GIS techniques, International journal of research-granthaalayah, Vol.5.

Reference

- 1- A. Azabdaftari a, F. Sunarb,2016, SOIL SALINITY MAPPING USING MULTITEMPORAL LANDSAT DATA, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XII - B7 XXIII ISPRS Congress, 12-19 July 2016, Prague, Czech Republic,.
- 2- Abdullah, Hassouni Jadoua,2010, Desertification. Ecosystem Deterioration, Dijlah Publishing and Distribution House, first edition, Jordan.
- 3- Al-Azzawi, Ali Abdul Abbas,2009, Geographic Information Systems (Foundations and Applications), Dar Ibn Al-Atheer for Printing and Publishing, Mosul.
- 4- Al-Daghistani, Nabil Sobhi,2003, Remote Sensing (Basics and Applications), Dar Al-Manhaj, first edition, Jordan.
- 5- Al-Hamidawi, Sherine Mejbal, Nisreen Awad Al-Jassani,2020, Study of the Analysis of the Vegetation Cover Index (NDVI) in Selected Areas of Iraq, Journal of Human and Natural Sciences, Al-Majd 1, Issue 5.

- 6- Al-Jawthari, Ali Hamza Abdel Hussein,2016, Desertification - its concept - its manifestations - its cases - its natural and human causes - some of its environmental effects and means of combating it, first edition, Al-Dar Al-Mudhaji for Publishing and Distribution, Amman.
- 7- Al-Jubouri, Ahmed Majid Abbas, Yousef Muhammad Ali Al-Hathal,2020, Drought indicators and desertification risks in the Al-Jazeera region in Iraq using remote sensing, Al-Ustad Magazine, Volume 59, Issue 4.
- 8- Al-Jubouri, Khaled Sattam Atiya,2017, Future Climate Creativity on the Development of Natural Vegetation in Nineveh Governorate, doctoral thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, University of Mosul.
- 9- Al-Mutawari, Safiya shakir Maatouq,2020, Using spectral indicators to infer some climatic morphologies in the Kuwait Governorate, Al-Khaleej Al-Arabi Magazine, Volume 48, Issue Four.
- 10- Amer, Wasan Jamil,2018, Climate change has affected field crops in Baghdad Governorate, Al-Ustad Magazine, No. 226, syllabus.
- 11- Diwan, Sabah Baji,2013, Spatial analysis of the distribution and shapes of sand dunes in Maysan Governorate, Al-Ustad Magazine, Issue 205, Volume Two.
- 12- Hanqiu X.2006, Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. International Journal of Remote Sensing. Vol. 27, No.14.
- 13- Jin Chen, Ming Yuan, Le Wang, Hiroto Shimazaki, Masayuki,2005, A new index for mapping lichen- dominated biological soil crusts in desert areas, science direct, accepted 19, February.
- 14- Joao Serrano and Others,2019, Evaluation of Normalized Difference Water Index as a Tool for Monitoring Pasture Seasonal and Inter-Annual Variability in a Mediterranean Agro Silvo-Pastoral System, Water – Open Access Journal.
- 15- Khamis, Ismail Fadel,2018, Erosion and its Impact on Agricultural Lands in Saladin Governorate, doctoral thesis (unpublished), College of Education for the Humanities, Tikrit University.

- 16- Krishnendu Banerjee and Others, 2014, Forest Canopy Density Mapping Using Advance Geospatial Technique, IJSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 1 Issue 7, September.
- 17- Qasim, Muhannad Tarish, 2023, a new climate event on the vegetation index east of Maysan Governorate, Journal of the College of Education, University of Wasit, Volume 50, Issue 1.
- 18- Salman, Salah Dawoud, Najm, Hassan Ali, 2012, The impact of the phenomenon of desertification on the decrease in agricultural areas and the deterioration of agricultural production, Al-Ustad Magazine, No. 203.
- 19- Mustafa T. Mustafa, Khalid I. Hassoon, 2017, using water indices (NDWI, MNDWI, NDMI, WRI and AWEI) to detect physical and chemical parameters by apply remote sensing and GIS techniques, International journal of research-granthaalayah, Vol.5.
- 20- Khamis Fakher Baroud, 2019, Remote Sensing Applications in the Geographic Information Systems Program, College of Arts, Islamic University, Gaza, 1st edition.
- 21- Osama Faleh Abdel Hassan Al-Maktoub, 2023, Geomorphological components of sustainable development in the Muthanna desert using geographic information systems and remote sensing, doctoral thesis (unpublished), College of Education for the Humanities, Muthanna University.
- 22- Iyad Abdullah Khalaf, et al., 2017, Management and evaluation of sand dunes and their impact on environmental deterioration in eastern Salah al-Din Governorate, using remote sensing techniques and geographic information systems to evaluate and monitor the movement of sand dunes, Al-Kitab Journal of Pure Sciences, Volume 2, Issue 1.