JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ
العدد الثامن والثلاثون
(٧٢٩) (٧٥٢)

الرصد الحيوي لتقييم تدهور التربة في البيئات الجافة: وادي أبو تين محافظة الانبار دراسة حالة

م.د. محمد عبد لويس

جامعة تكريت/مركز بحوث الموارد الطبيعية/قسم الاستشعار عن بعد

moh.a.l.11290685@tu.edu.iq

https://orcid.org/0009-0009-9052-5399

المستخلص:

ان دراسة الرصد الحيوي لكفاءة التربة من وجهة نظر الاستشعار عن بعد واستخدام المرئيات الفضائية والبرامجيات المتقدمة يوفر لنا نظرة شمولية ودقة نسبية في النتائج اعتمادا على حالة دراسية وهو وادي أبو تين الذي تبلغ مساحتها بحدود (١٥٤,٦٥) كم٢ باستخدام المؤشرات الطيفية التي طبقت على المرئيات لاندسات ٨ بمؤشرات ci& ndvi والتي بينت نتائجها وجود تراجع واضح في كفاءة التربة مؤشرا على انخفاض الغطاء النباتي وتدهور التربة وزيادة التدهور وقابليتها ، وأشرت وجود علاقة ارتباطية موجبة بين هذه المؤشرات والعناصر المناخيه فمعدل الامطار يبلغ ٠,٧٢ ومعدل درجة الحرارة ٠,٦٨ مما يثبت أن هذه التغيرات لها أثر الكبير ومن ثم صنفت المنطقة إلى أربعة فئات رئيسية كي يبرز حالة التدهور ويستدعي وضع خطة لإيقاف هذا التدهور ومعالجة المناطق المتدهورة منها

الكلمات المفتاحية: الرصد الحيوي، تدهور التربة، البيئات الجافة، المؤشرات الحيوية للتربة، وادي أبو تين.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

Biomonitoring as a Tool for Evaluating Soil Degradation in Arid Environments: A Case Study of Wadi Abu Teen, Al-Anbar Governorate

Inst. Dr. Mohammed Abdel Louis Saloom

University of Tikrit

Natural Resources Research Center

Remote Sensing Department

moh.a.l.11290685@tu.edu.iq

https://orcid.org/0009-0009-9052-5399

Abstract:

This study of soil efficiency monitoring from a remote sensing perspective, utilizing satellite imagery and advanced software, provides a comprehensive view and relatively accurate results based on the case study of Wadi Abu Tin, which covers an area of approximately 154.65 km². Spectral indices applied to Landsat 8 imagery, specifically CI and NDVI indices, revealed a clear decline in soil efficiency, indicated by reduced vegetation cover, soil degradation, and increased susceptibility to further degradation. A positive correlation was found between these indices and climatic elements: rainfall (0.72) and temperature (0.68), demonstrating the significant impact of these changes. The area was then classified into four main categories, highlighting the state of degradation and necessitating a plan to halt this deterioration and rehabilitate the degraded areas.

KEY WORDS:Biomonitoring to assess soil degradation in arid environments: Wadi Abu Tin, Anbar Governorate - a case study.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

المقدمة

ان الرصد الحيوي للمشكلات التي تعاني منها الترب في مختلف البيئات ولاسيما البيئات الجافة غاية في الاهمية ، لما تتمتع به هذه البيئات من طبيعة المناخ القاسي والمتطرف فضلا عن المساحات الكبيرة التي تحتلها، لهذا يعد التركيز على احد الموارد الطبيعية المهمة وهي التربة والمحافظة عليها واستدامتها، لكونها اول المؤشرات التي تبين الخلل البيئي والتدهور في الموارد، والتركيز على المناطق الجافة لانها ذات حساسية كبيرة للتغيرات المناخية .

ان تغليب الاعتماد على الموشرات الطيفية فيه مواكبة للتطور الحديث في التقنيات الحديثة في مجال الدراسات الجغرافية والتي تهدف الى تقليل الوقت والجهد والخسائر المادية، فضلا عن توفير بيانات بدقة كبيرة، ومما يساعد ويدفع الى هذا الاتجاه هو الظروف الامنية المحيطة بالمناطق المستهدفة، ومن الممكن ان يترتب على النتائج اتخاذ قرارات مهمة وذات مصلحة كبيرة تهدف الى الحفاظ على الموارد الطبيعية واستدامتها وتحقيق الامن الغذائي في المحاصيل الستراتيجية التي تتميز المنطقة المختارة بانها مثال جيد لهكذا نوع من الانتاج.

وللاهمية التي تمثلها الدراسة والتي تعد انذارا مبكر لاي تدهور، فقد اخذ عدد من الباحثين على عاتقهم دراسة هذا الجانب بالتركيز على المؤشرات البيايولوجية للتربة كونها أداة فاعلة للرصد(Zhao, B. 2023). كما عمل أخرون على عامل المايكروبات ومدى تفاعلها مع التبدلات المناخية (Delgado2020) وركز اخرون الى دراسة القشرة الحيوية كونها القادرة على تحسين خصائص التربة الحيوية وتقليل التعرية (Chamizo2022) . بينما ركز البعض على مؤشرات جديدة معدلة لمراقبة الغطاء النباتي كـ(KNDVI .Xu2021) ونظراً للجهود المقدمة من قبل الباحثين في دراساتهم السابقة الا انه في غالبها التركيز على مؤشر واحد لخصائص التربة او الغطاء النباتي، ما يميز العمل الحاضر هو دمج عدة بيانات على مداى سنوات، مع العوامل المناخية بالاعتماد على تحليلها المكاني التقنيات الحديثة الامر الذي يعطي عرض موجز ووافي لمدى تأثيرها في ترية.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

مشكلة الدراسة: تعاني التربة من تدني وتدهور في الموارد المغذية الضرورية لانتاج زراعي يسهم في الحفاظ على الاستقرار ويدعم التنمية، ومن هنا ياتي دور الشمولية والاستكشاف والرصد الدقيق لهذه الظواهر باستخدام صور الاقمار الصناعية، لهذا تتمثل مشكلة البحث الرئيسية في:

١. الى أي مدى يمكن استخدام المؤشرات كأداة للرصد الحيوي في تقييم تدهور كفاءة التربة؟
٢. هل يمكن لهذا الرصد ان يساهم في الكشف عن عوامل التدهور مبكرا وبالتالي تحسين ادارة الموارد الطبيعية؟

فرضية الدراسة

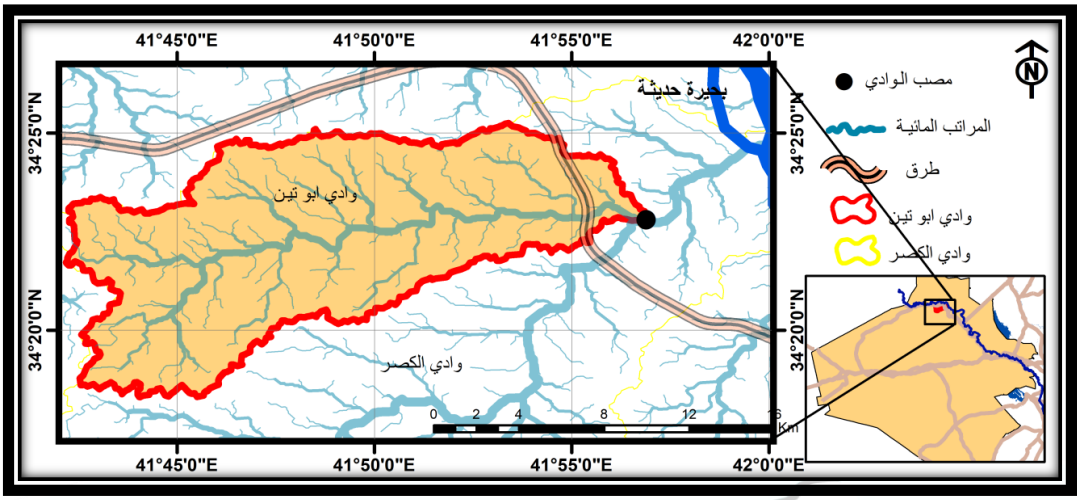
١. ان الرصد الحيوي من العوامل المهمة في الكشف عن تدهور التربة
٢. يمكن للرصد الحيوي ان يساهم في التنبؤ بالتدهور الذي يصيب التربة مبكرا ويسهم في تحسين ادارة الموارد الطبيعية؟

اهداف الدراسة

١. تقييم التدهور الحاصل في التربة باستخدام الرصد الحيوي.
٢. تقييم ادوات الرصد الحيوي لامكان تطويرها واستخدامها بشكل اكبر.

موقع المنطقة: ان وادي ابو تين احد اودية القسم الشمالي من قضاء عنه شمال محافظة الانبار، قريبا من نهر الفرات، وهو بمثابة الاودية الرئيسية التي يكون مصبها الى وادي الكصر، بمساحة (١٥٤,٦٥) كم^{٢}، تتمثل حدود منطقة الدراسة بالحدود الطبيعية لوادي ابو تين، الذي يتمثل موقعه الاحداثي بين دائرتي عرض (743 ً ٢١ ْ ٣٤ _ ً ٩٣٢ ً ٢٢ ْ ٣٤) شمالاً، وخطي طول (ً ٧٤٧ ً ٤٤ ْ ٤١ – ً ٣٩٦ ً ٥٣ ْ ٤١) شرقاً (الخريطة١)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ



الخريطة (١) موقع منطقة الدراسة

المصدر/من عمل الباحث اعتمادا على: نموذج الارتفاع الرقمي ٣٠ م لمنطقة الدراسة. والخريطة الطوبوغرافية عنه ١/١٠٠٠٠٠ مديرية المساحة العامة بغداد ١٩٨٩.

اهداف الدراسة يهدف البحث الى تقييم عملية الرصد الحيوي وتصنيف الترب في منطقة الدراسة وفقًا لمستويات الخطورة المشتقة من مؤشر الغطاء النباتي والقشرة البيولوجية

منهجية الدراسة: ان المنهج التحليلي المعتمد على البيانات الفضائية والتحليلية والبرامجيات الخرائطية هو المعتمد بشكل اساسي في الدراسة واستخدام للتوصل الى النتائج المتوقعة الخطوات:

١. العمل المكتبي
٢. تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتوظيفها في تحليل خصائص القشرة الحيوية للتربة .
٣. اعتمدت الدراسة على البيانات الفضائية للمرئيات (Landsat5TM) والملتقطة بتاريخ١٩٨٧/٣/١١ و(Landsat8Oli) والملتقطة بتاريخ ٢٠٢٤/٣/١٦، وان عملية الرصد خطوة تقتضي معالجة هذه البيانات قبل البدأ في استخدام المؤشرات، تشمل عدداً من الاجراءات ابرزها ما يلي:

- تحويل ومعايرة القيم الرقمية إلى قيم اشعاعية: نحول البيانات للمرئيات الفضائية من القيم الرقمية (DigitalNumber) إلى قيم اشعاعية (Radiance)، كخطوة أولية لتحويلها إلى

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

قيم انعكاسية، ويتم التحويل إلى قيم إشعاعية باستخدام المعادلات، حسب المتحسسات للأقمار الصناعية.

- تحويل القيم الإشعاعية إلى قيم انعكاسية: تحويل البيانات للمرئيات الفضائية من القيم الإشعاعية (Radiance) إلى قيم انعكاسية (Reflectance)، ويتم التحويل إلى قيم انعكاسية باستخدام المعادلات، حسب المتحسسات للأقمار الصناعية .

٤. انتاج الخرائط التحليلية للظواهر المستهدفة والجداول للبيانات المقصودة.

٥. اجراء التحليل والمناقشة واقتراح التوصيات المترتبة على النتائج.

مفهوم كفاءة التربة وعوامل تدهورها: من المفاهيم الاساسية في مختلف العلوم المرتبطة هو كفاءة التربة، وتعني القدرة على توفير المواد والعناصر الاساسية اللازمة للنمو والانبات لوصوله الى مرحلة الانتاج. تقاس كفاءة التربة من خصائص عدة، ومن اهمها القياس باستخدام المؤشرات الطيفية التي توفر عنصر الشمولية لمنطقة البحث والنتائج (Lal, R. 2001).

وما يجعل الموضوع اكبر اهمية هو حساسية وهشاشة النظام البيئي في المناطق الجافة، بسبب محدودية هذه الموارد من جهة، وعدم قدرتها على التكيف مع التغيرات السريعة في النظام البيئي من جهة أخرى لاسيما مع تدخل الانسان في التغيير والضغط الكبير الذي يمارسه عليها. ويمكن تلخيص العوامل الاساسية في:

١. المعدلات المتدنية للامطار وتذبذبها زمانا ومكانا، مما يقلل النشاط الحيوي في التربة سواء من قبل النباتات او احياء التربة.

٢. الرعي الجائر والقضاء على الدورة الحياتية لبعض النباتات او لبعض اصناف النباتات المستساغة.

٣. أسلوب الزراعة القديمة (الديمية) والمعتمدة على احمالية هطول مطري.

٤. تراكم الملوحة لاسيما مع استخدام اغلب المزارعين للمياه الجوفية في السقي بالري بالواسطة.

هذه العوامل مجتمعة تؤدي إلى فقدان التربة رطوبتها واحتفاظها بالماء، ما يؤثر في تراجع كبير لأحياء التربة وتدهور قشرتها الحيوي.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الخصائص الطبيعية

المناخ: ان مناخ المنطقة يتصف بالتطرف في درجات الحرارة، مع قلة الامطار، وبالتالي انخفاض في الرطوبة النسبية مع ما يصاحبها من شدة الاشعاع الشمسي، والصفة القارية هي ما يميز مناخ المنطقة لعدم وجود حد بحري. (زينب الدليمي٢٠١٧)

لغرض التعرف على الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة بالتفصيل، ومدى تأثيرها على ظهور المخاطر البيئية، يجب ان نجري نظرة شاملة عن عناصر المناخ الرئيسية، لنحلل التأثير الذي تقوم به هذه العناصر، وذلك اعتمادا على محطة عنه المناخية، ذات الموقع الاحداثي('34° 26 "21.166) شمالا، ("41° 57' 57.481) شرقاً، وعلى ارتفاع (١٣٨) م فوق مستوى سطح البحر. (جمهورية العراق(٢٠٢٢).

الأشهر	ساعات السطوع الشمسي ساعة/يوم	العظمى	الصغرى	المعدل	المدى الحراري مْ	الامطار	سرعة الرياح م/ ثا	التبخر/ ملم
كانون الثاني	5.7	17.26	1.2	9.2	16.1	17.63	3.48	44.43
شباط	7	21.47	1.24	11.4	20.2	33.93	3.74	54.65
آذار	7.8	28.04	1.83	14.9	26.2	10.55	4.08	71.89
نيسان	8.3	35.43	7	21.2	28.4	17.68	4.16	102.11
أيار	9	42.16	14.59	28.4	27.6	3.4	4.41	129.33
حزيران	12	44.99	20.74	32.9	24.3	0	5.46	150.95
تموز	12.1	45.44	22.83	34.1	22.6	0	5.88	161.99
آب	11	45.45	22.9	34.2	22.6	0	5.03	162.06
أيلول	10	41.31	18.15	29.7	23.2	4.2	4.01	143.08
تشرين الأول	8.5	36.44	11.71	24.1	24.7	5.91	3.44	115.88
تشرين الثاني	6.9	26.88	3.01	14.9	23.9	12.55	3.3	71.94
كانون الأول	5.2	19.47	-1.52	9.0	21.0	11.91	3.31	43.19
المجموع		33.70	10.31	22.0	23.4	117.75		44.43
المعدل	8.6							

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

جدول (1) البيانات المناخية

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٢.

نلاحظ ان المدى يصل الى (٢٥,٤) مْ وهذا ما يؤكد وجود تطرف كبير في درجات الحرارة، فضلا عن تذبذب كميات الامطار وانعدامها في عدد من الشهور، وهذا يعد المؤشر الاول على هذا التدهور.

السطح: ان سطح التربة أكثر عنصر في النظام البيئي استجابة للضروف والتغيرات البيئية والأنشطة البشرية، لا سيما في المناطق الجافة ذات الحساسية الكبيرة للتغيرات والضغوط، اذ يحتل سطحها التفاعلات والتي تؤثر مباشرة في كفاءة التربة وانتاجيتها وتنظيم حركة المياه فيها، وهي بيئة تواجد احياء التربة، وهذا ما يجعل دراسة خصائصها أولوية في دراسة تقييم كفاءة التربة واستدامتها.

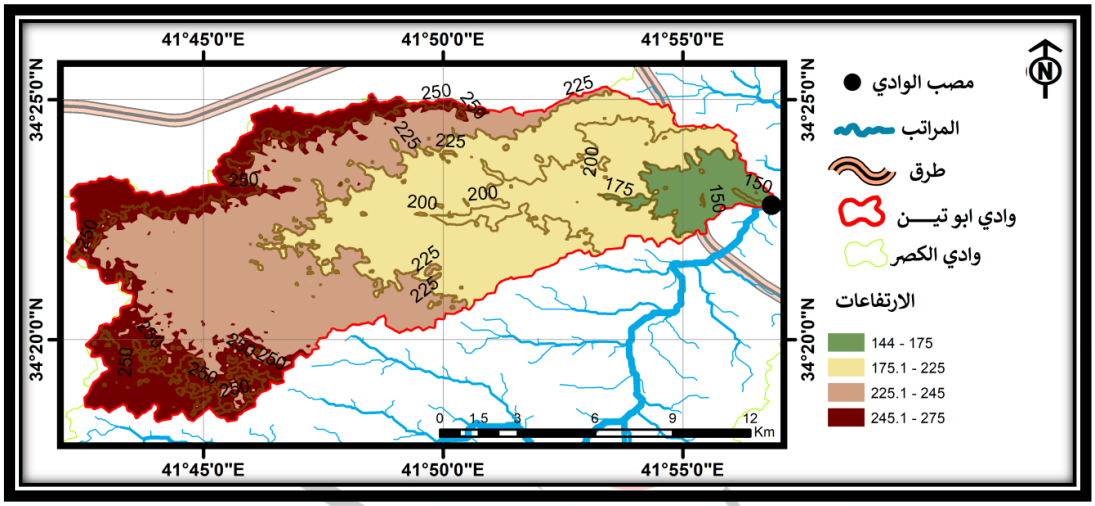
تصنيف الارتفاعات: ان دراسة المظهر الارضي وما يرتبط به من ارتفاعات يعد من العوامل المهمة التي تساعد على فهم العوامل المؤثرة والنتائج المتوقعة والتي تؤدي الى حدوث التجوية والتعرية واختلاف درجات الانحدارات، ومن خلال تحليل الخريطة الطوبوغرافية للحوض نجدها التالية:

١- وحدة الاراضي السهلية: تعد هذه الوحدة اقل ارتفاعاً، وقسمت الاراضي السهلية في المنطقة الى فئتين، الفئة الاولى التي ينحصر ارتفاعها بين (١٤٤-١٧٥)م في الجزء الشرقي من المنطقة بمساحة (٨,٣) كم^{٢} وبنسبة (٥,٣٧)%، كما موضح في الخريطة (٣)، والفئة الثانية التي ينحصر ارتفاعها ما بين (١٧٥,١-٢٢٥)م والتي تتوزع في وسط وشرق الوادي بمساحة (٥٩,٥) كم^{٢} وبنسبة (٣٨,٤٧)% من المساحة الكلية.

٢- وحدة الاراضي الهضبية: تعد هذه الوحدة اكثر ارتفاعاً واكثر انتشاراً في حوض وادي ابو تين، اذ قسمت كذلك هذه الوحدة الى فئتين، الاولى التي تقع بين خطي كنتور (٢٢٥,١-٢٤٥) م بمساحة (٥٤,٤٥) كم^{٢} وبنسبة (٣٥,٢١%) من المساحة الكلية، وتتوزع هذه الفئة في اجزاء متفرقة بمنطقة الدراسة، اما الفئة الثانية والتي تمثل اكبر مساحة واعلى نقطة ارتفاع للحوض تنحصر بين

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

خطي كنتور (٢٤٥,١-٢٧٥) م وتبلغ مساحتها (٣٢,٤) كم^{٢} وبنسبة (٢٠,٩٥) % من المساحة الكلية للحوض، وتنتشر في الاجزاء الشمالية والشرقية والجنوبية للمنطقة.



الخريطة (2) نطاقات الارتفاعات

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) وباستخدام برنامج Arc Map 10.8

الانحدار: يشكل عامل الانحدار اهمية بالغة في الدراسات الجيومورفولوجية وعلاقته في تحديد شكل الحوض والعمليات الجيومورفولوجية (نور علي غلوم، ماجد حميد محسن الخفاجي٢٠٢٣). تم تقسيم درجات الانحدار في منطقة الدراسة الى ثلاثة اصناف حسب تصنيف (Zink). كما موضح في الخريطة (٤).

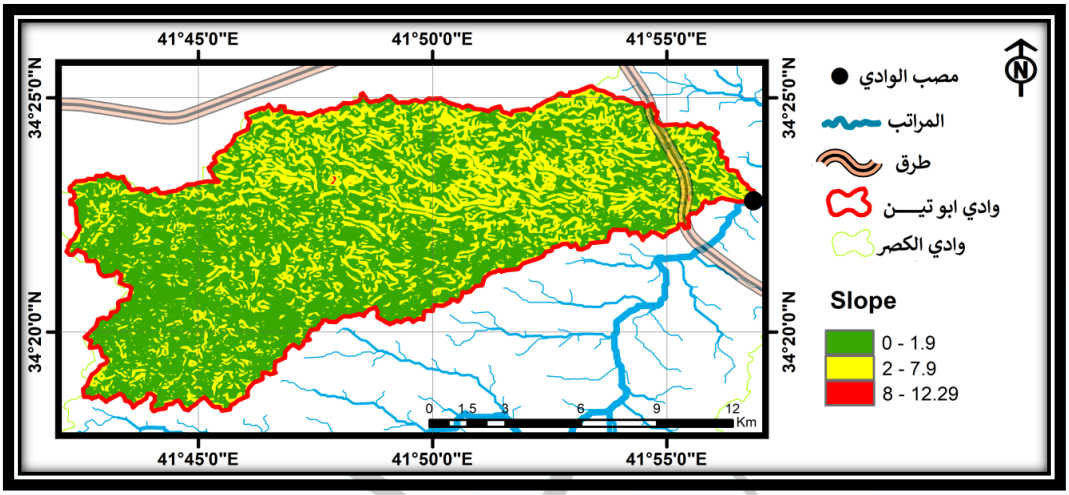
مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية

الصنف الاول: يمثل الانحدارات التي يبدأ تدرجها من (٠ الى ١,٩) درجة، وهي الاكثر انتشار وتشمل اغلب مناطق الحوض وتشغل مساحة (١٠٥,١) كم^{٢} وبنسبة (٦٧,٩٦) % من المساحة الكلية للمنطقة.

الصنف الثاني: يمثل الانحدارات التي يبدأ تدرجها من (٢ الى ٧,٩) درجة، تنتشر في اجزاء متفرقة من المنطقة وتبلغ مساحتها (٤٩,٤٩) كم^{٢} وبنسبة (٣٢) % من مساحة الحوض.

الصنف الثالث: يمثل الانحدارات التي يبدأ تدرجها من (٨ الى ١٢,٢٩) درجة، يوجد هذا الصنف بمساحة قليلة جداً في الحوض بلغت (٠,٠٦) كم^{٢} وبنسبة (٠,٠٤) % من المساحة الكلية للحوض.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ



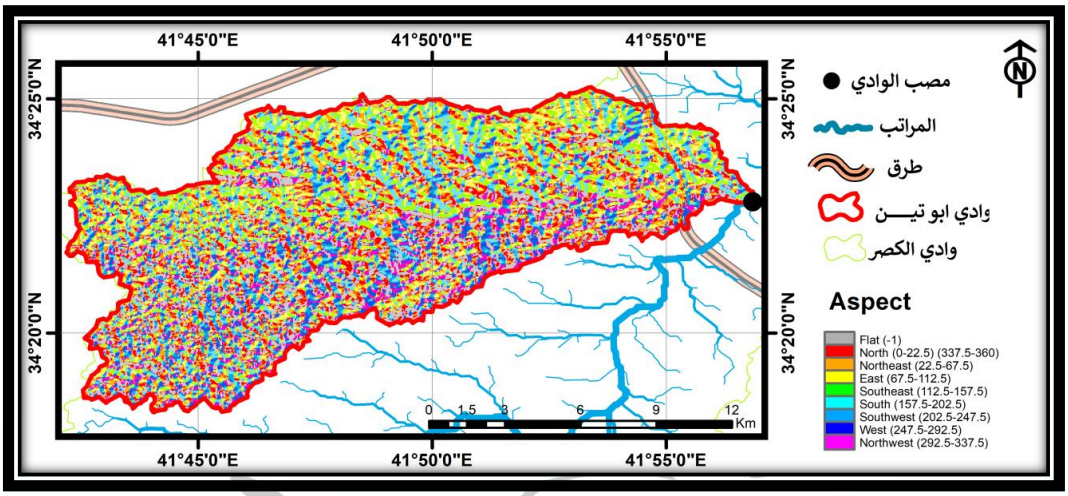
الخريطة (٤) الانحدارات

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) وباستخدام برنامج Arc Map 10.8

من ملاحظة الارتفاعات والانحدارات نجد ان النسبة الاعلى للفئة المنبسطة ففي الارتفاعات احتلت المناطق المصنفة ضمن السهلية اكثر من (٦٤) % ودرجات الانحدار المنبسطة اكثر من(٦٧) %، وهذا مؤشر ايجابي على امكانية المعالجة وقلة عمليات التعرية المائية، وفرصة لزيادة عمليات الترسيب، كما انها تؤشر سلبيا على تجمع المياه والتصريف الداخلي وبالتالي تجمع الاملاح وتدهور في التربة.

اتجاه الانحدار: يؤثر من خلال معرفة نسبة الاراضي ذات اتجاه عن الاتجاهات الاخر لتحديد ايها التي تكون مواجهة للاشعة الشمسية من غيرها, او المواجهة للرياح الرطبة والجافة وهكذا. ومن خلال بيانات الخريطة (٥) نجد ان اتجاه الانحدار السائد في حوض وادي ابو تين هو المستوي والشمالي والجنوبي الشرقي، كما موضح في الذي يبين زاوية اتجاه الانحدار ومساحة كل مرتبة ونسبتها في منطقة الدراسة.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ



الخريطة (٥) اتجاه الانحدار

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) وباستخدام برنامج Arc Map 10.8

الاتجاهات		المساحة كم٢	النسبة %
مستوي	Flat (-1)	28.07	18.15
شمال	North (0-22.5)	20.54	13.28
شمال شرق	Northeast (22.5-67.5)	16.24	10.50
شرق	East (67.5-112.5)	18.74	12.12
جنوب شرق	Southeast (112.5-157.5)	20.74	13.41
جنوب	South (157.5-202.5)	17.86	11.55
جنوب غرب	Southwest (202.5-247.5)	10.78	6.97

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

غرب	West (247.5–292.5)	11.89	7.69
شمال غرب	Northwest (292.5–337.5)	9.80	6.33
المجموع	North (337.5–360)	154.65	100.00

جدول (٢) اتجاه الانحدار

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا علي بيانات الخريطة (٥)

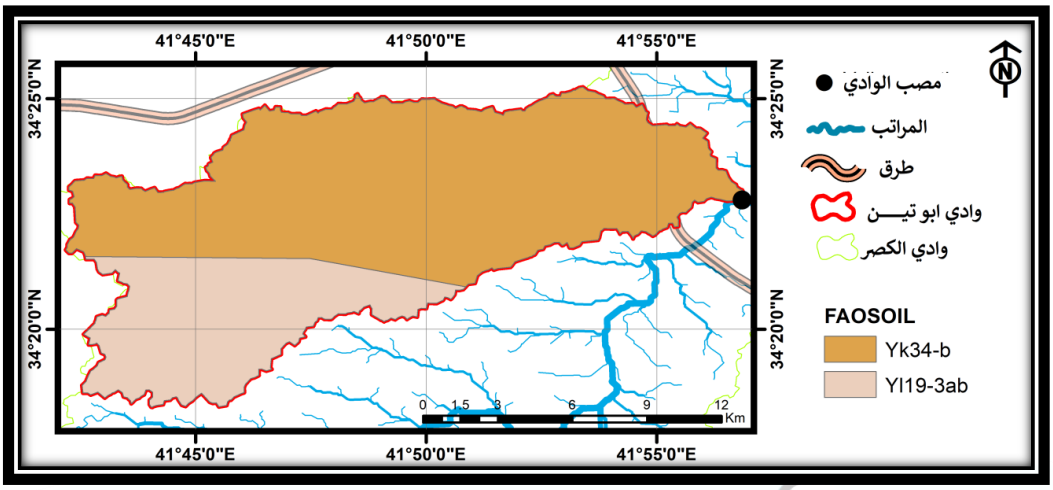
يتضح من الجدول (٢) ان كل الاتجاهات متوافرة لكن الذي يختلف هو ان تكون عدد من الاتجاهات بنسبة اكبر من الاخرى كما في المستوي والشمالي والجنوبي الشرقي.

التربة: صنفت اعتمادا على تقسيم (FAW) في دراسة انواع الترب ومساحتها ونسبها في منطقة الدراسة وقد ظهر ضمن المنطقة صنفين من الترب فقط كما موضح في خريطة (٦). وهي الآتي:

١- التربة الصحراوية الكلسية (YK34-b): يتميز هذا النوع من الترب بالنسيج المتباين ويكون الانحدار اكثر من (٣٠) % واماكن تواجدها في أجزاء متفرقة في منطقة السهل التجميعي، ويوجد في هذا النوع من التربة طبقة كربونات كالسيوم، دائماً ما تكون عرضة للإزالة، خصوبتها نسبية عالية، وتستعمل للرعي دائما (Tara M, Anwar2011). يغطي هذا النوع اجزاء كبيرة من منطقة الدراسة بمساحة بلغت (١١١,٠٥) كم^{٢} وبنسبة (٧١,٨١%) من المساحة الكلية للحوض.

٢- التربة الكلسية الجبسية (Yl19-3ab): تعد من الترب الأقل انتشارًا في الحوض، إذ تبلغ مساحتها (٤٣,٦) كم^{٢}، أي ما يعادل (٢٨,١٩)% من إجمالي مساحة الحوض تمتاز بفقرها بالمواد العضوية.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ



الخريطة (٦) اصناف التربة

المصدر/ The Digital Soil Map of the World , FAO/UNESCO, Version 3.6, January 2006.

مفهوم واسس الرصد الحيوي العلمية: يعد من احدث المناهج البيئية في رصد التغيرات في النظم الطبيعية من خلال رصد استجابات الكائنات الحية، والمظاهر الحيوية لتغير العوامل البيئية. والاساس العلمي هو حساسية هذا النظام لاي تغير يطرأ على النظام الحيوي فتعكس بصورة فعاله حالة التغير عن طريق تفاعلها معها ومدى استجابتها لهذه التغيرات، وهو الدرجة التي تمثلها درجة تدهورها. (اسعد شهيد محمد الحسناوي٢٠١٨)

ان اهمية الرصد الحيوي تكمن في امكانيته على كشف تغيرات قبل ان تظهر اعراضها المدمرة بما يظمن امكانية المعالجة ويتيح الفرصة لتقليل اضرارها واخطارها على البيئة، ترتكز هذه العملية على اسس اهمها:-

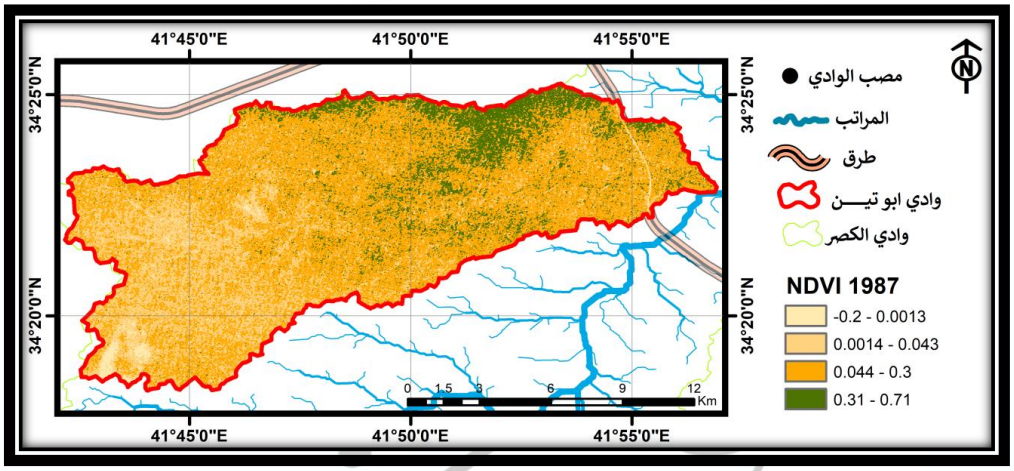
١- الارتباط البيئي المباشر بين المؤشر الحيوي والوسط المقاس.
٢- الحساسية البيولوجية لبعض الكائنات النباتية والحيوانية ومدى استجابتها للتغير.
٣- الامكانيات الكمية للمراقبة من خلال مراقبة عدة فترات والمقارنة بينها وما ينتج عن هذه المقارنة من التنبؤ.

على هذا الاساس تتجه الكثير من الدراسات الى الاعتماد على النباتات الطبيعي لكونه اساس يعتمد عليه في رصد التغيرات والاستجابات.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

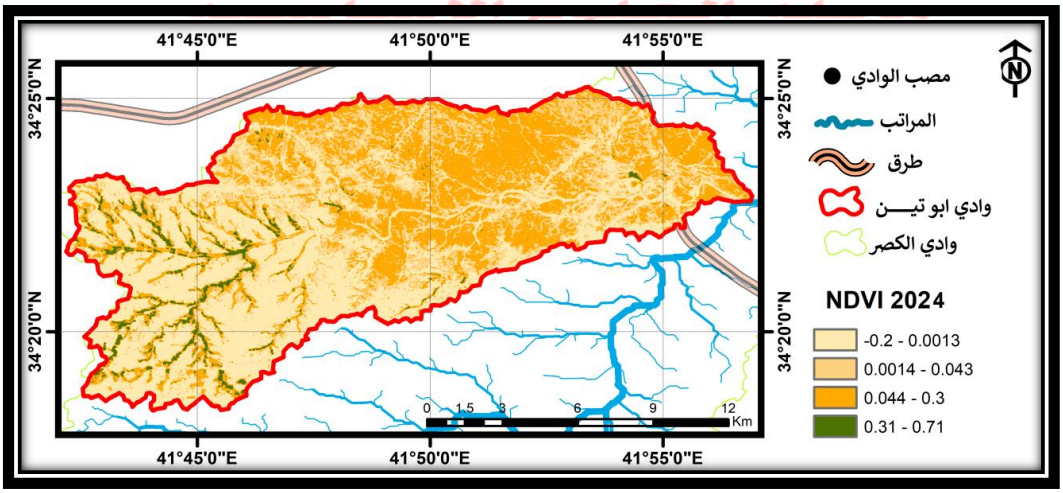
المؤشرات الحيوية: ولغاية تحديد المستويات الخاصة بالتدهور، لهذا ينبغي ان نحدد مستويات الغطاء النباتي والقشرة البايلوجية للتربة وذلك باستخدام ادلة (CI & NDVI) والتي تتفق في نتائجها بين (+١ و −١) وهو المعتمد في التقسيمات لفئات خطورة التربة.

اولا: دليل كثافة الغطاء الخضري (NDVI) (Gorelick, N., Hancher, M., Dixon2017) وقد تم تطبيق المؤشر واستخدام المتوسط والقيم العليا والدنيا التي وجدت فيها كما في الخريطة(٧-٨).



الخريطة (٧) مؤشر كثافة الغطاء الخضري (NDVI) ١٩٨٧

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية Landsat5TM، وبرنامج Arcmap10.8 وبرنامج ERDAS 8.4.



JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الخريطة (٨) مؤشر كثافة الغطاء الخضري (NDVI) ٢٠٢٤

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية Landsat٨Oli ، وبرنامج Arcmap10.8 وبرنامح ERDAS 8.4.

القيمة	المساحة ١٩٨٧ كم٢	النسبة %	المساحة ٢٠٢٤ كم٢	النسبة %
-0.2 – 0.0013	3.38	2.19	62.93	40.69
0.0014 – 0.043	41.29	26.70	35.87	23.19
0.044 – 0.3	90.15	58.29	51.88	33.55
0.31 – 0.71	19.83	12.82	3.97	2.57
المجموع	154.65	100.00	154.65	100.00

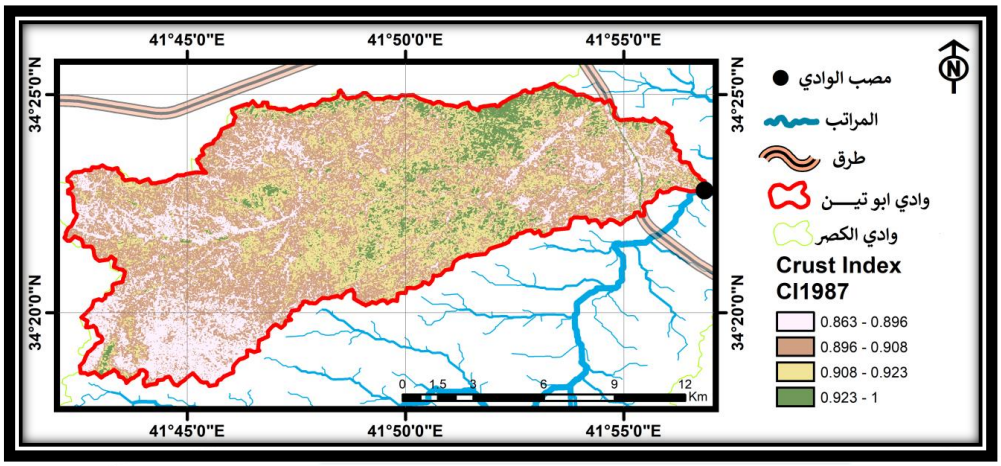
جدول (٣) مؤشر كثافة الغطاء الخضري (NDVI)

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا علي بيانات الخريطة (٧-٨)

أظهرت نتائج مقارنة قيم المؤشر NDVI في المنطقة وجود تراجع في القيم الموجبة للغطاء النباتي خلال الفترة الزمنية المقصودة، وهذا يدل على تدهور وفقدان اجزاء كبيرة من حيويتها، توافق التراجع وتوسع المناطق والقيم السالبة أو القريبة من الصفر، والتي تمثل الأراضي المتدهورة، أظهرت الخرائط بين الفترتين أن المناطق التي تنخفض فيها قيم NDVI تتجاوز ٤٠% من المساحة الكلية الجدول اعلاه (٣).

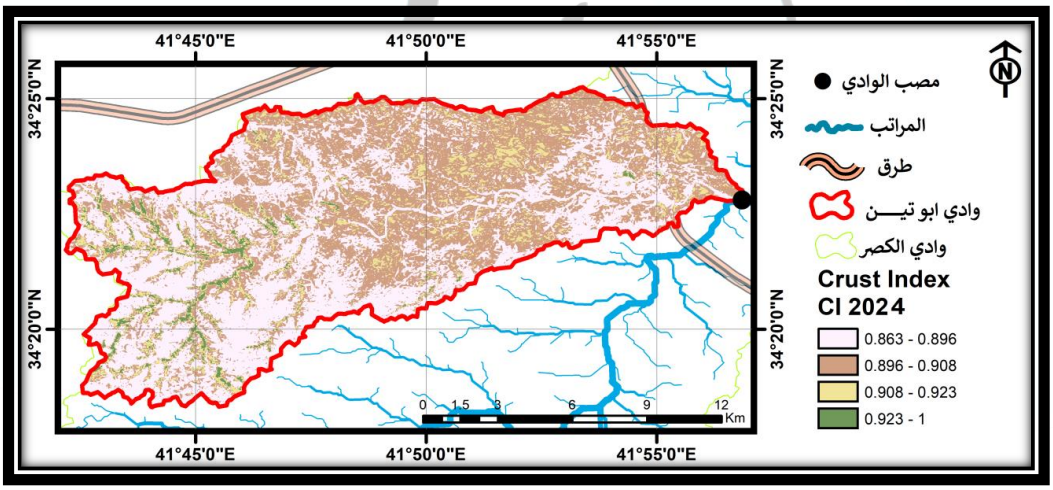
ثانيا: مؤشر القشرة البايلوجية (Jin Chen, Ming Yuan, Le Wang, Hiroto Shimazaki2005) (CI) تشير القيم السالبة والصفر إلى المناطق الجافة وشبه الجافة، وكما مبين في الجدول (٤) والخريطتين (٩- ١٠).

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ



الخريطة (٩) كفاءة التربة عام ١٩٨٧

المصدر/من عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية Landsat5TMباستخدام برنامجArcmap10.8 وبرنامجERDAS8.4.



الخريطة (١٠) كفاءة التربة عام ٢٠٢٤

المصدر/من عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية LandsatٰOli باستخدام برنامجArcmap10.8 وبرنامجERDAS8.4.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

القيمة	المساحة ١٩٨٧ كم٢	النسبة %	المساحة ٢٠٢٤ كم٢	النسبة %
٠,٨٦٣ – ٠,٨٩٦	٣٦,٢٠	23.41	٧٣,١٠	47.27
٠,٨٩٦ – ٠,٩٠٨	٦٢,٩٠	40.67	٦٤,٥٠	41.71
٠,٩٠٨ – ٠,٩٢٣	٤٢,٢٠	27.29	١٣,٧٠	8.86
٠,٩٢٣ _ ١	13.35	8.63	3.35	2.17
المجموع	154.65	100.00	154.65	100.00

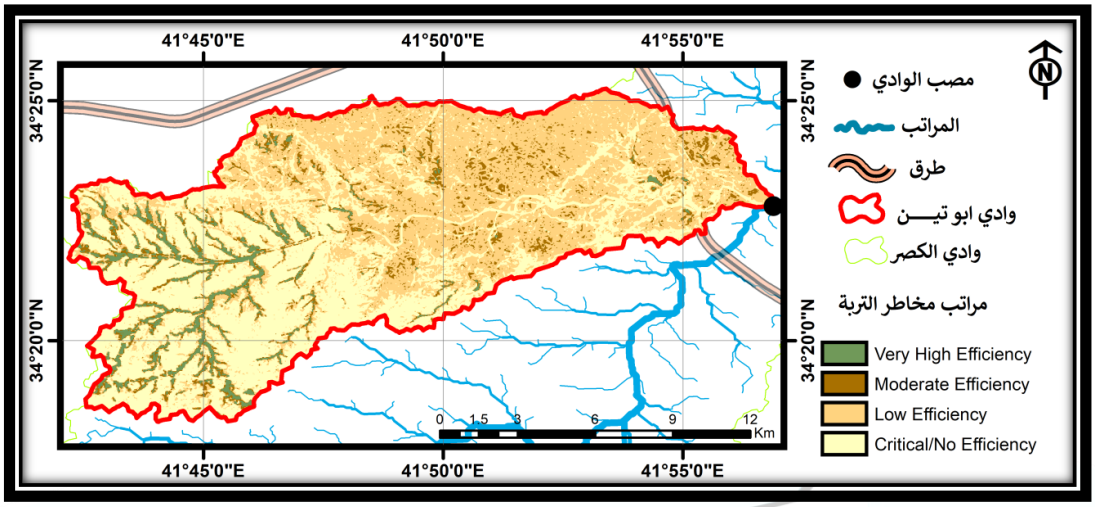
جدول (٤) مؤشر القشرة البايلوجية (CI)

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا علي بيانات الخريطة (٧-٨)

بالمقارنة بين قيم المؤشر، نجد تراجع نسبي لجودة التربة السطحية، تراجعت مساحات كانت تسجل بالسابق قيمة عالية من CI، اي ظروف مستقرة، وانتقلت إلى الفئة الادنى، وهذا ما يشير لوجود زيادة في التدهور، خصوصا مناطق الرعي الجائر والمعتمدة على الزراعة التقليدية.

درجات كفاءة التربة البيئية: باستخدام المنهج التحليلي والعوامل وخرائط المؤشرات الطيفية والتي تعمل على المساعدة في كشف فرق القيم بين المناطق المتباينة في الترب، صنفت منطقة الدراسة إلى أربعة أصناف لكفاءة التربة ومستوى خطورتها وتدهورها. الخريطة (١١)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ



الخريطة (١١) الخريطة التصنيفية لكفاءة التربة البيئية في وادي أبو تين

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا على دمج المؤشرات السابقة مع العوامل.

تقييم كفاءة التربة	المساحة	%
كفاءة عالية جدًا	6.24	4.04
كفاءة متوسطة	10.89	7.04
كفاءة منخفضة	70.15	45.36
كفاءة منعدمة (حرجة)	67.37	43.56
المجموع	154.65	100.00

جدول (٥) درجات كفاءة التربة البيئية

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا علي بيانات الخريطة (١١)

تظهر النتائج من الجدول (٥) اعلاه ارتفاع وتقدم في الفئات الخطيرة على التربة، والتي بلغت بحدود (٤٥) و(٤٣)% على التوالي من مساحة منطقة الدراسة، لكن هناك الفئات الاخرى التي من الممكن معالجة الخلل فيها والبحث عن اسباب هذا التدهور فيها.

العوامل البشرية والمناخية واثرها في التدهور: تعد التربة مورد طبيعي مهم يعتمد عليه الإنسان في انشطته الزراعية والاقتصادية، وفي ظل التغيرات البيئية المعاصرة يواجه هذا المورد تحديات متزايدة، ومن هذا المنطلق سنسلط الضوء على العلاقة المتبادلة ما بين التغيرات الطبيعية والأنشطة البشرية من جهة، وتدهور التربة من جهة أخرى، وكيف تسهم هذه العوامل في تفاقم المشكلة.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

١. التغيرات المناخية: تعد عامل رئيسي مؤثر في التربة، لا سيما في المناطق الجافة. بما تتميز به هذه المناطق من عوامل ينتج عنها زيادة معدل التبخر وضعف المحتوى الرطوبي والنشاط الحيوي للتربة، وبالنتيجة ضعف الانبات، ما يسهل عمليات التعرية.(Lal, R. (2001 .

٢. استعمال المياه الجوفية في الري: تحتوي المياه الجوفية في منطقة الدراسة على نسبة عالية من الاملاح والكبريت (لؤي ماهر حماد صالح الدليمي٢٠٢١)، لذا فانها غير مجدية لزراعة العديد من أصناف المحاصيل الزراعية، ولكن تستخدم هذه المياه لعدم وجود غيرها على شرط ان تكون وفق الوسائل الحديثة للري، وبالتالي التخفيف من احتمال زيادة تملح التربة وارتفاع قلويتها.

٣. التربة ذات طابع صحراوي جاف اوتربة حديثة لم يكتمل نضوجها ناتجة عن التعرية بنوعيها. يتصف هذا النوع من الترب بالافق القليل جدا (قلة سمك التربة)، مع قلة وجود المياه الصالحة للري، والتي في حال توفرها بكميات ونوعيات مناسبة يكون بالإمكان تحويل الترب مع فقرها الى مناطق منتجة، مع ضرورة تعويض فقر التربة بالمخصبات.

٤. الزراعة في المناطق الاروائية والمناطق الهامشية اعتمادا على الامطار: المنطقة عند الخط المطري (١٥٧) ملم، ينظر الجدول (٥) وبهذا فان المنطقة تعاني من تذبذب كبير في تساقط الامطار السنوي والشهري وعلى الرغم من التحديد الصادر من وزارة الزراعة باعتبار ((خط المطر المتساوي (٤٠٠) ملم حدا جنوبيا للمنطقة الديمية، وفقا لقانون الاصلاح الزراعي رقم (١١٧) لسنة (١٩٧٠)) https://wiki.dorar-) aliraq.net/iraqilaws/law/5109.html?utm_source=chatgpt.com) خطا فاصلا بين المنطقة الديمية والمروية، الا أن الكثير من المزارعين يجازفون بزراعة المنطقة التي تعد بعيدة عن الخط المذكور، وهذا ما يعرض هذه الممارسات الى الفشل ولا تحقق الجدوى الاقتصادية وتخلف وراءها تربة مفككة ومهيئة للتعرية الريحية في فصل الصيف الجاف والتعرية المائية في الموسم اللاحق في فصل الشتاء.

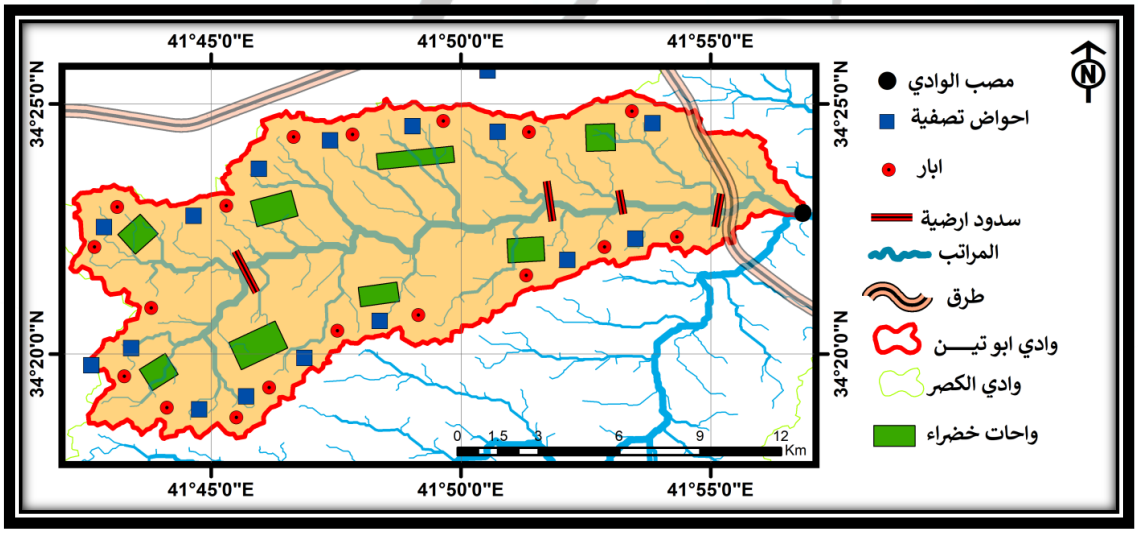
٥. الرعي الجائر: يقصد به سوء استثمار المراعي الطبيعية بتحميلها اعداد من الحيوانات لا تتفق وطاقتها الاستيعابية، وهذا يحدث تدمير سريع للغطاء النباتي في هذه المناطق بسبب انكشاف التربة وتعرضها لعوامل التعرية. وادت ظاهرة الرعي الجائر الى: القضاء على بعض أنواع النباتات الطبيعية، وتجوية التربة.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

٦. تأثير العمليات العسكرية: لقد شهدت وتشهد المنطقة حركة واسعة للمركبات العسكرية قديما خلال أحداث حرب الخليج عام ١٩٩١ واحتلال العراق عام ٢٠٠٣ إذ جابتها عدد كبير منها، وحديثا في احداث احتلال التنظيمات الارهابية للمناطق التي من ضمنها منطقة الدراسة، ساهم في تدهور التربة والغطاء النباتي، أن الحركة المتكررة للآليات تعمل على تدهور تركيب طبقة التربة السطحية الجافة، وتكسير تكتلاتها، وبالنتيجة تفتيتها إلى دقائق يسهل على الرياح نقلها.

وسائل المعالجة:

معالجة الجفاف ضمن المناطق الصحراوية: ان المنطقة كما تقرر تتميز بالمناخ الجاف وتذبذب الامطار، وان الهطول يكون غزيرا وبتوقيت قصير، لذلك يمكن الاستفادة من هذه المياه عن طريق اقامة السدود الترابية على المجاري الموسمية ضمن وادي ابو تين، ومن الامور الملفتة التي يمكن الاستفادة منها هو الكتل الكونكريتية المتضررة التي تم استخدامها من عام (٢٠٠٣) لحد الان والتي يمكن الاستفادة منها في حجز المياه في الاودية، والاستفادة منها في مواسم الجفاف، وهذا مما لايكلف اموال، ويمكن من خلاله اقامة عدد من الخزانات. الخريطة (١٢)



الخريطة (12) الحلول المقترحة والافاق المستقبلية

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا على الدراسة الميدانية والبيانات السابقة.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

معالجة مشكلة ملوحة التربة: الاصل احتواء النباتات على مقادير متباينة من الأملاح لحياة النبات وفعالياته الحيوية، كما في الكالسيوم الذي يدخل في عملية التركيب الضوئي، المشكلة التي تحدث هي زيادة تركيز أحدها عن الحد الطبيعي فتعمل عكسيا، وعند ذلك تحتاج التربة الى استصلاح، ويقصد به الاجراءات المطلوبة لتحسين القابلية الانتاجية للتربة غير المنتجة او ذات الانتاجية الواطئة وقد يتسع هذا المفهوم حسب طبيعة المشاكل التي تعاني منها التربة. تعالج هذه المشكلة من خلال عدد من الإجراءات:

- تحسين عملية الري: استخدام الري بالواسطة يزيد التملح، لذا يستحسن الانتقال إلى وسائل الري الحديثة.
- تحسين صرف المياه المستعملة لمنع تراكمها
- عمل احواض تجميعية في مسافات محددة في المناطق البعيدة عن البحيرات الخزنية المقترحة.
- زراعة محاصيل تتوافق مع طبيعة التربة والمياه، وتعمل على تخفيف المشكلة، ومنها انشاء غابات لزراعة محاصيل واشجار تتلائم مع البيئة والمناخ ونوعية التربة والمياه. كما في الخريطة السابقة (١٢).

معالجة مشكلة الرعي الجائر: لقد تبين لنا أثر الرعي الجائر على التربة في منطقة الدراسة وان الطاقة الحملية للمراعي تحمل أكثر من طاقتها، اضافة الى تقليص مساحة المراعي الطبيعية في منطقة الدراسة كما سبق ذكره. وإذا ما اريد الحفاظ على المراعي لابد من تنظيم عمليات الرعي واتخاذ الخطوات التالية:

١. الاهتمام بتنمية المراعي الأروائية وزراعة محاصيل العلف.
٢. تحديد اوقات الرعي.
٣. منع او تحديد الزراعة الديمية من اجل الحفاظ على اراضي المراعي الطبيعية.
٤. تكثير الاعشاب التي تتحمل الملوحة واستخدامها في الرعي والعمل على انشاء غابات علفية.

معالجة مشكلة تأثير العمليات العسكرية: ان للعمليات العسكرية الاثر البالغ الذي تتركه على التربة، كاقامة السواتر الترابية، لذا فان الواجب على المؤسسات الامنية ان تأخذ بالاحتياط عمل اسوار كونكريتية عالية تكون مهمتها كمهمة السواتر الترابية، لكنها قليلة الضرر على التربة قليلة السمك اصلا، والقيام بتطهير الاراضي الزراعية من المخلفات الحربية والالغام، وتامين وصول المزارعين

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

والرعاة بسلام، وتوفير بيئة امنة للمستثمرين لكي يشعرون بالاطمئنان في المنطقة وبهذا تزدهر العملية الانتاجية.

الاستنتاجات

١. يشكل الغطاء النباتي الواقي عنصرا حاسما في حماية التربة، إذ بينت النتائج أن تراجعه يرتبط ارتباطًا مباشرًا بتدهور حالة التربة وزيادة قابليتها للتعرية.
٢. القشرة البيولوجية تعد مؤشرا حساسًا لكفاءة التربة، وقد دلّ تدهورها على فقدان التربة لخصائصها الفيزيائية والبيولوجية نتيجة للضغوط البيئية والبشرية.
٣. أظهرت النتائج وجود علاقة موجبة بين الغطاء النباتي والعناصر المناخية قيد الدراسة من خلال تطبيق معامل ارتباط بيرسون بين المؤشرات الطيفية (NDVI وCI) والعناصر المناخية (الأمطار ودرجات الحرارة). ، إذ بلغ معامل الارتباط بين فئة الغطاء النباتي الخفيف والأراضي الجرداء مع معدل الأمطار نحو r = 0.72 بينما سجل مع درجات الحرارة r = 0.68، مما يشير إلى أن التغيرات المناخية لها أثر مباشر وواضح في توزيع وكثافة الغطاء النباتي ضمن منطقة الدراسة.
٤. ساهم الرعي الجائر بفاعلية في إضعاف الغطاء النباتي، مما عرض التربة لمزيد من التفكك.
٥. أسلوب الزراعة الديمية المتبع في منطقة الدراسة أسهم في تسريع عمليات التجوية والتفكك، ثم التعرية.
٦. أكد الرصد الحيوي فعاليته في كشف التغيرات البيئية مبكرا، قبل أن تتفاقم، مما يعزز من فرص التدخل الوقائي وتقليل الأضرار المحتملة.
٧. بلغت المساحة المصنفة ضمن الفئات الحرجة ما يقارب ٤٣% من المنطقة المدروسة، ما يعكس حجم التدهور، في حين لا تزال هناك مساحات قابلة للاستصلاح والتحسين

التوصيات

١. تعزيز الغطاء النباتي المحلي من خلال زراعة الأنواع النباتية المتكيفة مع الظروف الجافة وشبه الجافة، وتشجيع برامج إعادة التأهيل البيئي للمناطق المتدهورة.
٢. حماية القشرة البيولوجية للتربة عبر تقنين الأنشطة البشرية كالرعي ومرور المركبات، واعتماد خطط توعية مجتمعية بأهميتها ودورها الحيوي في استقرار التربة

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

٣. تنظيم الرعي وتحديد طاقة المراعي الاستيعابية من خلال فرض أنظمة دورية للرعي تمنع الاستنزاف المفرط للتربة والنباتات الطبيعية، وتفعيل الرقابة المجتمعية.

٤. استخدام الرصد الحيوي المبكر بصفته وسيلة فعالة لرصد تغيرات التربة قبل حدوث الأضرار الكبرى، ويُوصى باعتماده ضمن أدوات تقييم ورقابة التربة على المستوى المحلي.

٥. اعتماد الزراعة المستدامة وأساليب الحصاد المائي وذلك عبر استخدام تقنيات الزراعة بدون حرث أو الزراعة المحافظة، واستغلال مياه الأمطار وتخزينها في الأحواض الترابية

٦. وضع خرائط تصنيف التربة حسب الكفاءة أو الخطورة تستخدم لتحديد المناطق الحرجة وتوجيه عمليات الإصلاح البيئي بدقة، ما يسهّل اتخاذ القرار البيئي والزراعي.

٧. تشجيع الدراسات المكانية الزمانية المعتمدة على مؤشرات الاستشعار عن بعد خاصة في المناطق الهشة بيئيًا، لما لها من قدرة على مراقبة الغطاء النباتي والقشرة الحيوية وخصائص التربة بدقة مكانية وزمنية.

٨. إعداد برامج تأهيل للتربة المتدهورة مع إعطاء أولوية للمناطق التي ما تزال قابلة للمعالجة، وتشجيع الاستثمار في تقنيات الاستصلاح البيئي.

المصادر:

١. جمهورية العراق، وزارة النقل والموصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، (٢٠٢٢) بيانات غير منشورة.

٢. الحسناوي اسعد شهيد محمد ، دراسة كمية ونوعية لغبار مدينة كربلاء وتقييم قدرة التحمل والمعالجة لبعض النباتات، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة كربلاء، كلية التربية للعلوم الصرفة، ٢٠١٨.

٣. الدليمي زينب حميد عبد حمادي ، تحليل الخصائص المناخية لمحطتي حديثة والقائم في محافظة الانبار للمدة (١٩٨١ – ٢٠١٣)، رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة الانبار، كلية التربية للبنات،٢٠١٧.

٤. الدليمي لؤي ماهر حماد صالح ، التحليل المكاني للمياه الجوفية في قضاء عنه وامكانية استثمارها، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة الانبار، كلية التربية للعلوم الانسانية، ٢٠٢١.

٥. غلوم نور علي ، ماجد حميد محسن الخفاجي، الخصائص الطبيعية في حوض وادي فؤاد، مجلة كلية التربية الاساسية – جامعة المستنصرية، المجلد ٢٩، العدد١٢٢، السنة ٢٠٢٣.)

6. Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. Land Degradation & Development, 12(6).

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثامن والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

7. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment, 202.
8. https://wiki.dorar-aliraq.net/iraqilaws/law/5109.html?utm_source=chatgpt.com
9. Jin Chen, Ming Yuan, Le Wang, Hiroto Shimazaki, Masayuki, "A new index for mapping lichen-dominated biological soil crusts in desert areas" SCIENCE DIRECT, accepted 19, February 2005.
10. Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. Land Degradation & Development, 12(6).
11. Tara M, Anwar, Suttie and S.G.Reynolds. Report Country Pasture/ Forage Resource Profiles of Iraq, FAO Org, 2011.
12.) (Li, Y., Li, X., & Zhao, B. (2023). Soil biological indicators and their applications in monitoring land degradation in drylands. Ecological Indicators, 153, 110403.
13.) (Delgado-Baquerizo, M., et al. (2020). Microbiomes of drylands: Key insights on structure and function. Nature Reviews Microbiology, 18(12)
14.) (Chamizo, S., Rodríguez-Caballero, E., & Cantón, Y. (2022). Biocrusts as nature-based solutions for dryland restoration. Science of the Total Environment, 806, 150498.
15.) (Xu, H., et al. (2021). A comparative analysis of NDVI and KNDVI for monitoring desertification in arid ecosystems. Remote Sensing, 13(9).

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية