SEBHA UNIVERSITY JOURNAL OF PURE & APPLIED SCIENCES VOL.24 NO. 2 2025
DOI: 10.51984/JOPAS.V25I2.3786

مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية
Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences

Journal homepage: www.sebhau.edu.ly/journal/jopas

رصد وتقييم لسدود حفظ التربة والمياه لبعض أودية وسفوح الجبل الأخضر

*مراد ميلاد أبوراس[1] و محمد أبو القاسم محجوب [1]و محمد صالح يوسف [2]

[1]قسم التربة والمياه، جامعة عمرالمختار، البيضاء، ليبيا

[2]كلية العلوم البيئية ، جامعة بنغازي، فرع المرج، ليبيا

الملخص

تعاني السفوح الجنوبية للجبل الأخضر من ظروف مناخية شبه جافة ساهمت مع النشاط البشري غير المستدام في تدهور الأراضي، ووضع القطاع الزراعي والرعوي تحت ظروف إنتاجية صعبة. تم في هذه الدراسة متابعة وتقييم حالة عدد من السدود التعويقية الحجرية ببعض منحدرات جنوب مراوة بالجبل الأخضر من حيث كفاءة الموقع والأداء والاستمرارية في حفظ التربة والمياه. ولتحقيق اهداف الدراسة تم تقدير بعض خصائص التربة والانحدار والخصائص المورفومترية بتلك المنحدرات. كما تم رصد نشاط انجراف التربة ببعض روافد وادي درنة القادمة من جنوب القبة حيث لا يتوفر العدد الكافي من السدود التعويقية، كما تم الاستعانة ببعض القياسات الميدانية والخرائط الرقمية وتحديد نوع التربة ورصد مظاهر تدهورها. وجدت الدراسة ان الروافد القادمة من جنوب القبة لتغذية وادي درنة قد اتصفت بنشاط مكثف لعمليات الإنجراف، كما أظهرت الملاحظات والقياسات الميدانية كميات كبيرة جدا من الرواسب التي انتقلت الى الوادي وساهمت في تقليل السعة التخزينية لسد بومنصور قبل انهياره. لعبت الترب الجافة بالمنطقة والمتدهورة في صفاتها الفيزيائية، دورا اساسيا في قابليتها للانجراف مع غياب اي نظام متكامل ومستدام لإدارة الاراضي يستطيع مواجهة ظروف الهشاشة البيئية والتغيرات المناخية المتوقعة. سجلت الدراسة كذلك، العديد من مظاهر الفشل وضعف الكفاءة للعديد من السدود التعويقية جنوب مراوة مثل التباعد غير المنتظم ما بين السدود وتوسع التعرية الاخدودية والانهيارات الجزئية وغياب الصيانة الدورية. عدم تطبيق خطة إدارة متكاملة ومستدامة تشتمل توزيعا كافيا للسدود التعويقية يراعي الاختلافات المكانية في الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية، وظروف الترب الجافة والنشاط البشري والتذبذب المناخي، وأثره في سلوك الجريان السطحي وتكرار حوادث السيول الجارفة بتلك الاودية والروافد، كانت سببا رئيسيا لهذا الخلل. معالجة هذا القصور سيسهم بدون شك في الحد من اضرار الفيضانات والاستفادة من حصاد المياه وتحقيق تنمية مكانية ملموسة.

الكلمات المفتاحية:

الجبل الأخضر
السدود التعويقية
أنجراف التربة

Monitoring and evaluation of soil and water conservation dams in some valleys and slopes of Al-Jabal Alkhdar

*Murad, M. Aburas [1], Mohammed, A. Mahjoub[1], Mohammed S. Yousef [2]

[1]Department of Soil and Water, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya
[2]Faculty of Environmental Sciences, University of Benghazi, Al-Marj Branch, Libya

Keywords:

Al-Jabal Alkhdar
Check dams
Soil erosion
Water Runoff

ABSTRACT

The southern slopes of Al-Jabal Alkhdar suffer from semi-arid climatic conditions that, along with unsustainable human activity, have contributed to land degradation and placed the agricultural and pastoral sector under difficult production conditions. In this study, the condition of a number of rocky check-dams on some slopes south of Marawa in Al-Jabal Alkhdar was monitored and evaluated in terms of site efficiency, performance, and continuity in soil and water conservation. To achieve the objectives of the study, some soil properties, slope, and morphometric properties of these slopes were estimated. Soil erosion was also monitored in some tributaries of Wadi Derna coming from the south of Quba, where there is insufficient number of check-dams. Some field measurements and

*Corresponding author:
E-mail addresses: murad.aburas@omu.edu.ly, (M. A. Mahjoub) Kasimalqutany@gmail.com, (M. S. Yousef) m.s.a.y.197984@gmail.com
Article History : Received 04 August 2024 - Received in revised form 17 November 2024 - Accepted 09 December 2024

digital maps were used to determine the type of soil and monitor soil degradation. The study found that the tributaries coming from the south of Quba were characterized by intense erosion activity. Field observations and measurements also showed very large amounts of sediment that moved into the valley and contributed to reducing the storage capacity of the Bo-Mansour Dam before its collapse. The region's arid soil played a fundamental role in its susceptibility to erosion, in the absence of any integrated and sustainable land management system that can confront conditions of environmental fragility and expected climate changes. The study also recorded many aspects of failure and poor efficiency of many of the check-dams south of Marawa, such as irregular spacing, expanding gully erosion, partial collapses, and lack of regular maintenance. Failure to implement an integrated and sustainable management plan was a major reason for the flood's disaster. Addressing this deficiency will undoubtedly contribute to reducing flood damage, benefiting from water harvesting, and achieving realistic spatial development.

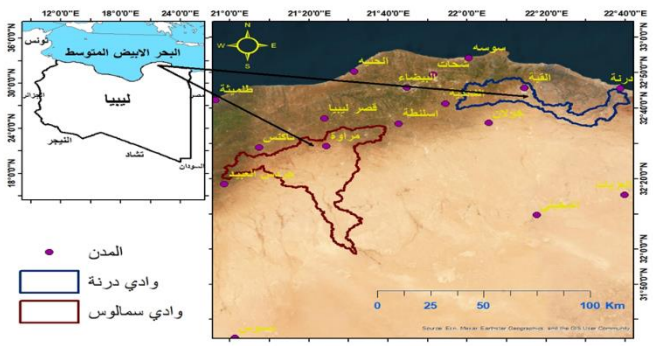
1. المقدمة

في المناطق الجافة وشبه الجافة أعتمد السكان على الحد الأدنى من الاحتياجات المائية، ولكن تصاعد النشاط الزراعي والرعوي والاقتصادي زاد الاهتمام أكثر بالأجزاء الهامشية من أراضي المنحدرات شبه الجافة واستغلالها بالتوازي مع محاولة حفظ الترب الهشة وتحسين خصائصها وظروفها الطبيعية. ان من اهم طرق حصاد المياه هو تخزين الماء بالتربة وزيادة محتواها الرطوبي، وكذلك استخدام المنشات المختلفة لغرض جمع وتخزين المياه لاستعمالها في الري التكميلي [1]. تنتشر ترب الأراضي الجافة في كثير من السفوح المحيطة بأودية جنوب الجبل الأخضر، هذه الترب تأثرت بشكل رئيسي بعاملي الانحدار والتعرية، حيث قرب طبقة الصخور الصلبة من السطح على أراضي المنحدرات وضعف الغطاء النباتي بها أدى إلى إزالة الأفق السطحي جزئيا او كليا، وهذا يعني فقد التربة لكثير من خصائصها الخصوبية مثل المادة العضوية، وضحالة عمقها الذي لا يزيد عن 30سم في كثير من الأحيان.[2] [3]. تتعرض التربة على سفوح الجبل الأخضر للتعرية بدرجات متفاوتة، فالمياه تتجمع وتتكاثر في مناطق السقوط العُليا لتجد طريقها إلى أسفل المنحدر صانعة قوّة كافية لجرف التربة وصُنع أخاديد طوليّة في الاتّجاهين الشمالي والجنوبي. في الاتجاه الجنوبي تقل كثافة الغطاء النباتي وتقل نفاذية التربة المتدهورة فيزيائيا بسبب الرعي الجائر والحراثة على الأراضي الهامشية مما يسبب انتشارا واسعا للتعرية الاخدودية. وحسب الدراسة الفرنسيّة, GEFLI [4] فأن معدل الرشح غالبا مايكون منخفضا على الترب الجافة بالجبل الأخضر ويسمح عادة بتكوّن الأخاديد الصغيرة القابلة للتطور, خصوصاً إذا كانت المُنحدرات شديدة وطويلة, أي يُمكن القول إن المنطقة الواقعة جنوب الجبل الأخضر هي الأكثر تعرّضاً للتعرية الأخدوديّة أكثر من غيرها.

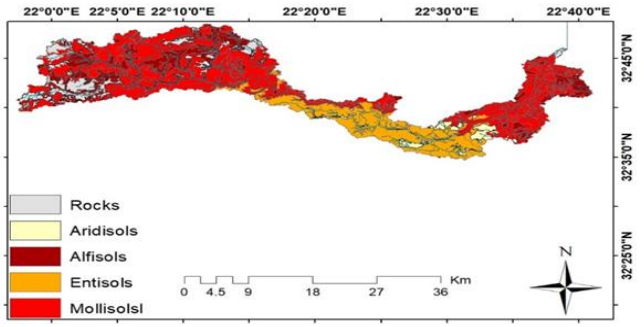
تعتبر المصاطب من أكفأ الإجراءات في أعمال صيانة التربة وحفظها على أراضي المنحدرات المتدهورة، ويمكن بنائها على درجات انحدار كبيرة، وتعتبر من أفضل الطرق التي تحول الترب المتدهورة إلى أراضي ذات مردود جيد، حيث أكد Mekdaschi و Liniger [5] أنُه بالإمكان استخدام المصاطب على انحدارات أكبر من 6%، وبالتالي تدعم نمو النبات، وكذلك بالأمكان زراعة الأشجار المثمرة، كما تقوم بترسيب التربة المنقولة وخصوصاً بالقرب من النباتات المزروعة، مما يساهم في زيادة عمق التربة، ويزداد معدل الرشح وقدرة التربة على تخزين الرطوبة، ويزداد دعم بناء المصطبة ومتانتها. يمكن للمصاطب ان تكون مفيدة وفعالة على الأراضي الجافة وشبه الجافة وحتى تلك التي يصل انحدارها الى 20% يمكن للمصاطب الحد من فقدان التربة بها بنسبة تصل إلى 50% [6]..[7]. طبقت تقنية حفظ التربة والمياه باستخدام الحواجز والسدود التعويقية في منطقة الجبل الأخضر شمالا وجنوبا منذ العصور الاغريقية والرومانية، حيث لازالت أثار وبقايا هذه التقنيات الزراعية الفعالة موجودة في بقايا المستوطنات الزراعية الرومانية، ويمكن ملاحظة قدرة تلك الإنشاءات في حفظ وتراكم التربة خلفها والتنوع النباتي المميز فوق تلك الحقول الصغيرة بشكل واضح امام تلك السدود التي تكونت في منطقة حوض السد بمرور الزمن [8]. كما قامت الدولة الليبية ومن خلال العديد من الهيئات والمشاريع الزراعية بانشاء المئات من السدود التعويقية المختلفة ومنها مشروع تنمية الغطاء النباتي بالجبل الأخضر والذي ساهم مابعد عام 2001 بإنشاء مايعادل 59998 م3 من السدود التعويقية. إلا ان الكثير من هذه السدود تحتاج لإعادة تقييم دورها بعد سنوات من تعرضها لفيضانات وجريانات سطحية متفاوتة الشدة، برزت من خلالها تباينات فيما بينها من حيث الكفاءة والاستمرارية، خصوصا في ظل تغيرات وتذبذبات مناخية ملحوظة فرضت تحديات جديدة على كل المختصين والمهتمين بحفظ التربة والمياه وإعادة تأهيل بيئات الأراضي المتدهورة.

2. المواد وطرق العمل

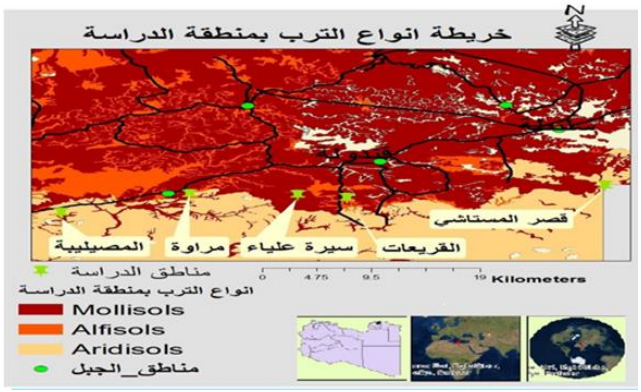
تم اجراء الدراسة بمنحدرات متدهورة تقع على السفوح الجنوبية للجبل الأخضر، تتصف بمناخ شبه جاف ومعدلات مطرية تتراوح مابين 200 الى 300 مم سنويا، بمناطق جنوب القبة (شرق الجبل الأخضر) بين دائرتي عرض 32 ° 36 ` 00 و 32 ° 46 ` 00 ، وبين خطي طول 22 ° 04 ` 00 و 22 ° 21 ` 00 ، ومناطق غرب مراوة (غرب الجبل الأخضر) بين دائرتي عرض 32 ° 25 ` 00 و 32 ° 33 ` 00 ، وبين خطي طول 21 ° 11 ` 00 و 21 ° 31 ` 00(شكل 1). اغلب المنحدرات التي ركزت عليها الدراسة هي منحدرات خفيفة الى متوسطة الشدة بدرجات انحدار تتراوح مابين 2 الى 8 درجات، لكنها تعاني من ضعف كثافة الغطاء النباتي الطبيعي المتدهور والمشتت بسبب النشاط البشري غير المرشد من رعي وزراعة بعلية وحراثة للأراضي الهامشية. اغلب الترب السائدة هي ترب البحر المتوسط الحمراء Alfisols و ترب الحشائش الجيرية الضحلة Mollisols والترب الجافة الجيرية الضحلة Aridisols (شكل 2 و 3) حسب دراسات الشركة الروسية والباحث بن محمود [9] [3] .



شكل (1) مناطق الدراسة بالسفوح الجنوبية للجبل الأخضر



شكل (2) أنواع التربة الأساسية بالسفوح المحيطة بوادي درنة، اعداد الباحثين



شكل (3) أنواع التربة الأساسية بالسفوح الجنوبية بمناطق مراوة، (يوسف، 2017)

القياسات الميدانية والتجارب المعملية والحسابات: تم قياس بعض المظاهر السطحية لمناطق الدراسة ومن ضمن القياسات ما يلي :

شدة الانحدار ميدانيا باستخدام جهازLevel Abney وباستخدام التقنيات الرقمية (GIS)، عمق التربة والذي تم استخدامه كأحد مؤشرات تدهور التربة باستخدام المثقب اليدوي، طول الانحدار باستخدام عجلة القياس والتقنيات الرقمية، كثافة الغطاء النباتي ونسبة الأحجار على السطح تم تقديره تقريبيا بالمشاهدة الحقلية والمقارنة مع أشكال توضيحية، تقييم وتسجيل مظاهر التعرية السطحية المختلفة .كما تم قياس بعض خصائص التربة ميدانيا مثل: معدل الرشح وتم قياسه باستخدام طريقة الأسطوانة المزدوجة [10]، مقاومة التربة للاختراق وتم تقديرها باستخدام جهاز Penetrometer [11]، كذلك تم اخذ عينات من التربة لقياس الكثافة الظاهرية عن طريق أسطوانات الكثافة [12]، وعينات تربة لقياس ثباتية تجمعات التربة وعينات التربة السطحية (0-50 سم) التي تم تجهيزها للتجارب المعملية المختلفة . التجارب المعملية: تم تقدير العديد من الخصائص ذات العلاقة بأهداف الدراسة وهي قوام التربة باستخدام طريقة الهيدروميتر [10]وثباتية تجمعات التربة باستخدام طريقة الغربلة الرطبة [13]، والمادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة [14] .

تم الاستعانة ببعض المعادلات التجريبية لحساب فواقد التربة السنوية بالانجراف، حيث استخدمت المعادلة العامة لفقد التربة USLE [15].

المعادلة هي كالتالي: A = R . K . SL . C . P

حيث تمثل A فقد التربة السنوي بالطن للهكتار، وتمثل باقي العوامل خصائص الهطول المطري والتربة والطبوغرافيا والغطاء النباتي واجراءات حفظ الترب.

تم اختبار الفروق المعنوية في كميات الانجراف والترسيب وتمت المقارنة بين المتوسطات باستخدام اختبار اقل فرق معنويLSD . كما تم استخدام اختبار الارتباط والانحدار لقياس العلاقة مابين بعض خصائص التربة والخصائص الأرضية وشدة عمليات الانجراف والترسيب بمناطق الدراسة.

3. النتائج والمناقشة

أ. تقييم تدهور وانجرافية التربة جنوب القبة، حوض وادي درنة:

من خلال الملاحظات الميدانية والصور الفضائية والخريطة الرقمية للتربة (شكل 2) يتبين سيادة الترب الضحلة بأراضي واسعة محيطة بوادي درنة وتغذيه موسميا بالمياه الجارية والترب المنقولة (الطمي) ، حسب خريطة التربة المدرجة والمبسطة تسود اربعة انواع من الترب بأراضي حوض وادي درنة وهي كالتالي:

1. رتبة ترب الغابات Alfisols او ترب التيراروزا (ترب البحر المتوسط الحمراء)
2. رتبة ترب الحشائش Mollisols او ترب الرندزينا الحمراء الجيرية الضحلة
3. رتبة ترب الاراضي الجافة(Aridisols (Reddish brown arid soils
4. رتبة الترب حديثة التكوين الرسوبية Entisols (Reddish brown Lithosols)

ويلاحظ بالنسبة لأراضي حوض وادي درنة، ان النوع السائد هو ترب الرندزينا الحمراء بما يعادل تقريبا نصف المساحة التي تغطيها الترب، ويليه رتبة الترب حديثة التكوين Entisols بما يعادل تقريبا ربع المساحة التي تغطيها الترب.

بالنظر في الخريطة تسود الترب الحمراء التيراروزا والرندزينا في الجزء الأسفل والاعلى من الحوض، وهي بالرغم من تدهورها النسبي بسبب الممارسات البشرية وعدم كفاية الهطول المطري في دعم نمو نباتي ملائم الا انها تتصف بانها أكثر تماسكا من الترب الجافة حديثة التكوين كونها أكثر احتواء على عناصر ومكونات مثل المادة العضوية واكاسيد الحديد وربما أكثر نسبيا في المحتوى الرطوبي.

لكن مايمكن ملاحظته بوضوح في خريطة التربة هو سيادة الترب حديثة التكوين الرسوبية Entisols في الجزء الأوسط من الحوض وهو النطاق الذي تركزت فيه الدراسة الحالية ، وهي ترب غير متطورة تكونت أساسا عن طريق النقل والترسيب بالانجراف المائي تحت ظروف المناخ الجاف والغطاء النباتي الفقير [3]. كذلك تتواجد الترب الجافة Aridisols وهي ترب ضحلة وفقيرة الغطاء النباتي وقليلة المحتوى من المادة العضوية وضعيفة التماسك والمقاومة للتفكك بالتعرية المائية. كلا النوعين من هذه الترب هشة وعالية القابلية للانجراف مما يتطلب التعامل معها بحذر وطرق استثنائية في حفظ التربة وتطبيق معايير الإدارة المتكاملة والمستدامة بحزم وصرامة .

تتصف هذه الترب غالبا بمعدل رشح بطيء اقل من 10 ملم \ ساعة، وارتفاع نسبة السلت، انخفاض المادة العضوية، التماسك وثبوت التجمعات في العواصف المطرية. ومع الهطول العالي الشدة سيحدث تفكك سريع لهذه الترب بسبب ضعف تماسكها وعدم توفر الحماية الكافية من الغطاء النباتي مما ينتج عنه معدلات فصل ونقل عالية. بالإضافة الى هذه الخصائص، يساعد الأنحدار وقطاع التربة الضحل المتولد عليه على ازدياد مخاطر التعرية في كل موسم وفي المواسم التي يزداد فيها الهطول الاستثنائي. يظهر الجدول (1) بعض الخصائص الأرضية لبعض المنحدرات الجنوبية الشرقية للجبل الأخضر، ونلاحظ من النتائج فقر الغطاء النباتي وضحالة عمق التربة والذي لايمكنه استيعاب كميات كافية من الرطوبة تدعم غطاء نباتيا جيدا، كذلك فان ظاهرة القشور السطحية على تلك الترب مؤشر على تاثير صدمة قطرات المطر على ترب فقيرة في الغطاء النباتي مما يؤدي الى تكسر تجمعات التربة وتناقص نفاذية التربة للماء. نتائج جدول (2) تؤيد الطرح السابق حيث تعاني هذه الترب الجافة الضحلة وغير المتطورة من ضعف ثبات التجمعات وتناقص معدلات الرشح ومقاومة عالية للاختراق مما يشير الى ارتفاع نسبي في تضاغط التربة لا يسمح بزيادة المخزون الرطوبي وتحسين النمو النباتي (شكل 2 و3). يمكن لجدول (2) ان يعطي المزيد من الإجابات حيث انخفاض المحتوى الطيني ونسبة المادة العضوية لا يدعم بناءا جيدا للتربة يستطيع مقاومة عوامل الانجراف المائي وتكون التربة بذلك أكثر هشاشة وانجرافية وتدهورا. حيث أشار Diaz-Fierros وBenito [16] في دراستهما لترب البحر المتوسط للدور المهم الذي يلعبه محتوى التربة من المادة العضوية وكربونات الكالسيوم والمكون المعدني (الطين) في تماسك بناء التربة. كما ان تضاغط التربة معبرا عنه في هذه الدراسة بمقاومة التربة للاختراق كان مرتفعا نسبيا كما في الجدول (2) مما يقلل من فرص النمو النباتي [17] . هذه الترب وبسبب ضعف تماسكها ستساهم في زيادة حمولة الطمي المنقول بالجريان السطحي الى مجرى وادي درنة الرئيسي وبالتالي سوف يكون السبب في تراكم كميات كبيرة جدا من الطمي خلف السد الرئيسي وهو سد بومنصور ويقلل من السعة التخزينية لبحيرة السد بالإضافة للأضرار الفيزيائية الأخرى (شكل 4، 5، 6). بالإضافة لدراسة الخصائص الأرضية وخصائص التربة بتلك المنحدرات فان الملاحظات الميدانية والصور الفضائية أظهرت بوضوح خطورة تلك الروافد والمجاري المائية النشطة القادمة من تلك السفوح والمنحدرات الهشة والمتدهورة، وكانت دائما مصدرا للسيول العالية الخطورة في مواسم الهطول الغزيرة، خصوصا مع غياب خطة متكاملة للسيطرة على جريان الماء والطمي القادم من اعلى المنحدرات (شكل 7 و8). من الشكلين يظهر النقص الواضح في إجراءات حفظ التربة والمياه وعدم توزيع السدود التعويقية لأعتراض السيول في معظم المسارات النشطة للجريان المائي، رغم توفر مساحات واسعة من الترب المفككة والأراضي الهشة المحيطة بالوادي وروافده من كل الاتجاهات (شكل 9). علما بأن شركة هيدروبوجكت اليوغسلافية المنفذة لسدود درنة اقترحت في البداية عددا أكبر من السدود الكبيرة والمتوسطة كما اقترحت توزيع عدد 61 سدا تعويقيا في محيط ووادي درنة [18] وذلك قبل بدء التنفيذ عام 1972. هذه السدود لو نفذت لربما قللت من حدة الكارثة بعد عاصفة دانيال خريف 2023 بدرنة. يظهر الشكل (10) توزيع السدود التعويقية المقترحة من شركة هيدروبروجكت عام 1972.

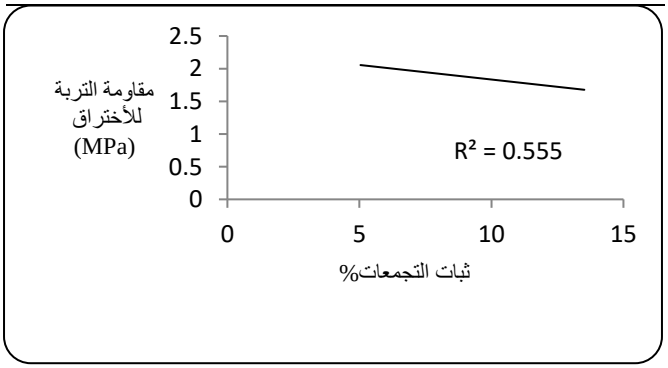
قد تساعد السدود التعويقية ضمن خطة إدارة أراضي المنحدرات في السيطرة على سرعة الجريان والتقليل من قدرته على نحت التربة. كذلك، يجب الأخذ بعين الاعتبار عند اختيار موقع ما لإنشاء منشئات حفظ التربة والمياه كالسدود التعويقية أن يخدم المجتمع المحلي ويلاءم طبيعة نشاطهم مما يتطلب تحديد الهدف الذي ستستخدم فيه هذه المنشآت. من الضروري أن تكون الإجراءات متكاملة تبدأ بالمحافظة على الغطاء النباتي الطبيعي والزراعات الكونتورية التي تساعد في الحفاظ على ترب المنحدرات وزيادة الرطوبة وتنتهي بالإجراءات المطبقة مثل الحواجز الكنتورية والسدود التعويقية. قام Castillo واخرون [19] بدراسة السدود التعويقية في جنوب اسبانيا حيث تسود ظروف مناخ البحر المتوسط، ساهمت السدود بالتحكم في التعرية ونقل الراسب أسفل المنحدر وفي تغير شكل سطح المنحدر وشكل المجرى المائي بسبب الترسيب. كما أدى إنشاء أكثر من 58 سدا تعويقيا حجريا جنوب شرق اسبانيا إلى تخفيض كمية الرواسب القادمة من أعلى المنحدرات بنسبة 77%.

جدول 1 : بعض الخصائص العامة لترب بعض السفوح الجنوبية الشرقية بالجبل الأخضر

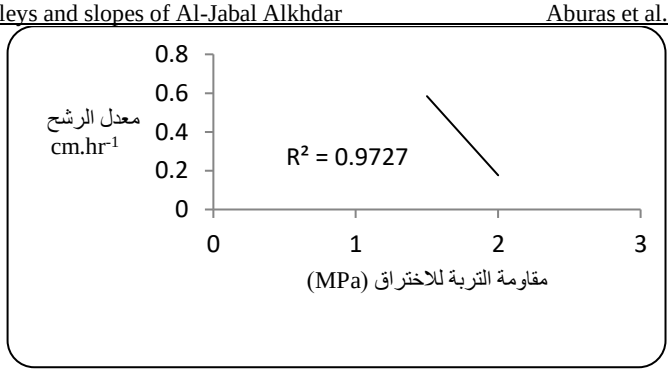
الموقع	الانحدار بالدرجة	الارتفاع (متر)	%نسبة الأحجار على السطح	% الغطاء النباتي الطبيعي *	متوسط عمق التربة (سم)	القشور السطحية (مم)
وادي الدواي	3 - 1	520	%30	اقل من 10%	21	2 – 3 مم
غوط مسلقون	4 - 3	352	%25	%20	20	2 – 4 مم
العزيات	3 - 2	176	اكثر من 50%	اقل من 10%	10	اقل من 4 مم

جدول 2: بعض الخصائص الفيزيائية لترب بعض السفوح الجنوبية الشرقية بالجبل الأخضر

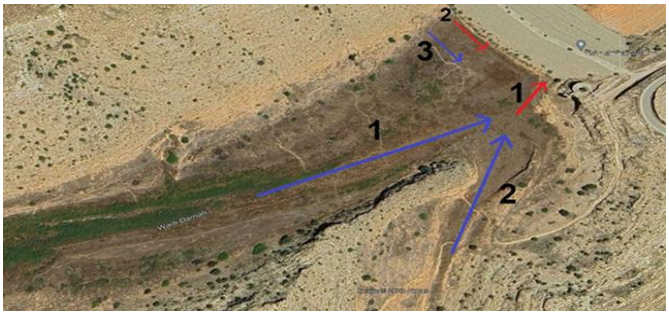
الخصائص	وادي الدواي	غوط مسلقون	العزيات
ثبات التجمعات %	13.52	5.04	13.04
معدل الرشح النهائي سم. ساعة - 1	0.30	0.20	0.60
المادة العضوية بالتربة %	2.16	0.09	0.32
مقاومة التربة للإختراق ميغا باسكال	1.8	2.0	1.5
الرمل %	29.5	40.0	55.5
السلت %	50.8	44.2	26.7
الطين %	19.7	15.8	17.8



شكل 2: العلاقة العكسية مابين ثبات حبيبات التربة والمقاومة للاختراق

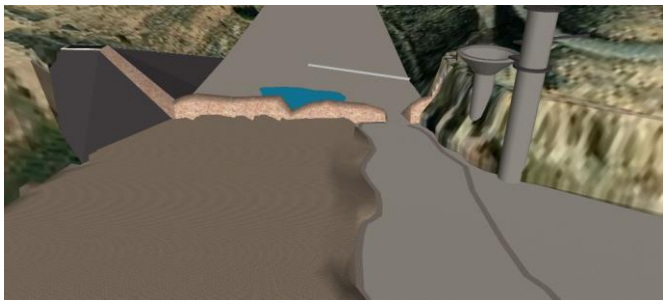


شكل 3: العلاقة العكسية مابين مقاومة التربة للاختراق ومعدلات الرشح النهائي

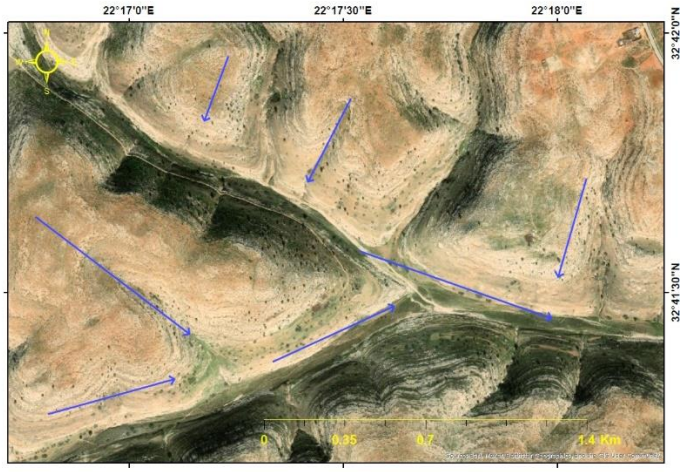


شكل 4: صورة فضائية لتراكم الطمي خلف سد بومنصور خلال السنوات

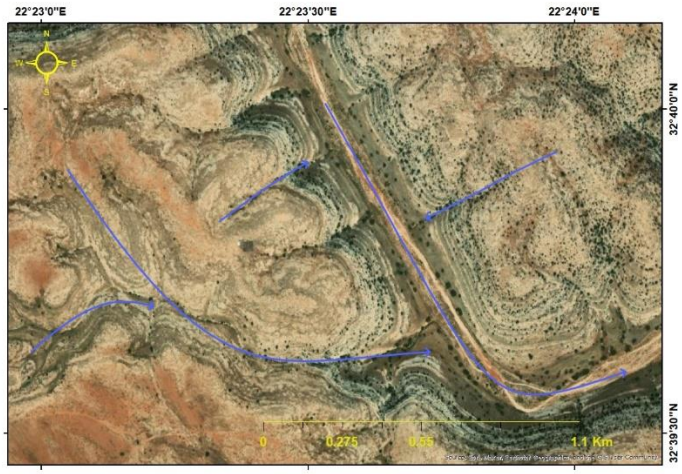
شكل 5: صورة جوية تظهر اثر تراكم الطمي عند انهيار سد بومنصور



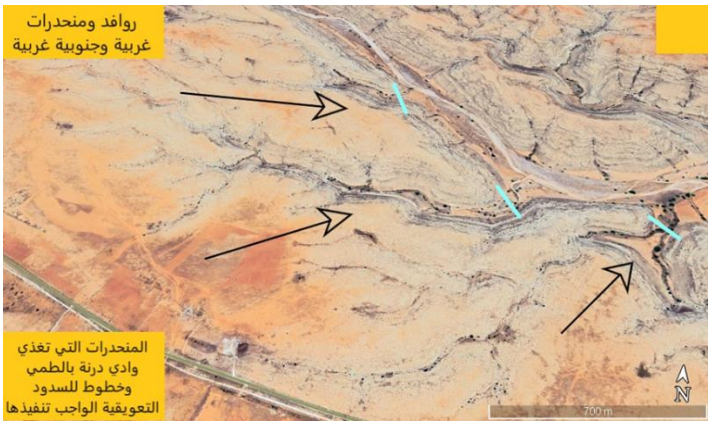
شكل 6: رسم يحاكي تجمع رواسب الطمي على الجانب الايسر المنهار للسد (تصميم المهندس عطية استيتة)



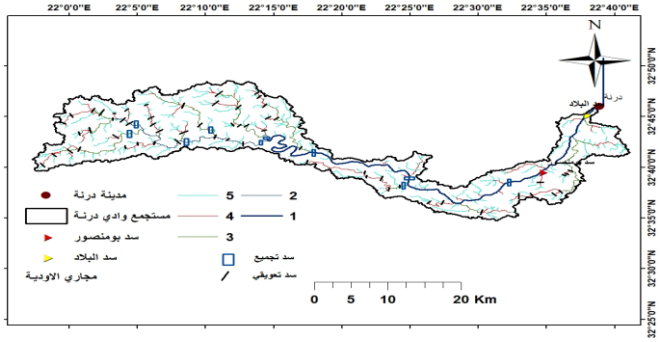
شكل 7: صورة فضائية لمسارات شمالية نشطة لوادي درنة لم تشملها خطط حفظ التربة



شكل 8: صورة فضائية لمسارات جنوبية نشطة لوادي درنة لم تشملها خطط حفظ التربة



شكل 9: صورة فضائية لمساحات واسعة من ترب مفككة وجاهزة للنقل بالجريان السطحي في محيط وادي درنة

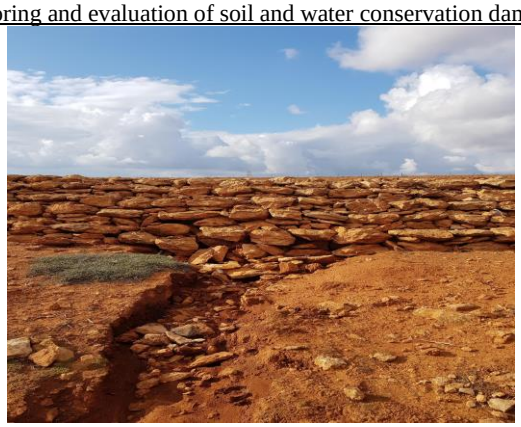


شكل 10: توزيع السدود التعويقية على طول حوض وادي درنة، المصدر شركة هيدرو بروجكت اليوغسلافية، اعداد الباحث محمد صالح يوسف 2023..

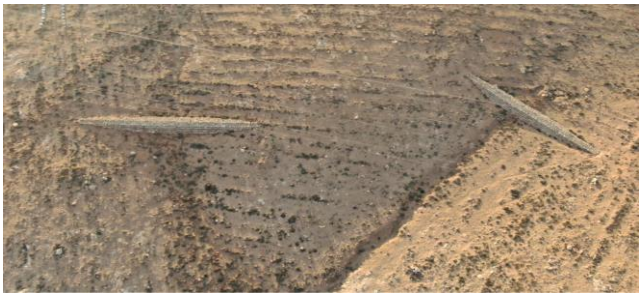
عدم تنفيذ الكثير من معايير الأدارة المستدامة والمتكاملة لحوض الوادي، بل تم تنفيذ خطط قصيرة النظر لم تخطط للأمد البعيد في عالم تتغير خصائصه وسماته، حيث يتوفر وادي كبير محاط بترب ضعيفة هشة عالية الانجرافية – تضاريس حادة وانحدارات متنوعة – غطاء نباتي فقير – مستجمع مائي كبير تتكرر به الفيضانات المفاجئة السريعة flash floods – نشاط بشري غير مستدام غالبا رعوي لا يحافظ على الغطاء النباتي، بالتأكيد لن تكفيه عدد 2 من السدود في اسفله، بل يتطلب خطة متكاملة لحفظ الماء والتربة تبدأ من اعلى الحوض الى اسفله، تشتمل بالضرورة على ادارة للتربة والغطاء النباتي، منها على سبيل المثال تشجير المرتفعات وتطبيق الزراعات الكونتورية وانشاء المحميات الطبيعية وتنفيذ السدود التعويقية على المسارات المائية للسيطرة على الماء الجاري وحجز الرواسب.

ب. تقييم تدهور وانجرافية التربة وعلاقتها بالسدود التعويقية جنوب مراوة:

كشف تقييم كفاءة عمل السدود التعويقية الحجرية جنوب مراوة عن العديد من نقاط الضعف ومواضع الفشل في تحقيق الهدف الرئيسي لهذه السدود وهو حفظ التربة والمياه. وكما تظهر خريطة التربة (شكل 3) الانتشار الواسع لترب الأراضي الجافة Aridisols جنوب المنطقة وهي ترب كما سبق التنويه عنها، ضحلة وجافة وهشة وعالية الانجرافية. هذه الصفات شكلت صعوبة على عمل السدود وساهمت في تفكك وانهيار التربة حول السدود الحجرية وادى أحيانا الى انهيارات جزئية فيها وفي حالات أخرى فشل هذه السدود في حجز معظم الماء الجاري والطمي المنقول بسبب تكون الاخاديد على الاكتاف واحيانا اسفل السدود نفسها على شكل انابيب piping (شكل 11). وليس بالضرورة تضرر جسم السد حيث تتخذ المياه أحيانا مسارا سفليا دون انهيار السد بسبب زيادة التحميل على جسم السد الناتج عن الانجرافية العالية لترب الحوض (شكل 12) وهو مايؤكد الحاجة العالية لتطبيق معايير مناسبة على الأراضي العالية الانجراف والذي قد يتطلب إضافة في عدد السدود ومراعاة المسافات الفاصلة بين السدود المتتالية.



شكل 11. اخاديد اسفل السدود الحجرية ، جنوب مراوة



شكل 12. تكون اخاديد وانابيب تحت السد التعويقي جنوب مراوة

قامت الدراسة بمراقبة تطور الاخاديد في احواض بعض الاودية المقامة عليها السدود التعويقية الحجرية، من خلال دراسة عدد 18 قطاع بمنطقة الدراسة كانت نسبة التغير في مساحة وعمق وعرض القمة والقاعدة للاخاديد كما هي موضحة بالجداول (3 و 4). النتائج تبين التطور المستمر لهذه الاخاديد من حيث العمق وعرض القمة وعرض قاعدة الاخدود (شكل 13). تم اخذ القراءات المرجعية سنة 2019 وتم اخذ القراءة الثانية بعد اربع سنوا ت 2023. تظهر القراءات عدم قدرة السدود التعويقية على السيطرة التامة على تطور هذه الاخاديد وهو مايشير الى أهمية مراجعة المنهجية التي تم على أساسها تحديد عدد ومواضع السدود التعويقية الحجرية في بعض مسارات الجريان النشطة جنوب مراوة. تحليل البيانات والأرقام يظهر بوضوح خطورة استمرار هذه الظاهرة وتطورها مما يهدد بقاء واستمرار وظيفة ووجود هذه السدود مما قد يشكل خطرا عند هطول امطار غزيرة وتكون سيول جارفة بأودية المنطقة.

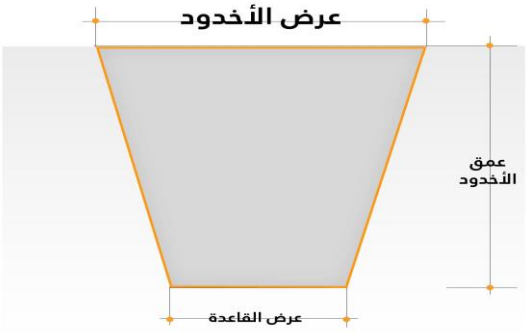
هناك حاجة لتدعيم بعض السدود التعويقية الفعالة والموجودة على مسارات جريان سطحي نشطة بسدود اخرى على نفس المسار المائي, وتصميم خطة لتخفيف سرعة الجريان والسيطرة على كميته والرواسب المنقولة, بدلا من أن تتركز ضغوطات الجريان وحصيلة الراسب على سد واحد فقط مما قد يؤدي لتصدعه وانهياره.

جدول 3: تطور ابعاد الاخاديد (%) لكل قطاع في منطقة الدراسة

القطاع	تطوّر المساحة	تطوّر العمق	تطوّر العرض	تطوّر عرض القاعدة
1	8.511%	5.970%	1.316%	3.571%
2	13.316%	7.273%	6.757%	4.412%
3	7.756%	3.226%	2.469%	6.369%
4	8.418%	3.846%	2.424%	6.536%
5	10.948%	6.667%	4.516%	3.472%
6	5.762%	1.471%	4.094%	4.375%
7	8.615%	5.128%	2.381%	4.396%
8	4.942%	3.448%	1.435%	1.471%
9	8.782%	4.839%	3.704%	3.822%
10	5.442%	2.564%	3.333%	2.198%
11	11.638%	6.667%	2.778%	6.609%
12	12.143%	5.714%	6.667%	5.479%
13	9.516%	2.128%	6.746%	7.798%
14	22.863%	2.857%	26.452%	6.135%
15	6.233%	4.054%	2.062%	2.128%
16	10.910%	6.383%	3.571%	5.046%
17	4.491%	1.852%	3.472%	1.679%
18	6.828%	4.762%	1.667%	2.286%

جدول 4: المعدل العام للتطور في ابعاد الاخاديد للمساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة خلال اربع سنوات من المراقبة

معدّل تطوّر المساحة	معدّل تطور العمق	معدّل تطوّر العرض	مُعدّل تطور عرض القاعدة
9.284%	4.380%	4.769%	4.321%



شكل 13. الابعاد المختلفة للأخدود التي تم مراقبتها وتقييمها

4. الاستنتاجات والتوصيات

لاحظت الدراسة الحقلية مؤشرات واضحة جدا لتدهور الأراضي والتربة وتواجد مظاهر تعرية متزايدة ومتسارعة، بأنواعها المختلفة، الصفائحية والجدولية والأخدودية, على منحدرات مناطق الدراسة. ساهم انتشار الترب الجافة الهشة وتدهور الغطاء النباتي والممارسات البشرية غير المرشدة في زيادة مخاطر التعرية. مع ذلك، في العديد من الحالات لم تفسر اختلافات خصائص التربة على المنحدرات كل الاختلافات في حصيلة الرواسب المحجوزة خلف السدود، رغم وجود علاقة واضحة أحيانا بين بعض الخصائص الفيزيائية والهيدروليكية وحصيلة الراسب، خاصة القوام وبناء التربة ومقاومتها للاختراق. كما يبدو ان العلاقة المعقدة أحيانا ما بين وجود السدود التعويقية لحفظ التربة والقدرة على السيطرة على التعرية الأخدودية قد يتطلب المزيد من تركيز الدراسات المستقبلية في بحثها وتحليلها.

سيظل النقص الحاد في معلومات التربة والمناخ عائقا أساسيا امام عمل المختصين في مجالات حفظ التربة والمياه خاصة على مستوى السفح الجنوبي للجبل الأخضر والذي لا تتوفر له قاعدة بيانات كافية مقارنة بالسفح الشمالي، وهو ما يمثل تحديا كبيرا عند استخدام نماذج التقييم التقليدية والرقمية.

عند تنفيذ مشاريع السدود التعويقية لحفظ التربة، يجب التأكيد على أهمية الحاجة للتخطيط الهندسي السليم والملائم للظروف المكانية المحلية كالخصائص المساحية والتضاريسية وخصائص التربة، وتنويع المعايير ضمن منهجية تنفيذ السدود التعويقية بما يشمل كل العوامل الممكن تأثيرها على حصيلة الرواسب, والتي قد تختلف درجة تأثيرها بالاختلاف المكاني، وكذلك المتابعة والإشراف الهندسي المتخصص على مثل هذه الإنشاءات حتى لا يتم هدر الأموال في منشآت لا تحقق أهدافها المطلوبة.

5. قائمة المراجع

[1]- نوفل، عيسى محمد .2009. التكامل بين حصاد المياه والري التكميلي لتحسين كفاءة استخدام المياه في المدرجات. رسالة ماجستير، جامعة حلب، سوريا

[2]- جامعة عمر المختار. 2005. دراسة وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الجبل الأخضر"، التقرير النهائي، مؤسسة القذافي العالمية للجمعيات الخيرية، ليبيا

[3]- بن محمود، خالد . 1995. الترب الليبية. المجلس القومي للبحث العلمي. طرابلس، ليبيا.

[4]- GEFLI. 1975. Study of soil and water conservation in JabalLakhdar, Libya. Final report.

[5]- Liniger, H., Mekdaschi, R., Hauert, C and Gurtner, M. 2011. Sustainable land management in practice. Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa. TerrAfrica, World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

[6]- Morgan, R. P. C. 1996. Soil erosion and conservation. Addison Wesley Longman Limited, Uk

[7]- Hudson, N. 1995. Soil Conservation. London: B T Batsford Limited.

[8]- يوسف، محمد صالح. 2017. تطبيق وتقييم بعض إجراءات حفظ التربة بالمنحدرات الجنوبية للجبل الأخضر, ليبيا. رسالة ماجستير، جامعة عمر المختار، ليبيا.

[9]- Selkhoze Prom, E. 1980. Soil studies in the eastern zone of Libya. Secretariat of Agriculture, Libya.

[10]- Black, C., Evans. D., White. J., Ensminger. L and Clark. F. 1965. Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, USA.

[11]- Lal, R. 2001. Soil degradation by erosion. Land degradation and Development, 12: 519-539

[12]- Evans, R., Cassel. D, and Sneed.R. 1996. Calibrating Soil-Water measuring devices. North Carolina Cooperative Extension Service.

[13]- Ekwue, E. I. (1984). Experimental investigation on the effect of preparation of soil samples on measured values of soil erodibility. M.Sc. Thesis, Cranfield Institute of Technology, Silso College, UK

[14]- Nelson, D and Sommers. L. 1996. Totla carbon, organic carbon and organic matter. In: Sparks, D. L.(ed), Methods soil analysis. Part 3.Madison: SSSA Book Ser.

[15]- Wischmeier, W and Smith, D. 1978 'Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning', Agricultural Handbook No 537.

[16]- Gabriels, D; Horn, R; Villagra, M. M. & Hartman, R. 1997 ‘Assessment, prevention, and rehabilitation of soil structure caused by soil surface sealing, crusting and compaction. in Lal,

R. (ed), Methods for assessment of soil degradation. CRC Press. Boca Raton. New York. 129-167.

[17]- Diaz-Fierros, F. and Benito,E. 1996. Rain wash erodibility of Spanish soils. In: Rubio, J. L. C., A(ed), Soil degradation and desertification in Mediterranean environments. Logrono, Spain: Geoforma Ediciones, pp. 91-105.

[18]- Hidroprojekat .1972. Wadi Derna Projekt, Tender Decuments, Volume 3, Specefcations

[19]- Castillo, V., Mosch, W., Garsia, C., Barbera, G., Cano, J and Lopez, F . 2007. Effectiveness and geomorphological impacts of check dams for soil erosion control in a semiarid Meditereanean catchment: El Carcavo (Murcia, Spain). Catena, 70(3), 416-427.

[20]- Dorlochter-Sulser, S and Nill, D . 2012. Good practices in soil and water conservation : A contribution to adaption and farmers resilience towards climate change in the Sahel. Gmbh.

[21]- Bernatek-Jakiel, A and Poesen , J 2018. Subsurface erosion by soil piping :Significance and research needs . Earth Science Reviews, 185, 1107-1128.