

مجلة العلوم وافاق المعارف

Journal of Science and Knowledge Horizons

ISSN 2800-1273-EISSN 2830-8379

أشكال التعرية المائية وآثارها على الدينامية البيئية، حالات من المغرب الشمالي
الشرقي.

Forms of water erosion and its effects on environmental dynamics, cases
from northeastern Morocco

مواديلي عمر¹، mouadili omar

اسباعي عبد القادر² sbai abdellkader

¹ جامعة محمد الأول، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، وجدة، (المغرب)،

omar.mouadili@ump.ac.ma

² جامعة محمد الأول، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، وجدة، (المغرب)،

a2.sbai@ump.ac.ma

تاريخ النشر: 2022/06/01

تاريخ القبول: 2022/05/20

تاريخ ارسال المقال: 2022/05/04

mouadili omar^{*}

sbai abdellkader

الملخص:

يعرف المغرب الشمالي الشرقي عموما وحوضا وادي العابد ووادي اتلاغ خصوصا، مظاهر عدة لتدهور الأراضي نتيجة التعرية المائية، وتباين من حيث آليات تشكيلها بفعل تعدد وتداخل العوامل الطبيعية والبشرية، وأشكالها المختلفة، كالتعرية الغشائية، والسيلان المركز، والتخديد.

من خلال هذا العمل، تم جرد مظاهر التعرية وتوزيعها المجالي بالحوضين قصد محاولة فهم واستنباط ما يعكسه هذا التوزيع لهذه الأشكال، من حيث تأثيرها على الدينامية البيئية بفعل تدهور هذه الأراضي، ثم تحديد مساحة ونسبة كل مظهر على حدة. ولهذه الغاية، تم الاعتماد على المرئيات الفضائية العالية الدقة، والزيارات المتكررة للميدان للوقوف والمعينة، للتمكن من رسم مختلف أشكال التعرية الموزعة بالمجال المدروس.

الكلمات المفتاحية: أشكال التعرية، الدينامية البيئية، حوضي وادي اتلاغ ووادي العابد، المغرب الشمالي الشرقي.

Abstract :

Northeastern Morocco in general, and Oued El Abed and Tlagh watershed in particular, are known for several manifestations of land degradation as a result of water erosion. They vary in terms of the mechanisms of their formation due to the multiplicity and overlap of natural and human factors, and their various forms, such as sheet erosion, concentrated runoff and gullying.

Through this paper, the manifestations of erosion and their spatial distribution in the two basins were inventoried in order to try to understand and elicit what this distribution of these forms reflects, in terms of their impact on the environmental dynamics due to the deterioration of these lands, and then determine the area and proportion of each aspect separately.

For this purpose, high-resolution satellite images, and frequent visits to the field to check and confirm, were relied upon, in order to be able to draw various forms of erosion distributed in the studied field.

Keywords: Forms of erosion; environmental dynamics; Oued El Abed and Tlagh watershed, northeastern Morocco.

مقدمة

تمهيد

تعد التعرية من أهم المخاطر الطبيعية التي لها تأثير واضح على السطوح وتهدد التوازنات البيئية، لا سيما داخل الأوساط الطبيعية القاحلة وشبه القاحلة، وهي من أهم التحديات التي ترتبط بالأحواض والمجالات الريفية. وتؤدي التعرية المائية إلى نقل المواد الصلبة نحو الأودية والمنخفضات وإلى حقينة السدود. ويعتبر وصف مظاهر هذا الخطر من خلال أشكال التعرية، من الطرق والأساليب الرئيسة لمحاولة تحديد مدى خطورتها مجاليا قصد الإسهام في تنمية هذه المناطق. على العكس؛ كلما كانت هذه الأشكال مخفية إلا واعتبرت المنطقة مستقرة وغير مهددة بمخاطر التعرية. ورغم كون هذه المظاهر أحيانا غير مرئية بشكل يلفت النظر، فإن نظم التعرية قد تكون مستترة وخفية من حيث مظاهرها، وتكمن خطورتها في إفقار التربة وتعرضها للغسل دون أن يخلف ذلك أشكالا تلفت الانتباه كالتخديد.

الإشكالية

يشكل موضوع الدينامية البيئية، خاصة تدهور الموارد الطبيعية بفعل التعرية المائية، أحد المخاطر الطبيعية المقلقة والمهددة للاستقرار البشري، ويصعب الحد من وتيرتها، خاصة بالمجالات الجبلية والمناطق ذات الانحدارات القوية، لأن هذا الخطر له تأثير سلبي في الإنسان وفي الأمن الغذائي واستدامته، وكذا بلوغ مستويات متقدمة من التنمية، مما جعل الباحثين والدارسين والمهتمين بالموضوع، يولون أهمية لهذا الموضوع نظرا لراهنيتها من جهة، ثم لأهمية الحفاظ على الموارد الطبيعية في تحقيق التنمية المستدامة من جهة أخرى.

ومن هذا المنطلق، يطرح الإشكال حول أين يتجلى أو كيف يظهر وكيف يتوزع هذا التدهور في الميدان؟ وما هي خصوصيات ومظاهر أشكال التعرية وكيف تؤثر في الدينامية البيئية الحالية بحوضي اتلاغ والعاابد؟

المنهج

قد تم اعتماد منهج وصفي تحليلي بشكل عام ومقاربات تكميلية لدراسة أشكال التعرية الظاهرة والخفية، داخل حوضي العاابد واتلاغ، باستعمال التحليل الكمي والكيفي في معالجة المعطيات المتوفرة والمحصل عليها عن طريق العمل المكتبي والملاحظات الميدانية، من خلال رصد مظاهر وأشكال التعرية ودراساتها بدقة، وتفسير مختلف عوامل حدوثها، والعوامل المؤثرة في هذه الأشكال والبحث في العلاقة بينهما (العوامل - المظاهر).

المنهجية وأدوات العمل والصعوبات

تتناول الورقة رصد وتشخيص ما يعرفه حوضا واد العاابد وواد اتلاغ، من مظاهر متعددة ومتنوعة لخطر التعرية، وذلك بناء على الوصف الميداني لانتشار مختلف آليات التشكيل، من خلال جرد آليات وأشكال التعرية

الحالية وتوزيعها المجالي، بدءا بإنجاز خريطة توزيع أشكال التعرية اعتمادا على المرئيات الفضائية (Google Earth) الملتقطة في 2021، والزيارات الميدانية المتكررة للتحقق من الأشكال والظواهر ومعاينتها وتعديل ما تم استنباطه من المرئيات الفضائية، ثم تصنيف تلك الأشكال حسب نوعية آلية التعرية المهيمنة وحدتها، ووصف كل شكل على حدة بدعامات الصور الميدانية.

من بين أهم الصعوبات التي اعترضت إنجاز خريطة توزيع أشكال التعرية الحالية يمكن ذكر تداخل مجموعة من الأشكال المرتبطة بالسيلان والتخديد فوق السفح نفسه، وكذلك صعوبة التعرف على الفرق بين المجالات المعرضة للسيل المنتشر والتخديد الأولي أو الخدوشات، ثم التمييز بين أشكال التعرية والتعرف عليها بالأراضي المحروثة التي تعرف تعرية غير مرئية وخفية. ولتجاوز هذه الصعوبات، تم الاعتماد على الملاحظات الميدانية.

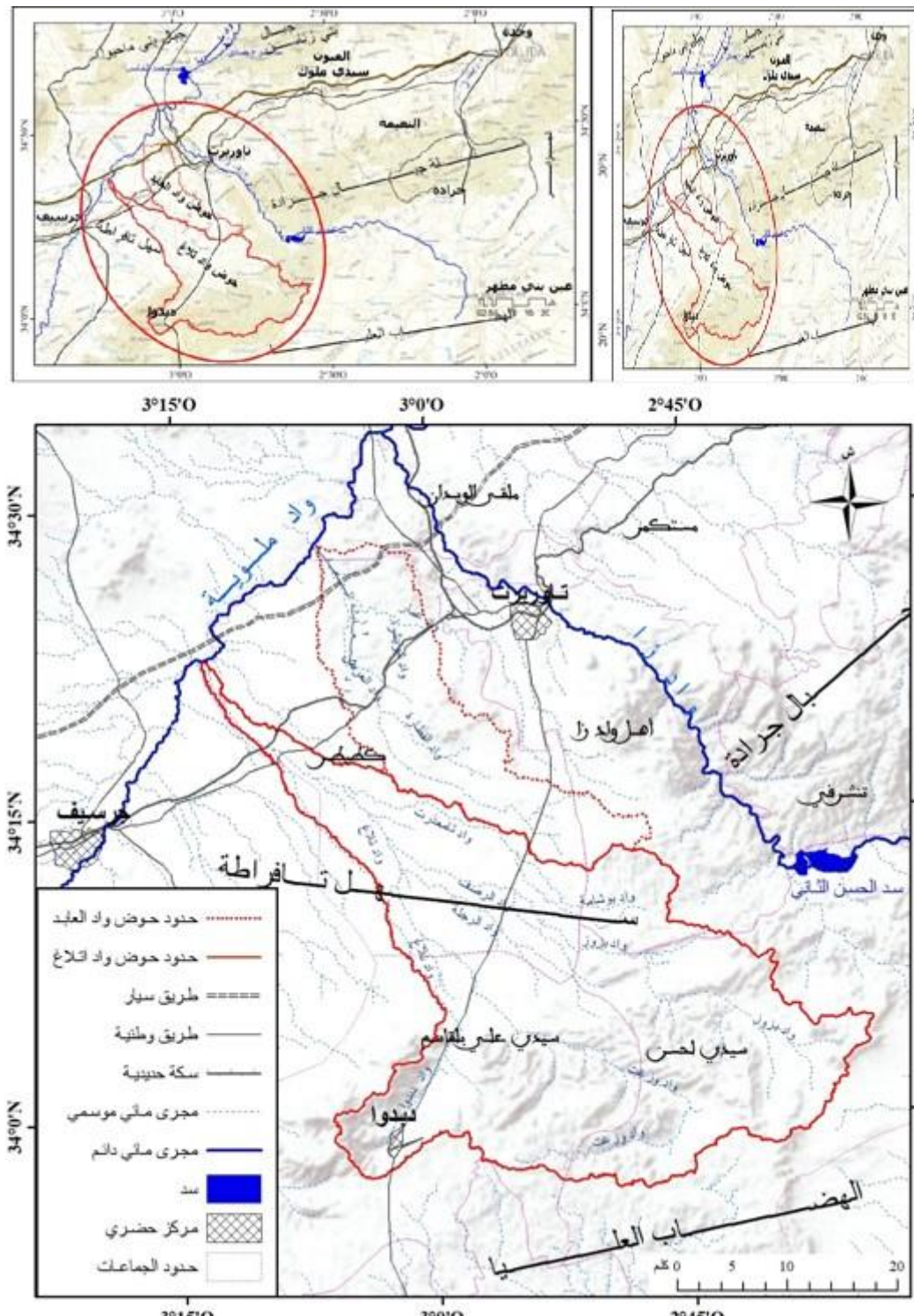
أهداف البحث

يهدف هذا العمل إلى معرفة خصوصيات ومظاهر خطر التعرية بالمنطقة المدروسة والتعرف على مختلف العوامل المفسرة لحدوثها سواء كانت طبيعية أم بشرية، ثم البحث والاهتمام بالدينامية البيئية الحالية ومظاهر تدهور الموارد. وقد تم تحديد أساليبها ونظمها وآليات وعوامل تنشيطها، أو البحث في سبل تخفيف حدتها والحد من خطورتها. ولهذا يتطرق هذا العمل إلى ما يعرفه حوضا اتلاغ والعايد من مظاهر التدهور التي تهدد التوازنات البيئية بهذه المجالات، والتوزيع المجالي لهذه الديناميات، لإظهار التفاوتات المجالية في نفس المنطقة.

1_ مجال الدراسة

يقع حوض وادي العابد ووادي اتلاغ في الشمال الشرقي من المغرب وفي الجنوب الغربي لمدينة تاوريرت، ويشملان جزءا مهما من سهل تافراطة خاصة حوض واد العابد (الشكل رقم 1)، ثم جزءا من السفوح الشمالية لبدو، وأجزاء من بداية الهضاب العليا بالنسبة لحوض واد اتلاغ. ينتمي الحوضان إلى ممر وجدة - تازة، في محور تاوريرت - جرسيف. تحدهما سلسلة بني محيو (بني زناسن الغربية) شمالا، وسلسلة جبال جرادة في أقصى الشمال الغربي، وجزء من الهضاب العليا في الجنوب، وشرق حوض جرسيف في الغرب. وتم اختيارهما كوحدة جغرافية طبيعية للتمكن من فهم عناصرها والعلاقات التي تربط كل مكوناتها مع ما يحيط بها، سواء تعلق الأمر بما هو طبيعي أو بشري، وتباين التكوينات الجيولوجية خاصة في السافلة بحيث نجد تكوينات الميوسين الصلصالية، وهي ميزة الممر، في حوض واد العابد¹، وتكوينات رباعية حديثة بسهل تافراطة، وتكوينات أخرى قديمة في العالية بسفوح بدو، ثم التدرج التضاريسي من السهل إلى السفوح الجنوبية ثم الهضاب العليا (حوض واد اتلاغ). هذه الخاصية تساعد على دراسة شمولية لأشكال التعرية لما يتميز به هذان الحوضان من انتشارها

ومظاهرها القوية، زيادة عن كونهما يعرفان تحولات مجالية سريعة، حيث يضمنان أنشطة فلاحية تتمثل في الزراعة وتربية الماشية.



الشكل رقم 1: مجال الدراسة لحوضي اتلاغ والعابد

المصدر: خلفية ESRI 2021، والخريطة الطبوغرافية، وجدة 1/500000.

تشمل مساحة حوض واد العابد 309 كلم² عند المصب، أي عند التقاءه بواد ملوية، ويبلغ طوله حوالي

41 كلم، وعرضه حوالي 10 كلم، بفارق ارتفاع 744م، حيث تتراوح الارتفاعات ما بين 265م و1009م². يحده حوض واد زا جنوبا في عاليته، وحوض تيغزران شرقا، وحوض واد اتلاغ غربا، كما أنه لا يمثل إلا 0.6% من مساحة حوض واد ملوية الذي تبلغ مساحته 57.5 ألف كلم².³

أما حوض واد اتلاغ، فتقدر مساحته ب 1095 كلم²، عند التقائه بواد ملوية، ويبلغ طوله 70 كلم، وعرضه 35 كلم، ويسجل اختلافا في العرض حيث لا يتعدى في السافلة 5 كلم، وفي العالية يصل إلى 50 كلم، بفارق ارتفاع 1384م، حيث تتراوح الارتفاعات ما بين 306م و1690. يحده شرقا في عاليته وجنوبه حوض وادا زا، ثم جزء مهم من حوض واد العابد في سافلته الشرقية، وحوض بني ريس في الجنوب الغربي، وحوض واد السفلة في الغرب. ولا يمثل إلا 2% من مساحة حوض ملوية.

يتميز الحوضان بثلاث وحدات تضاريسية كبيرة، وهي جنوبا، سفوح الحافة الشمالية للهضاب العليا التي تنتمي للمسيطة المغربية الشرقية الوهرانية، ثم سفوح وأعراف جبلية لكتلة دبدو - لمقام التي تتصل بالمنخفضات في الشمال، ومرتفعات كتلة بوخوالي وبني بوزكو بالجنوب الشرقي، ثم سهل تافراطة شمالا، وتتخلله بعض التلال المتقطعة وبعض المنخفضات في الوسط وشمال مجال الدراسة، وحوض جرسيف غربا. يتكون المشهد الطبيعي من نتوءات جوراسية ومنخفضات متهدلة وحوادير متقطعة ومصاطب رباعية.

تغطي الصخور الكلسية (خاصة الكلس-الدولوميتي الجوراسي) المناطق الجبلية من بني محيو شمالا، وكتلة دبدو ولمقام، وجبال جرادة جنوبا. وتتميز ترباتها بضعف سمكها وتطورها، كما تتميز بهشاشتها إزاء التعرية المائية خاصة بالسفوح العارية من الغطاء النباتي حيث تنتشر التربات المعدنية غير المتطورة التي تتركز فوق الطبقات الجيولوجية المتهدلة أو فوق القمم الجبلية. وتنقسم إلى تربات صلبة حجرية مثل الكلس والحث، وتربات مثل الطفل والكلس الطفلي. أما السهول والمنخفضات الوسطى للحوضين، بالرغم من جفافها وقحولتها، فإنها تتميز بتكوينات سطحية متنوعة إلى حد ما، كما تتوضع تركات الرباعي القديم والأوسط بيطون الأودية والمنخفضات.

تنقسم تربات الممر بصفة عامة إلى نوعين⁴؛ مساحات مغطاة بقشرة كلسية سميكة وصلبة مرتبطة بأشكال وتكوينات الرباعي القديم والأوسط، ومساحات ذات مكونات دقيقة غير مكسوة بالكلس ولها علاقة بالرباعي الحديث. بشكل عام، تربات حوضي اتلاغ والعابد فقيرة من حيث المواد العضوية.

بالنسبة للغطاء النباتي، تعرف منطقة الدراسة تنوعا مهما من حيث الأصناف الموروثة لكنها ضعيفة وقليلة من حيث توزيعها المجالي، حيث أنه يتركز في أقدام الجبال والمرتفعات الجبلية بعالية حوض اتلاغ، وذلك لما يتميز به من خصائص طبيعية كالتضاريس والصخرة ونوع التربة بالإضافة إلى المناخ. ولهذا يتميز حوضي اتلاغ والعابد بوسطين بيومناحيين مختلفين. الأول عبارة عن تشكيلات سهوبية بالمنخفضات السهلية وأقدام الجبال (سهل تافراطة)، وهي حرجية نجيلية يغلب عليها الحلفاء، وتشكيلات نباتية قرمية يتقدمها الشيح. والثاني عبارة عن تشكيلات غابوية وشبه غابوية بالمرتفعات الجبلية (سفوح دبدو - جبال سيدي علي بلقاسم). تتمثل في البلوط الأخضر والصنوبر والعرعر والحلفاء والماطورال أو الغابات المتدهورة. وتتنوع في المجال بمساحة متفاوتة.

كما تتميز بتفاوت في أصنافها وكثافتها، وذلك تبعا لتوجيه السفوح والارتفاع، ويتم الانتقال تدريجيا من مشاهد تافرة القاحلة إلى مناظر شبه غابوية منفرجة على السفوح الجبلية، وغابوية في المرتفعات الجنوبية، وذلك تبعا لتوجيه السفوح والارتفاع والانحدار ونوع التربة.

مناخيا، ينتمي حوضي اتلاغ والعايد إلى المجال المتوسطي، الذي يتميز بتعاقب أربعة فصول مختلفة؛ صيف حار وجاف وشتاء مطير وبارد. يعرف الحوضان تساقطات تتميز بعدم الانتظام في الزمان والمكان وتبذب حراري مرتفع ورياح قوية يغلب عليها الطابع القاري، الشيء الذي يجعل المنطقة خاضعة لمناخ شبه متوسطي وجاف.

ينتمي مجال الدراسة إداريا إلى خمس جماعات، ثلاثة منها لحوض واد العابد حيث يمتد على جزء صغير من جماعة ملقى الويدان بمساحة 6 كلم²، أي 2% من مساحة الحوض فقط، ثم جماعتي لقطيطير (ب 90%)، وأهل واد زا (ب 8%). وينتمي حوض واد اتلاغ إلى جزء آخر من هاتين الجماعتين (لقطيطير ب 27% وأهل واد زا ب 6% من مساحة الحوض)، أي ثلث المساحة، بالإضافة إلى جماعة سيدي علي بلقاسم ب 33%، وسيدي لحسن ب 34%، أي بثلاثي مساحة الحوض المتبقية، ثم مركز حضري (دبدو). وهذه الجماعات الترابية كلها تابعة لعمالة إقليم تاوريرت.

2- تباين التوزيع المجالي لأشكال التعرية بحوضي العابد واتلاغ

تحدث التعرية بتداخل وتفاعل عدة عوامل، أهمها التساقطات المطرية، وطبيعة الصخر، والعناصر الأخرى، مثل الانحدار ونسبة خشونة السطح، بالإضافة إلى العوامل البشرية. يعرف الحوضان مظاهر عدة لتدهور التربة نتيجة التعرية المائية، وتباين من حيث آليات تشكيلها ومن أشكالها. وتم تصنيف هذه الأشكال حسب نوعيتها، أي المظاهر النوعية لأشكال التعرية كالتالي:

- التعرية بالسيلان المنتشر (التعرية الغشائية).

- التعرية بالسيلان المركز؛ التعرية بالخدوش (التخديد الأولي). التعرية بالتخديد، التخديد المعمم والأساحل.

- أصناف أخرى للتعرية مرتبطة بنجوخ ضفاف الأودية والحركات الكتلية.

تم جرد هذه المظاهر وتوزيعها المجالي بالحوضين، وتم تمثيلها بالشكل رقم 2، وذلك من أجل محاولة فهم واستنباط ما يعكسه هذا التوزيع لهذه الأشكال وآثاره على الدينامية البيئية، ثم تحديد مساحة ونسبة كل مظهر على حدة، بهدف التحليل والمقارنة. ولهذه الغاية، تم الاعتماد على المراتب الفضائية العالية الدقة، والزيارات المتكررة للميدان للوقوف والمعينة، للتمكن من رسم مختلف أشكال التعرية الموزعة بالمجال.



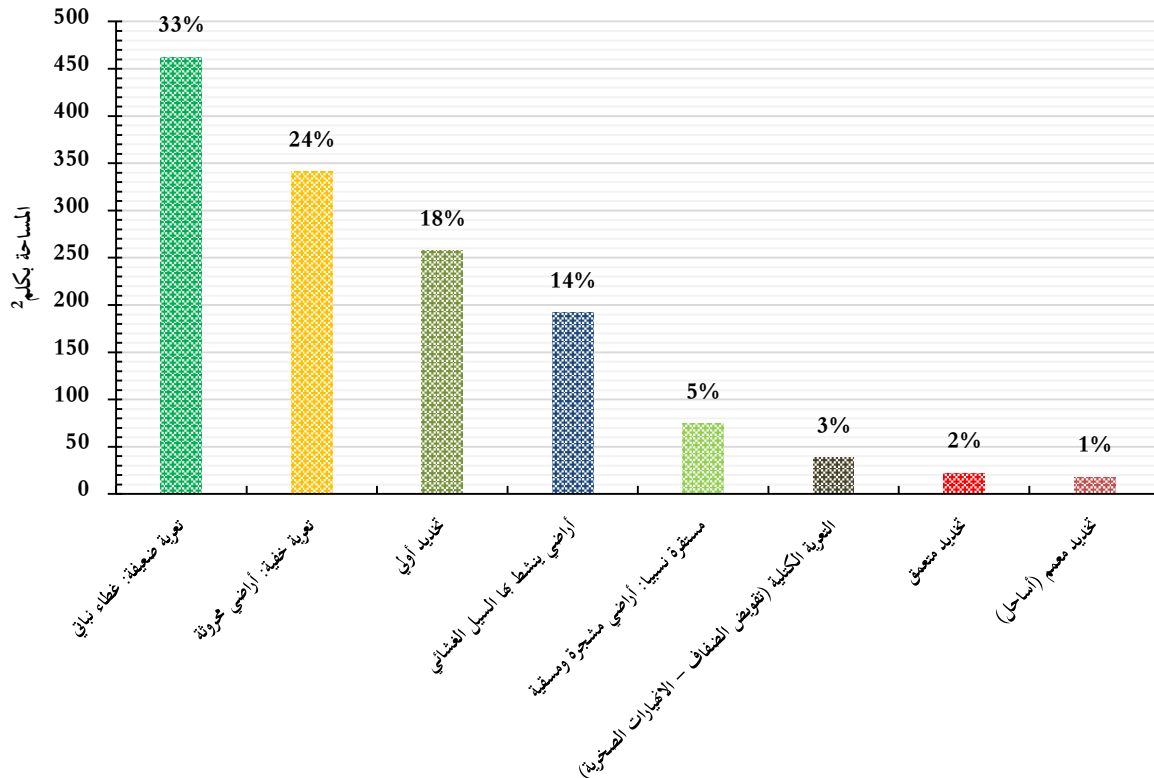
الشكل رقم 2: التوزيع المجالي لأشكال التعرية الحالية بحوضي العابد واتلاغ

المصدر: صور فضائية لـ Google Earth 2021، والمعاينة الميدانية.

إن تمثيل الأشكال التعرؤية على الخريطة تعترضه بعض الصعوبات من قبيل المقياس نظرا لتداخل مجموعة من الأشكال في مناطق ضيقة للغاية، لذلك تم في الكثير من الحالات اللجوء إلى التعميم والاختزال القريب من الواقع، بالاعتماد على الشكل التعرؤي السائد في هذه السفوح الضيقة.

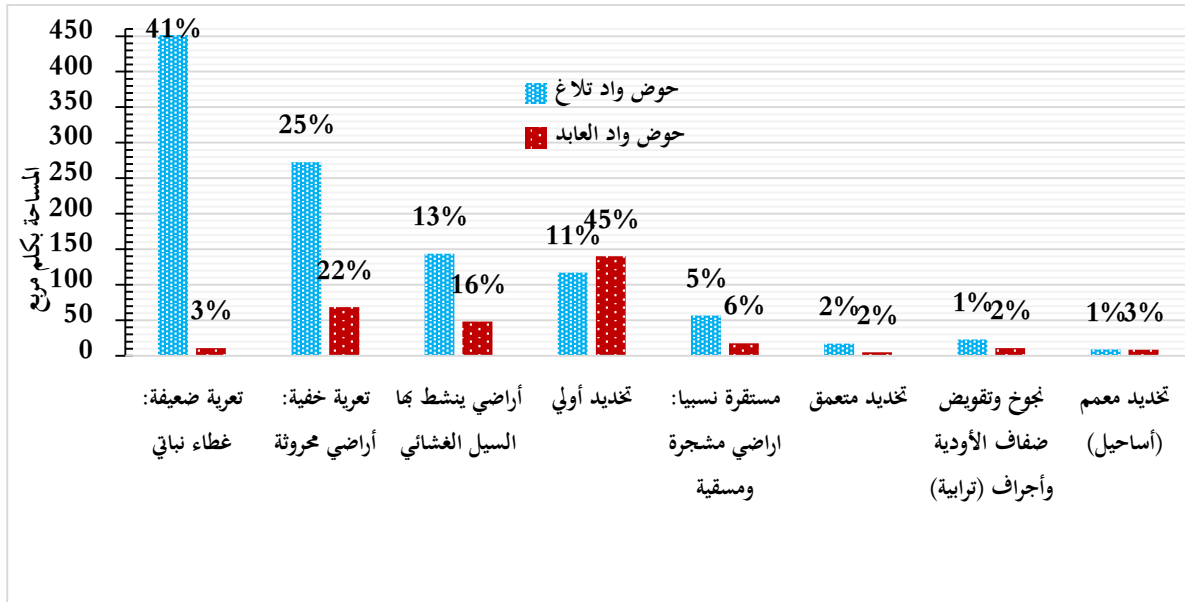
تتنوع أشكال التعرية بحوضي العابد واتلاخ بفعل العوامل الطبيعية كالانحدارات والتكوينات الجيولوجية والغطاء النباتي الطبيعي (وجوده وغيابه التام)، والتساقطات المركزة في فترة معينة من السنة، ثم الاستغلال المكثف من طرف الإنسان المتمثل في الحرث وغرس الأشجار والرعي. ينتج عن هذه الدينامية ضياع وتدهور قوي وكبير للتربة، وبالتالي استفحال ظاهرة تدهور التربة بفعل التعرية، بهذه المجالات الهشة والعطوبة⁵.

ساهمت هذه الوضعية في تنوع أشكال التعرية بالمجال (الشكل رقم 2)، وتم تحديدها في الأراضي التي ينشط بها السيالان الغشائي والأراضي المستقرة نسبيا والضعيفة التعرية بفعل التشجير أو كثافة الغطاء النباتي، ثم الأراضي المحروثة التي لا تظهر بها آثار للتعرية ولكن تعرف تعرية خفية وذلك بفعل إرخاء التربة وتعرضها للتعرية الغشائية بالرغم من كون عملية الحرث تساهم في الرفع من النفاذية⁶، ثم الأراضي التي تنشط بها خدوش سطحية غير متعمقة على شكل خوامش نتيجة تركيز السيالان أي التخذيد الأولي، ثم أراضي تعرف تخديدا متعمقا؛ في أغلب حالاته يتجاوز التكوينات السطحية ليصل إلى الأساس الصخري⁷، وبدوره ينقسم إلى خدات نشيطة وأخرى مستقرة، ثم التخذيد المعم أو الأساحل، وهذا الشكل ناتج عن كثافة التخذيد المركز وتدهور كبير للتربة، ثم الأشكال المرتبطة بنجوخ وتقويض ضفاف الأودية، والأجراف الترابية، ثم أشكال أخرى مرتبطة بالحركات الكتلية. للتوضيح أكثر، تم التطرق إلى كل شكل على حدة في المحاور الموالية، وذلك لفهم آليات تشكيلها وامتدادها المجالي عبر تحديد مساحتها ونسبة كل هذه الأشكال داخل المجال ككل (الشكل رقم 3).



الشكل رقم 3: مساحة أشكال التعرية بمجال الدراسة

يعرف الامتداد المجالي للتعرية الضعيفة ثلث مجموع مساحة الحوضين بـ 462 كلم²، ثم الأراضي المحروثة تمثل 24% من المساحة، والأراضي التي تعرف تخديدا أوليا غير متعمق تشكل 18% من المساحة الإجمالية للحوضين، ثم الأراضي التي ينشط بها السيلاان الغشائي تغطي 14% من المساحة والتي تقدر بـ 192 كلم²، أما باقي المساحة تتوزع على التخديد المعمم والمتعمق، ثم تقويض الضفاف والتعرية الكتلية. كما أنه تم تحديد هذه النسب المساحية انطلاقا من خريطة الشكل رقم 2، لكل حوض على حدة (الشكل رقم 4)، وذلك بغية المقارنة والتوضيح أكثر للتوزيع المجالي لهذه الأشكال وامتدادها.



الشكل رقم 4: توزيع نسبة ومساحة أشكال التعرية بين حوضي العابد واتلاغ

يتبين من خلال الشكل رقم 4 التوزيع المساحي لأشكال التعرية بين حوضي اتلاغ والعابد، وهذا ما يفيد في تسليط الضوء أكثر على ما يشهده الحوضان من ديناميات بيئية، وقد تم التطرق لكل مظهر على حدة انطلاقا من الشكل رقم 2 والشكل رقم 4، في المحاور الموائية، وذلك قصد فهم آليات تشكل هذه الأنواع، وامتدادها المجالي بالحوضين وآثارها في هذه الدينامية.

3_ السيلاان الغشائي أو المنتشر (التعرية الغشائية)

يظهر السيلاان المنتشر عندما تفوق كمية المياه المتساقطة قدرة الترب على النفاذية، ويظهر على شكل خيوط مائية ضعيفة ومتشابكة فيما بينها⁸. كما ينتج على فائض الماء الذي يتجمع على سطح التربة⁹، ويظهر السيلاان حسب Horton¹⁰ عندما تكون حدة التساقطات أكثر من قدرة النفاذية، أي بعد استقرار هذه الأخيرة، بالرغم من كون من ينفي هذا الارتباط بين الحجم المائي السائل في الحوض وحدة التساقطات¹¹، حيث أن السيلاان يظهر عندما تتشبع مسامات التربة، وينطلق فوق السفح عندما تتجمع المياه المتساقطة في الحفر الصغيرة التي لا يخلو منها سطح طبيعي فتاتي مهما كان أملسا أو مندكا¹²، ثم أن Valentin¹³ يربط السيلاان بتكوين القشرة المطرية التي تعمل على إغلاق مسام التربة وبالتالي التعجيل بظهوره. يتطور السيلاان المنتشر في بداية

الخريف قبل مرحلة الإنبات، إلا أن عمليات الحرث تؤدي إلى إزالته مرحليا، غير أن مظاهره تبقى واضحة فوق الأراضي العارية والمستريحة والبوار¹⁴.

بصفة عامة، تمثل التعرية الغشائية عملية الإزالة السطحية، وتعتبر تعرية انتقائية تعمل على إفقار الأراضي من العناصر الدقيقة والإبقاء على المواد الكبيرة، أي ما يعرف بعملية التحجير، وهي من بين أهم مؤشرات هذا النوع من التعرية، كما توضح الصورة رقم 1.

خلال التساقطات الخريفية الأولى، يكون السطح عاريا ومجففا وهشا بفعل الحرارة، وعناصر تربته مفككة. وبالرغم من أن عملية إزالة التربة بالسيلان المنتشر تبدو باهتة وغير مرئية، فإنها تؤدي إلى إفقار المسكات العليا للتربة من عناصرها الدقيقة الطينية والمواد العضوية، وبالتالي إلى تغير في النسيج والبنية، وهذا ما يفسر ضعف تطور التربة على السفوح ذات انحدارات قوية ومتوسطة.

كما تعتبر التكوينات الطميية والطينية، خاصة في الأراضي العارية من غطاءها النباتي والأراضي المستريحة المشكلة لسفوح سهل تافرطة، وكذلك المجالات المنبسطة المعرضة لاستغلال مفرط في إطار الزراعة البورية والرعي، مساهمة في التعرية الغشائية (الصورة رقم 1).



الصورة رقم 1: مظاهر السيلان المنتشر بسهل تافرطة، تحجير بسبب التعرية الغشائية المائية والريحية

المصدر: عمل ميداني، 01 غشت 2017

يعرف الحوضان انتشارا لظاهرة التحجير، أي ظهور الأحجار مختلفة الأحجام على السطح، خاصة على الأراضي المحروثة، لأن الحرث يتسبب في إرخاء التربة. وبعد التساقطات، فإن العناصر الدقيقة تتم إزالتها وتحريكها حسب العنف المطري، وبالمقابل لا يمكن تحريك الحجارة بسبب ضعف كفاءة السيلان المنتشر.

حدوث السيلان الغشائي مرتبط بتكون القشرات المطرية (الصورة رقم 2) نتيجة لمفعول ضربات قطرات المطر، والتي تعمل على غلق مسام التربة وتسريع انطلاق السيلان الغشائي¹⁵، ويزداد السيلان كلما كانت القطرات كبيرة والحادث المطري قصيرا زمنيا، وكمية التساقطات كبيرة على شكل زخات¹⁶.

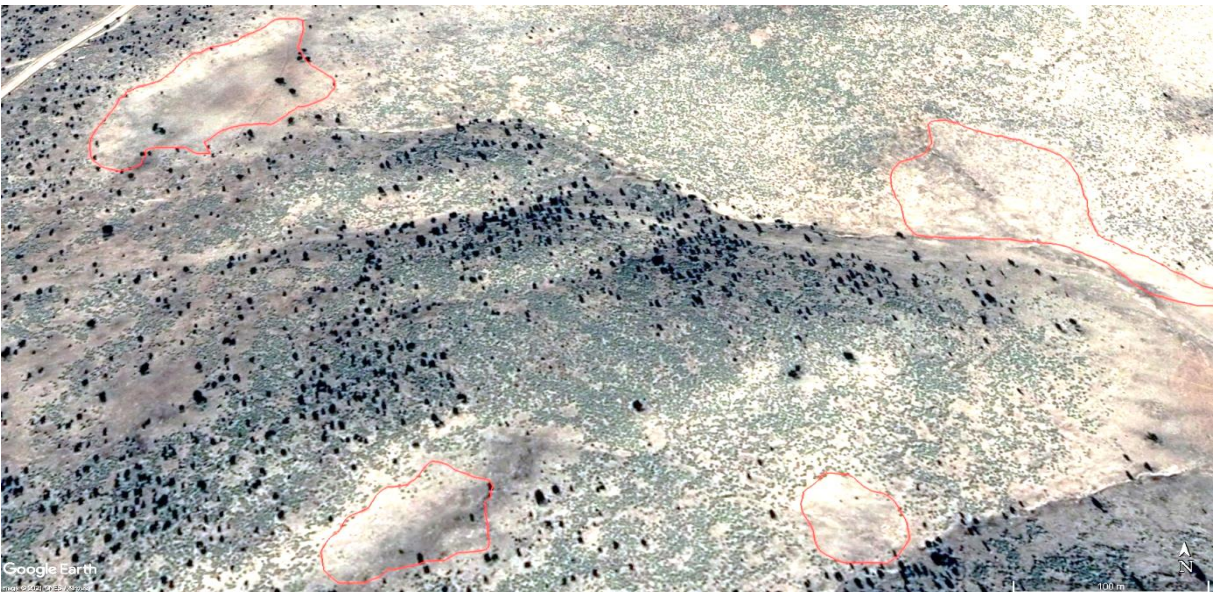


الصورة رقم 2: حالة لمظهر القشرة المطرية التي ينشط بها السيلاان الغشائي، بسافلة حوض اتلاغ

المصدر: عمل ميداني، 12 غشت 2018

يؤدي سقوط الماء على سطح عار إلى تكون قشرة مطرية (الإرسابية وليست البنيوية)، نظرا لأن القشرة البنيوية غير ناتجة عن المطر بل هي بفعل التحام المواد، حيث تخترق المواد الدقيقة المواد الخشنة وتملأ الفراغات، أما القشرة التي في الصورة رقم 2، فهي ناتجة عن ذوبان بعض المواد بفعل مياه الأمطار، مما يؤدي إلى إغلاق المسام والمساهمة في انضغاط التربة وتقويض نفاذيتها نتيجة للتبليط والتمليس اللذان يلحقانها، والشقوق التي تظهر في هذه القشرة هي بفعل اليبس¹⁷. وهذا ما يؤكد فكرة أن تقليل النفاذية يعتبر من بين انعكاسات القشرة المطرية التي تحفز السيلاان وبالتالي انطلاق التعرية المائية¹⁸، مع العلم أن انطلاق السيلاان لا يقع مكان تشكل القشرة المطرية، وإنما في مكان آخر من خلال مساهمة هذه القشرة في التراكم التدريجي للماء في ضايات وبرك. انتشار هذه القشرة يعبر عن تدهور الأراضي بهذه المجالات، وذلك من خلال تراجع الغطاء النباتي الطبيعي الذي يشكل الحاجز الواقى.

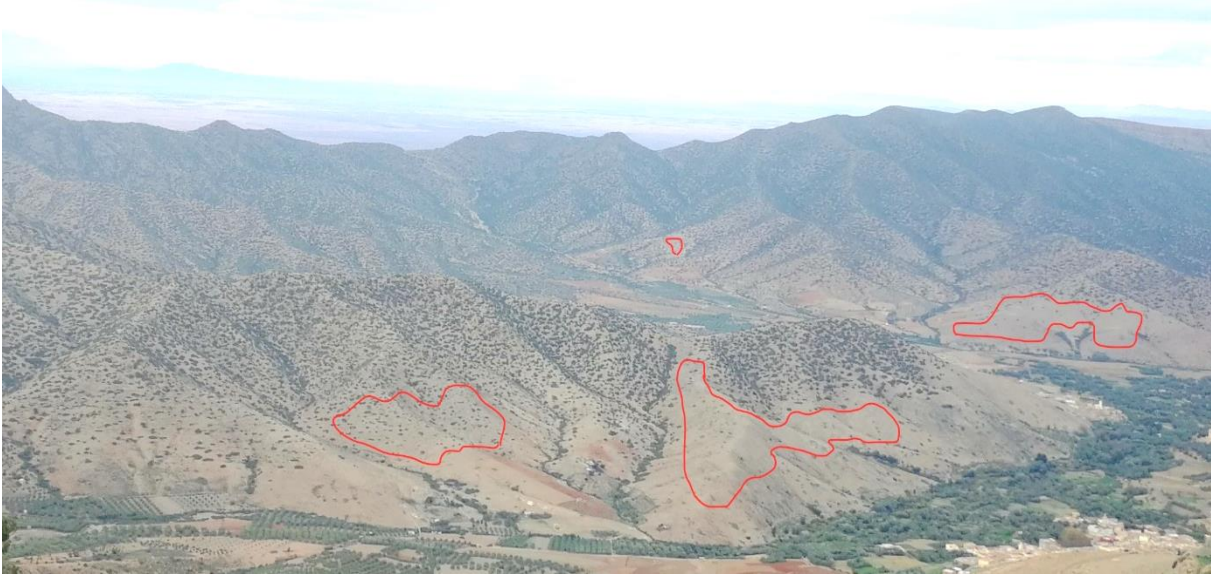
يمتد وينشط السيلاان الغشائي على سفوح دون غيرها، وأحيانا نجده ضمن نفس السفوح في العالية سيلا غشائيا غير سافلته التي تعرف مظهرها آخر (الصورة رقم 3).



الصورة رقم 3: تباين الانتشار المجالي لمظهر التعرية الغشائية، بفعل السيلاان الغشائي، سفوح العالية بالجنوب الشرقي لحوض اتلاغ

المصدر: Google earth 2020

ينشط السيلاان الغشائي في عالية السفوح، في حين تعرف السافلة استقرارا نسبيا أو تعرية ضعيفة بفعل الغطاء النباتي، ومظاهر تعروية أخرى كتركز السيلاان (الصور رقم 3 و4). وهي حالات كثيرا ما نجدها بالمجال.



الصورة رقم 4: انتشار السيلاان الغشائي بسفوح دبدو، عالية حوض اتلاغ

المصدر: عمل ميداني، 21 نونبر 2018.

يمتد السيلاان الغشائي مجاليا في سافلة حوض العابد على تلال شبكة الركنة، والزركة، وجزء من وسطه شرقا على كدية الكلب الحابر، ثم عالية حوض اتلاغ بالجنوب الغربي شرق سفوح دبدو، والوسط على ضفاف واد وزغت، وفي جنوب سهل تافراطة وهوامشه، ثم شرق حوض اتلاغ على سفوح جبل عبيدة (الشكل رقم 2). ويمثل هذا المظهر 192 كلم²، من المساحة الإجمالية لمجال الدراسة، أي 14% منها (الشكل رقم 3)، و144 كلم² من مساحة حوض اتلاغ بنسبة 13%، ثم 48 كلم² من مساحة حوض العابد بنسبة 16% (الشكل رقم 4).

يعتبر السيلاان الغشائي من بين أشد وأخطر عوامل تدهور الترب بالمنطقة، وإن كان ذلك على المدى الطويل وبشكل متدرج، وتكمن هذه الخطورة في كون فعله يظل خفيا ولا يلاحظ، لأنه لا يترك أشكالا بارزة، ولا يمكن ضبطه إلا بالقياس الدقيق لطبوغرافية السطح خلال المعاينة الميدانية¹⁹.

4_ السيلاان المركز (التعرية الخطية المركزة)

تتدهور الأراضي بفعل السيلاان المركز (التعرية الخطية المركزة)، نظرا لعدم نفاذية الصخور وتباين مقاومتها، وعنف التساقطات، مما يؤدي إلى ظهور أشكال مختلفة لمظاهر السيلاان المركز، من حيث العمق والعرض والانتشار، كما تختلف حسب درجة الانحدار وشكل وتوجيه السفوح واختلاف نوعية الصخور والتكوينات السطحية. هذه العوامل تؤثر عن طريق تداخلها في نشاط وحدة التعرية بالسيلاان المركز، وهذا ما أكدته مجموعة

من الباحثين، نذكر منهم رحو (1999)²⁰، وشاكر (1998)²¹، وفالح (2004)²²، ووحمد (2004)²³، وأبهرور (2009)²⁴، وعثماني (2015)²⁵، والكتيف (2018)²⁶.

4_1: التخديد الأولي / التعرية بالخدش

تظهر علامات السيلاان الأولي الذي يتجه نحو التجميع والتركز، فتتشكل خوامش سرعان ما تتطور إلى خدات بفعل ارتفاع قدرة السيلاان على الحفر²⁷. وتعد هذه عتبة ينتهي عندها السيلاان الغشائي ودخول مرحلة التعرية بفعل السيلاان المركز، وتختلف هذه العتبة من سفح لآخر تبعا للظروف المتحكممة في هذه الدينامية كالنفاذية والتسرب والعنف المطري...²⁸.

عندما تتجاوز سرعة السيلاان السطحي 25 سنتمتر في الثانية، يبدأ السيلاان في التركيز حسب Hjulstrom²⁹، كما أن تركيز السيلاان يبقى رهينا بالقوة التي تكتسبها المياه بفعل السيلاان، لتتجاوز قدرة الترب على مقاومته، ثم تتركز على شكل مسيلات بالترب³⁰، كما يظهر التخديد الأولي على خوامش يتراوح عمقها بين 3 و 30 سنتم. نشأته مرتبطة بالتساقطات الأولى لفصل الخريف³¹، خاصة فوق الأراضي المحروثة حديثا³²، يتطور مع توالي التساقطات ليصبح أكثر عمقا لكنه يتلاشى مع الحرث المتعمق³³.

يمكن تصنيف هذا المظهر حسب الجدول رقم 1 إلى ثلاث فئات، وهي الخدوش، وهي أقل من 5 سنتم، والأثلام ما بين 5 و 10 سنتم، ثم الخوامش من 10 إلى 30 سنتم. أما أكثر من 30 سنتم يعتبر تخديدا.

الجدول رقم 1: أشكال التعرية الخطية المركزة حسب (Boiffin et al. 1986)³⁴

العمق (سم)	العرض (سم)	الطول والامتداد (م)	أثر	الشكل
أقل من 5	أقل من 10	أقل من 1	متموج ومتعرج	خدوش
5 - 10	10 - 20	عدة أمتار	خطي ومستقيم	أثلام
10 - 30	5 - 70	عشرات الأمتار	متموج ومتعرج	خوامش
30 - 50	50 - 100	مئات الأمتار	قليل التموج	خدات
50 - 200	50 - 100	مئات الأمتار	قليل التموج ومتصل	خدات متعمقة - تخديدات

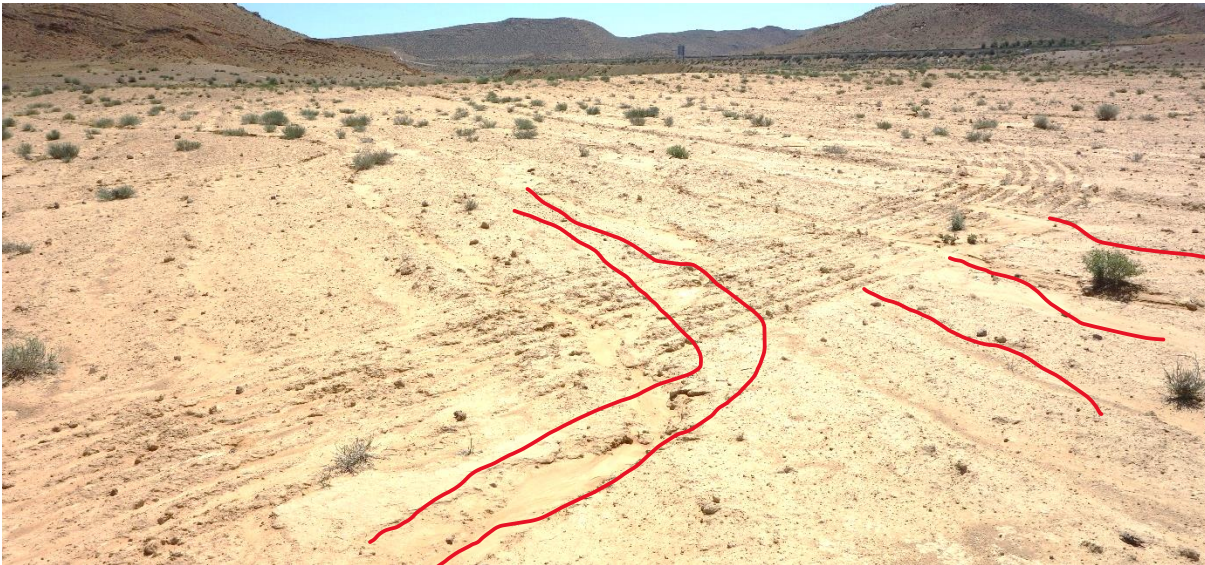
من خلال المعاينة الميدانية، تظهر بالمجال أشكال أولية للتعرية المائية نتيجة تركيز السيلاان الأولي (الصورة رقم 5) وذلك بفعل ارتفاع قدرة السيلاان على الحفر.



الصورة رقم 5: تباين انتشار اختلاف الخدوش والخوامش بحوضي العابد واتلاغ

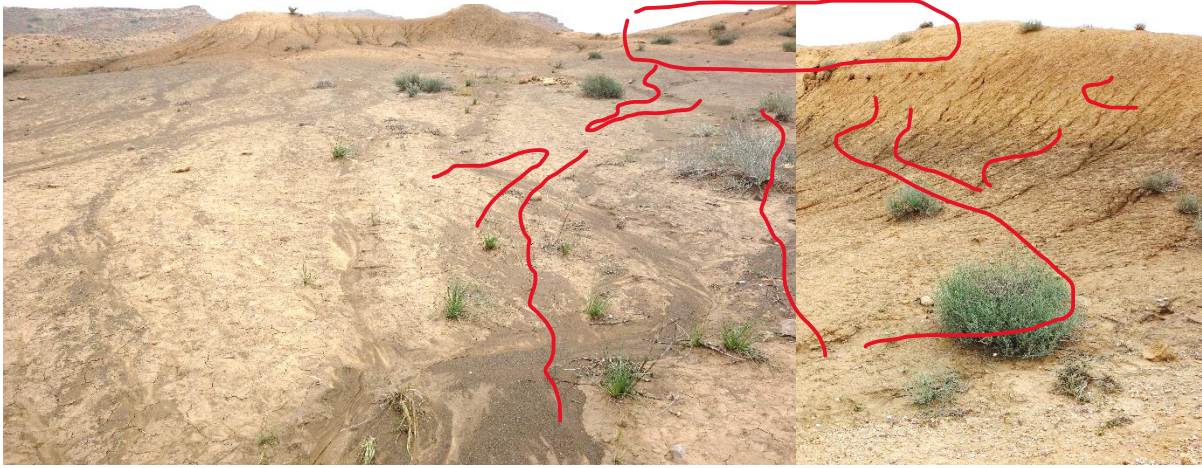
المصدر: عمل ميداني، 6 يونيو 2021.

ترتفع قدرة السيلاان على الحفر بسبب العنف التساقطات فوق مجالات عارية وشبه عارية من التغطية النباتية، وتربة متصلبة بسبب اليبس ثم تواجد قشرات مطرية تغلق مسامية التربة، مما يؤدي إلى ضعف النفاذية. تلعب التدخلات البشرية دورا مهما في انطلاق التعرية وتطورها أيضا. بصفة عامة، بعض الأشكال الأولية يتم تعديلها بالحرث، خاصة أنها تظهر بالأراضي المستريحة (الصورة رقم 6)، وأخرى تظهر بالمنخفضات القريبة من الأراضي المحروثة والمحاذية للأودية (الصورة رقم 7).



الصورة رقم 6: ظهور خوامش بأرض مستريحة بفعل السيلاان الأولي

المصدر: عمل ميداني، 6 يونيو 2021.



الصورة رقم 7: اختلاف الخدوش والخوامش بضفاف الأودية.

المصدر: عمل ميداني، 6 يونيو 2021.

ينتشر التخذيد الأولي (الشكل رقم 2) بعالية حوض اتلاغ بأقصى الجنوب الشرقي للحوض؛ بالأراضي المنبسطة القريبة من ضفاف الأودية، وبالجانب الجنوبي لسهل تافراطة بداية سفوح دبدو، ثم سافلة الحوض بالأراضي المنبسطة السهلية. أما بحوض العابد، فهو الأكثر ظهوراً، ويمتد تقريباً على نصف مساحة الحوض. يمثل هذا المظهر 18% من مساحة المجال المدروس، أي أكثر من 250 كلم² (الشكل رقم 3). وتتباين هذه المساحة بين الحوضين حيث أنها تشكل 45% من مساحة حوض العابد، أكثر من 140 كلم²، و11% من مساحة حوض اتلاغ، أي ما يزيد عن 110 كلم².

تظهر هذه الخدوش في بعض السفوح عند منتصفها ثم تتطور إلى خدات عند السافلة، وأخرى تعرف نشاطاً بسافلة هذه السفوح خاصة بالمنخفضات التي تعرف نوعاً من الانبساط على ضفاف الأودية، والتي تعرف نشاطاً للخدوش بعالياتها التي ترتبط بالسطوح الهضبية.

تؤدي الأشكال الأولية عند تجاوز عتبة معينة إلى تشكل خدات تنشط انطلاقاً من السافلة، ويصعب مسح ومحو الخدات بواسطة التقنيات الزراعية العادية³⁵.

2_4: التعرية بالتخذيد

من بين أهم المظاهر التي تهدد تربات المنطقة بالزوال والاقتلاع هي التعرية بالتخذيد، حيث أنها تعيق استغلال السطوح نظراً لما تخلفه من خدات تختلف أشكالها وأحجامها ودرجة تعمقها³⁶، وفي أغلب الحالات تتجاوز التكوينات السطحية لتصل إلى الأساس الصخري³⁷، كما أن تطور هذه الخدات يرجع إلى تضافر العوامل الطبيعية والبشرية، كالغنف المطري وهشاشة التكوينات الصخرية، ويلعب تدهور الأراضي بفعل الاستغلال المكثف الدور الكبير في تطور التخذيد بمجالات واسعة لم تكن معرضة لهذا النوع من التعرية، وذلك بسبب القضاء على غطاءها النباتي تدريجياً عن طريق الرعي الجائر والزراعة. فلا يقتصر نمو التخذيد على الظروف الطبيعية الهشة ولكنه يرتبط أيضاً باستعمالات الأراضي وخاصة الزراعة والرعي³⁸. يمكن التمييز بين خدات نشيطة وأخرى مستقرة مورثة عن دينامية قديمة أو نباتية.

4_2_1: الخدات النشيطة

تعرف الخدات النشيطة دينامية متواصلة من حيث تعمقها الرأسي والجانبى، كما أنها ذات حواف حادة. وقد ميز Roose (1994)³⁹ بين ثلاثة أشكال رئيسة يتخذها التوسع الأفقي للخدات، وهي توسع التخديد فوق مواد غير متجانسة، ومواد متجانسة، وفوق مواد رخوة، وتوسع الخدة عن طريق التعرية التراجعية. يعبر التخديد عن التعرية التراجعية التي يتحكم فيها انخفاض مستوى القاعدة، والمسيلات الصغيرة المغذية لها في العالية، كما تساهم المسيلات رغم أنها غير واضحة المعالم في تطور هذه العملية (الصور رقم 8 و9).



الصورة رقم 8: مسيلات صغيرة غير واضحة تغذي التخديد في سافلة حوض اتلاغ

المصدر: عمل ميداني، 3 يوليوز 2019.



الصورة رقم 9: تخديد تراجعي؛ بعمق إلى الداخل، تعرية رأسية وعميقة، بسافلة حوض اتلاغ

المصدر: عمل ميداني، 3 يوليوز 2019.

تنتج هذه الظاهرة عن استمرار عملية الحفر بالخوامش التي تتطور إلى خدات، وتزيد المياه الجارية في تعميق الخدات واتساعها، ويعتبر العامل الصخري خاصة انتشار التكوينات الصخرية الهشة وعامل الانحدار والعنف المطري من أهم عوامل نشأة وتشكل الخدات على طول السفح. يعتبر التخديد عاملا مسؤولا عن تدهور الأراضي، فهو يحدث تغيرات مستمرة في شكلها، ويزيل كميات مهمة من الرواسب، خاصة الرصيد الترايبي

للمجالات الزراعية والرعية (الصورة رقم 10)، التي تشكل موردا اقتصاديا هاما للسكان المحليين. كما يهدد هذا النوع من التعرية البنيات التحتية (الصورة رقم 11).



الصورة رقم 10: تعرية بالتخديد تعيق المجال الزراعي، بعالية حوض اتلاغ

المصدر: عمل ميداني، 9 يونيو 2020.



الصورة رقم 11: طريق مهددة بسبب التعرية التراجعية، الطريق الرابطة بين حامة قطيضر والطريق الوطنية 6

المصدر: عمل ميداني، 11 أبريل 2021.

يتطور التخديد فوق المسكات العليا للتربة السميكة والتوضعات الرباعية، خاصة الطموية، بسبب تجمع مياه السيلاان على السفوح المشكلة للحوض، بالإضافة إلى تدهور وانفراج في الغطاء النباتي بسبب الرعي الجائر والاجتثاث. وقد ساهم التردد الكبير للمواشي على هذه المجالات في زيادة الممرات على السفوح، واندكاك السطح، مما أدى إلى انطلاق وتركز السيلاان مع الانحدار (الصورة رقم 12).



الصورة رقم 12: تعرية بالتخديد المتعمق بالمجال الزراعي، بعالية حوض اتلاغ

المصدر: عمل ميداني، 9 يونيو 2020.

يظهر التخديد المتعمق بسهل تافراطة محدثا تطورا رأسيا وجانبيا بشكل تدريجي أثناء الزخات العنيفة خلال نهاية فصل الصيف وبداية فصل الخريف.

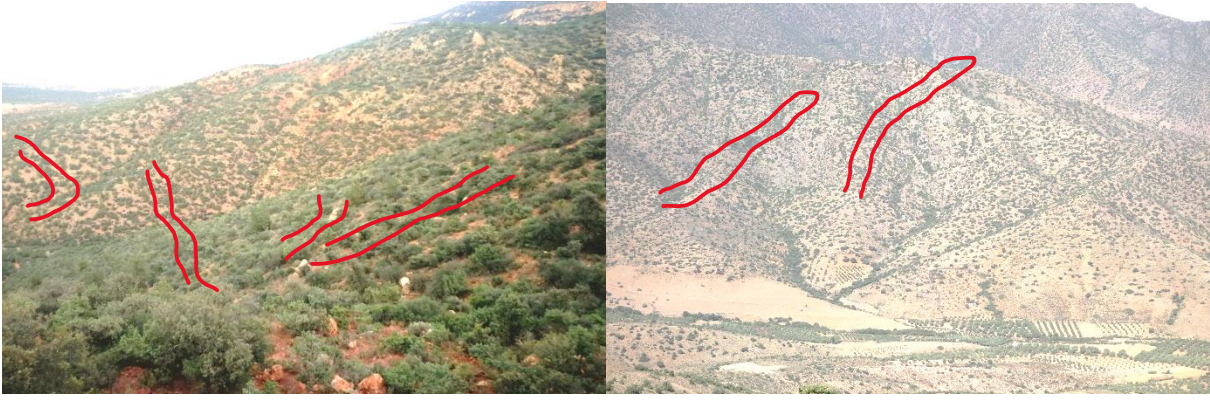
4_2_1: الخدات المتوازنة

يتمثل هذا النوع من التعرية في الخدات الموروثة عن مراحل التشكيل السابقة والتي تعرف حاليا استقرارا نسبيا، ويتميز شكله بالزوايا المحدبة (الصورة رقم 13)، وانتشار الغطاء النباتي بهذه الخدات (الصورة رقم 14)، مما يحد من أي تطور رأسي أو أفقي، وأحيانا تهدد بعض الأنشطة البشرية وتحد من نشاط بعض الخدات بفضل تهئية هذه الرقع الزراعية.



الصورة رقم 13: تخديد يتميز شكله بزوايا محدبة مما يدل على استقراره وكونه موروثة، بسافلة حوض العابد

المصدر: عمل ميداني، 6 أكتوبر 2019.



الصورة رقم 14: خدات خامدة ومتوازنة بالغطاء النباتي في بطونها، عالية حوض اتلاغ

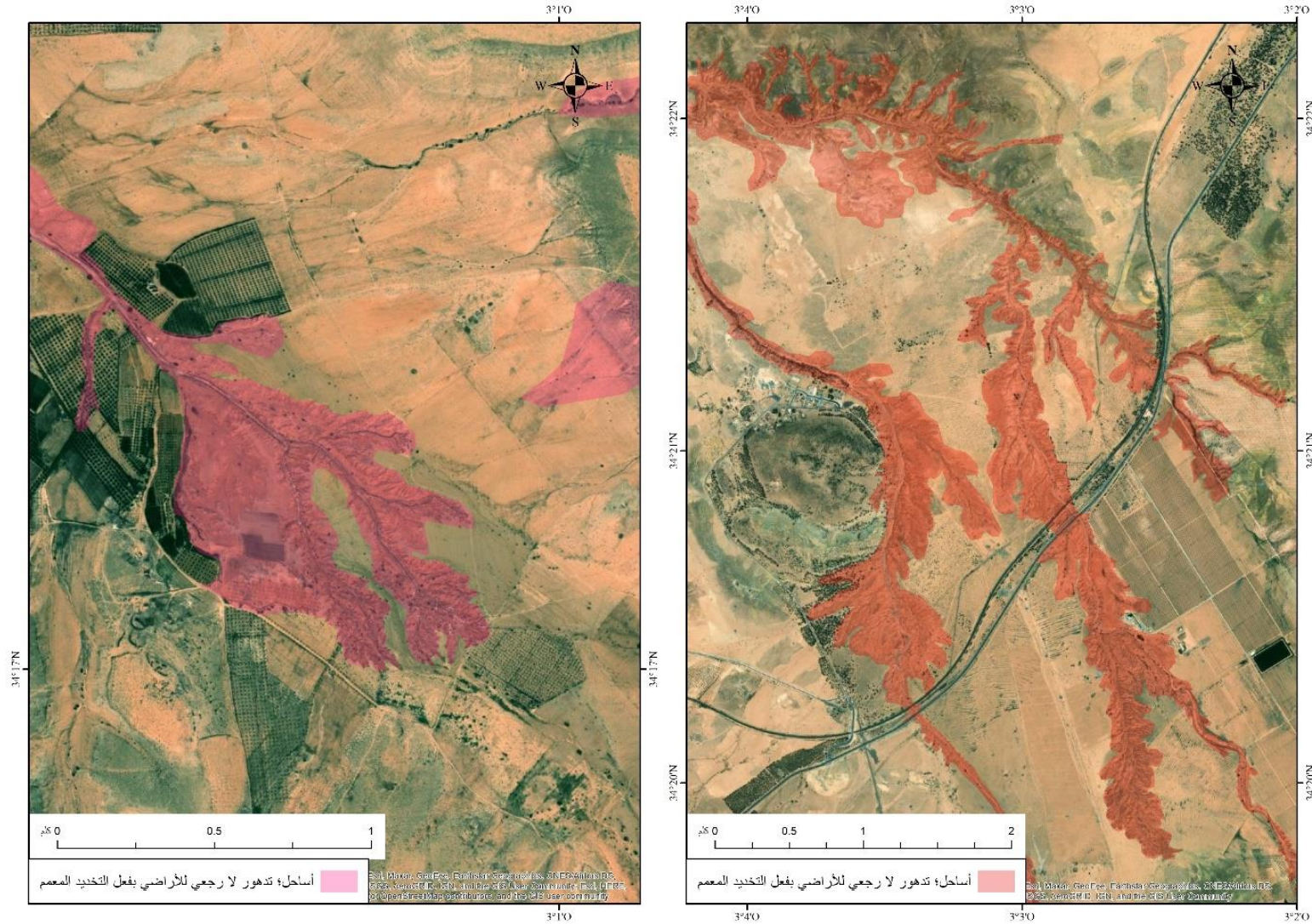
المصدر: عمل ميداني، 29 شتنبر 2019.

الخدات الموروثة مستقرة نسبياً، تعمل على تصريف المياه المطرية، ويصل عمقها إلى عدة سنتيمترات، وتعرف أشكالاً مهمة من التعرية على ضفافها، بواسطة المرور المتكرر للمواشي، مما يؤدي إلى تطور هذه الأشكال التي تتجلى في انسيخ التربة تجاه الشعاب والمجاري المائية، كما تنتشر خدات مستقرة بفعل الغطاء الغابوي في العالية، ثم يضاف دور الصخارة إلى هذا الاستقرار.

تنتشر التعرية بالتخديد بصفة عامة على جميع مناطق المجال، إلا أن الخدات المستقرة تتركز في العالية لحوض اتلاغ، نظراً لتواجد غطاء نباتي بهذه المنطقة عكس الخدات النشيطة التي تتوزع على سهل تافراطة وسافة الحوضين نظراً للانخفاض والتكوينات الهشة الحديثة (الشكل رقم 2)، وهذا المظهر من التعرية يشكل نسبة 2% من مساحة المجال المدروس (الشكل رقم 3)، ولكن بنسبة 5.2% من أشكال التعرية بالمجال، ويغطي 5 كلم² من حوض واد العابد، و 17 كلم² من حوض واد اتلاغ بنسبة 2% من مساحة كل من الحوضين (الشكل رقم 4)، وتنقسم إلى 40% منها ما هو مستقر، والباقي نشيط.

3_4: التخديد المعمم (الأساحل)

الأساحل هي نتيجة كثافة وتركز التدهور اللارجعي للتربة. ينتشر بالمجال المدروس فوق التكوينات الرباعية الهشة بسهل تافراطة السفلى (الشكل رقم 2)، أو فوق التكوينات الصلصالية الميوسينية بسافة حوض واد العابد قرب حامة سيدي شافي (الشكل رقم 5)، وتظهر مع بروز زوايا حادة، مما يؤكد أنها حديثة النشأة والتشكيل (الصورة رقم 16)، وأنها تتطور بسرعة، رغم أن هذه الأساحل لا تنتشر بكثرة بالمجال إلا أن خطورة التدهور تكمن في كمية اقتلاع وبتير التربة التي تصل أحياناً إلى عشرات المرات، بل مئات المرات مضاعفة مع المناطق الأخرى المجاورة لها⁴⁰.



الشكل رقم 5: حالة من توزيع الأساحل على ضفاف واد العرض بتافراطة السفلى، وسط حوض العابد. باليسار، أساحل على ضفاف واد القطارة واواد العابد قرب حامة سيدي شافي، سافلة حوض العابد. المصدر: خلفية صور فضائية ESRI سنة 2020.

تنتشر الأساحل بالمجال المدروس على امتداد 17 كلم² فقط، أي 1.25% من إجمالي المساحة، إلا أنها تشكل 3.36% من أشكال التعرية الأخرى (الشكل رقم 3)، وتتنوع على ضفاف الأودية التي تعرف هذا النوع من التدهور (الصورة رقم 15).



الصورة رقم 15: أشكال من التخديد المعمم بمجال الدراسة.

المصدر: عمل ميداني، 6 أكتوبر 2019، و 17 أبريل و 6 يونيو 2021 بتقنية الطائرة المسيرة.



الصورة رقم 16: تخديد معمم ومركز حديث، مع بروز "زوايا"، قرب حامة سيدي شافي

المصدر: عمل ميداني، 6 يونيو 2021.

تمثل الأساحل بحوض واد العابد 3% من مساحته حيث تمتد على 9 كلم²، ونفس المساحة على حوض واد اتلاغ أي بنسبة 1% منه. ومن خلال الملاحظة، يتبين أن هذه الأساحل تنشط في سفوح دون غيرها على الرغم من أنها تتشابه من حيث الانحدار والتكوينات، وهذا التفاوت بين التوزيع المجالي يطرح أسئلة حول أسبابه.

5_ تقويض ونجوخ الضفاف وأساليب وأشكال أخرى مرتبطة بالحركات الكتلية

تنتشر الأشكال المرتبطة بتقويض الضفاف بنجوخ القاعدة على جوانب المجاري المائية وبعض الشعاب، خصوصاً الضفاف التي تشرف على السفوح مباشرة بانحدارات قوية، مما يؤدي إلى انهيار مستمر للتربة وسط المجاري. وهذا يساهم بشكل كبير في نسبة توحل السدود في السافلة، وبالتالي لهذا المظهر آثار كبيرة على المنشآت البشرية أكثر من الأشكال الأخرى.

يعرف مجال الدراسة انهيارات مهمة، حيث أنّ عملية الحفر في أسفل التكوينات تعرض الجزء الأعلى لانهيار بسبب فقدان التوازن، لذلك نصادف في المجال انهيارات بأحجام مختلفة أو تكوينات متشققة على وشك الانهيار بسبب هشاشة التكوينات وفقدان التوازن (الصورة رقم 17).



الصورة رقم 17: انهيار كتل وسط المجرى وتشقق كبير على وشك الانهيار على ضفاف واد اتلاغ

المصدر: عمل ميداني، 13 أكتوبر 2019.

ترتبط هذه الأشكال بالمنعطفات القوية للواد مما يؤدي إلى نجوخ القاعدة ثم الانهيار بفعل عمليات الحفر الجانبي الناتج عن قوة فعل المياه الجارية (الصورة رقم 18)، ثم يؤدي إلى الاتساع العرضي للمجري على حساب الأراضي الفلاحية المجاورة.



الصورة رقم 18: انهيار كتل كبيرة ومهمة، تساهم في توحد السدود

المصدر: عمل ميداني، 13 أكتوبر 2019.

تبقى بعض الأجزاء جسورا معلقة شاهدة على تطور عملية التآكل التي تنتج عنها انهيارات مهمة (الصورة رقم 19)، ثم تعرية جوفية باطنية تساهم في إزالة حجم مهم من المواد بفعل هشاشة التكوينات.



الصورة رقم 19: انهيار كتل كبيرة ومهمة بفعل التعرية الباطنية الجوفية، وجسور معلقة شاهدة قريبة من الانهيار

المصدر: عمل ميداني، 13 أكتوبر 2019.

هناك أصناف أخرى مرتبطة بالحركات الكتلية، وتتنوع على سفوح التلال والمناطق التي توافق الأجراف ذات الانحدارات القوية حيث تتأثر جبهاتها المتصدعة بالجاذبية، مما ينتج عنه انهيار وسقوط مفاجئ للكتل الصخرية من أحجام متفاوتة. كما توجد مهيئات مرتبطة بتكوين الصخور الصلبة حيث تنزلق أجزاء صخرية من العالية ومن وسط السفوح إلى السافلة (الصورة رقم 20).



الصورة رقم 20: انهيار أجزاء صخرية من العالية نحو الأسفل بتل لزرق، قرب حامة لقطيطر

المصدر: عمل ميداني بتاريخ 17 شتنبر 2017.

بفعل الجاذبية ينشط معها حركية هذه المواد، التي تتدحرج وتتساقط بالسافلة تبعا للانحدار (الصورة رقم

21).



الصورة رقم 21: تدرج الصخور تبعا للانحدار، قرب حامة لقطيضر

المصدر: عمل ميداني بتاريخ 6 أكتوبر 2019.

تظهر هذه الأشكال في وسط الحوضين بسهل تافراطة تبعا للأجراف الترابية المرتبطة بتقويض ضفاف الأودية، (الشكل رقم 2). وفي عالية حوض اتلاغ، تظهر الأشكال المرتبطة بالحركات الكتلية، كما تظهر كذلك في سافة حوض واد العابد، وتتنوع على سفوح التلال وحواف الهضاب تبعا للانحدارات القوية. يشكل هذا النوع 3% من المساحة الإجمالية للحوضين، و7% من حجم أشكال التعرية، ويمتد على مساحة 38 كلم²، حيث تتوزع هذه المساحة على حوض واد اتلاغ بـ 27 كلم²، و11 كلم² بحوض واد العابد.

خلاصة

يتبين من خلال التتبع الميداني لمظاهر الدينامية البيئية أن هناك تداخل وتضافر العوامل المسؤولة على هذه الأشكال، مما يفسر تواجد أشكال تعروية متداخلة فوق نفس السطح، وهذا التداخل يؤثر بشكل واضح في التوزيع المجالي لأشكال التعرية.

يتضح من خلال جرد مظاهر تدهور الدينامية البيئية المتمثلة في أشكال التعرية المختلفة، المنتشرة بحوضي العابد واتلاغ، أن المنطقة تعرف نشاطا مورفوديناميا قويا ومتنوع المظاهر والأشكال، والذي يصنف حسب نوعيته وحدته (سيلان منتشر، وسيلان مركز؛ تخديد، وحركات كتلية، وتآكل ضفاف الأودية).

من الآثار السلبية التي تنعكس على انتشار التخديد المتطور والسيلان المركز والحركات الكتلية بهذه المنطقة الجافة عموما، أنها تؤدي إلى فقدان التربة، وضياح الأراضي بشكل عام وصعوبة استغلالها، والتعرية الغشائية يزداد تأثيرها السلبي في عملية الإزالة النوعية والكمية للعناصر الدقيقة والمواد العضوية بكل التراتب المستغلة فلاحيا بالحوضين⁴¹.

يتطور السيلاان المائي بالمنطقة، فوق جميع فئات الانحدار، ويرتبط ارتباطا وثيقا بطبيعة الاستغلال غير الملائم مع الوسط الطبيعي الهش. كما يعم السيلاان المنتشر والمركز جميع الأراضي المستغلة فلاحيا والانحدارات التي تتعدى درجتها 3° ، والمنخفضات، والسهول، وعند قدم الجبل، ويؤدي التعمق الرأسي للتخديد وتوسعه الجانبي، رغم امتداده المجالي المحدود إلى اقتطاع أجزاء مهمة من المجالات وإلى صعوبة استغلال الأرض، وبالتالي التخلي عنها⁴².

أما الحركات الكتلية، فإن نشاط بعضها يرتبط أيضا، بالعوامل البشرية المحركة لانطلاقها، وتعمل التساقطات المطرية الاستثنائية العنيفة والمسترسلة، وكذا تراجع وتدهور الغطاء النباتي، بالإضافة إلى الاستغلال المفرط للأراضي بواسطة أنشطة الرعي والزراعة، على الزيادة في هشاشة وتسريع تطور هذه الحركة.

البيليوغرافيا

لائحة المراجع باللغة العربية

أبهرو محمد، إسهام في التقييم الكمي للتعرية المائية بمقدمة الريف الشرقي (نموذج حوض واد الثلاثاء). بحث لنيل شهادة الدكتوراه في الجغرافيا. كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، سايس. المغرب، 2009، 291ص.

الراي هاجر، تعرية الضفاف بالوادي الحي وانعكاساتها على توحد السدود (المغرب الشرقي). بحث لنيل شهادة الماستر، كلية الآداب والعلوم الإنسانية - وجدة. المغرب، 2021. 150ص.

رحو محمد، التعرية في مقدمة الريف الأوسط: المنطقة البيهرية اللبن-سبو-ورغة استمرار للتطور الطبيعي، منتوج مجتمعي. أطروحة لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية - الرباط. المغرب، 1999. 698ص.

شاكرو ميلود، كتلة بوخوالي وسهل العيون (المغرب الشرقي)، الدينامية الحالية للسطح بين الهشاشة الطبيعية والضغط البشري، أي آفاق وأي استراتيجيات. بحث لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الخامس - الرباط. المغرب، 1998، 275ص.

عثماني مصطفى، الدينامية الحالية للسطح ومظاهر التدهور بسهل تفرطة وهوامشه. بحث لنيل شهادة الدكتوراه، شعبة الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الخامس، الرباط، المغرب. 2015، 368ص.

غزال محمد، الموارد المائية بشمال المغرب الشرقي - التدبير والاستغلال والإكراهات. بحث لنيل دكتوراه الدولة، كلية العلوم، جامعة محمد الأول - وجدة، المغرب. 2007، 584ص.

فالح علي، التقييم النوعي والكمي والنمذجة المجالية للتعرية المائية بحوضي أكنول ومركات (مقدمة الريف الشرقي والأوسط). بحث لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الأول، وجدة. المغرب. 2004، 372ص.

الكتيف مصطفى، تدهور الأراضي والتقييم الكمي والنوعي للتعرية المائية بالحوض النهري لكريفلة الأسفل. بحث لنيل شهادة الدكتوراه، شعبة الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الخامس، الرباط. المغرب، 2018. 231ص.

مواديلي عمر واسباعي عبد القادر والحافظ إدريس والسعيد عبد الواحد وعثمان مصطفى وبوعبدالله مصطفى، تقييم خطر التعرية المائية باستعمال المقلد المطري RAMP: دراسة للسلوك الهيدرولوجي وأنماط الاستغلال، حالة ممر تاويرت - جرسيف. أعمال الندوة الدولية حول: المخاطر الطبيعية وتهيئة التراب. وجدة، 9-10 نونبر 2018. منشورات جامعة محمد الأول، وجدة، المغرب، 2019. <http://www.ump.ma>، ص 61-68.

مواديلي عمر واسباعي عبد القادر والحراحي عبد الرحمان والحافظ إدريس (2019_ب)، خطر التعرية المائية بين هشاشة التوازنات البيئية والاستغلال البشري؛ حالة حوض واد العابد. أعمال الندوة الوطنية حول المخاطر الهيدرولوجية والجيومورفولوجية بشمال شرق المغرب: الحوادث والهشاشة والتهيئة. وجدة، 26 دجنبر 2017. منشورات جامعة محمد الأول، وجدة. المغرب، 2019. <http://www.ump.ma>، ص 65-76.

مواديلي عمر واسباعي عبد القادر، أهمية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراسة تدهور التربة بحوض واد العابد (منطقة تاويرت) من خلال نموذج المعادلة العامة لانجراف التربة "RUSLE". المجلة المغربية للبحث الجغرافي، أدوات ومناهج في البحث الجغرافي، المغرب، المجلد الثاني، العدد الأول، 2020. ص 27-44.

مواديلي عمر، التعرية المائية والدينامية البيئية في حوضي وادي اتلاغ ووادي العابد (تاويرت، المغرب الشرقي) - مقاربات جيوماتية. بحث لنيل شهادة الدكتوراه، شعبة الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الأول، وجدة. المغرب، 2021، 421ص.

نافع رشيدة ووظيفة عبد الرحيم، التعرية المائية وأثرها في تدهور الترات، تحليل المظاهر ومناهج القياس. مجلة أبحاث، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية. المحمدية المغرب، العدد العاشر. 2002.

وحد لحسن، منطقة عالية الحوض الأعلى لواد أم الربيع: (الأطلس المتوسط الأوسط)، الحركة الطبيعية وإشكالية التنمية المستدامة. بحث لنيل شهادة الدكتوراه في الجغرافيا. كلية الآداب والعلوم الإنسانية. جامعة محمد الخامس - الرباط. المغرب، 2004. 248ص.

المراجع باللغات الأجنبية

ANNABI, Mohamed. *Stabilisation de la structure d'un sol limoneux par des apports de composts d'origine urbaine: relation avec les caractéristiques de leur matière organique*. 2005. Thèse de doctorat. INAPG (AgroParisTech).

BIROT P. Les processus d'érosion à la surface des continents. Édit. Masson, Paris. 1981.

BOIFFIN, Jean, PARY, François, et PEYRÉ, Yves. *Systèmes de production, systèmes de culture et risques d'érosion dans le Pays de Caux*. 1986.

EL HARRADJI, Abderrahmane. *Morphodynamique et environnement au Nord-ouest des Hauts-Plateaux de l'Est Marocain : De la dynamique naturelle des paysages à la désertification*. Thèse pour l'obtention du Doctorat d'Etat En Géographie Physique,

- option Géomorphologie – Université Mohammed Premier- Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Oujda. Maroc. 647p.
- GAUCHÉ, Évelyne. La dynamique contrastée du ravinement dans le massif des Beni Saïd (Rif oriental, Maroc): processus, facteurs et évolution. Géomorphologie: relief, processus, environnement, 2005, vol. 11, no 1, p. 45-60.
- HJULSTROM, Filip. Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the river fyris, bulletin. Geological Institute Upsalsa, 1935, vol. 25, p. 221-527.
- HORTON, Robert E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological society of America bulletin, 1945, vol. 56, no 3, p. 275-370.
- KOURI, Lakhdar. L'érosion hydrique des sols dans le bassin versant de l'oued mina (algerie). Etude des processus et types fonctionnels de ravins dans la zone des marnes tertiaires. 1993. Thèse de doctorat. Strasbourg 1.
- López-Bermúdez, F., Romero-Díaz, A., & Martínez-Fernández, J. The El Ardal field site: Soil and vegetation cover. Mediterranean desertification and land use. 1996, 169–188.
- Roose, E. La lutte antiérosive conventionnelle en fonction des processus et des facteurs de l'érosion hydrique. Gestion durable des eaux et des sols au Maroc. IRD Éditions, (Institut de Recherche pour le Développement. Marseille), 2010. 47-78.
- ROOSE, Eric. Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). 1994.
- SBAI, A. et MOUADILI, O. Risque d'érosion hydrique entre fragilité des équilibres environnementaux et perspectives de durabilité: Cas du bassin d'Oued El Abed (Maroc nord-est). Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 2021, vol. 9, no 4, p. 666-674. https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAPH2/article/view/1052, 666-674.
- SBAI, Abdelkader, MOUADILI, Omar, HLAL, Mohamed, et al. Water Erosion in the Moulouya Watershed and its Impact on Dams' Siltation (Eastern Morocco). Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences, 2021, vol. 384, p. 127-131. ., <https://doi.org/10.5194/piahs-384-127-2021>, 127–131.
- VALENTIN, C. et ROOSE, E. J. Soil and water conservation problems in pineapple plantations of south Ivory Coast. Soil Conservation-Problems and Prospects. ed. Morgan, RPC, John Wiley & Sons, Chichester, 1981, p. 239-246.
- VALENTIN, Christian. Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de région subdésertique, Agadez, République du Niger: dynamique de formation et conséquences sur l'économie en eau. 1981.

¹ مواديلي عمر واسباعي عبد القادر، أهمية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراسة تدهور التربة بحوض واد العابد (منطقة تاوريرت) من خلال نموذج المعادلة العامة لانجراف التربة "RUSLE". المجلة المغربية للبحث الجغرافي، أدوات ومناهج في البحث الجغرافي، المغرب، المجلد الثاني، العدد الأول، 2020. ص 27-44.

² SBAI, A. et MOUADILI, O. Risque d'érosion hydrique entre fragilité des équilibres environnementaux et perspectives de durabilité: Cas du bassin d'Oued El Abed (Maroc nord-est). Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 2021, vol. 9, no 4, p. 666-674.

³ SBAI, Abdelkader, MOUADILI, Omar, HLAL, Mohamed, et al. Water Erosion in the Moulouya Watershed and its Impact on Dams' Siltation (Eastern Morocco). Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences, 2021, vol. 384, p. 127-131.

⁴ غزال محمد، الموارد المائية بشمال المغرب الشرقي – التدبير والاستغلال والإكراهات. بحث لنيل دكتوراه الدولة، كلية العلوم، جامعة محمد الأول – وجدة، المغرب. 2007، 584ص.

- ⁵ مواديلي عمر، التعرية المائية والدينامية البيئية في حوضي وادي اتلاغ ووادي العابد (تاويرت، المغرب الشرقي) - مقاربات جيوماتية. بحث لنيل شهادة الدكتوراه، شعبة الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الأول، وجدة. المغرب، 2021، 421ص.
- ⁶ El Harradji, Abderrahmane. Morphodynamique et environnement au Nord-ouest des Hauts-Plateaux de l'Est Marocain : De la dynamique naturelle des paysages à la désertification. Thèse pour l'obtention du Doctorat d'Etat En Géographie Physique, option Géomorphologie – Université Mohammed Premier- Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Oujda. Maroc. 647p.
- ⁷ أبهرور محمد، إسهام في التقييم الكمي للتعرية المائية بمقدمة الريف الشرقي (نموذج حوض واد الثلاثاء). بحث لنيل شهادة الدكتوراه في الجغرافيا. كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، سايس. المغرب، 2009، 291ص.
- ⁸ Birot P. Les processus d'érosion à la surface des continents. Édit. Masson, Paris.1981.
- ⁹ HJULSTROM, Filip. Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the river fyris, bulletin. Geological Institute Upsala, 1935, vol. 25, p. 221-527.
- ¹⁰ HORTON, Robert E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological society of America bulletin, 1945, vol. 56, no 3, p. 275-370.
- ¹¹ ROOSE, Eric. Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). 1994.
- ¹² رحو محمد، التعرية في مقدمة الريف الأوسط: المنطقة البيهرية اللبن-سبو-ورغة استمرار للتطور الطبيعي، منتج مجتمعي. أطروحة لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية – الرباط. المغرب، 1999. 698ص.
- ¹³ VALENTIN, Christian. Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de région subdésertique, Agadez, République du Niger: dynamique de formation et conséquences sur l'économie en eau. 1981.
- ¹⁴ فالح علي، التقييم النوعي والكمي والنمذجة المجالية للتعرية المائية بحوضي أكنول ومركات (مقدمة الريف الشرقي والأوسط). بحث لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الأول، وجدة.المغرب. 2004، 372ص.
- ¹⁵ VALENTIN, C. et ROOSE, E. J. Soil and water conservation problems in pineapple plantations of south Ivory Coast. Soil Conservation-Problems and Prospects. ed. Morgan, RPC, John Wiley & Sons, Chichester, 1981, p. 239-246.
- ¹⁶ الكتيّف مصطفى، تدهور الأراضي والتقييم الكمي والنوعي للتعرية المائية بالحوض النهري لكريفلة الأسفل. بحث لنيل شهادة الدكتوراه، شعبة الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الخامس، الرباط. المغرب، 2018. 231ص.
- ¹⁷ الراي هاجر، تعرية الضفاف بالوادي الحي وانعكاساتها على توّحل السدود (المغرب الشرقي). بحث لنيل شهادة الماستر، كلية الآداب والعلوم الإنسانية – وجدة. المغرب، 2021. 150ص.
- ¹⁸ ANNABI, Mohamed. Stabilisation de la structure d'un sol limoneux par des apports de composts d'origine urbaine: relation avec les caractéristiques de leur matière organique. 2005. Thèse de doctorat. INAPG (AgroParisTech).
- ¹⁹ نافع رشيدة ووظفة عبد الرحيم ، التعرية المائية وأثرها في تدهور الترات، تحليل المظاهر ومناهج القياس. مجلة أبحاث، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية. المحمدية المغرب، العدد العاشر. 2002.
- ²⁰ رحو محمد، 1999، مرجع سابق.
- ²¹ شاكر ميلود، كتلة بوخوالي وسهل العيون (المغرب الشرقي)، الدينامية الحالية للسطح بين الهشاشة الطبيعية والضغط البشري، أي آفاق وأي استراتيجيات. بحث لنيل دكتوراه الدولة في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الخامس – الرباط.المغرب، 1998، 275ص.
- ²² فالح علي، 2004، مرجع سابق.
- ²³ وحمد لحسن، منطقة عالية الحوض الأعلى لواد أم الربيع: (الأطلس المتوسط الأوسط)، الحركة الطبيعية وإشكالية التنمية المستدامة. بحث لنيل شهادة الدكتوراه في الجغرافيا. كلية الآداب والعلوم الإنسانية. جامعة محمد الخامس – الرباط. المغرب، 2004. 248ص.
- ²⁴ أبهرور محمد، 2009، مرجع سابق.
- ²⁵ عثمانى مصطفى، الدينامية الحالية للسطح ومظاهر التدهور بسهل تفرطة وهوامشه. بحث لنيل شهادة الدكتوراه، شعبة الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد الخامس، الرباط، المغرب. 2015، 368ص.
- ²⁶ الكتيّف مصطفى، 2018، مرجع سابق.
- ²⁷ الراي هاجر، 2020، مرجع سابق.
- ²⁸ الكتيّف مصطفى، 2018، مرجع سابق. السنة 2022 المجلد الثاني – العدد الأول

Hjulstrom, 1935, مرجع سابق.

³⁰ López-Bermúdez, F., Romero-Díaz, A., & Martínez-Fernández, J. The El Ardal field site: Soil and vegetation cover. Mediterranean desertification and land use. 1996, 169–188.

³¹ فالخ علي، 2004، مرجع سابق.

³² KOURI, Lakhdar. L'érosion hydrique des sols dans le bassin versant de l'oued mina (algerie). Etude des processus et types fonctionnels de ravins dans la zone des marnes tertiaires. 1993. Thèse de doctorat. Strasbourg 1.

³³ أبهرور محمد، 2009، مرجع سابق.

³⁴ BOIFFIN, Jean, PARY, François, et PEYRÉ, Yves. Systèmes de production, systèmes de culture et risques d'érosion dans le Pays de Caux. 1986.

³⁵ Roose, E. La lutte antiérosive conventionnelle en fonction des processus et des facteurs de l'érosion hydrique. Gestion durable des eaux et des sols au Maroc. IRD Éditions, (Institut de Recherche pour le Développement. Marseille), 2010. 47-78.

³⁶ الكتيّف مصطفى، 2018، مرجع سابق.

³⁷ أبهرور محمد، 2009، مرجع سابق.

³⁸ GAUCHÉ, Évelyne. La dynamique contrastée du ravinement dans le massif des Beni Saïd (Rif oriental, Maroc): processus, facteurs et évolution. Géomorphologie: relief, processus, environnement, 2005, vol. 11, no 1, p. 45-60.

³⁹ Roose, 1994، مرجع سابق.

⁴⁰ مواديلي عمر، 2020، مرجع سابق.

⁴¹ مواديلي عمر واسباعي عبد القادر والحافظ إدريس والسعيد عبد الواحد وعثمان مصطفى وبوعبدالله مصطفى، تقييم خطر التعرية المائية باستعمال المقلد المطري RAMP: دراسة للسلوك الهيدرولوجي وأنماط الاستغلال، حالة ممر تاويرت - جرسيف. أعمال الندوة الدولية حول: المخاطر الطبيعية وتهيئة التراب. وجدة، 9-10 نونبر 2018. منشورات جامعة محمد الأول، وجدة، المغرب، 2019، <http://www.ump.ma>، ص 61-68.

⁴² مواديلي عمر واسباعي عبد القادر والحراحي عبد الرحمان والحافظ إدريس (2019_ب)، خطر التعرية المائية بين هشاشة التوازنات البيئية والاستغلال البشري؛ حالة حوض واد العابد. أعمال الندوة الوطنية حول المخاطر الهيدرولوجية والمناخية والجيومرفولوجية بشمال شرق المغرب: الحوادث والهشاشة والتهيئة. وجدة، 26 دجنبر 2017. منشورات جامعة محمد الأول، وجدة. المغرب، 2019، <http://www.ump.ma>، ص 65-76.

References

Bahrour Muhammad, Contribution to the Quantitative Evaluation of Water Erosion in the Eastern Rural Front (Wadi El-Thulatha Basin Model). Search for a doctoral degree in geography. Faculty of Arts and Human Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Sais. Morocco, 2009,

Al-Rai Hajar, Banks Erosion in Wadi Al-Hay and its Repercussions on the Mudiness of Dams (Eastern Morocco). Research to obtain a master's degree, College of Arts and Human Sciences - Oujda. Morocco, 2021.

Raho Muhammad, Erosion at the forefront of the central countryside: the inter-river region of Al-Libban-Sebou-Wargha, a continuation of natural development, a societal product. Thesis for obtaining a state doctorate in geography, Faculty of Letters and Human Sciences - Rabat. Morocco, 1999.

Chaker Miloud, Boukhaouali Massif and Laayoune Plain (Eastern Morocco), The current dynamics of the surface between natural fragility and human pressure, any prospects and any strategies. Research to obtain a state doctorate in geography, Faculty of Arts and Human Sciences, Mohammed V University - Rabat, Morocco, 1998.

Osmani Mustafa, the current dynamics of the surface and the manifestations of deterioration in the Tafrata Plain and its margins. Research for obtaining a doctoral degree, Geography Division, Faculty of Arts and Human Sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco. 2015, .

Ghazal Muhammad, Water Resources in Northeastern Morocco - Management, Exploitation and Constraints. Research to obtain a state doctorate, Faculty of Science, Mohammed I University - Oujda, Morocco. 2007,

Faleh Ali, Qualitative and Quantitative Assessment and Spatial Modeling of Water Erosion in the Aknol and Merkat Basins (Introduction to the Eastern and Central Countryside). Research for obtaining a state doctorate in geography, Faculty of Arts and Human Sciences, Mohammed I University, Oujda, Morocco. 2004,

Al-Kateef Mustafa, Land degradation and quantitative and qualitative assessment of water erosion in the lower Karifala river basin. Research for obtaining a doctoral degree, Geography Division, Faculty of Arts and Human Sciences, Mohammed V University, Rabat. Morocco, 2018.

Mouwadili Omar, Esbai Abdel Kader, El Hafiz Idris, Saidi Abdel Wahed, Othmani Mostafa and Bouabdallah Mostafa, Evaluation of the risk of water erosion using the rain imitator RAMP: a study of hydrological behavior and exploitation patterns, the case of the Taourirt-Gercif corridor. Proceedings of the International Symposium on: Natural Hazards and Land Preparation. Oujda, 9-10 November 2018. Mohammed I University Publications, Oujda, Morocco, 2019. <http://www.ump.ma/>

Muwadili Omar, Esbai Abdel-Qader, El-Hradji Abdel-Rahman, and El-Hafiz Idris (2019_b), The Threat of Water Erosion between the Fragility of Ecological Balances and Human Exploitation; The case of the Oued El-Abed Basin. Proceedings of the National Symposium on Hydroclimatic and Geomorphological Hazards in Northeast Morocco: Incidents, Vulnerability, and Preparation. Oujda, December 26, 2017. Mohammed I University Publications, Oujda. Morocco, 2019. <http://www.ump.ma/>.

Muwadili Omar and Esbai Abdelkader, The importance of geographic information systems and remote sensing in the study of soil degradation in the Oued El Abed basin (Taourirt region) through the general equation model for soil erosion "RUSLE". Moroccan Journal of Geographical Research, Tools and Methods in Geographical Research, Morocco, Volume Two, Issue One, 2020.

Muwadili Omar, Water Erosion and Environmental Dynamics in the Wadi Itlag and Wadi El Abed Basins (Taourirt, Eastern Morocco) - Geomatic Approaches. Research to obtain a doctorate degree, Geography Division, Faculty of Arts and Human Sciences, Mohammed I University, Jeddah. Morocco, 2021,