التدهور البيئيّ الطبيعيّ في منطقة وادي فعرة في البقاع الشماليّ

علي حمزة* – حيدر ياسين **

الملخّص

يعرض هذا البحث مشكلة التدهور البيئيّ في منطقة وادي فعرة الواقعة على الطرف الشرقيّ لسلسلة جبال لبنان الغربيّة في ظلّ جبل المكمل (٣٠٨٧ م) حيث يسيطر المُناخ القاريّ الجاف الذي يمتاز بشدة التقلّبات المطريّة والهطولات الفجائيّة، وكميات متساقطات تصل في أعالي وادي فعرة (المحليسة – ١٨٠٠م) إلى ٨٠٠ مم، وتشكّل المسيلات يفعّل عملية التعرية المائيّة التي تتعاظم مع ازدياد نِسب الانحدار (٦٧.٧٪ من المنطقة المدروسة تحوي انحدارات شديدة وشديدة جدًّا)، وإنّ صخور (ncg) الطريّة غير المنفذة في القسم السفليّ من المنطقة تساهم في تنشيط الجريان السطحيّ، بالتالي زيادة شدة التعرية. وأيضًا، إنّ ٤٩.٧٪ من أراضي الوادي جرداء، و٢٥.٧٪ تتميّز بكثافة قليلة جدًّا من الغطاء النباتيّ. كلّ هذا يساعد على زيادة تصلّب القشرة السطحيّة وانكشافها أمام تأثير قطرات المطر. وأهمّ ما يمكن الحديث عنه هو الأنشطة البشريّة السلبيّة المختلفة في منطقة الدراسة: قطع الأشجار وإقامة المشاحر، التوسّع العمرانيّ وعمليات الجرف، شقّ الطرقات، الرعي العشوائيّ، تمدّد زراعيّ بأساليب تحرّض على التعرية المائيّة.

*كليّة الآداب والعلوم الإنسانيّة – قسم الجغرافيا – الفرع الأوّل - الجامعة اللبنانية - alifhamze@hotmail.com
**ماستر في الجغرافيا، الجامعة الاسلاميّة - Haydaryassin57@gmail.com.

إنّ كلّ ما تقدَّمَ يُسهم في حصول تدهور بيئيّ طبيعيّ، وإن سلامة المواطنين معرّضة للخطر بسبب التحركات الكتليّة وإمكانية حصول سيول جارفة لا يمكن معرفة وقت حدوثها. وعليه، فقد تم بناء قاعدة بيانات أدّت إلى إنشاء خرائط موضوعاتيّة عدّة تعرض العوامل الطبيعيّة والبشريّة المؤثّرة في عملية التعرية المائيّة، ثم مطابقة ثمانية خرائط بهدف إنشاء خريطة تحليلية تحدّد حساسية الأراضي للتعرية المائيّة، وصولًا إلى طرح جملة من الحلول والاقتراحات. وقد تبيّن أنّ ٨٨.٣٪ من مساحة الأراضي الإجماليّة للوادي تتراوح درجة حساسيتها للتعرية ما بين متوسّطة إلى شديدة، وقد تمّ تصديق هذه النتيجة من خلال إسقاطها على الواقع الميدانيّ.

الكلمات المفاتيح: لتدهور البيئيّ الطبيعيّ، التعرية المائيّة، التحركات الكتلية، الانحدارات، الغطاء النباتيّ، الأنشطة البشريّة السلبيّة.

المقدّمة

يحصل التدهور البيئيّ (Environmental degradation) بسبب استنزاف الموارد الطبيعيّة مثل الهواء والماء والتربة، وتدمير النُظم البيئيّة، وتدمير الموائل ومساكن الحيوانات والطيور والتلوث وانقراض الحياة البريّة. ويُعرّف بأنّ أي تغيير أو اضطراب للبيئة، طبيعيّا كان أو من صنع البشر، يُنظر إليه على أنه ضارّ أو غير مرغوب فيه (Chertow, 2001).

يُعتبر التدهور البيئيّ أحد التهديدات العشرة التي حذّر منها فريق الأمم المتحدة رفيع المستوى المعنيّ بالتهديدات والتحديات والتغيرات. وتُعرِّف إستراتيجية الأمم المتحدة الدوليّة للحدّ من الكوارث، التدهورَ البيئيّ بأنّه «الحدّ من قدرة البيئة على تلبية الأهداف والحاجات الاجتماعيّة والبيئيّة». ISDR, (2004).

إنّ تفاعل العناصر المُناخيّة مع سطح التربة التي تمثّل "الطبقة السطحيّة الهشّة أو المفتّتة المكونة من المواد الصخريّة القابلة للتغير (Chesworth, 2008) يُنتج مظاهر تعرية ونحت ونقل وإرساب وتحركات كتلية. وتسود التعرية المائيّة، بشكل خاصّ، في المناطق ذات الانحدارات المتوسطة والشديدة وفي المناطق المعرّاة من الغطاء النباتيّ، كما في المناطق ذات الانحدارات الضعيفة التي تمارس فيها الزراعة، بخاصّة البعليّة منها. وقد ساهم النموّ السكانيّ في تدهور التربة بسبب توسّع الأنشطة البشرية بطريقة غير منضبطة، بخاصّة من حيث إزالة الغطاء النباتيّ الذي أدى إلى تسريع عملية التعرية FAO, (2015).

تتميّز مناطق الحوض الشرقيّ للمتوسط بتذبذب كبير في كمية الأمطار بين سنة وأخرى وبين شهر وآخر (Traboulsi, 2004). وبالتالي، فقد تضافرت في **منطقة وادي فعرة** العوامل الطبيعيّة من مناخ جاف، شدة الانحدار، الصخور غير المنفّذة (ncg) (في القسم السفلي من منطقة الدراسة)، ونسبة سلت مرتفعة في أغلب التُرب السائدة، مع تدخلات بشريّة سلبية خصوصًا لناحية سوء وعشوائية استغلال الأراضي، وإزالة الغطاء الشجريّ الطبيعيّ (القطع الجائر)، وعمليات الجرف وشقّ الطرقات والتوسع العمرانيّ واستحداث المقالع في نواحٍ مختلفة من وادي فعرة.

إنّ العوامل الطبيعيّة والبشريّة مجتمعة أدّت إلى إضعاف تماسك التربة، بالتالي ازدياد أشكال التعرية المائيّة السطحيّة والتحركات الكتلية. وإنّ التقلّص الحادّ في الغطاء النباتيّ الطبيعيّ سيؤدي إلى مزيد من النتائج السلبية على صعيد البيئة الطبيعيّة في وادي فعرة.

من هنا، أتممنا هذه الدراسة لتحليل حالة التدهور البيئيّ الطبيعيّ، على وجه الخصوص **ظاهرة التعرية المائيّة** وعوامل انتشارها المكاني وإختلاف درجاتها وتحديد أسبابها لإيجاد حلول ووضع مقترحات علمية لمحاولة معالجة هذه الظاهرة وتعزيز المكونات البيئيّة والحفاظ عليها وزيادة المساحات الخضراء في منطقة الدراسة.

١. إشكالية البحث

تتعرّض منطقة وادي فعرة للتدهور البيئيّ الطبيعيّ. ويظهر ذلك في أشـــكال عدّة من التدهور، أهمها التعرية المائيّة الســطحية، التحركات الكتلية في الأودية، الســيول التي تحدث في المنطقة، تقلص الغطاء النباتيّ الطبيعيّ والممارسات البشرية السلبية المتعددة، ولا سيما الزراعية منها. يؤدي كل ذلك إلى تدهور ترب المنطقة بشكل أساسي، خصوصًا على المنحدرات المتوسطة والشديدة. انطلاقاً مما سبق، يمكن طرح الأسئلة التالية:

- هل إنّ نمط المُناخ شبه الجاف السائد وشدة انحدار السطح ونوع التربة وقلة الغطاء النباتيّ هي أهم الأسباب الطبيعيّة المؤدية إلى التدهور البيئيّ الطبيعيّ في وادي فعرة؟
- ما هو أثر التدخلات البشريّة الممارسة في منطقة الدراسة؟ وهل تسهم في تفعيل عملية التدهور البيئيّ الطبيعيّ وخصوصًا التعرية المائيّة السطحية والسيلية؟

٢. فرضيات البحث

انطلاقًا من إشكالية البحث التي أوردناها، سيتمّ افتراض عوامل عدّة ممكن ان تكون بمثابة أسباب لحدوث التدهور البيئيّ الطبيعيّ في منطقة وادي فعرة.

- سقوط الأمطار بغزارة، وفي فترات قصيرة قد يسبب في ظروف معينة، بخاصّة بعد انحباس الأمطار وجفاف سطح، انطلاق السيول. وهذا قد يؤدي إلى انجراف كميات كبيرة من الترب، خصوصًا أنّ وادي فعرة هو أكبر وادي سيليّ في لبنان.
- يُفترض أن تكون شدّة الجفاف التي تستغرق حوالى سبعة أشهر من السنة، عاملًا مهمًّا في تفكك تكتلات الترب، إضافة إلى انكماش كتلة الغطاء النباتيّ. وهذا ما قد يسبّب زيادة تدهور الترب وبالتالي زيادة التدهور البيئيّ الطبيعيّ الحاصل في منطقة الدراسة.

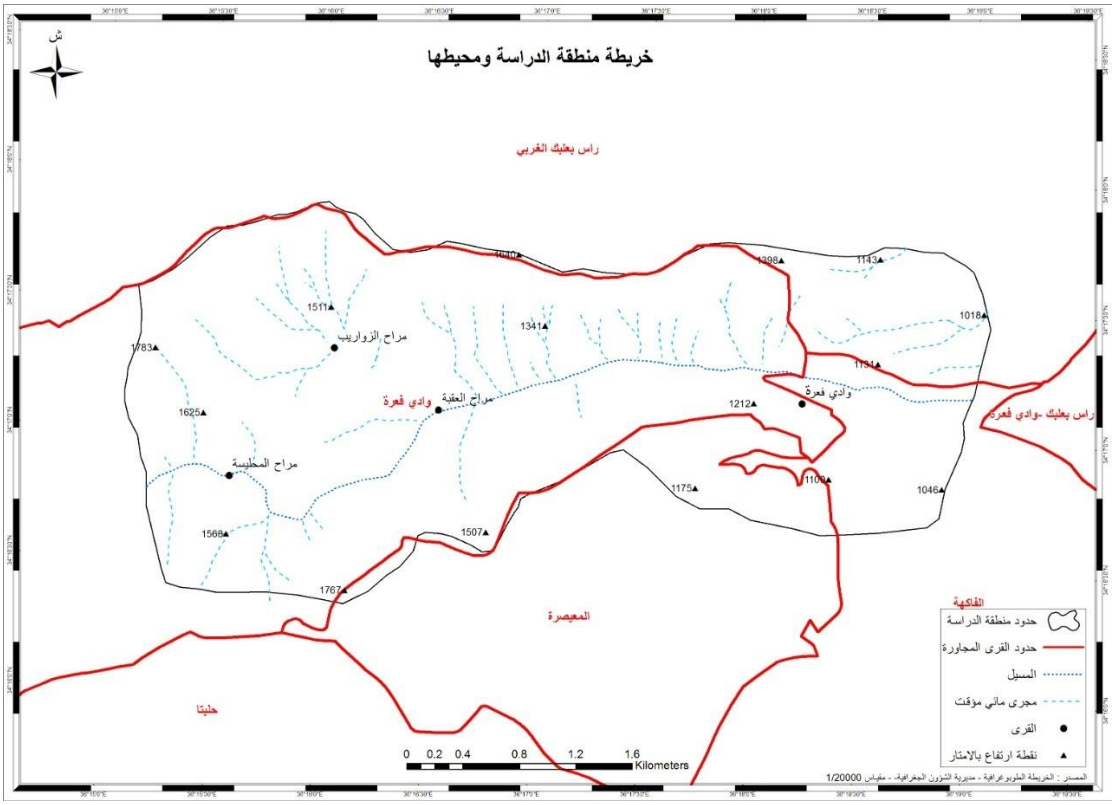
- قد تسهم الانحدارات المتوسطة والشديدة جدًّا بتركّز الجريان السطحي في أخاديد والتقائها في قعر الوادي في مجرى السيل الرئيس. وهذا ما سيتمّ إثباته، خصوصًا إذا ما كان تموضع هذه الانحدارات في مناطق خالية من الغطاء النباتيّ الطبيعيّ.
- قد تؤدّي حساسية التربة المتوسطة والشديدة للتعرية المائيّة دورًا مهمًّا في خلق أشكال تعرية مختلفة، وذلك بعد دراسة توزيع هذه الترب في مختلف مواضع الدراسة.
- إنّ وجود الصخور المتوسطة القساوة وغير المنفذة قد تسمح بتنشيط عمليات التعرية المائيّة، وذلك في مساحات كبيرة من منطقة الدراسة. ذلك أنّها قد تؤدّي دورًا رئيسًا في عملية تركّز الجريان السطحيّ، ما يسهم في حصول التدهور البيئيّ الطبيعيّ في ميدان الدراسة.
- يُفترض أيضًا أن تؤدّي الممارسات البشرية السلبية المختلفة مثل الرعي، قطع الأشجار، المقالع، شقّ الطرقات، التوسع العمراني، أساليب الحراثة غير العلمية، أدوارًا قد تساهم في تفاقم عملية التدهور البيئيّ الطبيعيّ.
- قد يكون إهمال الدولة ومؤسساتها (الوزارات المعنية والهيئات المختصة والبلديات)، سببًا رئيسًا لعدم صيانة الأراضي، ما يحرّض على حدوث تدهور بيئيّ طبيعي إضافيّ.

٣. منطقة الدراسة

تقع بلدة وادي فعرة شمالي محافظة بعلبك – الهرمل، في المجال الداخليّ اللبنانيّ (البقاع) على السفح الشرقيّ لسلسلة جبال لبنان الغربيّة على دائرة العرض ٣٤° ما بين (١٦' ٣٤°) و (١٨'٣٤°) شمالًا وعلى خطّ الطول ٣٦° ما بين (١٥'٣٦°) و (١٩'٣٦°) شرقًا. وتبلغ مساحتها ٢٧ كم^{٢}، ويبلغ طول الوادي حوالى ١٠ كم. وقد جرت دراسة ١٢.٠٦ كم^{2} من المساحة الكلية، وهي المساحة التي تضمّ التجمعات السكنيّة الأربعة الرئية.

تبعُد وادي فعرة شمالًا حوالى ٥٠ كم عن مدينة بعلبك (مركز المحافظة) وعن العاصمة بيروت (١٤٠ كم). وتتشكل من أربعة تجمّعات سكنية صغيرة، هي على التوالي (الخربة– العقبة– الزواريب– المحليسة) وعدد الأهالي المسجّلين قرابة ٢٠٠٠ نسمة. وتُعدّ الخربة التجمّع الاكبر والأهمّ، لاحتوائها على أكبر عدد وحدات سكنيّة ومبنى البلدية.

أما تجمّعات العقبة والزواريب والمحليسة فيقتصر العمران فيها على بعض المنازل القديمة ذات الأسقف الطينية وأخرى حديثة الإنشاء وبعض الحظائر والمراعي.



خريطة (١): خريطة منطقة الدراسة ومحيطها.

٤. المنهجيّة وأدوات العمل

المناهج المعتمدة في الدراسة:

المنهج الوصفيّ التحليليّ: استُخدِم هذا المنهج في كلّ أجزاء البحث تقريبًا، ويشرح من خلال الصور الظواهر والحالات التي توضّح ظاهرة التدهور البيئيّ في منطقة الدراسة والأشكال الناتجة منها، بالاضافة إلى تحليل الخرائط الموضوعاتية والدينامية الخاصة بمنطقة الدراسة.

واعتمدنا المنهج الكمّيّ، لأنّ هذا النوع من الدراسات يحتاج إلى استعراض جداول إحصائية وأشكال بيانية كميّة توضح النسب المئوية والمتوسطات التي تبيّن استخدامات الأراضي واختلاف التأثيرات التي تطرأ على مكوّنات البنية الأرضية السطحية.

١.٤– أدوات العمل

المرحلة الأولى: البيانات والمعطيات الببليوغرافيّة المشتقة من الدراسات والمصادر والمراجع التي تتعلق بمواضيع مشابهة وفي مناطق جغرافيّة مجاورة أو مشابهة.

المرحلة الثانية: جمع البيانات من خلال:

جهاز GPS GARMIN foretrex 101 وجهاز Etrex 10 لرفع إحداثيات مواقع الصور الفوتوغرافيّة وقياس الانحدارات والارتفاعات المختلفة.

الصور الفوتوغرافيّة: تم التقاط مجموعة كبيرة من الصور الفوتوغرافيّة خلال فصلين مختلفين من السنة لمقارنة تطور أشكال التعرية المائيّة في منطقة الدراسة.

تمّت الاستفادة من الخريطة الطبوغرافيّة لمنطقة البقاع الشمالي التي تضمّ منطقة الدراسة (خريطة طبوغرافيّة ١٩٦٢ و ٢٠٠٥ لإجراء خرائط دينامية)، واشتق منها خرائط تدرّج الارتفاعات والانحدارات وتعرّض السفوح للأمطار. وبعد العمل الميداني، تمّ التوصل إلى خريطة التدخّلات البشرية. ومن خريطة التربة، جرى اشتقاق خرائط الانجرافيّة والانسداد السطحيّ بفعل اللطم ونسبة المواد العضوية في التربة. ومن الخريطة الجيولوجية، اشتقّتْ خريطتا القساوة والنفاذية، وأُنجِزتْ خريطة دينامية العمران وخريطتا كثافة الغطاء النباتيّ وديناميّته. وأخيرًا، استخلِصتْ الخريطة التحليلية العامة، بالإضافة إلى معالجة البيانات

عبر برنامج ARC MAP 10.5 لتنفيذ بعض الخرائط الأساسية والمشتقة وبرنامج QGIS 3.16 لتنفيذ الخرائط الديناميّة ومعالجة بعض الصور.

كما تمّت الاستفادة من مقارنات لصور فضائية لمنطقة الدراسة من المركز الوطني للاستشعار عن بُعد (CNRS) تُظهر التغيرات الطبوغرافيّة خلال العقد الأخير.

المرحلة الثالثة: العمل الميدانيّ كمصدر أساس لجمع المعلومات والذي ساهم في تنفيذ بعض الخرائط (التدخّلات البشرية، دينامية الغطاء النباتيّ، أشكال التعرية) من خلال:

الملاحظة: لجأنا إلى المشاهدة والملاحظة المباشرة في استقصاء المعلومات المتعلقة بالموقع الطبيعيّ في وادي فعرة والتقاط صور فوتوغرافيّة عديدة.

المقابلة: وهي مرحلة مهمة في الدراسة الميدانية، حيث أجرينا مقابلات مع بعض المزارعين والأهالي وكبار السنّ، ووجّهنا إليهم أسئلة ذات صلة بموضوع الدراسة.

٥. العوامل المؤثرة في عملية التعرية المائيّة

١.٥- الخصائص الطبوغرافيّة

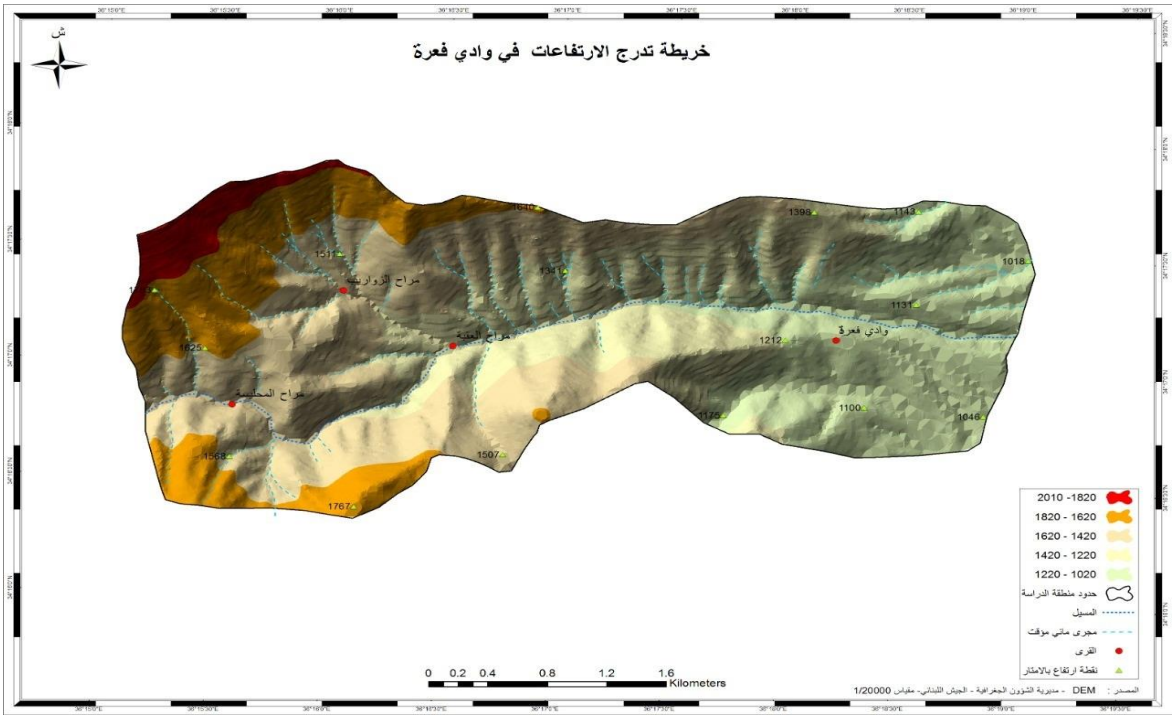
١.١.٥- الارتفاعات والانحدارات الشديدة في وادي فعرة

يمتد وادي فعرة من وحدة السهل (حوض العاصي الأعلى) إلى وحدة الجبل (أطراف جبل المكمل). قسّمنا منطقة الدراسة بحسب تدرّج التمركز السكانيّ بين التجمّعات السكنية الرئيسة الأربعة (الخربة، العقبة والزوايب، المحليسة) إلى ثلاثة اقسام:

- القسم السفليّ من ٩٠٠ م حتى ١٢٠٠م، يشمل الخربة وأطرافها.
- القسم الأوسط من ١٢٠٠ م حتى ١٤٠٠م، يمتد من الخربة حتى مراح العقبة والزواريب.

- القسم العلويّ من ١٤٠٠ م حتى ١٨٠٠م، يمتد من مراح العقبة والزواريب إلى أعالى مراح المحليسة.

وهنا، تجدر الإشارة إلى أنّ القسم العلويّ يتصل بمرتفعات سلسلة جبال لبنان الغربية. أما القسم السفليّ فيتصل بالحوض الأعلى لوادي العاصي (البقاع الشمالي)، وسيل وادي فعرة يحمل جزءًا مهمًّا من تربة وادي فعرة وينقلها إلى منطقة وادي العاصي. ومن خلال خريطة تدرّج الارتفاعات يمكن ملاحظة أنّ طبوغرافيا السطح في منطقة الدراسة تشهد تباينًا حادًّا بالارتفاع وانحدارات بالغة الشدة.



خريطة (٢):خريطة تدرّج الارتفاعات في وادي فعرة.

تنوّعت الانحدارات في منطقة الدراسة. وتمّ اعتماد تصنيف (التوم، ٢٠١٤) الذي يصلح لتمثيل المناطق ذات الانحدارات الشديدة التفاوت، حيث جرى تقسيم فئات الانحدار في وادي فعرة على الشكل التالي:

- انحدارات ضعيفة جدًّا (٠° – ٥°)

تشغل مساحة ٠.٤١٠ كم^2 من المنطقة المدروسة، وتكون عملية التعرية المائيّة عند هذه الانحدارات نشِطة بسبب استمرار المياه في جرف المواد حتى أضعف درجات الانحدار. وعملية نقل وإزاحة المواد تكون

بطيئة بسبب الطاقة الميكانيكية المنخفضة، وتشكّل هذه المناطق نطاق الترسيب. هذه الانحدارات تتركز في القسم السفليّ من منطقة الدراسة، وتنشط فيها زراعة البساتين وبعض المراعي.

- انحدارات ضعيفة (٥°– ١٠°)

تشغل مساحة ٠.٨٣٨ كم^2 من المنطقة المدروسة، تكون فيها التعرية الخطية نشِطة، وتتركّز هذه الانحدارات في الجهة الشرقية اي القسم السفليّ من منطقة الدراسة. ويتمّ استغلالها بنشاطات المساحات نفسها ذات الانحدار الضعيف جدًّا.

- انحدارات متوسّطة الشدة (١٠°– ١٨°)

تشغل مساحة ٢.٦٥٤ كم^2 من المنطقة المدروسة. وتنشط فيها أشكال التعرية الخطية وبعض أشكال التعرية الكتلية. وتوجد هذه الانحدارات في شمال العقبة وفي الجهة الشرقية من الخربة، وتقلّ امكانية استغلالها زراعيًّا.

- انحدارات شديدة (١٨°– ٣٠°)

تشغل الانحدارات الشديدة المساحة الأكبر من مساحة المنطقة المدروسة ٦.٥٤٣ كم^2، وهي معرضة لكل أنواع التعرية المائيّة الخطية والتحركات الكتلية، وهي مساحات يصعب استغلالها والتنقّل فيها.

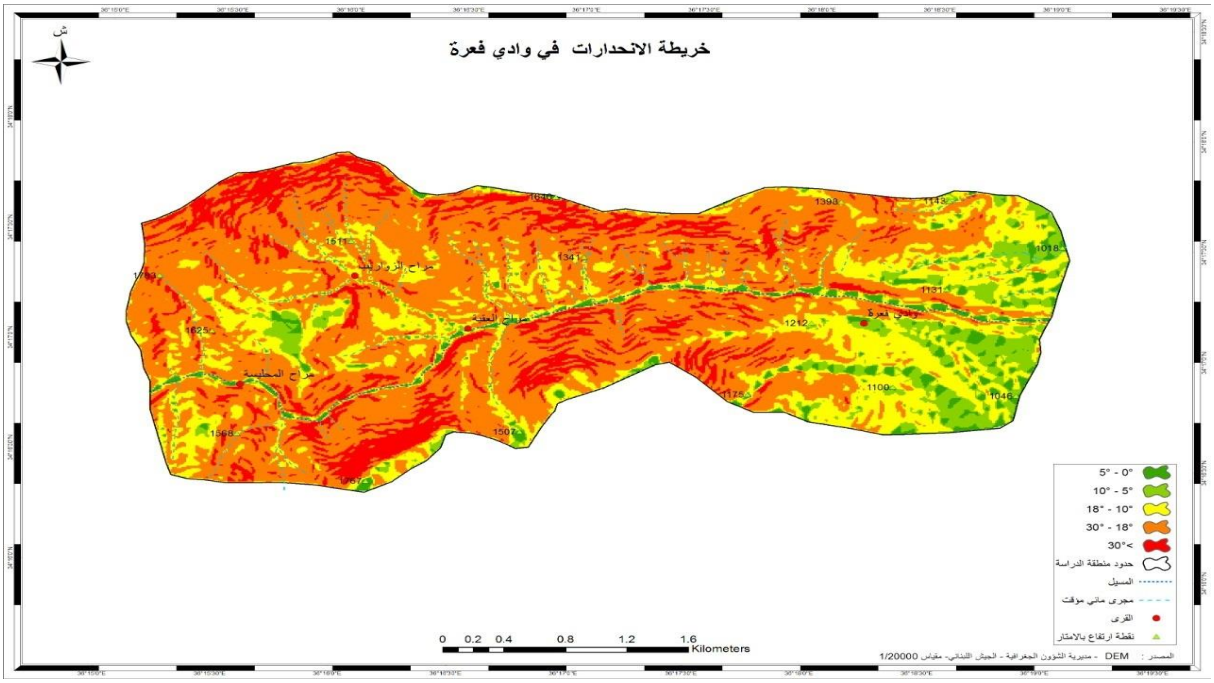
- انحدارات شديدة جدًّا (٣٠° وما فوق)

تشغل مساحة ١.٦١٠ كم^2 من المنطقة المدروسة وتنتشر معظم هذه الانحدارات على جوانب الوادي خصوصًا الشمالية والجنوبية منها، كما توجد بشكل لا بأس به في الجهة الغربية من الوادي، أي شمال العقبة وجنوبها، وشمال المحليسة وجنوبها وغربها. وهذه المنحدرات هي الأكثر عرضة للانهيارات والانزلاقات الأرضية وهي غير صالحة للاستغلال. وتدخل المقالع والكسارات والجروف الطبيعيّة والمصطنعة ضمن هذه الفئة.

طبيعة الانحدار	تصنيف شدة التعرية	فئات الانحدار	المساحة (km^2)	النسبة المئوية %	
انحدارات ضعيفة جداً	1	(°0 - °5)	0.410	3.4	
انحدارات ضعيفة	2	(°5 -°10)	0.838	6.9	
انحدارات متوسطة الشدة	3	(°10 -°18)	2.654	22	
انحدرات شديدة	4	(°18 - °30)	6.543	54.4	
انحدارات شديدة جداً (جروف)	5	(°30 وما فوق)	1.615	13.3	
			12.06	100	Total

جدول١: توزيع مساحات ونِسب الانحدارات في وادي فعرة.

تشغل الانحدارات الشديدة والشديدة جدًّا نسبة ٦٧.٧٪ من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة (أكثر من ثلثي مساحة الوادي). الأمر الذي يدفع الجاذبيّة الأرضيّة إلى نقل مواد التربة إلى أسفل المنحدر والتسبب بانهيارات كتلية، بالاضافة إلى جريان سطحيّ فعّال وقادر على نقل المواد الأرضية بسهولة وبالتالي تعرية مائيّة نشطة.



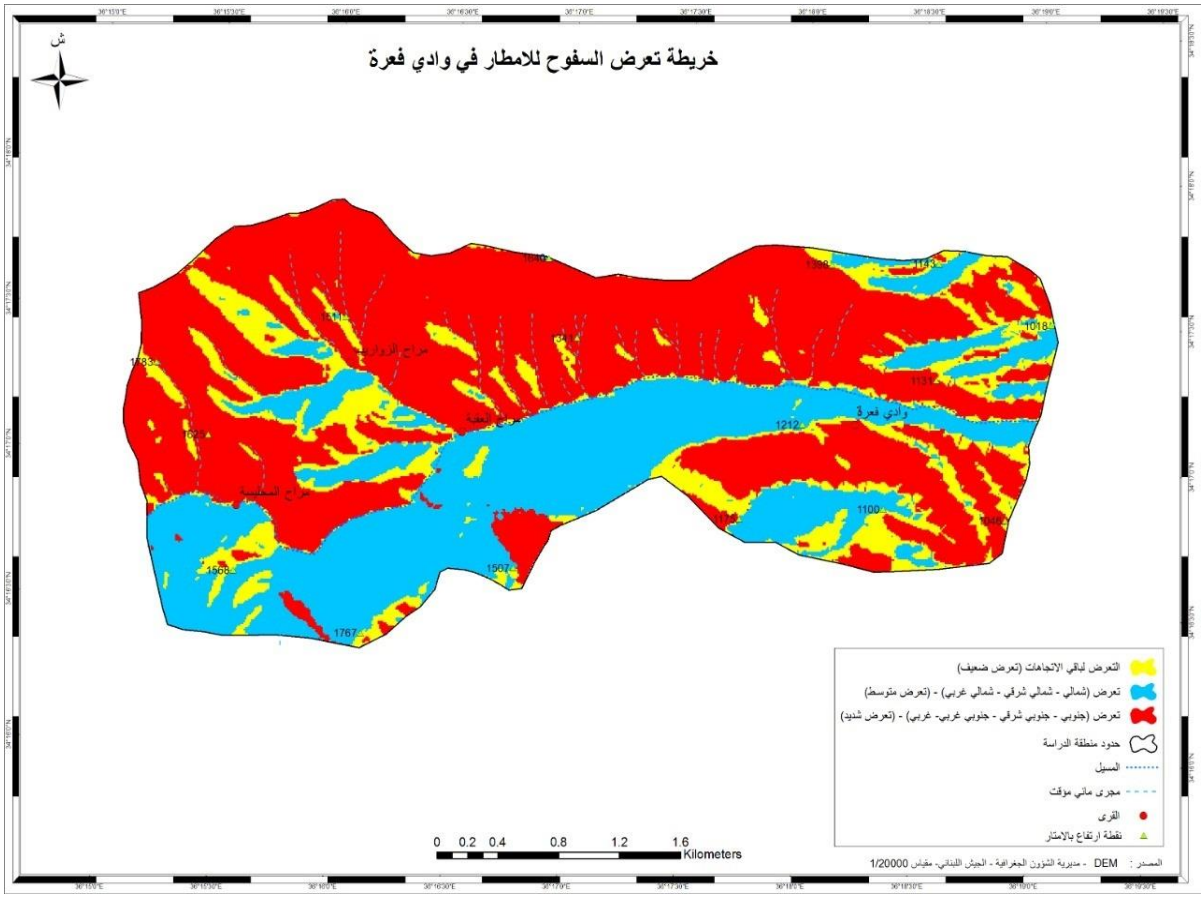
خريطة (٣): خريطة الانحدارات في وادي فعرة.

٢.١.٥ – إن تعرّض السفوح في وادي فعرة بشكل مباشر للرياح الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية المهيمنة على المنطقة، يجعل نسبة الأمطار أكثر شدة على السفوح الشمالية والشمالية الشرقية، وبالتالي أكثر

عرضة لعملية التعرية المائيّة، خصوصًا مع وجود عوامل أخرى مساعِدة مثل ضعف الغطاء النباتيّ الطبيعيّ وطغيان الانحدرات الشديدة والمتوسطة الشدة عليها.

التعرّض	تصنيف شدة التعرية	المساحة (km^2)	النسبة المئوية %	
تعرّض ضعيف	1	1.21	10	
تعرّض متوسط	2	3.37	28	
تعرّض شديد	3	7.48	62	
		12.06	100	Total

جدول٢: توزيع مساحات ونسب تعرّض السفوح للأمطار في وادي فعرة.



خريطة (٤): خريطة تعرّض السفوح للأمطار في وادي فعرة.

٢.٥- الخصائص الجيولوجيّة

تبيّن الخريطة الجيولوجيّة لمنطقة الدراسة (وادي فعرة) بحسب خريطة دوبرتريه ١/٥٠٠٠٠ التركيب الجيولوجيّ لها، حيث تسيطر طبقات الزمن الجيولوجيّ الثاني. وينتمي القسم الأكبر من أراضي وادي فعرة إلى العصر الكريتاسيّ الأوسط (Cretace moyen) حيث تطغى طبقة C4 (cenomanien) التي تتشكل من الكلس ونسب قليلة من المارن والدولوميت ويبلغ متوسط سماكتها ٦٠٠ م، وهي تشغل مساحة ١٠.٨كم^{٢} اي ٩٠٪ من مساحة المنطقة المدروسة.

أما القسم المتبقي فيتشكّل من النيوجين القاريّ (ncg) المارنية وتبلغ سماكتها ١٠٠م. وهي تشغل مساحة ١.٢كم^{٢} أي ١٠٪ من مساحة المنطقة المدروسة.

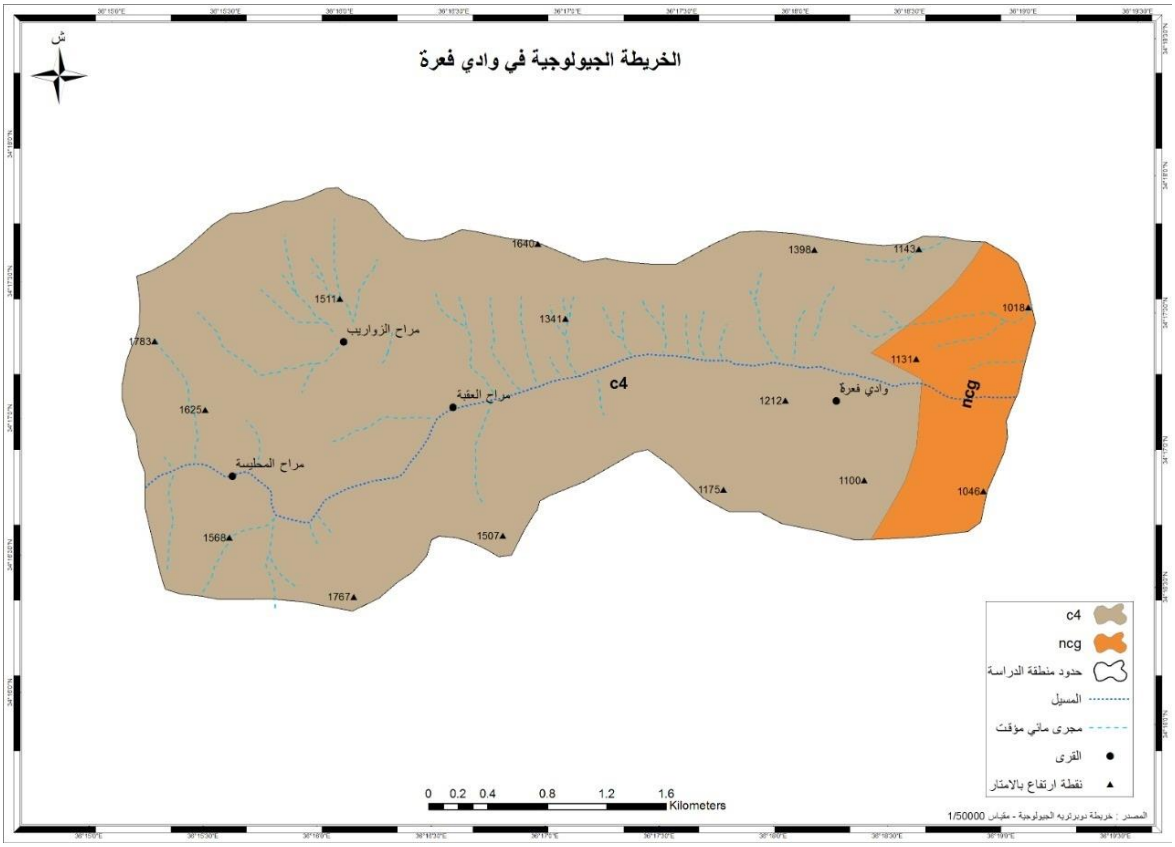
تحتلّ الصخور المتوسطة القساوة (C4) مساحة كبيرة، فهي تبلغ ٩٠٪ من المساحة الإجمالية للوادي. أما الصخور الطرية فهي الأقلّ وجودًا في الوادي حيث تغطي ١٠٪ فقط من المساحة الإجمالية.

الصخور المنفذة:

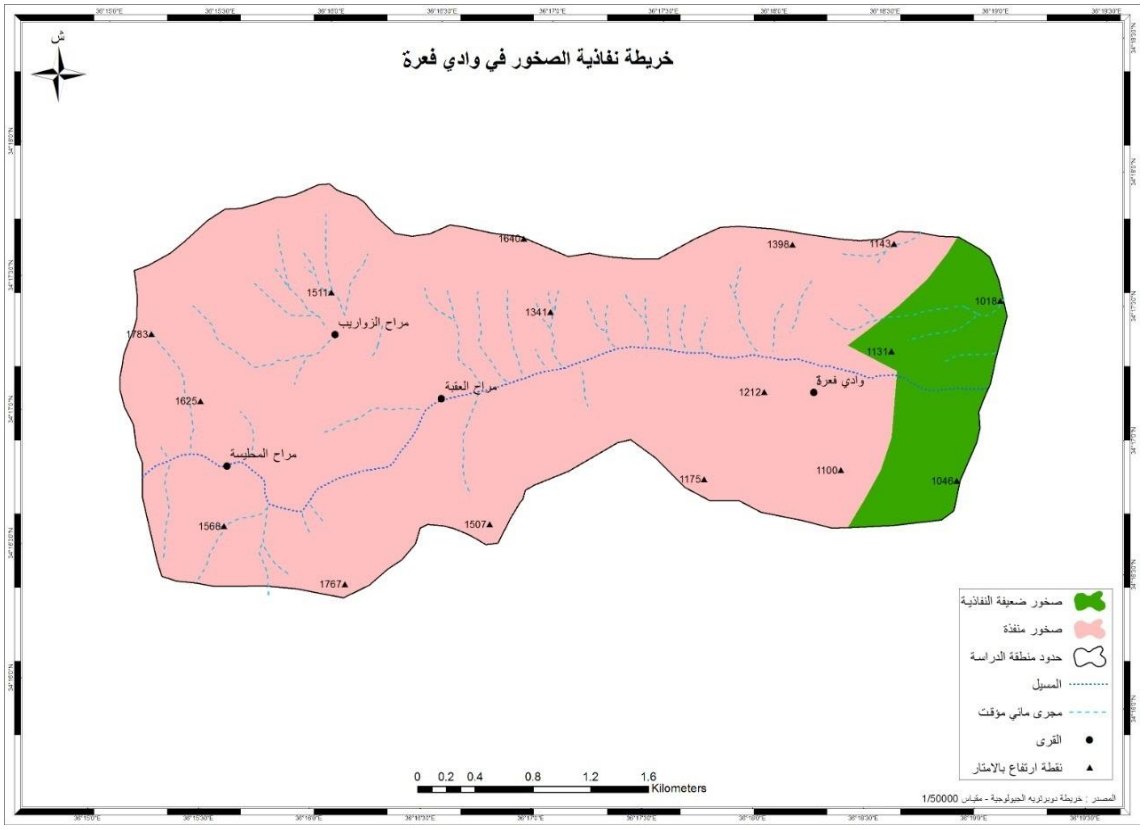
كلما زادت نفاذية الصخورّ، تسربت المياه من خلال الشقوق فيها، وتقلّص حدوث المسيل.وبالتالي، تضعف حالة التعرية في هذه الصخور، وتحتلّ صخور (C4) ٩٠٪ من مساحة المنطقة المدروسة. إلاّ أنّ شدة الانحدارات تطغى على عملية التسرّب بواسطة النفاذية، وتحرّض على حدوث التعرية المائيّة السطحية والتحركات الكتلية.

الصخور غير المنفذة (الكتيمة):

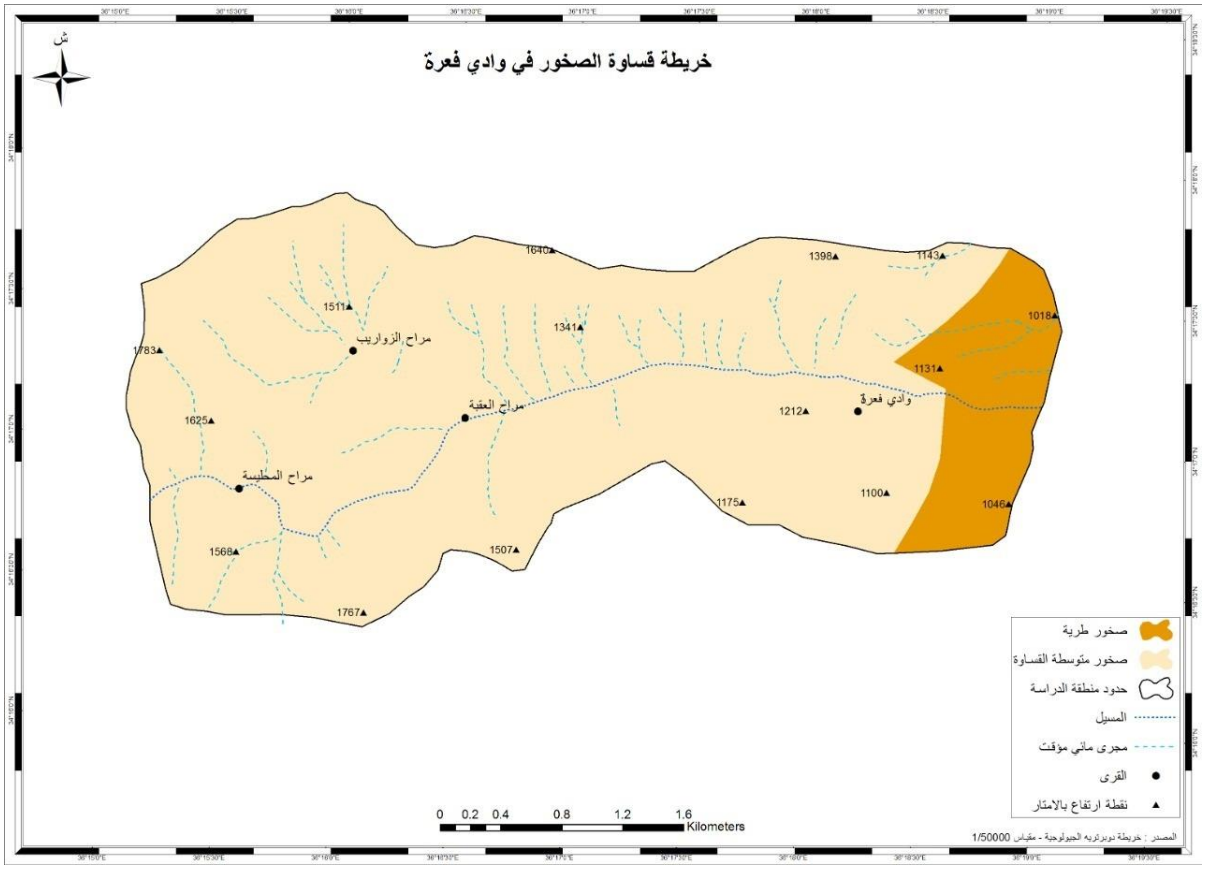
تحتلّ صخور (ncg) مساحة ١٠٪ من مساحة المنطقة المدروسة، وهي لا تسمح بنفاذ المياه إلى الطبقات الجوفية. لذلك ،نجد أنّ عملية التعرية المائيّة تكون ناشطة جدًّا فوق تربات هذه الصخور، كما أن هذه الصخور موجودة في المرتفعات الشمالية الشرقية للمنطقة حيث تنشط على السطح أشكال التعرية من أثلام وأخاديد.



خريطة (٥): الخريطة الجيولوجية في وادي فعرة.



خريطة (٦): خريطة نفاذية الصخور في وادي فعرة.



خريطة (٧): خريطة قساوة الصخور في وادي فعرة.

٣.٥- خصائص التربة

تم رصد ١٠ أنوع من الأتربة ضمن نطاق المنطقة المدروسة في وادي فعرة،.وتبيّن أنّ أغلبها تحتوي على نسب مرتفعة من السلت، مما يعني أنّها ذات انجرافيّة متوسطة وشديدة.

- أما المواد العضوية فاختلفت نسبها بين تربة وأخرى، وذلك بحسب غطاء الأرض خريطة (٨). وتبيّن أنّ النسب القليلة من المواد العضوية في أغلب تُرب منطقة الدراسة هي المسيطرة حيث تمتد هذه التُرب ذات النسب القليلة على مساحة ١١.٠٩ كم^{٢} أي ما نسبته ٩٢٪ من اجمالي منطقة الدراسة .

وهي:

- Aridic Leptosols
- Aridi–Calcaric Leptosols and Aridic Regosols
- Calcaric Fluvisols

- Calcaric Leptosols and Leptic Luvisols
- Calcaric Regosols
- Haplic Regosols
- Skeletic Regosols

أما التُرب ذات النسب المتوسطة من المواد العضوية فقد حازت على مساحة ٠.٦٨ كم^{٢} وما نسبته ٥.٦٪ من مساحة المنطقة الاجمالية. وهي:

- Leptic Luvisols and Calcaric Leptosols
- Lithic Leptosols

أما التُربة ذات النسب الكبيرة من المواد العضوية فقد حازت على مساحة ٠.٢٨ كم^{٢} وما نسبته ٢.٤٪ من مساحة المنطقة الاجمالية، وهي: Leptic Luvisols

ويرتفع خطر انجراف التربة كلما كانت كمية المواد العضوية أقلّ، وينخفض خطر انجرافها كلما ارتفعت نسبة الصلصال والمواد العضوية فيها، وذلك بسبب العلاقة الطردية بين هذين العنصرين وتكوّن المركب الدباليّ الطيني (مركب الامتصاص) والذي يساعد التربة على مقاومة التعرية المائيّة (حمزة، ٢٠١١).

وبعد وضع بيانات العيّنات على مثلثي قابلية التربة للانجراف والانسداد السطحيّ (شكل ١)، تبيّن أنّ الجزء الأكبر من منطقة الدراسة يتعرّض لانجرافيّة متوسطة بنسبة ٦١.٥٪ حيث كان الانسداد السطحيّ المتوسط بفعل اللطم قد بلغ نسبة ٦٧٪. كما أنّ الانجرافيّة الشديدة بلغت نسبة ٣٦.٢٪ من المساحة الاجمالية، وكان الانسداد السطحي الشديد بفعل اللطم قد بلغ نسبة ٣٠.٦٪، وبلغت الانجرافيّة الضعيفة والانسداد السطحي الضعيف بفعل اللطم نسبة مماثلة وهي ٢.٣٪ و ٢.٤٪.

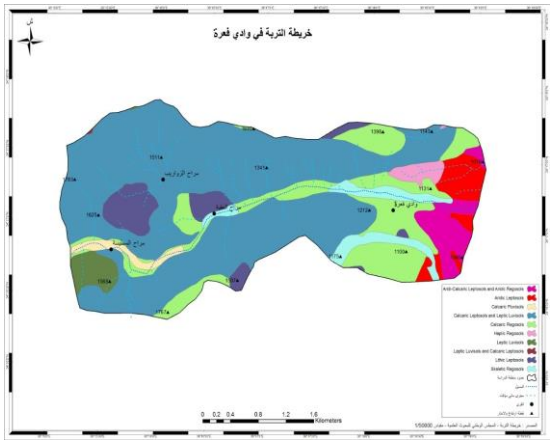
أمّا الغياب التام في منطقة الدراسة فكان للانجرافيّة الضعيفة جدًّا والانسداد السطحيّ الضعيف جدًّا بفعل اللّطم، بالإضافة إلى الانجرافيّة الشديدة جدًّا والانسداد السطحيّ الشديد جدًّا بفعل اللطم.

الانجرافية	تصنيف شدة التعرية	المساحة (km^2)	النسبة المئوية %	
ضعيفة	2	0.283	2.3	
متوسطة	3	7.40	61.5	
شديدة	4	4.377	36.2	
		12.06	100	Total

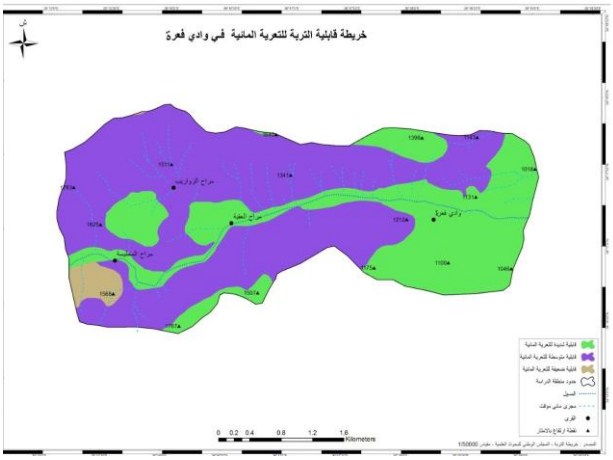
جدول(٣): توزيع مساحات ونسب الانجرافيّة في وادي فعرة.

الانسداد السطحي بفعل اللطم	تصنيف شدة التعرية	المساحة (km^2)	النسبة المئوية %	
ضعيف	2	0.283	2.4	
متوسط	3	8.088	67	
شديد	4	3.689	30.6	
		12.06	100	Total

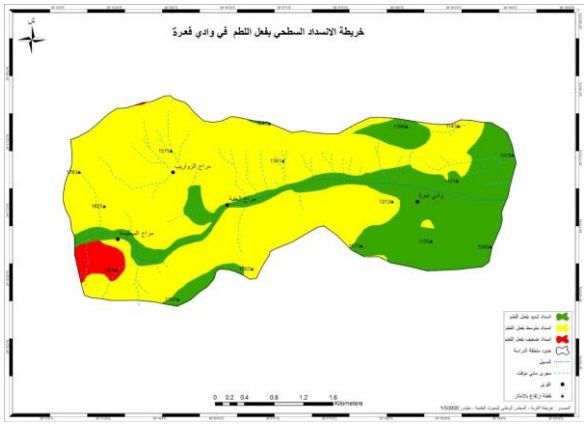
جدول(٤): توزيع مساحات ونسب الانسداد السطحي بفعل اللطم في وادي فعرة.



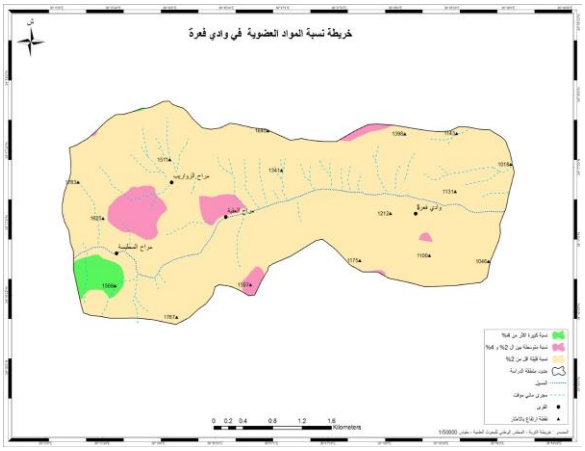
خريطة (٨): خريطة التربة في وادي فعرة.



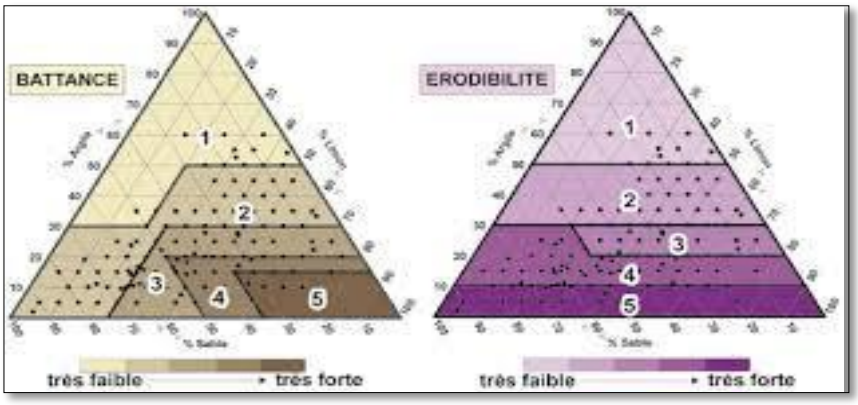
خريطة (٩): خريطة قابلية التربة للتعرية المائيّة في وادي فعرة.



خريطة (١٠): خريطة الانسداد السطحي بفعل اللطم في وادي فعرة.



خريطة (١١): خريطة نسب المواد العضوية في وادي فعرة.



شكل (١): مثلثا قابلية التربة للتعرية المائيّة والانسداد السطحيّ بفعل اللطم.

٤.٥- الخصائص المناخيّة (متساقطات، حرارة):

ينهمر المطر بقطرات ذات أحجام مختلفة تتراوح بين الرذاذ إلى قطرات يصل قطرها إلى ٥ مم، ويختلف توزيع الأمطار مكانيًّا وزمانيًّا. كما أنّها تتساقط في فصل الشتاء في أقاليم مناخ البحر المتوسط وتتقطع في الصيف (أبو السمور وغانم، ١٩٩٨).

يُعتبر المناخ من العوامل المؤثرة في تكوين التربة ونوعيّتها وتطوّرها، وكثافة الغطاء النباتيّ ونوعيّته، التي تُعدّ عوامل مهمة في تطور التعرية المائيّة (الخفاجي، ٢٠٠٧). وإنّ محيط منطقة الدراسة يميل بمرور الزمن إلى الجفاف بحسب ما تبيّنه دراسة (العس، ٢٠٢١)." أما التغيرية المطرية فتزداد في شمال المنطقة مع ارتفاع قمم السلسلة الغربية، فيسجّل معامل التغير ٣٨.٢٪ في جبولة في محطة الهرمل واحتمال أن تقلّ قيمة التساقط عن ١٠٨ مم وأن تتجاوز ٥٠٢ مم فهي شبه معدومة" (العس، ٢٠٢١)، وبالتالي هناك احتمالية كبيرة لحدوث امطار فجائية سيلية مع بداية فصلي الربيع والشتاء.

إنّ أقرب محطة مناخية لوادي فعرة هي محطة جبولة. وبالاستعانة بخرائط أطلس لبنان المناخيّ، توصّلنا إلى تصور عام لكمية الهطول في الخربة (٩٠٠م) وفي المحليسة (١٥٠٠ م).

جدول (٥): معدل التساقط في محطة جبولة (١٩٨٩– ٢٠١٩).

النسبة %	الكمية الدنيا / مم	الكمية القصوى / مم	المحطة
٤.٦	١٠٨	٥٠٢	جبولة

المصدر: العس، ٢٠٢١ (التغيرية المطرية واحتمالات التساقط والثبات في محافظة بعلبك – الهرمل).

يبلُغ متوسط المتساقطات السنويّ 205 مم في محطة جبولة (٧٥٠م) وهي أقرب محطة للخربة وتبعد عنها حوالي ٨ كم للجهة الجنوبية الشرقية. ويرتفع معدل التساقط في (المحليسة) التي تعلو (الخربة) بحوالى (٦٠٠ م). ولا شكّ في أنّ الأمطار هي العامل المناخيّ الأبرز المسبّب لعمليات انجراف التربة وتعريتها. وبحسب أطلس لبنان المناخيّ، يبدأ موسم الأمطار في منطقة الدراسة من أوائل شهر تشرين، ويمتد حتى أواخر شهر نيسان. وتُظهر خرائط المتساقطات بأنّ المعدل التقريبي هو بحدود ٥٠٠ مم تقريبًا أسفل منطقة الدراسة، ويصل إلى ٨٠٠ مم في أعاليها (أطلس لبنان المناخي – الجزء الثاني– ب، خرائط رقم ٥٧، ٦٢).

إنّ انخفاض معدل التساقط في القسم السفليّ من منطقة الدراسة (الخربة وجوارها) يجعل سطح التربة جافًا، هشًا قابلًا للانجراف في حين أنّ ارتفاع معدل التساقط في أعاليها (المحليسة ومرتفعاتها) يساهم في زيادة حدة الجريان السطحي وتنشيط سيل وادي فعرة. وبحسب خريطة تواتر أيام هطول الثلج، فإنّ أعالي منطقة الدراسة (مرتفعات المحليسة) تهطل فيها الثلوج لمدة لا تقل عن ٤٠ يومًا، وبالتالي جريان المياه الناتج من ذوبان الثلوج يؤدي إلى نشوء أثلام وأخاديد تصب في مجرى سيل وادي فعرة. فتتعاظم قوة السيل، وبالتالي تكون عملية التعرية أكثر فعالية.

٥.٥– الغطاء النباتيّ

لأجل دراسة كثافة الغطاء النباتيّ في وادي فعرة ،تم تنفيذ خريطة كثافة الغطاء النباتيّ، وذلك عن طريق الملاحظة المباشرة على أرض الواقع والصور الفوتوغرافيّة الأرضية والفضائية.

تساهم النباتات في الحد من التعريتين المائية والريحية. وإنّ الغطاء النباتيّ الكثيف في رقعة ما يستطيع تقليص الجريان السطحيّ من ١٠٠٪ إلى ٢٠٪ (حمزة، ٢٠١٦).

يمكن مشاهدة الغطاء النباتيّ الكثيف في بعض النواحي المرتفعة في منطقة الدراسة. أما من الخربة وحتى أطراف حوض العاصي الأعلى، فالمنطقة جرداء وتجتاحها النباتات الشوكية الموسمية والترب الجافة.

يتضمن وادي فعرة أهم العناصر النباتيّة التي تشتهر بها سلسلة جبال لبنان الغربية. وأهمها اشجار السنديان والعرعر والإجاص البري وشجيرات الزعرور والخوخ البري.

ينتشر الغطاء النباتيّ الكثيف في وادي فعرة في المناطق الغربية والجنوبية المظللة. وتوجد على الانحدارات الشديدة، الأمر الذي يصعّب عملية الوصول اليها وقطعها.

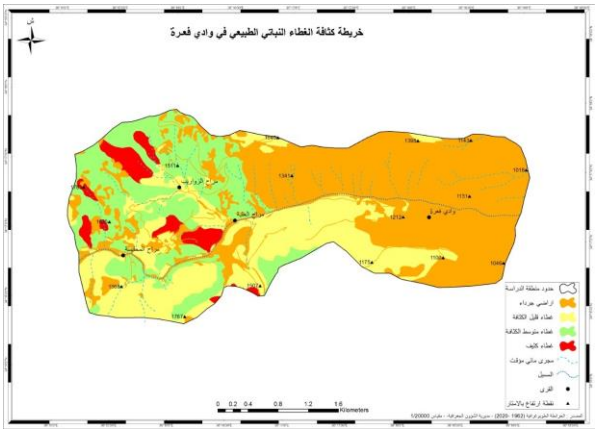
أما الكثافة القليلة فهي موجودة بين الخربة والعقبة وعلى أطراف المحليسة. بينما تسيطر الاراضي الجرداء والغطاء النباتيّ القليل جدًّا لتمثل المشهد الغالب على الأراضي الممتدة في جوار الخربة، خصوصًا أراضي شبه السهول الشرقية والمرتفعات الشمالية.

يشكّل الغطاء النباتيّ الكثيف ٣.٨٪ من مساحة منطقة الدراسة، ويوجد بين العقبة والمحليسة وفي الجهة الشمالية الغربية للوادي. وتمتاز هذه الكثافة بأنّها دائمة الخضرة على مدار السنة، كما أنّها تغطي التربة بشكل كامل تقريبًا. وبذلك، تشكّل لها حماية فعّالة من التعرية المائيّة.

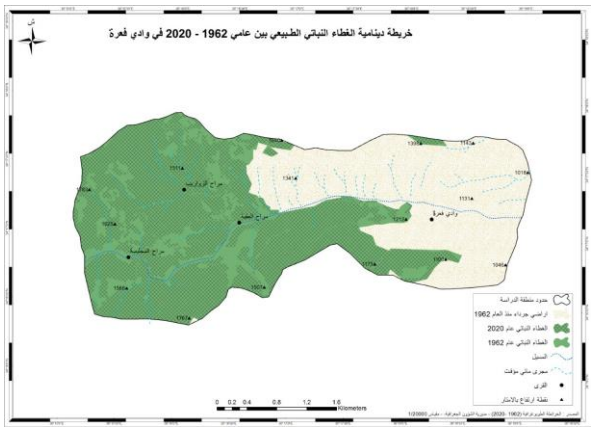
ويشكّل الغطاء النباتيّ قليل الكثافة ٢٥.٧٪ من المساحة الإجماليّة، ويوجد جنوب وجنوب غرب منطقة الدراسة وعلى الأطراف الجنوبية للعقبة والزواريب وفي المرتفعات الشمالية لمراح المحليسة. وهي نطاقات ضعيفة الحماية بسبب تباعد الأشجار فيها، أي انكشاف لسطح التربة أمام العوامل المناخية المختلفة.

يشكّل الغطاء النباتيّ المتوسط الكثافة ٢٠.٨٪ من مساحة منطقة الدراسة. وتوجد في بعض النواحي التي تقع في المرتفعات الشمالية الغربية والمرتفعات الجنوبية الغربية للوادي، وتمتاز بأنّها تؤمّن حماية جزئية للتربة من عمليات التعرية المختلفة.

أما الأراضي الجرداء فتشكّل ٤٩.٧٪ من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة. وهذا يدلّ على أنّ نصف منطقة الدراسة يمكن أن يتعرّض لتعرية شديدة بسبب توفر الانحدارات الشديدة والمتوسطة في ذات المناطق. وهي تشمل كلّ من المساحات المبنيّة والطرقات المعبّدة والترابية والبساتين المثمرة والأراضي الزراعية والمراعي. وتكون تربتها الأكثر تعرّضًا للتعرية المائيّة، وهي مساحات تكون فيها التربة غير محميّة لعدم وجود مظلّة غطاء نباتيّ تغطّيها.



خريطة (١٢): خريطة كثافة الغطاء النباتيّ الطبيعيّ في وادي فعرة.



خريطة (١٣): خريطة دينامية الغطاء النباتيّ في وادي فعرة.

٦.٥– العوامل البشرية المؤثرة في عملية التعرية المائيّة

تؤثر الأنشطة البشرية السلبية في تنشيط عمليات التعرية وزيادة حدة التدهور البيئيّ.

إن خطر الانزلاقات والانهيالات يزداد عندما تتكشف السفوح أمام الأمطار بسبب أنشطة بشرية سلبية تتمثل بقطع الأشجار وإقامة المشاحر والتوسع العمراني والرعي الجائر وعمليات الجرف وشقّ الطرقات والتوسع الزراعي بأساليب تحرّض على عملية التعرية المائيّة.

التدخلات البشرية	تصنيف شدة التعرية	المساحة (km^2)	النسبة المئوية %	
تدخل ايجابي	1	0.08	0.6	
تدخلات سلبية متوسطة التأثير	2	6.6	54.8	
تدخلات سلبية شديدة التأثير	3	5.38	44.6	
		12.06	100	Total

جدول(٦): التدخلات البشرية في وادي فعرة.

١. تدخّل ذو تأثير إيجابي (الجلول): لا تتعدّى هذه التدخّلات أكثر من ٠.٦٪، وهي تقتصر على أعمال الجلول. وتعتبر من أهمّ الأعمال الإنشائيّة التي تساهم في الحدّ من عملية التعرية والحفاظ على التربة، وتتفاوت أهميتها بحسب نوعها وحالتها التي قد تكون سيئة نتيجة لهشاشة إنشائها أو الممارسات الخاطئة من قبل المزارع.

٢. التدخّلات السلبية متوسطة التأثير ٥٤.٨٪ (بساتين، طرقات، عمران، قطع ورعي) وشديدة التأثير ٤٤.٦٪ (مقالع وكسّارات، أراضٍ جرداء، أراضٍ شبه جرداء) فهي تنتشر على منطقة الدراسة بكاملها.

لعلّ أبرز ظاهرة وأخطرها أدّت إلى تفعيل التدهور البيئيّ الطبيعيّ، وكانت قد نشطت في الآونة الأخيرة، هي ظاهرة القطع الجائر لأشجار السنديان واللّزاب. وهذه الوتيرة التي تتسارع حاليًّا تُحتّم المواجهة بخطط عمليّة فعّالة قبل أن تتمّ إزالة ما تبقّى من الغطاء الحرجيّ الطبيعيّ.

تشهد منطقة الدراسة، بشكل دوريّ، حالة تدهور للمساحات الطبيعيّة بسبب توسّع عمراني مبعثر، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث فراغات وفجوات في الغطاء النباتيّ الطبيعيّ ويتقلّص بذلك الغطاء الحرجي. وبعد أن كانت مساحة العمران العام (١٩٦٢) ٠.٧٨ كم^2، أصبحت العام (٢٠٢٠) ٠.٨٦ كم^2، أي إنّها ازدادت بنسبة ١٠٪، بالاضافة إلى وجود بعض المقالع القديمة التي يعاد احياؤها حاليًّا بهدف بيع الصخور، وذلك بسبب حالة التعثّر والضائقة الاقتصادية التي يشهدها لبنان.

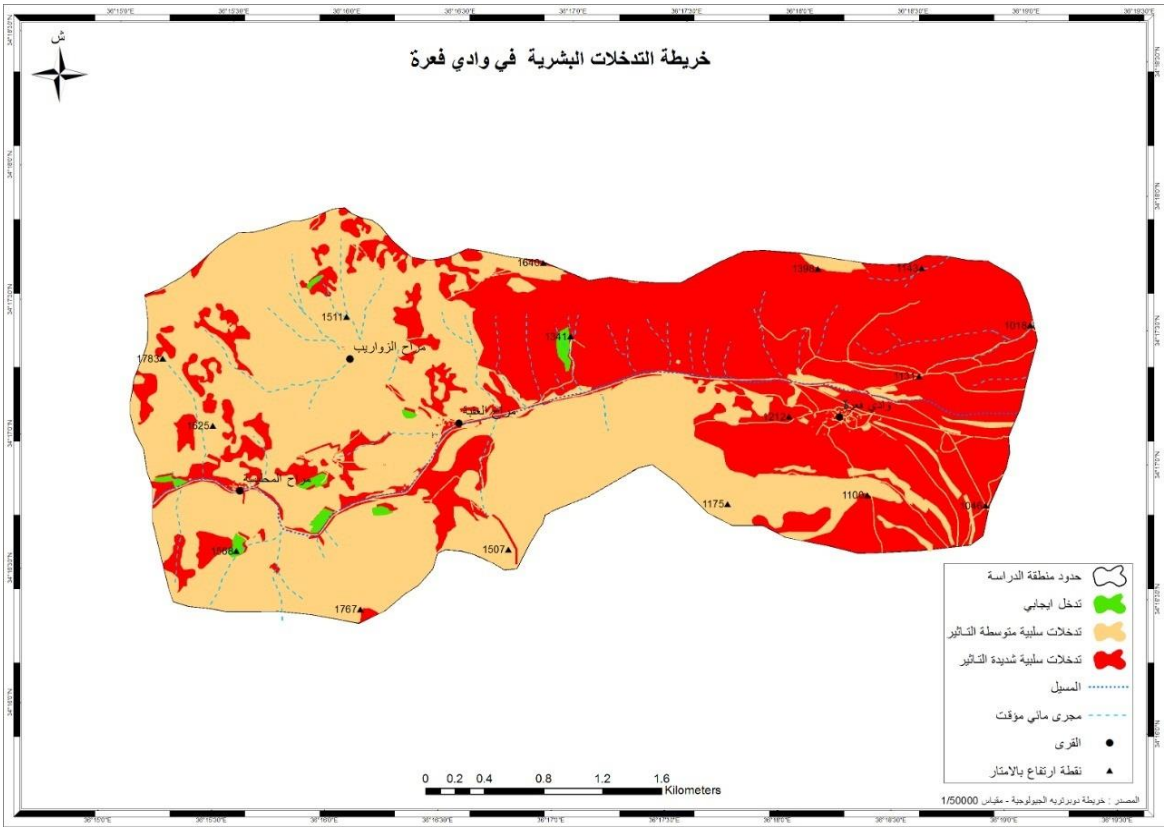
أما في ما يخصّ عمليات شقّ الطرقات، فهي قائمة والى تزايد، بهدف الانتقال من الوادي إلى المرتفعات التي تتميز بانحدارات شديدة وشديدة جدًّا.

ويؤدي الرعي الجائر أو رعي الماشية وخصوصًا الماعز في المناطق الجافة إلى تراجع الغطاء النباتيّ وتماسك سطح التربة ما يجعلها عرضة للتعرية (النعيمي، سعد الله ٢٠٢١).

كما أنّ عمليات الرعي العشوائيّ او الجائر تؤدي إلى تدهور النظم الايكولوجية. وتتحول المراعي من عريض كثيف الأشجار إلى عريض للشجيرات، ومن ثم إلى البطحاء (MOE/UNDP/FNR–CBD, 2015).

ويؤدي ضغط الأنشطة الزراعيّة في بقعة جغرافيّة تتميز بشدة جفافها في تنشيط عملية التدهور البيئيّ، وذلك بسبب تآكل التربة المزروعة الناجم عن ثلاثة عوامل أساسية هي الماء المتساقط، أعمال الحراثة وإزالة الغطاء الحرجي الطبيعيّ واستبداله ببساتين الزيتون والأشجار المثمرة. عندما يتمّ حرث التربة، فإنّ التربة تكون اكثر عرضة للانجراف بالمياه الجارية، لأنّ الحرث يقلّل من التحام وتماسك حبيبات التربة (النعيمي، سعد الله ٢٠٢١). تم توثيق أساليب حراثة بالتوازي مع امتداد خط ميل في وادي فعرة بسبب الصعوبة الكبيرة في الحراثة بعكس المنحدر ولجهل بعض المزارعين بأساليب الحراثة الصحيحة.

أيضًا، فإنّ جرارات الحراثة تتسبّب برصّ التربة ونشوء طبقة كتيمة تمنع تسرّب المياه إلى داخل التربة وتتسبّب بتفعيل الجريان السطحي، فتنتقل حبيبات التربة إلى أسفل المنحدرات.



خريطة (١٤): خريطة التدخلات البشرية في وادي فعرة.

٦- حساسية التربة للتعرية المائيّة

تم تنفيذ خريطة حساسية الأراضي للتعرية المائيّة في وادي فعرة باستخدام تقنية المطابقة الرقمية حيث تحصل مطابقة خرائط موضوعاتية عدّة تمثّل متغيرات لها أهمية في عملية التعرية المائيّة. وتجري مطابقة هذه الخرائطبعضها مع بعض، عن طريق مطابقتها للحصول على الخريطة التحليلية لأكثر المناطق احتمالًا للتعرية.

أما الخرائط التي جرت مطابقتها فهي:

خريطة الانحدارات، خريطة قساوة الصخور، خريطة نفاذية الصخور، خريطة الانسداد السطحيّ بفعل اللطم، خريطة نسبة المواد العضوية، خريطة قابلية التربة للتعرية المائيّة، خريطة تعرّض السفوح للأمطار، خريطة كثافة الغطاء النباتيّ وخريطة التدخّلات البشريّة.

التصنيف	المساحة (كم٢)	المساحة (%)
حساسية ضعيفة	١.٤	١١.٧
حساسية متوسطة	٤.٨	٤٠
حساسية شديدة	٥.٨	٤٨.٣
المجموع	١٢	١٠٠

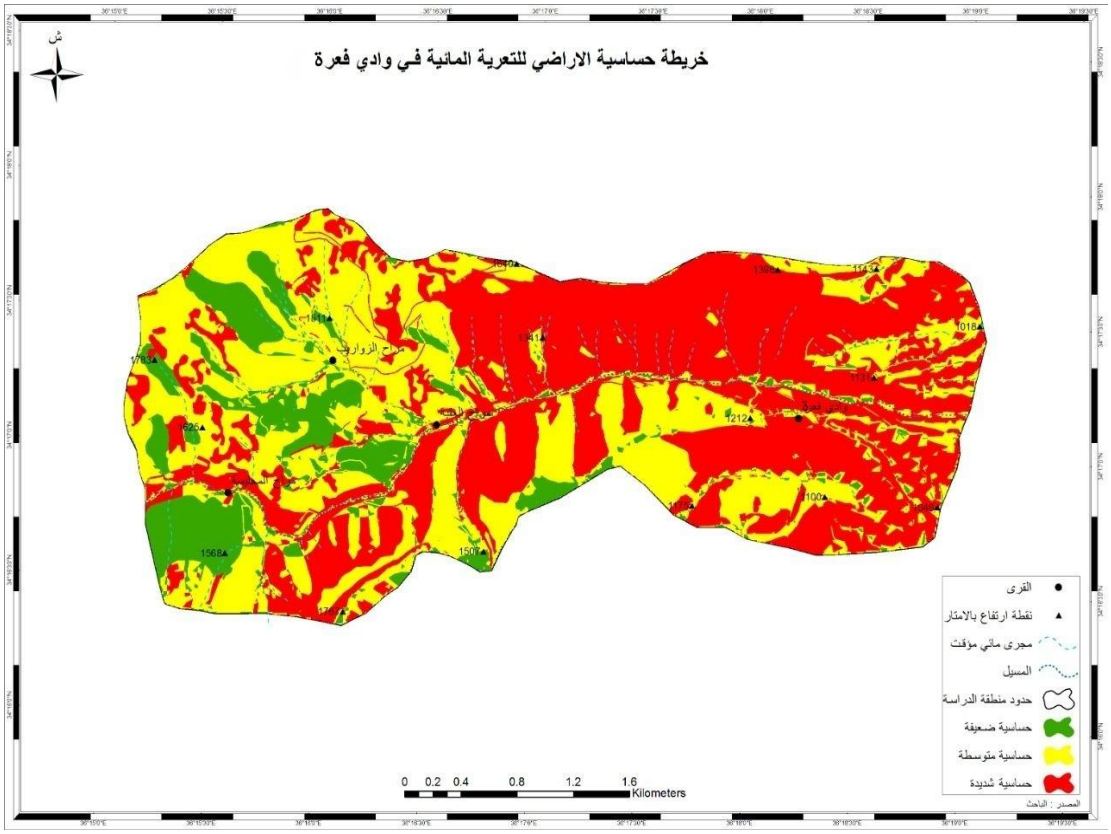
جدول ٧: توزّع فئات حساسية التربة للتعرية المائيّة في وادي فعرة.

تقسّم هذه الخريطة إلى ثلاث فئات تتوزع كالتالي: حساسية ضعيفة، حساسية متوسطة، حساسية شديدة.

- حساسية ضعيفة: ظهرت هذه الفئة من الحساسية بشكل محدود في منطقة الدراسة، حيث بلغت ١.٤كم٢ ما يعادل 11.7% من المساحة الاجمالية. ويمكن رصد هذا النوع من الحساسية في المناطق التي تتميز بغطاء نباتيّ كثيف حيث نسبة المواد العضوية في التربة مرتفعة. وتقع هذه المناطق على صخور (C4) المنفذة الشديدة القساوة التي توجد في الجهات التالية (الشمالية الغربية، الغربية، الجنوبية الغربية، الجنوبية) وتوجد على شكل شريط طولي يمتد جانب مجرى السيل الرئيس في وادي فعرة. وعلى الرغم من أنّ هذه المناطق تتميز بانحدارات متوسطة وشديدة، إلّا أنّ الكثافة المرتفعة للغطاء النباتيّ (تداخل أغصان الأشجار بعضها ببعض) تخفف كثيرًا من حدة اللطم وتمنع تشكّل مسيلات سطحية. كما أنّ عملية تعرّض السفوح الغربية والجنوبية للأمطار تكون متوسطة لأنها تقع في جهة الظليل الأقل تعرّضًا للأمطار، والتُرب الموجودة مختلطة وعميقة جدًّا ونسبة الطين فيها مرتفعة والانسداد السطحي بفعل اللطم فيها متوسط. كل هذه العوامل تخفف من حدة عمليات التعرية.
- حساسية متوسطة: تغطي هذه الفئة من الحساسية من مساحة منطقة الدراسة ما يعادل ٤.٨ كم٢ أي ما يساوي ٤٠٪ من المساحة الاجمالية. وتوجد تقريبًا في كل منطقة الدراسة وعلى مستوى كل فئات الانحدار، من القوية جدًّا إلى الضعيفة جدًّا. وهذه الفئة توجد فوق صخور (C4) "صخور متوسطة القساوة

ومنفذة ،" وتُلحظ بشكل قليل فوق صخور (ncg) "صخور طرية وكتيمة". وتلاحظ هذه الفئة بشكل أساسي في الجهة الغربية من منطقة الدراسة حيث الوجود المتوسط والقليل الكثافة للغطاء النباتيّ الطبيعيّ. وتتميّز التُرب في هذه الفئة بقابليتها المتوسطة والمرتفعة للتعرية المائيّة وبأنها تتعرّض لإنسداد سطحيّ متوسط.

- حساسية شديدة: تعتبر هذه الفئة من الحساسية الأكثر إنتشارًا في منطقة الدراسة، حيث تمتد على مساحة ٥.٨ كم^{٢} ما يعادل ٤٨.٣٪. وتوجد هذه الفئة في الجهتين الشمالية والشرقية من منطقة الدراسة حيث السطح عارٍ من أي غطاء نباتيّ أو عشبيّ خُضريّ. كما توجد هذه الفئة بشكل مركّز في وسط منطقة الدراسة، ابتداءً من أعالي المحليسة وصولًا إلى الطرف الشمالي للخربة حيث يتدرج الارتفاع بشكل حاد من أعالى المحليسة إلى الخربة مرورًا بالعقبة. وتنتشر هذه الفئة فوق صخور C4 و ncg، وتتراوح الانحدارات من ضعيفة جدًّا إلى شديدة جدًّا.



خريطة ١٥: خريطة حساسية التربة للتعرية المائيّة في وادي فعرة.

الخاتمة

بيّنت هذه الدراسة أنّ انحدار السطح الشديد والشديد جدًّا يشغل نسبة ٦٧.٧٪ من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة (أكثر من ثلثي مساحة الوادي)، بحيث يؤدي تسارع الجريان إلى تقليل نسبة التسرّب السطحيّ وارتفاع احتمالية التعرية الخطية والكتلية.

كما أظهرت أنّ التكوينات الجيولوجيّة المهيمنة على منطقة الدراسة تعود إلى العصر الكريتاسيّ الأوسط (Cretace moyen) حيث تطغى طبقة C4 (cenomanien) المنفذة والمتوسطة القساوة (تتشكل من الكلس ونسب قليلة من المارن والدولوميت) على أراضي الوادي (١٠.٨كم^{٢} اي ٩٠٪ من مساحة المنطقة المدروسة). وفي هذه النواحي، فإنّ غياب الغطاء النباتيّ الطبيعيّ وتوفر انحدارات شديدة وشديدة جدًا هما السببان الرئيسان لحصول التعرية.

أما القسم المتبقي فيتشكّل من النيوجين القاريّ (ncg) المارنية الكتيمة والطرية تشغل مساحة ١.٢كم^{٢} أي ١٠٪ من مساحة المنطقة المدروسة. وبما أنّ الصخور كتيمة وطرية وغير محمية بغطاء نباتيّ، فإنّ التعرية المائيّة أيضًا تكون نشِطة وفعّالة.

وأيضًا، فقد تبيّن أنّ أغلب الترب تحتوي على نسب مرتفعة من السلت، مما يعني أنّها ذات انجرافيّة عالية. أما المواد العضوية فاختلفت نسبتها بين تربة وأخرى، وذلك بحسب سطح الأرض.

وبعد وضع بيانات العيّنات على مثلثي قابلية التعرية للانجراف والانسداد السطحي، تبيّن أنّ هناك ٦ أنواع تُرب ذات انجرافيّة شديدة وانسداد سطحي شديد و٣ أنواع تُرب ذات انجرافيّة متوسطة وانسداد سطحيّ متوسط.

إن المناخ القاريّ الجاف الذي يسيطر على البقاع الشمالي، يؤثر بصفة الجفاف على منطقة الدراسة. ومع ازدياد احتمالية حدوث أمطار سيلية فجائية على تربة جافة متصلّبة معرّاة من الغطاء النباتيّ، فإنّ عمليات التعرية تكون نشطة.

كما أن الغطاء النباتيّ هو العامل الأساسيّ في حماية التربة من عمليات التعرية، لما يؤمن من مواد عضوية تزيد تماسك التربة ومن مظلة تمنع قطرات المطر من لطم التربة السطحية بشكل مباشر. وقد تبيّن أنّ المناطق التي تتميز بغطائها النباتيّ الكثيف والحوافي العشبية المرتفعة وسط منطقة الدراسة هي الأقل عرضة للانجراف وتنخفض فيها حساسية التربة للتعرية المائيّة.

إنّ العوامل البشرية كان لها الدور السلبيّ الأكبر في زيادة حساسية التربة للتعرية المائيّة. وأهمّ هذه العوامل هي:

١. القطع الجائر للأشجار الحرجية (السنديان، اللزاب).
٢. أعمال التوسّع العمرانيّ وإقامة بعض المقالع الصخرية وعمليات القطع الجائرة وإقامة المشاحر هي الأشد تأثيرًا وخطورةً على الغطاء الحرجيّ القائم.
٣. أساليب الحراثة بموازاة خط الميل تؤدي إلى تسارع الجريان وتعميق الحفر، وبالتالي زيادة في التعرية المائيّة السطحية.
٤. استبدال الأشجار الحرجية الدائمة الخضرة ذات المظلة المتسعة والكثيفة بأشجار مثمرة تتعرى من أوراقها لمدة فصلين من السنة، ساهم في كشف التربة السطحية أمام قطرات المطر، بالتالي زيادة في التعرية.
٥. الرعي العشوائيّ ساهم في زيادة تصلّب القشرة السطحية. كما أنّ سلوك الماشية لمسارات خطية يساعد على الحفر وعلى إحداث انهيالات للحصى والحجارة باتجاه أسفل المنحدر.

في الختام، تبيّن من خلال تحليل خريطة حساسية التربة للتعرية المائيّة أن الحساسية المتوسطة والشديدة تبلغ ٨٨.٣٪ من المساحة الإجمالية للوادي، ما يبيّن أنّ منطقة الدراسة تعاني بأغلبها من تدهور بيئيّ طبيعيّ شديد، يتمثل بالتعرية المائيّة السطحية والتحركات الكتلية.

لذلك، لا بد من تكثيف الدراسات البيئيّة والمناخيّة لمنطقة الدراسة ومقارنة المنطقة بصور جوية حديثة تبيّن استفحال القطع الجائر الحاصل والتغيرات الجيومورفولوجية الهامة (انهيالات، انهيارات...) التي تشير إلى تدهور بيئيّ.

بالتالي، يجب على الوزارات (خصوصًا وزارة البيئة) الضغط والعمل على وقف القطع الحاصل الذي إذا ما استمرّ فسوف يكون كارثيًّا على المستوى البيئيّ العام ، بالاضافة إلى ضرورة إنشاء جدران دعم في المواقع التي تتعرض لتحرّك المواد الصخرية من أجل حماية السكان والزائرين، وإنشاء الجلول في المناطق التي تقلّ فيها زاوية الانحدار عن°١٠ خصوصًا في جنوب وجنوب شرق الوادي، وتأهيل أقنية السيل باستمرار وتوسيعها، وأيضًا يجب إيقاف العمل بالمقالع المستحدثة التي تحدث ضررًا فادحًا في اتصال الغطاء الحرجيّ وخنقه بالغُبار.

أيضًا، يمكن لوزارات الدولة المعنية الزراعة، البيئة ...، التعاون مع الجمعيات الأهلية والدولية لإقامة ندوات ودورات للمزارعين حول استخدام الطرق الحديثة في الحراثة والتشجير.

ويمكن استحداث خطوط وقف النار في الأحراج، وتقسيمه إلى بُقع (zone) لمنع تمدّد الحرائق حال اندلاعها، وتطوير نُظم الإطفاء بالتعاون مع الدفاع المدني والجيش اللبناني وإنشاء خزانات مياه بالأحراج بهدف الريّ، الإطفاء وزيادة عدد مأموري الأحراج.

وكذلك العمل على زيادة مساحة الغطاء النباتيّ من خلال خطط تشجير واسعة خاصة في الأماكن التي عرّتها المقالع وأعمال القطع، وتنظيم حرفة وتصنيف الأراضي من حيث صلاحيتها للإنتاج الزراعي مع إعطاء الأولوية للغطاء الحرجيّ الطبيعيّ.

المصادر والمراجع العربية

- أبو السمور، حسن و غانم، علي (١٩٩٨). **المدخل إلى علم الجغرافيا الطبيعيّة**. الأردن: دار الصفاء للنشر.
- التوم، صبري محمد (٢٠١٤). "مورفولوجية المنحدرات في الجزء الأعلى من حوض الرميمين وحوض تكالا"، دراسة في الجيومورفولوجية المناخية، مجلة **الجامعة الإسلامية**،(١٢/ ٢).
- الخفاجي، ماجد حميد محسن (٢٠٠٧). **الأشكال الأرضية في حوض وادي مالح** (رسالة ماجستير غير منشورة)، بغداد: كلية التربية، جامعة المستنصرية.
- أطلس لبنان المناخي (١٩٧٧). المجلد الأول، الطبعة الثانية، الجمهورية اللبنانية، وزارة الأشغال العامة والنقل.
- النعيمي، سعد الله نجم (٢٠٢١). **التربة السليمة وصحة الغذاء**. لبنان – بيروت: دار الكتب العلمية.
- العس، فراس (٢٠٢١). "التّغيّرية المطرية واحتمالات التساقط والثبات في محافظة بعلبك الهرمل"، مجلة **أوراق ثقافيّة (١٢)**. لبنان – بيروت.
- حمزة، علي (٢٠١١). **التدهور البيئيّ الطبيعيّ في جنوب شرق بعلبك**. بيروت: الجامعة اللبنانية، كلية الآداب والعلوم الانسانية.
- حمزة، علي (٢٠١٦). **دينامية التصحّر في جنوب بعلبك الهرمل**، أطروحة اعدت لنيل شهادة الدكتوراه اللبنانية في الجغرافيا. بيروت: الجامعة اللبنانية.

References

- Chertow, M.R. (2001). "The IPAT equation and its variants", Journal of *Industrial Ecology*.

- Chesworth, Edited by Ward. (2008). *Encyclopedia of soil science*, Dordrecht, Netherland, Springer, xxiv, ISBN.ISDR: Terminology, The International Strategy for Disaster Reduction, 31-3-2004.
- Dubertret, L. (1951). Carte géologique 1/50000, Feuilles de Tripoli, Ministere des Travaux publics, Beyrouth.
- Dubertret, L. (1950). Carte géologique au 1/50.000, Feuilles de Tripoli, notice explicatif, République Libanaise, Min. des travaux publics, Beyrouth, Liban.
- FAO et ITPS. (2015). *Etat des ressources en sols du monde*, Résume technique, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculure et group technique intergouvernemental sur les sols, Rome-Italie 2016.
- Geze, B. (1956). Carte de Reconaissance des sols du Liban 1/200000.
- MOE/UNDP/FNR-CBD, (2015). Fifth National Repport Of LEBANON To The Convention On Biological Diversity.
- Traboulsi, M. (2004). *Les précitations au Proche-Orient*, variabilité spatio temporelle et relation avec la dynamique l'atmosphère (1960-61/1989-90) Atelier National de reproduction des thèses.Lille.