مظاهر تعرية التربة، أنواعها وطرائق قياسها

أولاً: مفهوم تعرية التربة:

تعد عملية التعرية من أهم المظاهر التي تؤثر على التربة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية، سواء كانت التعرية تعرية ريحية أم مائية،فتعمل على إحداث تغيرات طبيعية في القشرة الأرضية، ويرتبط نشاطها ارتباطاً وثيقاً بالمعطيات المناخية السائدة في منطقة الدراسة وبالتكوينات الصخرية والرواسب ذات الحساسية العالية لفعاليات التعرية، والمقصود بالتعرية (Erosion) هو إزالة الأجزاء العلوية من بعض أجزاء القشرة الأرضية بفعل عدة قوى تتمثل في: المياه الجارية على السطح والرياح والجليد المتحرك والأمواج والتيارات المائية الساحلية والجاذبية الأرضية ولا يقتصر فعل تلك القوى على عملية حت الصخر (تفتيته) فقط، وإنما يشمل أيضاً عملية نقل المفتتات الصخرية وإرسابها في مناطق أخرى،كما تعرف عملية ألقائها أو تركها في الأماكن الأصلية بالترسيب(Deposition) ومن المواد المعرّاة ما يكون صلباً ومعدنياً أو عضوياًأو مذاباً في الماء على شكل محلول، ويرتبط نشاط كل عامل من عوامل التعرية بقدرته أو بسرعته، كما يرتبط أيضاً بطبيعة السطح الذي تحدث فيه عملية التعرية وعلى درجة استجابة ذلك السطح للتعرية، تقسم التعرية إلى نوعين رئيسين:

1 ـ التعرية الريحية Wind Erosion:

يقصد بالتعرية الريحية عملية رفع ونقل الدقائق الجافة والمفككة للتعرية من الطبقة السطحية للتربة بفعل الطاقة الحركية للرياح، وتُعد من المشكلات البيئية الخطيرة التي تتعرض لها المناطق ذات المناخ الجاف وشبه الجاف في العراق ومنها منطقة الدراسة، كونها تؤدي إلى فقدان الطبقة الرقيقة من سطح التربة التي تحتوي على المواد المغذية لنمو النباتات،مما ينجم عنه تدهور التربة وتردي خصوبتها وانخفاض إنتاجيتها،لذا فأن عملية التعرية الريحية عملية ميكانيكية ترتبط بقدرة الرياح على جرف التربة وقابلية التربة للانجراف، حيث تبدأ التعرية عندما تكون التربة مفككة وجافة، ولذلك فأن عملية التعرية الريحية للتربة تعتمد بصورة رئيسية على عاملين أساسين هما:

أ ـ العامل المناخي (Climatic Factor):الذي يعبر عنه بسرعة الرياح والقيمة الفعلية للأمطار التي تؤثر بدورها على المحتوى الرطوبة لسطح التربة وقد أطلق (Chepil) على هذا العامل بالقابلية المناخية لتعرية الرياح (Climatic Erdibility).

ب ـ عامل التربة (Soil Factor):الذي يعبر عنه بالنسبة المئوية لمحتوى سطح التربة من المجاميع والدقائق غير القابلة للتعرية، والتي يزيد قطرها عن (1 ملم)، والتي تتباين زمانياً ومكانياً تبعاً لتباين بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للطبقة السطحية من التربة ويسمى هذا العامل بقابلية التربة للتعرية(Soil Erdibility)، ومع زيادة الجفاف في منطقة الدراسة بسبب ارتفاع درجات الحرارة وقلة الأمطار الساقطة تبدأ النباتات بالزوال، مما يؤدي إلى تفكك التربة لعدم وجود الرطوبة بين ذراتها أو جذور النباتات التي تمسكها، الأمر الذي يعطي للرياح مجالاً مفتوحاً لكي تعمل على تحريك ذرات التربة ونقلها من مكانها الأصلي إلى مكان آخر مما يؤدي إلى تعرية التربة، وعلى هذا الأساس فالتربة التي

تبدو جافة ومفككة في الفصل الجاف الطويل تكون ذا قابلية كبيرة على التعرية بفعل الرياح،ومع تزايد سرعة الرياح تزداد كمية وأحجام الرواسب المنقولة وقد أشار (باغنولد)إلى أنّ السرعة الحرجة التي تبدأ عندها الرواسب بالحركة بعتبة التدفق أو سرعة الرياح الحرجة (Threshold Wind Velocity) [*]ترتبط بعلاقة طردية مع الأحجام التي تزيد عن (0.1ملم)، بينما تصبح العلاقة عكسية في حالة نقصان الحجم عن ذلك،إذ تؤدي هذه السرعة إلى تسليط قوة ضغط على سطح الأرض تتناسب طردياً مع مربع سرعتها وبحسب ما توضحه المعادلة الآتية:

$$P = V^2 \times 0.006$$

حيث إن:

P = مقدار ضغط الرياح كغم / م^2.

V = سرعة الرياح كم /ساعة.

فكلما زادت سرعة الرياح كلما ازداد مقدار ضغطها وتعريتها لسطح التربة، لذا فأن أي تغيير في هذه السرعة يؤثر تأثيراً كبيراً على قوتها، إذ عندما تكون قوة ضغط الرياح المسلّطة على الدقائق الجافة والمفككة لسطح التربة أكثر من قوة ارتباطها بسطحها يؤدي ذلك إلى انفصالها عنها ومن ثم تحركها بفعل الرياح محدثة التعرية الريحية،وطبقاً للمعادلة المذكورة فإن مقدار قوة ضغط الرياح على المتر المربع الواحد من سطح الأرض يبلغ (0.49 كغم/م2) عندما تكون سرعة الرياح (9.0 كم/ساعة) والتي تعادل (2.4 متر/ثانية)،ويصلمقدارهاإلى (1.54 كغم/ م2) عندماتكونسرعةالرياح (16.0 كم/ساعة) والتيتعادل (4.4 متر/ثانية)،ويصلإلى (3.46 كغم/م2) عندماتكونسرعةالرياح (24.0 كم/ساعة) وتعادل (6.7 متر/ثانية)،ويزدادمقدارقوةضغطالرياحبزيادةسرعتها،كمايتبينمنالجدول (1).

[*]السرعةالحرجة(The critical speed):هيسرعةالرياحاللازمةلبدءحركةالحبيباتعلىسطحالتربة وللمزيدينظر: خالص حسني الأشعب وأنور مهدي صالح، مصدر سابق، ص52.

الجدول (1)

قيم قوة ضغط الرياح (كغم/م^2) وفقا لمقياس بيفورتلسرعة الرياح (م/ثانية) (كم/ساعة)

درجة الرياح	وصف حالة الرياح	سرعة الرياح				قوة ضغط الرياح (كغم/م^2)(*)
		المدى		المتوسط		
		(متر / ثانية)	(كم/ ساعة)	(متر / ثانية)	(كم / ساعة)	
0	هادئة	0.2-0	1-0	0	0	0
1	هواء خفيف	1.5-0.3	5 - 1	0.9	3	0.05
2	نسيم خفيف	3.3-1.6	11 – 6	2.4	9	0.49
3	نسيم عليل	5.4-3.4	19 – 12	4.4	16	1.54
4	نسيم متوسط	7.9-5.5	28 – 20	6.7	24	3.46
5	نسيم نشط	10.3-8.0	38 – 29	9.3	34	6.94
6	نسيم قوي	13.8-10.8	49 – 39	12.3	44	11.62
7	ريح متوسط	17.1-13.9	61 – 50	15.5	56	18.82
8	ريح نشطة	20.7-17.2	74 – 62	18.9	68	27.74
9	ريح قوية	24.4-20.8	88 – 75	22.6	82	40.34
10	ريح عاصفة	28.4-24.5	102 -89	26.4	96	55.30
11	عاصفة	32.6-28.5	117 -103	30.5	110	72.6
12	إعصار	32.7 فأكثر	118 فأكثر	34.8	125	93.75

المصدر: بالاعتماد على:-

(1) أحمد سعيد حديد وآخرون، المناخ المحلي، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، 1982، ص 117.

(2)دي زاخار، تعرية التربة، ترجمة نبيل إبراهيم الطيف وحسوني جدوع، مطابع التعليم العالي، جامعة الموصل، 1990، ص397.

ولايمكن أن تتم هذه الحركة إلا عندما تزداد سرعة الرياح عن السرعة الأولية اللازمة لحركة الدقائق القابلة للتعرية الريحية ، وتتباين تلك السرعة تبعاً لتباين أقطار الدقائق الدقائق والتي حددها (Chepil) (1959) في قياس اتتجريبية بمقدار يتراوح بين (3.5–4 م/ثا) لدقائق تربة ذات أقطار تتراوح بين (0.05–0.1 ملم).

وقد وجد أن ماطبق تجريبياً من قبل هذا العالم ينطبق تماماً على تحديد سرعة الرياح فيما يتعلق بحجم دقائق التربة عندما استخدمت المعادلة التجريبية التي قدمها (Zachar 1982) والتيشاعاستخدامهالمختلفالتربفيمناطقمتعددةمنالعالموصيغتهاكالآتي:

$$Vt = 46.5\sqrt{0.14d + 0.006}$$

إذ إن:

Vt = السرعة الأولية للرياح اللازمة لحركة الدقائق (م/ ثا).

d = قطر الدقائق السائدة (سم).

ولذلكفقداعتمدتتلكالمعادلةلتحديدالسرعالأوليةاللازمةلحركةالدقائقالقابلةللتعريةالريحيةمنالطبقةالسطحيةلتربمنطقةالدراسة، والتيدونتنتائجهافيالجدول (2) الذييتبينمنخلالهأنّالسرعةالأوليةاللازمةلحركةالدقائقالقابلةللتعريةتتناسبتناسباًطردياًمعأقطارالدقائق،إذ إنّ الحد

الأدنى لتلك السرعة الأولية اللازمة لحركة الدقائق التي يصل قطرها (0.01 ملم فأقل) أي دقائق الغرين الناعم ودقائق الطين يبلغ (3.6 م/ثا) وتزداد تلك السرعة تدريجياً كلما ازداد قطر الدقائق لتصل إلى (4.0 م/ثا) عندما يبلغ قطر الدقائق (0.1 ملم) دقائق الرمل الناعم جداً لتصل إلى (6.6 م/ثا) عندما يبلغ قطرها (1 ملم) (مجاميعودقائقالرملالخشنجداً).

جدول (2)

أقطار الدقائق (ملم) والسرعة الأولية للرياح اللازمة لحركتها (م/ثا)

وفقاً لمعادلة (Zachar)

قطر الدقائق (ملم)	قطر الدقائق (سم)(*)	نوعها	السرعة الأولية للرياح (م/ثا)
0.01 فاقل	0.001	غرين متوسط وناعم وطين	3.6
0.027	0.0027	غرين متوسط	3.7
0.07	0.007	غرين خشن	3.8
0.1	0.01	رمل ناعم جدا	4.0
0.26	0.026	رمل متوسط	4.6
0.5	0.05	رمل خشن	5.3
1.0	0.1	رمل خشن جدا	6.6

المصدر: بالاعتماد على:-

1- تطبيقمعادلة(Zachar 1982).

2- عبد الله سالم عبد الله المالكي، ظاهرة التذرية الريحية في محافظتي ذي قار والبصرة، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة البصرة، 1999، ص60.

(*)تم تحويل أقطار الدقائق من (ملم) إلى (سم) .

وتعد القابلية المناخية لتعرية الرياح مقياساً لقدرة العناصر المناخية في خلق ظروف تساعد على تعرية التربة، فضلاً عن كونها عاملاً رئيسياً يعتمد عليه في اختيار أفضل السبل للحد من التعرية الريحية وتقليل تأثيراتها السلبية لاسيما عندما تكون الرياح شديدة ومضطربة فتحدث تغيرات مهمة تؤثر في العمليات الريحية،ولغرض تقدير القابلية المناخية لتعرية الرياح فقد استخدمت المعادلة التي اقترحتها منظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO)لقياس المعدل السنوي لفقدان التربة عن طريق الرياح كمقياس للظروف المناخية وصيغتها كالآتي:-

$$C = \sum 12 \frac{V^3}{100} \left(\frac{PET - P}{PET} \right) n$$

إذإن:

C= القابلية المناخية لتعرية الرياح.

V = المعدل الشهري لسرعة الرياح (م/ثا).

PET = المعدل الشهري للتبخر/ النتح الكامن (ملم).

P = كمية الأمطار الشهرية (ملم).

N = عدد أيام الشهر.

∑12= مجموع (12)شهر.

جدول (3)

درجة التعرية وفقاً لقرينة القابلية المناخية للتعرية الريحية

قرينة القابلية المناخية لتعرية الرياح	درجة التعرية
0 – 17	تعرية قليلة جداً
18 – 35	تعرية قليلة
36 – 71	تعرية متوسطة
72 – 150	تعرية عالية
أكثر من 150	تعرية عالية جداً

المصدر: عدنان هزاع البياتي وكاظم موسى، المناخ والقدرات الحتية للرياح في العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد32 ، بغداد، 1989، ص79.

أما خلال أشهر الخريف النظري (أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني) فإن القابلية المناخية للتعرية الريحية تتدنى تبعاً لتدني المعدلات الشهرية للعناصر المناخية المؤثرة فيها،لتتراوح معدلاتها خلال تلك الأشهر مابين(72.6–186.9) درجة، حتى تصل القابلية المناخية للتعرية إلى أدنى معدلاتها أبان أشهر الشتاء النظري (كانون الأول، كانون الثاني، شباط) فقد تراوحت معدلاتها خلال تلك الأشهر بين (54.1–101.9) درجة، ينظر شكل (31)، ويُعزى سبب ذلك إلى زيادة القيمة الفعلية للأمطار خلال تلك الأشهر وتغلغلها عبر مسامات سطح التربة، مما يؤدي إلى زيادة محتواهاالرطوبي وتماسك حبيبات التربة وترفع من مقاومتها لعمليات التعرية الريحية.

2 – التعرية المائيةWater Erosion:

تعدالتعريةالمائيةمنالمشاكلالمهمةالتيتواجهالتربةوالتيأهتمبهاالباحثونمنذالقدم،والتعريةالمائيةبمفهومهاالبسيطهي إزالةدقائقالتربةالمعدنيةوالعضويةمنالطبقةالسطحيةبفعلتأثيرالمطر(Rain)وماءالسيحالسطحي، وأكثر ما تنتشر التعرية المائية في المناطق المكشوفة والسفوح والمنحدرات الجبلية والتعرية المائية هي أخطر أنواع التعرية وأكثرها انتشاراً،ويأخذ انجراف التربة بالماء أشكالاً مختلفة تبعاً لسلوك الماء وتحركه على سطح الأرض، وعموماً يمكن تقسيم التعرية المائية في منطقة الدراسة إلى:

أ – التعرية المطرية Rain Erosion:

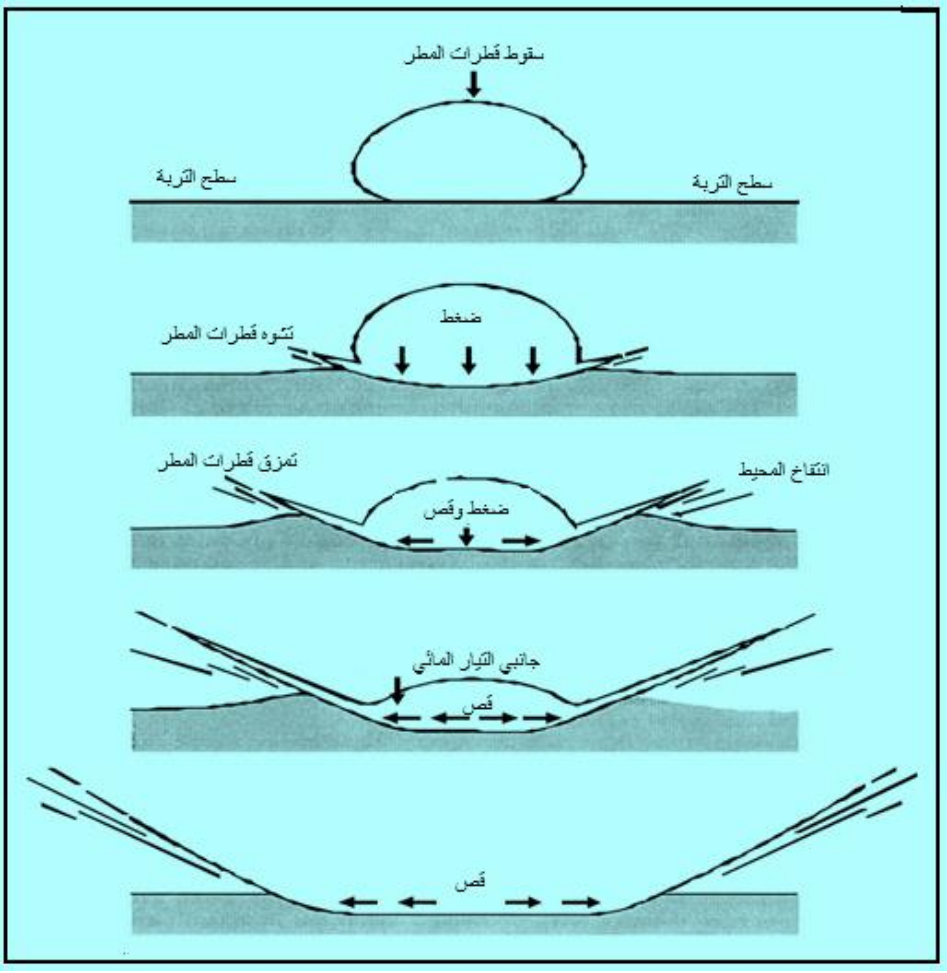
تعتبرمنأهمأنواعالتعريةالمائيةالتييسببهاسقوطالأمطارلمالهامنتأثيراًمباشراًفيتفككحبيباتالتربةوتقسمإلىأربعةأشكالو هيكالآتي:

1– التعرية التصادمية المطرية (splash erosion):هي التعرية الناتجة عن اصطدام قطرات المطر بقوة بسطح الأرض، وينتج عن ذلك تفتت المواد المكونة لسطح الأرض، ومن ثم تناثر المفتتات فإذا حدثت هذه العملية على سطح منحدر فإن الفتات يسقط إلى أسفل المنحدر، ويكون تأثير آلية تعرية القطرات أشد في المناطق التي يكون سطحها غير مغطى بغطاء نباتي مما يؤدي إلى تطاير ذرات الطين،ومنثم إتلاف التربة إذا ماسقطت عليها أمطار غزيرة، وتزداد خطورتها كلما كانت سرعة تدفق الماء على سطح الأرض أسرع من نفاذية التربة بالماء.

تتباين ارتفاعات دقائق التربة المتناثرة في الهواء بواسطة قطرات المطر، وتعتمد على حجم الدقائق، حيث يكون قطرها أقل من (2 ملم)، وكلما صغر حجمها كلما كان انتقالها أبعد، وكذلك تعتمد على خصائص الأمطار من حيث كميتها وشدتها وحجم قطراتها إضافة إلى سرعة تصادم قطرات المطر بسطح التربة،ينظر شكل (1) وتقدر التعرية بقطرات المطر حوالي (90%) في المناطق المنبسطة، بينما النسبة المتبقية للتعرية الغطائية. وفي دراسات أخرى قدرت كمية دقائق التربة المتناثرة في الهواء من تربة خالية من النبات (100 طن) لكل أيكر، وعلى الرغم من سيادة تعرية قطرات المطر في المناطق المنبسطة، إلاأنّتأثيرها يكون أشد في المناطق المنحدرة، فقد وجد اليسون (Eleson)أنه إذا كان الانحدار (10%) يصبح (75%) من التربة المتناثرة أسفل المنحدر.

شكل (1)

سلوك قطرة المطر المرتطمة بسطح التربة



Hu Liu, Bare Soil Erosion Dependence on Soil and Rainfall Properties, Dissertation Doctor of Philosophy, The Faculty of Civil andEnvironmental Engineering, University of Houston, 1999, p13.

ويمكن استعمال مؤشر الحت المطري لفورنيرآرنولدوس،لمعرفة قدرة المطر على تعرية التربة وفق المعادلة الآتية:-

$$FI = P1^2 / P$$

حيث إن:

FI = القدرة الحتية المطرية.

P1 = كمية التساقط الشهري /ملم.

P = كمية التساقط السنوي /ملم.

جدول (4)

عامل شدة الجرف بحسب مؤشر فورنيرآرنولدوس(FI)

الدرجات	شدة الجرف
أقل من 50	ضعيفة
50 – 500	معتدلة
500 – 1000	عالية
أكثر من 1000	عالية جداً

المصدر:محمد إسماعيل الشيخ، حول مشكلة الحت وانجراف التربة في جبال سورية الساحلية (محافظة طرطوس)، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت، العدد98، 1987، ص12.

2ـ التعرية الصفائحية(Sheet erosion):وهي ناتجة عن التعرية المطرية وتتمثل بإزالة الطبقة الرقيقة من سطح التربة والتي لاينتج عنها تكوين أخاديد أو جداول ويكون الماء بشكل غطاء يغطي سطح الأرض، ويطلق عليها أسم التعرية المتزايدة أو التعرية اللوحية فتزول آفاق التربة بمعدل يفوق معدل تكوينها مع انخفاض واضح في خصوبتها بحيث لايبقى سوى الفراش الصخري غير الخصب.

تحدث عملية التعرية الصفائحية أو الغطائية عندما تفقد التربة غطائها الأرضي لاسيما من النبات الطبيعي، وكذلك بسبب تساقط قطرات المطر، إذ تضرب قطرات المطر بقوة فتعمل على تطاير ذرات التربة وتبعثرها وتناثرها وجريانها وانسيابها في عمليات الجريان الغطائي.

3ـ تعرية المسيلات المائية(Rill erosion):تنتج هذه التعرية عن طريق الجريان الشديد للمياه فوق الأسطح العارية حيث تتطور بذلك مجاري مائية طويلة ومتوازية تكون لها القدرة الكبيرة على تعرية التربة ونقلها،فإذا اجتمعت مياه الأمطار الناتجة عن الأمطار الغزيرة تكون شبكة دقيقة من المسيلات التي تتصل ببعضها على هيئة شبكة من القنوات، والتي تحزز الصخور بدرجات مختلفة حسب صلابة هذه الصخور،كما في الصورة (1)، وتظهر في المناطق المنبسطة بعد امتلاء المنخفضات بالمياه عقب سقوط الأمطار إذ تنشأ مسيلات مائية منها، ولها القابلية على حمل المفتتات الناتجة من عملية التجوية،فتتحول هذه المسيلات إلى أخاديد أو خنادق طولية محفورة في الترب المفككة (المنحلة) والتي يعتمد طولها وعمقها على كثافة المطر ومدة الزخة المطرية، وأهم ما يميز هذا النوع من الانسياب السطحي عظم نشاطه في تعرية التربة بالمناطق التي يزال فيها الغطاء النباتي الطبيعي.

صورة (1)

تعرية المسيلات المائية للتربة في أحدى المواقع المتصحرة

4ـ التعرية الأخدودية(Gullies erosion):تعد التعرية الأخدودية من أخطر مراحل التعرية المائية للتربة، إذإنّ تركّز الأمطار الغزيرة على مساحة معينة ينجم عنه تكوين أخاديد تزداد عمقاً وأتساعاً بمرور الزمن،فتتحول المسيلات إلى أخاديد عندما تبدأ بتعميق وتوسيع مجاريها في أثناء الحت الرأسي والجانبي،وهي تنتج عن المياه الوقتية الجارية نحو أسفل المنحدرات خلال قنوات معينة بعد أو خلال زخة مطرية قوية جداً، والتي ينتج عنها سيح أو سيل مؤقت ورغم إنّ مدة الزخة المطريةقصيرة إلا أنّ طاقتها كبيرة لدرجة تزيل كلاً من المواد المفككة وصخور القاعدة، وتنشأ عن هذه العملية وديان عميقة أعمق من تلك التي عملتها المسيلات المائية، لذا تسمى تلك العملية بالغسل الأخدودي Prolluvial (erosion) وتسمى الإرسابات المتخلفة عنها بإرسابات الأخاديد Sediments Prolluviam))،كمافيالصورة (2).

صورة (2)

التعرية الأخدودية للتربة في أحدى المواقع المتصحرة