التعرية الريحية Wind erosion:

من المعروف اساساً ان المجاعة في افريقيا هي بسبب الجفاف وزحف الصحراء، فالاراضي الصالحة للزراعة تتراجع والصحراء تزحف والجفاف يزداد سنة بعد أخرى، وفي تقارير لخبراء الأمم المتحدة ان الصحراء تزحف وتتقدم بسرعة تتراوح بين 6 – 8 كم في السنة وعلى هذا الأساس فان مساحة الأراضي الزراعية التي تتحول الى صحراء قاحلة تبلغ سنويا 260000 كم مربع وتصبح غير صالحة للزراعة فيُحرم الانسان من انتاجها وحاصلاتها، وهذا ليس بالامر البسيط اذا اخذنا بنظر الاعتبار حاجة الانسان المتزايدة لمزيد من الطعام.

هذه هي الصورة الكالحة، ولكن الصورة الوضاءة تقول ان التجارب والجهود المبذولة يمكن ان توقف زحف الصحراء خلال الثلاثين سنة المقبلة. يتركز هذا الخطر في بلدان العالم الثالث وفي آسيا وأفريقيا بالدرجة الأولى حيث الزراعة هي الأساس وتُشكل المورد الرئيسي للثروة اولاً ولمعيشة شعوب تلك البلدان.

ان الاعتقاد السائد عموما بان التعرية تحدث فقط في المناطق الجافة وشبه الجافة غير صحيح. الا انها في الواقع تحدث أيضا أينما تقتضي ظروف التربة والغطاء النباتي والمناخ الى ذلك. ويمكن ان تحدث التعرية الريحية في الحالات التالية: –

ا– التربة تكون جافة وذات حبيبات ناعمة بما فيه الكفاية.

ب– سطح التربة ناعم نوعا ما والغطاء النباتي غائب او نادر.

ج– الحقل واسع نوعا ما.

د– الريح شديدة بما يكفي لبدء حركة التربة.

ان المناطق الأكثر عرضة للتعرية الريحية هي شمال افريقيا والشرق الأدنى وأجزاء من جنوب وشرق اسيا وأستراليا وجنوب أمريكيا الجنوبية والاجزاء الجافة وشبه الجافة لشمال أمريكا.

لا تقل التعرية الريحية خطرا عن التعرية المائية ومما لاشك فيه بان مساحات واسعة في العراق معرضة الى التعرية الريحية. فقد أشار Buringh، 1960 الى ان 2. 4 مليون هكتار عرضة للتعرية الريحية في العراق بينما تقدر الأراضي المعرضة للتعرية المائية بـ 1. 6 مليون هكتار.

تكون اضرار التعرية الريحية بأشكال مختلفة، فالعواصف الغبارية الناتجة منها تكون ذات تأثير سيء. ويمكن ان تسبب تلك العواصف كوارث طبيعية او بشرية، فقد تؤدي الى امراض خطيرة او في بعض الأحيان الى الوفاة، او قد تؤدي في بعض الأحيان الى اختناق الحيوانات وكذلك الى دفن الاسيجة والقنوات والطرق والبربة والسكك الحديدية بالإضافة الى هلاك المحاصيل خاصة عندما تكون في مرحلة البزوغ.

<u>العوامل المؤثرة على عملية التعرية الريحية</u>. هناك عدة عوامل تؤثر على عملية التعرية الريحية منها :–

1– **الظروف الفيزيائية للتربة (تركيب التربة، نسجة التربة..... الخ)**

2– **المطر (السقيط).**

3– **الغطاء النباتي.**

بالنسبة للظروف الفيزيائية فان تركيب التربة ونسجتها من العوامل التي قد تؤدي الى تقليل او زيادة تأثير الرياح على إزالة التربة من السطح. وبالنسبة للمطر فان التعرية الريحية تزداد في المناطق التي تكون فيها كمية الامطار السنوية اقل من 300 ملم. وفيما يخص الغطاء النباتي فان وجود مثل ذلك الغطاء يكسب التربة مناعة ضد التعرية الريحية لان وجوده سوف يمنع تماس الريح مع سطح التربة مباشرة. ان كمية التربة التي تنثرها الريح تعتمد على عاملين أولهما سرعة الريح وثانيهما خشونة السطح.

تعتمد قدرة الريح على التعرية بدرجة أساسية على سرعة وضغط الريح وان العلاقة بين ضغط الريح (q) على سطح عمودي لاتجاهها وسرعة الريح (V) يمكن تمثيلها بالمعادلة التالية.

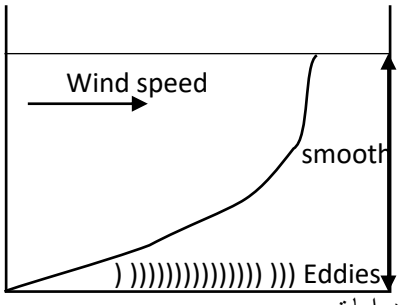
$$q = \frac{p}{2g} v^2$$

حيث ان :–

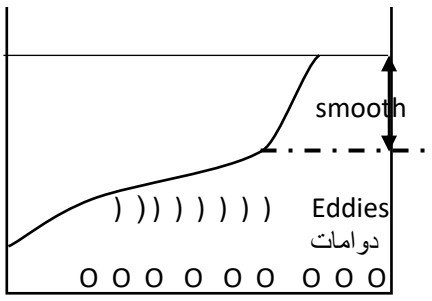
q = ضغط الريح (كغم. م$^{-2}$) ، v = سرعة الريح (م. ثا$^{-1}$) ، p = الوزن النوعي للهواء ، g = التعجيل الأرضي بسبب الجاذبية.

ان انخفاض سرعة الريح على ارتفاع 30 سم من سطح التربة مهم جداً وذلك لان معظم حركة دقائق التربة تتأثر بسرعة الريح عند هذا الارتفاع.

تحدد خشونة السطح مدى التغيير في سرعة الريح فوق سطح التربة أي تؤثر انحدار الريح ويظهر ذلك على سطح مشذب (املس) وسطح خشن للتربة



سطح مشذب



سطح خشن

تأثير خشونة السطح على مقدار سرعة الريح:

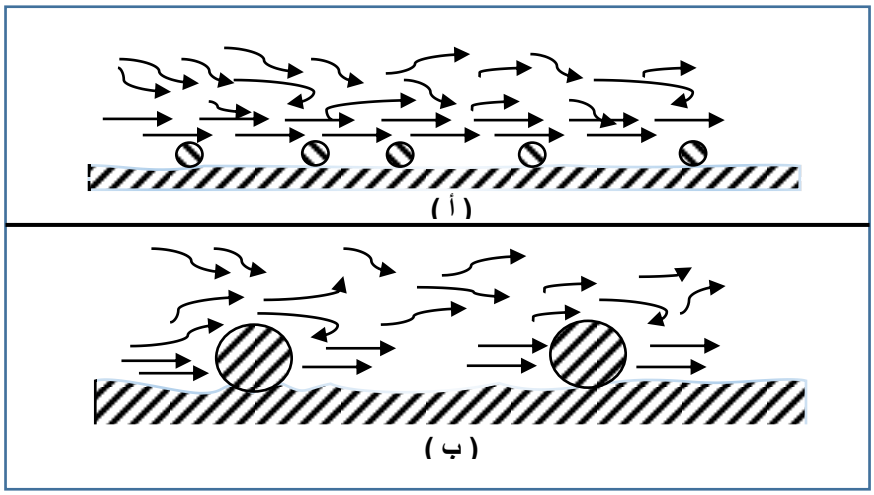
ان انخفاض سرعة الريح على ارتفاع 30 سم من سطح التربة مهم جدا وذلك لان معظم حركة دقائق التربة تتأثر بسرعة الريح عند هذا الارتفاع.

حركة التربة بواسطة الريح:– تعتمد حركة التربة بواسطة الريح على حجوم دقائق او مفصولات التربة بالدرجة الأولى وهنالك ثلاثة احتمالات لهذه الحركة :–

1– الحركة المعلقة Suspension. تعزى الى حركة الدقائق الناعمة جدا (اقل من 0. 1 ملم قطراً) والتي يمكن ان ترتفع اكثر من 30 سم في الهواء وتبقى معلقة لفترة طويلة. ان قانون ستوك ينص بان سرعة سقوط جسم في سائل يتناسب مع مربع نصف قطر الدقيقة لذلك فان سرعة سقوط هذه الدقائق الصغيرة سيكون بطيئاً جداً فان مجرد رفع هذه الدقائق من على سطح التربة يمكن ان يبقيها معلقة في الهواء لفترة طويلة جداً.

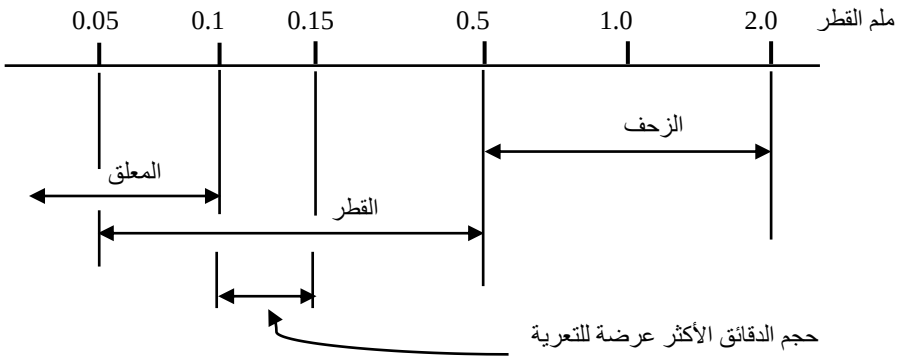
2– القفز (الوثوب) Saltation. تعتبر من اهم الأنواع الثلاثة لحركة الدقائق بسبب ان جزءا كبيرا من التربة يمكن ان يتحرك بهذا الشكل مقارنة بالأشكال الأخرى واكثر من ذلك فانه ليس هنالك أي حركة من الحركات الأخرى تحدث بدون ان يرافقها حدوث قفز للدقائق اعتيادي فالحجوم المتوسطة (0. 5 – 0. 05 ملم) هي التي يمكن ان تستأثر بهذه الحركة والذي يكون خفيفا بحيث يسهل دفعه من على سطح التربة وكبير جدا لكي يبقى معلقا في الهواء.

3– الزحف (الدحرجة) Creeping. يعزى الى حركة الدقائق الكبيرة نسبيا (0. 5 – 0. 2 ملم قطرا) والتي تتدحرج على سطح التربة مدفوعة بواسطة ضغط الريح. ويمكن تمثيل حركة الدقيقة بالدحرجة كما في الشكل التالي.



شكل تخطيطي لجريان الريم على سطح التربة. الدقائق الصغيرة في (ا) لا تكون ظاهرة للهواء المضطرب لهذا لا تلتقط بواسطة الريم. الدقائق في (ب) تمتص قوة الريم لذلك فهي تتحرك بواسطة الزحف.

ويمكن تمثيل حركة الدقائق حسب الأقطار التي تستأثر بها الحركات الثلاثة السابقة الذكر بأنواعها في الشكل التالي.



<u>المعادلة العامة للتعرية الريحية (WEQ)</u>: اقترحت هذه المعادلة من قبل Woodruff and Siddoway 1965 **واستخدمت على نطاق عالمي واسع في تقدير فقد التربة الكامن بالتعرية الريحية سنوياً. مع تحويرات متباينة في الفترة الأخيرة فان العلاقة الدالية بين فقد التربة نتيجة التعرية الريحية والعوامل المكافئة للمتغيرات الرئيسية هي كما يلي :-**

$$E = \int (I, C, K, L, V)$$

حيث ان :-

E= معدل فقد التربة السنوي (ميكاغرام. هكتار$^{-1}$. سنة$^{-1}$)

$\int$ = تشير الى ان المعادلة تتضمن علاقات دالة غير خطية.

I= مؤثر قابلية التربة على التعرية. ويتأثر بخصائص سطح الحقول المتروكة (البور).

K= عامل خشونة سطح التربة من حيث المتون التي تتكون بالحراثة.

C= عامل المناخ او قدرة المناخ على التعرية.

L= مكافئ طول الحقل باتجاه الريم السائدة.

V= عامل الغطاء النباتي ويرتبط بنوع وكمية واتجاه الغطاء النباتي ويمكن ان يعبر عنه (كغم. هكتار$^{-1}$).

ان العلاقة الرياضية بين هذه العوامل معقدة نوعا ما وقد استنبطت جداول ومعادلات لاستخراج هذه العوامل من القياسات الحقلية والمناخية. يعطي حل المعادلة للتعرية الريحية دليل في تحديد الكمية القصوى للتعرية الريحية تحت ظروف حقلية معينة. وتعتبر دليل في تحديد الأساليب الضرورية لمعالجة التعرية الريحية في تلك الظروف.

تعين عوامل معادلة التعرية الريحية:

1– **عامل مؤشر قابلية التربة للتعرية (I):** يعتمد هذا العامل بدرجة أساسية على النسبة المئوية لمفصولات تربة الحقل الذي اقطارها اكبر من 0. 84 ملم قطرا. لغرض تحديد النسبة المئوية لمفصولات التربة الجافة والتي اقطارها 0. 84 ملم نصم chepil and woodruff 1959 باستخدام المنخل الدوار، اما عند استخدام المنخل الاعتيادي فقد اقترم Skidmore 1983 الطريقة التالية:–

أ– احصل على نماذج للتربة بوزن 1 كغم من الطبقة السطحية صفر – 2 سم.

ب–زن النموذج وانخله من على منخل قطر فتحاته 0. 84 ملم ويجب الحذر من تكسر المجاميع اثناء النخل ثم زن كمية النموذج المتبقي على المنخل.

ج– احسب وزن الجزء المتبقي على المنخل مع وزن النموذج الكلي بشكل كسر واستخدم الجدول التالي لتعين قابلية التربة للتعرية.

جدول قابلية التربة للتعرية (6–1)

انسبة المؤوية	قابلية التربة للتعرية من النسب المئوية لمفصولات التربة الجافة الأكبر من 0.84									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ميكا غرام / هكتار									
0	–	695	560	493	437	404	381	359	336	314
10	300	294	287	280	271	262	253	244	238	228
20	220	213	206	202	197	193	186	182	177	170
30	166	161	159	155	150	146	141	139	134	130
40	126	121	117	114	112	108	105	101	96	92
50	85	80	75	70	65	61	58	54	52	49
60	47	45	43	40	38	36	36	34	31	29
70	27	25	22	18	16	13	9	7	7	4
80	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–

مثال:– افترض من نخل المكررات من موقع معين ان الكمية الكلية للتربة الجافة هوائيا لكل عملية نخل هي 1035، 945، 850، 990 **غم والكميات المتبقية على منخل ذو قطر** 0. 84 **ملم بعد النخل هي** 370، 227، 200، 250 **غم عليه فان النسب المئوية لمفصولات التربة الأكبر من** 0. 84 **ملم هي** 26. 1، 24. 0، 20. 7، 25. 3، **على التوالي. تكون قيم مؤثر قابلية التعرية الموافقة لها :– من الجدول أعلاه هي** 186، 197، 213، 193 **ميكا غرام / هكتار على التوالي. ويكون المتوسط لها** 197 **ميكا غرام / هكتار.**

2– **<u>عامل المناخ (قدرة الريح على التعرية)</u>: لقد امكن إيجاد قيمة عامل المناخ ليلائم ظروف المناطق الجافة في المعادلة العامة لمفقودات التربة من قبل المنظمة العالمية للغذاء و الزراعة الدولية** FAO 1979 **تم التعبير عن عامل المناخ من قبل** Chepil et 1962 **وكما يلي:**

$$C = 386\frac{\overline{U}^3}{(PE)^2}$$

حيث ان $\overline{U}$**: متوسط سرعة الريح السنوية مصممة الى ارتفاع** 9.1 **م**

PE**: مؤشر تورنث وايت** Thormeth Waite, 1931.

أما القيمة 386 **فانها تؤشر الى عامل الظروف في منطقة كاردن ستي في الولايات المتحدة.**

لقد استنبطت المعادلة التالية لايجاد قيمة PE:

$$PE = 3.16 \sum_{i=1}^{12} (\frac{Pi}{1.8Ti + 22})^{10/9}$$

حيث ان Pi **= متوسط الامطار الشهرية بالملم.**

Ti **= درجة الحرارة بدرجة مئوية.**

تقل قيمة مؤشر PE **مع انخفاض كمية المطر ويقترب عامل المناخ في المعادلة العامة للتعرية الريحية في المناطق الجافة من ما لانهاية.**

اما معادلة منظمة الغذاء والزراعة الدولية فهي :–

$$c = 1/100 \sum_{i=1}^{12} \bar{U}^3 (\frac{ETPi - Pi}{ETPi}) d$$

حيث ان.

$\bar{U}$ **= متوسط سرعة الريح الشهرية عند ارتفاع** 2 **م.**

ETP_i **= قدرة التبخر – النتح (التبخر والنتح الكامن)**

P_i **= كمية المطر**

d **= مجموع عدد الأيام في الشهر.**

في هذه المعادلة عندما تقترب كمية المطر من صفر فان سرعة الريح تسيطر على عامل المناخ.

3**– <u>عامل خشونة السطح (K)</u>: تقدر خشونة سطح الأرض على أساس ان الحقول اما ان تكون ملساء او شبه متينة او بمتون ولقد أعطيت قيم** 1. 0، 0. 75، 0. 5 **على التوالي كعوامل لخشونة السطح. وقد استنبط** Williams et al, 1984 **معادلات للتعبير عن عامل خشونة السطح كما يلي :–**

$$K = 1.0, HR^2/IR \quad < 0.57 \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$K = 0.913 - 0.153 \ln(HR^2/IR), \quad 0.57 < HR^2/IR < 22.3 \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$K = 0.33 \exp(0.013\ HR^2/IR), HR2/IR \geq 22.3 \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان: IR , HR هما ارتفاع المتن والمسافة بين المتون بالتوالي (ملم) ولحقل ذو متون 100 ملم ارتفاعا والمسافة بينهما 400 ملم فان قيمة $HR^2/IR = 25$ ولأن 25 أكبر من 22. 3 نستخدم المعادلة رقم (3)، ولهذا تصبح قيمة عامل خشونة السطح 5 .K=0.

4– <u>طول الحقل (L)</u>: يعتبر طول الحقل على انه المسافة على طول الحقل في اتجاه الريح السائدة المعرية. في بعض الأحيان تحدث الريح في اتجاه بنفس المقدار الذي تحدث به من الاتجاه الاخر. وبذلك فليس بالضرورة سيادة لاتجاه الريح المعرية وفي هذه الحالة يعتمد اتجاه الريح الأكثر رجحاناً لتقدير طول الحقل المكافئ.

5– <u>عامل النبات (V)</u>: هناك أهمية لترك بقايا المحصول السابق في الحقل لغرض السيطرة على التعرية الريحية وأمكن إيجاد علاقات توضح هذا الاتجاه.

لقد أمكن تحديد كميات قش الحنطة المطلوبة لحماية الكثبان الرملية ذات القابلية العالية جداً للتعرية. وقد لوحظ بان جذامة النبات القائمة كانت ذات فعالية اكبر بكثير من الجذامة المطروحة. وقد استنتج Siddway وزملاؤه 1965 ما يلي :– ان بقايا النبات القائمة أكثر فعالية من بقايا النبات المطروحة وان بقايا المحصول ذات النسجة الناعمة على أساس الوزن اكثر فعالية من البقايا ذات النسجة الخشنة. وكذلك فان توفر المحاصيل ذات الأوراق الرفيعة مثل الحشائش والمحاصيل الحبوبية تكون ذات كفاءة عالية في السيطرة على التعرية الريحية لكل وحدة وزنية.

المثال التالي يوضح كيفية استخدام معادلة التعرية الريحية للتنبؤ بفقد التربة.

فاذا كانت قيمة I = 197 طن. هكتار $^{-1}$ سنة $^{-1}$، K = 0. 5، C = 0. 56، L = 236، V = 3. 9 ميكا غرام. هكتار $^{-1}$ لتحديد التعرية الريحية يتطلب ان تربط العوامل بصورة معينة.

الخطوة الأولى. هو تمثيل (E1) على انها قابلية التربة للتعرية I. وبعد ذلك تحدد الخطوتان E2، E3 بضرب العوامل المؤشرة كما يلي.

E= I×K = 0.5×197 = 93 ميكا غرام. هكتار $^{-1}$. سنة $^{-1}$

E3 = C×I×K= 0.56 × 93 = 52 ميكا غرام. هكتار $^{-1}$. سنة $^{-1}$

إن E4 هو تضمين لطول الحقل وتكون:

$E4 = (WF^{0.348} + E3^{0.348} - E2^{0.348})^{2.87}$ = 33 ميكا غرام. هكتار $^{-1}$. سنة $^{-1}$

$WF = E2[1.0 - 0.122(L/L0)]^{-0.383}$ exp.(-3.33L/L0) = 64

$L0 = 1.56 \times 10^6 (E2)^{-1.26}$ exp.(-0.00156 E2) = 4465

حيث أن WF **هو طول الحقل (عامل) وهو يوضح تأثير طول الحقل على خفض القيمة التقديرية للتعرية. أما** L0 **فهو أقصى طول للحقل لتقليل التعرية الريحية، وان العاملين** Ψ_1, Ψ_2 **هما دلائل لعامل الغطاء النباتي الموصوف بالمعادلة التالية:**

$\Psi_1 = \exp(-0.759V - 4.74 \times 10^{-2} V^{-2} + 2.95 \times 10^{-4} V^3) = 0.026$

$\Psi_2 = 1 + 8.93 \times 10^{-2} V + 8.51 \times 10^{-3} V^2 - 1.5 \times 10^{-5} V^3) = 1.469$

حيث ان V **= عامل النبات ووحداته ميكاغرام. هكتار**$^{-1}$**. ولمثالنا فان القيمة هي** 3.9 **ميكاغرام. هكتار**$^{-1}$**. عليه**

$E5 = \Psi_1 E4^{\Psi_2}$ = 4.4 **ميكاغرام. هكتار**$^{-1}$.

على الرغم من ان معادلة التعرية الريحية مفيدة بدرجة كبيرة وهي مطبقة على نطاق واسع، الا انها تمثل تقدير لمعدل فقد التربة السنوي الكامن. ان فقد التربة الحقيقي قد يختلف عن الكامن لأسباب منها العلاقات بين المتغيرات غير معروفة بصورة جيدة لكل ظروف الحقل والمناخ والاساس غير الموثوق المستخدم في استنباط المعادلة.