الجمهورية العربية السورية
جـامعـــــة دمشـــق
كليـة الهندسـة الزراعيــة
قسـم علـوم التـربـــة

دراسة معامل قابلية بعض أنواع الترب السورية للانجراف المائي

STUDY THE COEFFICIENT OF WATER SOIL ERODIBILITY OF SOME SYRIAN SOILS

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في العلوم الزراعية
اختصاص علوم التربة

إعداد

المهندس الزراعي محمد سلوم

المشرف
أ.د حسن حبيب

المشرف المشارك
د. عمران الشهابي

العام الدراسي
2012-2011

الفهرس

المحتويات	رقم الصفحة
الملخص العربي	4
المقدمة	6
أهداف البحث	7
الدراسة المرجعية	8
مواد البحث وطرائقه:	20
أولاً- مواد الدراسة	20
ثانياً- طرائق الدراسة:	21
1.2: التحاليل الفيزيائية	21
2.2: التحاليل الكيميائية	23
ثالثاً- استنتاج قيمة معامل قابلية الترب للانجراف بالاعتماد على الجداول.	23
رابعاً- دراسة قابلية التربة للانجراف بطرق مختلفة (وصفية – عملية):	23
4-1- الطرق الوصفية	23
4-1-1- قياس خصائص التربة الفيزيائية (مؤشرات قابلية التربة للانجراف): وذلك بالاعتماد على بعض المؤشرات المتعلقة بالخصائص الفيزيائية للترب المدروسة وبعض التجارب المخبرية.	23
4-2- الطرق العملية:	23
4-2-1- المعادلات الرياضية.	23
4-2-2- المخططات (مخطط ويشمير).	23
4-2-3- قياسات حقلية على قطع تجريبية في الحقل بالاعتماد على المطر الطبيعي.	23
4-2-4- قياسات حقلية على قطع تجريبية تحت جهاز محاكاة المطر الصناعي	23
خامساً- الربط بين الطرائق المختلفة في حساب قابلية الترب للانجراف.	24
النتائج والمناقشة	39
الاستنتاجات	70

المقترحات	71
المراجع	72
الملخص الإنكليزي	78

الملخص

هدفت الدراسة إلى حساب معامل قابلية التربة للانجراف المائي (Water Soil Erodibility) لثلاثة أنواع من الترب في سوريا باستخدام عدة طرائق حسابية بالإضافة إلى الطرق الوصفية (مؤشرات الانجراف). وتمّ تأمين الترب اللازمة للدراسة من عدة مواقع (اللاذقية، طرطوس، دمشق).

تم دراسة معامل قابلية التربة للانجراف بطريقتين:

الأولى في المخبر(وصفية): اعتمدت على بعض التجارب و التحاليل الفيزيائية والكيميائية المرتبطة بمؤشرات قابلية التربة للانجراف، كنوع من المقارنة بين الترب الثلاث، من حيث اختلاف قابلية كل تربة للانجراف.

الثانية في الحقل (عملية): وذلك باستخدام المخططات و المعادلات الرياضية بالإضافة إلى تجارب المطر الطبيعي وتجارب المحاكاة المطرية، حيث تم إجراء التجارب الحقلية في مزرعة أبي جرش التابعة لكلية الزراعة، بعد أن بنيت ثلاثة أحواض من البيتون والإسمنت المسلح وجهزت بالمجاري الحديدية ووضعت الترب الثلاث فيها، وبعد كل عاصفة مطرية كانت تسجل القراءات المتعلقة بفقد التربة من كل قطعة تجريبية.

بينت نتائج هذه الدراسة من حيث مؤشرات قابلية التربة للانجراف، أن أغلب هذه المؤشرات أظهرت علاقة ارتباطاً طردية مع قيم معامل قابلية التربة للانجراف في ظروف المطر الطبيعي، وتم ترتيب هذه المؤشرات تنازلياً وفق قدرتها التنبؤية لقابلية الانجراف كالتالي:

Sand Ratio > **State of Aggregation** > **Degree of Aggregation** > **Dispersion ratio** > **Modified Clay Ratio** > **Clay Ratio** > **(Water Stability Aggregates)** (WAS) > **Structure factor - Dispersion Factor** > **Mean Weight Diameter** > **Water Stability Aggregates** (WAS_1)

وأما من حيث قيم معامل قابلية التربة للانجراف Soil Erodibility Factor (K)، وفق طرق حسابها فقد أظهرت الدراسة وجود علاقة ارتباط طردية، بين قيم K المحسوبة في ظروف المحاكاة المطرية والمعادلات، وتلك المحسوبة في ظروف المطر الطبيعي(R^2=0.99)، وعلاقة ارتباط عكسية بالنسبة لقيمة K المستنتجة من الجداول ومؤشر D_G (Geometric Mean Diameter) مع تلك المحسوبة في

ظروف المطر الطبيعي (R^2=0.64)، وبالنسبة لقيم K المعتمدة على المخططات لوحظ وجود علاقة ارتباط طردية (R^2=0.7).

أي أن هناك اختلاف في قيم معامل قابلية التربة للانجراف المحسوبة مخبرياً وتلك المقاسة حقلياً، ولا يمكن الاعتماد فقط في أخذ قيم K، من الدراسة المخبرية المرتبطة ببعض خصائص التربة الفيزيائية وبعض المعادلات، إلا إذا تم الأخذ بعين الاعتبار معادلات الانحدار التي تربط تغير قيم K وفق الطرق المدروسة.

الفصـــــــل الأول

المقدمـــــــــة Introduction:

إن الانجراف المائي للترب (Soil Water Erosion) يشكل في الوقت الحالي ظاهرة خطيرة جداً وخصوصاً في مناطق الهطول المطري الشديد والأراضي المنحدرة، ويعود نحو 8٪ من الأراضي المتدهورة في العالم إلى الانجراف المائي والريحي للتربة (Mbagwu and Obi، 2003). مما يسبب الفقد المتسارع لطبقات التربة السطحية، الذي بدوره يقلل من إتاحة المغذيات النباتية وتيسر الماء الأمثل المطلوب لنمو النبات، يلعب المناخ السائد في سوريا الدور الرئيس في التأثير على الترب السورية من حيث اختلاف عوامله بين الساحل والداخل وعلى مدى مسافات غير طويلة، ويرتبط الانجراف والحت بالتوزع المطري وكمية الهطول واستجابة الترب لهذه العوامل، كما تعد الأمطار في سوريا من أكثر العوامل المناخية المؤثرة في تدهور الأراضي بالانجراف، لأنها غالباً ما تسقط على شكل عواصف رعدية غير منتظمة الهطول والشدة، ووجود فترات جفاف طويلة سائدة حيث من الممكن أن تتجرف التربة خلال عدة دقائق بعد حدوث العواصف المطرية مما يؤدي إلى سيول غالباً ما تكون خطيرة، لذا فإن دراسة عمليات الانجراف من الناحية الكمية والنوعية، تعد من الأمور الهامة المرتبطة بتوسع وتطور الزراعة في سوريا.

يتأثر الانجراف المائي للترب بعدة عوامل أهمها قابلية التربة للانجراف Soil Erodibility، أي ما يتعلق بطبيعة التربة ومدى استجابتها للتفكك والتبعثر والنقل، (خصائصها الفيزيائية التي تؤثر بصورة مباشرة على معدل الرشح خلال طبقاتها)، فضلاً عن مدى تماسك حبيباتها وبالتالي مقاومتها للانجراف المائي. وتنحصر خواص التربة الأساسية المؤثرة على معدل الرشح في (النسيج والبنية والرطوبة الأرضية وترتيب الطبقات)، ويأتي في المقام الثاني العوامل المؤثرة على بنية التربة مثل المادة العضوية ونوع معدن الطين والمواد اللاحمة، كلها تؤثر بصورة غير مباشرة على معدلات رشح الماء بالتربة.

وعند دراسة تأثير النسيج يتضح لنا مدى مقاومة الحبيبات الكبيرة في حجمها (الرمل الخشن والمتوسط) للانجراف، وذلك نتيجة لزيادة أو كبر القوى المطلوبة لتحريكها، وفي الجانب الآخر فإن مقاومة الحبيبات الصغيرة في أقطارها (الطين) تكون كبيرة أيضا نظراً لقوى التماسك بين هذه الحبيبات، وعلى ذلك فالحبيبات الأقل مقاومة هي حبيبات السلت والرمل الناعم، لذلك فالتربة المحتوية على 40-60% سلت،

هي أكثر الترب قابلية للانجراف. وفي نفس الوقت فإن قدرة التربة الرملية على رشح الماء خلال طبقاتها تقلل من قيم الجريان السطحي، ومن ناحية أخرى فإن الترب الطينية تتميز بانخفاض معدل الرشح، فضلاً عن طبيعة الطبقة التحتية التي قد تعيق الرشح، وبالتالي تصبح هذه التربة قابلة للانجراف المائي خاصة في وجود بناء غير ثابت. أما في وجود بناء جيد فإن مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء تصل إلى نحو 85% من ماء المطر وحتى درجة انحدار 17% مما يقلل من فرص حدوث الانجراف المائي. ومن المعلوم أن الجزء الناعم من التربة يزاح أولاً تحت تأثير الماء الجاري وكلما زادت سرعة جريان الماء تزداد أقطار الحبيبات المنجرفة، ولما كان الجزء الناعم من التربة هو المصدر الرئيسي لغذاء النبات لذا فإن عملية الانجراف المائي تفقد التربة مصادرها الرئيسية للخصوبة لذا من الضروري الانتباه لهذا الجزء الناعم من التربة لحفظ التربة وصيانتها من التدهور والانجراف.

تعد الأمطار ثاني أهم العوامل الأساسية المؤثرة في الانجراف المائي، متمثلة في معامل قدرة الهاطل المطري على الجرف (Erosivity Factor of Rainfall).

كما تلعب الطبوغرافية دوراً هاماً في التأثير على الانجراف المائي، وذلك من خلال درجة الانحدار، التي تعتبر بالمقام الأول بين العوامل الأساسية المحددة لكمية ماء الجريان السطحي، إضافة إلى طول المنحدر وشكله، وأخيراً يلعب الغطاء النباتي الدور نفسه، لكنه غالباً ما يكون عاملاً مساعداً للتربة في صمودها أمام ضربات قطرات المطر.

يعبر عن مدى قابلية واستجابة كل تربة لأسباب الانجراف بالمعامل K (Soil Erodibility) أو قابلية التربة للانجراف وهو مقياس يعبر عن مدى استجابة (قابلية) حبيبات التربة للانفصال والنقل بالهاطل المطري والجريان السطحي، وهذا المؤشر يعتمد بشكل رئيس على كمية المادة العضوية Organic Matter، ونسيج التربة Texture، وخاصة الرمل من 100–2000 ميكروميتر والسلت من 2–100 ميكروميتر وأخيراً بنية الأفق السطحي والنفاذية (Permeability).

وبناءً على ما تقدم فإنه يمكن تلخيص أهداف البحث بالتالي:

1. **قياس مؤشرات قابلية الانجراف للأنواع الثلاث من الترب المدروسة.**
2. **حساب معامل قابلية التربة للانجراف بعدة طرق وإمكانية تطبيقه على ترب مختلفة.**
3. **مدى مطابقة التجارب المخبرية والحقلية لتقييم قابلية التربة للانجراف.**

الفصـــــــل الثاني

الدراسة المرجعيـــــة Review of Literature:

قام Middleton (1930) وبالاعتماد على الخصائص الفيزياكيميائية لتقدير قابلية التربة للانجراف، بتصميم مجموعتين من التجارب مستخدماً ترب مختلفة، وفي مراحل مختلفة من الانجراف، ففي المجموعة الأولى قام بالمقارنة بين الترب القابلة للانجراف في أحد الولايات الأمريكية (ميسوري) والترب غير القابلة للانجراف في كوبا، بينما في المجموعة الثانية قارن بين الترب القابلة للانجراف في نفس المنطقة من ولاية كارولينا الشمالية. ثم بعد ذلك أشار إلى نسبة التبعثر Dispersion Ratio ونسبة الانجراف Erosion Ratio كمؤشرين هامين لتحديد قابلية التربة للانجراف.

كما بين Middleton (1930) مفهوماً حول قابلية التربة للانجراف، مقترحاً مؤشرين يضمان الخصائص المؤثرة في الجريان السطحي وقابلية فصل الحبيبات المرتبطة بسلوك التربة الحقلي في كارولينا، وقد استخدم Middleton (1932) في دراسته لتحديد قابلية التربة للانجراف نسبة التبعثر Dispersion ratio المستندة إلى التغيرات في محتوى السلت والطين قبل وبعد التبعثر في الماء مؤكداً أنها تمثل مؤشراً هاماً في هذه الدراسة.

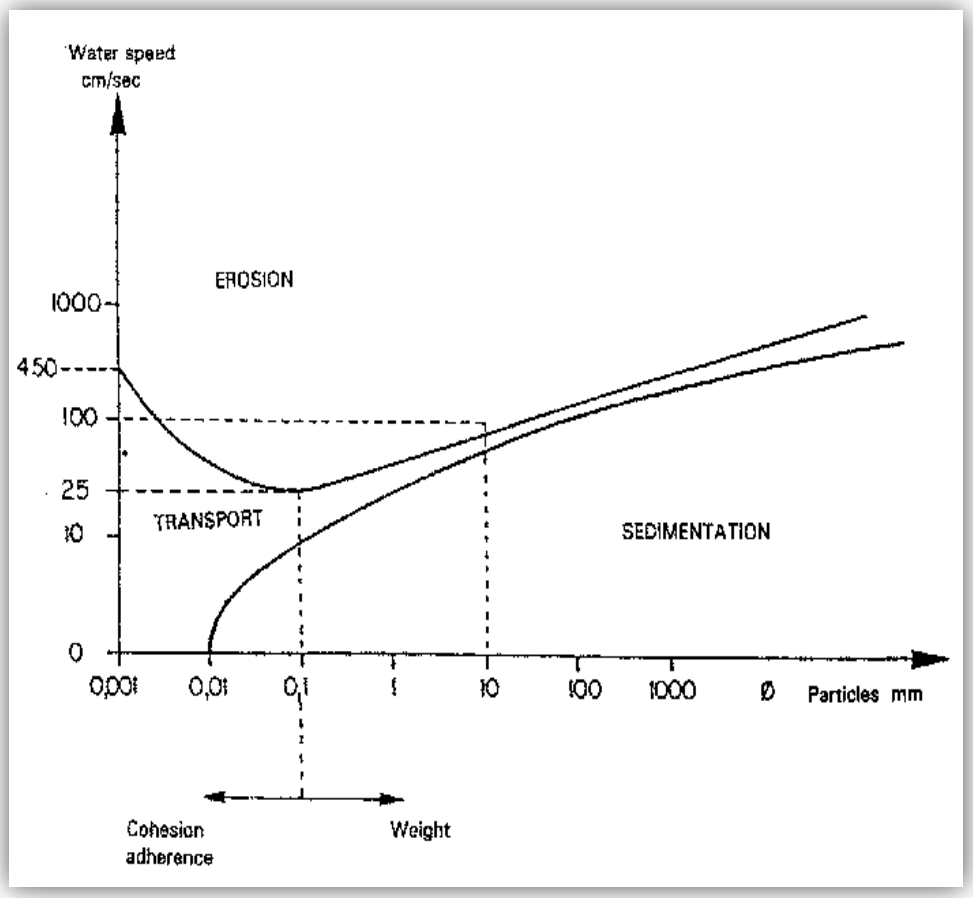
بين Bouyoucos (1935) أن قابلية التربة للانجراف متناسبة مع مؤشر نسبة الطين فيها:

$$CR = \frac{\text{Sand }\% + \text{Silt }\%}{\text{Clay }\%} \qquad (1)$$

وكلما زاد مؤشر نسبة الطين CR يزداد الانجراف طن /الهكتار.(Khumar et al، 1995).

أول الدراسات حول قابلية الترب للانجراف أجريت من قبل Hjulstrom (1935) الذي وضع مخطط هام يفيد في فهم آلية الانجراف كما يظهر في المخطط (−1−).

مخطط (-1-) العلاقة بين حجم الحبيبات وسرعة الجريان المطلوبة لحدوث الانجراف.



(Hjulstrom, 1935)

يبين المخطط السابق أن:

1-المادة الأكثر سهولة نقلاً بالجريان السطحي هي التي يكون لها نسيج قريب إلى الرمل الناعم 100 ميكروميتر، أما المادة التي فيها نسبة طين عالية تكون أثبت، والمادة الأخشن تكون حبيباتها ثقيلة وتنقل فقط في سرعات جريان عالية نسبياً. ومن المهم الإشارة إلى أن Wischmeier (1978) أشار إلى أن أكثر الترب قابلية للانجراف هي الترب (الغنية باللوم والرمل الناعم).

2-إذا كانت سرعة التدفق بطيئة (25 سم/ثا) لا يلاحظ انجراف، والإجراءات يجب أن تؤخذ لتقليل التدفق ومنع الانجراف الخطي، هذا هو أساس فرضية تبديد الجريان السطحي.

3-الطين الناعم وحبيبات اللوم تنقل بسهولة حتى في سرعات منخفضة، ولكن في حالة المواد الأخشن من الرمل الناعم فهناك مسافة قصيرة من موقع الانجراف إلى موقع الترسيب.

وفي روسيا استعملت طرق أخرى لتحديد قابلية التربة للانجراف، اعتمدت التحليل الميكانيكي بشكل رئيسي (Voznesensky and Artsurri،1940).

أشار Gussak (1946) إلى أن كمية الماء المطلوبة لجرف 100غ من التربة هي مؤشر لقياس قابلية التربة للانجراف، كما لاحظ أنه عند استخدام هذه الطريقة لقياس قابلية التربة للانجراف في نوعين من الترب، نتائج متعاكسة عند تطبيق معدلات تدفق مائي مختلف، وبالتالي من المستحيل بناءاً على هذه الطريقة أن توصف بدقة تأثير خصائص التربة على الانجراف.

ومنذ خمسينيات القرن الماضي طبق من قبل مصلحة صيانة التربة في الولايات المتحدة الأمريكية نموذج لانجراف التربة في أبحاث قابلية التربة للانجراف على أسس الدراسات التجريبية الكمية، ثم وضعت المخططات البيانية والعلاقات بين فقد التربة والعوامل المعتمدة الأساسية لانجراف التربة وحسبت قابلية التربة للانجراف باستخدام المخططات البيانية أو بطريقة التكامل (McIntyre،1958) واعتمدت المعادلة العالمية لفقد التربة Universal Soil Loss Equation (USLE) كنموذج واسع الانتشار استخدام للتنبؤ بأخطار الانجراف المائي والتخطيط لقياسات صيانة التربة.

وجد Free (1952) أن التربة التي تحتوي على معدل عالي من السلت تعد من أكثر الترب قابلية للانجراف، كما أشار إلى أن التربة التي تحتوي على نسبة عالية من الرمل الناعم تكون ذات قابلية عالية للانجراف، على العكس من ذلك التربة الطينية والتربة الرملية فهي أكثر مقاومة، ويمكن تفسير ذلك بأن النسيج الخشن (الرمل) أكثر مقاومة بسبب كبر حجم حبيباته أمام اصطدام قطرات المطر، أما النسيج الناعم (الطين) فهو مقاوم لعمليات تعرية قطرات المطر بسبب قوة التماسك Cohesion بين حبات الطين.

أي أن العلاقة عكسية بين محتوى التربة من الطين وقابليتها للتفكك بفعل قطرات المطر Raindrop detachability (Sharma et al،1995).

قسم Zhu (1960) مقاومة التربة للانجراف إلى نوعين :

1- ترب مقاومة للانجراف (soil anti-erosion)، مقاومة لقوى الجرف كالماء مثلاً.

2- ترب مقاومة للقص (soil anti-scour)، مقاومة للتبعثر.

حيث تبين أنه لا يوجد فرق واضح بين قابلية التربة للانجراف ومقاومة التربة للانجراف، فكلاهما وجهان مختلفان يعكسان الشيء نفسه، فالأول يبين حساسية التربة للانجراف والثاني مقاومة التربة للانجراف لذلك فالفكرتان تقدمان معاً الارتباط بين خواص التربة وانجرافها (Liu، 1999).

قدر Olson (1963) قابلية التربة للانجراف في ثماني قطع من الأراضي المراحة، وعشرين قطعة من الأراضي المزروعة بمحاصيل مختلفة، واقترح المؤشر العملي لقابلية التربة للانجراف عند قياسها على وحدة القطع التجريبية والتي لها معنى فيزيائي محدد وقابل للقياس.
استخدم Tian (1964) نسبة التبعثر(التفكك) ونسبة الانجراف ودرجة التحبب وعامل البناء كمؤشرات لقابلية التربة للانجراف في إقليمي Ziwuling و Gansu. ووجد ارتباط جيد بين هذه المؤشرات وقابلية التربة للانجراف.

قارن Bryan (1968) في دراسته بين المؤشرات المختلفة لقابلية التربة للانجراف ووجد أن ثباتية الحبيبات هي الأكثر فعالية حيث استخدم نسبة التجمعات الحبيبية الثابتة الأكبر من 0.5مم الموجودة في التربة كمؤشر لقابلية الانجراف وكلما زادت نسبة هذه التجمعات زادت مقاومة التربة للانجراف.

وبين Weschmeier and Smith (1978) في الولايات المتحدة الأمريكية أن قابلية التربة للانجراف Soil Erodibility تعتمد بشكل رئيس على نسيج التربة Soil Texture ونسبة المادة العضوية Organic Matter وتختلف بين 0.7 للترب الضعيفة البناء و0.2 للترب الجيدة البناء.

وبين Wischmeier (1978) أن المعامل K المشتق من مخطط USLE كان قابل للتطبيق في ترب المناطق الاستوائية الحاوية على الكاؤولينيت كمعدن طين سائد وأقل قابلية للتطبيق عندما تكون التربة القلابة هي السائدة (Roose، 1977).
وبناءاً على قواعد البيانات لأكثر من 10000 قطعة تجريبية في العشرين سنة اللاحقة تم تحديث المعادلة USLE، والتي فيها K هو معامل قابلية التربة للانجراف الذي يعكس إمكانية انجراف نمط التربة (Wischmeier, 1978). كما تم اعتماد (USLE) عام 1985 من قبل مصلحة صيانة التربة في الولايات المتحدة الأمريكية لإقامة حدود لتقييمات فقد التربة في ظل استعمالات مختلفة للأراضي.

قال Valentin (1979) أن مؤشر henin لثبات البنية (يدرس عدم ثباتية بنية التربة المعالجة على الترتيب بالماء والكحول الإيتلي والبنزين) يعكس علاقة جيدة لمقاومة التربة للانجراف إذا كان الهطول

على تربة جافة، لكنه يفقد جزءاً كبيراً من دقته وتعبيره عن ثبات التجمعات الترابية مع ارتفاع محتوى التربة من الرمل الخشن.

وقد اعتمد الكثير من الباحثين على أخذ قيم قابلية التربة للانجراف من خلال جداول موضوعة مسبقاً منها جداول تربط قابلية الانجراف مع النسيج Texture فقط، وجداول أكثر تطوراً تربط النسيج والمادة العضوية بقابلية الترب للانجراف، وخصوصاً في دراسات أشار إليها العالمان Stewart (1975) و Mills (1985) أنه بمعرفة نسيج التربة ونسبة المادة العضوية فيها نستطيع أخذ قيمة معامل قابلية التربة للانجراف، ويبين الجدول رقم (1-) قيمة المعامل K كتابع للمحتوى من المادة العضوية والنسيج.

الجدول(1-): قيمة المعامل K كتابع للمحتوى من المادة العضوية والنسيج.

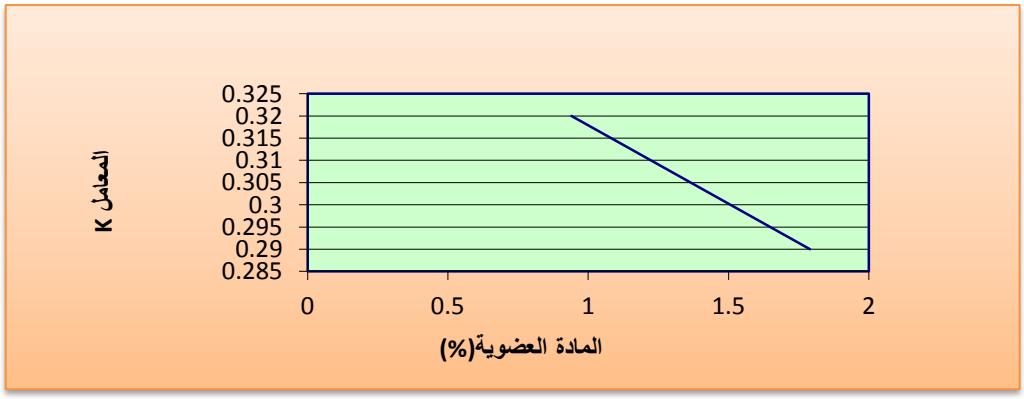
صف النسيج Textural class	المادة العضوية (%)		
	<0.5	2	4
	قيمة المعامل k		
الرمل Sand	0.05	0.03	0.02
الرمل الناعم Fine sand	0.16	0.14	0.10
رمل ناعم جداً Very finesand	0.42	0.36	0.28
رملي لومي Loamy sand	0.12	0.10	0.08
رملي ناعم لومي Loamy finesand	0.24	0.20	0.16
رملي ناعم جداً لومي Loamy veryfine sand	0.44	0.38	0.3
لومي رملي Sandy loam	0.27	0.24	0.19
لومي رملي ناعم Fine sandyloam	0.35	0.30	0.24
لومي رملي ناعم جداً Very fine sandy loam	0.47	0.41	0.33
لوم Loam	0.38	0.34	0.29

Silt loam لومي سلتي	0.48	0.42	0.33
Silt سلت	0.6	0.52	0.42
Sandy clayloam لومي طيني رملي	0.27	0.25	0.21
Clay loam لومي طيني	0.28	0.25	0.21
Silty clayloam لومي طيني سلتي	0.37	0.32	0.26
Sandy clay طيني رملي	0.14	0.13	0.12
Silty clayطيني سلتي	0.25	0.23	0.19
Clay طين		0.13 – 0.2	

(Stewart *et al*., 1975; Mills *et al*., 1985)

اعتماداً على الجدول السابق الذي يبين العلاقة بين قابلية التربة للانجراف والمادة العضوية يلاحظ أنه بانخفاض نسبة المادة العضوية في التربة تزداد قابلية الترب للانجراف، كما هو موضح في المخطط رقم (-2-).

المخطط رقم (-2-) العلاقة بين نسبة المادة العضوية والمعامل K.



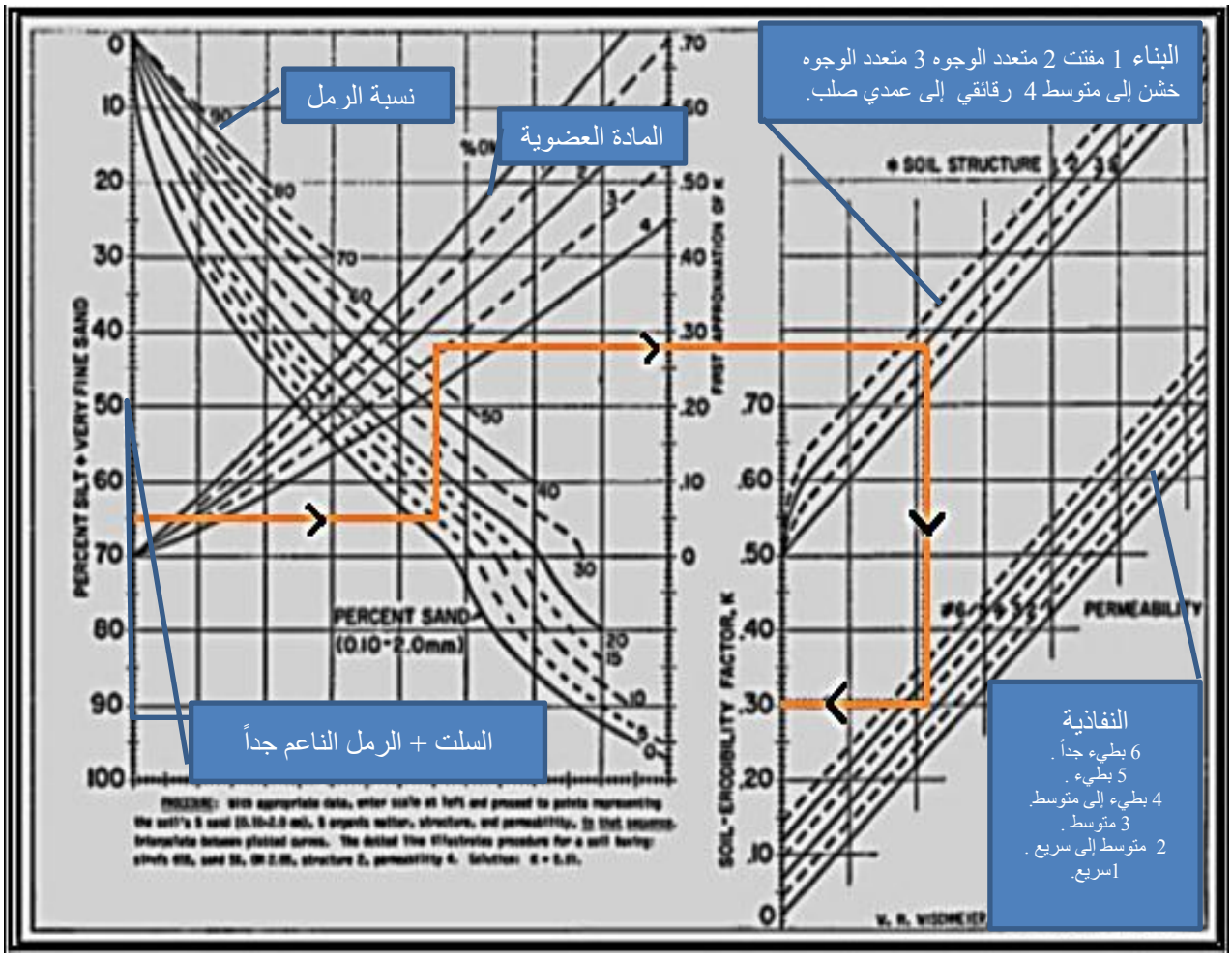
فمن المعلوم أن الترب الرملية لا تعتبر حساسة جداً للانجراف المائي، لذا فهي تملك قيم منخفضة للمعامل K، أما الترب الناعمة النسيج (الطينية والسلتية) فهي معرضة أكثر للانجراف حيث قيم K أعلى (Al-Toum، 1997).

بين Goldmanetal (1986) أنه يوجد عدة طرق يمكن استخدامها في تقدير قيمة المعامل K والأكثر تداولاً هي:

1. تقارير جمعية مسح التربة (SCS) County soil survey المصنف لعدة مناطق في الولايات المتحدة والتي تحتوي على خرائط للتربة معدة من الصور الجوية، حيث تسمح هذه الخرائط بتحديدٍ سهلٍ للمواقع وتحديدٍ مؤقتٍ لسلاسل التربة.
2. المخططات المتعلقة بقيم المعامل K لظروف الترب السطحية.

والطريقة المفضلة لديه لتحديد قيم المعامل K هي طريقة المخطط المستندة على العمل الذي قام به Wischmeire (1971) التي تربط قابلية التربة للانجراف بالنسيج والبناء والمادة العضوية والنفاذية، والمخطط رقم (3-) يبين طريقة حساب قيمة K.

مخطط (3-) حساب قيمة K بالاعتماد على مخطط ويشمير.



(Wischmeier, Johnson and Cross 1971)

إن هذا المخطط البياني يسمح بحساب سريع لقيمة k حيث يبين الخط المنحني المكسور (المشار إليه بالأسهم) قيمة K (0.31) لتربة فيها (65% سلت + رمل ناعم جدًا) و(5% رمل) و(2.8 مادة عضوية) و(2 للبناء) و(4 للنفاذية).

قدر Mbagwu (1986) معامل قابلية التربة للانجراف في جنوب نيجيريا باستخدام مؤشرات قابلية التربة للانجراف المختلفة، ووجد أن نسبة الطين CR ونسبة التبعثر DR ومعامل ويشمير قد أعطت تقديرات أفضل لفقد التربة من المؤشرات الأخرى.

أما في تونس فقد درس Roose (1986) قابلية الترب الكلسية للانجراف على قطع بمساحة 50م^2 وبين أن قابلية التربة للانجراف تعتمد على كمية الحصى والمادة العضوية والمكافئ الرطوبي للتربة الذي يعتمد بدوره على القوام ولاحظوا أن زيادة 1% من كمية المادة العضوية في الترب الكلسية تخفض انجراف التربة 5% بينما وجود 1% من الحصى في الأفق السطحي ستقلل قابلية التربة للانجراف أكثر من 15% وعندما تتجاوز نسبة الحصى 40% فإن هناك انخفاض شديد في قابلية التربة للانجراف، لذلك في المناطق المتوسطية الكلسية الفتية فإن نسبة الحصى تعتبر مؤشر جيد لمقاومة التربة للانجراف.

ووجد Roose (1989) أن قيم قابلية التربة للانجراف تتراوح بين 0.05–0.12 للترب المعرضة للمطر الصناعي مثلاً 0.1 على ترب الفيرتيسول و0.15 للترب الفيراليتية على الصوان و0.2 للترب الفيراليتية على السجيل ومن 0.20–0.30 على الترب الحديدية الاستوائية.

درس Yang (1992) قابلية الترب للانجراف تحت ظروف استعمالات متعددة، وأشار إلى أنه يمكن التعبير عن قابلية التربة للانجراف بالمؤشرات التالية: معدل الانجراف، نسبة التبعثر، التجمعات الحبيبية ذات الأقطار الأكبر من 0.25مم، معدل تكسر الحبيبات والنفاذية.

صنف Bu (1994) الخريطة الأولى لقيم المعامل K الإقليمية في الصين مستخدماً خرائط مسح التربة والخصائص الفيزياكيميائية لمقاطع التربة. وبين أن إمكانية التنبؤ في معامل قابلية التربة للانجراف يمكن معرفتها باستخدام مجموعة البيانات العالمية (المعادلة (2)).

استخدم Lgwe ورفاقه (1995) بعض مؤشرات حبيبات التربة لتقدير جهد فقد التربة في ترب جنوب شرق نيجيريا مثل (DR نسبة التبعثر– مؤشر فيشمير لقابلية التربة للانجراف K– مؤشر تبعثر الطين

CDI– مؤشر تلبد الطين CFI– ومتوسط القطر الوزني GWD– الوزن المتوسط لأقطار الحبيبات MWD) وذلك لـ25 عينة مختلفة في خصائصها الفيزيائية والكيميائية جمعت من أجزاء مختلفة من ترب جنوب شرق نيجيريا وبعدها تم تصنيف الترب بالترتيب وفق جهد قابلية الانجراف في جداول وباستخدام الدراسة الإحصائية والارتباط البسيط تم تحديد المؤشر الأكثر تأثير في قابلية التربة للانجراف لاحظوا من هذا التصنيف:

1– أن قليل من المؤشرات لعبت دوراً تنبؤياً بالنسبة لبعض الترب.

2- أظهرت نسبة التبعثر(التفكك) DR: أن الترب مع محتوى قليل من الطين تكون أكثر قابلية للانجراف ونفس التوجه لوحظ بالنسبة لمؤشر التبعثر DI ومؤشر تلبد الطين CFI ومعامل ويشمير K. بينما بالنسبة لمؤشري MWD وGMD فقد أظهرت أنها غير مرتبطة بالنسيج أو محتوى الطين.

درس Dion ورفاقه في عام 1997، إمكانية التنبؤ بمعامل قابلية التربة للانجراف K في المعادلة العالمية للانجراف، بالاعتماد على محتوى الطين (C)، واللوغاريتم العشري للمتوسط الوزني لأحجام الحبيبات (DG)، ومحتوى المادة العضوية (OM)، باستخدام معطيات عالمية وبالاعتماد على المطر الطبيعي وظروف محاكاة المطر.

$$D_G = \sum f\mathrm{i} \log 10\ (\mathrm{d_i}.\mathrm{d_{i-1}})^{1/2} \qquad (2)$$

D_G اللوغاريتم العشري للمتوسط الهندسي للأقطار.

f_i جزء الحبيبات الأولية الواقع حجمها بين d_i و d_{i-1} (معبراً عن الحجم بـ مم).

d_i الحد الأعلى لقطر المجموعة الحبيبية.

d_{i-1} الحد الأدنى لقطر المجموعة الحبيبية.

حيث تم وضع نظام بديل لتوصيف قيم K في صفوف بدءاً من الحدود الدنيا إلى الحدود العليا لمجال الاختلاف والقيمة الأكثر احتمال في المجال، لكن هذا التقدم لم يقدم معلومات قيمة عن توزع قيم K الملاحظة وقيمة المؤشر DG، وفيما بعد تم تطوير نظريات الرياضيات التفضيلية باستخدام برنامج FUZKBAS والذي يصف تكرار توزع قيم K لتربة ما معلومة ال(OM, C, D_G). وقد استنتج بعض

الباحثين أن للتربة عدة قابليات للانجراف تحت تأثير الأشكال المختلفة وشدة الجرف، لذا لابد من الأخذ بعين الاعتبار قوة الجرف، لاختيار مؤشر قابلية التربة للانجراف (Liu، 1998).

بحث Xing (1998) في مؤشرات قابلية التربة للانجراف لسبع أنماط نموذجية من الترب للمناطق شبه الاستوائية في الصين مستخدماً القطع الحقلية تحت أجهزة محاكاة المطر والمطر الطبيعي على التوالي وقام بترتيب قابلية التربة للانجراف لهذه الأنماط السبعة.

أوجد Cai (2000) قيمة K للترب مستنداً على المسح الحقلي لمجمعات مائية صغيرة نموذجية وبالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) و (USLE). واستنتج أن قيم K تأثرت بخصائص التربة بشكل كبير.

درس Yu (2000) العلاقات القياسية بين نفاذية التربة للمرتفعات وقابلية التربة للانجراف في إقليم الترب الحمراء الهضابية في جنوب الصين باستخدام محاكاة المطر ومعامل غولف للنفاذية Guelph. وأظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية بين النفاذية المشبعة للسنتيمترات الخمسة الأولى من التربة وقابليتها للانجراف.

قام Centeri (2001) بحساب قابلية التربة للانجراف في بعض الأراضي الهنغارية باستخدام محاكاة المطر وUSLE لمقارنة قيم فقد التربة المحسوبة مع القيم المقدرة لعوامل قابلية التربة للانجراف على مقياس $\frac{1}{10000}$.

درس Raghunath (2002) قابلية التربة للانجراف على الجبال المتوسطة في نيبال (الحوض التابع لنهر باغماتي) والذي يتمتع بتربة نسيجها رملي مع طبيعة تتغير من الرملي الطيني إلى اللومي وفي هذه المنطقة إضافة إلى منطقة Siwalik يحدث فيهما انجرافات شديدة تسبب أضراراً جسيمة في الأرواح والممتلكات، وقد اعتمد نظام GRASS GIS لإعداد خرائط جهد الانجراف في الحوض المذكور باستخدام RUSLE.

أما قيم K لكل تربة فقد أخذها من الجداول التي فيها مجالات واسعة ومحسوبة لقيم K التابعة لتغير النسيج (Veihe، 2002). وقد وجد أن جهد الانجراف الكلي في الأراضي الزراعية هو الأعلى (245طن/هـ/سنة) بينما كان في أراضي الغابات (11.5طن/هـ/سنة) وتسهم الأراضي الزراعية بنسبة 84% من الانجراف الكلي أما جهد الانجراف الوسطي لكل الحوض فكان (91.5طن/هـ/سنة) وبالتالي

فإنه إذا تم تخفيض الانجراف في الأراضي الزراعية فإنه يمكن تخفيض الانجراف الكلي (Little et al، 1996) كما قال بأن الأراضي الزراعية يجب أن تقارب إلى الزراعة الغابية Agro-forestry لتخفيف الانجراف.

بين Kukal and Kura (2003) أن محتوى الحبيبات الثابتة مائياً (WAS) هو المؤشر الأفضل لتقويم قابلية التربة للانجراف، بينما استنتج Schrma and Bhatia (2003) أن كلاً من نسبة الانجراف ER ونسبة التفكك DR هما أفضل مؤشران لتقويم قابلية التربة للانجراف.

حسب Wang (2004) قيم K لكل أنماط الترب في هضبة التيبت لكن باستخدام بعض الموديلات الرياضية و GIS وصنف خريطة لقيم K .

درس Nikolaus and Rorke (2004) حساسية قابلية التربة للانجراف وبين أنها ترتبط بميل التربة نحو تشكيل التجمعات (Aggregate) وأن قابلية التربة للانجراف ترتبط بشكل كبير بالنشاطات البشرية، ويمكن أن تختلف مع تغيرات النشاطات الزراعية (Zhang، 2001) وكذلك تحول استعمالات الأراضي وامتداد الحرائق (Giovannini et al، 2001).

درس Rodriguez (2004) قابلية التربة للانجراف وعلاقتها بالعوامل البيئية في جزر الكناري (اسبانيا)، والتي تُظهر تنوعاً كبيراً في تربها مع تعاقب الارتفاع وتنوع المناخات المتوسطية وتأثير الحواجز من الأقاليم الجبلية في الجزر الأعلى وكان هدف هذه الدراسة وصف حساسية الترب المختلفة للانجراف كنتيجة لانتشارها على امتداد التدرجات البيئية على جزيرة Tenerife.
تم حساب قابلية التربة للانجراف وفق المعامل K من USLE من البيانات المحللة والتوصيفات الحقلية باستخدام معادلة Wischmeire (1971) وكذلك تم وصف مقاومة التربة لتفتت حبيباتها تجريبياً باختبارين للثباتية:

1. اختبار النخل الرطب (Bartoli et al، 1991).
2. اختبار صدمة القطرة TDI (Ameson Vis، 1984).

أهم الاستنتاجات هي:

- إن قيم K من USLE لا تظهر مرتبطة بالقياسات التجريبية للتبعثر أو العوامل البيئية للمنطقة وشرعيتها قليلة لدراسات التربة هنا.

- إن اختبارات ثباتية تجمعات التربة Stable Aggregate وخاصةً اختبار صدمة القطرة TDI كان سريعاً وطريقة موثوقة لتقدير قابلية التربة للانجراف في هذه المنطقة.
- التبعثر في حالة الترطيب عملية بطيئة تتوقف أهميته على طبيعة مواد الأصل المقاومة لصدم القطرة، كما يظهر حساسية عالية للتدرجات المناخية والتوزع البشري، كما يعتبر مؤشراً هاماً للتغيرات في قابلية الانجراف المتعلقة بهذه العوامل.

حسب Singh and Khera (2008) فإنه يمكن تقدير قابلية التربة للانجراف باستخدام قطع الجريان السطحي ولكنها مكلفة وتحتاج وقتاً ولا تناسب كل الأماكن ويمكن تقديرها باستخدام مخطط مطور من قبل Wischemeire (1971) ولكن قد لا تكون قابلة للتطبيق في عدة حالات كما أشار Rejman (1999). كما قالا بأنه يمكن تقدير قابلية التربة للانجراف باستخدام مؤشرات متنوعة اعتماداً على خصائص التربة مثل نسبة التبعثر (Middleton، 1930) ونسبة الطين (Buoyoucos، 1935) ونسبة الطين المعدلة (Kumar، 1995) ونسبة الانجراف (Lugolopez، 1969).
واعتمدوا في دراستهم على تقدير هذه المؤشرات المختلفة لترب المناطق السطحية لإقليم البنجاب تحت نظم استعمال أراضي مختلفة وعلاقتها بالجريان السطحي وفقد التربة (Khera and Kahlon، 2005).
وعند دراسة تأثيرات النسيج في قابلية التربة للانجراف Soil Erodibility يتضح لنا مدى مقاومة الحبيبات الكبيرة في حجمها للانجراف، وذلك كنتيجة لزيادة أو كبر القوى المطلوبة لتحريكها، وفي الجانب الآخر، فإن مقاومة الحبيبات الصغيرة في أقطارها تكون كبيرة أيضا نظراً لقوى التماسك بين هذه الحبيبات،(Anikwe et al، 2006) وعلى ذلك فالحبيبات الأقل مقاومة هي حبيبات السلت والرمل الناعم، لذلك فالأرض المحتوية على 40–60% سلت هي أكثر الأراضي قابلية للانجراف. وفي نفس الوقت فإن قدرة التربة الرملية على رشح الماء خلال طبقاتها تقلل من قيم الجريان السطحي (Zhang et al، 2004).

من ناحية أخرى فإن الأراضي الطينية تتميز بانخفاض معدل الرشح فضلاً عن ظروف طبقة تحت التربة، والتي قد تعيق الرشح، وبالتالي تصبح هذه الأراضي قابلة للانجراف المائي خاصة في وجود بنية غير ثابتة. أما في وجود بنية جيدة فإن مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء تصل إلى حوالي 85% من ماء المطر وحتى درجة انحدار 17% مما يقلل من فرص حدوث الانجراف المائي (Irvem، 2010)

الفصـــــل الثالث

مواد البحث وطرائقه Materials and Methods:

أولاً- مواد الدراسة The study materials:

تمت الدراسة على ثلاث ترب، أخذت من ثلاث مناطق مختلفة من سورية، نقلت الترب إلى منطقة الدراسة في مزرعة أبي جرش(كلية الزراعة) بدمشق، فيما يلي وصف لكل منطقة:

المنطقة الأولى: محافظة طرطوس (صافيتا) منطقة سد الأبرش، ترتفع عن سطح البحر نحو 245م يسيطر على هذه المنطقة مناخ البحر الأبيض المتوسط، الذي يتميز بصيف حار رطب وشتاء ماطر معتدل البرودة في معظم أوقاته، يبلغ المعدل السنوي للأمطار في الموقع المدروس نحو 1000مم يهطل معظمها في فصل الشتاء، تتميز الهطولات المطرية بأنها غالباً ما تحدث على شكل عواصف مطرية مصحوبة بالبرق والرعد، وتسود في المنطقة الرياح الغربية والجنوبية الغربية القادمة من البحر. تتميز التربة فيها أنها ذات طبيعة كلسية وقوام طيني وخالية من الغطاء النباتي.

المنطقة الثانية: محافظة اللاذقية منطقة مزار القطرية، ترتفع عن سطح البحر نحو 750م. يسيطر على هذه المنطقة مناخ البحر الأبيض المتوسط، الذي يتميز بصيف حار رطب، وشتاء ماطر معتدل البرودة في معظم أوقاته، يبلغ المعدل السنوي للأمطار في الموقع المدروس نحو 700مم، يهطل معظمها في فصل الشتاء، وتتميز أيضاً الهطولات المطرية بأنها غالباً ما تحدث على شكل عواصف مطرية مصحوبة بالبرق والرعد، وتسود في المنطقة الرياح الغربية والجنوبية الغربية القادمة من البحر حاملة معها الأمطار، وغالباً ما تكون متوسطة السرعة وأحياناً قليلة، تكون شديدة.

المنطقة الثالثة: محافظة دمشق مزرعة (أبي جرش) كلية الزراعة، حيث ترتفع عن سطح البحر نحو 743م، تتأثر هذه المنطقة بمناخ البحر المتوسط، وآخر قاري إلى حد ما، تتميز بصيف جاف وحار نسبياً وشتاء بارد نسبياً، يبلغ المعدل السنوي للأمطار في الموقع المدروس نحو218مم، يهطل معظمها في فصل الشتاء، وينحبس المطر نهائياً في فصل الصيف وتقل الأمطار كلما اتجهنا شرقاً، وتسود في المنطقة الرياح الغربية إلى الشمالية الغربية في فصل الصيف على حين في فصل الشتاء تسود الرياح الشمالية إلى الشمالية الشرقية، ويلاحظ ازدياد سرعة الرياح في الصيف عنه في الشتاء.

تمت الدراسة على الترب الثلاث في مزرعة الكلية، حيث يتوفر في هذه المنطقة جهاز محاكاة مطر rainfall simulator ثابت، بالإضافة إلى جهاز محاكاة مطر متنقل تم تصميمه وتصنيعه محلياً، تم الاعتماد على محطة الأرصاد الجوية الموجودة في المنطقة للحصول على البيانات المناخية للعواصف المطرية الطبيعية المتعلقة بطبيعة الدراسة.

ثانياً– طرائق الدراسة:

1.2:التحاليل الفيزيائية:

التحليل الميكانيكي: باستخدام طريقة الهيدروميتر، المعتمدة على قياس كثافة معلق التربة عند أزمنة مختلفة، لأن كثافة المعلق تقل كلما زادت كمية الحبيبات المترسبة، حيث تم أخذ قراءات الهيدروميتر عند الأزمنة التالية:

بعد 6 ثواني	الحبيبات أقل من 2000 ميكروميتر
46 ثانية	الحبيبات أقل من 50 ميكروميتر
4 دقائق	الحبيبات أقل من 20 ميكروميتر
2 ساعة	الحبيبات أقل من 2 ميكروميتر

تم تحديد قطر الحبيبات الفعال عند هذه الأزمنة بالاعتماد على القانون: $d = \frac{\theta}{\sqrt{t}}$ (فارس، 1992).

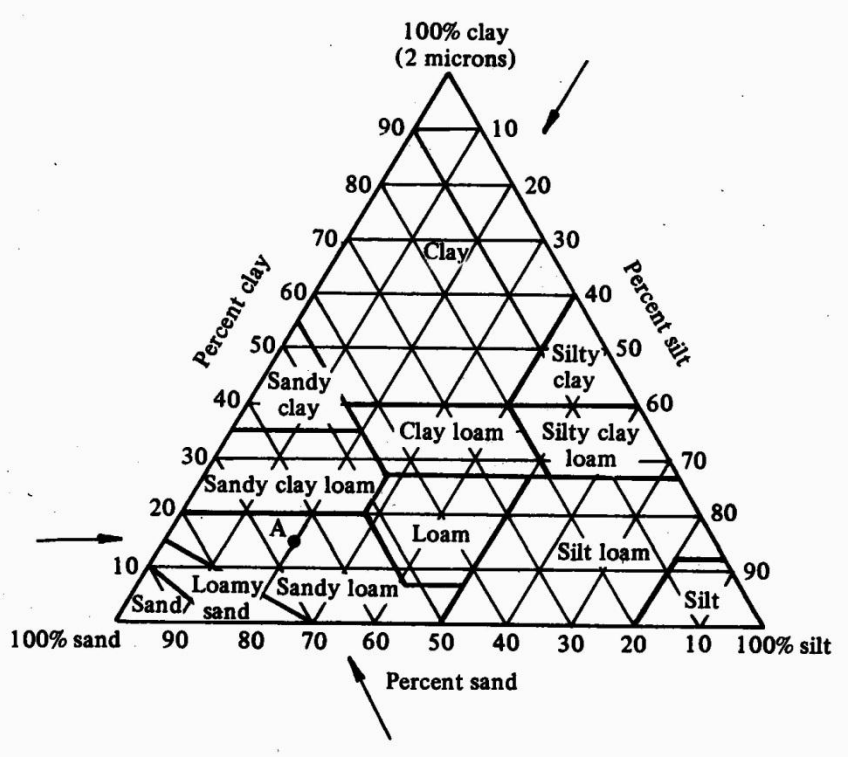
حيث t = زمن الترسيب بالدقائق.

θ = ثابت الترسيب الذي يقابل كل قراءة للهيدروميتر.

d = قطر الحبيبات بالميكروميتر.

وبعد معرفة النسب المئوية للمجموعات الميكانيكية الداخلة في تركيب الترب الثلاث حدد نسيجها اعتماداً على مثلث نسيج التربة المبين في الشكل(−1−).

الشكل (-1-): مثلث نسيج التربة (USDA)



التحليل الحبيبي: تم وفق الخطوات التالية:

1. يوضع في دورق معياري سعة 500سم^3 كمية 20 غرام من التربة الجافة هوائياً المنخولة على منخل قطر 2مم.
2. يضاف إلى الدورق 100سم^3 ماء مقطر وترج باليد أو توضع على الجهاز القلاب وترج بهدوء لمدة عشرين دقيقة وذلك للتغلب على التجمعات الحبيبية الناشئة عن التجاذب الكهربائي.
3. تنقل محتويات الدورق كمياً إلى مخبار مدرج سعة 1/لتر ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى 1/لتر.
4. تقلب محتويات الاسطوانة بالمحرك الزجاجي (يدوياً) ليتجانس المعلق.
5. تؤخذ القراءات بالهيدروميتر كما هو الحال في التحليل الميكانيكي مع التصحيح للقراءات في حال تغير درجة حرارة المعلق. (عبد الرزاق عمر وعايد الجابر،1998).

إن التحليل الحبيبي يختلف عن التحليل الميكانيكي بأنه لا يستخدم فيه مادة مفرقة، ومدة التفريق تكون دائماً أقل من المدة في التحليل الميكانيكي، والسبب في ذلك كي لا تتفرق التجمعات الترابية وتتهدم البنية

الأرضية إنما فقط يتم رجها حوالي 20 دقيقة يدوياً، للتغلب على التجمعات الناشئة عن التجاذب الكهربائي.

2.2: التحاليل الكيميائية:(حبيب وآخرون، 2007)

– حموضة التربة pH التربة وتم قياسها باستعمال جهاز الـ pH.

– تم تعيين الاملاح الذوابة عن طريق قياس الموصلية الكهربائية EC باستخدام جهاز قياس الناقلية.

– المادة العضوية OM وتم تقديرها بطريقة أكسدة الكربون العضوي بديكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة.

– كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ قدرت بطريقة المعايرة الراجعة.

–قدرت الكربونات الذوابة CO_3 بطريقة المعايرة بحمض الكبريت بوجود دليل فينول فتالئين.

– قدر الصوديوم Na الذائب بطريقة جهاز مضوائية اللهب Flamephotometer مستخلص (5:1).

ثالثاً– استنتاج قيمة معامل قابلية الترب للانجراف بالاعتماد على الجداول:

حيث تم الاعتماد على بعض الجداول الموضوعة مسبقاً من قبل كثير من الباحثين لمقارنة قيم قابلية الانجراف التي تم الحصول عليها مع القيم المحسوبة من هذه الجداول.(Mills *et al*، 1985; Stewart *et al*، 1975).

رابعاً– دراسة قابلية التربة للانجراف بطرق مختلفة (وصفية – عملية):

4-1-الطرق الوصفية:

4-1-1- قياس خصائص التربة الفيزيائية (مؤشرات قابلية التربة للانجراف): وذلك بالاعتماد على بعض المؤشرات المتعلقة بالخصائص الفيزيائية للترب المدروسة وبعض التجارب المخبرية.

4-2- الطرق العملية:

4-2-1-المعادلات الرياضية.

4-2-2- المخططات (مخطط ويشمير).

4-2-3 قياسات حقلية على قطع تجريبية في الحقل بالاعتماد على (المطر الطبيعي).

4-2-4- قياسات حقلية على قطع تجريبية تحت جهاز محاكاة المطر الصناعي (البخاخ المتنقل).

خامساً- الربط بين الطرائق المختلفة في حساب قابلية الترب للانجراف:

من خلال المقارنة بين النتائج الوصفية والعملية لمعامل قابلية التربة للانجراف كما يوضحه الجدولان (-41-) و(-42-).

4-1-الطرق الوصفية:

إن الكثير من الأبحاث اعتمدت في تقدير قابلية التربة للانجراف على المؤشرات المرتبطة بخصائص التربة التي تتحكم بإضعاف وبعثرة التجمعات (Rodriguez et al، 2006). وهذه المؤشرات هي مقاييس نسبية لقابلية التربة للانفصال ولا يمكن ان تنعكس على السلوك الحقلي للتربة في الاستجابة للهطول المطري والإدارة، ولكنها تثبت انها قابلة للتطبيق من أجل التنبؤ بمخاطر الانجراف لمجال واسع من الترب، وأهم هذه المؤشرات التي تمت دراستها هي:

4-1-1- مؤشر نسبة الطين (Clay Ratio (CR: (Bouyoucos، 1935)

يعطى مؤشر نسبة الطين حسب Bouyoucos (1935) بالعلاقة التالية:

$$CR = \frac{Sand_{\%}+Silt_{\%}}{Clay_{\%}} \qquad (3)$$

وتم حسابه بالاعتماد على التحليل الميكانيكي فقط.

وبين Singh & Khera (2008) في دراستهم لمؤشرات قابلية الترب للانجراف أنه هناك علاقة طردية بين فقد التربة طن/الهكتار ومؤشر نسبة الطين فيها **CR**، كما هو موضح بالمعادلة التالية:

$$\text{Soil Loss (t/ha)} = 0.03CR+1.09 \qquad (4)$$

4-1-2- مؤشرنسبة الطين المعدل (Modified Clay Ratio(MCR:

حسب Kumar (1995) يعطى مؤشر نسبة الطين المعدل بالمعادلة التالية:

$$\text{MCR} = \frac{\text{Sand}_{\%} + \text{Silt}_{\%}}{\text{Clay}_{\%} + \text{Organic Matter}_{\%}} \qquad (5)$$

وتم حسابه بالاعتماد على التحليل الميكانيكي وأدخلت المادة العضوية في هذا المؤشر لما لها من دور في تخفيف قابلية التربة للانجراف والتي تم حسابها للترب الثلاثة بطريقة الأكسدة.

وقد بين Singh & Khera (2008) في دراستهم لمؤشرات قابلية الترب للانجراف أن هناك علاقة طردية بين فقد التربة طن/الهكتار ومؤشر نسبة الطين المعدل فيها **MCR** وفق المعادلة التالية:

$$\text{Soil Loss (t/ha)} = 0.03\text{MCR}+1.07 \qquad (6)$$

4-1-3- مؤشرنسبة الرمل Sand Ratio (SR): (Bouyoucos، 1935)

يعطى بالعلاقة التالية (Lal. R; Elliot. W، 2000):

$$\text{SR} = \frac{\text{Sand}_{\%}}{\text{Silt}_{\%} + \text{Clay}_{\%}} \qquad (7)$$

فكلما زادت نسبة الرمل قلت القابلية للانجراف.

تم إيجاد قيمة هذا المؤشر بالاعتماد على التحليل الميكانيكي.

4-1-4- مؤشرنسبة التفكك Dispersion ratio: (Middleton، 1930)

إن نسبة تفكك التربة تعطى بالعلاقة التالية:

$$\text{DR}_{\%} = \frac{\text{Silt}_{\%} + \text{Clay}_{\%\text{[in undispersed soil]}}}{\text{Silt}_{\%} + \text{Clay}_{\%\text{[after dispersion of soil in water]}}} \times 100 \qquad (8)$$

حيث تم الاعتماد في حساب نسبة التفكك على كل من التحليلين الحبيبي والميكانيكي للتربة. وذلك بقسمة كمية (السلت+الطين)% بالتحليل الحبيبي بعد 20 دقيقة رج على كمية (السلت +الطين)% بالتحليل الميكانيكي ويضرب الناتج بـ 100.(فارس، 1992).

يزداد خطر انهيار بناء التجمعات الحبيبية كلما ارتفعت نسبة التفكك عن 15%، أما الترب ذات النسبة 15% وما دون فلا خوف على تدهور بنائها أو انجرافها المائي (فارس،1992).

4-1-5- مؤشر معامل التبعثر Dispersion Factor:

بالاعتماد على كل من التحليلين الحبيبي والميكانيكي فإن معامل التبعثر يعطى بالعلاقة التالية:

$$Df = \frac{A}{B} \times 100 \qquad (9)$$

حيث:

A: النسبة المئوية للطين المقدر بالتحليل الحبيبي (H2O).

B: النسبة المئوية للطين المقدر بالتحليل الميكانيكي (Calgon).

كلما كان معامل التبعثر عالياً قل ثبات التجمعات الدقيقة. ويساوي معامل تبعثر أجود نماذج التشرنوزوم 10% بينما يتراوح بين 60% – 80% في السولانتس Solonetz.(أبو نقطة،1986).

4-1-6- معامل البناء (Structure factor(SF:

يحدد معامل البناء، درجة ثبات التجمعات الترابية بالماء ويحسب من القانون التالي:

$$Sf = \frac{B - A}{B} \times 100 \qquad (10)$$

حيث:

A: النسبة المئوية للطين بالتحليل الحبيبي.

B: النسبة المئوية للطين بالتحليل الميكانيكي.

ومن الملاحظ أن معامل البناء يعاكس تماماً معامل التفريق بالتالي فإن مجموع المعاملين يساوي 100% لذلك يمكن حساب أحدهما بمجرد معرفة قيمة الآخر.

$$Sf + Df = 100\% \qquad (11)$$

تم إيجاد هذا المعامل من منحني المجموع للحبيبات المركبة حيث تم الحصول على منحني المجموع باستخدام الهيدروميتر، وذلك بوضع عينة التربة في مخبار الترسيب (اسطوانة سعة 1لتر) وإكماله بالماء وتغطيته بسدادة كاوتشوك لتحريكه يميناً يساراً بهدوء حتى نحصل على محلول متجانس، ثم تؤخذ قراءات للهيدروميتر عند الأزمنة: 6 ثوان– 46 ثانية – 4 دقائق – 2 ساعة، حيث تمثل هذه القراءات بعد تصحيحها تركيز لحبيبات ذات أقطار معينة يمكن بواسطتها رسم المنحني التراكمي للحبيبات المركبة غير المفرقة ومنها نعرف النسبة المئوية للحبيبات ذات الأقطار الأكبر من 0.25مم والأقل من 0.25مم. (المشهدي وآخرون، 1984).

$$\text{معامل البناء} = \frac{\text{النسبة المئوية للحبيبات ذات الأقطار الأكبر من0.25مم}}{\text{النسبة المئوية للحبيبات ذات الأقطار الأصغر من 0.25مم}} \times 100$$

(عبد الرزاق عمر وعايد الجابر،1998)

4-1-7- مؤشر درجة التجمع Degree of Aggregation:

$$DA = \frac{a - b}{c} \times 100 \qquad (12)$$

a: % لأقطار الحبيبات الأكبر من 0.05مم (الرمل) في التحليل الحبيبي.

b: % لأقطار الحبيبات الأكبر من 0.05مم (الرمل) في التحليل الميكانيكي.

c: % لأقطار الحبيبات الأقل من 0.05مم بالتحليل الميكانيكي.

(عبد الرزاق عمر وعايد الجابر،1998).

4-1-8- مؤشر حالة التجمع State of Aggregation:

تعبر عن نسبة الحبيبات المركبة الموجودة في التربة والثابتة ضد القوى الميكانيكية وتحسب من القانون التالي:

$$SA = A * DA/100 \qquad (13)$$

حيث:

A%: للحبيبات ذات القطر الفعال الأكبر من0.05مم (الرمل) في التحليل الحبيبي.

DA: درجة التجمع.

(زين العابدين، 1974).

4-1-9- مؤشر ثباتية التجمعات الترابية بالماء الراكد Water Aggregates Stability (WAS_1):

تتم هذه العملية على مرحلتين:

المرحلة الأولى: بعد وزن 1000غ من التربة الجافة هوائياً دون تهديمها، تم فصلها إلى تجمعاتها الحبيبية، وذلك باستخدام مجموعة المناخل المختلفة الأقطار (0.25-0.5-1-2-5-10)ملم المركبة على الهزاز الكهربائي، كما يظهر لنا في الشكلين (-2-) و(-3-). وبعدها تم تحديد النسبة المئوية للتجمعات الترابية المفصولة من وزن كل مجموعة موجودة على كل منخل وقسمتها على وزن التربة الجاف هوائياً. كماهو مبين في الجدول (-15-) والشكل(-4-).

المرحلة الثانية: تم حساب نسبة التجمعات الترابية الثابتة في الماء الراكد كما يلي:

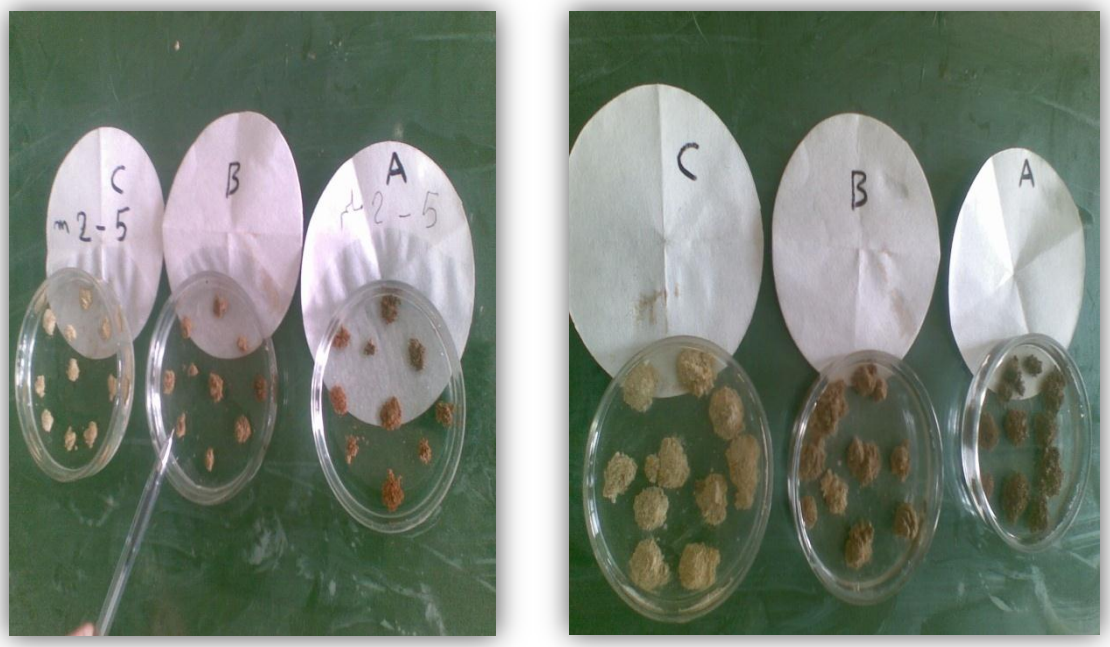
يوضع في طبق زجاجي كمية من الماء المقطر بسماكة حوالي 2.5سم، وبعدها أضيف إلى كل طبق 20 حبة (مجمعة) من كل مجموعة من المجموعات السابقة التي تم فصلها بعيدة عن بعضها البعض وتركت عشرين دقيقة الشكل (-5-)، حسب بعدها عدد التجمعات الترابية الثابتة (وهي التي احتفظت بشكلها ولم تتفتت حتى ولو انتفخت) مع العلم أن هذه التجمعات يجب أن لاتتفتت إذا حركت بلطف بواسطة قضيب زجاجي. (أبو نقطة، 1986).

الشكل (-2-) و(-3-) المناخل المركبة على الهزاز الميكانيكي لفصل التربة لتجمعاتها الحبيبية.

الشكل (-4-) التجمعات الحبيبية بعد فصلها مرتبة حسب تدرج أقطار المناخل.

النسبة المئوية للتجمعات الثابتة في الماء الراكد = $\frac{\text{عدد المجمعات الثابتة}}{\text{عدد المجمعات المأخوذة للتحليل}} * 100$

الشكل (–5–) شكل التجمعات الترابية المفصولة بعد وضعها بالماء الراكد.



4–1–10– مؤشر ثباتية التجمعات الترابية بالماء(Water Aggregates Stability) (WAS)

بالاعتماد على التحليل الحبيبي(منحني المجموع):

حيث يمثل هذا المؤشر النسبة المئوية للحبيبات المركبة غير المفرقة التي أقطارها أكبر من 0.25 ملم والتي تظهر في المخطط رقم (–4–) واضحة. (عبد الرزاق عمر وعايد الجابر،1998).

4–1–11– مؤشر المتوسط الوزني للأقطار Mean Weight Diameter (MWD):

قال Igwe (1995) بأنه يمكن تقدير MWD بطريقة Van Bavel التي تستخدم العلاقة التالية:

$$\mathrm{MWD} = \sum_{i=1}^{n} \overline{x_i} \,.\, w_i$$

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \overline{x_i} \,.\, w_i = x_1 w_1 + x_2 w_2 + \cdots + x_n w_n \qquad (14)$$

حيث:

n: عدد المجموعات الحجمية.

i: المجموعة الحجمية (i).

X_i: متوسط قطر وحدات المجموعة (i).

W: وزن المجموعة الحجمية (i).

تقسم المجموعات الحجمية المفصولة إلى سبع مجموعات (n=7) متوسط أقطارها ووزنها موضح في الجدول (-2-):

الجدول (-2-) المجموعات الحجمية المفصولة ومتوسط أقطارها

المجموعة	وزن المجموعة غ			متوسط قطر المجموعة مم
	تربة كلية الزراعة	تربة اللاذقية	تربة صافيتا	
الأولى	55	100	150	12.5 (على أساس أن هذه العينة نفذت من منخل قطر15ملم واستقرت على منخل قطره 10ملم)
الثانية	152	130	184	7.5
الثالثة	299	215.9	246.7	3.5
الرابعة	197	168.7	166.7	1.5
الخامسة	140	142	138	0.75
السادسة	91	114.9	71.9	0.375
السابعة	66	128	42	0.125

ثم يحسب MWD بالملمتر بقسمته على وزن التربة الجافة هوائياً.

4-1-12- مؤشر المتوسط الهندسي للأقطار (D_G) Geometric Mean Diameter:

حسب Torri (1997) فإنه يمكن التنبؤ في معامل قابلية التربة للانجراف باستخدام مجموعة من البيانات العالمية:

$$D_G = \sum fi \log 10\ (d_i . d_{i-1})^{1/2} \qquad (15)$$

D_G: اللوغاريتم العشري للمتوسط الهندسي للأقطار.

f_i: جزء الحبيبات الأولية الواقع حجمها بين d_i و d_{i-1} (معبراً عن الحجم بـ مم).

d_i: الحد العام لقطر المجموعة الحبيبية.

d_{i-1}: الحد الأدنى لقطر المجموعة الحبيبية.

بعد حساب هذا المؤشر يتم ادخاله في المعادلة التالية ومن ثم حساب قيمة معامل قابلية التربة للانجراف.

$$K = 0.0293(0.65 - DG + 0.24DG^2).exp[(-0.0021(OM/C) - 0.00037(OM/C)^2 - 4.02C + 1.72C^2)] \quad (16)$$

4-2- الطرق العملية:

4-2-1-المعادلات الرياضية: (Wischmeier *et al*، 1971)

وهي مقدمة بشكل رياضي كما يلي:

$$K = 2.8 \times 10^{-7} M^{1.14}(12 - a) + 0.0043(b - 2) + 0.0033(c - 3) \quad (17)$$

K: معامل قابلية التربة للانجراف.

M: (%السلت + % الرمل الناعم جداً)(100- % للطين).

a: % للمادة العضوية.

b: رمز لبناء التربة ويساوي:

1 بالنسبة للحبيبات الناعمة جداً.

2 بالنسبة للحبيبات الناعمة.

3 بالنسبة للحبيبات المتوسطة أو الخشنة.

4 بالنسبة للحبيبات الكتلية المسطحة أو المتراصة.

ملاحظة:

الترب الثلاث منقولة والبناء متهدم ومعظم حبيبات المقطع أصبحت ناعمة أما نفاذية المقطع فتم قياسها بطريقة حقلية تعتمد على سرعة نفاذ الماء الموجود في اسطوانة تم إدخالها 5سم في التربة (Yu، 2000) والشكل(-6-) يوضح طريقة قياس النفاذية بالحقل.

وبالاعتماد على القانون التالي الذي يقيس سرعة حركة الماء في التربة حددت النفاذية.

$$V = {}^{L}/_{ST} \qquad (18)$$

V: سرعة حركة الماء بالتربة سم/سا.

L: حجم الماء المتسرب سم^3.

S: المساحة التي يمر منها الماء سم^2 .

T: الزمن سا.

من المعلوم أن نفاذية التربة تتناسب عكساً مع درجة تبعثر التربة.

C: صف النفاذية للمقطع وتؤخذ قيمه من الجدول التالي:

الجدول (-3-) صف النفاذية لمقطع التربة

صف النفاذية	سريع	متوسط إلى سريع	متوسط	بطيء إلى سريع	بطيء	بطيء جدًا
قيمة c	1	2	3	4	5	6

الشكل (-6-) قياس النفاذية في الحقل للترب الثلاثة.

4-2-2- المخططات (مخطط ويشمير):

وهي الطريقة المفضلة لتحديد قيم المعامل K (Goldmanetal *et al*، 1986).

وتعتمد على المخطط (-2-) الذي يمكن بواسطته حساب قيمة المعامل K، فبعد حساب النسبة المئوية للمادة العضوية للترب الثلاثة تم حساب نسبة السلت + الرمل الناعم جداً باستخدام المنحني التراكمي للنسب المئوية للمجموعات الميكانيكية، بالإضافة للنفاذية والبنية ونسبة الرمل.

4-2-3- قياسات حقلية على قطع تجربية تحت ظروف المطر الطبيعي.

يفضل الباحثون قياس قابلية التربة للانجراف تحت ظروف الحقل وبالاعتماد على المعادلة العالمية لفقد التربة USLE كما حددها العالمان Weschmeier and Smith (1978) والتي تعطى بالعلاقة التالية:

$$A = R.K.LS.C.P \qquad (19)$$

حيث:

A المعدل السنوي لفقد التربة (ميغا غرام/هكتار.سنة)

R معامل قدرة الهاطل المطري على الجرف $R = E.I_{30}$

(ميغا جول.ملم/ هكتار.ساعة.سنة)

ويساوي حاصل ضرب الطاقة الحركية للعاصفة المطرية E بمتوسط شدة أقوى عاصفة مطرية تدوم 30 دقيقة متتابعة دون انقطاع I_{30} (عادة متوسط هذا المعامل يؤخذ لعامين).

$$E = 0.119 + 0.0873 \log_{10} i \qquad (20)$$

حيث:

E الطاقة الحركية (ميغا جول . مم / هكتار)

i شدة الهطول المطري (مم/ سا).

لاقى هذا المؤشر قبولاً واسعاً على مستوى العالم بعد أن طبق في الولايات المتحدة الأمريكية واستخدم كعامل حت في المعادلة العالمية لانجراف التربة (USLE) Universal Soil Loss Equation.

K معامل قابلية التربة للانجراف بالماء Factor of Soil Erodibility لتربة معينة محروثة في اتجاه المنحدر غير مزروعة fallow، ولم تجر لها أعمال صيانة، وذات ميل 9% وطول 22.1 متر وتقدر بـ (ميغاغرام.هكتار.ساعة/هكتار.ميغا جول.مم).

L طول المنحدر.

S شدة انحدار المنحدر.

يحسب L إما من الجداول أو المعادلة التالية:

$$\boldsymbol{L = \left[{}^{\boldsymbol{L}}/_{\mathbf{22.1}} \right]^{m}} \qquad (\mathbf{21})$$

حيث m هي

0.2 من أجل S أقل من 1%.

0.3 من أجل S أقل من 1-3%.

0.4 من أجل S بين 3.5- 4.5%.

0.5 من أجل S أكبر أو يساوي من 5%.

وعلى هذا فإن قيمة L في تجربتنا تساوي 0.3

ويحسب S من المعادلة التالية:

$$S = 3.0(\sin a)^{0.8} + 0.56 \qquad (22)$$

وذلك لأن طول التجربة أقل من 4 متر.

وعلى هذا فإن قيمة S في التجربة الحالية تساوي 1

فتكون قيمة المعامل LS = 0.3

C: إدارة الغطاء النباتي.

في حال إراحة مستمرة للأرض دون زراعة وفي ظروف الحراثة النظيفة بدون مخلفات نباتية فإن قيمة C =1 .

- P: عامل منشآت الصيانة. (مثلاً عمل خطوط كونتور لتخفيض الانجراف يعطي P= 0.5).

<u>وصف التجربة الحقلية</u>:

تم حساب قابلية التربة للانجراف للترب الثلاثة بالاعتماد على الفقد المباشر للتربة حقلياً تحت تأثير العواصف المطرية الطبيعية، ويبين الشكل (-7-) الأحواض الثلاثة المجهزة لاستقبال العواصف المطرية:

الشكل (-7-) الأحواض الثلاثة بالحقل قبل تعرض الترب فيها للعواصف المطرية.

خطوات العمل:

1) أحضرت الترب اللازمة للدراسة من عدة محافظات في القطر (دمشق- اللاذقية- طرطوس) ما يقارب 450كغ لكل تربة. وذلك من مناطق انحدار9% والانجراف فيها واضح، مع العلم أن التربة سطحية ومأخوذة على عمق من 0-20سم.
2) تم توفير المعلومات المناخية الخاصة بموقع كل تربة مدروسة لعشرين سنة من خدمات الأرصاد الجوية بالمنطقة لاختيار شدات ملائمة عند تطبيق تجارب محاكاة المطر.
3) جهزت حفرة في الموقع المدروس بأبعاد (125x125x125) سم^3، وتم تدعيم جدرانها بالبلوك والبيتون.
4) بنيت ثلاثة أحواض من البلوك والبيتون على جوانب الحفرة بأبعاد (200x100)سم^2 لكل حوض وارتفاع 40سم، كما هو موضح في الشكل (-7-).
5) حدد عمق الأحواض بـ 20سم، من أجل ضبط ميل التربة عند وضعها في الأحواض.
6) دعمت الأحواض الثلاث بمجاري حديدية تم قصها ولحمها بشكل مثلثي بميل ثابت لكل مجرى.

7) وضعت ثلاثة براميل من البلاستيك سعة 60 لتر في قاع الحفرة ووجه كل برميل على كل مجرى معدني وذلك لتجميع الجريانات السطحية والتربة التي ستفقد من كل حوض بتأثير العواصف المطرية على الأحواض الثلاثة.

8) أضيفت الترب الثلاث إلى الأحواض بارتفاع 20سم وتم حراثتها طولاً وعرضاً وتسويتها وتنعيمها وتوحيد ميلها.

وبعد كل عاصفة مطرية تم تسجيل البيانات التالية:

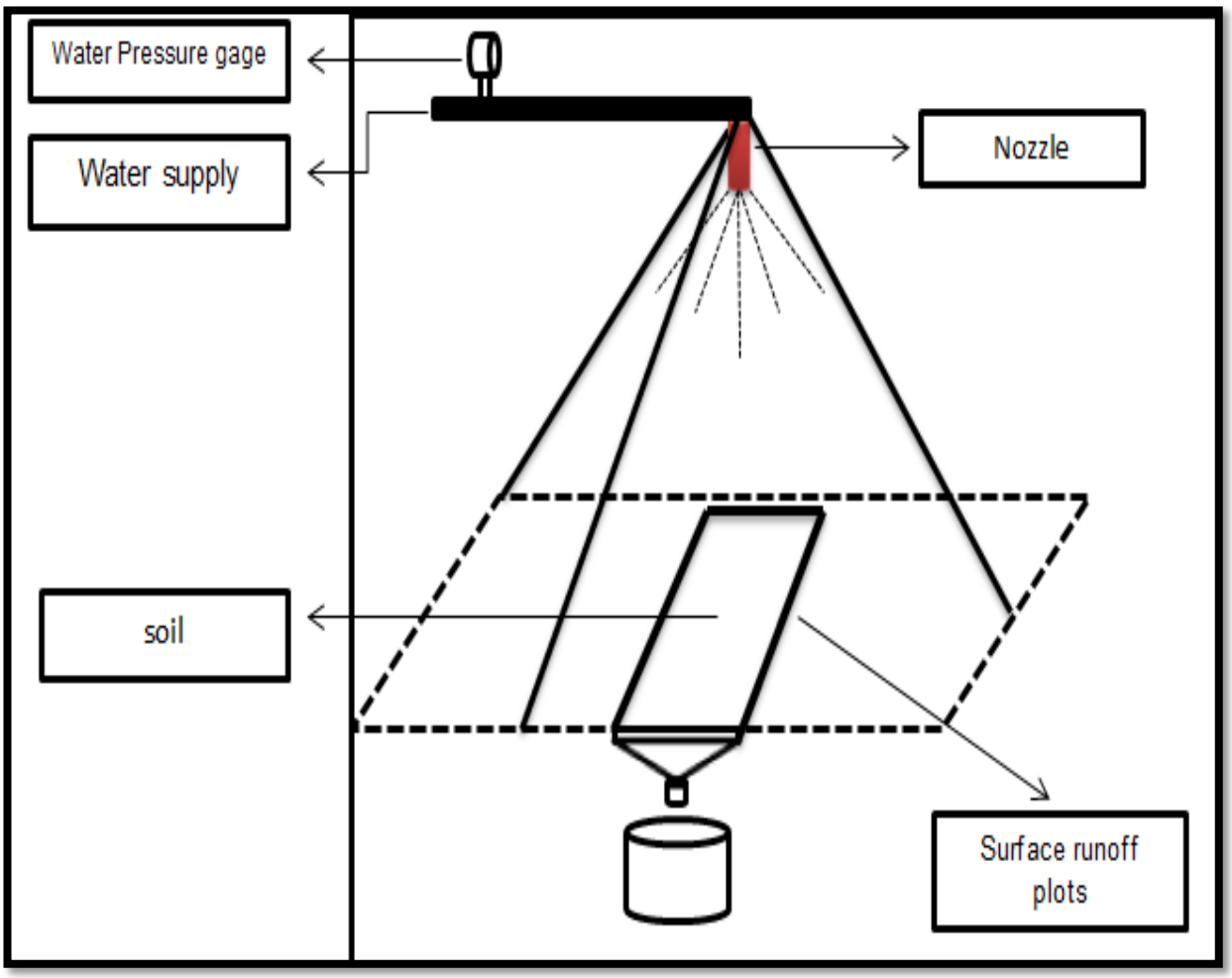
تاريخ العاصفة– مدة العاصفة– شدة العاصفة– الهطول المطري– معامل الهطول المطري– كمية الجريان السطحي– كمية الرشح– كمية التربة المنجرفة من الأحواض بتأثير كل عاصفة.

4-2-4- قياسات حقلية على قطع تجربية تحت جهاز محاكاة المطر الصناعي (البخاخ المتنقل):

استخدم جهاز مطري متنقل تم تصنيعه محلياً، يتميز بسهولة نقله من مكان لآخر وقدرته على المحاكاة المطرية، وهو مناسب للتجارب المطرية على قطع 2×1م^2 محمول على ثلاث قواعد معدنية متحركة بطول ثلاثة أمتار ونصف، يعطي شدة مطرية تقدر بـ 20 مم/سا، عند ضغط مطبق 2,8 بار، بقطر دائري 3م، وارتفاع 3م فوق القطعة التجريبية.

تم تعريض الترب الثلاث الموجودة بالأحواض، لخمس عواصف مطرية متتالية، شدتها 20مم/سا، المدة بين كل عاصفة والأخرى عشرة أيام في جو صيفي. والشكلين (-8-) و(-9-) يبينان طريقة تركيب البخاخ المتنقل هندسياً، ووضعه الطبيعي في الحقل.

الشكل (-8-) الشكل الهندسي للبخاخ المتنقل فوق حوض واحد.



الشكل(9– أ) الوضع الطبيعي للبخاخ المتنقل في الحقل

الشكل (9–ب) رأس البخاخ المتنقل

الفصـــــل الرابع

النتائــج والمناقشـــــــة Results and Discussion:

أولاً : نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية للترب:

يبين الجدول (-4-) نتائج التحليل الحبيبي للترب المدروسة، يلاحظ ارتفاع نسبة الرمل في الترب الثلاث وانخفاض نسبة السلت والطين فيها بالمقارنة مع التحليل الميكانيكي.

الجدول (-4-) نتائج التحليل الحبيبي للترب الثلاث.

التربة المدروسة	رمل %	سلت %	طين %
كلية الزراعة	85	12.5	2.5
اللاذقية	75	15	10
صافيتا	55	30	15

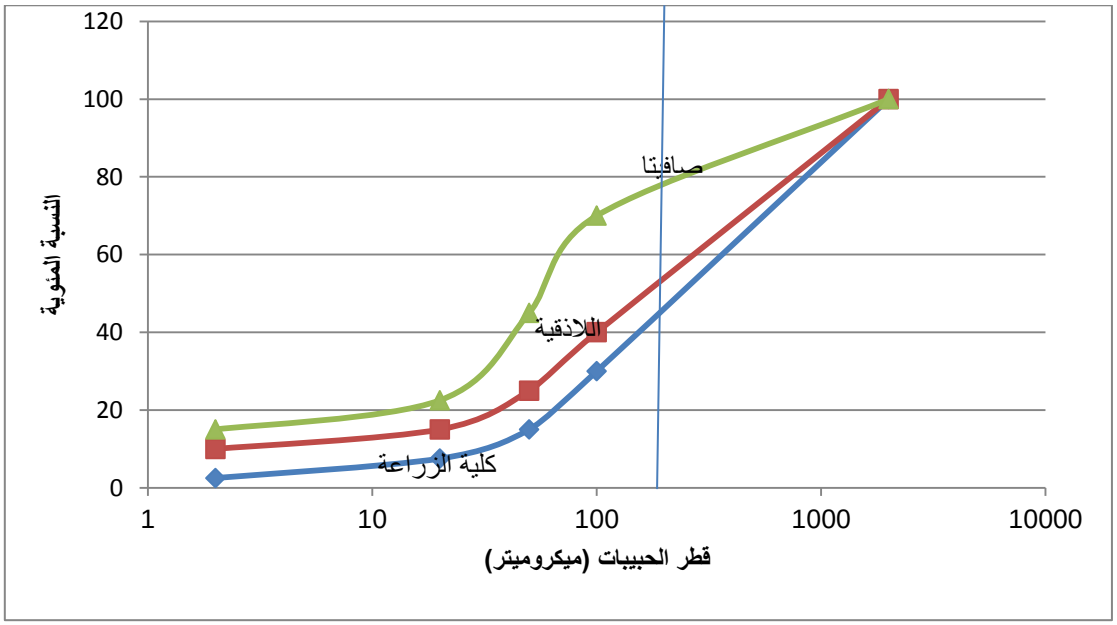
ويبين الجدول رقم (-5-) نتائج التحليل الميكانيكي للترب والنسب المئوية للمجموعات الميكانيكية.

الجدول(-5-) نتائج التحليل الميكانيكي للترب الثلاث.

التربة المدروسة	رمل %	سلت %	طين %	نسيج التربة
كلية الزراعة	50	25	25	لومي طيني رملي
اللاذقية	30	25	45	طيني
صافيتا	5	35	60	طيني

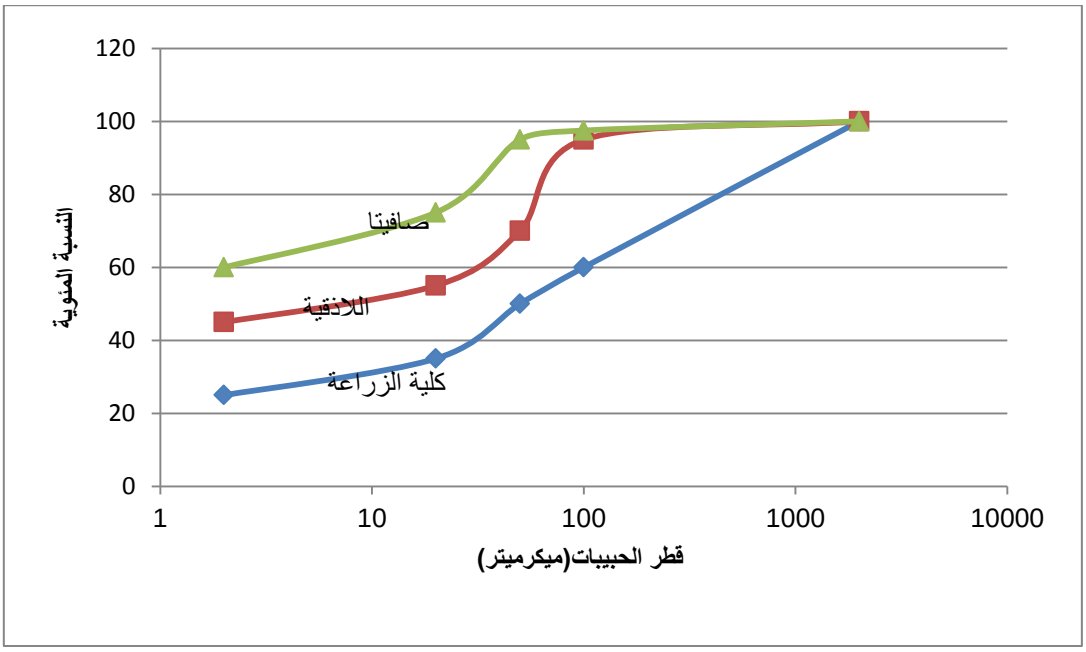
يوضح المخطط (-4-) منحني المجموع للحبيبات المركبة غير المفرقة (تحليل حبيبي).

مخطط (-4-) منحني المجموع للحبيبات المركبة غير المفرقة.



ويبين المخطط (5) منحني المجموع للحبيبات المفرقة بالتحليل الميكانيكي.

مخطط (-5-) منحني المجموع للحبيبات المفرقة(تحليل ميكانيكي).



بمقارنة المخططين (-4-) و(-5-) يلاحظ ارتفاع مفاجئ في نسبة السلت والطين بالتحليل الميكانيكي مقارنة مع النسبة نفسها بالتحليل الحبيبي للترب الثلاث، يعزى ذلك إلى استخدام المادة المفرقة بالتحليل الميكانيكي وزيادة زمن التفريق عنه بالتحليل الحبيبي، الأمر الذي أدى إلى تهدم التجمعات الحبيبية (سلت +طين)، ولنفس السبب انخفضت نسبة الرمل بالتحليل الميكانيكي وارتفعت بالتحليل الحبيبي.

كما يلاحظ من المخطط (-5-) أن نسبة الرمل الناعم جداً (50-100 ميكروميتر) في تربة اللاذقية تبلغ 25% وفي تربة كلية الزراعة 10% وفي تربة صافيتا تبلغ 2.5%.

يلاحظ من المخطط (-5-) سيادة الحبيبات الناعمة في التربة صافيتا (السلت والطين)، مما يكسبها سطح نوعي كبير يزيد من قدرة التربة على مسك الماء، وهذا ما يفسر انخفاض النفاذية في هذه التربة مقارنة مع تربتي كلية الزراعة واللاذقية، كما أن سيادة الجزء الناعم في التربة صافيتا يؤدي إلى سيادة خواص الانكماش والتمدد والليونة والتماسك على العكس من تربة كلية الزراعة.

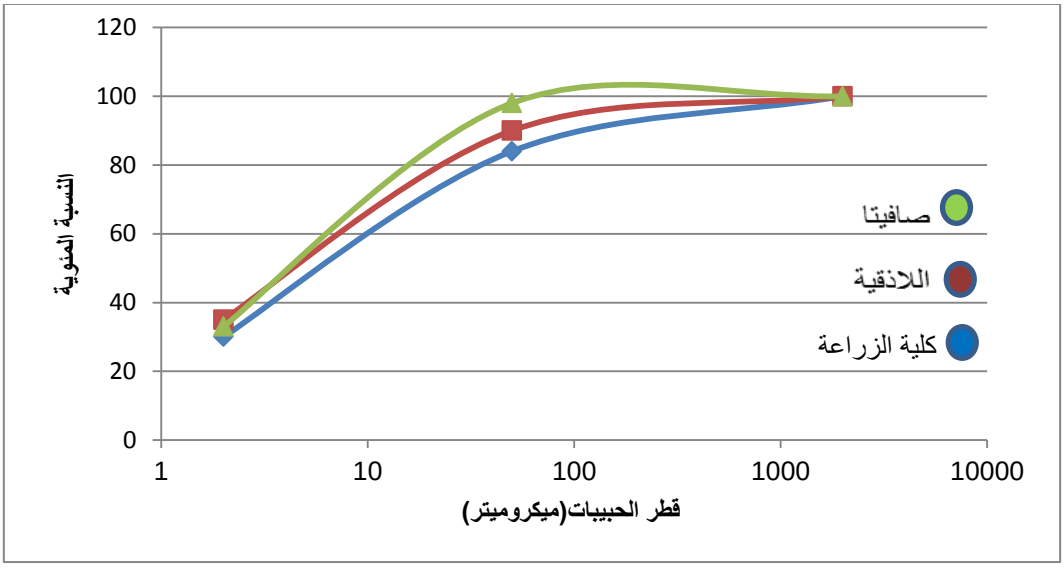
نتائج التحليل الميكانيكي للترب الثلاث المنجرفة في الأحواض:

يبين الجدول (-6-) نتائج التحليل الميكانيكي للترب التي انجرفت بالأحواض الثلاثة.

الجدول (-6-) التحليل الميكانيكي للترب المترسبة في الأحواض بعد انجرافها.

التربة المدروسة	رمل%	سلت%	طين%
كلية الزراعة	16	54	30
اللاذقية	10	55	35
صافيتا	2	65	33

المخطط (-6-) التحليل الميكانيكي للترب المنجرفة بالأحواض.



بمقارنة المخططين (-5-) و(-6-) نجد أن أقطار الحبيبات المنجرفة للترب الثلاث، هي بحدود السلت والرمل الناعم جداً، وهذا يتوافق مع Hjulstrom (1935).

أما في تربة كلية الزراعة لوحظ انجراف كامل لحبيبات الطين، أما تربتي اللاذقية وصافيتا فلم يلاحظ انجراف كامل لهاتين المجموعتين.

التحاليل الكيميائية للترب الثلاث:

يبين الجدول (–7–) نتائج التحاليل الكيميائية للترب المدروسة.

الجدول (–7–) التحاليل الكيميائية للترب الثلاثة.

التربة المدروسة	pH	EC ds/m	$CaCO_3$ %	المادة العضوية %	Na^+ غ100/م.م (5:1)	HCO_3^{--} غ100/م.م (5:1)
كلية الزراعة	7.72	1.9	54.6	2.1	0.18	1.57
اللاذقية	7.06	0.76	66.2	1.016	0.25	1.36
صافيتا	7.92	0.69	75.5	0.571	0.31	2.01

نلاحظ من الجدول (–7–) ارتفاع نسبة المادة العضوية في تربة كلية الزراعة بسبب وجود بقايا بعض المخلفات النباتية إضافة إلى نسبة جيدة من كربونات الكالسيوم التي تعمل كمواد لاحمة مما يكسب التربة قابلية إنجراف أقل.

ثانياً: استنتاج قيمة معامل قابلية التربة للانجراف بالاعتماد على الجداول التي تربط المادة العضوية والنسيج مع قابلية الترب للانجراف المائي:

بالاعتماد على الجدول رقم (–1–) لحساب قيمة معامل قابلية التربة للانجراف نجد أن تربة كلية الزراعة أكثر قابلية للانجراف وتليها تربة صافيتا وبعدها تربة اللاذقية، كما هو مبيين في الجدول رقم (–8–).

الجدول (-8-) قيمة K المستنتجة من الجدول رقم (-1-) للترب الثلاث.

التربة المدروسة	نسيج التربة	المادة العضوية %	المعامل K
كلية الزراعة	لومي طيني رملي	2.10	0.25
اللاذقية	طيني	1.016	0.13
صافيتا	طيني	0.571	0.15

إن قيمة المعامل K المستنتجة في الجدول لا تأخذ بعين الاعتبار بنية التربة والنفاذية مما أعطى تربة كلية الزراعة قابلية انجراف عالية، ولو أدخلت بنية التربة والنفاذية لوجدنا تربة كلية الزراعة أقل الترب المدروسة قابلية للانجراف وتربة صافيتا أعلى الترب قابلية للانجراف (مخطط ويشمير، 1971).

ثالثاً : قياس خصائص التربة الفيزيائية (مؤشرات قابلية التربة للانجراف):

3-1-مؤشر نسبة الطين Clay Ratio (CR):

يبين الجدول (-9-) قيم هذا المؤشر للترب المدروسة ومن المعادلة (-4-) نجد أن كلما زاد مؤشر نسبة الطين CR يزداد الانجراف، وعلى هذا فإن تربة كلية الزراعة تعتبر أكثر قابلية للانجراف ثم تربة اللاذقية تليها تربة صافيتا.

الجدول (-9-) قيم مؤشر نسبة الطين (CR) للترب المدروسة.

التربة المدروسة	نسيج التربة	مؤشر نسبة الطين
كلية الزراعة	لومي طيني رملي	3
اللاذقية	طيني	1.22
صافيتا	طيني	0.66

3-2- مؤشر نسبة الطين المعدل Modified Clay Ratio (MCR):

يبين الجدول (-10-) قيم مؤشر نسبة الطين المعدل للترب الثلاث.

الجدول (-10-) قيم المؤشر /MCR/ لأنواع الترب المدروسة:

التربة المدروسة	نسيج التربة	مؤشر نسبة الطين المعدل
كلية الزراعة	لومي طيني رملي	2.76
اللاذقية	طيني	1.19
صافيتا	طيني	0.66

بالاعتماد على الجدول (-10-) والمعادلة (6) نجد أن تربة كلية الزراعة بقيت أكثر قابلية للانجراف من تربتي اللاذقية وصافيتا، على الرغم من إدخال نسبة المادة العضوية في هذا المؤشر، إن ارتفاع نسبة المادة العضوية في تربة كلية الزراعة أدى إلى انخفاض قيمة المعامل **MCR** بشكل ملحوظ وهذا يؤكد أهمية المادة العضوية في تخفيض قابلية التربة للانجراف، أما في تربة اللاذقية وتربة صافيتا فلم يكن لإدخال المادة العضوية فروق واضحة يعزى ذلك لارتفاع **نسبة الطين** في كليهما. وعلى هذا المؤشر فإن قابلية التربة للانجراف تكون في تربة كلية الزراعة أعلى بسبب طبيعتها اللومية.

3-3- مؤشر نسبة الرمل Sand Ratio (SR):

المبدأ في هذا المؤشر أنه كلما كانت نسبة الرمل عالية في التربة انخفضت القابلية للانجراف نظراً لثقل حبيبات الرمل، يبين الجدول (-11-) قيمة هذا المؤشر للترب المدروسة.

التربة المدروسة	نسيج التربة	نسبة الرمل
كلية الزراعة	لومي طيني رملي	1
اللاذقية	طيني	0.42
صافيتا	طيني	0.05

اعتماداًعلى هذا المؤشر، فإن قابلية التربة للانجراف تكون في تربة صافيتا أعلى مما عليه في تربة اللاذقية وتربة كلية الزراعة.

3-4- مؤشر نسبة التبعثر Dispersion ratio:

يبين الجدول (-12-) نتائج حساب نسبة التبعثر للترب المدروسة وكما هو موضح فإن الترب الثلاث قابلة للانجراف وأكثرها قابلية للانجراف هي تربة صافيتا ثم تربة اللاذقية ثم تربة كلية الزراعة.

الجدول (-12-) نسبة التبعثر للترب الثلاث

التربة المدروسة	نسبة التبعثر	طبيعة التربة من حيث قابليتها للانجراف
كلية الزراعة	%30	منجرفة
اللاذقية	%35.7	منجرفة
صافيتا	%47.3	منجرفة

وقد وافق هذا التسلسل من حيث القابلية للانجراف للترب الثلاث، نتائج حساب قابلية الانجراف المعتمدة على المطر الطبيعي والمحاكاة المطرية، الجدول (41) و(42)، لذا يعتبر مؤشر نسبة التبعثر من المؤشرات الهامة جداً في توصيف قابلية الترب للانجراف المائي، هذا يتوافق مع Tian (1964) و Middleton (1932).

3-5- مؤشر معامل التبعثر Dispersion Factor:

يبين الجدول (-13-) معامل التبعثر للترب المدروسة ومعامل البناء المعاكس تماماً لمعامل التبعثر.

الجدول (-13-) معامل التبعثر ومعامل البناء للترب المدروسة.

التربة المدروسة	معامل التبعثر	معامل البناء
كلية الزراعة	%10	%90
اللاذقية	%23	% 77
صافيتا	%75	%25

إن قيمة معامل التبعثر في تربة كلية الزراعة (10%) يشير إلى أنها غير منجرفة، فكلما كانت قيمة معامل التبعثر عالية قل ثبات التجمعات الدقيقة كما هو ملاحظ في تربة صافيتا. كما يلاحظ ضعف شديد في معامل البناء بتربة صافيتا مقارنة مع تربة اللاذقية وتربة كلية الزراعة. إن انحفاض نسبة الطين وارتفاع نسبة المادة العضوية في تربة كلية الزراعة، لعب دوراً كبير في خفض قيمة معامل التبعثر لها، مما أكسبها مقاومة أكبر للانجراف من تربتي اللاذقية وصافيتا.

3-7- مؤشر حالة التجمع State of Aggregation:

بالاعتماد على المعادلة (13) يبين الجدول (-14-) حالة تجمع الترب المدروسة.

الجدول (-14-) حالة التجمع للترب الثلاث المدروسة.

التربة المدروسة	حالة التجمع
كلية الزراعة	%59.5
اللاذقية	%48
صافيتا	%28.6

وفق هذا المؤشر يلاحظ ارتفاع حالة التجمع في تربة كلية الزراعة مقارنة مع تربة اللاذقية تليها تربة صافيتا.

إن ارتفاع حالة التجمع في تربة كلية الزراعة يجعلها أكثر مقاومة للانجراف من تربتي اللاذقية وصافيتا، إن انخفاض حالة التجمع في تربة صافيتا يعود لضعف قوى الربط بين هذه التجمعات (نسبة المادة العضوية مثلاً) وهذا يبدو واضحاً عند دراسة ثباتية التجمعات الترابية في الماء والماء الراكد، إذ أنها سرعان ما تتفتت لحبيبات أقل من 0.25مم بعد وضعها بالأطباق المملوئة بماء راكد، الجدول (-17-) و (-18-).

3-8- مؤشر درجة التجمع Degree of Aggregation:

بالاعتماد على المعادلة (12) فإن الجدول (-15-) يبين درجة التجمع للترب الثلاث.

الجدول(-15-) درجة التجمع للترب الثلاث المدروسة.

التربة المدروسة	درجة التجمع %
كلية الزراعة	70
اللاذقية	64
صافيتا	52

تدل درجة التجمع على كمية التجمعات الثابتة في التربة، بالتالي كلما زادت قيمتها دل ذلك على ارتفاع مقاومة تجمعات التربة للتهدم بالماء، كما هو ملاحظ في تربة صافيتا انخفاض قيمة هذا المؤشر تليها تربة اللاذقية ثم تربة كلية الزراعة. يدل ارتفاع درجة التجمع في تربة كلية الزراعة على أنها أكثر مقاومة للانجراف من تربتي اللاذقية وصافيتا.

3-9- مؤشر ثباتية التجمعات الترابية بالماء (Water Stability of Aggregates (WAS:

يبين الجدول (-16-) النسبة المئوية للتجمعات الترابية المفصولة باستخدام المناخل.

الجدول (16): النسبة المئوية للتجمعات الترابية المفصولة باستخدام المناخل.

قطر التجمعات الجافة هوائياً (مم)	10<	10-5	5-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25>
التربة المدروسة	النسبة المئوية من وزن التربة الجافة هوائياً						
كلية الزراعة	5.5	15.2	29.9	19.7	14	9.1	6.6
اللاذقية	10	13	21.59	16.87	14.25	11.49	12.8
صافيتا	15	18.4	24.67	16.67	13.8	7.19	4.27

يبين الجدول (-17-) النسبة المئوية للتجمعات الثابتة، بعد وضع المفصولات في الأطباق البترية المملوئة بالماء الراكد.

الجدول (-17-) النسبة المئوية للتجمعات الثابتة في الماء الراكد التي أقطارها أكبر من 0.25ملم.

التربة المدروسة	النسبة المئوية للمجمعات الثابتة في الماء الراكد والتي أقطارها أكبر من 0.25مم WAS_1
كلية الزراعة	%85
اللاذقية	%60
صافيتا	%30

نلاحظ من الجدول (-17-) أن تربة كلية الزراعة تملك أكبر نسبة تجمعات ثابتة مما يجعلها أقل قابلية للانجراف من تربتي اللاذقية وصافيتا.

إن التجمعات الترابية في ترب كلية الزراعة تقريباً تفتت كلها مباشرةً بعد وضعها بالماء الراكد، لكنها بقيت محافظة على شكلها ولم تتفتت لأقطار أقل من 0.25مم (ثبات حقيقي)، بينما التجمعات الترابية في ترب اللاذقية عند وضعها بالماء الراكد لم تحافظ على شكلها وتفتت معظمها لأقطار أقل من 0.25مم. أما بالنسبة لترب صافيتا كل التجمعات تفتت لأقطار أقل من 0.25مم، ولم تحافظ على شكلها.

إذ أن سيادة التحبب الدقيق في ترب صافيتا يؤدي إلى تماسك التربة وتكوين القشور على سطحها عند حراثتها، مما يخفض من نفاذيتها، ويسرع البخر، الأمر الذي يؤدي إكسابها قابلية انجراف أعلى من التربة اللاذقية تليها ترب كلية الزراعة.

ويبين الجدول رقم (-18-) قيمة مؤشر ثباتية التجمعات الترابية بالماء اعتماداً على التحليل الحبيبي (منحني المجموع) المخطط رقم (-4-).

الجدول (-18-) ثباتية التجمعات الترابية بالماء

التربة المدروسة	النسبة المئوية للتجمعات الترابية التي أقطارها أكبر من 0.25مم WAS
كلية الزراعة	%58
اللاذقية	%47
صافيتا	%22

نلاحظ انخفاض ثباتية التجمعات الترابية للترب الثلاثة بطريقة التحليل الحبيبي (منحني المجموع) مقارنة مع ثباتيتها في الماء الراكد، لأن الماء المتحرك (الرج والاهتزاز) يزيد من نسبة تفكك التجمعات الترابية إلى وحدات أدق. ربما التجمعات الترابية في ترب صافيتا بالتجاذب الكهربائي فقط فهي غير ثابتة.

نلاحظ من الجدولين (-17-) و(-18-) أن نسبة الحبيبات الأكبر من 0.25مم أغلبها في ترب كلية الزراعة تليها ترب اللاذقية ثم ترب صافيتا.

3-10- مؤشر المتوسط الوزني للأقطار Mean Weight Diameter (MWD):

يبين الجدول (-19-) المتوسط الوزني لأقطار المفصولات للترب الثلاث المدروسة المنخولة وهي جافة هوائياً.

الجدول(-19-) المتوسط الوزني لأقطار المفصولات (نخل جاف).

التربة المدروسة	المتوسط الوزني لأقطار المفصولات (نخل جاف)مم
كلية الزراعة	3.3
اللاذقية	3.4
صافيتا	4.5

3-11- مؤشر المتوسط الهندسي للأقطار Geometric Mean Diameter(D_G):

توضح الجداول (-20-21-22-) المتوسط الهندسي للأقطار للترب الثلاث المدروسة.

الجدول (-20-) يمثل المتوسط الهندسي لأقطار الحبيبات لتربة كلية الزراعة.

تربة كلية الزراعة					
صف النسيج	f_1	d_i مم	d_{i-1} مم	$(d_i.d_{i-1})$	$f_1 \log_{10}(d_i.d_{i-1})^{1/2}$
طين	0.25	0.002	0.00005	0.0000001	-0.87
سلت	0.25	0.05	0.002	0.0001	-0.5
رمل	0.50	2	0.05	0.1	-0.25
D_G					Σ = -1.62

الجدول (−21−) المتوسط الهندسي لأقطار الحبيبات لتربة اللاذقية.

تربة اللاذقية					
صف النسيج	f_1	d_i مم	d_{i-1} مم	$(d_i.d_{i-1})$	$f_1 \log_{10}(d_i.d_{i-1})^{1/2}$
طين	0.45	0.002	0.00005	0.0000001	− 1.575
سلت	0.25	0.05	0.002	0.0001	− 0.5
رمل	0.30	2	0.05	0.1	− 0.15
D_G					Σ = −2.225

الجدول (−22−) المتوسط الهندسي لأقطار الحبيبات لتربة صافيتا.

تربة صافيتا					
صف النسيج	f_1	d_i مم	d_{i-1} مم	$(d_i.d_{i-1})$	$f_1 \log_{10}(d_i.d_{i-1})^{1/2}$
طين	0.60	0.002	0.00005	0.0000001	− 2.1
سلت	0.35	0.05	0.002	0.0001	−0.7
رمل	0.5	2	0.05	0.1	− 0.25
D_G					Σ = −3.05

D_G اللوغاريتم العشري للمتوسط الهندسي للأقطار.

f_i جزء الحبيبات الأولية الواقع حجمها بين d_i و d_{i-1} (معبراً عن الحجم بـ مم).

d_i الحد الأعلى لقطر المجموعة الحبيبية.

d_{i-1} الحد الأدنى لقطر المجموعة الحبيبية.

إن قيمة المؤشر المدروس ترتبط مع معامل قابلية التربة للانجراف بالمعادلة (16) وبتعويض قيمة هذا المؤشر بالعلاقة نحسب قيمة K كما هو موضح بالجدول رقم (−23−).

عملياً تربة تحتوي على 100% طين لها $\mathbf{D_G}$= −3.5

بينما تربة تحتوي على 100% رمل لها $\mathbf{D_G}$= −0.5

والتربة الطينية منجرفة أكثر من الرملية أي نقصان قيمة هذا المؤشر المطلقة تدل على قابلية انجراف أقل.

الجدول (−23−) معامل قابلية التربة للانجراف للترب الثلاث بالاعتماد على المتوسط الهندسي D_G.

التربة المدروسة	معامل قابلية التربة للانجراف K
كلية الزراعة	0.033
اللاذقية	0.027
صافيتا	0.028

من الملاحظ أن تربة صافيتا هي أكثر قابلية للانجراف ثم تربة اللاذقية ثم تربة كلية الزراعة وبعد الحساب يتضح ذلك.

المبدأ في هذا المؤشر: هو انجراف الحبيبات حسب (حجوم حبيباتها) أقطارها.

وهي الأقطار التي بحدود السلت والرمل الناعم 100−50 مكرون.

حيث أن وزن حبيبة التربة = كتلة الحبيبة × التسارع بالجاذبية الأرضية.

3-2- **الطرق العملية**:

3-2-1-المعادلات الرياضية:

تم حساب معامل قابلية التربة للانجراف استناداً إلى معادلة ويشمير حيث يدخل القوام والبناء والمادة العضوية والنفاذية في حسابها وهي:

$$K = 2.8 \times 10^{-7} M^{1.14}(12 - a) + 0.0043(b - 2) + 0.0033(c - 3)$$

الجدول (-24-) يمثل قيم البناء والنفاذية للترب الثلاث.

التربة المدروسة	البناء	النفاذية
كلية الزراعة	2	3
اللاذقية	2	3
صافيتا	2	6

التربة منقولة مقلوبة منعمة(البناء حبيبي مفتت).

الجدول (-25-) قيمة معامل قابلية التربة للانجراف باستخدام معادلة ويشمير للترب المدروسة.

التربة المدروسة	معامل قابلية التربة للانجراف(K)
كلية الزراعة	0.022
اللاذقية	0.025
صافيتا	0.032

3-2-2- المخططات (مخطط ويشمير):

تم توقيع النتائج المعروضة في الجدول (-26-) في مخطط ويشمير (-2-).

ويبين لنا الجدول (-27-) قيمة معامل قابلية التربة للانجراف للترب الثلاثة باستخدام مخطط ويشمير.

الجدول (-26-) المدخلات اللازمة لحساب قيمة K في مخطط ويشمير.

التربة المدروسة	النفاذية	السلت + الرمل الناعم جداً%	الرمل%	المادة عضوية%	البناء
كلية الزراعة	3	35	50	2.10	1
اللاذقية	3	50	30	1.01	1
صافيتا	6	37	5	0.570	1

الجدول (-27-) يمثل قيمة معامل قابلية الترب للانجراف باستخدام مخطط ويشمير.

التربة المدروسة	معامل قابلية التربة للانجراف
كلية الزراعة	0.17
اللاذقية	0.16
صافيتا	0.37

نلاحظ من هذا الجدول أن قابلية تربة صافيتا للانجراف أعلى من تربة كلية الزراعة تليها تربة اللاذقية.

3-2-3- القياسات الحقلية على القطع التجريبية تحت ظروف المطر الطبيعي.

(Weschmeier et Smith, 1978)

$$A = R.K.LS.C.P$$

تربة كلية الزراعة:

الجدول (-28-) قيمة معامل قابلية تربة كلية الزراعة للانجراف لعدة عواصف مطرية طبيعية.

تاريخ العاصفة	الشدة المطرية مم/سا	LS	$R=E.I_{30}$	A	$K_A=A/R.LS$
17/11/2010	7.9	0.300	1.559	0.009354	0.020
20/10/2010	0.8	0.300	-----	-------	--------
1/1/2011	0.7	0.300	-----	-------	--------
17/1/2011	1.9	0.300	-----	-------	--------
26/1/2011	0.9	0.300	-----	-------	--------
31/1/2011	3.2	0.300	0.521	0.0037512	0.024
3/2/2011	3.8	0.300	0.644	0.0042504	0.021
16/2/2011	1.7	0.300	-----	------	--------
7/3/2011	1.3	0.300	-----	------	--------
3/4/2011	1.4	0.300	-----	------	--------
28/4/2011	13.5	0.300	2.938	0.0185094	0.021

من الجدول (28) نجد أنه عندما تقل الشدة المطرية عن 3.2 مم/سا، لايحدث أي انجراف للترب وعند شدات مطرية أعلى من 3.2 مم/سا، يبدأ الانجراف بحدوده الدنيا. والسبب هو أن معدل الجريان السطحي معدوم، (معدل التسرب أعلى من معدل الجريان)، إضافةً إلى أن هذه الشدة المطرية غير كافية لإشباع الطبقة السطحية للتربة بالماء. لأن الانجراف يبدأ عندما يكون معدل الجريان أعلى من معدل التسرب. كما يلاحظ ثبات في قيمة K تقريباً عند مختلف الشدات، لأنه بزيادة الشدة المطرية يزداد الانجراف بالتالي تبقى قيمة K ثابتة.

<u>تربة اللاذقية:</u>

الجدول (–29–) قيمة معامل قابلية التربة للانجراف لتربة اللاذقية لعدة عواصف مطرية طبيعية

تاريخ العاصفة	الشدة المطرية مم/سا	LS	$R=E.I_{30}$	A	$K_B=A/R.LS$
17/11/2010	7.9	0.300	1.559	0.0130956	0.028
20/10/2010	0.8	0.300	---	---	---
1/1/2011	0.7	0.300	---	----	---
17 /1/2011	1.9	0.300	---	----	----
26/1/2011	0.9	0.300	---	----	----
31/1/2011	3.2	0.300	0.521	0.0045327	0.029
3/2/2011	3.8	0.300	0.644	0.0052164	0.027
16/2/2011	1.7	0.300	---	---	----
7/3/2011	1.3	0.300	---	---	----
3/4/2011	1.4	0.300	---	---	----
28/4/2011	13.5	0.300	2.938	0.0246792	0.028

تربة صافيتا:

الجدول (–30–) قيمة معامل قابلية التربة للانجراف لتربة صافيتا لعدة عواصف مطرية طبيعية.

تاريخ العاصفة	الشدة المطرية مم/سا	LS	$R=E.I_{30}$	A	$K_C=A/R.LS$
17/11/2010	7.9	0.300	1.559	0.0163695	0.035
20/10/2010	0.8	0.300	–––	–––	–––
1/1/2011	0.7	0.300	–––	–––	–––
17/1/2011	1.9	0.300	–––	–––	–––
26/1/2011	0.9	0.300	–––	–––	–––
31/1/2011	3.2	0.300	0.521	0.0053142	0.034
3/2/2011	3.8	0.300	0.644	0.006762	0.035
16/2/2011	1.7	0.300	–––	–––	–––
7/3/2011	1.3	0.300	–––	–––	–––
3/4/2011	1.4	0.300	–––	–––	–––
28/4/2011	13.5	0.300	2.938	0.030849	0.035

تبين الجداول (28) و(29) و(30) ارتفاع قيمة معامل قابلية التربة للانجراف في تربة صافيتا مقارنة مع تربة اللاذقية ثم تربة كلية الزراعة.

2-2-4- قياسات حقلية على قطع تجربية تحت جهاز محاكاة المطر الصناعي (البخاخ المتنقل):

تبين الجداول (31-32-33-34-35-36-37-38-39-40) نتائج العواصف المطرية الصناعية الثابتة الشدة 20مم/سا، المطبقة على الترب الثلاث وقيمة معامل قابلية التربة للانجراف المحسوبة لكل تربة، وبالمقارنة بين نتائج قيم معامل قابلية التربة للانجراف في ظروف المطر الطبيعي والمطر الصناعي، نجد أن قيمة K في تجارب المطر الصناعي ضعف قيمتها في المطر الطبيعي، السبب هو زيادة سرعة قطرات المطر الصناعي التي تفوق سرعة قطرات المطر الطبيعي. لذلك تضرب قيمة K في تجارب المحاكاة بالمعامل (0.563). وهذا يتوافق مع (Chen, 1995).

الجدول (-31-) العاصفة المطرية الصناعية الأولى المطبقة على الترب الثلاث.

العاصفة المطرية الأولى 2011/6/15				
التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	الجريان السطحي مل	الرشح مل	فقد التربة غ/م^2
كلية الزراعة	20	9000	29000	26.8
اللاذقية	20	13000	25000	42.8
صافيتا	20	16000	22000	54

الجدول (-32-) قيمة K المستنتجة من العاصفة الصناعية الأولى على الترب الثلاث.

التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	A	R = E. I_{30}	LS	K=A/R.LS
كلية الزراعة	20	0.13	9.3	0.3	0.048
اللاذقية	20	0.214	9.3	0.3	0.077
صافيتا	20	0.27	9.3	0.3	0.096

الجدول (-33-) العاصفة المطرية الصناعية الثانية المطبقة على الترب الثلاث.

العاصفة المطرية الثانية 2011/6/30				
التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	الجريان السطحي مل	الرشح مل	فقد التربة غ/م^2
كلية الزراعة	20	9800	28200	32
اللاذقية	20	13900	24100	44
صافيتا	20	16500	21500	58

الجدول (-34-) قيمة K المستنتجة من العاصفة الصناعية الثانية على الترب الثلاث.

التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	A	$R = E.I_{30}$	LS	K=A/R.LS
كلية الزراعة	20	0.16	9.3	0.3	0.058
اللاذقية	20	0.22	9.3	0.3	0.08
صافيتا	20	0.29	9.3	0.3	0.103

الجدول (-35-) العاصفة المطرية الصناعية الثالثة المطبقة على الترب الثلاث.

العاصفة المطرية الثالثة 2011/7/15				
التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	الجريان السطحي مل	الرشح مل	فقد التربة غ/م^2
كلية الزراعة	20	10000	28000	27.9
اللاذقية	20	13800	24200	44.6
صافيتا	20	17000	21000	59

الجدول (-36-) قيمة K المستنتجة من العاصفة الصناعية الثالثة على الترب الثلاث.

التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	A	$R = E. I_{30}$	LS	K=A/R.LS
كلية الزراعة	20	0.139	9.3	0.3	0.050
اللاذقية	20	0.223	9.3	0.3	0.08
صافيتا	20	0.295	9.3	0.3	0.106

الجدول (-37-) العاصفة المطرية الصناعية الرابعة المطبقة على الترب الثلاث.

العاصفة المطرية الرابعة 2011/7/30				
التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	الجريان السطحي مل	الرشح مل	فقد التربة غ/م^2
كلية الزراعة	20	10000	28000	30
اللاذقية	20	14000	24000	45.6
صافيتا	20	17000	21000	53.4

الجدول (-38-) قيمة K المستنتجة من العاصفة الصناعية الرابعة على الترب الثلاث.

التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	A	$R = E. I_{30}$	LS	K=A/R.LS
كلية الزراعة	20	0.15	9.3	0.3	0.054
اللاذقية	20	0.228	9.3	0.3	0.082
صافيتا	20	0.267	9.3	0.3	0.096

الجدول (-39-) العاصفة المطرية الصناعية الخامسة المطبقة على الترب الثلاث.

العاصفة المطرية الخامسة 2011/8/15				
التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	الجريان السطحي مل	الرشح مل	فقد التربة غ/م^2
كلية الزراعة	20	10000	28000	29.4
اللاذقية	20	17000	21000	43.4
صافيتا	20	14000	24000	55.8

الجدول (-40-) قيمة K المستنتجة من العاصفة الصناعية الخامسة على الترب الثلاث.

التربة المدروسة	الشدة المطرية مم/سا	A	$R = E.I_{30}$	LS	K=A/R.LS
كلية الزراعة	20	0.147	9.3	0.3	0.053
اللاذقية	20	0.217	9.3	0.3	0.078
صافيتا	20	0.279	9.3	0.3	0.100

خامساً- الربط بين الطرائق المختلفة في حساب قابلية الترب للانجراف:

يبين الجدول (-41-) مقارنة نتائج قيم معامل قابلية التربة للانجراف بين الترب الثلاث وفق الطرق المتبعة أثناء الدراسة.

الجدول (-41-) مقارنة نتائج قيم معامل قابلية التربة للانجراف وفق طرق دراستها.

طرق الدراسة	المعامل K لتربة كلية الزراعة	المعامل K لتربة اللاذقية	المعامل K لتربة صافيتا
الجداول	0.018	0.010	0.011
المعادلات	0.022	0.025	0.027
المخططات	0.012	0.011	0.027
تجارب المطر الطبيعي	0.021	0.028	0.035
تجارب المحاكاة المطرية	0.029	0.044	0.056
مؤشر D_G	0.033	0.027	0.028
قيم K مقدرة بوحدات الجملة الدولية (ميغاغرام.هـ.سا/هـ.ميغا جول.مم)			

نلاحظ من الجدول (-41-) : اختلاف قيم معامل قابلية الترب للانجراف حسب طرق حسابه.

من خلال مقارنة قيم K بالاعتماد على الجداول يتبين أن تربة كلية الزراعة هي أعلى الترب قابلية للانجراف تأتي بعدها تربة صافيتا ثم تربة اللاذقية.

وتشير المعادلات إلى أن تربة صافيتا هي أكثر الترب قابلية للانجراف تأتي بعدها تربة اللاذقية ثم تربة كلية الزراعة.

أما المخططات فتدل أن تربة صافيتا هي أكثر الترب قابلية للانجراف تأتي بعدها تربة كلية الزراعة ثم تربة اللاذقية.

وحسب تجارب المطر الطبيعي فإن تربة صافيتا هي أكثر الترب قابلية للانجراف تأتي بعدها تربة اللاذقية ثم تربة كلية الزراعة.

عملياً أغلب الطرق تشير إلى أن تربة صافيتا هي أكثر الترب قابلية للانجراف. بسبب ضعف الثبات بين تجمعاتها الحبيبية على الغالب وانخفاض نسبة المادة العضوية في هذه التربة.

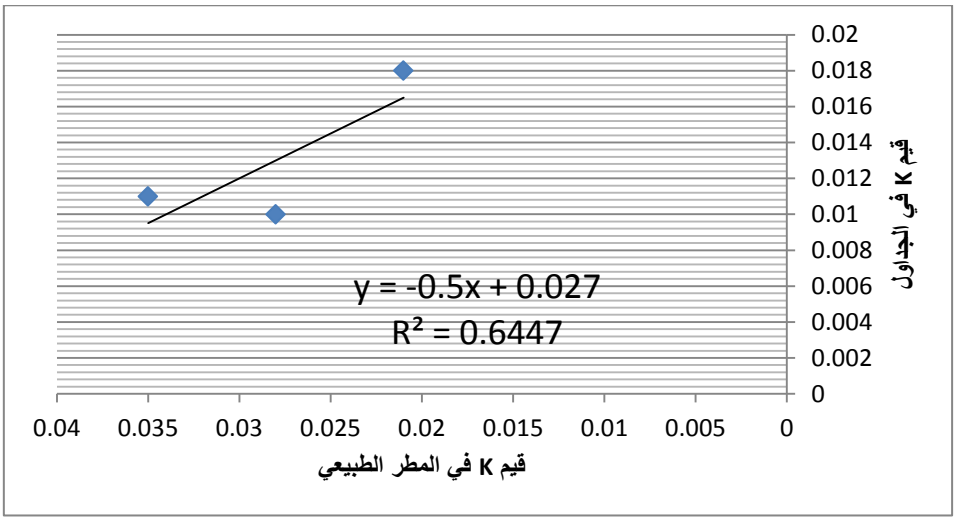
ودلت تجارب المحاكاة المطرية أن تربة صافيتا أيضاً هي أكثر الترب قابلية للانجراف وبعدها تأتي تربة اللاذقية ثم تربة كلية الزراعة.

أما حسب المعامل D_G فلا يبدو أنه يتفق مع الطرق السابقة، فقط يتفق مع تسلسل قابلية الانجراف باستخدام الجداول. فكلاهما يشيران إلى تربة كلية الزراعة أكثر الترب قابلية للانجراف وأن تربة اللاذقية هي الأقل في قابليتها للانجراف، السبب في ذلك هو اعتمادهما على النسيج والمادة العضوية فقط دون إدخال عامل النفاذية والبناء.

من الطبيعي أن تكون تربة صافيتا أكثر قابلية للانجراف من تربة اللاذقية وهذه أكثر قابلية للانجراف من تربة كلية الزراعة، فتربة صافيتا تتميز بانخفاض نسبة المادة العضوية وارتفاع نسبة السلت فيها، بالإضافة لارتفاع نسبة التبعثر ومعامل التبعثر وانحفاض قيمة معامل البناء وثباتية التجمعات الترابية بالماء وثباتية التجمعات بالماء الراكد، عدا عن هذا انخفاض درجة وحالة التجمع فيها، هذا يتوافق مع نتائج قيم قابلية التربة للانجراف حسب تجارب المطر الطبيعي وتجارب المحاكاة المطرية، أما تربة اللاذقية فتأتي بعد تربة صافيتا في قابليتها للانجراف ثم تربة كلية الزراعة التي تعتبر أقل الترب قابلية للانجراف والتي تتميز بخصائص معاكسة لتربة صافيتا.

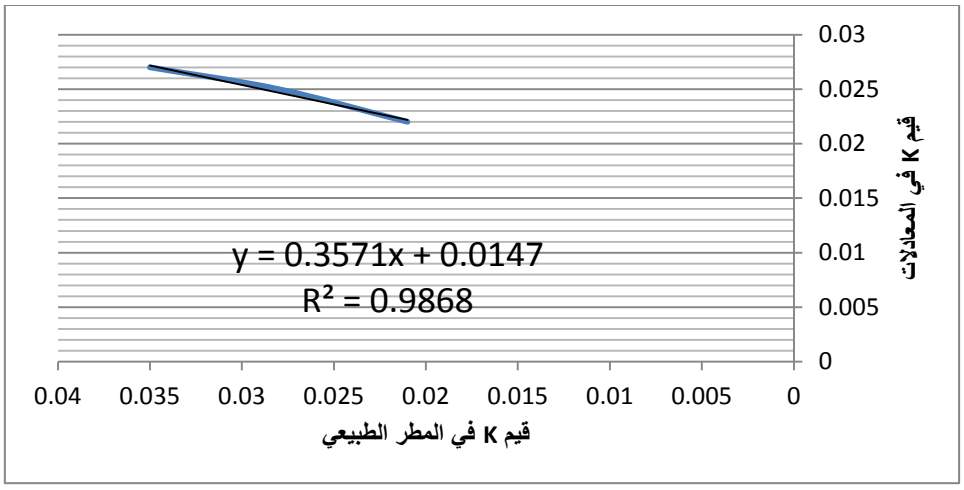
وتبين المخططات (-7-8-9-10-11-) مقارنة قيم k في ظروف المطر الطبيعي وطرق الدراسة الأخرى (الجداول- المعادلات- المخططات- تجارب المحاكاة المطرية- مؤشر D_G).

المخطط (–7–) مقارنة قيم K المحسوبة من الجداول والمطر الطبيعي



نلاحظ من المخطط (–7–) وجود ارتباط سلبي مقبول بين قيم K المحسوبة من الجداول وتلك المحسوبة من تجارب المطر الطبيعي (R^2=0.64)، وتشير معادلة الانحدار Y = - 0.5x + 0.027 إلى أنه يمكن استنتاج قيمة المعامل K دون الاعتماد على المطر الطبيعي في حال تم تعديل قيم K وفق هذه المعادلة. أما السبب في وجود اختلاف في قيم K وفق هاتين الطريقتين هو أن الجداول لاتأخذ بالحسبان تغير قيم K بتغير البناء والنفاذية.

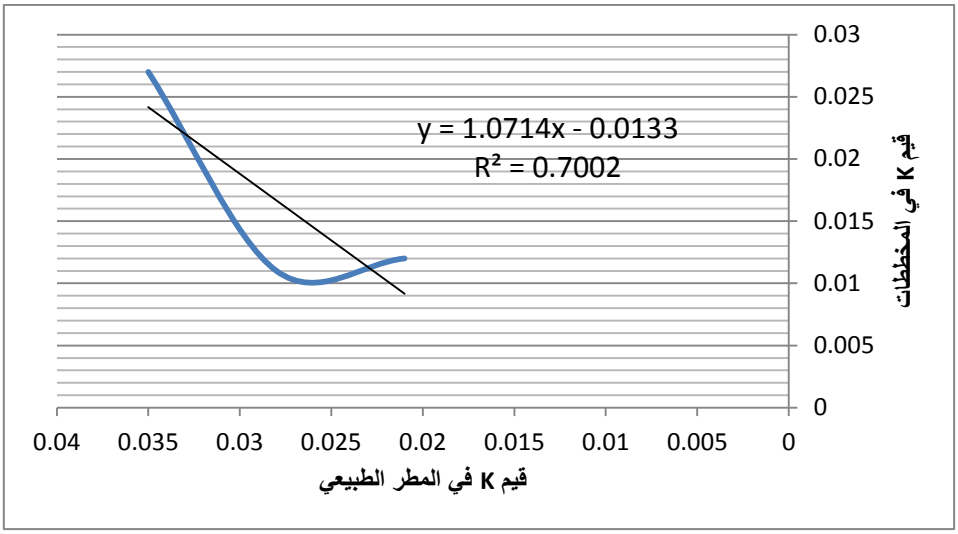
المخطط (–8–) مقارنة قيم K المحسوبة من المعادلات والمطر الطبيعي



وبمقارنة قيم K المحسوبة باستخدام المعادلات (ويشمير) وظروف المطر الطبيعي وفق مايبينه المخطط (8)، فإنه نجد علاقة ارتباط ايجابية قوية جداً بين هاتين الطريقتين (R^2=0.99). أي أن حساب قيمة K بالاعتماد على معادلة ويشمير تتميز بدقتها، هذا يتوافق مع (Weschmeier *et al.*, 1976)، حيث

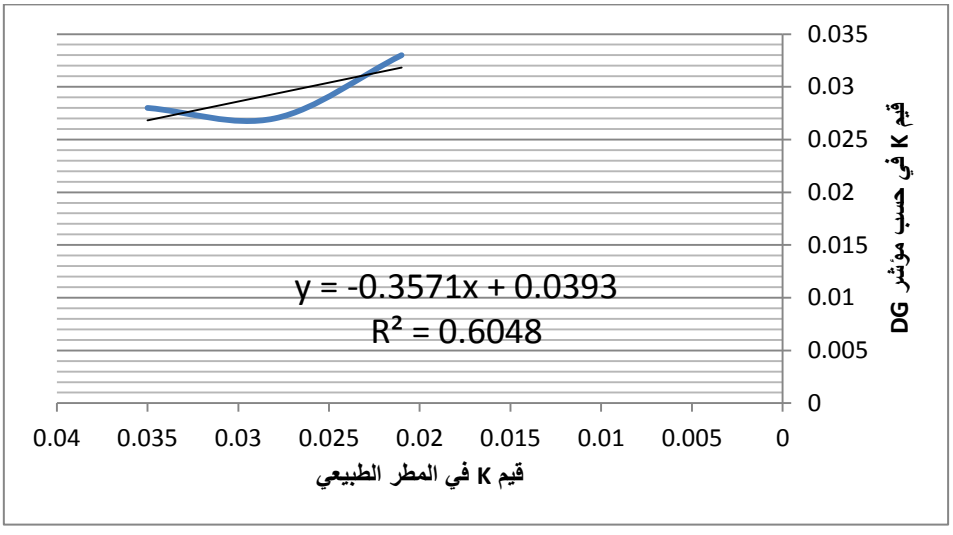
تتميز معادلة ويشمير بأنها تأخذ كل الاعتبارات التي تتغير قيم K وفقها. فقط يتم تعديل قيم K وفق معادلة الانحدار Y = 0.3571x + 0.0147، في حال لم تتوفر الإمكانية لحساب معامل قابلية التربة للانجراف في ظروف المطر الطبيعي.

المخطط (-9-) مقارنة قيم K المحسوبة من المخططات والمطر الطبيعي



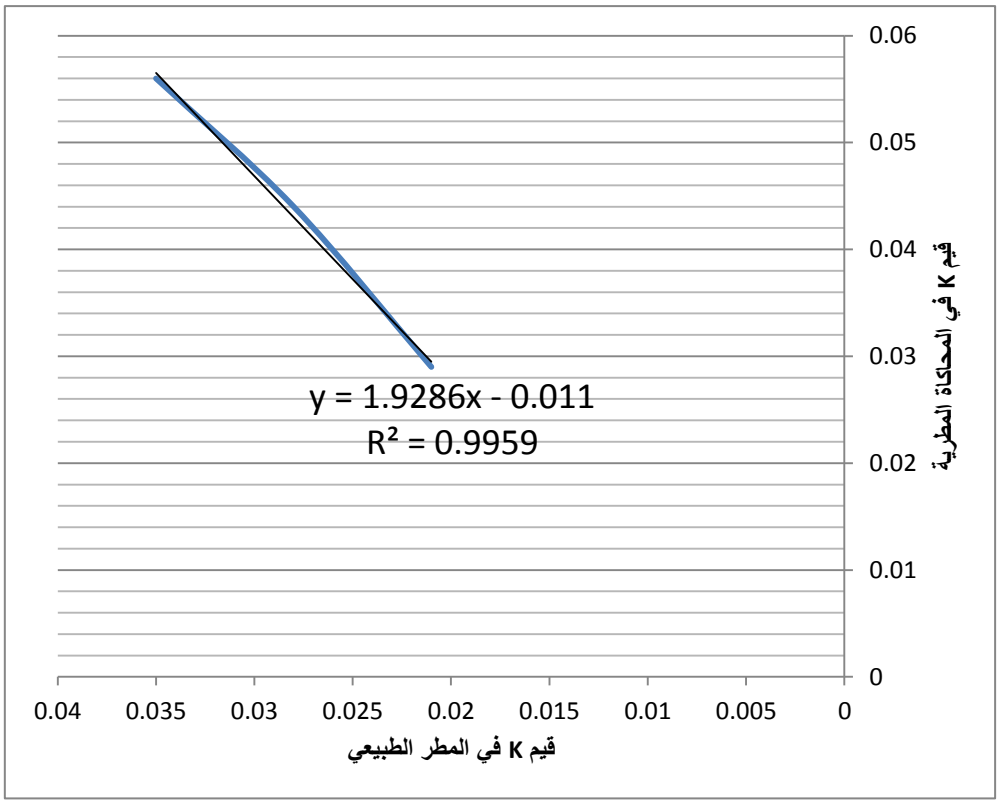
من المخطط (-9-) نلاحظ وجود علاقة ارتباط جيدة (R^2=0.7) بين قيم K المحسوبة من المخططات وتلك المقاسة في ظروف المطر الطبيعي ، وكما يبدو في معادلة الانحدار Y = 1.0714x - 0.0133 كيفية تغير قيم K باختلاف الطريقتين، لذا لابد من الأخذ بعين الاعتبار هذا التغير في حال اعتمد على المخططات فقط لحساب قيمة K.

المخطط (-10-) مقارنة قيم K المحسوبة وفق مؤشر D_G والمطر الطبيعي



أما طريقة حساب المعامل K بالاعتماد على المتوسط الهندسي للأقطار فلا تبدو جيدة، حيث يلاحظ من المخطط (-10-) وجود ارتباط سلبي بين قيم K في ظروف المطر الطبيعي والمحسوبة وفق المؤشر D_G، ربما لأن هذا المؤشر لايعتمد على النفاذية والبناء للتربة، مما يجعله أقل قابلية في التطبيق كمؤشر لحساب قيمة المعامل K. وهذا يتوافق مع (Dion Torri et al., 1997).

المخطط (-11-) مقارنة قيم K المحسوبة من المحاكاة المطرية والمطر الطبيعي



نلاحظ من المخطط (-11-) وجود علاقة ارتباط طردية قوية جداً بين قيم K المحسوبة تحت ظروف المطر الطبيعي وتلك المحسوبة تحت ظروف المحاكاة المطرية (R^2=0.99)، وهذا يؤكد أهمية استخدام المحاكاة المطرية في تحديد قيمة K. لكن تشير معادلة الانحدار Y = 1.9286x - 0.011 إلى أن قيمة K بالمحاكاة المطرية تساوي تقريباً ضعف قيمتها في ظروف المطر الطبيعي. وهذا يتوافق مع (Chen, 1995).

ويبين الجدول (-42-) نتائج حساب مؤشرات قابلية التربة للانجراف بالنسبة للترب الثلاث.

الجدول (-42-) قيم مؤشرات قابلية الانجراف للترب الثلاث المدروسة.

مؤشرات قابلية التربة للانجراف	تربة كلية الزراعة	تربة اللاذقية	تربة صافيتا
نسبة الطين	3	1.22	0.66
نسبة الطين المعدل	2.76	1.19	0.66
نسبة الرمل	1	0.42	0.05
نسبة التبعثر %	30	35.7	47.3
معامل التبعثر%	10	23	75
معامل البناء %	90	77	25
حالة التجمع %	59.5	48	28.6
درجة التجمع %	70	64	52
ثباتية التجمعات بالماء%	48	42	20
ثباتية التجمعات بالماء الراكد%	58	60	30
المتوسط الوزني للأقطارمم	3.3	3.4	4.5
المتوسط الهندسي للأقطار (D_G)	K_{DG}=0.033	K_{DG}=0.027	K_{DG}= 0.028

مقارنة نتائج حساب معامل قابلية الترب الثلاثة للانجراف مع المؤشرات الوصفية:

من خلال دراسة الارتباط بين مؤشرات قابلية الترب الثلاث للانجراف وقيم معامل قابلية التربة للانجراف في ظروف المطر الطبيعي، لوحظ أن بعض المؤشرات الوصفية أظهرت ارتباط ايجابياً مع القيم المحسوبة لمعامل قابلية التربة للانجراف في ظروف المطر الطبيعي، وبعض المؤشرات أظهرت ارتباط سلبي، ومن هذه المؤشرات:

نسبة الطين CR: لوحظ وجود علاقة عكسية بين قيم K في ظروف المطر الطبيعي وهذا المؤشر،(R^2=0.91). ومعادلة الانحدار Y = - 0.1671*CR +6.3067 وهذا لايتوافق مع Mbagwu (1986).

نسبة الطين المعدلة MCR: لوحظ وجود علاقة عكسية أيضاً بين قيم K في ظروف المطر الطبيعي وهذا المؤشر،(R^2=0.92). ومعادلة الانحدار Y = − 0.15*MCR +6.3067 وهذا يتوافق مع Schrma and Bhatia (2003).

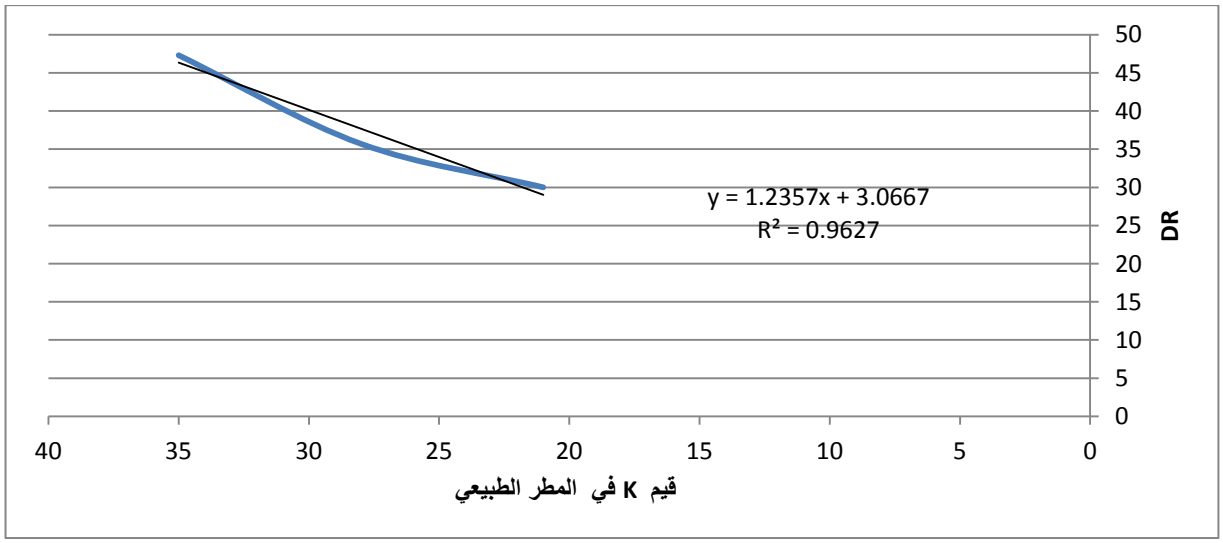
نسبة الرمل SR: لوحظ وجود علاقة عكسية بين نسبة الرمل والمعامل K (R^2=0.98) ومعادلة انحدار Y = − 0.067*SR +2.39 وهذا يتوافق مع ما قاله Bouyoucos (1935).

ثباتية التجمعات الترابية بالماء WAS : فمن الملاحظ في الترب الثلاث أنه كلما ذادت نسبة التجمعات الترابية الثابتة قل قيمة معامل قابلية الانجراف لها، علاقة ارتباط سلبية قوية جداً (R^2=0.90) وفق المعادلة Y = −2*WAS +92.667 وهذا يتوافق مع Bryan (1968).

ثباتية التجمعات الترابية بالماء الراكد WAS_1 : تبين وجود علاقة عكسية (R^2=0.60) وفق المعادلة $Y = -2*WAS_1 +105.33$.

نسبةالتبعثر DR: كما هو ملاحظ في الترب الثلاث كلما ارتفعت نسبة التفكك في التربة ازدادت قيمة معامل قابلية الانجراف (R^2=0.96)، وهذا يتوافق مع Middleton (1932)، ونفس الأمر بالنسبة لمعامل التبعثر. كما هو مبين في المخطط (−12−) الذي يوضح علاقة الارتباط ومعادلة خط الانحدار بين قيم k في المطر الطبيعي وقيم DR.

المخطط (−12−) علاقة الارتباط ومعادلة خط الانحدار بين قيم k في المطر الطبيعي وقيم DR.



.معامل البناء SF: لوحظ في الترب الثلاثة أنه بارتفاع قيمة هذا المعامل تنخفض قابلية التربة للانجراف وفق معادلة الانحدار $Y = -4.6429 * sf + 194$. أي علاقة عكسية ($R^2=0.89$) وهذا يتوافق مع Tian (1964).

معامل التبعثرDF: بالنسبة لهذا المؤشر وجدت علاقة طردية مع قيم K في ظروف المطر الطبيعي ($R^2=0.89$) ومعادلة انحدار $Y = 4.6429 * DF - 94$.

درجة التجمع DA: يلاحظ لهذا المؤشر دور تنبئي واضح للترب الثلاثة، لأنه كلما ازداد قيمة معامل قابلية التربة للانجراف انخفضت درجة التجمع في التربة، ($R^2=0.96$) علاقة عكسية، كما يظهر في معادلة الانحدار التالية: $Y = -1.2857 * DA + 98$. وهذا يوافق Tian (1964).

حالة التجمع SA: يدل هذا المؤشر أن قابلية التربة للانجراف تزداد كلما انخفضت حالة التجمع، ومن خلال دراسة الارتباط تبين وجودعلاقة عكسية مع قيم K في ظروف المطر الطبيعي ($R^2=0.98$) ومعادلة انحدار $Y = -2.2071 * SA + 107.17$.

المتوسط الوزني للأقطارMWD: وبدراسة العلاقة بين هذا المؤشر وقيم K في ظروف المطر الطبيعي وجدت علاقة عكسية($R^2=0.80$) ومعادلة انحدار $Y = -0.0857 * MWD + 1.3333$.

وعلى هذا فإن ترتيب المؤشرات بحسب قدرتها التنبؤية لقابلية الانجراف للترب الثلاث كالتالي:

SR> SA >DA> DR > MCR > CR > WSA >SF-DF >MWD> WSA_1 -DG

أي أن أعلى هذه المؤشرات ارتباط بمعامل قابلية التربة للانجراف هو المؤشر SR وأقلها قدرة تنبؤية هو المعامل WAS_1.

الاستنتاجات:

بالنسبة لطرق حساب المعامل K:

1- أظهرت الدراسة أن أفضل الطرق لحساب قيمة المعامل K مخبرياً هي طريقة معادلة ويشمر، وحقلياً طريقة المحاكاة المطرية.

2- الاعتماد على طريقة الجداول ومؤشر المتوسط الهندسي للأقطار DG التي تربط المادة العضوية والنسيج في حساب قيمة K غير مجدية لذا تستبعد هاتين الطريقتين.

3- من الممكن الاعتماد على طريقة مخطط ويشمر بنسبة 70% في حساب المعامل K.

4- لا يمكن الاعتماد كلياً على مؤشرات قابلية الانجراف في حساب المعامل K. لأنها لا تأخذ بعين الاعتبار كل العوامل التي تؤثر في قابلية التربة للانجراف. لكن من الممكن الاعتماد عليها كمؤشرات تنبؤية للتعرف على الترب المعرضة للانجراف المائي.

5- أفضل المؤشرات قدرة تنبؤية في الانجراف هو مؤشر نسبة الرمل وحالة التجمع ونسبة التبعثر ودرجة التجمع.

المقترحات

1- يفضل دورياً إعادة حساب قيمة معامل قابلية التربة للانجراف كل عامين، لاحتمال تغيره مع الزمن، بحكم الظروف المحيطة من مناخ ومواد لاحمة وغيرها، حتى لا نقول أن للتربة عدة قابليات للانجراف.

2- من أجل تقدم أكبر في مجال الصيانة ونتائج أكثر دقة في قيم معامل قابلية التربة للانجراف، يجب أن تستخدم القيمة الأكبر المتحصل عليها في الموقع.

3- في الأبحاث المستقبلية يفضل التركيز على الأبحاث المتعلقة بميكانيكية قابلية التربة للانجراف، لأنها مهملة في كثير من الدراسات.

4- لإعداد الخارطة التي تشمل قيم K لكل أنواع الترب السورية مستقبلاً، يفضل الاعتماد على معادلة ويشميرفي ذلك.

بعض التوصيات المرتبطة بتحسين مقاومة التربة للانجراف:

اختبار تربة:

يفضل زراعة المحاصيل التي تعطي تغطية أقل في الترب المقاومة للانجراف.

يفضل الترب غير مقاومة للانجراف (أكثر هشاشة) يفضل زراعة المحاصيل ذات التغطية الدائمة.

إبقاء سطح التربة خشن يخفض من قابلية التربة للانجراف.

عمل خطوط كونتور يخفض الجريان السطحي مما يقلل من قابلية الترب للانجراف المائي.

ضبط المادة العضوية الموجودة على سطح التربة:

من خلال حراثة المادة العضوية إلى داخل الأفق المحروث لإن تحسين مقداره 1% في المادة العضوية يخفف الانجراف بمقدار 5%. مثلاً يمكن تقديم المارل لتحسين مقاومة التربة لهجوم المطر.

المراجع References

المراجع العربية:

1. أبو نقطة، فلاح (1981). أساسيات الأراضي (الجزء النظري)، منشورات جامعة دمشق.
2. أبو نقطة، فلاح (1986). أساسيات الأراضي (الجزء العملي)، منشورا ت جامعة دمشق .
3. المشهدي عبده، عبد الحليم الدماطي، محمود فهمي(1984): التجارب العملية في أسس علم التربة، منشورات جامعة الملك سعود.
4. حبيب، حسن، عبد الرحمن السفرجلاني، عدنان غازي بطحة(2007): أسس علم التربة والجيولوجيا (الجزء العملي)، منشورات جامعة دمشق.
5. زين العابدين، أحمد (1974). اساسيات علم الاراضي، منشورات جامعة حلب.
6. عبد الرزاق عمر،عايد الجابر (1998). علم التربة (القسم العملي)، منشورات جامعة حلب.
7. فارس، فاروق (1992). أساسيات علم الأراضي، منشورات جامعة دمشق.

References:

1. Al-Toum S. M. M. (1997) Surface Erosion Study In The Granite Area Of Hulu Langat, Selangor, D. E., Malaysia, Unpubl. Ph. D. Thesis, UKM, Malaysia,439p.

2. Anikwe, M.A.N., C.N. Mbah, P.I. Ezeaku , V.N. Onyia.2006. Tillage and plasticmulch effects on soil properties and growth and yield of cocoyam (*Colocasiaesculenta*) on an ultisol in southeastern Nigeria. Soil & Tillage Research, *Inpress*. Available on line June 2006.

3. Bouyoucos G j, 1935. The clay ratio as a criterion of the susceptibility of soil sto erosion . j. Am. Soc. Agron., 27:738-741.

4. Bryan, R. B. (1968) Water Erosion by Splash and Wash and The of Albertan Soils, *Geogr. Ann.*, **56A** (3-4): 159-181.

5. Bu Zhaohong , Li Quanhying, 1994. preliminary stady on the method of soil erodibility mapping .Remote Sensing Technology and application ,9(4):22-27 .(Chinese).

6. Cai Chongfa, Ding Shuwen, 2000. Study of applying USLE and geographical Information System IDRISI to predict soil erosion in small watershed. Journal of soil and water conservation , 14(2): 19-24. (in Chinese)

7. Chen Minghua, Zhou Fujian, Lin Fuxing, 1995. Study on tha soil erodibility factor. Jornal of soil and water concervation. 9 (1): 19-24. (in chinese).

8. Dion, T., Jean, Poesen., Lorenzo, Borselli., 1997. Predictability and uncertainty of the soil Erodibility factor using a global dataset. Catena 31 (1-22).

9. Federal Department of Agricultural Land Resources (1985). The reconnaissance soilsurvey of Imo State, Nigeria (1:250,000). Soils Report. 133pp.

10. Free, G. R. (1952) Soil Movement by Raindrops, *Agr. Eng.*, **33**: 491-94..

11. Goldman, S. J., K. Jackson, and T. A. Bursztynsky. 1986. Erosion and Sediment Control Handbook. McGraw-Hill, New York.

12. Giovannini G, Vellejo R, Lucchesi S, 2001. Effects of land use and eventual fire on soil erodibility in dry Mediterranean conditions. Forest Ecology and Management, 147 (1): 15-23.

13. Gussak V B, 1946.A device for the rapid determination of Erodibility of soils and some results of its application. Abstract in Soil and Fertilizers, 10.

14. Henin, S., G. Mournier, and A. Combeau. 1958. Methode pour letud de la stabilite structural des sols. Anales AgronomiKues 1: 71-90.

15. Hjulström F. 1935. Studies on the morphological activity of rivers as illustrated by the river Fyries. Bull. Geo. Inst. Univ. Uppsala 25: 293-305 and 442-452.

16. Igwe, C.A., Akamigbo, F.O.R., Mbagwu, J.S.C. 1995. The use of some soilaggregate indices to assess potential soil loss in soils of southeastern Nigeria.Int. Agro-physics, 9:95-100.

17. Irvem, V. A., . 2010. Estimating spatial Distribution of soil loss over Seyhan Reyhan River Basin in Turkey. J. Hydrol., 336 (1-2): 30-

18. Khera, K.L. & M.S. Kahlon. 2005. Impact of land use patterns on soil erosion in sub-montane Punjab. Indian Journal of Soil Consevation 33:204-206.

19. Khumar, K., S.K. Tripathi & K.S.Bhatia. 1995. Erodibility characteristics of Rendhar watershed soils of Bundelkhand. Indian Jornal of Soil Conservation 23: 200 -204.

20. Kukal , S.S. & M. Kaur. 2003. Effect of land use on soil aggregation as an index of soil erosion in submontane Punjab. Indian Journal of Soil Consevation 31: 310-312.

21. Little, R.C, Milliken, G.A., Stroup, W.W., Wolfiager, R.C. 1996. SAS system formixed models. Statistical system Inc. Cary, North Carolina, USA. 633pp.

22. Liu Lianyou, Wang Jianhua, Li Xiaoyan et al., 1998. Determination of tha erodible particles on cultivated soils by wind tunnel sumilation . Chinese Science Bulletin, 43(15): 1663-1666. (in Chinese)

23. Liu. Baoyuan, Zhang Keli, Jiao Juying, 1999 . Soil erodibility and its use in soil erosion predication model. Jornal of Natural Resoreses, 14(4): 345-350. (in Chinese)

24. Mbagwu, J.S.C 1986. Erodibility of soils formed on a catenary toposequence in southeastern Nigeria as evaluated by different indexes. East Africa Agric For. 10J. 52 (2), 74-80.

25. Mbagwu. JSC., M.E.Obi . 2003. Land degradation, agricultural productivity and rural poverty: Environmental implications. Proc of the 28th Ann. Conf of the Soil Science Soc of Nigeria, National Root, Crops Research Institute, Pp 1-11.

26. McIntyre, D. S. (1958) Soil splash and the formation of surface crusts by raindrop impact, *Soil Sci.*, **85**: 261-265.

27. Middleton, H.E. 1930. Properties of soil which influence soil erosion U.S. Dept Agronomy Tech. Bull. 178pp.

28. Middleton, H.E. 1932 . Properties of Soil which Influence Soil Erosion.USDA Technical Bulletin Unaited State Department of Agrecultur, USA.

29. Mutsaers, H.J.W., G.K. Weber., P. Walker., N.M. Fisher. 1997. A field guide foron-farm experimentation. CTA Wageningen,The Netherlands. 231 pp.

30. Nikolaus J Kuhn, Rorkr B Bryan, 2004. Dryig, soil surface condition and interrill erosion on two Ontario soils . Catena, 57: (2): 113-133.

31. Olson T C, Wischmeier W H, 1963. Soil erodibility evaluations for soils on the runoff and erosion station . Soil Scienece, 27:590-592.

32. Roose, E., 2003. Soil erosion research in Africa: a review. In: Gabriels, D., Cornelis, W. (Eds), 25 Years of Assessment of Erosion, Proceedings of International Symposium, Ghent, Belgium, ICE and Universiteit Gent, pp. 29–43.

33. Rosse E J, 1977. Application of the universal soil loss equation of Wischmeier and Smith in West Africa . In :Greenland J, Lal R (eds), Conservation and Soil Management in the humid Tropics. Chichester, England,Wiley: 177-187.

34. Rodríguez A., C.D. Arbelo, J.A. Guerra, J.L. Mora, J.S. Notario and C.M. Armas.2006. Organic carbon stocks and soil erodibility in Canary Islands Andosols Catena 66, 228-235.

35. Sharma, P. P, Cupta, S. C., & Foster. G. R. (1995) Raindrop-induced soil detachment and sediment transport from Interrill Areas, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **59**: 727-734.

36. Singh M G, Khera K L, 2008. Soil erodibility indises under different land uses in lower Shiwaliks. Trobical Ecology 49 (2): 113-119.

37. Tian Jiaying, Huang Yiduan, 1964. Investigation on physical resistance of soil in relation to the index of soil resistance to erosion in the region of Ziwuling, Gansu. Acta Pedologica Sinica, 12(3): 286-296. (in Chinese)

38. USDA. 1983. Natinal Soil Survey Handbook. No. 430. US Department of Agriculture. Washington. DC.

39. Veihe, A. 2002. The spatial variability of erodibility and its relation to soil types: astudy from northern Ghana. Geoderma 106, 101-120.

40. Wang, G, G. Gertner, X, Liu and A. Anderson. 2004. Uncertainty assessment ofsoil erodibility factor for revised universal soil loss equation Catena 46, 1-11.

41. Wischmeier W H, Smith D D, 1978. Predicting rainfall erosion losses. Agricultural Handbouk 537. USDA, Washington, DC.

42. Wischmeier, W.H ., C.B. Johnson & B.V. Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and conservation 26: 189-192.

43. Xing Tingyan, Shi Xuezheng, Yu Dongsheng, 1998. Comparision of soil erodibility factors K measured by fild plots under rainfall simulator and natural rainfall.Acta Pedologica Sinica, 35(3):296-302.

44. Yang Yusheng, 1992. A study on the erodibility of purplish soil under different land use forms. Journal of Soil and Water Consevation , 6(3): 52-58.

45. Yu Dongcheng, Shi X uezheng, 2000. Quantificational relationship between soil permeability of upland and soil erodibility in hilly red soil region . A cta Pedologica Sinica, 37(3):316-322.

46. Zhang Keli, Cai Yongming, Liu Baoyuan et al., 2001. Evaluation of soil erodibility on the Loss Plateau. Acta Ecologica Sinica, 21(10): 1687-1695.

47. Zhang, K S. Li, W. Peng and B. Yu . 2004. Erodibility of agricultural soils on theLoess Plateau of China. Soil and Tillage Research Bouyoucos 76, 157-165.

48. Zhu Xianmo, 1960. Impact of vegetation on water and soil loss in loess area. Acta Pedologica Sinica, 8(2): 110-121.

Abstract

The study aimed to calculate the soil erodibility coefficient by water for the three types of soils from Syria, in several ways of calculation in addition to descriptive methods (Erosion indicators). Soils has been brought from several sites (Lattakia, Tartous and Damascus). Soil erodibility coefficient has been studied in two ways: First, in the laboratory: was based on some experiments and analyzes related to the physical and chemical caracaristics for the three soil typs. Second, in the field: Experiments were held under natural rainfall and rainfall simulater at the Farm of Abu Jarash at the faculty of agriculture, three small plots have been built of concrete, and equipped with runoff forward path, after each rainstorm mesurments of soil loss were recorded for each experimental plot.

The results showed a good coorelation between the indicators of soil erosion the soil erodibility mesured under natural rainfall conditions, these indicators were arranged according to their capacity of predicting soil erodibility as follow:

Sand Ratio > **State of Aggregation** > **Degree of Aggregation** > **Dispersion ratio** > **Modified Clay Ratio** > **Clay Ratio** > **(Water Stability Aggregates)** (WAS) > **Structure factor - Dispersion Factor** > **Mean Weight Diameter** > **Water Stability Aggregates** (WAS_1)

Regarding K values mesured under rainfall simulater, from equations and from charts, resultes showed also a good coorelation with K mesured ander natural rainfall, the coorelation coffecient ranged from (R^2=0.64) for K from charts to (R^2=0.99) for K from rainfall simulater.

By consequance, some difference were found between the different values of K calculated from different methoed and this real value mesured under natural rainfall condition, this difference can be reduced using some coorelation resulted from this study, it is found also that a better result can be obtained when K is calculated using different methodes and taking the average.