

دراسة تأثير العواصف المطرية المتكررة في الانجراف المائي لبعض التريتحت ظروف المحاكاة المطرية.

محمد سلوم*

(تاريخ الإيداع 26 / 1 / 2015. قبل للنشر في 13 / 5 / 2015)

□ ملخص □

هدفت الدراسة إلى التنبيه إلى خطر انجراف ثلاثة أنواع من الترب المكشوفة من خلال حساب كمية التربة المنجرفة من أثر تتالي خمس عواصف مطرية متساوية الشدة على تلك الترب، وتم تأمين الترب اللازمة للدراسة من مناطق عدة من محافظات مختلفة في سورية، حيث تم وضعها في أحواض، ثم عرضت للعواصف المطرية بوساطة جهاز مطر صناعي متقل (Rainfall Simulation)، وبعد كل عاصفة مطرية، تم تسجيل القراءات المتعلقة بفقد التربة، والجريان السطحي، والرشح.

أظهرت نتائج هذه الدراسة من حيث تأثير القوام في الانجراف، أن أكثر المجموعات الميكانيكية المنجرفة في الترب الثلاث هي مجموعة السلت بالدرجة الأولى، تليها مجموعة الطين، ثم الرمل، وأن الترب الطينية ذات النسبة المرتفعة من السلت أشد انجرافاً من الترب الطينية ذات النسبة المنخفضة من السلت، تليها التربة الرملية الطينية اللومية؛ إذ بلغت كمية التربة المفقودة من التربة الطينية ذات المحتوى العالي من السلت 147.7 طن/هـ/سنة، و الطينية ذات المحتوى المنخفض من السلت 118.5 طن/هـ/سنة، أما التربة ذات القوام الرملي الطيني اللومي فبلغت 90.5 طن/هـ/سنة، وأن انجراف الترب تعلق بالدرجة الأولى بنسبة الكربونات الكلية، ثم نسبة التبعر، ثم المادة العضوية، وأخيراً نسبة السلت.

الكلمات المفتاحية: الانجراف المائي، العواصف المطرية، التكرار، المطر الصناعي.

* ماجستير - الهندسة الزراعية - قسم علوم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة دمشق - دمشق - سورية.

Study of the Effect of Rainstorms Frequency on some Soil Water erosion under a Rain Simulator

Mohammed Salloum*

(Received 26 / 1 / 2015. Accepted 13 / 5 / 2015)

□ABSTRACT□

The study aimed to alert the danger of erosion on three types of soil exposed by calculating the amount of soil eroded from the impact of the Cascade five rainstorms of equal intensity, these soils, has been secured soils necessary for the study of several areas of different provinces in Syria, where he was placed in the basin, then offered for rainstorms by mobile (Rainfall Simulation), and after every rainstorm was recorded readings for the loss of soil from each basin runoff and infiltration.

The results of this study showed the effect in terms of texture in the drift, the more mechanical groups drifting in the three soils are primarily silt group, followed by the mudpack, then sand, and clay soils with a high percentage of silt most erosion of clay soils with a low percentage of silt, followed by sandy clay loam soils, where the amount of soil lost from the clay soil reached with a high content of silt 147.7t / h/y, and the low clay content of silt 118.5t / h/y, while the soil with texture Lummi sandyclay, reaching 90.5t / h/y. And soil erosion that attaches primarily by collage carbonates then dispersion ratio of organic matter and then finally percentage silt.

Keywords: water erosion, rainstorms, Frequency, Rain Simulator.

*Master science, Agricultural Engineering, Department of Soil and Water Science, Faculty of Agriculture , Damascus University, Damascus, Syria.

مقدمة:

يعد الانجراف المائي للتربة من أهم المشاكل الحقيقية التي تتعرض لها التربة في العالم؛ لأن التربة ليست مصدراً متجدداً؛ إذ تتشكل خلال ملايين السنين، وتفقّد خلال عشرات السنين، وحوالي 80% من أسباب تدهور الأراضي في العالم يرجع إلى انجراف التربة بفعل الرياح والمياه (Mbagwu and Obi, 2003). وعموماً فإن الانجراف المائي للتربة (Soil water Erosion) يتأثر بعوامل رئيسية عدة، أهمها المناخ، والتربة، و طبوغرافية المنطقة، والغطاء النباتي، وتعد الهطولات المطرية وشدتها، إضافة إلى طبيعة التربة، ومدى استجابتها للتفكك والتناثر والنقل، من أهم العوامل المؤثرة في الانجراف المائي (Igwe et al., 1995)، حيث يزداد الانجراف المائي بزيادة كمية الهطول المطري، وخصوصاً عند الشدة العالية للعواصف المطرية المتكررة بفواصل زمنية قصيرة، أما طبيعة التربة المؤثرة في الانجراف فتتمثل في خصائصها الفيزيائية التي تؤثر بصورة مباشرة في معدل الرشح خلال طبقاتها، فضلاً عن مدى تماسك حبيباتها، ومن ثمّ مقاومتها للانجراف المائي (Kukul and Kaur, 2003)، وعند دراسة تأثير القوام في الانجراف يتضح لنا مدى مقاومة الحبيبات الكبيرة في حجمها للانجراف، وذلك كنتيجة لزيادة القوى المطلوبة لتحريكها أو كبر، وفي الجانب الآخر فإن مقاومة الحبيبات الصغيرة في أقطارها تكون كبيرة أيضاً، 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. وقد أشار Free فيدراسته (1952) أن التربة التي تحتوي على معدل أعلى من السلت تعد أكثر قابلية للانجراف. و من المعلوم أن التربة الرملية لا تعد حساسة جداً للانجراف المائي مقارنة مع التربة ذات القوام الناعم (الطينية والصلتية)، فهي معرضة أكثر للانجراف (AlToum, 1997)، وقد أوضح (Sharma et al., 1995) أن انجراف التربة الطينية يتعلّق بالجريان السطحي أكثر من تأثير صدمات قطرات المطر بسبب قوى تماسك حبات الطين بعضها مع بعض (Chesion)، وبين وجود علاقة عكسية بين محتوى التربة من الطين، و قابليتها للتفكك بفعل قطرات المطر.

من ناحية أخرى تتميز الأراضي الطينية بانخفاض معدل الرشح، فضلاً عن ظروف طبقة تحت التربة، التي قد تعوق الرشح، ومن ثمّ تصبح هذه الأراضي قابلة للانجراف المائي، خاصة في وجود بناء غير ثابت (Zhang et al., 2004). أما في وجود بناء جيد فإن مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء تصل إلى حوالي 85% من ماء المطر، وحتى درجة انحدار 17%، مما يقلل من فرص حدوث الانجراف المائي (Zhang et al., 2008). أما (Lal and Elliot, 1994) فقد درسا علاقة القوام في قابلية انجراف التربة؛ إذ أشارا إلى أن التربة الرملية تتميز بمعدلات جريان سطحي منخفض، وتفصل بسهولة، لكن بصعوبة مقارنة مع التربة الصلتية، أما التربة الطينية فلا تفصل بسهولة، وتتميز بمعدلات رشح أقل يمكن أن تقود إلى جريان سطحي أعظم، ومن ثمّ يزداد انجرافها، بينما تميل التربة الصلتية لقابلية انجراف أكبر؛ لأن حبيبات السلت تتفصل وتنتقل بسهولة، إضافة إلى تماسك التربة التحتية التي تتميز بمحتوى طين أعلى، والتي من الممكن أن تقود إلى جريان سطحي أكبر.

إن خطورة قطرات المطر على الأراضي المكشوفة متمثلة في خلخلة حبيبات التربة، وتفككها، ونقلها من مكانها إلى أماكن أخرى، الأمر الذي يؤدي إلى تآكلها بسرعة تكوّن طبقة صماء على سطح التربة، ومن ثمّ تقلل من معدل تسرب الماء في التربة (Infiltration) (Bradford et al., 1987). هذا كله يؤدي إلى زيادة سرعة الجريان السطحي (Surface runoff)، وزيادة قوة عمليات الانجراف المائي بأنواعه المختلفة، وخطورتها. وقد لاحظ (Hudson, 1963) أن انجراف التربة يحدث عندما تتجاوز شدة العاصفة المطرية 25 مم/سا. وفي جنوب شرق نيجيريا لاحظ (Obi and

(Asiegbu, 1980) أن المطر الذي يبلغ معدله 3000م في السنة، يترافق بعواصف مطرية تصل شدتها أحياناً إلى 200م/سا، وهذه العواصف تشكل تهديداً كبيراً على انجراف التربة في تلك المناطق. وقد درس (Raghnath,2002) قابلية الانجراف للترب على الجبال المتوسطة في نيبال (الحوض التابع لنهر باغماتي)، والذي يتمتع بتربة نسيجها رملي، مع طبيعة تتغير من الرملي الطيني إلى اللومي، حيث تتعرض المنطقة لانجرافات شديدة تسبب أضراراً كبيرة؛ إذ وجد أن أعلى قيم للانجراف كان في الأراضي الزراعية (245 طن/ه/سنة)، بينما كان الانجراف في أراضي الغابات (11.5 طن/ه/سنة)؛ أي أن الأراضي الزراعية تسهم بنسبة 84% من الانجراف الكلي في المنطقة، وقد أشار (Hudson, 1965) في دراسة مماثلة إلى أن معدل خسارة التربة Soil loss من تربة مكشوفة Bare soil هبط من 60.5 إلى 2 طن/ه بعد حماية التربة من الأثر التحطيمي لقطرات المطر (Roose,1993).

أهمية البحث وأهدافه:

إن تعرض الطبقات السطحية من الترب الزراعية للانجراف المائي بفعل العواصف المطرية والجريانات السطحية يؤدي إلى فقد التربة كمية كبيرة من العناصر الغذائية، و الضرورية لنمو النبات، مما ينعكس سلباً على الإنتاج ونوعيته، وتدهور الأمن الغذائي، وهذا ما يدعو إلى التنبيه إلى خطورة تعرض الترب للعواصف المطرية، والتنبيه بقابلية انجرافها، من خلال تقدير كمية التربة المفقودة منها، ثم اتخاذ التدابير اللازمة للتخفيف من هذا الفقد، والعمل على إيجاد الحلول المناسبة للتقليل من خطر هذه المشكلة. وقد تم الاعتماد على تجارب المحاكاة المطرية، نظراً لأهميتها في التحكم بالعامل الأصعب وهو المناخ، دون الاعتماد على المطر الطبيعي بسبب عدم انتظام الهطولات المطرية فيه، و صعوبة تحديد مواعيدها. وتتلخص أهداف البحث في:

- 1- تحديد المجموعة الميكانيكية الأكثر انجرافاً في التربة.
- 2- دراسة علاقة الجريان السطحي المتعلق بتكرار العواصف المطرية بوزن التربة المفقودة.
- 3- حساب كمية التربة المفقودة من الطبقة السطحية للترب الثلاث من تأثير العواصف المطرية المتكررة.
- 4- التنبؤ بكمية التربة المتوقع خسارتها من الطبقة السطحية للترب الثلاث في حال تكررت العواصف الخمس لمدة عشر سنوات.

طرائق البحث ومواده:

1-منطقة الدراسة:

نفذ البحث في مزرعة (أبي جرش) بكلية الزراعة في جامعة دمشق، وتمت الدراسة على ثلاث ترب منقولة إلى هذه المنطقة. 2011-2012

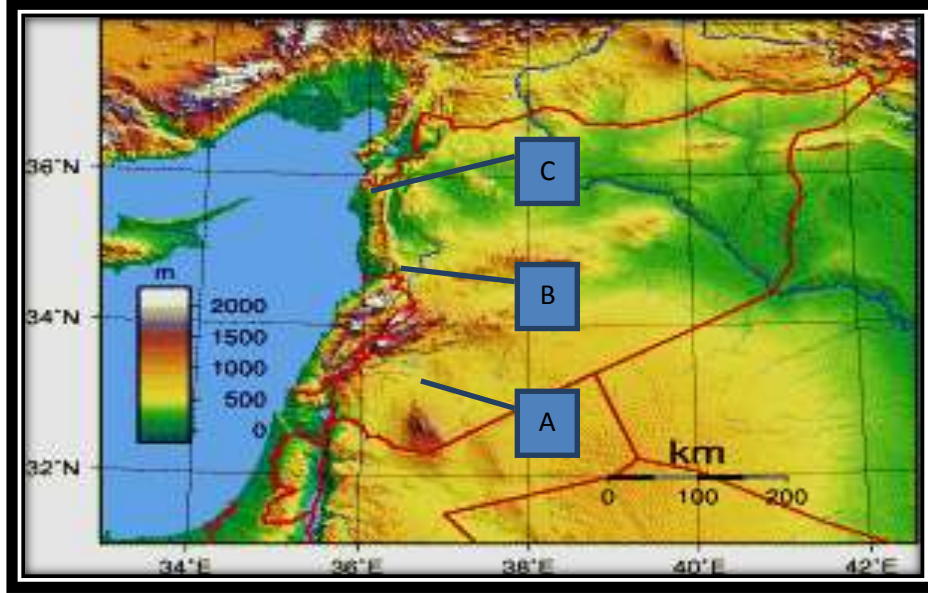
2-الترب المدروسة:

التربة A: من مزرعة أبي جرش الموجودة في مكان تنفيذ البحث، معدل الهطول السنوي 218م، ترتفع عن سطح البحر 743م.

التربة B: من منطقة مزار القطرية في مدينة اللاذقية، معدل الهطول السنوي 700م، ترتفع عن سطح البحر 750م.

التربة C: من منطقة صافيتا قريبة من سد الأبرش، معدل الهطول السنوي 1000م، ترتفع عن سطح البحر 245م.

حيث تم نقل 400كغ من كل تربة من عمق 0-25سم إلى موقع تنفيذ البحث (مزرعة أبي جرش).



شكل(1): التوزيع الجغرافي للمناطق الثلاث الممثلة للتربة المدروسة .

3- بناء الأحواض وتجهيزها:

تم حفر حفرة في أرض الموقع المدروس بأبعاد (125x125x125)سم، وبعد ذلك تم تدعيم جدرانها بالبلوك والبيتون، ثم بنيت ثلاثة أحواض بالبلوك والبيتون أيضاً على جوانب الحفرة بأبعاد بطول 200سم، وعرض 100سم، وارتفاع 30سم، جهز كل حوض بمجرى من الحديد لتوجيه الجريانات السطحية والتربة التي ستجرف من كل حوض بتأثير العواصف المطرية الصناعية، ومن ثم صبها في براميل بسعة 80 لتراً، وضعت على رأس كل مجرى، كما هو موضح بالشكل(2). بعد ذلك أضيفت التربة الثلاث إلى الأحواض بارتفاع 25سم، وتم حراستها طولاً وعرضاً، ثم تسويتها، وتعيمها، وتوحيد ميلها 10%.



الشكل (2): الأحواض الثلاثة مملوءة بالتربة، ومجهزة لاستقبال العواصف المطرية الصناعية.

4- وصف جهاز المحاكاة المطرية (rainfall simulation) :

يتألف الجهاز من ثلاثة حوامل معدنية متحركة تلتقي عند الرأس ببخاخ مطري، يتصل هذا البخاخ بخراطوم ومقياس ضغط، إضافة إلى خزان ماء سعة 1م³، يعطي البخاخ المطري شدة مطرية تتراوح من 20 - 75 ملم/سا، عند ضغوط تتراوح بين 0.7-2.8 بار، يكون قطر دائرة الرش 3 أمتار عند الضغط 2.8 بار، و ارتفاع للرأس البخاخ 3 أمتار فوق سطح الأحواض، (يتجاوز حواف الحوض بمقدار 1-0.5متر).

5- تطبيق العواصف المطرية:

تم تعريض التربة الثلاث لخمس عواصف مطرية متتالية متساوية الشدة 30ملم/سا، المدة بين كل عاصفة وأخرى 7 أيام، وبعد كل عاصفة مطرية، تم حساب وزن التربة المنجرفة من الأحواض (المترسبة في البراميل)، و كذلك كمية الجريان السطحي والرشح.



الشكل (3): البخاخ المطري في الحقل مركب على الحوامل المعدنية المتحركة.

القياسات والتحليل المنفذة:

1 - قياسات حقلية:

الشدة المطرية مم/سا: وتم قياسها بأسطوانة مدرجة بالميلتر مخصصة لقياس الشدة المطرية، وضعت بجانب الأحواض (قطر دائرة الرش 3 أمتار، تتجاوز حواف الحوض بمقدار 1 متر عرضاً، و 0.5 متر طولاً لكل حوض). كمية الجريان السطحي مم: القياس المباشر (حجم الجريان السطحي سم³/مساحة الحوض سم²)*10³. كمية الرش مم: كمية الهطول المطري مم - كمية الجريان السطحي مم. وزن التربة المفقودة كغ/م²: حسبت بعد تجفيفها بالفرن على الدرجة 105°.

2- التحليل الفيزيائية:

1- التحليل الميكانيكي للترب: القوام وفق التصنيف الأمريكي، طريقة الهيدروميتر (Day, 1965).

2- الكثافة الظاهرية. Bulk Density (طريقة الأسطوانة).

3- الكثافة الحقيقية. Particle Density (طريقة البكنومتر).

4- المسامية الكلية. Prosimy. (الطريقة الحسابية).

5- المحتوى الرطوبي الوزني (η): $\eta = \left(\frac{mm - ms}{ms} \right) * 100$

mm: وزن عينة التربة قبل التجفيف ، ms : وزن عينة التربة بعد التجفيف على الدرجة 105°.

* التحليل الفيزيائية (2-3-4-5) (Black et al., 1965).

6- نسبة التبعر أو التفكك (DISPERTION RATIO).

تم الاعتماد في حساب نسبة التبعر على كل من التحليلين: الحبيبي، و الميكانيكي للتربة. وذلك بقسمة كمية (السلت+الطين)% بالتحليل الحبيبي بعد 20 دقيقة رج من دون مادة مفرقة، على كمية (السلت +الطين)% بالتحليل الميكانيكي بوجود مادة مفرقة (calgon). (فارس، 1998)

3 - التحاليل الكيميائية:

تم تقدير التحاليل الكيميائية التالية للترب الثالث كما هو مبين في الجدول (1):

جدول رقم(1): التحاليل الكيميائية للترب.

المادة المحللة	الطريقة
كربونات الكالسيوم: % CaCO ₃	.Calcimeter
المادة العضوية: % Organic matter	.(walkley and Black,1934)
الحموضة: PH	(Peech,1956) 1:5
الناقلية الكهربائية: EC	.(Richards,1954) 1:5

*أجريت التحليل الإحصائي باستخدام برنامج (PLABSTAT)، لتقدير معامل الارتباط البسيط بين أزواج بعض العوامل المؤثرة بالفقد.

النتائج والمناقشة:

أولاً: التحليل الكيمياء و الميكانيكي للترب الثالث:

جدول رقم(2): التحاليل الكيميائية للترب الثالث.

التربة	PH	EC(5:1) m.mho/cm	CaCO ₃ %	OM %
A	7.72	0.33	54.6	2.1
B	7.86	0.76	66.2	1.016
C	7.79	0.69	75.5	0.571

يبين الجدول (2) أهم التحاليل الكيميائية للترب الثالث، وكما هو مبين فالترب الثالث غنية بالكربونات الكلية، لأنها تحتوي على أكثر من 40% من الكربونات الكلية. وتتميز بالقلوية الخفيفة، لأنها تتدرج بين المجالين (8.5-7.5) الممثلين للقلوية الخفيفة للترب، أما المحتوى من المادة العضوية فهو يختلف من تربة إلى أخرى، فالتربة A تعدّ غنية بالمادة العضوية، لأنها تحتوي على أكثر من 2% من وزنها مادة عضوية، أما التربة B فهي متوسطة المحتوى من المادة العضوية، لأنها تحتوي على (2-1)% من وزنها مادة عضوية، والتربة C تعدّ فقيرة بالمادة العضوية، لأنها تحتوي على أقل من 1% من وزنها مادة عضوية، (فارس،1998).

نتائج التحليل الميكانيكي للترب الثلاث قبل تعرضها للعواصف المطرية الجدول (3).

جدول رقم (3): التحليل الميكانيكي للترب الثلاث.

التربة	رمل %	سلت %	طين %	نوع التربة بحسب مثلث القوام الأمريكي
A	50	25	25	Sandy clay Loam
B	30	25	45	Clay
C	5	35	60	Clay

ثانياً: نتائج التحاليل الفيزيائية للترب الثلاث.

جدول رقم (4): نتائج التحاليل الفيزيائية للترب الثلاث.

التربة	عمق التربة سم	الكثافة الظاهرية غ/سم ³	الكثافة الحقيقية غ/سم ³	المسامية الكلية %	المحتوى الرطوبي الوزني %	نسبة التبعثر %	الترب حسب معيار مدلتون 1930
A	25-0	1.5	2.8	46.43	17.3	30	قابلة للانجراف
B	25-0	1.22	2.64	53.8	22.4	35.7	قابلة للانجراف
C	25-0	1.2	2.64	54.5	24.1	47.3	قابلة للانجراف

من خلال معطيات الجدول (4)، و بحسب معيار Middleton عام 1930 (الترب التي لها نسبة تبعثر (تفكك) أكبر من 15% فهي قابلة للانجراف عموماً، أما إذا كانت أقل من 15% فهي مقاومة للانجراف)، وعلى هذا فإن الترب الثلاث قابلة للانجراف، وأشد الترب قابلية للانجراف هي التربة C التي تملك أعلى نسبة تبعثر، مقارنة مع التربة B، والتربة A التي تملك أقل نسبة تبعثر.

بالنسبة إلى المسامية الكلية في الترب يلاحظ أن أعلى قيمة لها كانت في التربة C، ثم التربة B، وأقلها في التربة A ذات القوام الرملي الطيني اللومي، ومن المعلوم أن الترب الرملية تملك نفاذية عالية مقارنة مع الترب الطينية، وهذا سيؤدي دوراً في خفض كمية الجريان السطحي في التربة A عند تعرضها للعواصف المطرية مقارنة مع مثيلاتها، كما أن انخفاض المحتوى الرطوبي الوزني في التربة A عن غيرها، سيعمل أيضاً على خفض معدل الجريان السطحي فيها، وخصوصاً عند العواصف المطرية الأولى، كما هو مبين في الجدول (6-7-8).

وسبب ارتفاع المحتوى الرطوبي الوزني للترب قبل تعرضها للعاصفة المطرية الصناعية الأولى، هو هطول عاصفة مطرية طبيعية بشدة 3.5 مم/سا، سبقت العواصف الخمسة ب 6 أيام لم تتسبب في أي فقد للتربة من الترب الثلاث.

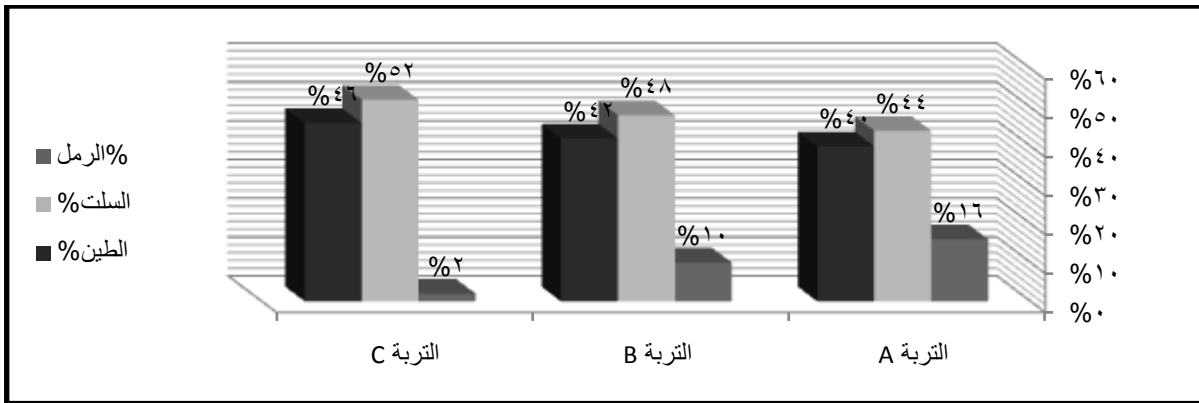
ثالثاً: تحديد النسب المئوية للمجموعات الميكانيكية الأكثر انجرافاً.

يبين لنا الجدول (5) النسب المئوية للمجموعات الميكانيكية الأكثر انجرافاً في الترب الثلاث، وذلك بعد تعرضها للعواصف المطرية، وانفصال هذه المجموعات عن التربة الأم.

جدول رقم (5): التحليل الميكانيكي للترب التي ترسبت بالبراميل بعد انجرافها.

التربة	رمل %	سلت %	طين %
A	16	44	40
B	10	48	42
C	2	52	46

يوضح لنا الجدول (5)، والشكل (4) النسب المئوية للمجموعات الميكانيكية المنجرفة من الأحواض والمرتسبة في براميل التجميع، بتأثير العواصف المطرية المتكررة؛ إذ لوحظ في الترب الثلاث أن أكثر المجموعات الميكانيكية انجرافاً هي مجموعة السلت، تليها مجموعة الطين، ثم الرمل.



الشكل (4): النسب المئوية للمجموعات الميكانيكية المترسبة في البراميل.

ويفسر ذلك بأنحبيبات الرمل تتميز بسهولة الفصل (قوى المسك بين حبيبات الرمل ضعيفة)، وصعوبة النقل بالجريان السطحي بسبب ثقلها، وكبر حجمها مقارنة بحجم حبيبات السلت والطين، مما يجعلها أقل المجموعات الميكانيكية انجرافاً، أما حبيبات الطين فتتميز بصعوبة الفصل (قوى المسك بين حبيبات الطين قوية)، وسهولة النقل بسبب صغر حجمها، وانخفاض ثقلها، أما بالنسبة إلى حبيبات السلت فإنها تنفصل بسهولة (قوى المسك بين حبيبات السلت أقل من الطين)، وتنتقل بسهولة مما يجعلها أكثر المجموعات الميكانيكية قابلية للانجراف، إضافة إلى تماسك التربة التحتية (تحت سطحية) ذات المحتوى الأعلى للطين من التربة السطحية، والذي يقود بدوره إلى جريان سطحي أكبر، وعلى هذا فإن أكثر المجموعات الميكانيكية انجرافاً في هذه الترب الثلاث هي مجموعة السلت بالدرجة الأولى، وهذا يتفق مع كل من (Lal and Elliot, 1994) و (Free, 1952).

رابعاً: نتائج العواصف المطرية المطبقة على الترب الثالث.

جدول رقم (6): نتائج تطبيق العواصف المطرية الخمس على التربة A.

العواصف المطرية المطبقة على التربة A						
وزن التربة المفقودة	وزن التربة المفقودة	كمية الرش	كمية الجريان السطحي		شدة العاصفة	تاريخ العاصفة
طن/هـ	كغ/م ²	مم	مم	مل	مم/سا	
10	2	18	12	24000	30	2011/5/7
16	3.2	16.4	13.6	27000	30	2011/5/14
22.5	4.5	13	17	34000	30	2011/5/21
25.55	5.11	11	19	38000	30	2011/5/28
16	3.2	11.4	18.6	37200	30	2011/6/5

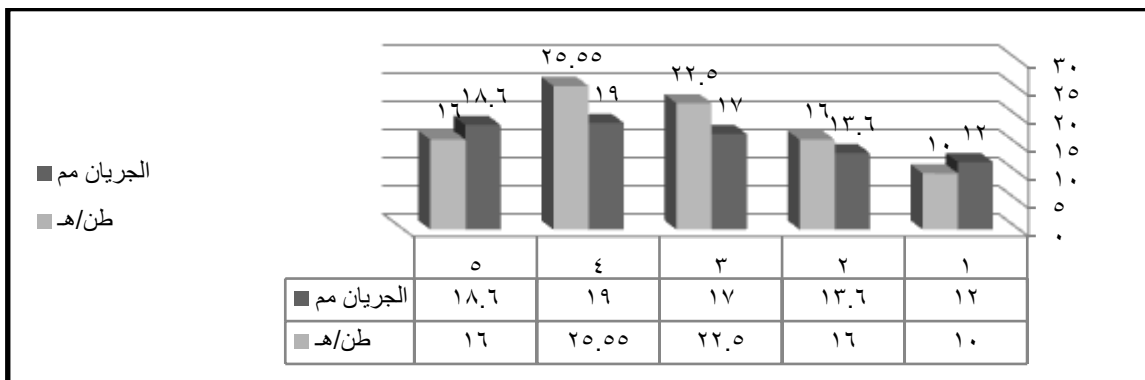
جدول رقم (7): نتائج تطبيق العواصف المطرية الخمس على التربة B.

العواصف المطرية المطبقة على التربة B						
وزن التربة المفقودة	وزن التربة المفقودة	كمية الرش	كمية الجريان السطحي		شدة العاصفة	تاريخ العاصفة
طن/هـ	كغ/م ²	مم	مم	مل	مم/سا	
19	3.8	16	14	28000	30	2011/5/7
21.5	4.3	14	16	32000	30	2011/5/14
25	5	10.2	19.8	39600	30	2011/5/21
30	6	7.5	22.5	45000	30	2011/5/28
23	4.6	8	22	44000	30	2011/6/5

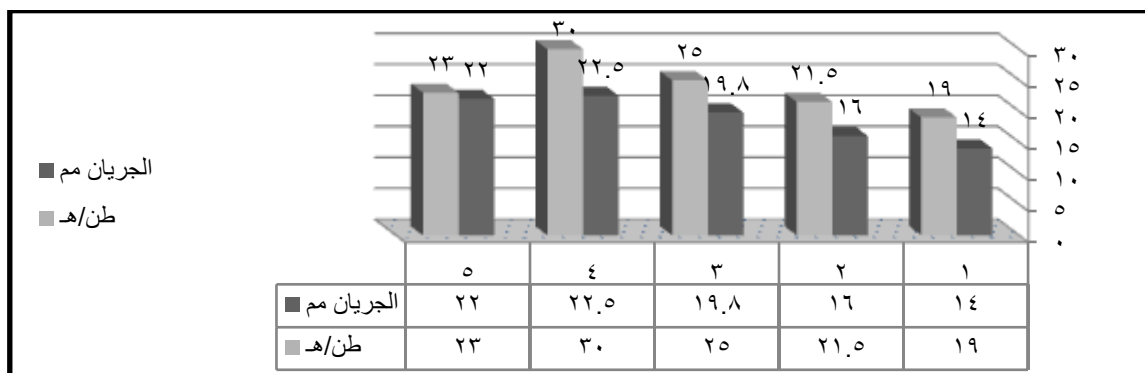
جدول رقم (8): نتائج تطبيق العواصف المطرية الخمس على التربة C.

العواصف المطرية المطبقة على التربة C						
وزن التربة المفقودة	وزن التربة المفقودة	كمية الرش	كمية الجريان السطحي		شدة العاصفة	تاريخ العاصفة
طن/هـ	كغ/م ²	مم	مم	مل	مم/سا	
22	4.4	12.6	17.4	34800	30	2011/5/7
26.2	5.24	10	20	40000	30	2011/5/14
30.5	6.1	7	23	46000	30	2011/5/21
40	8	5.5	24.5	49000	30	2011/5/28
29	5.8	5.7	24.3	48600	30	2011/6/5

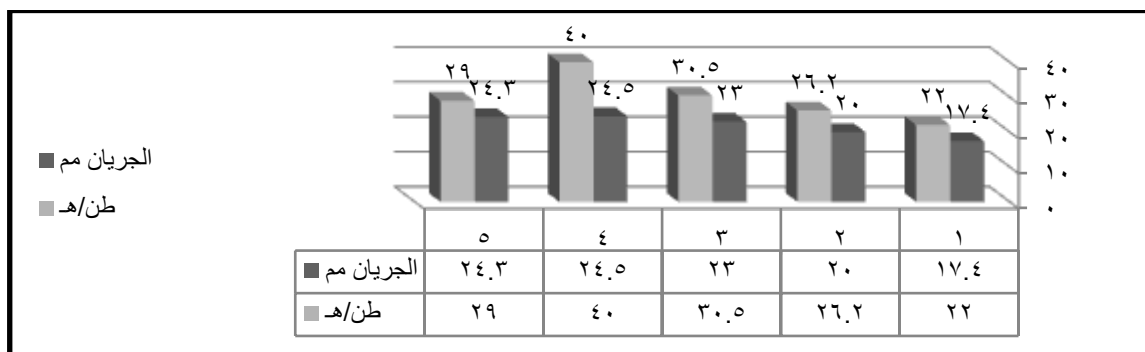
بالنظر إلى الجدول (6-7-8) يتبين أنالعاصفة المطرية الواحدة ذات الشدة 30 مم/سا، والتي استمرت مدة نصف ساعة، قد تسببت في انجراف الترب، وهذا يتفق مع (Hudson,1963) الذي لاحظ أن انجراف التربة يحدث عندما تتجاوز شدة العاصفة المطرية 25مم/سا. كما أن فقد التربة الناتج عن العاصفة الواحدة اختلف بين تربة وأخرى باختلاف الخصائص الفيزيائية، والكيميائية المميزة لكل تربة، أما مجموع الفقد الكلي للتربيسبب تعرضها لتكرار العواصف المطرية الخمس فقد بلغ (90.5)طن/هـ للتربة A و(118.5)طن/هـ للتربة B و(147.7)طن/هـ للتربة C. خامساً: علاقة الجريان السطحي بوزن التربة المنجرفة بتأثير تكرار العواصف المطرية على الترب.



الشكل (5): علاقة الجريان السطحي بوزن التربة المنجرفة بتأثير تكرار العواصف المطرية على التربة A.



الشكل (6): علاقة الجريان السطحي بوزن التربة المنجرفة بتأثير تكرار العواصف المطرية على التربة B.



الشكل (7): علاقة الجريان السطحي بوزن التربة المنجرفة بتأثير تكرار العواصف المطرية على التربة C.

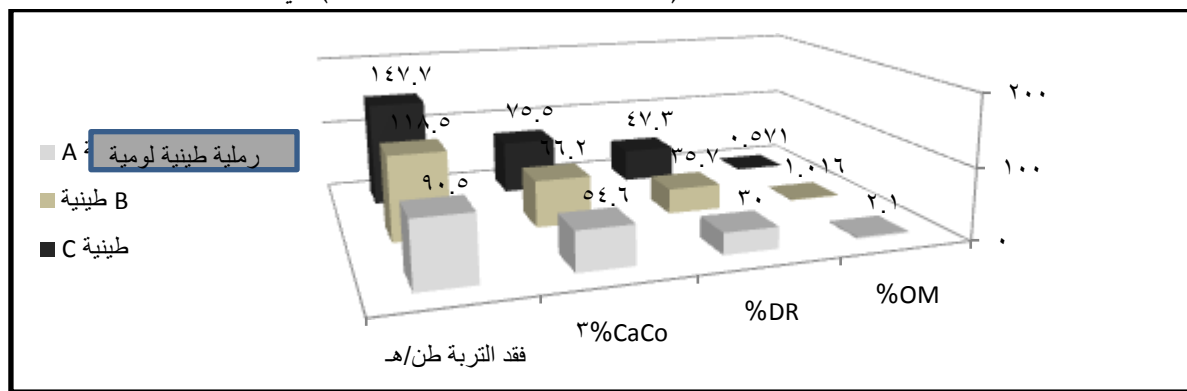
يلاحظ من الأشكال (5-6-7) في الترب الثلاث أن الانجراف يزداد بازدياد كمية الجريان السطحي، وينخفض لانخفاضه. كما أن الجريان السطحي يزداد مع تكرار العواصف المطرية على الترب الثلاث بدءاً من العاصفة 1، ليبلغ ذروته عند العاصفة 4، التي تمثل أعلى كمية للتربة المنجرفة من الأحواض، ليتجه بعدها الجريان السطحي نحو الثبات، مع بدء الانخفاض الخفيف باتجاه العاصفة الخامسة. ويعلل سبب تزايد كمية الجريان السطحي مع تكرار العواصف المطرية الأولى على الترب الثلاث بأن قطرات المطر المتساقطة عندما تصطدم بالتربة تسبب إجهاداً ميكانيكياً لها، متناسباً طردياً مع الطاقة الحركية للهائل، الأمر الذي يؤدي إلى فصل التجمعات الترابية وتحطيمها إلى حبيبات ناعمة، تدخل هذه الحبيبات الناعمة إلى مسام التربة، فتتخفف نفاذية التربة للماء والهواء، ومع انخفاض النفاذية شيئاً فشيئاً يتكرر العواصف المطرية، وتكرر عملية الصدم، و الفصل، وانسداد المسام، والنقل ينخفض الرشح، و تزداد كمية الجريان السطحي، ليبلغ أعلى قيمة له عند العاصفة 4.

وقد لوحظ انخفاض ملحوظ في كمية التربة المنجرفة عند العاصفة 5 عن العاصفة 4 في الترب الثلاث، على الرغم من عدم الانخفاض في كمية الجريان السطحي بشكل ملحوظ، بسبب أن الجريان السطحي في العواصف الأولى (1-2-3-4) قد حمل معه أغلب الحبيبات الناعمة السهلة النقل، والتي تعرضت للفصل بتأثير الطاقة الحركية للعواصف المطرية الأولى، فإن أغلب الحبيبات التي واجهها الجريان السطحي في العاصفة 5 هي الحبيبات الخشنة، والكبيرة، و الصعبة الحمل، والنقل، مما أدى إلى انخفاض في كمية التربة المنجرفة في العاصفة 5 عن العاصفة الرابعة. أما الانخفاض الخفيف في قيم الجريان السطحي في العاصفة 5 عن العاصفة 4 فهو بسبب العرقلة التي أبدتها الحبيبات الخشنة التي ظهرت على سطح التربة بعد العواصف الأولى، مما أدى إلى انخفاض بسيط في معدل الجريان السطحي، وتزايد بسيط في معدل الرشح في الترب الثلاث كما يبدو في الجدول (6-7-8).

ويعلل التزايد الكبير في كمية التربة المنجرفة عند العاصفة (4) و(5) في الترب الثلاث مقارنة مع العواصف (1-2-3-4) بأن عملية فصل الحبيبات عن التربة الأم لم تقتصر فقط على تأثير قطرة المطر (الطاقة الحركية للهائل المطري)، بل يضاف إليها أثر الماء الجاري أيضاً (الجريان السطحي بأعلى قيمه)، والذي يعطي طاقة حت إضافية لعملية الفصل.

إن الاختلاف في كمية الجريان السطحي، ووزن التربة المفقودة بين الترب الثلاث، تحكمه بعض الخصائص الفيزيائية، والكيميائية لكل تربة من الترب الثلاث كما هو مبين في الجدول (10).

سادساً: العلاقة بين كمية التربة المنجرفة، و(OM% و DR% و CaCO₃%) في الترب الثلاث.



الشكل (8): علاقة (OM% -DR% -CaCO₃%) في فقد التربة المنجرفة بفعل العواصف المطرية.

جدول رقم (9): النسب المئوية لوزن التربة المنجرفة من كل حوض بتأثير العواصف المطرية الخمس.

التربة	وزن التربة الموجودة في كل حوض كغ/م ²	وزن التربة المنجرفة من كل حوض كغ/م ² من تأثير العواصف الخمس	% للانجراف
A	400	18.1	4.525
B	400	23.7	5.925
C	400	29.54	7.385

جدول رقم (10): الارتباط البسيط بين أزواج العوامل المؤثرة بالفقد في الترب الثلاث.

المادة العضوية	فقد التربة	المادة العضوية	الكربونات الكلية	السلت
	0.656** -			
الكربونات الكلية	0.674 **	-0.986 **		
السلت	0.588*	-0.727 **	0.833 **	
نسبة التبعثر	0.664**	-0.910**	0.967 **	0.946**

المادة العضوية: يلاحظ من الشكل (8)، والجدول (9-10) ارتباط المادة العضوية بفقد التربة ارتباطاً سلبياً وعالي

المعنوية، مما يؤكد الدور الواضح للمادة العضوية في تخفيض الانجراف في الترب الثلاث، فالعلاقة عكسية بين محتوى التربة من المادة العضوية، و قابليتها للانجراف، وبالنظر إلى كل من التربة B و C المتمثلتين في القوام الناعم (الطيني)، نجد أن زيادة في نسبة المادة العضوية في التربة B عن التربة C بمقدار 0.445% أدت إلى انخفاض النسبة المئوية للانجراف في التربة B عن التربة C بمقدار 1.46%؛ أي أن (زيادة في نسبة المادة العضوية بمقدار 1% خفضت انجراف التربة بمقدار 3.3%)، كما أن الزيادة في محتوى التربة A عن التربة B في محتوى المادة العضوية بمقدار 1.084% خفضت نسبة انجراف التربة A بمقدار 5.6%، وهذا يتفق مع (Roose, 2003) الذي وجد أن زيادة في نسبة المادة العضوية بمقدار 1% في الترب الكلسية تخفض الانجراف بمقدار 5%.

مؤشر نسبة التبعثر DR: من الشكل (8)، والجدول (9-5) يلاحظ ارتباط مؤشر نسبة التبعثر بفقد التربة ارتباطاً

إيجابياً عالي المعنوية، فكلما ازداد مؤشر نسبة التبعثر في التربة ازداد انجرافها؛ إذ إن زيادة تبعثر حبيبات التربة (ضعف قوى الربط بين الحبيبات) يخفض المسامية الكلية فيها، و التي بدورها تزيد من معدل الجريان السطحي في التربة فيزداد الانجراف، وعلى هذا فإن أعلى كمية للتربة المنجرفة من الأحواض الثلاثة هي من التربة C (147.7 طن/هـ) التي تملك أعلى قيمة لمعامل التبعثر DR=47.3%، تليها التربة B، ثم التربة A على الترتيب، وهذا ينسجم مع (Middleton, 1930) و (Mbagwu, 1986) (أن الانجراف يزداد بزيادة مؤشر نسبة التبعثر).

كربونات الكالسيوم: من الشكل (8)، والجدول (9) يلاحظ أنه على الرغم من ارتفاع نسبة الكربونات الكلية في

الترب الثلاث على الترتيب بدءاً من التربة A (54.6%) وحتى التربة C (75.5%)، فإنه لم يلاحظ لها دور في تخفيض الانجراف، وهذا يتشابه مع ما توصل إليه Duiker و آخرون (2003)، عندما لم يلاحظوا وجود علاقة إحصائية بين الكربونات الكلية في التربة، و ثباتية مجاميع التربة، وذلك في الأفقين (A و B)، على الرغم من كون كربونات الكالسيوم مادة فاعلة في عملية تخثر دقائق التربة flocculation كما ذكر (Anderson و

(schaets)(2005)، وذلك لأنكاثيونات الكالسيوم Ca^{++} (الشائعة في الترب، وخصوصاً الكلسية) ستغلف دقائق الطين بطبقات عدة من هذه الكاثيونات، مما يزيد من السمك الكاثيوني الموجب حول دقائق الطين، وهذا يؤدي إلى تناثر دقائق الطين بعضها عن بعض، كونها مغلقة بكاثيونات موجبة الشحنة (متماثلة)، ومن ثمّ عدم حصول عملية تخثر، وتجمع لدقائق الترب.

وبالنظر إلى الجدول (9) يلاحظ أن كربونات الكالسيوم قد ارتبطت ارتباطاً إيجابياً، وعالي المعنوية مع فقد التربة (** 0.674)، ويتفوق على ارتباط جميع العوامل الأخرى في الترب الثلاث؛ أيمع زيادة نسبة الكربونات الكلية في الترب زادتمية التربة المنجرفة منها، وذلك لأن الكربونات تعمل على خفض نفاذية التربة للماء، ومن ثمّ تزيد من كمية الجريان السطحي، فيزداد الانجراف، وخصوصاً في الترب ذات النسبة العالية من الطين مثل التربة (B و C). بناءً على ما تقدم، فإنه يمكن ترتيب العوامل السابقة وفق معنوية علاقتها بالانجراف كما يأتي: 1- كربونات الكالسيوم 2- نسبة التبعثر 3- المادة العضوية 4- نسبة السلت.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- أكثر المجموعات الميكانيكية انجرافاً في التربة هي مجموعة السلت، تليها مجموعة الطين، ثم مجموعة الرمل.
- 2- إن تعرض التربة المدروسة لتكرار خمس عواصف مطرية بشدة عالية (30 مم/سا) في أزمئة قصيرة (7 أيام)، سبب خسارة كبيرة في كمية التربة الموجودة في طبقاتها السطحية، وخصوصاً عند درجات انحدار 10%، أو أكثر؛ إذ بلغ مجموع فقد التربة اللومية طينية رملية، بسبب تعرضها لهذه العواصف 90.5 طن/هـ، والترب الطينية بين (118.5 - 147.7) طن/هـ.
- 3- في حال تكرار العواصف المطرية الخمسة العالية الشدة ≤ 30 مم/ساعة على الترب العارية (الرمالية الطينية اللومية) لعشر مرات مقبلة، يتوقع أن تخسر التربة أكثر (45.25%) من الطبقة السطحية لها، و(73.85%) بالنسبة للترب الطينية. و النتيجة فإن تكرار هذه العواصف سيؤدي مستقبلاً إلى انجراف كامل طبقاتها السطحية.
- 4- يزداد الانجراف المائي للترب مع زيادة نسبة كربونات الكالسيوم بالدرجة الأولى، تليها نسبة التبعثر، ثم نسبة المادة العضوية متناسبة عكساً مع الانجراف، وأخيراً نسبة السلت طرداً.
- 5- لم يلاحظ دور لوجود نسبة عالية من كربونات الكالسيوم في الطبقة السطحية للترب الطينية، أو الرمالية الطينية اللومية في تخفيض الانجراف، بل على العكس فقد أسهمت في زيادة معدلات الجريان السطحي، ومن ثمّ زيادة كمية التربة المنجرفة.

التوصيات:

- 1 ضرورة الانتباه إلى تعرض الطبقات السطحية للترب الزراعية المكشوفة لتكرار العواصف المطرية الشديدة ≤ 30 مم/سا، عند درجات انحدار $\leq 10\%$ ، والعمل على منع انجرافها، من خلال تخفيض أثر ارتطام قطرات المطر بسطح التربة، وتبديد طاقة الجريان السطحي، ويتمثل ذلك في (المحافظة على الغطاء النباتي).
- 2 توصي بإعادة التجربة على ترب أكثر تبايناً بخواصها الفيزيائية والكيميائية، واستخدام جهاز محاكاة مطر حقلي على ترب طبيعية غير منقولة.
- 3 الاهتمام بعامل تكرار العواصف المطرية في نماذج التنبؤ بفقد التربة.

4 - ضرورة إجراء دراسات و قياسات حقلية للنقاط الساخنة التي تتعرض للانجراف المائي بشكل كبير، و إعداد خرائط عرضية للمعاملات المختلفة المؤثرة في الانجراف المائي لكل أنواع الترب السورية.

المراجع:

- 1- فارس، فاروق. أساسيات علم الأراضي، الجزء النظري، منشورات كلية الزراعة، جامعة دمشق، (1998).
- 2- AITOU, S.M. *Surface Erosion Study In The Granite Area Of Hula Langat, Malaysia*, (1997), 439.
- 3- ANIKWE, M.A.N; MBAH, P.I; EZEAKU , V.N. *Tillage and plastic mulch effects on soil properties and growth and yield of cocoyam on an ultisol in southeastern Nigeria*. Soil & Tillage Research, Inpress. Available on line June (2006).
- 4- BRADFORD, J. M; FERRIS, J. E. ; REMLEY, M. P. A. *Interrill soil erosion processes: effect of surface sealing on infiltration, runoff, and soil splash detachment*, Soil Sci. Soc. 51, (1987), 156-15.
- 5- BLACK, C. A., D. D. EVANS, J. L. WHITE, L. E. ENSMINGER, and F. E. CLARK, *Methods of Soil Analysis, Part 1-Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling*. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1965.
- 6- DUIKER, S.W; F.E. RHOTON ; J. TORREN. *Iron (Hydr) Oxide crystallinity effects on soil aggregation*. Soil Sci. Soc. Amer. j. Vol. 67, pp. 606-611, (2003).
- 7- DAY, P.R., *Particle fractionation and particle size-analysis*, In BLACK, C.A., *Methods of Soil Analysis*, Agronomy No. 9, part I, American Society of Agronomy, Madison, WI, (1965), 545-567.
- 8- FREE, G. R. *Soil Movement by Raindrops*, Agr. Eng., **33**, (1952), 491-94.
- 9- HUDSON, N. W. *Instrumentation for studies of erosive Power of Rainfall*, IAHS Publication No, 133, (1965), 383-390.
- 10- HUDSON, N.W. *Raindrop size distribution in high intensity storms*. Rhodesian Journal of Agricultural Research, 1, (1963). 6-11.
- 11- IGWE, C.A.; AKAMIGBO, F.O.R.; MBAGWU, J.S.C. *The use of some soil aggregate indices to assess potential soil loss in soils of southeastern Nigeria*. Int. Agrophysics, 9, (1995), 95-100.
- 12- KUKAL, S.S.; M. KAUR. *Effect of land use on soil aggregation as an index of soil erosion in submontane Punjab*. Indian Journal of Soil Conservation, 31, (2003), 310-312.
- 13- Lal, R.; Elliot, W. *Erodibility and erosivity*. in Lal, R. (ed.). *Soil Erosion Research Methods*. St. Lucie Press, Delray Beach, FL. (1994).
- 14- MBAGWU, J.S.C., M.E. OBI. *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. (2003).
- 15- MBAGWU, J.S.C. *Erodibility of soils formed on a catenary top sequence in southeastern Nigeria as evaluated by different indexes*. East Africa AgriFor. 10J. 52(2), (1986), 74-80.
- 16- MIDDLETON, H.E. 1930. Properties of soil which influence soil erosion U.S. Dep Agronomy Tech. Bull. 178pp
- 17- OBI, ME, AND ASIEGBU. *The physical properties of some soils of southeastern Nigeria*. Soil Sci. 130, (1980), 39-48.

- 18- PEECH, M., *Hydrogen –Ion activity- in C.A. black (ed), Methods of soil analysis, part, Chemical and Microbiological Properties*, American Soc. Madison, Wisconsin 914-926, (1956).
- 19- 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 Universities Gent, (2003), 29-43.*
- 20- RAGHUNATH, J. *Potential erosion MAP for Bagmati Basin using GRASS GIS. (2002), 1-9.*
- 21- ROOSE, C.W. *Erosion and sedimentation. In: Bonnell, M., Hufschmidt, M.M., Gladwell, J.S. (Eds.), Hydrology and Water Management in the Humid Tropics Hydrological Research Issues and Strategies for Water Management. Cambridge University Press, Cambridge, (1993), 301–343.*
- 22- RICHARDS, L. A, *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*, USDA Agri. Handbook 60, Washington, D.C., (1954), 150.
- 23- SCHAETZ, I. R.J; ANDERSON, J. *Soils genesis and geomorphology. Cambridge Univ, Press, (2005).*
- 24- SHARMA, P. P, CUPTA, S. C., & FOSTER. G. R. *Raindrop-induced soil detachment and sediment transport from Interrill Areas. Soil Sci. 59, (1995), 727-734.*
- 25- WALKLEY, A.; BLACK, I.A., *An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method, Soil Sci, 37, (1934), 29-38.*
- 26- ZHANG, K S. LI, W. PANG AND B. YU. *Erodibility of agricultural soils on the Loess Plateau of China. Soil and Tillage Research, 76, (2004), 157-165.*
- 27- ZHANG, K.L.; SHU, A.P.; XU, X.L.; YANG, Q.K.; Yu, B. *Soil Erodibility and its estimation for agricultural soils in China. Journal of Arid Environments, 72, (2008), 1002–1011.*