مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (32) العدد (2) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (2) 2010

أثر استخدام مركبي كاربوكسي مثيل سيللوز والجيبس في الحد من تشكل القشرة والانجراف في تربتين باستخدام الإطار الصناعي

الدكتورة منى بركات*

(تاريخ الإيداع 8 / 12 / 2009. قبل للنشر في 26 / 4 / 2010)

□ ملخّص □

إنّ تشكل القشرة الأرضية الصلبة على سطح التربة خلال هطول العواصف المطرية تُخفّض ارتشاح ماء المطر بفعل الجاذبية الأرضية ، وتسبب جريانا ً سطحيا ً للماء ،وانجرافا ً للطبقة السطحية في التربة .

يتضمن البحث دراسة تأثير المعاملة السطحية لتربتين إحداهما سلتية لومية والثانية رملية طينية، بمركب الجيبس بمعدل 200غ/م^2 و400غ/م^{2}و وبمركب البوليمير كاربوكسي ميثيل سيللوز بمعدل (1 غ/م^{2}و 2غ/م^2)، وبمزيج منهما بنفس الكمية لمعرفة تأثير تلك المعاملات على معدل الجريان السطحي ومعدل الارتشاح للماء ،والانجراف للتربة السطحية من خلال تعريض كلا التربتين إلى هطول مطري بمعدل 80مم لمدة زمنية، قدرها ساعتان.

أظهرت نتائج البحث تشابه كلا التربتين في تأثّرهما بالمعاملات السابقة ، وقد أدّت المعاملة للطبقة السطحية بالجيبس لكلا التربتين إلى زيادة معدل الارتشاح النهائي وخفض معدل الجريان السطحي ، وخفض انجراف التربة بمعدل (50%)مقارنة مع الشاهد .

أمّا معاملة كلا التربتين بمركب البوليمير (كاربوكسي ميثيل سيللوز) فقد أدّت إلى خفض معدل الارتشاح للماء وخفض معدل الجريان السطحي للماء فوق سطح التربة ، كما كانت فعّالة في خفض انجراف التربة السطحية لكلتا التربتين. أمّا معاملة الطبقة السطحية لكلتا التربتين بمزيج من مركب الجيبس ومركب البوليمير فقد كانت فعّالة في زيادة نسبة الارتشاح وخفض معدل الجريان السطحي للماء (حيث بلغت نسبة الانخفاض في معدل الجريان السطحي 66%بالنسبة للتربة السلتية اللومية و76%بالنسبة للتربة الرملية الطينية مقارنة مع الشاهد) ،كما أدّت إلى خفض كمية التربة المنجرفة .

الكلمات المفتاحية: بوليمير، جيبس، الجريان السطحي –انجراف التربة وتشكل القشرة– معدل الارتشاح النهائي

* **أستاذ مساعد – قسم علوم التربة والمياه–كلية الزراعة–جامعة تشرين–اللاذقية –سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (32) العدد (2) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (2) 2010

The Effect of Carboxy Methyl Cellulose and Gypsum in Preventing Crust Formation and Erosion from two Soils Under Simulated Rainfall

Dr. Mona Barakat *

(Received 8 / 12 / 2009. Accepted 26 / 4 /2010)

□ ABSTRACT □

Hard seals formation at soil surface during rain storms reduce rain infiltration by gravity and cause runoff and soil erosion. The study includes the effect of surface application of 2 kinds of soil: silty loam and sandy clay by gypsum (200g/$m^2$and 400g/m^2),by carboxy methyl cellulose polymer (1and 2 g/m^2)and by mixture of both of two components (same quantities)to know the effect of these treatment on runoff ,infiltration rate and soil surface erosion by exposure to (80mm)of simulated rain fall during two hours.

The results showed a similar response of soils to these treatments ,and surface application of gypsum to the soils increased final infiltration rate and reduce soil erosion by (50%) compared to the control

The treatment with polymer (carboxy methyl cellose) of two soils decreased runoff and infiltration and it was effective in decreasing soil erosion of both soil .but the application of mixture of polymer and gypsum was effective in increasing soil infiltration ,decreasing runoff (decreasing of runoff was66%for silty loam soil and 76%for sandy clay soil compared to control) and decreased soil erosion

Key words: polymer ,gypsum ,runoff ,soil erosion and crust formation ,Final Infiltration rate

* **Associate professor , soil science and water Department ,Faculty of Agriculture ,Tishreen University, Lattakia ,Syria**

مقدمة:

تشكل القشرة seal formation والتقشر crusting على سطح الترب المحروثة والمعرضة لتأثير قطرات المطر ظاهرة شائعة الحدوث في مناطق واسعة من العالم ،لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تسبب الأمطار سلسلة تفاعلات بين التربة والماء : كالارتصاص ،التحطم ،الانفصال ،الانتقال والتشتت ينتج عن هذه الأفعال تشكل الطبقة الموحلة (القشرة الرطبة) التي تتحول عند الجفاف إلى قشرة جافة .وهي طبقة رقيقة تتشكل على سطح التربة بعد هطول الأمطار أو بعد عمليات الري بالرش بضغوط مرتفعة ، وتكون عالية الكثافة (بسبب الضغط والرّص الناجم عن قطرات المطر) وتبدي مقاومة عالية للقص، معامل توصيلها الهيدروليكي أقل من معامل توصيل الطبقة التي تقع تحتها . لقد ميز كل من(Remley and Bradford,1989) بين طورين للقشرة: الطور الأول الرطب وهو ما يسمى seal أي الطبقة الموحلة والطور الثاني الجاف، وهو ما يطلق عليه crusting أو القشرة الجافة. دراسات عديدة تناولت عمليات تشكل القشرة، وقد وصفت آليات تشكل القشرة الناجمة عن الهطول المطري بطرق عديدة أجمعت جميعها على أن تشكل القشرة يتم وفق آليتين متتامتين حددها البحاثة (Agassi,et al 1981) كما يلي:- التحطم الفيزيائي لمجمعات التربة السطحية، وهو يتعلق بمعدل ترطيب التجمعات وبالطاقة الحركية لقطرات المطر وبثباتية التجمعات الترابية السطحية (Mamedov,2007).-التشتت الفيزياكيميائي للطين والذي يشمل تشتت الطين وتحرك الجزيئات الناعمة إلى داخل التربة مع الماء الراشح مسببة انغلاق المسامات الناقلة ومشكلة طبقة ذات نفوذية منخفضة ويتعلق بنسبة الصوديوم المتبادل ال (ESP) في التربة وبنسبة الالكتروليتات في محلول التربة.

إن تشكل القشرة أمر خطير يهدد الإنتاج الزراعي، لان القشرة تعمل على خفض معدل الارتشاح وتزيد معدل الجريان السطحي وبالتالي ينخفض مقدار استفادة التربة من مياه الأمطار ويحدث الانجراف وبالنتيجة يتم ضياع أهم الموارد الطبيعية الأساسية في استمرار الحياة :التربة والماء ،كما إن تشكل القشرة يعيق إنبات البذور ونمو البادرات . والعوامل التي تؤثر على تشكل القشرة عديدة تتعلق بخصائص كل من التربة كالقوام ، ثباتية البناء و نسبة المادة العضوية و خصائص المطر كالشدة المطرية والطاقة الحركية ،إضافة إلى الناقلية الكهربائية لكل من التربة وماء المطر. يحدث تشكل القشرة بعد فترة قصيرة من هطول المطر (في الأتربة الحساسة لتشكل القشرة) فينخفض معدل الارتشاح لأن الناقلية المائية لطبقة القشرة أقل بعدة مرات من الطبقة التي تحتها (Mamedov,2001).فعندما تصبح الناقلية المائية للقشرة اخفض من الشدة المطرية تتشكل طبقة مائية ويحدث جريان سطحي وانجراف. هذا يؤكد إلى أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين تشكل القشرة وانجراف التربة فحدوث الانجراف بماء المطر يتلو تشكل القشرة ،ومع هذا فإن معظم دراسات الانجراف لم تأخذ بعين الاعتبار الارتباط الوثيق بين تشكل القشرة والانجراف، لكن بعد ظهور المفاهيم الجديدة التي شملت وصفاً واضحاً لكل من تشكل القشرة والانجراف، كما حددها كل من (Lado,Ben-Hur,and Shainberg,2004) وهي إن تشكل القشرة والانجراف يشمل عمليات فصل ونقل لجزيئات التربة ، بدأت دراسات الانجراف الجديدة تؤكد على أن تشكل القشرة هو المرحلة الأولى لحدوث الانجراف . دراسات عديدة تناولت طرق الحد من تشكل القشرة كاستخدام بعض المحسنات لتخفيض الجريان السطحي والانجراف في الأتربة الحساسة لتشكل القشرة، أجريت بعض هذه الدراسات مخبريا باستخدام الإمطار الصناعي، وبعضها اجري في الظروف الحقلية اعتمد معظمها على زيادة مقاومة التربة لتشكل القشرة عن طريق زيادة ثباتية وحداتها البنائية باستخدام محسنات مختلفة لبناء التربة، فقد وجد (Miller,1987) أن نثر الجبس على سطح التربة يزيد من معدل الارتشاح ويخفض الجريان السطحي، كما أن دراسات (Tang,2006) أظهرت أن المعاملة السطحية للتربة بالفوسفو جيبس كانت فعالة في زيادة

مقاومة التربة لتشكل القشرة. دراسات عديدة تناولت موضوع دور البوليميرات العضوية الصناعية ذات الوزن الجزيئي المرتفع، لاسيما السالبة الشحنة في المحافظة على بناء التربة وخواصها الفيزيائية مثل (Ben-Hur and Shainberg1990,Ben-Hur and Keren1997, Bhardwaj and Shainberg,2007) و أجريت دراسات حقلية ومخبرية استخدمت البولي اكريل اميد (Gardiner and Sum2002, Husein et al2006) وأظهرت على إن إضافة كميات قليلة من البوليمير PAM إلى سطح التربة كان فعالا في المحافظة على نفوذية عالية وخفض الجريان السطحي ومستويات الانجراف في الأتربة التي عرضت لتأثير قطرات المطر، خاصة عند إضافة البوليمير مع مصدر للالكتروليتات (Lentz,Sojka and Cater1996,Tang,2006)كما أن معاملة الأتربة الجبسية بالبوليمير PAMعمل على خفض قساوة قشرتها، مما ساعد على ارتفاع نسبة إنبات بادرات القطن بفروق معنوية مقارنة مع الشاهد(المقداد وآخرون,2007). في دراستنا هذه تم استخدام احد البوليميرات الانيونية، وهو كاربوكسي ميثيل سيللوز بوجود الجيبس لدراسة تأثير المزيج في الحد من تشكل القشرة .

البوليميرات : مركبات عضوية ذات سلاسل عملاقة متعددة المجموعات الوظيفية نتجت من عملية التبلمر polymerization,أو التكثيفcondensation ذات وزن جزيئي مرتفع لا يقل عن 10000—15000 ويمكن أن يصل إلى عدة ملايين، إذ يصل طول سلاسلها الممتدة آلافا من الانغستروومات، وعادة تتألف من وحدات بنيوية متكررة .البنية الفراغية التي تتمتع بها البوليميرات تكسبها مرونة عالية، وبالتالي تصبح قادرة على الانتفاخ والانبساط بصورة أغشية تقوم بدور أغشية طلائية، الأمر الذي يمكنها من القيام بدور مجمع لحبيبات التربة الناعمة وتشكيل وحداتها البنائية وقد قسم (كولمان ،1982)البوليميرات حسب شحنتها إلى:

- بوليميرات عديمة الشحنة unchargepolymers
- بوليميرات سالبة الشحنة Negativcharge polymers
- بوليميرات موجبة الشحنة positive chargepolymers

أما حسب علاقتها بالماء فقسمها الى:

- بوليميرات محبة للماء Hydrophilus
- بوليميرات كارهة للماء Hydrophopy

أهمية البحث وأهدافه:

نظرا للأضرار البيئية والزراعية التي تنجم عن تشكل القشرة السطحية، وما يترتب عليها من ضياع لأهم الموارد الطبيعية، وهما الماء والتربة، لاسيما في المناخ المتوسطي في سوريا الذي يشجع على حدوث هذه الظاهرة بسبب طبيعة الأمطار التي تسقط على شكل زخات قوية يعقبها فترات جفاف طويلة، لذلك لابد من إيجاد الوسائل المناسبة للحد من تشكل هذه القشرة، ونرى في استخدام البوليميرات و الجيبس أحد هذه الوسائل، لذا كان الهدف من البحث دراسة أثر المعاملة السطحية لتربتين سلتية لومية ورملية طينية بكل من الجيبس و البوليمير ولمزيجهما معا على معدل الارتشاح النهائي والجريان السطحي وكمية التربة المنجرفة باستخدام الإمطار الصناعي

طرائق البحث ومواده:

أجريت التجربة في جامعة تشرين كلية الزراعة للعام 2007–2008 على تربتين، جمعت التربة الأولى من(نبع الرز) جنوب اللاذقية والثانية من قرية البيطار، وذلك من عمق (0–25سم)ومن نقاط حقلية مختلفة شكلت بمجموعها عينة مركبة ،جففت هوائيا، ونخلت لتمر من خلال منخل قطر فتحاته 2مم للحصول على تربة ناعمة ثم أجريت التحاليل الفيزيائية والكيميائية على هذه الترب، وجمعت النتائج في الجدول التالي:

الجدول رقم (1) يبين بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للترب المدروسة في البحث

رقم التربة ونوع القوام	الناقليةالكهربائية EC ميليموز/سم	رقم الحموضة الpH	السعة التبادلية الكاتيونية CECم.م/100غ (تربة)	المادة العضوية % OM	$CaCO_3$ %	التحليل الميكانيكي %		
						رمل	سلت	طين
(1) سلتية لومية	0,12	7,4	17,7	0,9	35	30	47,5	22,5
(2) رملية طينية	0,32	7,7	34,2	1,2	40	43,8	15,6	40,6

هذا وقد أجريت التجارب في مخابر كلية الزراعة بجامعة تشرين

. التحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر.وتم تحديد القوام باستخدام مثلث القوام حسب التصنيف الأمريكي .

قياس الناقلية الكهربائية باستخدام جهاز قياس الpH .

. تقدير المادة العضوية بطريقة الهضم الرطب.

–تقدير كربونات الكالسيوم الكلية بطريقة المعايرة .

. تقدير السعة التبادلية الكاتيونية عن طريق إشباع التربة بكاتيونات الكالسيوم.

. قياس الـ PH لمستخلص 1:5 بواسطة جهاز pHmetre.

– معدل الارتشاح حسب قانون (باتوك، 1978)

كاربوكسي ميثيل سيللوز Carboxymethylcellelose:

مركب عضوي ينشأ من تفاعل السيللوز النقي بواسطة الأيتير مع خلات الصوديوم. و السيللوز سكر متعدد وزنه الجزيئي مرتفع من عدة مئات إلى عدة ملايين يعطي عند التحلل الكامل الجلوكوز) .وكاربوكسي ميثيل السيللوز مسحوق قابل للذوبان في الماء يقاوم درجات الحرارة العالية (200) درجة مئوية، وهو سالب الشحنة صيغته العامة R(OCH2COONa)n.وهو من البوليميرات الكارهة للماء.

جهاز الإمطار الصناعي

استخدم جهاز إمطار صناعي مصنع محليا، وذلك بعد الاستعانة ببعض المراجع{Hudsun,1971) والاطلاع على أجهزة الإمطار الصناعي في إيكاردا وفي جامعة دمشق (المقداد و آخرون 2007) .

الصورة (1) تبين أجزاء جهاز الأمطار الصناعي

الجهازمكون من حوض مزود بصواني مثقبة بثقوب أقطار فتحاتها (1) مم و أبعادها(52 x 90) سم، أقل من أبعاد الحوض(53 x 93)سم وذلك كي يسهل وضعها داخل الحوض أثناء الدراسة وبعمق 10 سم يتم وضع الصواني داخل الحوض من خلال تثبيتها على فرض معدنية من الجانبين.الشدة المطرية التي استخدمت(40مم/سا) متوسط قطر القطرة(2مم) تم تحديده بطريقة اللطخة،حسب {Hudsun,1971} وسرعة سقوط القطرة (6,2 م/ ثا).تم حسابها حسب

(Awad ,Helallia and Letey,1988) كما يلي:

$$v=(2\,g\,h)^{½}$$

g :تسارع الجاذبية الأرضية

h : المسافة الفاصلة بين مكان خروج القطرة وسطح التربة 1(م)

الطاقة الحركية حسبت باستخدام علاقة (Wischmeier and Smith, 1958) التالية:

$$E=(11,9+8,73 \log I)$$

E :الطاقة الحركية جول/م^2.مم

I :الشدة المطرية مم/ سا

المعاملات:

كان عدد المعاملات8 معاملات وّزعت على الشكل التالي :

المعاملة رقم (1) شاهد لم يضاف لها البوليمير ولا الجيبس

المعاملة رقم (2) البوليميرCMC بتركيز 2 غ/م^2

المعاملة رقم (3)الجيبس بتركيز 200 غ/م^2

المعاملة رقم (4) الجيبس بتركيز 400غ/م^2

المعاملة رقم (5) البوليمير CMCبتركيز 1غ/م^2+الجيبس بتركيز 200غ/م^2

المعاملة رقم (6) البوليمير CMCبتركيز1غ/م^2 +الجيبس بتركيز400غ/م^2

المعاملة رقم (7) البوليمير CMC بتركيز 2 غ/م^2+الجيبس بتركيز 200غ/م^2

المعاملة رقم (8) البوليمير CMC بتركيز2 غ/م^2 +الجيبس بتركيز 400غ/م^2

استخدم الجيبس $CaSO_4$.$2H_2O$ (95 %)حيث نخل بمنخل قطر ثقوبه (2)مم

تجربة الإمطار الصناعي

نضع طبقة من الرمل الخشن بسماكة (4)سم أسفل الصينية، ثم نضع فوقها قطعة من القماش الذي لا تتمدد نسجه بالتبليل (شاش) ،وفوق قطعة القماش نفرش الترب المدروسة بعد نخلها بمنخل قطر فتحاته (2)مم بسماكة قدرها (6)سم وبكثافة ظاهرية قريبة من الكثافة الظاهرية للتربة في الحقل، وذلك من خلال معرفة وزن التربة المضافة باستخدام وعاء سعة 200غ مع تسوية سطح التربة بعد كل إضافة، بحيث كانت كثافة الترب على الشكل التالي: 1,30غ/سم^3 للتربة السلتية اللومية و 1,15غ/سم^3 بالنسبة للتربة الرملية الطينية. تم خلط مسحوق البوليمير و الجيبس مع ترية الطبقة السطحية (1سم من الطبقة العلوية في الصينية) وذلك وفق المعدلات السابقة، بعد ذلك تم ترطيب التربة ببطء إلى أن أصبحت رطوبة التربة 20% وزنا وتركت مدة أسبوع كي تجف، أما صواني الشاهد فأضيف لها الماء فقط دون البوليمير أو الجيبس . بعد أسبوع من الإضافات تم إشباع التربة بالماء من الأسفل بماء الصنبور لمدة ساعتين، ثم رفع حوض الانجراف إلى مستوى بحيث يكون ميله 5%وترك حتى تم صرف كامل الماء منه ثم عرضت التربة إلى هطول مطري شدته (40مم/سا) لمدة ساعتين . تم تسجيل كمية الماء الراشح كل 5 دقائق، أما الماء الجاري على السطح فقد تم استقباله في وعاء خاص وتم تسجيل كميته كل خمس دقائق من بداية الهطول إلى نهايته، وبعدها حسبت كمية الماء الجاري على السطح لكل معاملة ، كما تم تجفيف الماء ووزنت التربة المنقولة مع ماء الجريان السطحي لكل معاملة :

أجريت كل معاملة بثلاثة مكررات ،والمياه التي استخدمت في الهطول المطري هي مياه الصنبور والجدول التالي يبين صفات هذه المياه .

الجدول رقم(2) يبين نتائج تحليل بعض الخواص الكيميائية لماء الصنبور المستخدم في البحث

نوع التحليل	الناقلية الكهربائية EC ميليموز/سم	رقم الحموضة الـ pH	الكاتيونات والانيونات م .م /ل			
			Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	Cl^{-}
القيمة	0,23	7,2	2,6	1,2	0,11	0,5

تم تحليل نتائج معدل الارتشاح المستحصل عليها أثناء الهطول المطري باستخدام المعادلة غير الخطية المعروضة من قبل (Morain and Benyamini1977).

$$I_t=(I_I-I_f)\ e^{-\gamma\ pt}+I_f$$

I_t :معدل الارتشاح اللحظي مم/سا .

I_I:معدل الارتشاح الأولي مم/سا .

I_f: معدل الارتشاح النهائي مم/سا .

t:الزمن / ساعة .

P:الشدة المطرية مم/سا .

γ: عامل يرتبط بثباتية مجمعات التربة .

استخدمنا في هذه المعادلة القيم المقاسة لكل من معدل الارتشاح النهائي واللحظي والشدة المطرية لحساب كل من γ ومعدل الارتشاح الأولي والتي أعطت أفضل معامل ارتباط بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة لمعدل الارتشاح اللحظي .

النتائج والمناقشة:

حللت النتائج إحصائيا باستخدام برنامج الحاسوب Genstat ومن اختبار anova وحساب أقل فرق معنوي lsd لتحديد الفروقات المعنوية بين المتوسطات والجداول التالية تبين نتائج التحليل الحصائي :

جدول رقم (3) يبين الفروق المعنوية بين معاملات التربة السلتيه اللومية بالنسة لمعدل الارتشاح النهائي Lsd=2,149

8	7	6	5	4	3	2	
***	***	***	***	***	ns	ns	1
***	***	***	***	***	***		2
***	***	***	***	ns		***	3
***	***	***	***		ns	***	4
***	ns	ns		***	***	***	5
***	ns		ns	***	***	***	6
***		ns	ns	***	***	***	7
	***	***	***	***	***	***	8

جدول رقم (4) يبين الفروق المعنوية بين معاملات التربة الرملية الطينية بالنسبة لمعدل الارتشاح النهائي lsd=3,300

8	7	6	5	4	3	2	
***	***	***	***	***	ns	ns	1
***	***	***	***	***	***		2
***	***	***	***	Ns		***	3
***	***	***	ns		ns	***	4
***	***	ns		Ns	***	***	5
***	ns		ns	***	***	***	6
***		ns	***	***	***	***	7
	***	***	***	***	***	***	8

جدول رقم (5) يبين الفروق المعنوية بين معاملات التربة السلتيه اللومية بالنسة لمعدل الجريان السطحي lsd=9,48

8	7	6	5	4	3	2	
***	***	***	***	***	ns	ns	1
***	***	***	***	***	***		2
***	***	***	***	ns		***	3
***	***	***	ns		ns	***	4
***	ns	ns		ns	***	***	5
***	ns		ns	***	***	***	6
***		ns	ns	***	***	***	7
	ns	***	***	***	***	***	8

جدول رقم (6) يبين الفروق المعنوية بين معاملات التربة الرملية الطينية بالنسبة لمعدل الجريان السطحي lsd=5,443

8	7	6	5	4	3	2	
***	***	***	***	***	***	ns	1
***	***	***	***	***	***		2
***	***	***	***	Ns		***	3
***	***	***	***		ns	***	4
***	ns	ns		***	***	***	5
***	ns		ns	***	***	***	6
ns		ns	ns	***	***	***	7
	ns	***	***	***	***	***	8

جدول رقم (7)يبين الفروق المعنوية بين معاملات التربة السلتيه اللومية بالنسبة لكمية التربة المنجرفة lsd=45,76

8	7	6	5	4	3	2	
***	***	***	***	***	***	***	1
ns	***	***	***	***	***		2
***	***	ns	ns	ns		***	3
***	***	ns	ns		ns	***	4
***	***	ns		ns	ns	***	5
***	***		ns	ns	ns	***	6
***		***	***	***	***	***	7
	***	***	***	***	***	ns	8

جدول رقم (8) يبين الفروق المعنوية بين معاملات التربة الرملية الطينية بالنسبة لكمية التربة المنجرفة lsd=34,19

8	7	6	5	4	3	2	
***	***	***	***	***	***	***	1
***	***	***	***	***	***		2
***	***	***	Ns	ns		***	3
***	***	***	Ns		ns	***	4
***	***	ns		ns	ns	***	5
***	ns		Ns	***	***	***	6
***		ns	***	***	***	***	7
	***	***	***	***	***	***	8

ملاحظة: تشير الأرقام من 1– 8 إلى نوع المعاملة، كما ورد ترتيبها في فقرة طرائق ومواد البحث ويشير الرمز ***إلى وجود فرق معنوي بين المعاملات بينما يشير الرمز ns إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات .

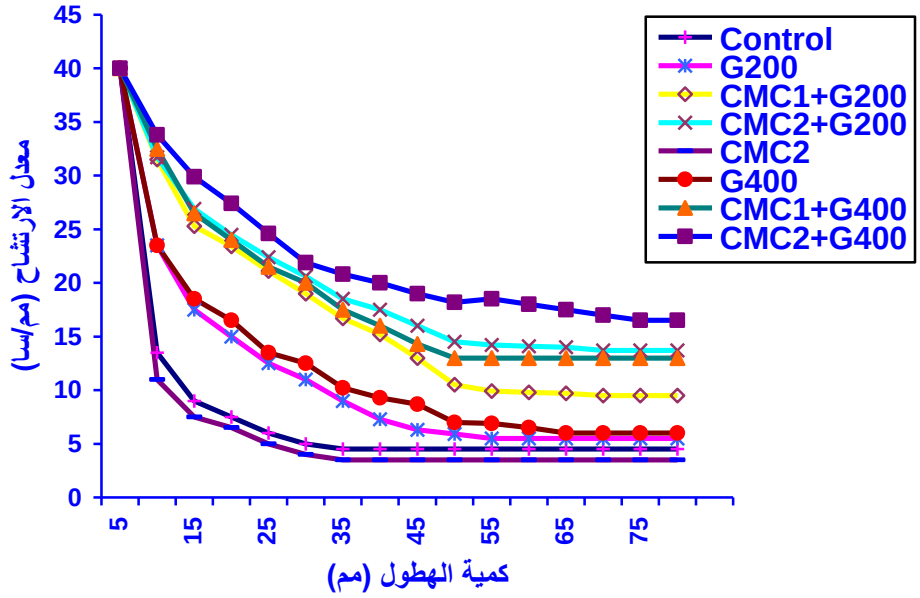
من الجدول رقم (1)يلاحظ من نتائج تحليل الترب المدروسة أن هناك تباينا في قوامها بالاعتماد على مثلث القوام ،حيث يلاحظ أن التربة رقم (1) كانت سلتية لومية، بينما التربة رقم (2) فهي رملية طينية. كما يلاحظ أن هناك اختلافا" في الخصائص المدروسة في الجدول رقم(1)

دراسة تأثير كاربوكسي ميثيل سيللوز(CMC) والجيبس(G) و خلائطهما على معدل الارتشاح والجريان السطحي في التربتين المدروستين:

معدل الارتشاح عبارة عن سرعة الماء المتحرك إلى داخل قطاع التربة مجتازا سطحها مقاسا بوحدة الزمن ووحدة مساحة سطح التربة ويسمى معدل الارتشاح عند أقصى قيمة له بسعة الارتشاح infiltration capasity وهي تتوقف على كل من رطوبة التربة – معامل التوصيل الهيدروليكي –القوام –البناء تجانس طبقات التربة المتتالية في القطاع .

يكون معدل الارتشاح عاليا في البداية، ثم ينخفض تدريجيا إلى أن يصل إلى معدل الارتشاح الثابت، واهم الأسباب التي تؤدي إلى الانخفاض السريع بمعدل الارتشاح هو التدهور التدريجي لبناء التربة الذي يتبعه بعد ذلك انسداد لمسامات التربة وتشكل طبقة سطحية كتيمة سيئة النفاذية (تشكل القشرة).حيث تعتبر ثباتية مجمعات التربة السطحية هي العامل المحدد لمقاومة التربة لتشكل القشرة .

سنعتمد في تقييم درجة مقاومة الترب المدروسة لتشكل القشرة على رسم منحنٍ يمثل تغيرات معدل الارتشاح مع الزمن، إضافة إلى قياس معدل الارتشاح النهائي. ويبين الشكل رقم (1) تغيرات معدل الارتشاح للتربة رقم 1



الشكل رقم (1) يبين تغيرات معدل الارتشاح في التربة السلتية اللومية

يشير الانحدار الشديد في معدل الارتشاح والقيمة المنخفضة لمعدل الارتشاح النهائي للشاهد (4)مم/سا إلى أن التربة رقم1 حساسة لتشكل القشرة وهذا يعود إلى انخفاض نسبة الطين التي احتوتها هذه التربة(22,5%) إضافة إلى انخفاض محتواها من المادة العضوية، فكانت ا لمجمعات الترابية ضعيفة الثباتية، ولهذا لم تستطع مقاومة فعل قطرات المطر، و تخربت بسرعة فانخفض معدل الارتشاح وزاد الجريان السطحي (54مم) خلال الساعتين حيث وصل معدل الارتشاح إلى مرحلة الثبات عند هطول اقل من40 مم،خلال زمن قدره اقل من نصف ساعة، وهذا يتوافق مع النتائج التي توصل إليها (Mamedov,2001) .والتي أكدت على أن التربة التي تحوي 22% طيناً وأكثر من 36% سلت في تركيبها المكانيكي ويقل محتواها من المادة العضوية إلى مادون 2 % تتعرض لظاهرة التقشر ، لان مجمعاتها الترابية ضعيفة الثباتية . أثرت المعاملة السطحية للتربة المعاملة بالجيبس على تعديل منحنى معدل الارتشاح، كما عمل على زيادة قيمة معدل الارتشاح النهائي، مقارنة مع الشاهد حيث بلغت نسبة الزيادة في قيم معدل الارتشاح النهائي لدى المعاملة السطحية ب200غ/م2 و400غ/م2 من الجيبس 35و52%على الترتيب عما كانت عليه في الشاهد، حيث أن الجيبس االمضاف إلى التربة، وبوجود الماء، ينحل وتتحرر منه شوارد الكالسيوم في محلول التربة وتساهم في تجميع حبيبات التربة في مجمعات قوية ومقاومة لفعل قطرات المطر ولهذا بقي معدل الارتشاح عاليا وانخفض مقدار الماء الجاري على السطح و يوضح الجدول رقم (9) تأثير المعاملات على معدل الارتشاح النهائي والجريان السطحي.

جدول رقم (9) يبين تأثير المعاملات على معدل الارتشاح النهائي والجريان السطحي للترب المدروسةفي البحث

المعاملة	تربة سلتيه لوميه (1)		تربة رملية طينية (2)	
	الجريان السطحي مم /ساعتين /	معدل الارتشاح النهائي مم/سا	الجريان السطحي /مم/ساعتين	معدل الارتشاح النهائي مم/سا
الشاهد	54	4	50	5,9
CMC (2غ/م^2)	57	3	52	4,75
G (200 غ/م^2)	45	6	37	8,88
G (400غ/م^2)	40	8	35	10
CMC(1 غ/م^2)+G(200 غ/م^2)	32	12	22	12,25
CM(1غ/م^2) +G(400غ/م^2)	30	13	18	15
CMC (2 غ/م^2)+G (200 غ/م^2)	26	14	17	17,5
CMC (2غ/م^2) +G (400 غ/م^2)	19	17	12	22

من الجدول رقم (9)نلاحظ أنه لدى استخدام 400غ/م^{2}جيبس سببت رشحا أكبر من 200غ/م^2.كما يلاحظ أنه عند استخدام البوليمير لوحده كان الارتشاح مساوياً للشاهد تقريبا، أما عند استخدام الجيبس لوحده أو بالمزج مع البوليمير زاد الارتشاح، والسبب هو ذوبان الجيبس بالإضافة لفعل الكالسيوم المتحرر من الجيبس وكذلك الكالسيوم الموجود في التربة أصلا فهي غنية بكربونات الكالسيوم

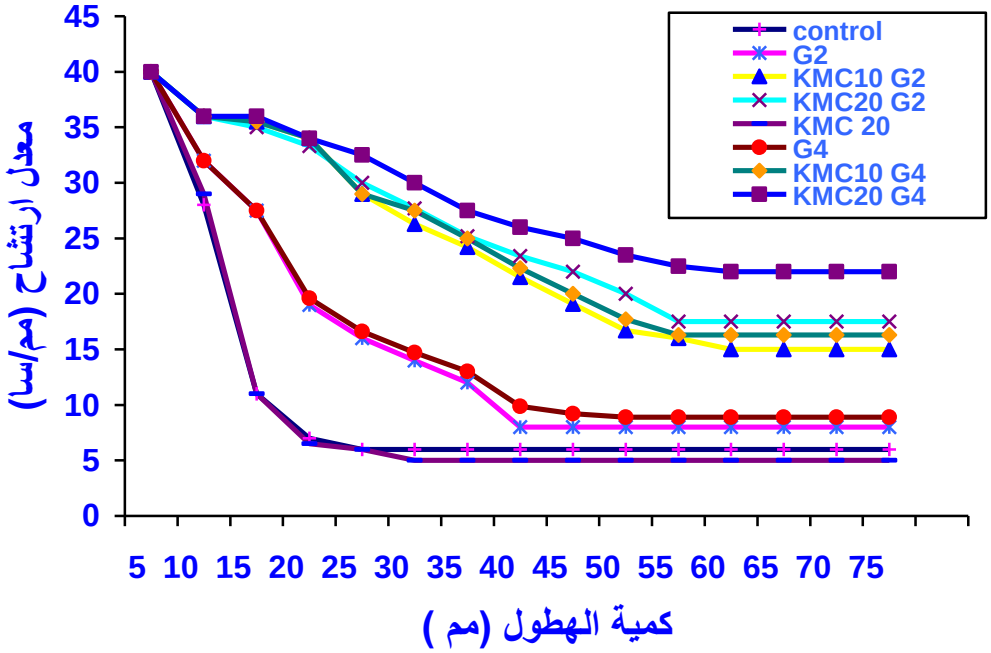
من الجدول (9) نرى انه لدى معاملة التربة بالبوليمير فقط وصل معدل الجريان السطحي إلى54مم وهذا يعود لانخفاض معدل الارتشاح بسبب انغلاق مسامات التربة بذيول البوليمير الحرة، فالبوليمير المستخدم سالب الشحنة والتربة المعاملة فقيرة بالكاتيونات الضرورية لتشكيل روابط بين البوليمير والطين، وبالتالي عندما لم يجد البوليمير المواقع اللازمة ليدمص امتد إلى مسافات طويلة سادا مسامات التربة الأمر الذي أدى لانخفاض معدل الارتشاح وزيادة معدل الجريان السطحي. وهذا يتوافق مع النتائج التي حصل عليها الباحث (Green, et ,al 2000) والتي أظهرت انخفاض معدل الارتشاح عند معاملة التربة الفقيرة بالكاتيونات بالبوليميرات الانيونية.

أما عند معاملة التربة بمزيج من البوليمير والجيبس فقد زاد معدل الارتشاح النهائي بمقدار 4 أضعاف، عما كان عليه في الشاهد وبصورة مماثلة انخفض معدل الجريان، حيث كان 54 مم في معاملة الشاهد فاصبح 19 مم في المعاملة 2غ/م^2 بوليمير +400غ/م2جيبس). الفعالية العالية التي نتجت عن معاملة التربة بمزيج من البوليمير والجيبس في المحافظة على معدل ارتشاح عالٍ مقارنة مع معاملة التربة بالبوليمير فقط يعزى إلى قصر طول سلسلة البوليمير بوجود شوارد الكالسيوم في محلول التربة بعد ذوبان الجيبس بالماء، مما ساعد على خفض قوى التنافر بين مواقع البوليمير السالبة وحبيبات الطين، كما أن زيادة تركيز الشوارد في محلول التربة عمل على زيادة لزوجة البوليمير، وبالتالي حد من انتشار وتمدد البوليمير إلى مسافات بعيدة، عمل زيادة تركيز شوارد الكالسيوم في محلول التربة على تشكيل جسور ربط بين البوليمير و الكاتيونات الموجودة في حبيبات التربة ،وشكل تجمعات ترابية حصرت بينها مسامات مستمرة، ولم يعد هناك ذيول حرة من سلسلة البوليمير كي تعمل على غلق المسامات، ولهذا زاد معدل الارتشاح وانخفض معدل الجريان السطحي، وهذا يتوافق مع نتائج الباحث{Bravenik,1994} التي أكدت أن سلاسل البوليمير القصيرة لا تعمل على غلق مسامات التربة، وتكون فعالة في تشكيل تجمعات ثابتة ومقاومة لتشكل القشرة.

أما معاملة التربة بالبوليمير (1غ/م^2) والجيبس أظهرت التأثير الفعال للجيبس في كلتا المعاملتين، حيث زاد معدل الارتشاح النهائي من 4 في معاملة شاهد إلى 13مم/سا (في معاملة البوليمر 1غ/م^2 +400 غ/م^{2}جيبس).

وكان تأثير كمية الجيبس المضافة على تغيرات معدل الارتشاح واضحا في المعاملة 2غ/م^2 بوليمير (200 و400غ/م2) جيبس حيث كان منحنى تغيرات معدل الارتشاح في الحالة الثانية(400غ/م2) فوق منحنى تغيرات معدل الارتشاح في المعاملة الأولى (200غ/م2)، وهذا يشير إلى أنه كلما زادت كمية البوليمير المستخدمة كلما احتجنا إلى كمية اكبر من الجيبس.

معاملات التربة رقم (1) بالبوليمير(2غ/م^2)الممزوج مع الجيبس كانت أكثر تأثيرا في زيادة معدل الارتشاح النهائي وخفض معدل الجريان السطحي من المعاملة التي استخدم بهاالبوليمير بتركيز (1غ/م^2) ممزوجا مع الجيبس أما تغيرات معدل الارتشاح نتيجة معاملة التربة رقم (2) فيوضحها الشكل رقم (2)



شكل رقم (2) يوضح تغيرات معدل الارتشاح للتربة الرملية الطينية

واضح من الشكل بأنه ليس هناك اختلاف كبير في النتائج التي حصلنا عليها نتيجة معاملة التربة رقم 2 بالبوليمير أو بمزيج من البوليمير و الجيبس، والنتائج التي حصلنا عليها من معاملة التربة رقم (1).

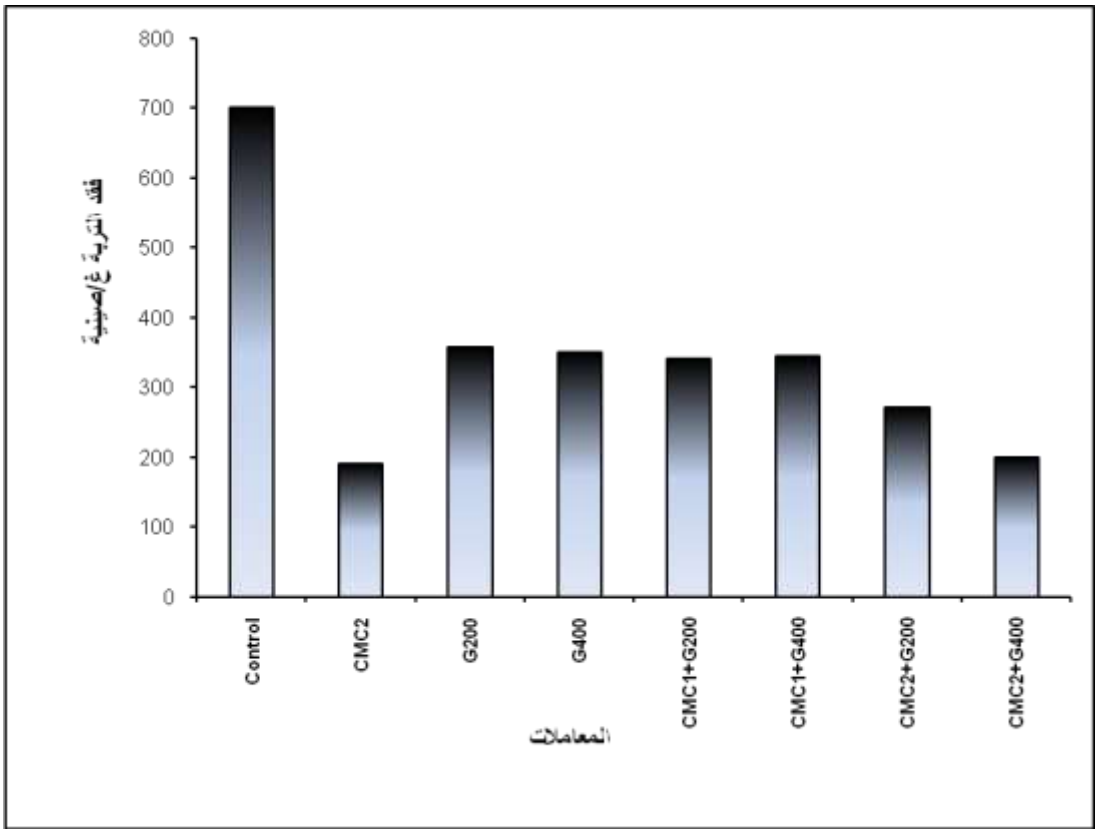
– كانت التربة رقم (2) أكثر مقاومة لتشكل القشرة من التربة رقم 1 وهذا واضح من الفرق في درجة انحدار معدل الارتشاح لكل من التربتين، كما أن الفروق في قيم معدل الارتشاح النهائي كانت كبيرة، فقد كانت في التربة رقم(1) 4مم/سا بينما كانت في التربة رقم (2)5,9 مم/سا وهذا يعود إلى زيادة نسبة الطين في التربة رقم 2 مما شجع على تشكيل تجمعات ترابية ثابتة ومقاومة لتشكل القشرة وهذا يتوافق مع نتائج (Mamedov,2007)التي أظهرت بان ثباتية مجمعات التربة تزداد بزيادة محتوى التربة من الطين.

بشكل مماثل كانت معاملة التربة رقم (2) بالبوليمير فقط غير مفيدة لا في الحد من تشكل القشرة ولا في المحافظة على معدل ارتشاح عال، وكان منحنى معدل الارتشاح مشابهاً لمنحنى الشاهد أو حتى أخفض منه، ،وهذا يعود إلى ما ذكر سابقا عن امتداد سلسلة البوليمير وانغلاق مسامات التربة بذيولها، مما أدى لانخفاض الناقلية الهيدروليكية ، وبالتالي زاد الجريان السطحي ،حيث بلغ مقدار الجريان السطحي في هذه المعاملة 52مم.

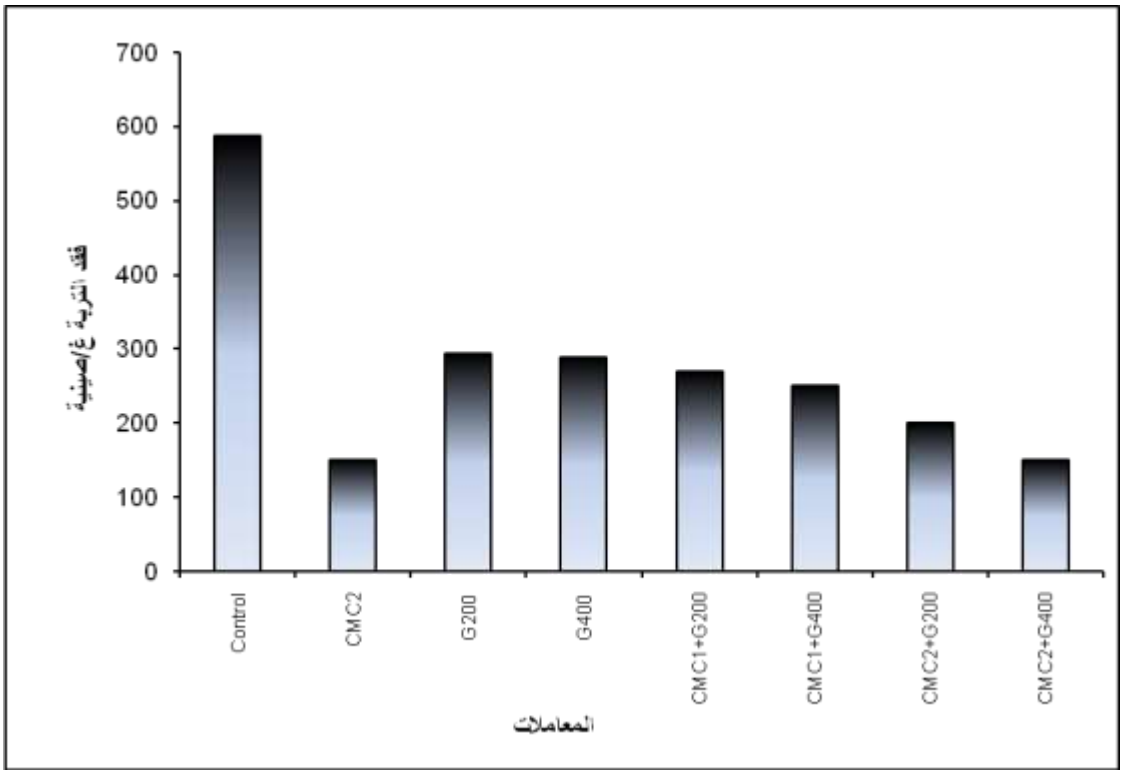
أما خلط البوليمير مع الجيبس فقد كان فعالا في الحد من تشكل القشرة، ولهذا زاد معدل الارتشاح النهائي للتربة رقم (2) زيادة وصلت إلى 73%عند المعاملة بالبوليمير والجيبس (2غ/م^2 بوليمير +400غ/ م2 جيبس) مقارنة مع الشاهد.أما معاملة التربة رقم (2) بكل من الجيبس و بمزيج من البوليمير والجيبس فقد عمل على خفض معدل الجريان السطحي، حيث وصلت نسبة تخفيض معدل الجريان السطحي لدى المعاملة بالجيبس إلى 30% في حين كانت نسبة التخفيض بمعدل الجريان السطحي لدى المعاملة بالجيبس والبوليمير 76% عما كانت عليه في الشاهد. إن تأثير المعاملات في التربتين يبدو متشابها، ففي كلتا التربتين انخفض معدل الارتشاح لدى المعاملة بالبوليمير لوحده، أما عند معاملة التربتين بخليط من الجيبس و البوليميرفقد زاد من معدل الارتشاح النهائي مع تخفيض معدل الجريان السطحي.

دراسة تأثيركاربوكسي ميثيل سيللوز(CMC) والجيبس(G) وخلائطهما على كمية التربة المنجرفة:

تبين الأشكال 3 و 4 كميات التربة المفقودة من التربتين نتيجة تعريضها إلى هطول مطري قدره 80 مم



شكل رقم(3) يبين كميات التربة المفقودة من التربة السلتية اللومية



شكل رقم(4) يبين كميات التربة المفقودة من التربة الرملية الطينية

يتضح لنا من الأشكال البيانية رقم (3 ،4) أن اكبر كميات فقد للتربة كانت في معاملة الشاهد لكلتا التربتين، حيث كانت الكميات المفقودة 700غ/صينية من شاهد التربة السلتية اللومية و588غ/صينية من شاهد التربة الرملية الطينية، أما المعاملة السطحية بالجيبس فقد عملت على تخفيض كمية التربة المفقودة بنسبة قدرها 50% عما هي عليه في شاهد كل من التربتين، وهذا ناجم عن ارتباط حبيبات التربة مع بعضها بوجود كاتيون الكالسيوم الموجود في الجيبس في تجمعات قوية قاومت عمليات التشتت بفعل قطرات المطر،. وبالتالي كان معدل الجريان السطحي منخفضاً، وكذلك فقد أعطت المعاملة السطحية للترب بالبوليمير نتائج غير متوقعة، حيث كانت كميات التربة المفقودة اقل من جميع المعاملات الأخرى، حيث بلغت نسبة التخفيض في كمية التربة المفقودة 72%في التربة رقم (1) و74%في التربة رقم (2)، على الرغم من انخفاض معدل الارتشاح، والذي نجم عنه ارتفاع في معدلات الجريان السطحي بمقدار(54 مم و50 مم) على الترتيب .

إن طول سلسلة البوليمير في سطح التربة المعاملة به والمعرضة إلى هطول مطري يفسر الانخفاض في كل من معدل الارتشاح وفقد التربة، فكما هو معروف عن البوليميرات الانيونية بأنها تتميز في المحاليل الممدة بسلسلة يتراوح طولها بين (0,1–0,2 مم) {Bravenik,1994} وعندما يدمص البوليمير على السطوح الخارجية لحبيبات التربة يربط جزيئات التربة مع بعضها البعض ولمسافة بعيدة، وبالتالي تصبح مقاومة للتناثر بفعل قطرات المطر ومقاومة للانجراف بفعل الجريان السطحي{ Smith et al1990) وهذا ما أدى إلى انخفاض كمية التربة المفقودة . أما انخفاض معدل الارتشاح الذي سبب زيادة في معدل الجريان السطحي فهو ناتج عن انغلاق المسامات الناقلة للماء بذيول سلسلة البوليمير الممتدة التي بقيت حرة في المحلول، وهذا يتوافق مع النتائج التي حصل عليها (Green, et,al2000)والتي أظهرت إلى إن ذيول البوليمير الحرة تعمل على غلق مسامات التربة .

أما عند زيادة تركيز الالكتروليتات في محلول التربة(معاملة التربة بمزيج من البوليمير والجيبس) فان الجيبس يذوب وتتحرر منه ايونات الكالسيوم في المحلول، الأمر الذي يؤدي إلى تقصير طول سلسلة البوليمير، فتقل فاعليته في تخفيض فقد التربة بسبب قصر المسافة التي يربط بها البوليمير حبيبات التربة مع بعضها البعض، أي إن فعالية البوليمير في خفض معدل فقد التربة بوجود الالكتروليتات يقل، وهذا يتوافق مع النتائج التي حصل عليها كل من(Levy and Miller,1999) والتي أقرت بان فعالية البوليميرات الانيونية في تأثيرها على خواص التربة يتوقف على تركيز الالكتروليتات في محلول التربة لأنها تؤثر على طول سلسلة البوليمير.

لدى مقارنة تأثير المعاملات المختلفة للتربتين على الجريان السطحي وفقد التربة نلاحظ الآتي : إن معاملة التربة بالجيبس كان فعالا في خفض كل من معدل الجريان السطحي وفقد التربة مقارنة مع الشاهد في كل من التربتين، بالمقابل، فإن معاملة كل من التربتين بمزيج من البوليمير والجيبس كان أكثر فعالية في خفض معدل الجريان السطحي من فعاليته في خفض فقد التربة ، لان المجمعات الترابية السطحية الثابتة بفعل المعاملة بمزيج من البوليمير والجيبس حّدت من تشكل القشرة، ولكن هذه المعاملة كانت أقل فعالية في الحّد من تفرق حبيبات التربة.

مع ذلك فإن الاختلافات في قيم الترب المفقودة بين معاملات الجيبس لوحده ومعاملات الجيبس و البوليمير في كل من التربتين لم تكن معنوية . لكن معاملات البوليمير مع الجيبس فقد كانت أكثر فعالية في خفض فقد التربة من التربة الرملية الطينية عنه في التربة السلتية اللومية ، وهذا يدل على أن معاملات البوليمير مع الجيبس كانت أكثر فعالية في الحد من تشكل القشرة من فعاليتها في الحد من انتقال التربة ،وذلك لان البوليمير بوجود الجيبس عمل على تشكيل تجمعات ترابية كبيرة وحصرت بينها مسامات مائية مستمرة حافظت على معدل ارتشاح عال، وبالتالي انخفض معدل الجريان السطحي. أما الزيادة في كمية الترب المفقودة فقد نتج عن قصرطول سلسلة البوليمير، وبالتالي عن انخفاض المسافة التي امتد بها البوليمير، الأمر الذي أدى إلى خفض فعاليته في زيادة قوى الربط بين الحبيبات، وبالتالي زاد انجراف التربة. أما كميات التربة المفقودة في معاملة التربة بمزيج من البوليمير و الجيبس فقد كانت اقل في التراكيز المرتفعة من البوليمير والجيبس(2 غ /م^2 بوليمير+400 غ/ م2 جيبس) وذلك بسبب زيادة تركيز ايونات الكالسيوم الناجم عن زيادة كمية الجيبس المضاف

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

من خلال الدراسة التي أجريت حول معاملة تربتين مختلفتين في خصائصهما الفيزيائية والكيميائية بمعدلات مختلفة من كاربوكسي ميثيل سيللوز والجيبس تم التوصل إلى النتائج التالية:

– كان تأثير المعاملات المختلفة على كل من معدل الارتشاح ومعدل فقد التربة متشابهاً في كلتا التربتين .

–أدّت المعاملة السطحية لكلتا التربتين بالجيبس إلى زيادة معدل الارتشاح النهائي حيث زاد مقدار الارتشاح النهائي من 5,9 مم /سا في معاملة الشاهد إلى 10 مم/سا عند معاملة التربة ب400غ/م2 من الجيبس في التربة الرملية الطينية في حين ارتفعت من 4مم/سا في شاهد التربة السلتية اللومية إلى 8مم/سا، وعملت على خفض معدل الجريان السطحي، كما عملت على تخفيض فقد التربة بنسبة وصلت حتى 50% في كل من التربتين مقارنة مع الشاهد.

–لم تكن معاملة التربتين بالبوليمير فقط فعالة لا في خفض معدل الارتشاح، ولا في خفض معدل الجريان السطحي، لكن هذه المعاملة كانت فعالة في خفض كمية التربة المفقودة في كل من التربتين ، حيث إن الانخفاض في معدل الارتشاح قد يكون ناتجاً في هذه الحالة عن انخفاض الناقلية الهيدروليكية وليس عن تشكل القشرة .

المعاملة السطحية لكل من التربتين بمزيج من البوليمير والجيبس كان فعالا" في زيادة معدل الارتشاح وخفض معدل الجريان السطحي، حيث بلغت نسبة الانخفاض في التربة السلتية اللومية 64%بينما كانت في التربة الرملية الطينية 76% عما هي عليه في تربة الشاهد، كما أن معاملة التربتين بالبوليمير والجيبس كانت فعالة في خفض مقدار التربة المفقودة لكن بآلية مختلفة عن التي تمت عند معاملة التربة بالبوليمير فقط .

من هذه الدراسة يمكن القول بان معاملة التربة بمركبي كاربوكسي ميثيل سيللوزوالجيبس يمكن أن تفيد في صيانة التربة وحمايتها من الانجراف المائي،وحماية المياه من الفقد بالجريان السطحي وخاصة في المناطق الجافة ونصف الجافة التي تتعرض لعواصف مطرية غزيرة في وقت قصير، وذلك لانها تعمل على زيادة مقاومة التربة ضد تشكل قشرة سطحية صلبة تساعد على انجراف التربة وفقد الماء بالجريان السطحي .

التوصيات:

- إعادة التجربة على ترب أخرى متباينة في خواصها.
- إعادة التجربة باستخدام تراكيز مختلفة من الجيبس والبوليمير، لطالما كانت النتائج التي تم الحصول عليها جيدة لتحديد التركيز المثالي الذي يحقق الفائدة دون آثار سلبية .
- دراسة التركيب المورفولوجي للقشرة السطحية في ترب الشاهد والترب المعاملة باستخدام المجهر الالكتروني.

المراجع:

1—المقداد ،غازي ; الشاطر، محمد سعيد; بشور، عصام - تحديد خصائص المطر باستعمال جهاز محاكاته مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية العدد) (1) 2007: 333–352

2–المقداد ،غازي ; الشاطر، محمد سعيد ; بشور، عصام تأثير البولي اكريلاميد في قساوة القشرة الجبسسية وبزوغ البادرات في الترب الجبسية مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية العدد(2) 2007 : 288–297.

3- باتوك، ب– استخدام البوليميرات وفعالية المعاملة السطحية للتربة بها– موسكو 1978 :320

4–كولمان ،أ محسنات بناء التربة الصناعية –موسكو 1982 : 200

5-AGASSI,M;SHAINBERG,I and MORIN,J.*Effect of electrolyt concentration and soil sodity on the infiltration rate and crust formation*._soil sci.soc.Am j.Vol 45, 1981,:848-851.

6-AWAD ;HELALLIA,M and LETEY,J-, *Cationic polymer effect on infiltration rates with a rainfall simulator*.soil sci soc Am.j,vol. 52,1988:247-252.

7-BEN-HUR,M and SHAINBERG,I,.*Polymer effects on erosion under laboratory rainfall simulator condation.soil* sci soc Am.j,vol.54,1990:1092-1095.

8-BEN-HUR, M and KEREN- *polymer effects on water infiltration and soil aggregation*. soil sci soc Am.jvol.61,1997:565-570 .

9--BRAVENIK,W- *Polyacrylamid characteristics related to soil application* .soil.sci,Ssoc Am.j.v.58,1994:235-243.

10-BHARDWAJ,A;SHAINBERG,I-*Water retention and hydraulic conductivity of cross-linked polyacrylamides in sandy soils* ,soil sci soc Am.J.V.71,2007:406-412.

11-GARDINER,D,and SUM,Q- *Infiltration of waste water and simulated rainwater as effected by polyacrylamid.* J.Am Water Resour. 38,2002:1061-1067.
12-GREEN STEVEN,V;STOTT,D .Eand GRAVEEL - *PAM molecular weight and charge effect on infiltration under simulated rainfall.* Soil sci soc Am j 64, 2000:1786-1791.
13-HUSEIN .A;AJWA and THOMAS.J , *polyacrylamid and water quality effect on infiltration in sandy loam soils* soil sci soc Am j 70 2006:643-650.
14-HUDSUN,N *Soil Conservation London* 1971,323.
15-LADO,M;Ben-HUR,M,and Shainberg,I-*Soil wetting and texture effect on aggregate stability, seal formation and erosion* soil science society of America v68 ,2004:1992-1999.
16-LEVY,G;and MILLER,w -*Polyacrylamid adsorption and aggregate stability*. Soil tillage 51 1999:121-128.
17-LENTZ,R;SOJKA,D and CATER,E-*Furrow irrigation water quality effect on soil* loss *and infiltration* .soil sci.soc.Am.j_.V60,1996:238-245.
18-MAMEDOV,A ;SHAINBERG,I and LEVY,G,J, *Effects of rewetting rate and clay content on runoff and soil loss*_journal of Environmental Quality v30, 2001:2149-2156.
19-MAMEDOV,A,et, al- *Aggregate stability as affected by polyacrylamid molecular weight,soiltextury,and water quality* soil sci,soc,Am_,J V71 ,2007:1909-1918.
20-MORAIN,j and Benyamini,y *–Rainfall infiltration in to bare soils*, Water Resour.Res.13,1977:813-817
21-MILLER,W --*Infiltration and soil loss of three gypsum-amended Ultisols under simulated rainfall*. Soil sci.A m.Jv51,1987:1314-1320.
22-REMLEY ,P and BRADFORD,J -*Relationship of soil crust morphology to inter-rill erosion parameters*. soil sci.soc.Am.j, V53,1989:1215-1221.
23-SMITH,H; LEVY,J and SHAINBERG,I-*Water droplet energy and soil effect on infiltration and erosion* .soil sci soc .Am j_54, 1990:1084-1087.
24-TANG,Z.et, al -*Runoff and interrill erosion in sodic soil treated with dry* PAM *and phosphogypsum* .soil. sci,soc Am.j 70, 2006:679-690.
25-WISCHMEIER,W;and SMITH ,D *–Evaluation of factors in the soil –loss equation* Agriculture Engineering . j 39, 1958,:458-474