Journal homepage
www.ajas.uoanbar.edu.iq
Anbar Journal of Agricultural Sciences
(University of Anbar – College of Agriculture)

الايصالية المائية وانتشارية ماء التربة وعلاقتهما بالمحتوى الجبسي والطيني لترب معاملة بالبتموس والبوليمير

رغد باتع ذنون العسافي* **عصام خضير حمزة الحديثي**

جامعة الأنبار ـ كلية الزراعة

***المراسلة الى:** رغد باتع ذنون العسافي، قسم علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة الانبار، الرمادي، العراق.
البريد الالكتروني: ragedlaith@gmail.com

Article info
Received: 2022-09-28
Accepted: 2022-10-30
Published: 2024-06-30

DOI-Crossref:
10.32649/ajas.2024.183760

Cite as:
Al-Asafi, R. B. Th., and Al-Hadeethi, I. Kh. H. (2024). Hydraulic conductivity and soil-water diffusion and its relationship to gypsum and clay content of soils treated with peat-moss and polymer. Anbar Journal of Agricultural Sciences, 22(1): 596-612.

©Authors, 2024, College of Agriculture, University of Anbar. This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الخلاصة

أجريت تجربة لتقدير الايصالية المائية وانتشارية ماء التربة وعلاقتها بالمحتوى الجبسي والطيني لترب معاملة بالبتموس والبوليمير. استعملت تربتان أحدهما تحتوي على 410 غم كغم$^{-1}$ من الجبس والأخرى تحتوي على 435غم كغم$^{-1}$ طين وخلطتا بخمس نسب تدرجت فيها نسب الجبس بين 410 و46 غم كغم$^{-1}$ والطين من 0 الى 435 غم كغم$^{-1}$. عوملت الترب الخمس بالبتموس والبوليمير. وعبئت الترب في اعمده بلاستيكية وعرضت لثلاث دورات ترطيب وتجفيف. قدرت الايصالية المائية المشبعة والايصالية المائية في مدى واسع من الشد الهيكلي باستخدام معادلة Jackson سنة 1977 وانتشارية ماء التربة بدلالة قيم الايصالية المائية وميل منحنى الشد الرطوبي. أظهرت النتائج ان العلاقة بين K وD من جهة مع θ علاقة طردية وعلاقتهما مع ψ علاقة عكسية. وكانت علاقتهما أيضا طردية مع نسب الجبس. فلقد ازدادت قيمةK من81.7 سم يوم$^{-1}$ الى 137.8سم يوم$^{-1}$ وقيمة D من 7834.8 و11708.4سم^{2} يوم$^{-1}$ عند زيادة نسبة الجبس من 46 الى 410 غم كغم$^{-1}$ بالتتابع للتربة غير المعاملة بالمحسنات وفي حدود شدود اقترب من الصفر. وانخفضت قيم K وD عند معاملة التربة بالبتموس والبوليمير وكانت المعاملة الأكثر تأثيرا في خفض قيم K وD هي خليط (بالبوليمير2%+ البتموس 1%). ظلت قيم K وD قريبة من الصفر مع الشدود المتوسطة الى العالية وأيضا مع θ المتوسطة

الى القليلة، ولم تزداد بدرجة فعالة الا عند اقتراب θ من حدودها العليا ومع الشدود الواطئة وكانت زيادتها اسية ضمن هذه المديات.

كلمات مفتاحية: الايصالية المائية، الجبس، الطين، البتموس، البوليمير.

HYDRAULIC CONDUCTIVITY AND SOIL-WATER DIFFUSION AND ITS RELATIONSHIP TO GYPSUM AND CLAY CONTENT OF SOILS TREATED WITH PEAT-MOSS AND POLYMER

R. B. Th. Al-Asafi* **I. Kh. H. Al-Hadeethi**

College of Agriculture - University of Anbar

***Correspondence to:** Raghad B. Th. Al-Asafi, Department of Soil Science and Water Resources, College of Agriculture, University of Anbar, Ramadi, Iraq.
Email: ragedlaith@gmail.com

Abstract

An experiment was conducted to estimate hydraulic conductivity, soil-water diffusion, and its relationship to gypsum and clay content of soils treated with peat-moss and polymer. Two soils were used, the first containing 410 gm. kg^{-1} of gypsum and the second containing 435 gm. kg^{-1} clay. They were mixed in five ratios, gypsum ranged between 410 and 46 gm. kg^{-1} and clay from 0 to 435 gm. kg^{-1}. The five soils were treated with peat-moss and polymer. Soils were packed into plastic tubes and exposed to three wetting and drying periods. The saturated hydraulic conductivity and hydraulic conductivity in a wide range of structural tension were estimated using Jackson equation 1977 equation and soil water diffusion as a function of hydraulic conductivity values and the slope of the moisture tension curve.

The results showed that the relationship between K and D with θ is a positive correlation, and with ψ is an inverse correlation. Their relationship was also positive with the proportions of gypsum. The value of K increased from 81.7 $cm.day^{-1}$ to 137.8 $cm.day^{-1}$ and the value of D from 7834.8 to 11708.4 $cm^2.day^{-1}$, when the percentage of gypsum increased from 46 to 410 g. kg^{-1} sequentially for soil not treated with conditioners within tension limits that approached zero. The values of K and D decreased when treating the soil with peat-moss and polymer, and the most effective treatment in reducing the values of K and D was a mixture (polymer 2% + peat-moss 1%). The values of K and D remained close to zero with medium to high tension and also with θ from medium to few, they did not increase effectively except when θ approached its upper limits and with low tension, and its increase was exponential within these ranges.

Keywords: Hydraulic conductivity, Gypsum, Clay, Peat-moss, Polymer.

المقدمة

تعرف الترب الجبسية بأنها الترب التي تحتوي على كميات من الجبس او من كبريتات الكالسيوم المائية ($CaSO_4.2H_2O$) تؤثر في قابليها للاحتفاظ بالماء وفي نمو النبات (17). تشغل الترب الجبسية مساحة واسعة تقدر بحوالي 88 الف كيلومتر مربع وتمثل نحو 20% من مساحة العراق الكلية. تعاني الترب الجبسية من مشاكل عديده تحد من طبيعة استغلالها للأغراض الزراعية تتعلق بخصائصها الفيزيائية والكيميائية والخصوبية، خاصة عندما يزيد محتواها الجبسي عن 10% ويكون لها تأثير سلبي في صفات التربة منها بنائها وقابليتها للاحتفاظ بالماء والتي تنعكس في نمو المحاصيل الزراعية، وتبرز اهمية التوسع في استغلال مثل هذه الاراضي من اجل توفير الغذاء الذي يتناسب مع التوسع السكاني (3). يؤثر المحتوى الجبسي للتربة في دوال نقل الماء كالامتصاصية (Sorpitivity,S) والانتشارية المائية (Soil–Water Diffusivity,D) والنفوذية (λ ,Penetrability) والايصالية المائية (Hydraulic Conductivity ,K) (33).

تعد الايصالية المائية إحدى الصفات الفيزيائية المهمة للتربة في المجالات الزراعية والهندسية وذلك لارتباطها ضمن المشاريع التصميمية في مشاريع الري والبزل، وذلك لتحديد كميات المياه المضافة الى التربة واللازمة لعملية غسل الاملاح، وأن الايصالية المائية في التربة المشبعة (Ks) هي المعلمة الأساس لإدارة مشاكل التربة والمياه المتعلقة بالبيئة والزراعة (35). وهي خاصية فيزيائية يمكن أن تعرف بأنها قدرة الوسط المسامي لنقل الماء، وتكون الايصالية المائية مشبعة عندما تكون جمـيع المسامات مملوءة بالماء ومتصلة وقادرة على التوصيل المائي (25).

تعرف انتشارية ماء التربة بانها اصطلاح يصف حالة التغير في مسارات حركة الموائع في اتجاهين، هنالك عدة طرائق لقياس انتشارية ماء التربة منها طريقة (15)، لجا العديد من الباحثون الى استخدام معادلات وضعية في حساب انتشارية ماء التربة منها الدالة الاسية، اذ افترضا (18) ان الانتشارية هي دالة اسية للمحتوى الرطوبي وقدما على هذا الأساس الحلول العددية للمعادلة التفاضلية الجزئية للجريان باتجاه واحد واستنتجا بأن الفرضية كانت صحيحة عندما وجدا بان قيم سرعة دخول الماء والتوزيع الرطوبي لعمود تربة افقي محسوبة من المعادلة بعد حلها تتفق مع القيم التجريبية.

المحسنات هي مواد عضوية أو كيميائية صناعية أو طبيعية تعمل على تحسين خاصية أو أكثر من خواص التربة، ومن ثم زيادة انتاجيتها. يعد تحسين بناء التربة او المحافظة على بناء جيد لها أحد الاهداف الاساسية لاستخدام محسنات التربة للأغراض الزراعية وان اضافة المحسنات الى التربة رديئة البناء تزيد من تكوين تجمعات التربة وثباتيتها وتهيئة ظروف مناسبة لنمو النبات، كما تضاف المحسنات الى التربة جيدة البناء للمحافظة على بنائها من تأثير التعرية الريحية والمائية (4 و6).

لقد استخدمت البوليمرات كمحسنات للتربة لقدرتها على الذوبان في الماء، وارتفاع وزنها الجزيئي، وهي مواد سالبة، تزيد ثباتية التربة من خلال تلبد الطين. أن لاستخدام البوليمرات أثرا إيجابيا في الحفاظ على المياه وتقليل التعرية من خلال زيادة ثباتية التجمعات في التربة، وهي قادرة على استيعاب كميات كبيرة من المياه بالنسبة لوزنها والاحتفاظ بها واطلاقها عند الحاجة، لذلك تقلل من التسرب العميق ومن فقدان المغذيات من التربة، وتزيد من كفاءة استعمال المياه والاسمدة (10، 14 و22). وقد تستخدم الترب الطينية (ناعمة النسجة) خلطا مع الترب

خشنة النسجة او الترب الجبسية لتعديل نسبة الرمل او الجبس بما ينعكس في تحسين صفاتها للأغراض الزراعية. اذ يعمل الطين كمادة رابطة لدقائق التربة وبذلك يؤدي الى تحسين بناء التربة وتهويتها ويقلل من نفاذيتها للماء ويساهم في إعادة الترتيب الهندسي لمسامات التربة مما يقلل من نسبة المسامات الكبيرة (8). وكان الهدف من هذا البحث دراسة علاقة كل من الايصالية المائية انتشارية ماء التربة مع محتوى الترب من الجبس والطين وتأثير كل من البتموس والبوليميرفي سلوك هاتين الدالتين في مدى واسع من المحتوى الرطوبي الحجمي والشد الهيكلي.

المواد وطرائق العمل

أجريت تجربة مختبرية في كلية الزراعة/جامعة الانبار للمدة من2021/2/14 ولغاية 2022/7/10 لتقدير الايصالية المائية وانتشارية ماء التربة لترب معاملة ببعض المحسنات ومختلفة بالمحتوى الجبسي والطيني. تم جلب تربتين الاولى تحتوي على نسبة جبس قدرها 410 غم كغم$^{-1}$ من موقع جامعة الانبار/ الرمادي/ محافظة الأنبار على بعد 103 كم من بغداد الواقعة على خط طول"43°14'56.83 شرقا ودائرة عرض "33°23'55.14 شمالا. بينما جلبت التربة الثانية وفيها نسبة طين 435غم كغم$^{-1}$ من منطقة النساف/ قضاء الفلوجة/ محافظة الانبار على بعد 65 كم من بغداد غربا، الواقعة على خط طول "43°40'48.28 شرقا ودائرة عرض "33°21'27.73 شمالا. ومن العمق 0–30 سم وجففت هوائيا ثم طحنتا ومررتا عبر منخل قطر فتحاته 2 مم. تم تقدير توزيع حجوم دقائق التربة بطريقة المكثاف لتحديد صنف النسجة والتي كانت للتربة الثانية Silty Clay ولم تحدد النسجة للتربة الأولى لان نسبة الجبس فيها عالية. قدرت نسبة الجبس بالاعتماد على طريقة الاسيتون الموصوفة في (32) والتي كانت 410 و46 غم كغم$^{-1}$ للتربتين الأولى والثانية بالتتابع، والكثافة الظاهرية للتربة بطريقة الاسطوانة (Core method) الموصوفة في (15) وكانت 1.02 و1.29 ميكاغرام م$^{-3}$ للتربتين الأولى والثانية بالتتابع، وقدرت ثباتية التجمعات بطريقة النخل الجاف وحسب معدل القطر الموزون وكان 0.698 و0.599 ملم للتربتين الأولى والثانية بالتتابع، تم قياس الايصالية الكهربائية ودرجة تفاعل التربة في مستخلص تربة – ماء (1–1) باستخدام جهاز Electric conductivity meter وجهاز PH meter كما موصوف في (31) وكانت نسب الكلس والايصالية الكهربائية ودرجة التفاعل 138 و174غم كغم$^{-1}$ و2.42 و3.17 ديسي سيمنزم$^{-1}$ و7.83 و7.78 للتربتين الأولى والثانية بالتتابع. تم خلط عينات من تربتي الدراسة وبحسب النسب الواردة في الجدول 1 للحصول على خمس ترب جديدة مختلفة في محتواها الجبسي والطيني.

جدول 1: نسب خلط تربتي الدراسة وقيم المحتوى الجبسي والطيني.

ت	نسبة الخلط	المحتوى الجبسي غم كغم$^{-1}$	المحتوى الطيني غم كغم$^{-1}$	رمز مادة تربة الخلط
1	100% التربة الاولى+ 0% التربة الثانية	410	0.00	S_1
2	75% التربة الاولى + 25% التربة الثانية	319	108.75	S_2
3	50% التربة الاولى + 50 % التربة الثانية	228	217.50	S_3
4	25% التربة الاولى + 75% التربة الثانية	137	326.25	S_4
5	0% التربة الأولى +100 % التربة الثانية	46	435.00	S_5

Table 1 showed the mixing ratios of the two study soils and values of gypsum and clay content. Samples of the two study soils were mixed according to the proportions mentioned in Table 1 to obtain five new soils that differed in their gypsum and clay content.

اهملت نسبة الطين الضئيلة في التربة الجبسية (التربة الأولى) في حسابات المحتوى الطيني وتم الاعتماد على التربة الثانية فقط، تمت معاملة الترب الخمس الناتجة من عملية الخلط بالبتموس بمستويين 0 و1% وأيضا بالبوليمير العضوي فائق الامتصاص (بولي أكريلاميد او بولي بروبين أميد أو بولي الكرباموبل الإيثلين)، ومختصره SAP (–CH2CHCONH2–)، بثلاثة مستويات 0% و1% و2%. عبئت الترب الخمس بعد معاملتها بالمحسنات (بدون إضافة، البتموس 1%، البوليمير 1%، البوليمير 2%، البوليمير 1%+ البتموس 1%، البوليمير 2%+ البتموس 1%) في انابيب بلاستيكية بقطر 5 سم وارتفاع 25 سم وسدت من الأسفل بمادة الصوف الزجاجي، تم حساب كتلة التربة لكل أنبوب اعتمادا على حجم الانبوب ولعمق 20 سم، بكثافة ظاهرية 1.3 ميكاغرام م$^{-3}$، عرضت اعمدة ترب الدراسة الى ثلاث دورات ترطيب وتجفيف لمدة 14 أسبوع تقريبا بعد ان ثبتت على منضدة وبصورة عمودية وكان الترطيب يجري من الأسفل. قدرت الإيصالية المائية المشبعة بطريقة عمود الماء الثابت Constant head method كما ورد في (24). تم استخدام أعمدة ذات قطر داخلي (2.1cm) وأرتفاع (6cm) ورطبت الأعمدة لمدة يوم كامل اذ شبعت من الأسفل، سلط عمود ماء ثابت قدره 2cm، وحسب حجم الماء النازل أسفل العمود مع الزمن، حسبت الإيصالية المشبعة باستعمال معادلة دارسي (20) وكالاتي:-

$$Ks = \frac{VL}{At(h+L)} \dots\dots\dots 1$$

اذ أن: Ks = الإيصالية المائية المشبعة للتربة (سم د$^{-1}$). وV= حجم الماء النازل من العمود(سم^3). وA = مساحة المقطع العرضي لعمود التربة (سم^2). و t= الزمن (دقيقة). و h = ارتفاع عمود الماء (سم). وL = طول عمود التربة (سم).

واستخدمت معادلة Jackson لحساب قيم الايصالية المائية Ki من بيانات منحنى الوصف الرطوبي وقيمة الايصالية المائية Ks واعتمدت Ki لاحقا في حساب انتشارية ماء التربة.

$$K_i = K_s\left(\frac{\theta_i}{\theta_s}\right)^1 \sum_{j=i}^{m}[(2j+1-2i)\psi_j^{-2}] \Big/ \sum_{j=1}^{m}[(2j-1)\psi_j^{-2}] \quad \dots\dots 2$$

حيث ان:

K_i = الايصالية المائية غير المشبعة سم باليوم، K_S= الايصالية المائية المشبعة سم دقيقة، θ_i= قيم المحتوى الرطوبي عند أي شد سم^{3}سم$^{-3}$، θ_s= قيم المحتوى الرطوبي عند الاشباع سم^{3}سم$^{-3}$، j= دليل المقام، ψ= قيم الشد تحدد من منحنى الوصف الرطوبي سم^{3}سم$^{-3}$. وقد اعتمدت قيم$K_{(\theta)}$ المحسوبة من معادلة Jackson مع قيم ميل منحنى الشد الرطوبي في حساب قيم الانتشارية المائية $D_{(\theta)}$ كدالة للمحتوى الرطوبي الحجمي وحسب المعادلة:

$$D(\theta) = K(\theta)\ \frac{d\psi}{d\theta} \dots\dots\dots 3$$

النتائج والمناقشة

الايصالية المائية المشبعة: يوضح الشكل 1 تأثير محتوى الترب من الجبس ومحسنات التربة في قيم معدل الايصالية المائية المشبعة (Ks). اذ تبين ان قيم الايصالية المائية على علاقة طردية مع محتوى الترب من الجبس، فلقد ازدادت قيمة الايصالية المائية من 3.745 سم سا$^{-1}$ عند محتوى جبسي46 غم كغم $^{-1}$ (S_5) الى 5.745 سم سا$^{-1}$ مع زيادة الجبس الى 410 غم كغم$^{-1}$ (S_1) للترب غير المعاملة. ولقد انخفضت قيم معدل الايصالية المائية عند معاملة الترب بالبتموس والبوليمير وبلغت اقل قيمة لها عند المعاملة (البوليمير2%+ البتموس1%)، اذ بلغت 2.152 و2.905 سم سا$^{-1}$ عند محتوى جبسي 46 و410 غم كغم$^{-1}$ بالتتابع، فيما تدرجت قيم Ks لبقية المعاملات بين هذه المعاملة والترب التي لم تعامل بالمحسنات.

بين الجدول 2 التحليل الاحصائي لتأثير المحتوى الجبسي للترب واضافة المحسنات (البتموس والبوليمير) في معدل الايصالية المائية. اذ اكدت النتائج وجود اختلافات معنوية بين الترب بحسب محتوى الجبس في صفة معدل الايصالية المائية، وتفوقت التربةS_1 (410 غم كغم$^{-1}$محتوى جبسي) بأعلى قيمة Ks بلغت 3.996 مقارنة بالتربة S_5 (ذات المحتوى الجبسي 46 غم كغم$^{-1}$) باقل قيمة ل Ks 2.653 سم سا$^{-1}$، وكان الفرق معنويا (LSD=0.161) بين S_1 وS_2 وS_3 وS_4 وS_5.

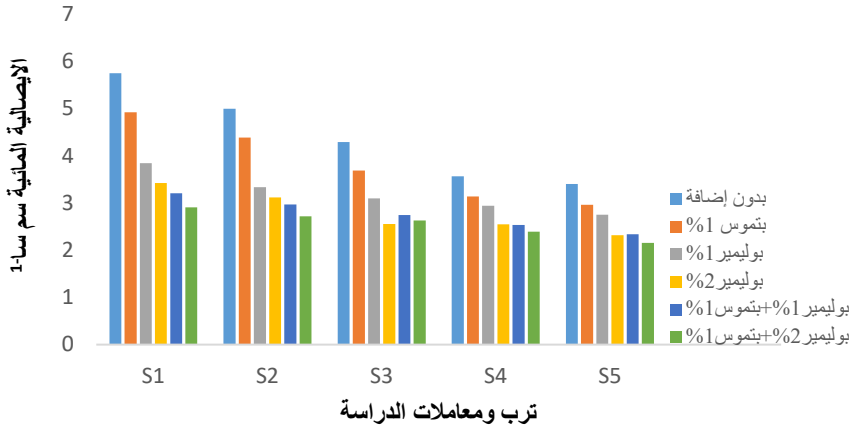
كما بينت نتائج الجدول 2 وجود اختلافات معنوية في قيم Ks بتأثير مستويات إضافة البوليمير، فلقد انخفض متوسط Ks من 4.108 سم سا$^{-1}$ لمستوى البوليمير صفر الى 2.768 سم سا$^{-1}$ لمستوى إضافة البوليمير 2%، وكان الاختلاف غير معنوي بين P_0 و P_1 و P_2 (LSD=0. 280).

وقد أظهرت النتائج اختلافا غير معنوي للتداخل بين العاملين S(محتوى الجبس) وP (مستوى إضافة البوليمير)، وكانت اقل قيمة لKs للتداخل بين P_2 S_5 بلغت 2.235 سم سا$^{-1}$ واعلى قيمة P_0 S_1 بلغت 5.333 سم سا^{1}. وقد بينت النتائج وجود اختلاف معنوي لإضافة البتموس على الايصالية المائية، اذ انخفضت قيمةKs من 3.525 سم سا$^{-1}$ عند مستوى B_0 الى 3.045 سم سا$^{-1}$ عند B_1، وتظهر النتائج عدم وجود فروقات معنوية للتداخل بين محتوى التربة من الجبس (S) واضافة البتموس (B) .فيما أظهرت النتائج عدم وجود فروقات معنوية للتداخل بين معاملة الترب بالبتموس والبوليمير، اذ بلغت اقل قيمة لايصالية المائية للتداخل بين B_1 P_2 بلغت 2.558 سم سا$^{-1}$ واعلى قيمة P_0 B_0 بلغت 4.108 سم سا$^{-1}$.

ويمكن ان يعزى سبب الزيادة في قيم الايصالية المائية مع زيادة الجبس الى عدة اسباب منها التغير في التوزيع الحجمي لمفصولات التربة مع تغير نسبة الجبس في التربة و زيادة في نسبة الطين مع انخفاض نسبة الجبس في التربة، اضافة الى تأثير احجام بلورات الجبس ودرجة تبلورها ستؤثر في التوزيع الحجمي لمسامات التربة بما يزيد من نسبة المسامات الكبيرة الحجم سوف تزداد مع زيادة المحتوى الجبسي والتي بدورها ستؤدي الى زيادة في مساحة المقطع الناقل للماء والذي يزيد من قيم الايصالية المائية للتربة وهذا يتفق مع ما توصل اليه كل (9، 28 و36).

اما انخفاض قيم الايصالية المائية مع معاملة الترب بالبوليمير فتعود الى دور البوليمير في تقليل ذوبان الجبس عن طرق تغليف حبيبات الجبس مما يقلل من تماسها المباشر مع المياه وبالتالي انخفاض قيم الايصالية المائية

في التربة ذات المحتوى الجبسي العالي، او ربما الى انسداد بعض مسامات التربة بالبوليمير وايضا الى دور البوليمير في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة بما يخفض من قيم Ks وهذا يتفق مع (2، 26 و29). اما انخفاض قيم الايصالية المائية مع معاملة التربة بالبتموس فيعود الى ان المادة العضوية تعمل على تحسين صفات التربة ومساميتها وبناءها من خلال زيادة ثباتية التجمعات وزيادة المسامات البينية، يتفق ذلك مع (1 و21).



شكل 1: قيم معدل الايصالية المائية المشبعة لترب ومعاملات الدراسة.

Figure 1: saturated hydraulic conductivity values for the soils and treatment of the study. Figure 1 shows the effect of soil gypsum content and soil amendments on the values of the saturated water conductivity rate (Ks). It has been shown that the values of water conductivity are in a direct relationship with the gypsum content of the soil. The value of water conductivity increased from 3.745 cm SA1 - at a gypsum content of 46 g kg1 - (S5) to 5.745 cm SA1 - with the increase of gypsum to 410 g kg S1 (S1 -) for the soil. Change the treatment.

الايصالية المائية غير المشبعة وانتشارية ماء التربة: يوضح الشكلان 2 و3 علاقة الايصالية المائية والمحتوى الرطوبي، والايصالية المائية والشد الرطوبي بالتتابع. اذ يتضح من الشكل 2 ان العلاقة بين K و θ علاقة طردية، اذ تزداد قيم K بزيادة قيم θ لجميع الترب والمعاملات، بينما كانت العلاقة بين K والشد الرطوبي علاقة عكسية بحسب الشكل 3، اذ انخفضت قيم K مع زيادة الشد الرطوبي. كما يتضح من الشكلين 2 و3 ان قيم K تزداد بزيادة نسبة الجبس وتقل مع إضافة المحسنات. فعلى سبيل المثال ازدادت قيمة K من81.7 سم يوم$^{-1}$ الى 137.8 سم يوم$^{-1}$ عند زيادة نسبة الجبس من 46 الى 410غم كغم$^{-1}$ للتربة غير المعاملة (شكل 2 –ا) يقابلها 51.6 سم يوم$^{-1}$ و69.7 سم يوم$^{-1}$ عند زيادة نسبة الجبس من 46 لغاية 410 غم كغم$^{-1}$ للتربة المعاملة (بالبوليمير 2%+ البتموس 1%)، اذ ان هذه المعاملة هي الأشد تأثيرا في خفض قيم K مقارنة بالترب غير المعاملة ولجميع مستويات الجبس، فلقد تدرجت قيم K من الأعلى الى الأدنى بحسب نسب الجبس $S_5<S_4<S_3<S_2<S_1$. كما تدرجت قيم K من الأعلى الى الأدنى بحسب المعاملات وكالاتي: (ترب غير معاملة)> (ترب معاملة بالبتموس 1%)> (ترب معاملة بالبوليمير 1%)> (ترب معاملة بالبوليمير 2%) > (ترب معاملة بالبوليمير 1%+البتموس 1%)> (ترب معاملة بالبوليمير 2%+البتموس 1%).

جدول 2: التحليل الاحصائي لتاثير محتوى الجبس في التربة واضافة البتموس والبوليمير والتداخل بينهم في معدل الايصالية المائية.

متوسط البوليمير	S_5	S_4	S_3	S_2	S_1	التداخل بين الجبس والبوليمر
4.108	3.183	3.351	3.986	4.689	5.333	**P_0**
2.976	2.542	2.740	2.921	3.151	3.524	**P_1**
2.768	2.235	2.468	3.091	2.913	3.130	**P_2**
	2.653	2.853	3.333	3.584	3.996	**متوسط الجبس**
LSD	S	P	SxP			
	0.161	0.125	0.280			
متوسط البتموس	S_5	S_4	S_3	S_2	S_1	التداخل بين الجبس والبتموس
3.523	2.823	3.017	3.646	3.814	4.314	**B_0**
3.045	2.483	2.689	3.019	3.354	3.678	**B_1**
	2.653	2.853	3.333	3.584	3.996	**متوسط الجبس**
LSD		SxB				
		N/S				
متوسط البتموس			P_2	P_1	P_0	التداخل بين البوليمير والبتموس
3.523			2.977	3.193	4.399	**B_0**
3.045			2.558	2.758	3.818	**B_1**
			2.768	2.976	4.108	**متوسط البوليمير**
LSD: P x B N.S						

Table 2: Statistical analysis of soil gypsum content and adding peatmoss and polymers. The results of table 2 indicated the effect of gypsum, peatmoss and polymers on values of K, where the highest value of K was 5.33 cm. hr^{-1} for the treatment S_1P_0 (S_1: gypsum, 410 gm. Kg^{-1}) and (P_0: polymers, zero).

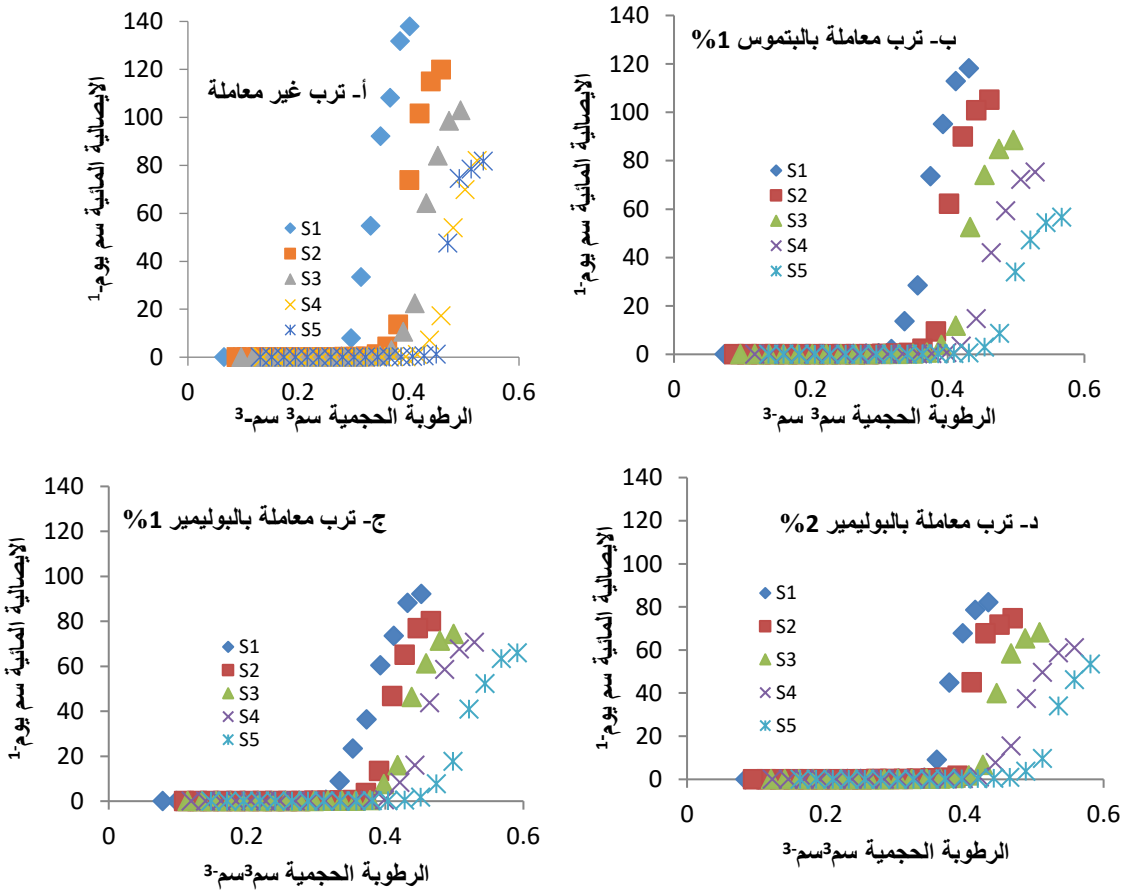
كما ويلاحظ من الاشكال 2 و3 ان قيم K كانت متدنية جدا وأقرب الى الصفر عند θ اقل من 0.3–0.4 وأيضا لشدود اقل من 20–80 سم ماء، ولم تزداد قيم K بدرجة ملموسة الا بحدود أكبر من هذه الحدود وعند اقتراب قيم θ من حدودها العليا وانخفاض الشد الرطوبي لأقل من 10 سم ماء او في حدود ذلك، لان قيم K تتغاير كما اوردنا في أعلاه مع تغاير نسب الجبس ومع معاملة التربة بالمحسنات إضافة الى ارتباطها بقيم θ وψ.

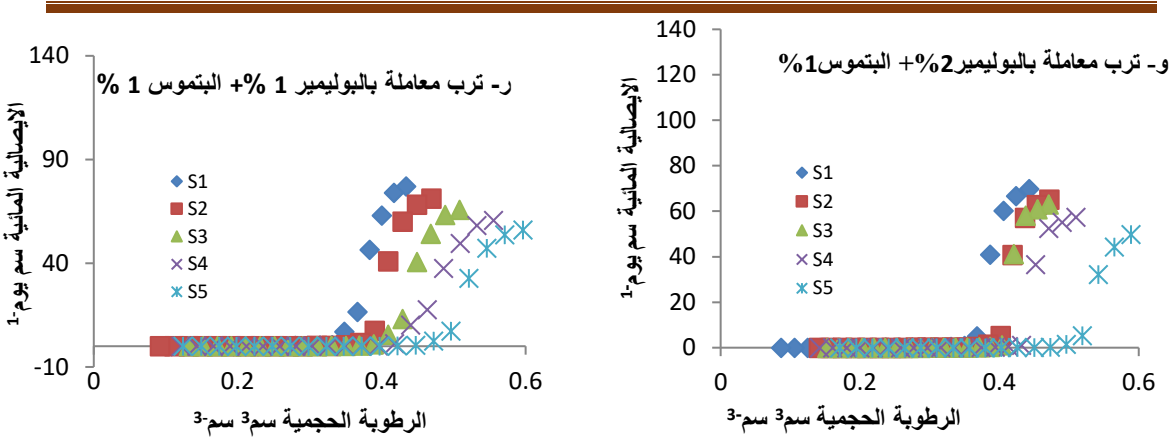
يعرض لنا الشكلان 4 و5 بيانات الانتشارية المائية $D(\theta)$ وعلاقتها بقيمθ وψ من جهة ومن جهة أخرى بمحتوى التربة من الجبس والمحسنات، والتي جاءت على نفس سياق بيانات العلاقة بين K وهذه المتغيرات، وهذا الامر منطقي باعتبار ان قيم $D(\theta)$ قد حسبت أساسا اعتمادا على قيم K المحسوبة بمعادلة Jackson.

ان زيادة كل من K وD مع زيادة نسبة الجبس قد يرتبط بسرعة امتصاص الجبس للماء وذوبانه فيه (23). وأيضا الى زيادة قابلية التربة على التبلل الذي يؤدي الى سرعة تقدم جبهة الابتلال (13). كما تقترن زيادة الجبس بزيادة نسبة المسامات الكبيرة في التربة والتي تزيد من مساحة المقطع العرضي الناقل للماء بما يحقق زيادة بقيم Ki. إضافة الى ان زيادة المساحة السطحية النوعية للتربة الناتجة عن زيادة نسبة الطين وزيادة نسبة المسامات الصغيرة التي تترافق مع انخفاض مسبة الجبس يزيد من قابلية التربة على مسك الماء ويقلل من معدلات تقدم الماء التي تنعكس على انخفاض قيم K وD بانخفاض نسب الجبس (36). وكذلك تنخفض قيم K وD عند معاملة التربة بالبتموس والبوليمير ويعزى سبب ذلك الى ان المواد العضوية كارهة للماء فانها تقلل من سرعة ترطيب التربة بالماء وتزيد من قوى مسك التربة للماء ولربما تقلل من مساحة المقطع العرضي الناقل للماء إضافة الى

تغليفها للدقائق والتجمعات بما يقلل من قدرة التربة على امتصاص الماء. كما ان محسنات التربة قد تعمل على تحسين صفة او أكثر للتربة وزيادة ثباتيتها بما يحسن من قابليتها على نقل الماء والذي ينعكس على قيم الدالتين المائيتين K و D البينية (5، 27 و34). ان الميكانيكية الرئيسية المؤثرة في انخفاض $D(\theta)$ و$K(\theta)$ مع إضافة المحسنات هي ان الانتشارية المائية والايصالية المائية غير المشبعة تتأثر بالتوزيع الحجمي للمسام وان زيادة نسبة الطين الذي يمتلك صفة الانتفاخ يسبب عرقلة في حركة الماء ويزيد من ثباتيه التجمعات مما يؤدي الى انخفاض في قيم $D(\theta)$ و$K(\theta)$ (7 و21).

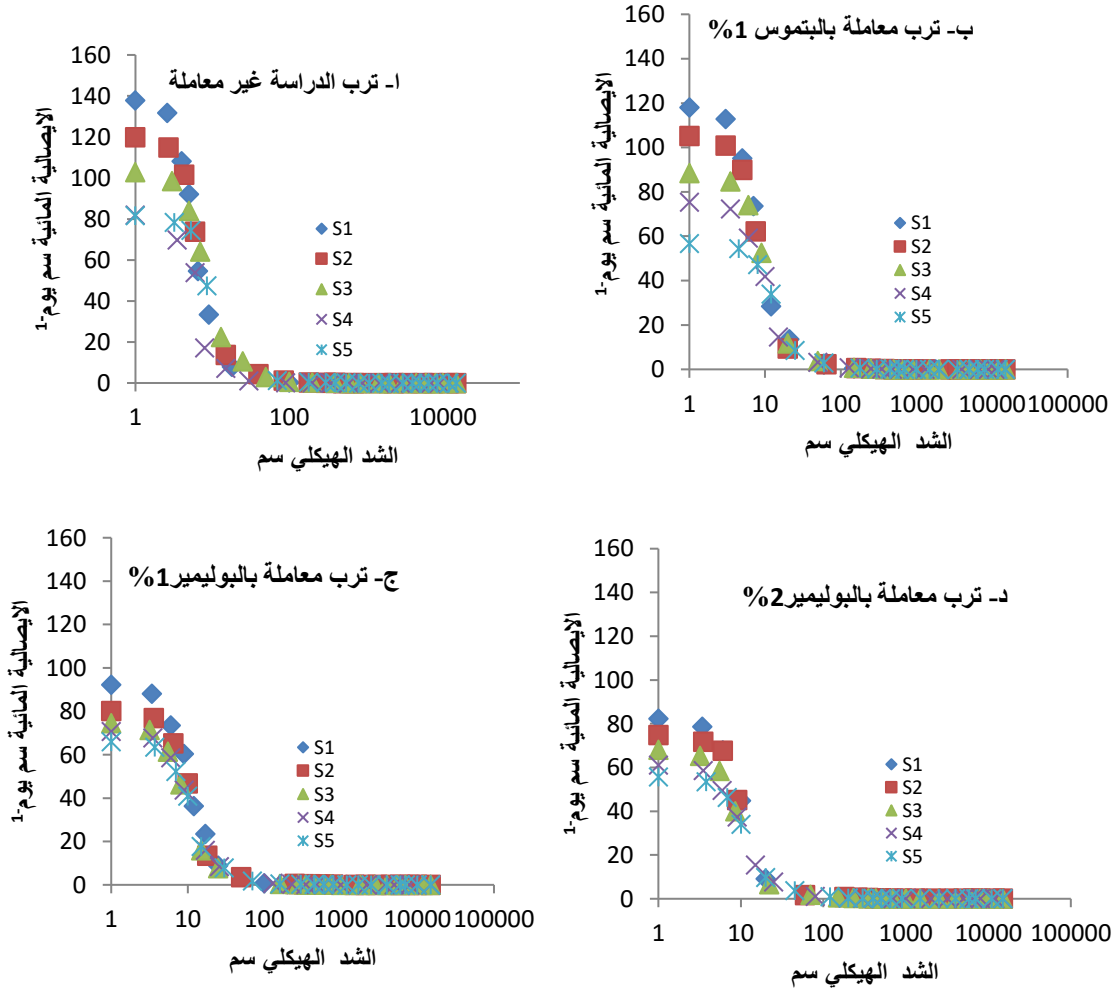
كما ان إضافة البوليمير هي الأخرى تسببت في خفض قيم الانتشارية المائية والايصالية المائية غير المشبعة لان مادة البولي اكريلاميد ساهم في إعادة توزيع مسامات التربة وزيادة نسبة المسامات الصغيرة وخفض نسبة المسامات الكبيرة والذي انعكس في خفض كل من الانتشارية المائية والايصالية المائية غير المشبعة لقد جاءت نتائج خفض الانتشارية المائية لتربة والايصالية المائية غير المشبعة للتربة بزيادة تركيز البوليمير على توافق مع ما توصل اليه (2، 12 و30)، وقد يعزى السبب الى تحطم مسامات التربة نتيجة لانتفاخ SAP عند امتصاصه للماء في التربة خلال دورات الترطيب والتجفيف (19) مؤديا الى انخفاض تسرب الماء في التربة من جهة ومن جهة أخرى لزوجة SAP نفسها تصبح أكبر، مما يؤدي إلى زيادة المقاومة ضد حركة الماء إلى الأسفل (37).

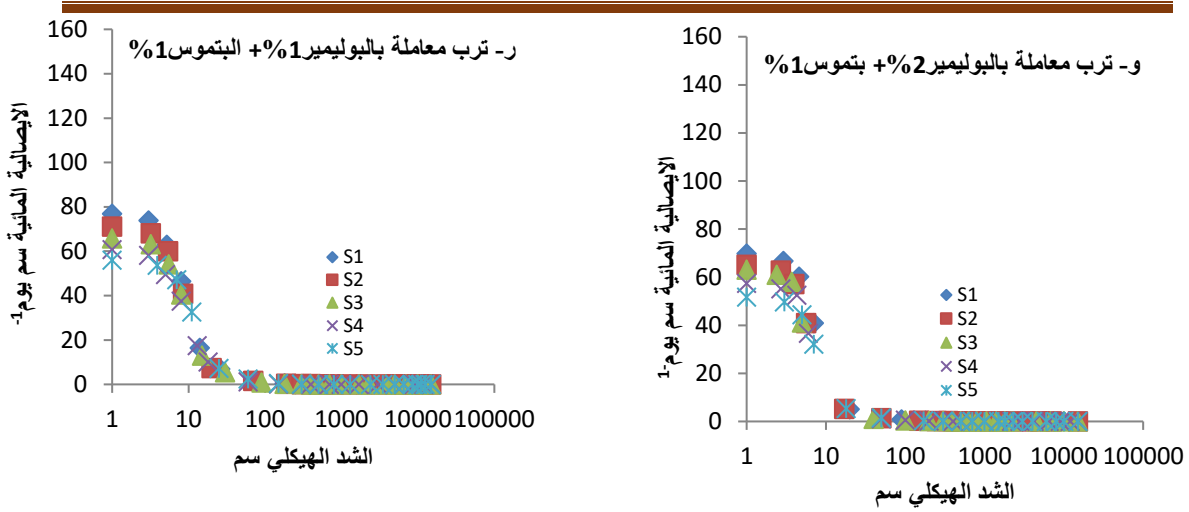




شكل 2: العلاقة بين الايصالية المائية والمحتوى الرطوبي الحجمي لترب ومعاملات الدراسة.

Figure 2: the relationship between hydraulic conductivity and volumetric soil content.
the figure explains the positive relationship between K and Θ, where the values of K increased with increasing in gypsum, and decreased by adding peatmoss and polymers.

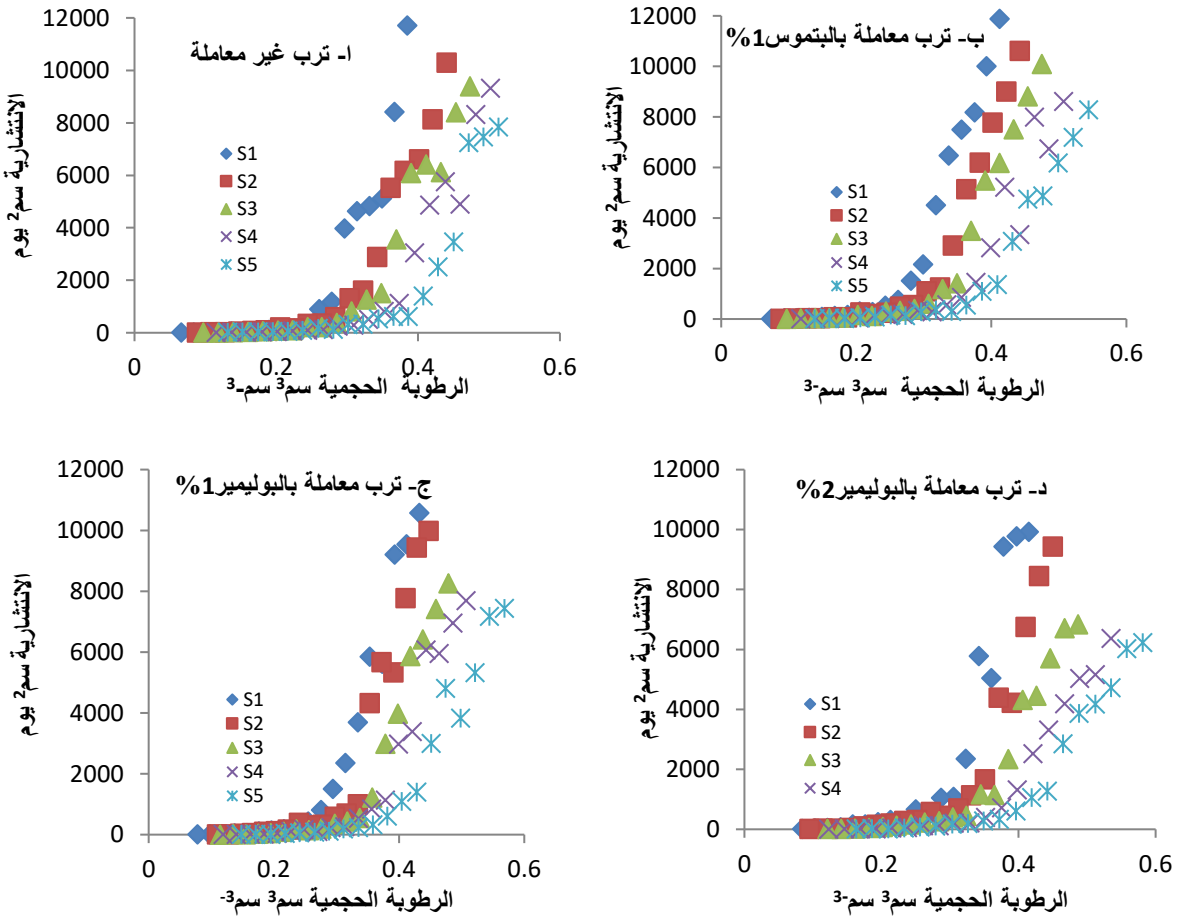


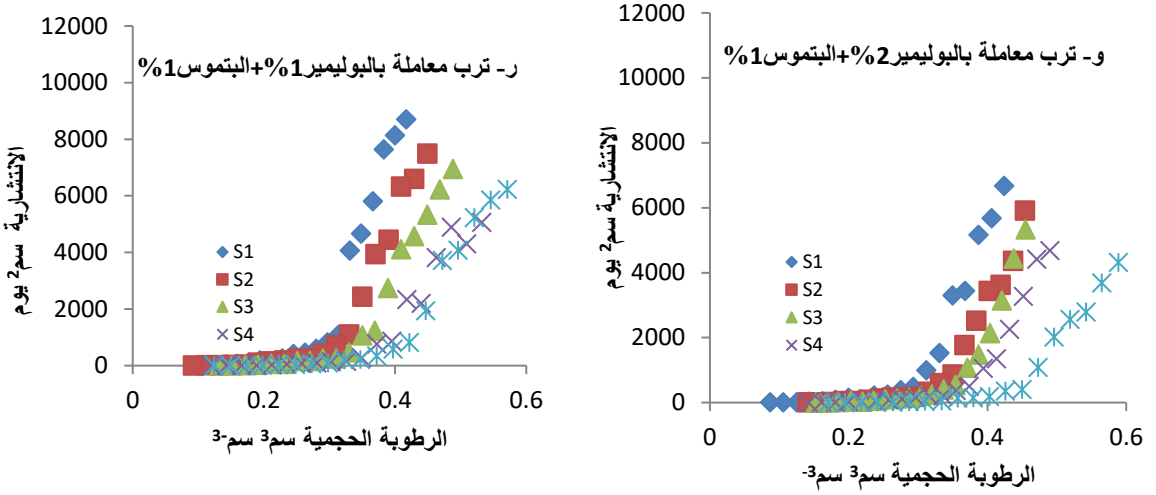


شكل 3: العلاقة بين الايصالية المائية والشد الهيكلي لترب ومعاملات الدراسة.

Finger 3: the relationship between hydraulic conductivity and matric tension.

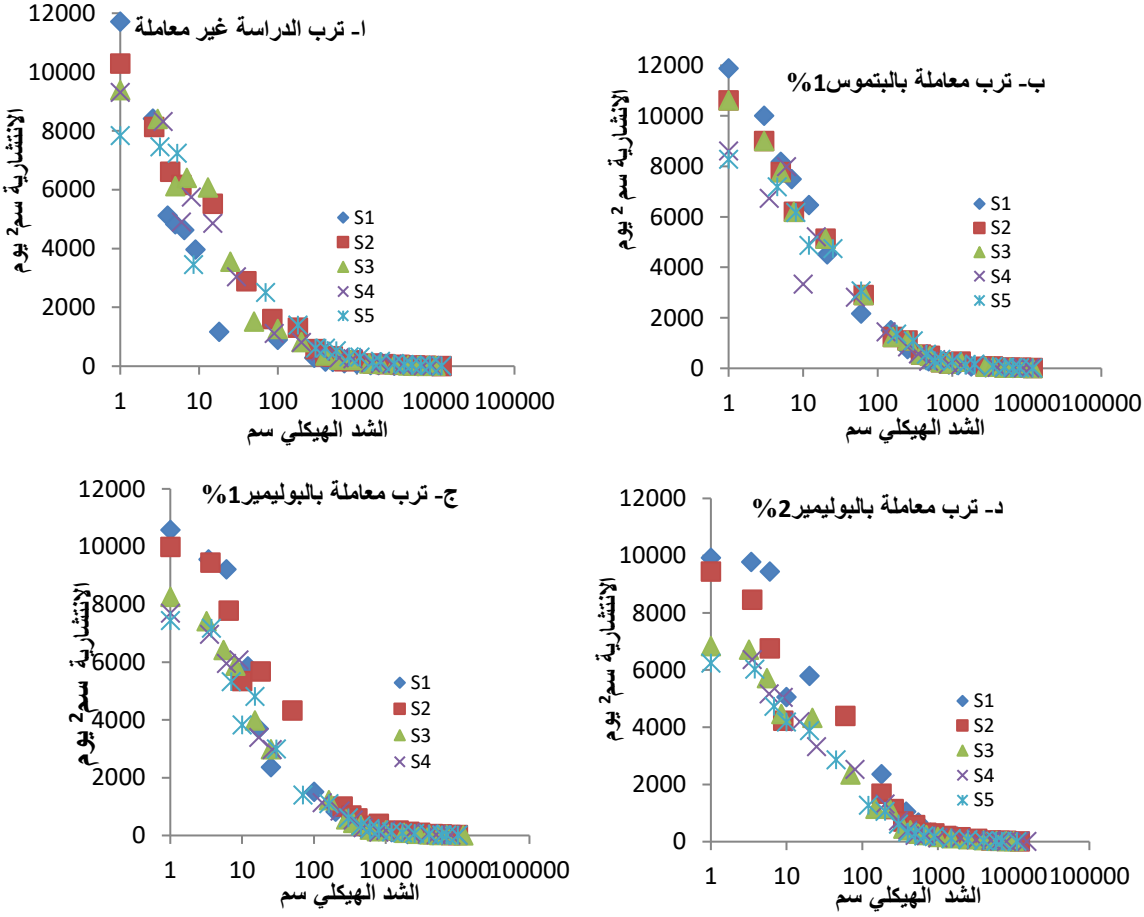
The figure 3 showed the negative relationship between K values and moisture tension, and the values of K increased with gypsum increasing and decreased by adding peatmoss and polymers.

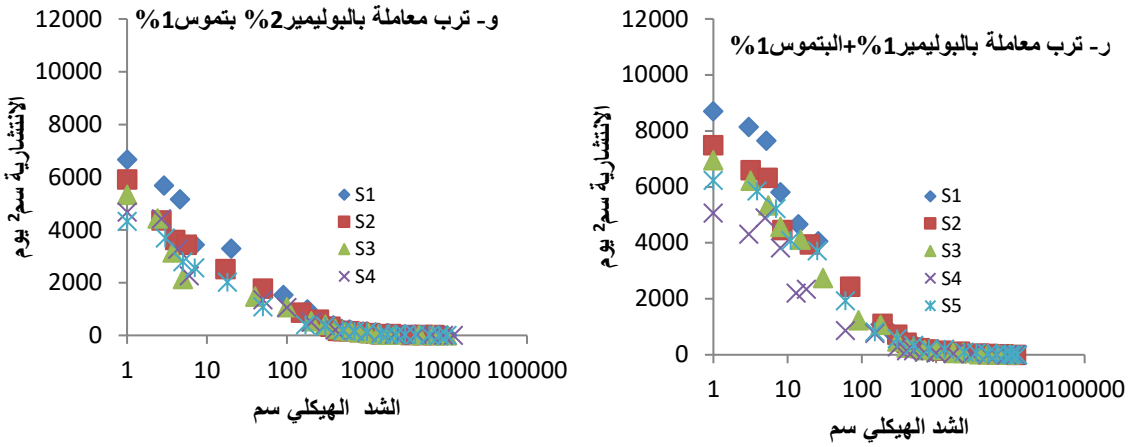




شكل 4: العلاقة بين انتشارية ماء التربة والرطوبة الحجمية لترب ومعاملات الدراسة.

Figure 4: the relationship between diffusivity and soil moisture. showed the relationship of (D) with (Θ) which was similar to the behavior of K with Θ (figure 2).





شكل 5: العلاقة بين انتشارية ماء التربة والشد الهيكلي لترب ومعاملات الدراسة.

Figure 5: the relationship of soil water diffusivity and matric tension. explained the negative relationship between D and ψ, which was similar to the behavior of K with ψ (figure 3).

الاستنتاجات

ان العلاقة بين قابلية التربة على مسك الماء (θ) ونسبة الجبس في التربة علاقة عكسية، اذ انخفضت نسبة الماء الجاهز (available water) بدرجة واضحة مع زيادة نسبة الجبس، ومن هنا تتضح العلاقة بين نسبة الجبس في التربة الدوال المائية التي تعبر عن قابلية التربة على نقل لماء (الايصالية المائية والانتشارية) انها علاقة طردية، مما يؤشر على ان قابلية الترب على نقل الماء تزداد بدرجة كبيرة في الترب ذات النسب العالية من الجبس. ان تعديل نسبة الجبس في الترب ذات المحتوى العالي بالخلط بتربة ذات محتوى عالي من الطين، وتعديل نسبة الجبس من العالية الى المتوسطة او المعتدلة له اثر كبير في تغيير خصائصها، من خلال زيادة قيم MWD ونسبة الماء الجاهز، وخفض قيم الغيض التراكمي والنفوذية والامتصاصية وبالتالي يؤثر ذلك على الايصالية المائية والانتشارية. كانت لمعاملة الترب ذات المحتوى الجبسي العالي بالبتموس والبوليمير بنسب مختلفة وبخلائطهم اثر واضح في خفض الايصالية المائية والانتشارية. لم تحصل زيادة في قيم K وD بدرجة كبيرة إلا في حدود قيم θ العالية والشدود الواطئة، وبخلاف ذلك ظلت قيمتهما صغيره وقريبة من الصفر مع الشدود المتوسطة إلى العالية وأيضا مع θ المتوسطة إلى القليلة بما يؤشر تأثيرهما المحدود ضمن هذه المديات في قابلية الترب على نقل الماء. جاءت بيانات الانتشارية المائية D(θ) وعلاقتها بقيمθ وψ من جهة ومن جهة أخرى بمحتوى الترب من الجبس والمحسنات على نفس سياق بيانات العلاقة بين K وهذه المتغيرات.

Supplementary Materials:

No Supplementary Materials.

Author Contributions:

R. B. Th. Al-Asafi; methodology, writing—original draft preparation, Author I. Kh. H. Al-Hadeethi writing—review and editing. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding:

This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement:

The study was conducted in accordance with the protocol authorized by the Ministry of higher education, university of Anbar college of agriculture department of Soil Science and Water Resources, Iraq Republic.

Informed Consent Statement:

No Informed Consent Statement.

Data Availability Statement:

Data Availability Statement.

Conflicts of Interest:

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments:

The authors are thankful for the help of the College Dean, and the Head of the Soil Science and Water Resources Dept. The College of Agriculture, University of Anbar, Iraq. We would also like to thank the postgraduate students for their valuable help and technical assistance in conducting this research.

Disclaimer/Journal's Note:

The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of AJAS and/or the editor(s). AJAS and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

المصادر

1. Al Hasnawi, R. A., Mohammed, R. J., Jafar, A. A., and Hassan, D. F. (2018). Effect of adding two types of plant waste in some of the gypsum soil properties and the growth yield of wheat plant (Triticum aestivum L.). Journal of Kerbala for Agricultural Sciences, 5(5): 777-790. https://doi.org/10.59658/jkas.v5i5.677.
2. Al-Fahdawi, S. M. S. (2019). Effect of adding levels of irrigation water, SAP polymer and Ceratophyllum on some physical properties of Loamy sand soil, growth and yield of maize. PhD thesis. Coiiege of Agriculture. University of Anbar.
3. Al-Najem, H. M., Al-Dulaimy, A. S., and Hamzah, I. K. (2010). The effect of improvement (organic matter-bentonite) on water consumption use and yield of potato in gypsiferious desert soil under drip irrigation. Iraqi Journal of Desert Studies, 2(1): 1-8.
4. Al-janabi, M. H. N. (2022). Effect of sawdust (compost) peat on some physical properties growth and yield of wheat in different soils in their gypsium content. MSc. Thesis College of Agriculture. Anbar University.
5. Al-janabi, M. H. N., Bassam, A. A. H., and Adnan, Sh. F. (2021). Effect of Gypsum and Sawdust Content on Physical Characteristics of Soil. Design Engineering, 9: 14508-14517.
6. Al-Joboory, W., Jumaah, M. S., and Marzoog, A. (2020). Effect of addition date of phosphorus, zinc, zinc source and bio-inoculation on the growth of maize (Zea mays L.). International Journal of Agricultural and Statistical Sciences, 16(1): 1779-1785.
7. Al-Khateeb, B. A. (2006). Evaluation of water transport functions for gypsiferous soil treated with bentonite by using saline water (Moister profile and water holding capacity). Anbar Journal of Agricultural Sciences, 4(2): 6-14.

8. Al-Khatib, B, and M. S. Al-Rawi. (2015). Effect of clay content of soil and salinity of irrigation water on some moisture characteristics of soil, growth and yield of bean vicia faba L. Anbar Journal of Agricultural Sciences, 13(1): 31-47.
9. Alkhateb, B. A. A., Alatif, W. A., and Husham, W. K. (2009). Effect of phosphogypsum in some hydraulic properties function in clay loam soil. In 4th Conference on resent technologies in agriculture. Eygept.
10. ALobaidy, B. S. J., Al-Joboory, W., and Al-Esawi, J. S. E. (2020). Effect of bio-fertilizer and salicylic acid on dry weight and leaf content of some nutrient elements of fenugreek plant under saline stress. International Journal of Agricultural and Statistical Sciences, 16: p1935.
11. Al-Mohammadi, M. S. H. (2019). Effect of adding sawdust decomposition extract on the stability of agitated soil aggregates and some of their water properties. MSc. Thesis, College of Agriculture, University of Anbar.
12. Al-Shudaifi, R. A., A. M. Al –Zuhairi, and A. B. AL- Harbi. (2020). Effect of Soil Conditioners on the Available Water for Turf Grown in Sandy Soil under Arid Conditions. The comprehensive wlectronic magazine is multiple specialties Saudi Arabia. (22): 1-19.
13. Al-Taiey. E. T. D. (2022). The Prediction of field water infiltration using some of methods and mathematical models for gypsiferous soil cultivated and uncultivated. PhD Dissertation College of Agriculture Tikrit University.
14. Beckett, C. T., and Augarde, C. E. (2013). Prediction of soil water retention properties using pore-size distribution and porosity. Canadian Geotechnical Journal, 50(4): 435-450. https://doi.org/10.1139/cgj-2012-0320.
15. Black, C. A, D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger, and F. E. Clark. (1965). Methods of Soil Analysis, Part 1-Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling. Madison, Wisconsin. USA.
16. Faraj, S. H. G., Karim, K. H., & Ali , R. O. (2023). Determination of the best model for predicting soil available phosphorus based on soil organic carbon. Tikrit Journal for Agricultural Sciences, 23(4), 85–94. https://doi.org/10.25130/tjas.23.4.8.
17. FAO. (1990). Management of gypsiferous Soil. Soil bull. No.62. FAO. Rome, Italy.
18. Fadam, N. M. A., and M. Hamad, R. (2023). Response Of Pomegranate Seedlings Cv.Salimi To Foliar Spraying With Chelated Iron And Nutrient Solution Prosol And Proline. Anbar Journal of Agricultural Sciences, 21(2): 549-562. doi: 10.32649/ajas.2023.179754.
19. Han, Y. G., Yang, P. L., Luo, Y. P., Ren, S. M., Zhang, L. X., and Xu, L. (2010). Porosity change model for watered super absorbent polymer-treated soil. Environmental Earth Sciences, 61: 1197-1205. https://doi.org/10.1007/s12665-009-0443-4.
20. Hillel, D. (2003). Introduction to environmental soil physics. Elsevier.
21. Jackson, R. D. (1963). Porosity and soil-water diffusivity relations. Soil Science Society of America Journal, 27(2): 123-126. https://doi.org/10.2136/sssaj1963.03615995002700020011x.
22. Kadhum, A. A., Alobaidy, B. S. J., and Al-joboory, W. (2021). The effect of bio and mineral fertilizers on growth and yield of wheat (Triticum estivum L.) In: IOP

Conference Series: Earth and Environmental Science. 761. https://doi.org/10.1088/1755-1315/761/1/012004.

23. Khudair, L. S., and S. B. Salem. (2019). Effect of gypsum content on some soil water properties. Lraqi Agricultural Research Journal, 24(1).
24. Klute, A. (1965). Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil. Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling, 9: 210-221. https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.1.c13.
25. Lal, R., and Shukla, M. K. (2004). Principles of soil physics. CRC Press. https://doi.org/10.4324/9780203021231.
26. Lentz, R. D., Ippolito, J. A., and Lehrsch, G. A. (2019). Biochar, Manure, and Sawdust Alter Long-Term Water Retention Dynamics in Degraded Soil. Soil Science Society of America Journal, 83(5): 1491-1501. https://doi.org/10.2136/sssaj2019.04.0115.
27. Mahdi, L. I. (2019). Effect of organic fertilizer and water stress on some physical propertiesof soil and the growth and yield of potatoes in gypsum and sandy soils. Master's thesis. College of Agriculture. University of Anbar.
28. Mahdi, N. T. (2008). Effect of gypsum content on soil moisture characteristics curve and unsaturated hydraulic conductivity. The Iraqi J. Agric. Sci. 39(3): 14-23.
29. Mahmoud, E. K., El-Beshbeshy, T. R., Abd El-Kader, N. E., El Shal, R., and Khalafallah, N. (2017). Biochar impacts on physical properties and wheat yield of salt affected soils. International Journal of Research and Science Publication, 2(1): 1-10.
30. Mahmoud, A., and Khudair, M. Y. (2023). Evaluation Of Al Kabeer Al Shamali River's Water Suitability for Drinking, Based on Modeling and Pseudomonas Aeruginosa Detection in Syria. Journal of Life Science and Applied Research, 4(1): 9–29. https://doi.org/10.59807/jlsar.v4i1.60
31. Najm, Z. M. M. (2016). Effect of super absorbent PAM on some physical property of three soil from middle Iraq. MSc. Thesis College of Agriculture. Baghdad University.
32. Page, A. L., Miller, R. H., and Keeney, D. R. (1982). Methods of soil analysis, part 2. Chemical and microbiological properties, 2: 643-698.
33. Rashid, H. M., Abed, I. A., and Owaid, M. N. (2018). Effect of Sesbania sesban on cultivation of Agaricus bisporus, Basidiomycota, and properties of spent mushroom compost outcome. Open Agriculture, 3 (1): 652-657.
34. Shaheen, A., and Turaib Ali Bukhari, S. (2018). Potential of sawdust and corn cobs derived biochar to improve soil aggregate stability, water retention, and crop yield of degraded sandy loam soil. Journal of plant nutrition, 41(20): 2673-2682. https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1509092.
35. Yao, R. J., Yang, J. S., Wu, D. H., Li, F. R., Gao, P., and Wang, X. P. (2015). Evaluation of pedotransfer functions for estimating saturated hydraulic conductivity in coastal salt-affected mud farmland. Journal of Soils and Sediments, 15: 902-916. https://doi.org/10.1007/s11368-014-1055-5.

36. Zhang, Y., Jingsong, Y. A. N. G., Rongjiang, Y. A. O., Xiangping, W. A. N. G., and Wenping, X. I. E. (2020). Short-term effects of biochar and gypsum on soil hydraulic properties and sodicity in a saline-alkali soil. Pedosphere, 30(5): 694-702. https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60051-7.
37. Zhuang, W., Li, L., and Liu, C. (2013). Effects of sodium polyacrylate on water retention and infiltration capacity of a sandy soil. Springer Plus, 2(Suppl 1): S11. https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-S1-S11.