



ISSN 2790 – 5985
eISSN 2790 – 5993

Agriculture College – Wasit University

Dijlah J. Agric. Sci. 3(3):160-177, 2024

Dijlah Journal of
Agricultural Sciences

The Effect of Moisture Depletion, Soil Conditioners, and Transpiration Inhibitors on the Physical Properties of Soil Cultivated with Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Doaa Najah Jabr Al-Waeli¹ Jamal Nasser Abdulrahman Al-Saadoun²
College of Agriculture, Department of Soil Science and Water Resources – University of Wasit
Riyadh Jabar Mansour Al-Maliki³
College of Agriculture, Department of Field Crops – University of Wasit

Corresponding author: Duaa.najah@uowasit.edu.iq

The experiment was conducted in the experimental field of the College of Agriculture, University of Wasit, located at a longitude of 45°50'33.5" E and a latitude of 32°29'49.8" N, during the 2023 autumn season. The study aimed to investigate the effect of moisture depletion, soil conditioners, and transpiration inhibitors on some physical properties of soil cultivated with sunflower (*Helianthus annuus* L.). The experiment was carried out using a split-split plot design (RCBD) with three factors.

The first factor was moisture depletion at two levels: 50% and 75% of available water. The second factor was soil conditioners, including two types, zeolite and perlite, along with a control without any amendment. The third factor was the transpiration inhibitor (Orslic) and a control without inhibitor. Sunflower seeds (Flamy variety) were sown on 1/8/2023 using the drilling method and harvested on 25/11/2023. All experimental units were irrigated twice before germination, based on the 50% moisture depletion level and the volumetric moisture content obtained from the soil moisture characteristic curve. Irrigation depths were calculated using soil moisture measurements and the water balance equation. Soil moisture content was determined after each irrigation and before the subsequent irrigation, according to the moisture depletion levels used in the experiment (50% and 75% of available water), to schedule irrigation throughout the growing season.

The main results can be summarized as follows:

1. The plots irrigated at 50% moisture depletion significantly outperformed those irrigated at 75% moisture depletion in reducing soil bulk density at the end of the season, with a value of 1.121 g·cm⁻³ compared to 1.176 g·cm⁻³ for the 75% treatment. Similarly, the 50% moisture depletion treatment significantly increased total porosity, reaching 55.493% compared to 54.089% for the 75% treatment. This treatment also exceeded the 75% treatment in saturated hydraulic conductivity, recording 1.14 and 1.09 cm/h, respectively. Additionally, soil aggregate stability was higher under the 50% moisture depletion treatment, at 27.2% compared to 25.9% for the 75% depletion level.
2. Treatments amended with zeolite significantly outperformed those with perlite and the control in reducing soil bulk density at the end of the season, with values of 1.093 g·cm⁻³ compared to 1.111 and 1.242 g·cm⁻³ for the perlite and control treatments, respectively. Zeolite also

significantly increased total porosity (57.999%), saturated hydraulic conductivity (1.18 cm/h), and soil aggregate stability (28.1%) compared to perlite (55.98%, 1.15 cm/h, 26.6%) and the control (50.39%, 1.01 cm/h, 24.9%)

Received:1/7/2024

Accepted:25/11/2024

Published:26/11/2024

تأثير الاستنزاف الرطوبي ومحسنات التربة ومثبطات النتج على الصفات الفيزيائية للتربة المزروعة بمحصول زهرة الشمس

دعاء نجاح جبر الوائلي¹جمال ناصر عبد الرحمن السعدون²

كلية الزراعة - جامعة واسط

رياض جبار منصور المالكي³

كلية الزراعة - جامعة واسط

الخلاصة

45 شرقاً وخط عرض 32° 29' 49.8" شمالاً ، للموسم الخريفي 2023، بهدف دراسة تأثير الاستنزاف الرطوبي ومحسنات التربة ومثبطات النتج على بعض الصفات الفيزيائية للتربة المزروعة بمحصول زهرة الشمس. التجربة وفق تصميم الألواح المنشقة – المنشقة RCBD واستخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Split –split plot Design

حيث تكونت معاملات التجربة من ثلاثة عوامل هي الاستنزاف الرطوبي بمستويين هما استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز واستنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز، اما العامل الثاني فكان محسنات التربة الذي تضمن نوعين من المحسنات هما الزيولايت والبيرلايت وبدون اضافة محسن (المقارنة) ، أما العامل الثالث فهو مثبط النتج (ورسليك) وبدون اضافة مثبط . زرعت بذور زهرة الشمس (صنف فلامي) بتاريخ 2023/8/1 في تربة الحقل وبطريقة المروز وتم الحصاد بتاريخ 2023/11/25 ، تم ري جميع معاملات التجربة ريتين متساويتين قبل الإنبات اعتمادا على نسبة الاستنزاف الرطوبي 50% من الماء الجاهز وحسب قيم المحتوى الرطوبي الحجمي المستحصل عليها من منحني الوصف الرطوبي ، حسبت أعماق مياه الري في كل رية باستخدام قياسات المحتوى الرطوبي للتربة والاعتماد على معادلة الموازنة المائية وتم تقدير المحتوى الرطوبي في التربة بعد الري وكذلك قبل الري اللاحقة وحسب مستوى الاستنزاف الرطوبي المستخدم في التجربة (50% و75% من الماء الجاهز) لغرض جدولة الري حسب مستويات الاستنزاف الرطوبي المستخدمة في التجربة طيلة موسم النمو ، ويمكن ايجاز اهم النتائج التي تم الحصول عليها كما يلي :

1. تفوقت المعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز معنوياً على المعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز في خفض قيم الكثافة الظاهرية للتربة بعد انتهاء الموسم وبلغت 1.121 ميكاغرام م⁻³ مقارنة بقيمة 1.176 ميكاغرام م⁻³ لمعاملة الاستنزاف الرطوبي 75% ، وكذلك تفوقت نفس المعاملة معنوياً على المعاملة المروية عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز في زيادة قيمة المسامية الكلية والتي بلغت 55.493 % مقارنة بقيمة 54.089 % على التوالي ، كذلك تفوقت معاملة الاستنزاف الرطوبي 50% على معاملة الاستنزاف الرطوبي 75% في قيمة الايصالية المائية والتي بلغت 1.14 و 1.09 سم/ ساعة للمعاملتين على التوالي ، وايضا تفوقت معنوياً نفس المعاملة على معاملة الاستنزاف الرطوبي 75% في ثباتية تجمعات التربة حيث بلغت 27.2% و 25.9% لمستويي الاستنزاف الرطوبي 50% و75% من الماء جاهز على التوالي.

2. تفوقت المعاملات المضاف لها محسن الزيولايت معنوياً على المعاملات المضاف لها محسن البيرلايت والمقارنة في خفض الكثافة الظاهرية للتربة في نهاية الموسم والتي بلغت 1.093 ميكاغرام م⁻³ مقارنة بـ 1.111 ، 1.242 ميكاغرام م⁻³ لمعاملة محسن البيرلايت والمقارنة على التوالي ، في حين تفوقت نفس المعاملة على معاملي البيرلايت والمقارنة في زيادة قيم كل من المسامية الكلية (%) ، الايصالية المائية، ثباتية تجمعات التربة والتي بلغت 57.999% ، 1.18 سم / ساعة

، 28.1 % على التوالي مقارنة بمعاملتي البيرلايت والمقارنة والتي بلغت قيم كل منها ولنفس الصفات على التوالي 55.98% و 50.39 % و 1.15 1.01 سم / ساعة ، 26.6 % و 24.9 % .

المقدمة Introduction

تعد شحة الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي يقع العراق من ضمنها من المشاكل المهمة التي تواجه الإنتاج الزراعي في العراق، لذلك يتحتم على الباحثين التفكير في الاستعمال الأمثل لهذه المياه في الوقت المناسب وكذلك البحث عن الوسائل الممكنة في ترشيد وحسن إدارة هذا المورد الطبيعي المهم، وباتت طرق الري التقليدية التي لم بصاحبها إدارة جيدة للمياه المستخدمة في الري أحد الأسباب التي تؤدي إلى هدر كميات كبيرة من المياه ، بالإمكان استخدامها في توسعة الرقعة الزراعية وإنتاج محاصيل مهمة تلبي الاحتياجات الغذائية للإنسان والحيوان ، وهذا يتطلب جدولة ري صحيحة للمحاصيل المزروعة اعتماداً على صفات التربة من خلال إجراء عملية الري اعتماداً على الاستنزاف الرطوبي من قبل المحصول وحساب أعماق وكميات مياه الري المضافة في كل ريه بدلاً من إجراء عملية الري بشكل غير محسوب ، وهذا يعتمد على نسبة الاستنزاف الرطوبي الملائمة للمحصول المزروع والتي يتم عندها الري ، وتعد جدولة الري إحدى استراتيجيات إدارة المياه والتي تهدف إلى تقنين كمية مياه الري الواجب اضافتها بدون أي تأثير في الحاصل وبدون أحداث إجهاد مائي على النبات ، حيث أوصت منظمة الغذاء والزراعة الدولية FAO بإعطاء الأولوية لإدارة الطلب على المياه ، لأنها وسيلة للتخفيف من حدة مشكلات النقص في المياه في الحاضر والمستقبل (منظمة الاغذية والزراعة للأمم المتحدة ، 2004) . برزت الحاجة إلى استخدام تقنيات إدارة التربة والمياه ومنها اضافة محسنات التربة لغرض حفظ الرطوبة والمحافظة على مستوى رطوبي قريب من السعة الحقلية لغرض تزويد النبات باحتياجاته المائية بكميات مسيطر عليها لتحقيق أفضل استفادة وتحسين انتاجية المحصول (Sun وآخرون ، 2000) ، إذ وجد أن محسنات التربة تعمل على تحسين جودة الترب عن طريق تقليل كمية المياه المعطاة، وبالتالي توفير مياه للتربة والمحصول ، كما وجد أن حافظات الرطوبة قد تحتوي على كمية كافية من الماء والعناصر تطلقها حسب الحاجة من قبل النبات (Ekebaf وآخرون، 2011) ، وأصبحت هذه الطرق تستخدم في العديد من البلدان لتقليل هدر المياه والضائعات أثناء الري والتي تؤدي إلى عجزاً مائياً، ومن هذه المحسنات البرلايت الزراعي حيث يعد من افضل المحسنات الزراعية الذي يتميز بالقدرة العالية على امتصاص الماء ويحسن من تهوية التربة وصرفها ، ويؤدي إلى تهوية الجذور والاحتفاظ بالماء والسماد لفترات طويلة ويضمن تباعد في مدد الري ويقلل من الاستهلاك المائي والسماد (Evans ، 2004) ، حيث استعملت وسائل عدة في محاولات تطبيقية بهدف الاستغلال الأمثل زراعياً للترب الرملية عديمة البناء في الأراضي الصحراوية للتغلب على محدودات الزراعة عن طريق تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية وزيادة جاهزية المغذيات ورفع الإنتاجية، وبالتالي تهوية جذور النباتات ، كذلك يعمل هذا المحسن على الاحتفاظ بالماء والسماد لمدة طويلة ويقلل من استهلاك المياه والأسمدة من خلال مساهمته في التباعد بين الريات ، فضلاً عن كونه مادة عازلة يحمي جذور النباتات من الانخفاض الشديد بدرجات الحرارة، في الوقت ذاته يعمل على خفض درجات الحرارة العالية الضارة بالنبات (Schmilwski ، 2009) ، كذلك يتميز معدن الزيولايت بالقدرة العالية على الاحتفاظ بالماء والمغذيات وإمداد النبات بها عند الحاجة وبصورة تدريجية ، كذلك يتميز معدن الزيولايت بالقدرة العالية على تجهيز عنصري الأمونيوم والبوتاسيوم في التربة، كذلك يتميز هذا المعدن بقابليته على تحسين الخصائص الفيزيائية للترب وخصوصاً الترب الخشنة النسجة. برزت في الآونة الأخيرة فكرة استخدام مثبطات النتج Antitranspiration لكونها وسيلة فعالة في تقليل فقد المياه من النبات وزيادة الحاصل وزيادة المساحات المزروعة ، وذلك لكون كمية الماء التي يستهلكها النبات فعلياً هي أقل من 10% من ماء الري ويتم خسارة 90% بالنتج ، لذا فإن هنالك حاجة لزيادة المحصول وتحسين نوعيته تحت ظروف عدم كفاية الري وذلك من خلال السيطرة على معدلات النتج واستعمال مضادات النتج لتوفير جزء من مياه الري لزيادة الرقعة الزراعية.

محسنات التربة هي مواد طبيعية وبعضها صناعية تعمل على تحسين الخواص الفيزيائية للتربة وبالتالي تساعد على حركة الماء والهواء ونمو النبات وانتاجيته ، وهذا يحدث نتيجة التغير الحاصل في التوزيع المسامي للتربة (العارضي ، 2021) ، وهذا يؤدي إلى تغيير في صفاتها البنائية ، ولاسيما الصفات المتعلقة بحركة الماء وزيادة سعة الاحتفاظ بالماء ، وتقليل من تكوين القشرة السطحية للتربة ، مما يجعل التربة أقل مقاومة عند القيام بالعمليات الزراعية ، وتؤدي إلى زيادة ثباتيه تجمعات التربة والماء المخزون فيها (شهاب ، 1997، الذبحاوي ، 2000).

يستخدم معدن الزيولايت الطبيعي مع التربة في الترب الرملية لتحسين صفاتها الفيزيائية مما يؤدي الى زيادة جاهزية الماء ومنع فقد المغذيات (Abdi وآخرون، 2006)، ويستخدم معدن الزيولايت كمحسن للتربة و إطلاق الأيونات بصورة بطيئة، مما يؤدي الى زيادة السعة التبادلية للأيونات الموجبة ويحسن من كفاءة استعمال المياه للترب المتدهورة والتي تتطلب امكانيات عالية لاستصلاحها (Bansiwal وآخرون، 2006)، كما يساهم بالحد من الإجهاد المائي، حيث أن المعدن غني بالمسامات ذات الاشكال والاحجام المختلفة والقنوات الصغيرة جدا التي تقوم بربط التجاويف الكبيرة داخل بلورات المعادن، ومعدن الزيولايت له وحدات بناء ثانوية ذات أشكال مختلفة المسام وأنظمة قنوات مميزة، وبما أن الزيولايت مسامي يحتوي على فراغات بأحجام مختلفة وتجاويف بشكل طبقات مجاورة لجدران البلورة، وبالتالي فإن المعدن عالي الامتزاز للمواد الغذائية والماء (Hernandez، 2000) و لمساميته العالية فإن معدن الزيولايت له تركيب ثلاثي الأبعاد السلسلة من القنوات المترابطة والتي تعطى الزيولايت وظيفة النخل الجزيئي، وبالتالي يحسن الصفات الفيزيائية للتربة الطينية وزيادة الايصالية المائية للترب (Georgie، 2009).

أن معدن الزيولايت يساهم في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة ويرفع مساميتها والصفة التبادلية مع الأيونات الموجبة (Bish و Ming، 2001)، ويعتبر الزيولايت ذو تركيب بنائي هش وبالتالي يساعد في تحسين من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء والمغذيات عن طريق التبادل الأيوني والامتصاص، و خزن الماء لفترة طويلة، والذي يصل الى 60% من وزن المعدن خلال فترة الجفاف ويحسن من الانتشار الأفقي للمياه للمنطقة الجذرية عند الري، وعند فقد الماء من (Xiubin و Zhanbin 2001) المعدن لا يؤثر في تركيبة البلوري

يعد البيرولايت أحد أفضل الأوساط الزراعية للنباتات، وان معظم النباتات تنمو في البيرولايت لوحده وهي ناجحة ولكن لا توجد مغذيات فيه، ومن ناحية أخرى يتم استخدامه في الزراعة بدون تربة، حيث يوفر تهوية الجذور ونفاذية ممتازة، وبالتالي يتطلب تكرار الري لمنع حدوث إجهاد مائي سريع (Maloupa وآخرون، 1992)، للبيرولايت العديد من الخصائص الفيزيائية المشجعة لاستعماله في انخفاض التوصيل الحراري والكثافة الظاهرية، وأوضح (Schmilwski) انه عند خلط البيرولايت الزراعي مع التربة يحسن من خواص التربة الفيزيائية، حيث يعمل على تحسين بزل التربة وتهويتها وبنائها ويزيد من مساميتها.

تستعمل مثبطات النتج للتقليل من الاستهلاك المائي للنبات دون أن يكون مؤثرا في عملية البناء الضوئي (ابو ضاحي واليونس، 1988)، ومثبطات النتج هي مواد كيميائية تضاف رشاً على الأوراق للتقليل من معدل النتج وزيادة كفاءة استعمال المياه داخل النبات، حيث تعمل كموانع أو حواجز لفقد الماء باليات فسلجية أو ميكانيكية لا تحدث أضراراً بعد جفافها على الورقة (Delamor وآخرون، 2010). أشار المعيني والعبيدي (2018) بأن مثبطات النتج هي أي مادة تضاف على سطح النبات للتقليل من فقد الماء، وتنتشر في الآونة الأخيرة استعمال مواد مثبطة للنتج وذلك برشها على سطح النباتات لتساعد على زيادة كفاءة الماء داخل النبات وذلك بتقليل معدل النتج والذي يعتبر المصدر الرئيسي لفقد الماء في المراحل الأخيرة من نمو النبات (الحلفي والبياتي، 2014). تستخدم مثبطات النتج لتحسين الحالة المائية للنبات ولتخفيف الآثار الضارة الناتجة من العجز المائي ويعد تطبيقاً حقلياً مهماً لتحسين انتاجية المحاصيل (Ouerghi وآخرون، 2014)، فعند رشها على النباتات تكون بشكل أغشية رقيقة على سطح الورقة حيث تعمل على تقليل عملية النتج وعليه يزيد من كفاءة الماء بداخل النبات ومن ثم يقلل من خطر الجفاف (Abdullah وآخرون، 2015).

وتهدف هذه الدراسة لما يلي:

دراسة تأثير محسنات التربة على الصفات الفيزيائية للتربة.

المواد وطرق العمل Materials and Methods

موقع إجراء التجربة

تم تنفيذ التجربة في حقل كلية الزراعة / جامعة واسط الواقع على خط طول "33.5' 50" 45° شرقاً وخط عرض "49.8' 29" 32° شمالاً ويرتفع عن مستوى سطح البحر 35م وفي تربة ذات نسجة مزيجية رملية sandy loam.

تهيئة تربة الحقل

حرثت التربة بالمحراث المطرحي القلاب وأجريت عملية تسوية وتعديل سطح تربة الحقل بعد الحراثة، قسم الحقل البالغ مساحته 650 م² إلى الوحدات التجريبية وبثلاث قطاعات وحسب معاملات التجربة وتصميم التجربة.

عوامل التجربة: تتضمن التجربة ثلاثة عوامل وكما يلي:

أ. العامل الأول: الاستنزاف الرطوبي ويكون بمستويين:

D1 استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز

D2 استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز

ب. العامل الثاني: محسنات التربة وهو يتضمن المستويات الآتية:

A0 بدون إضافة محسن

A1 إضافة محسن البيرلايت بنسبة 0.2% من وزن المرز

A2 إضافة محسن الزيولايت بنسبة 0.2% من وزن المرز

العامل الثالث: مثبطات النتج وهو يتضمن مستويين:

T0 بدون إضافة مثبط نتج

T1 إضافة مثبط نتج (اورسليك) بتركيز 1 مول / لتر

تصميم التجربة: استخدم تصميم الألواح المنشقة - المنشقة split- split plot Design باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD ، عدد الوحدات التجريبية $3 \times 2 \times 3 = 36$ وحدة تجريبية، أبعاد الوحدة التجريبية

3m*3m، فتحت المروز بواقع أربعة مروز داخل كل وحدة تجريبية المسافة بين مرز وآخر 75 سم والمسافة بين نبات وآخر 25 سم ويكون عدد النباتات 12 نبات لكل مرز، ومخطط (1) يوضح معاملات التجربة.

مخطط (1) يوضح معاملات التجربة

R1	R2	R3
D 1 A0 T1	D2 A0 T1	D1 A0 T0
D1 A0 T0	D2 A0 T1	D1 A0 T1
D1 A1 T1	D2 A1 T0	D1 A1 T0
D1 A1 T0	D2 A1 T1	D1 A1 T1
D1 A2 T1	D2 A2 T0	D1 A2 T0
D1 A2 T0	D2 A2 T1	D1 A2 T1
D2 A2 T1	D1 A0 T0	D2 A0 T0
D2 A2 T0	D1 A0 T1	D2 A0 T1
D 2 A1 T	D1 A1 T0	D2 A1 T0
D2 A1 T	D1 A1 T1	D2 A1 T1

D2 A0 T

D1 A2 T0

D2 A2 T0

D2 A2 T1

1 T2 A1D

D2 A2 T1

الزراعة

زرعت بذور زهرة الشمس صنف فلامبي من مختبر كلية علوم الهندسة الزراعية / جامعة بغداد على أحد أوجه المرز وأسفل خط الملح (خط التعيير) بتاريخ 1 / 8 / 2023 ، تم الحصاد بتاريخ 25 / 11 / 2023.

التسميد وإضافة المحسنات

أضيفت الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية حسب التوصية السمادية لمحصول زهرة الشمس بكمية 50 كغم / دونم يوريا يضاف على دفعتين، الدفعة الأولى عند الزراعة والدفعة الثانية بعد شهر من الدفعة الأولى ويضاف سماد الداب بمعدل 50 كغم / دونم عند الزراعة وتمت إضافة المحسنات كل من الزيولايت والبرلايت 100 غم / نبات مع إضافة السماد عند الزراعة أما مثبت النتج (اورسليك) فقد تمت إضافته على دفعتين الأولى بتاريخ 2023/8/17 والثانية بعد شهر من الإضافة الأولى ،
وان تركيبيه الكيميائي
أكسيد السليكون (SiO₂)
أكسيد البوتاسيوم (K₂O)
الكثافة 1.45 غم/سم³

PH (10.5)

الري

تم ري التجربة بعد انتهاء عملية الزراعة بريات متساوية (ريتين) لجميع معاملات التجربة وحسب نسبة الاستنزاف الرطوبي (الري عند استنزاف 50% من الماء الجاهز) لحين الإنبات وبعدها تم الري حسب مستوى الاستنزاف الرطوبي للمعاملات الخاصة بكل مستوى استنزاف 50% و 75% من الماء الجاهز ويحسب عمق ماء الري وكمية ماء الري اعتماداً على الماء الجاهز المحسوب من الفرق بين المحتوى الرطوبي الحجمي θ عند السعة الحقلية والمحتوى الرطوبي الحجمي θ عند استنزاف 50% من الماء الجاهز وضرب الفرق بينها في عمق التربة (عمق حيز انتشار المجموع الجذري الفعال) وحسب المعادلة الآتية الواردة في حاجم وياسين (1990):

$$d = (\theta F.c - \theta_{d_{50}}) * D \dots \dots \dots (1)$$

d: عمق ماء الري المضاف Cm

 $\theta F.c$: المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة عند السعة الحقلية $\text{cm}^3 / \text{cm}^3$ $\theta_{d_{50}}$: المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة عند استنزاف 50% من الماء الجاهز $\text{cm}^3 / \text{cm}^3$

D: عمق التربة (عمق حيز انتشار المجموع الجذري الفعال) Cm

وتم تغيير عمق المنطقة الجذرية D حسب تعمق المجموع الجذري للمحصول خلال مراحل نمو المحصول ومن خلال المشاهدات الحقلية .

تم نصب منظومة الري السيجي في الحقل المتكونة من حوض مياه أبعاده 3م*4م*2 م ومضخة المياه تعمل بالبنزين متصلة بها الأنابيب الرئيسي 2.5 انج * 2.5 انج مقسم الى فرعين، الأنبوب الفرعي الأول بين المكرر الأول والثاني ووالأنبوب الفرعي الثاني بين المكرر الثاني والثالث متصل بكل أنبوب فرعي اثنا عشر أنبوباً فرعياً وتم حساب التصريف لكل أنبوب وكان معدل التصريف العام هو 9 لتر / دقيقة.

تحليلات التربة قبل إجراء التجربة:

أخذت نماذج تربة من تربة الحقل ومن أماكن مختلفة ممثلة للحقل وللأعماق 0-15 سم ومن 15-30 سم ومن 30 - 45 سم وجففت هوائياً ثم طحنت ونخلت من منخل 2 mm قبل الزراعة لقياس الكثافة الحقيقية والكثافة الظاهرية والمسامية

الكلية وثباتيه تجمعات التربة والايصالية المائية المشبعة (جدول 1)، وأخذت عينات التربة لنفس الاعماق في نهاية الموسم الزراعي لقياس الكثافة الظاهرية والحقيقية والمسامية الكلية وثباتيه تجمعات التربة والايصالية المائية المشبعة.

1- تحليل حجوم الدقائق (غم. كغم⁻¹ تربة): قدرت بطريقة المكثاف (Hydrometer) وفق الطريقة الموضحة في (Black وآخرون، 1965).

2- الكثافة الظاهرية (pb) Mg.m⁻³: تم تقديرها بطريقة الأسطوانية المعدنية Core Sampler وفق الطريقة الموضحة في (Black وآخرون، 1965).

3 - الكثافة الحقيقية (ps) Mg.m⁻³: قدرت الكثافة الحقيقية باستخدام طريقة (Pycnometer Method) قنينة الكثافة وفق الطريقة الموضحة في (Black وآخرون، 1965).

4 - المسامية الكلية للتربة % (f): حسبت المسامية الكلية من قيم الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية وفقا لطريقة Vomocil الواردة في Black وآخرون (1965) ومن العلاقة الآتية:

$$\text{المسامية الكلية \%} = (1 - \frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}}) * 100 \dots\dots\dots (6)$$

5 - الايصالية المائية المشبعة (Ks) cm.h⁻¹: قدرت الايصالية المائية المشبعة بطريقة عمود الماء الثابت وفقا لقانون دارسي وحسب المعادلة الآتية (Klute، 1986)

$$K = V L / A t \Delta H \dots\dots\dots (7)$$

إذ إن :

K: الإيصالية المائية المشبعة (سم. ساعة⁻¹).

V: حجم الماء المتجمع أسفل عمود التربة (سم³).

A: مساحة مقطع الجريان (سم²).

t: زمن جمع الماء (ساعة).

L: طول عمود التربة (سم).

ΔH: التغير في عمود الماء بين نقطة دخول الماء وخروجه من عمود التربة (سم).

6 - ثباتيه تجمعات التربة %: قدرت باستخدام طريقة النخل الرطب المذكورة في Black وآخرون (1965) .

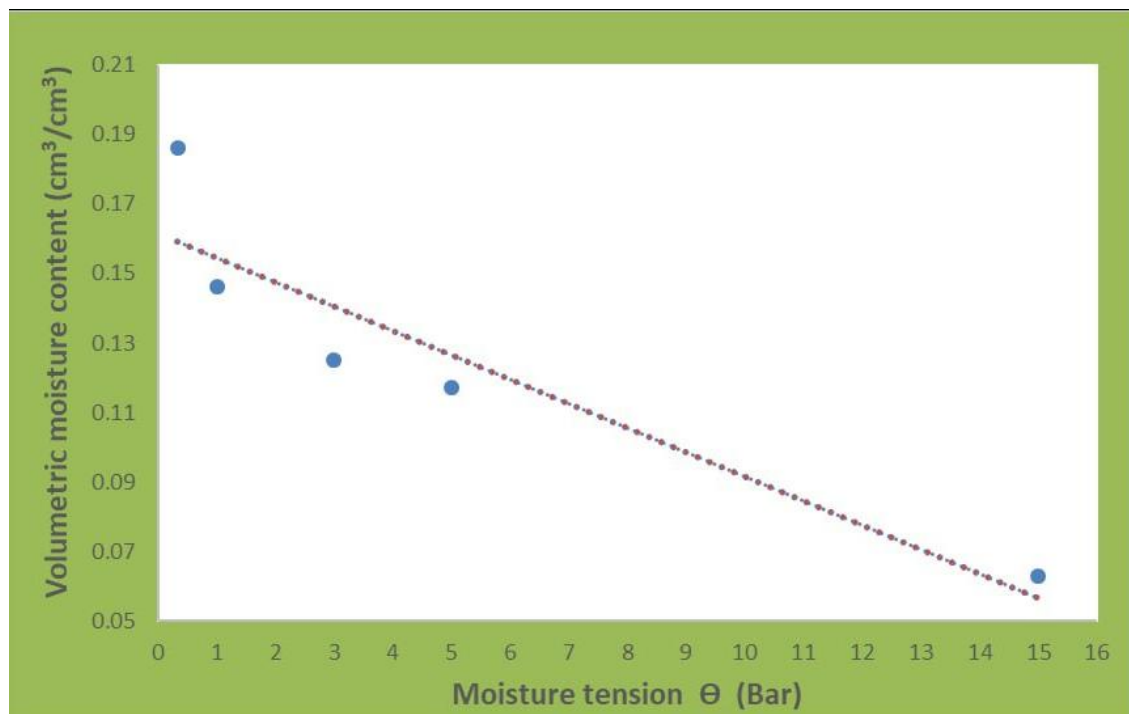
جدول (1) صفات التربة الفيزيائية قبل الزراعة

الصفة	وحدة القياس	عمق التربة (15-0) سم	عمق التربة (15-30) سم	عمق التربة (30-45) سم
الكثافة الظاهرية	Mg.m ⁻³	1.19	1.27	1.32
الكثافة الحقيقية	Mg.m ⁻³	2.55	2.58	2.6
المسامية الكلية	%	53.3	51	49.2
ثباتية تجمعات التربة	%	26	23	21
الايصالية المائية المشبعة	cm.h ⁻¹	1.03	1.00	0.94
الغرين	غم . كغم ⁻¹ تربة	300	370	474
الطين	غم . كغم ⁻¹ تربة	140	130	100
الرمل	غم . كغم ⁻¹ تربة	560	500	426
النسجة		Sandy loam	Sandy loam	loam

7 - منحني الوصف الرطوبي :

أخذ نموذج تربة للعمق 0-30 سم من تربة الحقل قبل الزراعة وجفف هوائيا وطحن وممر من منخل قطر فتحاته 2 ملم ، كما استعملت حلقات خاصة للنماذج ارتفاعها 1 سم و قطرها 5 سم، تم تشبييعها بالماء بالخاصية الشعرية لمدة 24 ساعة ،

استعملت صحنون الضغط و اغشية الضغط وذلك حسب طريقة Pressure plate apparatus membrane المذكورة في (Black وآخرون 1965) لتقدير المحتوى الرطوبي الوزني لهذه التربة باستعمال الشدود (0 و 0.3 و 1 و 3 و 5 و 15) بار ومن ثم تم رسم العلاقة بين المحتوى الرطوبي الحجمي و الشد الرطوبي كما موضح في الشكل (1).



شكل (1) منحنى الوصفي الرطوبي لتربة حقل التجربة

نتائج والمناقشة

الكثافة الظاهرية ميكاغرام م³

يوضح وجدول (2) شكل (2) وجود فروق معنوية بين متوسط الكثافة الظاهرية لمحسنات التربة حيث سجلت أدنى قيمة متوسط للكثافة الظاهرية لمحسن الزيولايت بلغت 1.093 ميكاغرام م³ بالمقارنة مع أعلى قيمة كانت 1.242 ميكاغرام م³ لمعاملة المقارنة ، كما توجد فروق معنوية لمتوسط الكثافة الظاهرية عند الاستنزاف الرطوبي ، حيث سجلت أدنى قيمة عند استنزاف 50% من الماء الجاهز بلغت 1.121 ميكاغرام م³ وأعلى قيمة بلغت 1.176 ميكاغرام م³ لمعاملة استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز ، اظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الاعماق فكانت أدنى قيمة 1.081 ميكاغرام م³ للعمق الاول واعلى قيمة بلغت 1.217 ميكاغرام م³ للعمق الثالث.

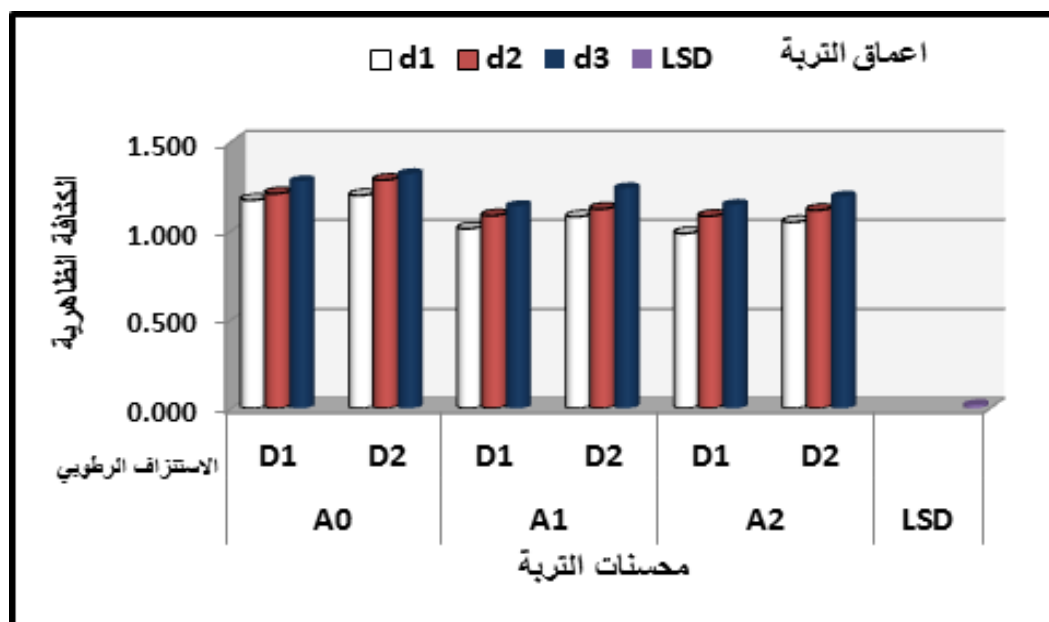
أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية لمتوسط الكثافة الظاهرية للتداخل الثنائي لمحسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي وبين الاستنزاف الرطوبي والاعماق ، في حين سجلت هناك فروق معنوية للتداخل الثنائي بين محسنات التربة مع الأعماق حيث سجلت أدنى قيمة للكثافة الظاهرية بلغت (1.015 و 1.097 و 1.167) ميكاغرام م³ للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي لمعاملة الزيولايت بالمقارنة مع أعلى قيمة سجلت عند معاملة المقارنة (بدون اضافة محسن) والتي بلغت (1.183 و 1.245 و 1.297) ميكاغرام م³ للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي .

ويوضح شكل (2) وجدول (2) وجود فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لمحسنات التربة والاستنزاف الرطوبي و أعماق التربة، حيث سجلت معاملة الزيولايت مع استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز أدنى قراءة لمتوسط الكثافة الظاهرية بلغت (0.983 و 1.080 و 1.143) ميكاغرام م³ للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي وأعلى قراءة للكثافة الظاهرية كانت (1.197 و 1.283 و 1.317) ميكاغرام م³ لمعاملة عدم اضافة محسن عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز.

جدول رقم (2) تأثير عوامل الدراسة على الكثافة الظاهرية ميكاغرام م³

الكثافة الظاهرية - نهاية الموسم			
محسنات	الاستنزاف الرطوبي	اعماق التربة (d)	A * D

		d3	d2	d1	(D)	(A)
1.218		1.277	1.207	1.170	D1	A0
1.266		1.317	1.283	1.197	D2	
1.077		1.137	1.083	1.010	D1	A1
1.144		1.237	1.120	1.077	D2	
1.069		1.143	1.080	0.983	D1	A2
1.117		1.190	1.113	1.047	D2	
N.S	LSD A*d	0.018			LSD A*d*d	
		1.217	1.148	1.081	متوسط اعماق التربة	
		0.007			LSD d	
A * d						
متوسط محسنات التربة		d3	d2	d1	محسنات التربة	
1.242		1.297	1.245	1.183	A0	
1.111		1.187	1.102	1.043	A1	
1.093		1.167	1.097	1.015	A2	
0.008	LSD A	0.012			LSD A*d	
D * d						
متوسط الاستنزاف الرطوبي		d3	d2	d1	الاستنزاف الرطوبي	
1.121		1.186	1.123	1.054	D1	
1.176		1.248	1.172	1.107	D2	
0.009	LSD D	N.S			LSD D*d	



شكل (2) تأثير معاملات الدراسة على الكثافة الظاهرية للتربة $Mg.m^{-3}$

ويعزى ذلك إلى أن محسن الزيولايت يلعب دور في تحسين بناء التربة وزيادة تهويتها وخفض كثافتها الظاهرية وزيادة مساميتها من خلال احتفاظه برطوبة التربة وبالتالي يؤدي إلى انتشار المجموع الجذري للمحصول ، مما يؤدي إلى خفض الكثافة الظاهرية للتربة (دوغرمه جي و احمد ، 1988) و (Ming و Bish 2001) وعند مقارنة قيم الكثافة الظاهرية لأعماق التربة الثلاث مع قيمها قبل الزراعة وقبل اضافة معاملات الدراسة (جدول 1) نلاحظ أن نسب الانخفاض في قيم الكثافة الظاهرية للأعماق الثلاثة كانت 9.16% ، 9.61% ، 7.8% على التوالي ، أما التفوق المعنوي للمعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز على المعاملات المروية عند استنزاف 50% من الماء الجاهز فيعزى إلى كون المعاملات التي تروى عند استنزاف 50% من الماء الجاهز تكون ذات محتوى رطوبي أعلى من المحتوى الرطوبي للتربة للمعاملات التي تروى عند استنزاف 75% من الماء الجاهز نتيجة زيادة عدد الريات للمعاملات المروية عند استنزاف 50% من الماء الجاهز مقارنة بعدد الريات للمعاملات المروية عند استنزاف 75% من الماء الجاهز ، وهذا يؤدي الى زيادة انتشار المجموع الجذري وما يصاحبه من زيادة نشاط الأحياء المجهرية وهذا يؤدي الى تحسين بناء التربة وتهويتها وزيادة مساميتها ، مما يؤدي الى خفض كثافتها الظاهرية (عبد الحسن ، 2018) .

كذلك يلاحظ أن نسب انخفاض الكثافة الظاهرية للأعماق الثلاثة وللمعاملات المضاف لها زيولايت كانت 14.71%، 13.62%، 11.59% على التوالي.

أما المعاملات التي اضيف لها محسن البيرلايت فكانت نسب انخفاض الكثافة الظاهرية للأعماق الثلاثة مقارنة بقيمتها قبل الزراعة هي 12.35%، 13.23%، 10.1% على التوالي، أما نسب انخفاض الكثافة الظاهرية للأعماق الثلاثة للتربة مقارنة بقيمتها قبل الزراعة للمعاملات التي لم يضاف لها محسن تربة (المقارنة) فكانت 0.6%، 1.97%، 1.74% على التوالي، ولذلك يظهر تأثير اضافة محسنات التربة على خفض قيم الكثافة الظاهرية للتربة مقارنة بالمعاملات التي لم يضاف لها محسن تربة نتيجة تأثير محسنات التربة في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة من خلال تحسين بناءها بخفض كثافتها الظاهرية وزيادة مساميتها وتشجيع انتشار المجموع الجذري للنباتات المضاف لها محسن تربة مقارنة بالنباتات التي لم يضاف لها محسن تربة وهذا ما اشار اليه كل من (Schmilwski (2009 و Ennis (2011).

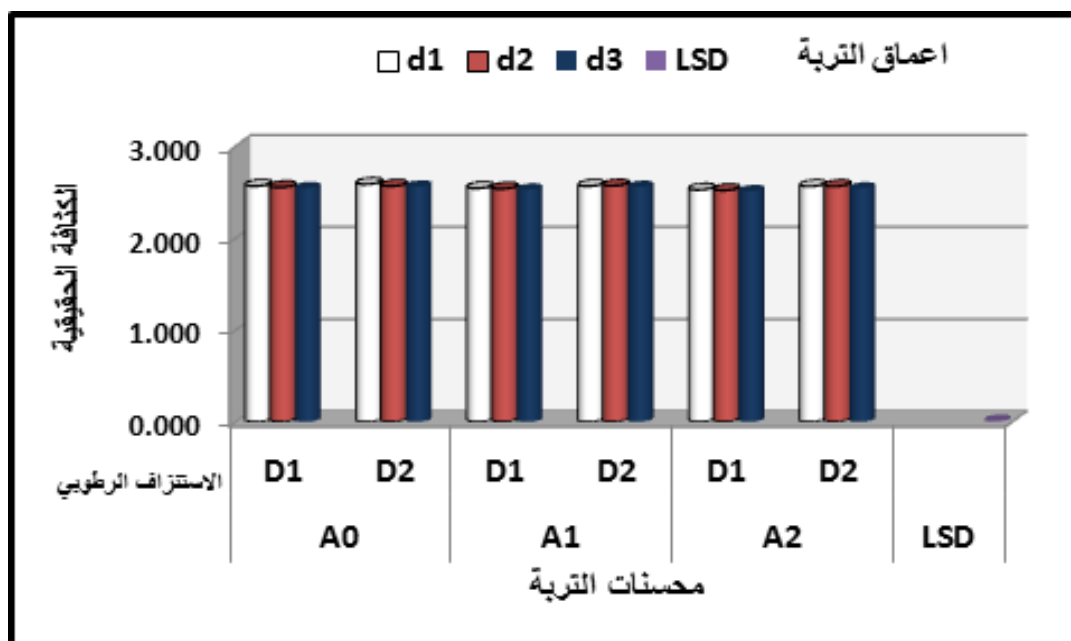
الكثافة الحقيقية ميكاغرام م⁻³

يوضح جدول (3) والشكل (3) أنه توجد فروق معنوية لمتوسط الكثافة الحقيقية بين محسنات التربة حيث سجلت أدنى قيمة متوسط للكثافة الحقيقية لمحسن الزيولايت بلغت 2.535 ميكاغرام م⁻³ بالمقارنة مع أعلى قيمة بلغت 2.561 ميكاغرام م⁻³ لمعاملة المقارنة.

كما سجلت فروق معنوية لمتوسط الكثافة الحقيقية للاستنزاف الرطوبي حيث كانت أدنى قيمة بلغت 2.534 ميكاغرام م⁻³ عند معاملة الاستنزاف الرطوبي 50% من الماء الجاهز وأعلى قيمة بلغت 2.562 ميكاغرام م⁻³ عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز، وظهرت فروق معنوية أيضا عند الاعماق فكانت أدنى قيمة 2.539 ميكاغرام م⁻³ للعمق الثالث وأعلى قيمة بلغت 2.556 ميكاغرام م⁻³ للعمق الاول.

جدول (3) تأثير عوامل الدراسة على الكثافة الحقيقية ميكاغرام م⁻³

الكثافة الحقيقية ميكاغرام م ³						
A * D		اعماق التربة (d)			الاستنزاف الرطوبي	محسنتات التربة
		d3	d2	d1	(D)	(A)
2.552		2.543	2.550	2.563	D1	A0
2.569		2.560	2.563	2.583	D2	
2.533		2.527	2.533	2.540	D1	A1
2.562		2.557	2.567	2.563	D2	
2.517		2.510	2.517	2.523	D1	A2
2.553		2.540	2.560	2.560	D2	
N.S	LSD A*d	N.S			LSD A*d*d	
		2.539	2.548	2.556	متوسط اعماق التربة	
		0.006			LSD d	
A * d						
متوسط محسنتات التربة		d3	d2	d1	محسنتات التربة	
2.561		2.552	2.557	2.573	A0	
2.548		2.542	2.550	2.552	A1	
2.535		2.525	2.538	2.542	A2	
0.010	LSD A	N.S			LSD A*d	
D * d						
متوسط الاستنزاف الرطوبي		d3	d2	d1	الاستنزاف الرطوبي	
2.534		2.527	2.533	2.542	D1	
2.562		2.552	2.563	2.569	D2	
0.007	LSD D	N.S			LSD D*d	



شكل (3) تأثير معاملات الدراسة على الكثافة الحقيقية للتربة $Mg.m^{-3}$

أوضحت النتائج أنه لا توجد فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لعوامل التجربة في قيم الكثافة الحقيقية لتداخل محسنات التربة والاستنزاف الرطوبي وأعماق التربة، ولم تكن هناك فروق معنوية بين التداخلات الثنائية لكل من محسنات التربة مع الأعماق والأعماق مع الاستنزاف الرطوبي ومحسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي.

يلاحظ من النتائج انخفاض قيم الكثافة الحقيقية في نهاية الموسم مقارنة بقيمتها قبل الزراعة فعلى سبيل المثال انخفضت قيمة الكثافة الحقيقية للتربة وللأعماق الثلاثة عند إضافة محسن الزيولايت وكانت نسب الانخفاض للأعماق الثلاثة هي 0.31%، 1.63%، 2.88% على التوالي، وكانت نسب الانخفاض للأعماق الثلاثة للمعاملات المضاف لها البيرولايت هي 0%، 1.16%، 2.23% على التوالي.

يلاحظ زيادة قيم الكثافة الحقيقية للعمق الأول للمعاملات التي لم يضاف لها محسن التربة مقارنة بقيمتها قبل زراعة المحصول، وقد يعزى ذلك إلى عدم وجود محسن وانخفاض نسبة المادة العضوية في العمق السطحي، مما يزيد من قيمة الكثافة الحقيقية أما العمقين الثاني والثالث فيلاحظ انخفاض قيمهما مقارنة بقيم الكثافة الحقيقية لتربة الحقل قبل الزراعة وقد يعزى ذلك إلى زيادة المادة العضوية في هذين العمقين مما يؤدي إلى انخفاض قيمة الكثافة الحقيقية (عبد الحسن، 2018).

يلاحظ أن قيمة الكثافة الحقيقية للعمق الأول بعد انتهاء الموسم أعلى قليلاً من قيمة الكثافة الحقيقية للعمق نفسه قبل الزراعة وقد يعزى ذلك إلى تأثير عوامل التجربة، أما العمقين الثاني والثالث فيلاحظ انخفاضهما مقارنة بقيمهما قبل الزراعة حيث كانت نسبة الانخفاض في قيم الكثافة الحقيقية للعمقين المذكورين هي 1.24% و 2.35% على التوالي وقد يعزى ذلك إلى تأثير انتشار المجموع الجذري في العمقين المذكورين مما يؤدي خفض قيم الكثافة الحقيقية (Wei وآخرون، 2015).

المسامية الكلية %

يوضح جدول (4) وشكل (4) أنه توجد فروق معنوية بين محسنات التربة حيث سجلت أعلى قيمة للمسامية الكلية لمحسن الزيولايت بلغت 57.999% بالمقارنة مع أدنى قيمة بلغت 50.394% لمعاملة المقارنة، كما سجلت فروق معنوية لمتوسط الاستنزاف الرطوبي حيث كانت أعلى قيمة بلغت 55.493% عند معاملة الاستنزاف الرطوبي 50% من الماء الجاهز وأقل قيمة بلغت 54.089% عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز، وحقت المعاملات فروق معنوية بين الأعماق فكانت أعلى قيمة 57.876% للعمق الأول وأدنى قيمة بلغت 51.783% للعمق الثالث.

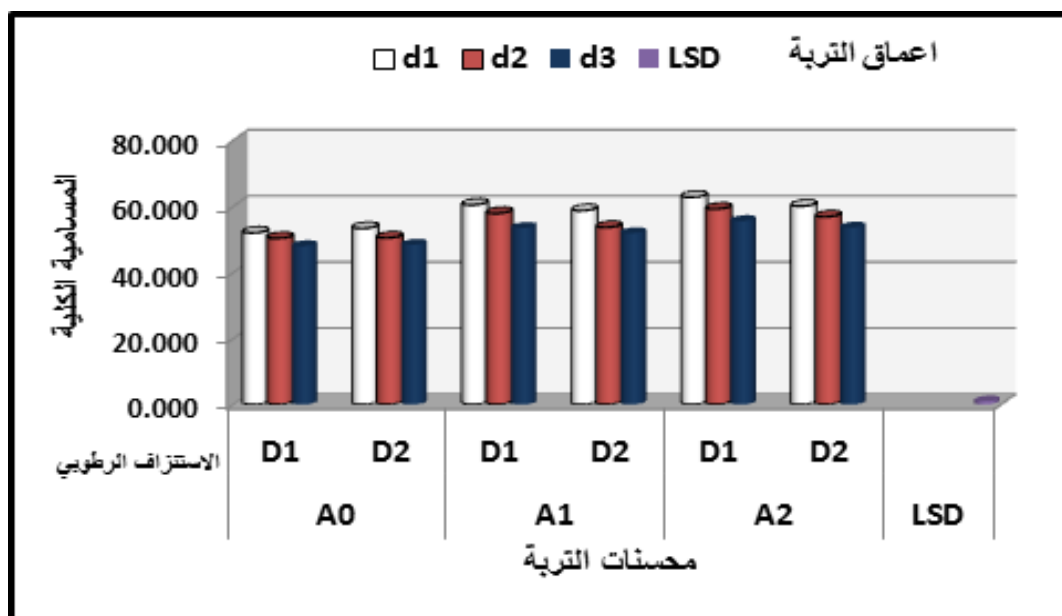
كذلك أظهرت النتائج أن هناك فروق معنوية بين التداخلات الثنائية لكل من محسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي ومحسنات التربة مع الأعماق والأعماق مع الاستنزاف الرطوبي، حيث سجلت أعلى قيمة للمسامية الكلية بلغت 59.173% لمعاملة الزيولايت مع استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز بالمقارنة مع أدنى قيمة سجلت عند معاملة A0D1 والتي بلغت 50.076%.

كما سجلت أدنى قيمة للتداخل الحاصل بين عمق التربة والمحسنات وقد بلغت أعلى قيمة للمسامية الكلية وكانت (61.417 و 58.013 و 54.567) % للعمق الأول والثاني والثالث على التوالي لمعاملة محسن الزيولايت وأدنى قيمة كانت (52.653 و 50.377 و 48.153) % للعمق الأول والثاني والثالث على التوالي.

وأظهرت النتائج هناك فروق معنوية للتداخل بين الاستنزاف الرطوبي والاعماق حيث سجلت أعلى قيمة للمسامية الكلية بلغت (58.388 و 55.789 و 52.303) % للعمق الأول الثاني والثالث على التوالي عند استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز وأقل قيمة بلغت (57.363 و 53.640 و 51.263) % للعمق الأول والثاني والثالث على التوالي عند استنزاف رطوبي 75 % من الماء الجاهز ، وكذلك يوضح شكل (4) و جدول (4) وجود فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لعوامل الدراسة محسنات التربة والاستنزاف الرطوبي و أعماق التربة ، حيث سجلت معاملة الزيولايت مع استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز أعلى القيم لمسامية التربة للأعماق الثلاثة وكانت (62.763 و 59.190 و 55.567) % للعمق الأول الثاني والثالث على التوالي ، وأدنى قراءة للمسامية الكلية سجلت (51.980 و 50.310 و 47.937) % للعمق الأول والثاني والثالث على التوالي لمعاملة A0D1. أظهرت النتائج ارتفاع قيم المسامية للمعاملات المضاف لها محسنات الزيولايت والبرلايت ويعزى السبب لقدرة الزيولايت في تحسين بناء التربة وزيادة المحتوى الرطوبي حيث انخفضت الكثافة الظاهرية وازدادت المسامية لهذه المعاملات بسبب التغييرات في التوزيع الحجمي للمسامات وتحسين الخصائص الفيزيائية للتربة وعندما تكون نسبة المسامية الكلية عالية تكون التربة قادرة على مسك الماء والمغذيات و هذا يتفق مع ما وجدته (Behzadfar وآخرون ، 2017) و (Schmilwski (2009) و عبد الحسن (2018) . يلاحظ من النتائج أن نسبة المسامية الكلية للأعماق الثلاثة ارتفعت مقارنة بقيمتها قبل الزراعة حيث كانت نسب الزيادة للأعماق الثلاثة هي 8.59%، 7.28%، 5.25% على التوالي، ويعزى ذلك الى دور عوامل الدراسة في خفض الكثافة الظاهرية لهذه الأعماق جدول (2) وشكل (2) مما يؤدي إلى زيادة مساميتها وارتفاع ثباتيه تجمعاتها (شكل 4 و جدول 4) وكما هو معروف فالعلاقة سلبية بين الكثافة الظاهرية والمسامية.

جدول (4) تأثير معاملات الدراسة على المسامية الكلية للتربة %

المسامية الكلية						
A * D		(d) اعماق التربة			الاستنزاف الرطوبي	محسّنات
		d3	d2	d1	(D)	(A)
50.076		47.937	50.310	51.980	D1	A0
50.713		48.370	50.443	53.327	D2	
57.231		53.407	57.867	60.420	D1	A1
54.729		51.853	53.640	58.693	D2	
59.173		55.567	59.190	62.763	D1	A2
56.824		53.567	56.837	60.070	D2	
0.789	LSD A*d	0.956			LSD A*d*d	
		51.783	54.714	57.876	متوسط اعماق التربة	
		0.323			LSD d	
A * d						
متوسط محسّنات التربة		d3	d2	d1	محسّنات التربة	
50.394		48.153	50.377	52.653	A0	
55.980		52.630	55.753	59.557	A1	
57.999		54.567	58.013	61.417	A2	
0.782	LSD A	0.801			LSD A*d	
D * d						
متوسط الاستنزاف الرطوبي		d3	d2	d1	الاستنزاف الرطوبي	
55.493		52.303	55.789	58.388	D1	
54.089		51.263	53.640	57.363	D2	
0.363	LSD D	0.483			LSD D*d	



شكل (4) تأثير معاملات الدراسة على المسامية الكلية (%) بعد انتهاء الموسم
الإحصائية المائية (سم. ساعة⁻¹)

أوضحت نتائج جدول (5) وشكل (5) أنه توجد فروق معنوية بين متوسطات محسنات التربة حيث سجلت أعلى قيمة متوسط للإيصالية المائية لمحسن الزيولايت بلغت 1.18 سم. ساعة⁻¹ بالمقارنة مع أدنى قيمة كانت 1.01 سم. ساعة⁻¹ لمعاملة المقارنة (بدون إضافة محسن)، كما سجلت فروق معنوية لمتوسط الاستنزاف الرطوبي حيث كانت أعلى قيمة بلغت 1.14 سم. ساعة⁻¹ عند معاملة الاستنزاف الرطوبي 50% من الماء الجاهز وأدنى قيمة بلغت 1.09 سم. ساعة⁻¹ عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز، وكانت هناك فروق معنوية بين الأعماق فكانت أعلى قيمة 1.15 سم. ساعة⁻¹ للعمق الأول وأدنى قيمة بلغت 1.05 سم. ساعة⁻¹ للعمق الثالث.

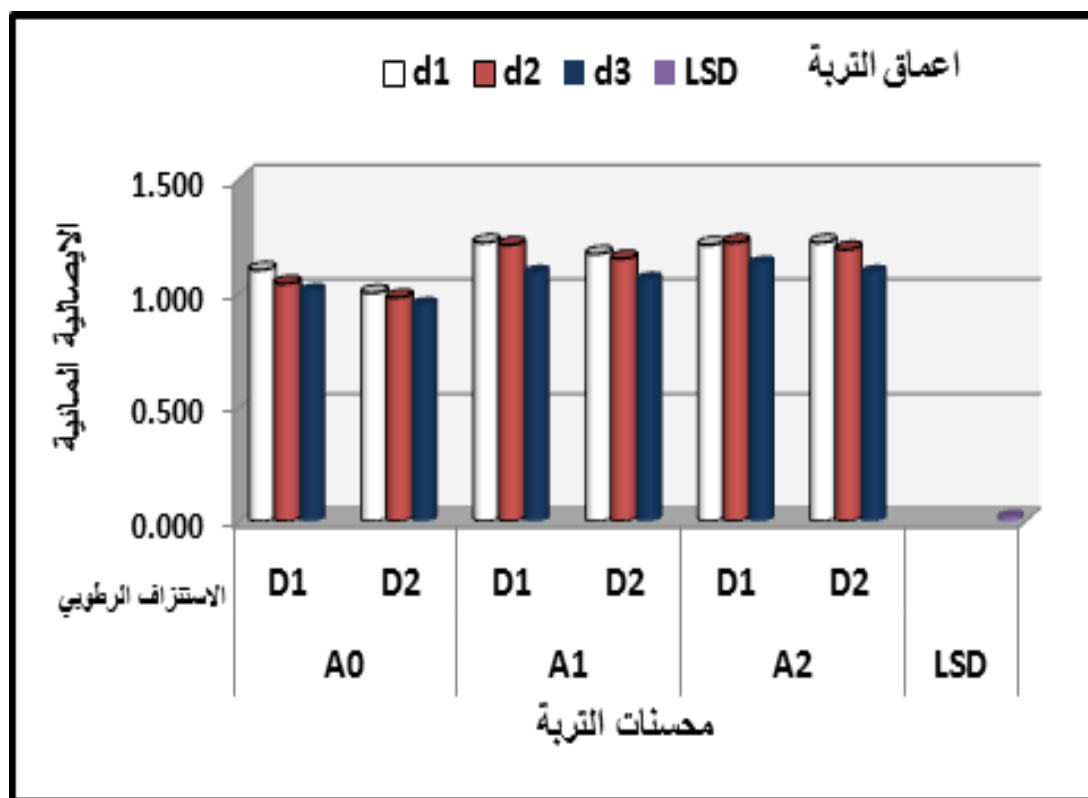
كما كانت هناك فروق معنوية بين التداخل الثنائي لمحسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي فكانت أعلى قراءة 1.19 سم. ساعة⁻¹ لمحسن الزيولايت واستنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز وأدنى قراءة 0.98 سم. ساعة⁻¹ لمعاملة المقارنة واستنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز، وتوجد فروق معنوية للتداخل الثنائي بين محسنات التربة والأعماق، حيث سجلت أعلى قيمة للإيصالية المائية بلغت (1.22 و 1.21 و 1.11) سم. ساعة⁻¹ للعمق الأول والثاني والثالث على التوالي لمعاملة الزيولايت، في حين أدنى قيمة سجلت عند معاملة المقارنة والتي بلغت (1.05 و 1.01 و 0.98) سم. ساعة⁻¹ للأعماق الأول والثاني والثالث على التوالي، لا توجد فروق معنوية بين التداخل الثنائي لأعماق التربة والاستنزاف الرطوبي. أوضحت نتائج جدول (5) وشكل (5) أنه توجد فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لمتوسطات محسنات التربة والاستنزاف الرطوبي وأعماق التربة فكانت أعلى القيم (1.21 و 1.22 و 1.13) سم. ساعة⁻¹ لمحسن الزيولايت عند استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز وأدنى قيم (1.0 و 0.98 و 0.95) سم. ساعة⁻¹ عند معاملة بدون إضافة محسن واستنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز،

يعزى ذلك لدور محسنات التربة في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة من خلال خفضها للكثافة الظاهرية وما يتبعه من زيادة المسامية وثباته تجمعات التربة، مما يؤدي إلى رفع قيمة إيصاليته المائية (عبد الحسن، 2018) و (Georgie، 2009).

جدول (5) يوضح تأثير معاملات الدراسة على الإيصالية المائية سم. ساعة⁻¹

الإيصالية المائية سم. ساعة ⁻¹					
A * D	أعماق التربة (d)			الاستنزاف الرطوبي	محسنة التربة
	d3	d2	d1	(D)	(A)
1.050	1.010	1.040	1.100	D1	A0
0.980	0.950	0.980	1.000	D2	
1.170	1.090	1.210	1.220	D1	A1
1.130	1.060	1.150	1.170	D2	

1.190	1.130	1.220	1.210	D1	A2
1.170	1.090	1.190	1.220	D2	
0.018	LSD A*d	0.019		LSD A*D*d	
	1.050	1.130	1.150	متوسط اعماق التربة	
	0.004			LSD d	
A * d					
متوسط محسنات التربة	d3	d2	d1	محسنات التربة	
1.010	0.980	1.010	1.050	A0	
1.150	1.070	1.180	1.190	A1	
1.180	1.110	1.210	1.220	A2	
0.019	LSD A	0.018		LSD A*d	
D * d					
متوسط الاستنزاف الرطوبي	d3	d2	d1	الاستنزاف الرطوبي	
1.140	1.070	1.160	1.180	D1	
1.090	1.030	1.110	1.130	D2	
0.005	LSD D	N.S		LSD D*d	



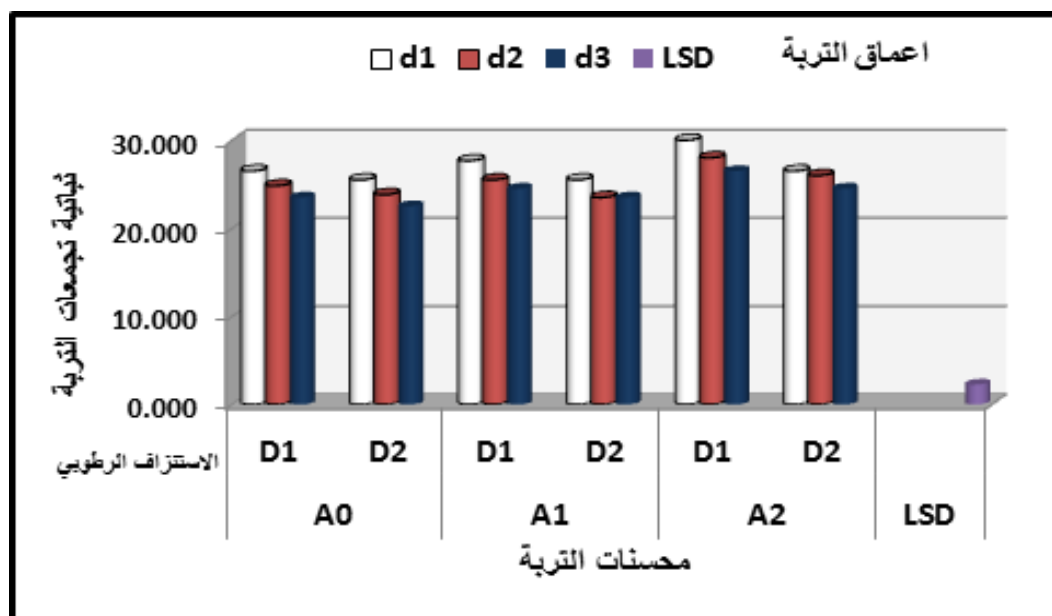
شكل (5) تأثير معاملات الدراسة على الايصالية المائية للتربة (سم . ساعة⁻¹)

ثباتيه تجمعات التربة (%)

أظهرت نتائج جدول (6) و شكل (6) وجود فروق معنوية بين محسنات التربة ، حيث سجلت أعلى قيمة لمتوسط ثباتيه التجمعات لمحسن الزيولايت بلغت 28.1% بالمقارنة مع ادنى قيمة بلغت 24.9% لمعاملة المقارنة (بدون اضافة محسن)، وكانت هناك فروق معنوية بين معاملات الاستنزاف الرطوبي حيث سجلت أعلى قيمة لمتوسط الثباتية بلغت 27.2% عند استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز وادنى قيمة بلغت 25.9% عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز وأظهرت النتائج وجود فروق معنوية فيما بين الاعماق فكانت اعلى قيمة بلغت 27.9% للعمق الاول و 26.8% للعمق الثاني وادنى قيمة بلغت 24.8% للعمق الثالث . في حين أظهرت نتائج جدول (6) و شكل (6) عدم وجود فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لعوامل الدراسة ولا توجد فروق معنوية بين التداخلات الثنائية لكل من محسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي، ومحسنات التربة مع الاعماق، والاعماق مع الاستنزاف الرطوبي.

جدول (6) يوضح تأثير عوامل الدراسة على ثباتيه تجمعات التربة %

ثباتيه تجمعات التربة %						
A * D		اعماق التربة (d)			الاستنزاف الرطوبي	محسّنات التربة
		d3	d2	d1	(D)	(A)
25.7		23.5	26.5	27.0	D1	A0
24.2		23.0	24.5	25.0	D2	
27.0		25.5	26.5	29.0	D1	A1
26.2		24.5	26.5	27.5	D2	
28.8		27.0	29.0	30.5	D1	A2
27.3		25.5	28.0	28.5	D2	
N.S	LSD A*D	N.S			LSD A*D*d	
		24.8	26.8	27.9	متوسط اعماق التربة	
		0.62			LSD d	
A * d						
متوسط محسّنات التربة		d3	d2	d1	محسّنات التربة	
24.9		23.2	25.5	26.0	A0	
26.6		25.0	26.5	28.3	A1	
28.1		26.3	28.5	29.5	A2	
0.7	LSD A	N.S			LSD A*d	
D * d						
متوسط الاستنزاف الرطوبي		d3	d2	d1	الاستنزاف الرطوبي	
27.2		25.3	27.3	28.8	D1	
25.9		24.3	26.3	27.0	D2	
0.6	LSD D	N.S			LSD D*d	



شكل (6) تأثير معاملات الدراسة على ثباتيه تجمعات التربة (%)

يعزى زيادة ثباتيه تجمعات التربة للمعاملات المضاف لها زيولايت مقارنة بالمعاملات المضاف لها محسن البيرلايت ومعاملات المقارنة لكون محسن الزيولايت له القدرة في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة من خلال زيادة قيمة السامية وخفض الكثافة الظاهرية للتربة وكذلك للدور التنظيمي لمحسن الزيولايت للترب ذات البناء المتدهور كما أشار إلى ذلك (Reddy و Ramesh، 2011)، او قد يعزى ذلك إلى قابلية محسن الزيولايت في زيادة قوة الارتباط بين دقائق الرمل نتيجة آلية

عمل المحسن بإحاطة دقائق الرمل على شكل أغلفة إضافة الى زيادة الجهد الكاتيوني لمحسن الزيولايت ، مما يؤدي إلى زيادة ثباتية تجمعات التربة وهذا يتفق مع ما وجدته (Solaeman و Muchtar ، 2010) ومع ما وجدته (Truc و Yoshida ، 2011) من زيادة في معدل القطر الموزون للتربة عند إضافة الزيولايت في المناطق الحارة.

يعزى سبب تفوق المعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 50% على المعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 75% لتقارب عدد الريات في المعاملات الأولى مقارنة بالمعاملات الثانية، مما يؤدي إلى زيادة انتشار المجموع الجذري وزيادة فعالية الأحياء الدقيقة لهذه المعاملات في تحليل المادة العضوية مما يحسن من بناء التربة وزيادة ثباتيتها. يلاحظ من النتائج أن قيم ثباتية تجمعات التربة للأعماق الثلاثة ازدادت عن قيمها قبل زراعة المحصول حيث كانت نسب الزيادة 7.31%، 16.52%، 18.1% للأعماق الثلاثة على التوالي، وهذا يعود الى دور محسنات التربة في التأثير على بناء التربة وزيادة انتشار المجموع الجذري للمحصول وزيادة نشاط الأحياء المجهرية في تحليل المادة العضوية.

كذلك أظهرت النتائج زيادة ثباتية تجمعات التربة لأعماق التربة الثلاثة نتيجة لانخفاض كثافتها الظاهرية بتقدم موسم النمو (شكل 2 وجدول 2) ولوجود علاقة ارتباط سالبة بين الكثافة الظاهرية وثباتية تجمعات التربة وهذا ما وجدته كريم (2022).

المصادر العربية

1. أبوصاحي، يوسف محمد، ومؤيد أحمد يونس. 1988. دليل تغذية النبات، الجزء النظري. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، ع. 291.
2. الحلفي، رواء غالب مجيد، وصادق قاسم صادق البياتي. 2014. التأثير الفسلجي للتسميد النتروجيني ومضادات النتج في النمو والحاصل الكمي والنوعي لنبات البطاطا *Solanum tuberosum L.* مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 10-19: (1).
3. الذبحاوي، عبد العزيز محمد. 2000. تكون القشرة السطحية في بعض ترب وسط العراق وتأثيرها على بزوغ بادران الذرة البيضاء. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
4. العارضي، عامر مطلق. 2021. تأثير الزيولايت الطبيعي في تحسين صفات التربة الصحراوية في نمو وحاصل نبات الخيار *Cucumis sativus L.* رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الكوفة.
5. المعيني، أياد حسين علي، ومحمد عويد العبيدي. 2018. الأسس العلمية لإدارة وإنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الأنبار.
6. حاجم، أحمد يوسف، وحقي إسماعيل ياسين. 1992. هندسة نظم الري الحقلية. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، الموصل، العراق.
7. دوغراما جي، جمال شريف، وفليح حسن أحمد. 1988. التصلب السطحي ومعالجته بتأثير ثلاث محسنات على مقاومة التربة وبزوغ بادران البنجر السكري في تربتين مختلفتي النسجة. مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية، مجلس البحث العلمي، بغداد، 7: 1-14.
8. شهاب، رمزي محمد. 1997. أثر إضافة زيت الوقود والبيتوناييت في بعض الخصائص الفيزيائية وانتقال الماء والمذاب في تربة جبسية. أطروحة دكتوراه، قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.
9. عبد الحسن، سارة نعيم. 2018. استخدام معدن الزيولايت في تحسين الخصائص الفيزيائية لترب مختلفة النسجة ونمو نبات الحنطة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة المثنى.
10. كريم، يحيى راضي. 2022. إيجاد منحني الانضغاط (الرص) لترب محافظة واسط. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة واسط.
11. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (فاو). 2004. نمو وتحسين إدارة الطلب على المياه في الشرق الأدنى. المؤتمر الإقليمي السابع والعشرون للشرق الأدنى، الدوحة، قطر، 13-17.

المصادر الأجنبية

1. Abdi, G. H., Khui, M. K., and S. Eshghi. 2006. Effects of natural zeolite on growth and flowering of strawberry. *International Journal of Agricultural Research*, 1: 384-389.
2. Abdullah, A. S., M. M. Aziz, K. H. Siddique, and K. C. Flower. 2015. Film antitranspirants increase yield in drought-stressed wheat plant by maintaining high grain number. *Agricultural Water Management*, 159(C): 11-18.

3. Anonymous. 2004. Manufacture of slow release fertilizers and soil amendment. <http://www.zeolite.co.uk/agricandhort.htm>
4. Bansiwali, A. K., Rayalu, S. S., Labhasetwar, N. K., Juwarkar, A. A., and S. Devotta. 2006. Surfactant-modified zeolite as a slow release fertilizer for phosphorus. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 4773-4779.
5. Behzadfar, M., Sadeghi, S., and M. Khanjani. 2017. Effects of rates and time of zeolite application on controlling runoff generation and soil loss from a soil subjected to a freeze-thaw cycle. *International Soil and Water Conservation Research*, 5: 95–101.
6. Black, C. A. 1965. *Methods of Soil Analysis, Chemical*. Wisconsin, USA.
7. Del Amor, F. M., P. Cuadra-Crespo, D. J. Walker, J. M. Camara, and R. Madrid. 2010. Effect of foliar application of antitranspirants on photosynthesis and water relation of pepper plants under different levels of CO₂ and water stress. *Journal of Plant Physiology*, 167(15): 1234-1240.
8. Evans, M. R. 2004. Ground bovine bone as a perlite alternative in horticultural substrates. *HortTechnology*, 14: 171-175.
9. Ekebafe, L. O., Ogbifun, D. E., and F. E. Okieimen. 2011. Polymer application in agriculture. *Biochemistry*, 23(2).
10. Georgie, D. 2009. Synthetic zeolites – Structure, classification, current trends in zeolite synthesis. *Review, Bulgaria International Science Conference*.
11. Hernandez, M. A. 2000. Adsorption characteristics of natural erionite, clinoptilolite zeolites from Mexico, 6: 33-45.
12. Klute, A. 1986. Water retention laboratory method. *Methods of Soil Analysis, Part 1. Agronomy Monograph* 26: 635-660.
13. Maloupa, E., Mitsios, I., Martinez, P. F. S., and Bladenopoulou. 1992. Study of substrate use in gerbera soilless culture grown in plastic greenhouses. *Acta Horticulturae*, 3238: 139-144.
14. Ming, D. W., and D. L. Bish. 2001. *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications*. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 45. Mineralogical Society of America, Washington, USA.
15. Muchtar, and Y. Soelaeman. 2010. Effects of green manure and clay on the soil characteristics, growth and yield of peanut at the coastal sandy soil. *J. Trop. Soils*, 15(2): 139-146.
16. Ouerghi, I. F., M. Ben-Hammouda, J. A. T. Da Silva, A. Albouchi, G. Bouzaïen, and B. Nasraoui. 2014. The effect of Vapor Gard on some physiological traits of durum wheat and barley leaves under water stress. *Agric. Conspectus Scientificus*, 79(4): 261-267.
17. Ramesh, K., and D. Reddy. 2011. Zeolites and their potential uses in agriculture. *Encyclopedia of Agriculture Science*, 10.1016/B978-0-12-386473-4.00004-X.
18. Schmilwsky, G. 2009. Growing medium constituents used in the EU. *Acta Horticulturae*, 819(1): 33-46.
19. Sun, H., K. Li, A. Zhao, and X. Zhang. 2000. Infiltration characteristics of clay pots in sandy soil. *Water Saving Irrigation*, 2: 26-29.
20. Truc, M., and M. Yoshida. 2011. Effect of zeolite on the decomposition resistance of organic matter in tropical soils under global warming. *International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, 5(11): 664-668.
21. Wei, Y., Wu, X., and C. Cai. 2015. Splash erosion of clay-sand mixtures and its relationship with soil physical properties: The effects of particle size distribution on soil structure. *Catena*, 135: 254-262.
22. Xiubin, H., and H. Zhanbin. 2001. Zeolite application for enhancing infiltration and retention in loess soil. *Resources, Conservation and Recycling*, 34(3): 45-52.