

تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في بعض الخصائص الهيدروفيزيائية للتربة المزروعة بالسمسم

م. سميحة محمود (1) أ. د. عصام الخوري (2) د. فادي عباس (3)

- (1). طالبة ماجستير، قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الهندسة الزراعية بجامعة حمص، حمص، سوريا.
- (2). أستاذ مساعد في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الهندسة الزراعية بجامعة حمص، حمص، سوريا.
- (3). مدير بحوث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سوريا.

الملخص:

تم تنفيذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، دائرة بحوث الموارد الطبيعية خلال من الموسم الصيفي العام 2024، على صنف السمسم الزوري بهدف دراسة تأثير استخدام معدلات مختلفة من الكمبوست المحضر من مخلفات فول الصويا (4، 8 طن/هـ)، والفيرمي كمبوست (1.5، 3، 4.5 طن/هـ) مقارنةً بالتوصية السمادية المعدنية NPK في بعض الخصائص الهيدروفيزيائية للتربة في ظروف منطقة حمص. نفذت التجربة وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاثة مكررات.

أظهرت النتائج أن التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست قد أدى إلى تحسن ببعض الخصائص الهيدروفيزيائية للتربة مثل: الرطوبة الهيجروسكوبية والماء المتاح والماء سهل الاستفادة والكثافة الظاهرية والمسامية الكلية والمسامية الهوائية، في حين لم يكن لها تأثير على السعة الحقلية والكثافة الحقيقية للتربة. وحقت المعاملة (8 طن/هـ كمبوست + 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست أفضل القيم). وبالتالي ينصح بالتسميد بهذا المعاملة بغرض تحسين المواصفات الهيدروفيزيائية للتربة.

الكلمات المفتاحية: الكمبوست، الفيرمي كمبوست، الخصائص الهيدروفيزيائية، السمسم.

The effect of compost and vermicompost fertilization on some hydrophysical properties of sesame-cultivatead soil

Samih Mahmoud(1) Issam ALKhoyri(2) Fadi Abbas(3)

(1). Master's student, Department of soil and lands Reclamation , Faculty of Agricultural Engineering, University of Homs, Homs, Syria.

(2). Assistant Professor, Department of soil and lands Reclamation, Faculty of Agricultural Engineering, University of Homs, Homs, Syria.

(3). Research Director, Agricultural Scientific Research Center in Homs, General Commission for Agricultural Scientific Research, Syria.

Abstract:

The research was conducted at the Agricultural Scientific Research Center in Homs, Department of Natural Resources Research during the summer season of 2024, on the Zori sesame variety to study the effect of using different rates of compost prepared from soybean wastes (4, 8 tons/ha), and vermicompost (1.5, 3, 4.5)tons/ha compared to the recommended mineral fertilizer NPK on some hydrophysical properties of soil under conditions in the Homs Region. The experiment was carried out according to a randomized complete block design with three replicates.

The results showed that compost and **f**ermicompost fertilization improved some hydrophysical properties of soil, such as: hygroscopic moisture, available water, usable water, bulk density, total porosity, and air porosity. However, they had no effect on the field capacity and actual soil density. The treatment (8 tons/ha compost + 4.5 tons/ha vermicompost) achieved the best values. Therefore, fertilization at this rate is recommended to improve hydrophysical properties of soil.

Keywords: Compost, Vermicompost, hydrophysical properties, sesame.

المقدمة:

تحتاج الزراعة بشكل عام ونباتات المحاصيل خصوصاً إلى كميات كبيرة من العناصر الكبرى المعدنية التي تسهم بحوالي 95% من الكتلة الحيوية النباتية، والتي يمكن الحصول عليها من مصادر عضوية أو غير عضوية (Barati, 2010). وتسبب المصادر غير العضوية مشكلات كثيرة في تلوث التربة وتهدد صحة الإنسان، في حين إن استخدام الأسمدة العضوية في الزراعة يؤدي إلى رفع محتوى التربة من المادة العضوية، ويحسن خواصها الفيزيائية والكيميائية (Hanafy et al., 2002)، كما تؤثر بشكل كبير في توفير المغذيات في التربة وتكوينها الكلي، بالإضافة إلى تأثيرها بالمجموعات الميكروبية في التربة (Qaswar et al., 2020). كما يمكن استخدامها كمصدر للعديد من المغذيات الكبرى والصغرى التي تحتاجها النباتات (Khan et al., 2020; Wajid et al., 2020).

يسمى الكمبوست المحضر باستخدام ديدان الأرض بالفيرمي كمبوست Vermicompost (Ismail, 2005)، وهو عبارة عن مادة تشبه الخث الناعم الذي يتميز بأنه من الأسمدة المحسنة للخصائص الفيزيائية للتربة من حيث التهوية والمحافظة على رطوبتها وتحسين نظام الصرف فيها (Edwards, 1982). ويرتبط محتوى الفيرمي كمبوست من العناصر الغذائية بشكل كبير، بحسب طبيعة ونوع المواد التي تتغذى عليها الديدان، وهو بشكل عام يحتوي على كميات أكبر من العناصر المغذية بحالتها الجاهزة للنبات، مقارنةً بالمادة الأصل من المواد الخام التي تغذت عليها الديدان (Edwards et al., 1995). وهو يحسن الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة (Ceritoglu et al., 2019)، كما يعمل على تعزيز نمو النبات وتحسين إنتاجيته (Reddy, 2000; Rajkhowa, 1988).

يحتوي الفيرمي كمبوست على العديد من العناصر المعدنية مثل الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنزيوم والكبريت والحديد والزنك والنحاس والبورون، كما يحتوي على الأحماض الهيومية (Theunissen et al., 2010)، كما أنه يعزز نمو النبات من خلال إنتاج الهرمونات والأنزيمات (Pathma and Sakthivel, 2012)، وهناك العديد من الدراسات التي تصنفه كبديل جيد للأسمدة المعدنية (Lazcano and Domínguez, 2011). كما أظهرت دراسة (Sharma

(and Banik, 2014) أن استخدام هذا السماد يمكن أن يزيد من الآزوت المتاح في التربة بحوالي 42% والفوسفور المتاح بحوالي 29% والبوتاسيوم المتاح بنسبة 57%.

ويعمل الفيرمي كومبوست على تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة، فهو يحسن الخصائص الفيزيائية عن طريق تحسين بنية التربة من زيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، كما يحسن الخصائص الكيميائية والخصوبية عن طريق زيادة وتوفير العناصر المغذية في التربة ما يجعلها أسهل امتصاصاً من قبل النبات إما عن طريق إذابة هذه العناصر لإطلاقها بواسطة الأحماض العضوية التي تنتج عن التحلل، أو عن طريق إطلاقها من الفيرمي كمبوست نفسه، كما تعزز أيضاً حالة التربة البيولوجية من خلال تحفيز نمو ونشاط الكائنات الحية الدقيقة وخصائصها، مما يؤدي إلى زيادة النمو الجذري والخضري للنبات (Jahangiri et al., 2016: Muhammad et al., 2016).

درس بلدية (2014) تأثير عدة أنواع من السماد العضوي بما فيها الكمبوست في تحسين الخواص الفيزيائية للتربة ، فوجد أن استخدام الكمبوست قد خفض من الكثافة الظاهرية للتربة وزاد من مساميتها الكلية وشجع من قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة عند السعة الحقلية.

درس العبدالله (2023) تأثير الكمبوست وسماد الأغنام في مستوى الري في بعض الخواص الفيزيائية للتربة الرملية وانتاجية الذرة الصفراء فوجد أن كلاً من نوعي السماد أدى إلى خفض قيم الكثافة الظاهرية وبنسبة وصلت إلى 28- 29 %، مما انعكس إيجابياً على بناء التربة وثبات التجمعات الترابية وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، ومن ناحية أخرى أدت الإضافات العضوية إلى تحسين قيم المسامية الكلية للتربة الرملية.

درست بركات وآخرون (2017) تأثير استخدام الكمبوست والسماد البلدي في بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة طينية، فوجدوا أنها زادت محتوى التربة من الكربون العضوي، مما أدى لتحسين الخواص الفيزيائية للتربة من حيث تحسين قيم المسامية وخفض الكثافة الظاهرية وتفق الكمبوست على السماد العضوي في ذلك.

درس حسن وآخرون (2022) تأثير إضافة الفيرمي كمبوست على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المزروعة بفرول الصويا في ظروف محافظة حمص، فوجدوا أن إضافة الفيرمي

كمبوست بالمعدلين (9 ، 15) طن/هـ قد حسنتا من الخواص الفيزيائية للتربة، حيث خفضت من قيمة الكثافة الظاهرية للتربة وزادت من مساميتها الكلية وتفوقت المعاملة (15)طن/هـ بشكل معنوي على المعاملة (9)طن/هـ.

أجرى (Desai et al., 2019) دراسة حول مدى تأثير معاملات من سماد الفيرمي كومبوست ومعاملات من السماد الفوسفوري والسماد الآزوتي والسماد الحيوي في خصائص التربة وإنتاجية فول الصويا، أظهرت النتائج أن الفيرمي كومبوست أدى إلى تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة عن طريق تقليل قيمة الكثافة الظاهرية وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، كما سبب زيادة في نسب العناصر الصغرى وزيادة في الكربون العضوي وتحسين بنية التربة والتعداد البكتيري والنشاط البيولوجي فيها.

أهداف البحث:

دراسة تأثير استخدام معدلين (4، 8)طن/هـ من الكمبوست المحضر من مخلفات فول الصويا، وثلاثة معدلات (1.5، 3، 4.5)طن/هـ من الفيرمي كمبوست، والتدخل فيما بينها في بعض الخصائص الهيدروفيزيائية للتربة المزروعة بالسمسم في منطقة حمص.

مواد البحث وطرقه:

الموقع: نفذ البحث في دائرة بحوث الموارد الطبيعية التابع لمركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، خلال الموسم الصيفي من العام 2024، على صنف السمسم الزوري الذي تم الحصول عليه من قسم بحوث المحاصيل الزيتية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق.

يبين الجدول (1) متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى والهطول المطري في موقع الدراسة خلال العام 2024

جدول (1): درجات الحرارة العظمى والصغرى وكميات الهطول المطري في الموقع المدروس

الأشهر	متوسط درجات الحرارة العظمى م°	متوسط درجات الحرارة الدنيا م°	مجموع الهطول الشهري مم
نيسان	25.46	13.05	22.0
أيار	26.33	15.30	20.6
حزيران	35.80	21.45	0
تموز	33.56	23.38	0
أب	33.41	23.03	0

التربة المدروسة

تم أخذ عينة مركبة من تربة الموقع حسب الطرائق المذكورة في عودة و شمش (2007) وأظهرت نتائج التحليل في الجدول (2) أن التربة طينية ذات تفاعل قاعدي غير متملحة متوسطة المحتوى من الفوسفور المتاح والبوتاسيوم المتاح، لكنها غنية بالنيتروجين المعدني - متوسطة المحتوى بالمادة العضوية.

جدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة قبل إضافة الفيرمي كومبوست والكمبوست عند عمق (0-30) سم

pH 1:2.5	EC dS/m 1:5	مادة عضوية %	فوسفور متاح ملغ/ كغ	بوتاسيوم متاح ملغ/ كغ	آزوت معدني ملغ/ كغ	رمل %	سلت %	طين %
8.2	0.1	1.22	9.22	183.3	23.19	30	14	56

بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للكمبوست والفيرمي كومبوست المستخدمين:

تشير نتائج تحليل الكمبوست المستخدم (جدول، 3) بأنه متوسط القلوية ، ومتوسط الملوحة ، وجيد المحتوى في كل من الكربون العضوي، والآزوت المعدني 1.98 %، والفوسفور الكلي 1.14 %، والبوتاسيوم الكلي 1.35 % . كما دل تحليل الفيرمي كومبوست المستخدم على إنه متوسط القلوية ، ومتوسط الملوحة ، وجيد المحتوى من الكربون العضوي، والآزوت الكلي ، والفوسفور الكلي، والبوتاس الكلي (الجدول، 3).

جدول (3). بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للكمبوست والفيرمي كومبوست

المؤشر	الكمبوست	الفيرمي كمبوست
1:10 pH	7.8	8.1
1:10 dS\m EC	2.08	1.88
C/N	13.39	14.48
مادة عضوية %	45.52	68.76
كربون عضوي %	26.52	40.54
آزوت كلي %	1.98	2.80
فوسفور كلي %	1.14	1.21
بوتاسيوم كلي %	1.35	0.98
الرطوبة %	28.05	25.07
الكثافة الظاهرية g/cm ³	0.43	0.56
% CaCO ₃	6.46	6.85

معاملات التجربة:

تم استخدام سماد الكمبوست المحضر من مخلفات فول الصويا بمعدلين 4 و 8 طن/هـ، وسماد الفيرمي كمبوست المحضر من تغذية الديان على روث الأبقار المتخمر بمعدلات 1.5، 3، 4.5 طن/هـ، بالإضافة لشاهد معاملة المزارع تسميد معدني (45 كغ/هكتار يوريا 46 % N، سوبر فوسفات ثلاثي الكالسيوم 70 كغ/هكتار 46 % P₂O₅، سلفات البوتاسيوم 35 كغ/هكتار 50 % K₂O) (حسب التوصية السمادية لوزارة الزراعة والاصلاح الزراعي) لنبات السمسم.

ولإظهار تأثير استخدام الكمبوست والفيرمي كمبوست كل على حده وتأثير التبادل بين عمليات الخلط بين سمادي الكمبوست والفيرمي كمبوست تم تطبيق المعاملات الموضحة في الجدول (4).
بلغ عدد القطع التجريبية الكلي = 36 قطعة ناتجة عن 12 معاملة مختبرة وثلاثة مكررات. وبلغ عدد خطوط الزراعة في كل قطعة تجريبية خمسة خطوط، والمسافة بين الخطوط 70 سم والمسافة بين النباتات على الخط نفسه 15 سم. وبالتالي أبعاد القطعة (3.5 × 4) م ومساحتها 14 م²، والمسافة بين المكررات 2م، فتكون مساحة التجربة المزروعة فعلياً 36 × 14 = 504 م².

الجدول رقم (4): رموز المعاملات ومعدلات الخلط:

تسلسل	رمز المعاملة	التداخل بين المعاملات
1	NPK	شاهد معاملة المزارع (حسب التوصية السمادية لوزارة الزراعة للسهم)
2	V1	1.5 طن/هـ سماد الفيرمي كمبوست
3	V2	3 طن/هـ سماد الفيرمي كمبوست
4	V3	4.5 طن/هـ سماد الفيرمي كمبوست
5	C1	4 طن/هـ كمبوست
6	C2	8 طن/هـ كمبوست
7	V1C1	1.5 طن/هـ سماد الفيرمي كمبوست + 4 طن/هـ الكمبوست
8	V1C2	1.5 طن/هـ سماد الفيرمي كمبوست + 8 طن/هـ الكمبوست
9	V2C1	3 طن/هـ سماد الفيرمي كمبوست + 4 طن/هـ الكمبوست
10	V2C2	3 طن/هـ سماد الفيرمي كمبوست + 8 طن/هـ الكمبوست
11	V3C1	4.5 طن/هـ سماد الفيرمي كمبوست + 4 طن/هـ الكمبوست
12	V3C2	4.5 طن/هـ سماد الفيرمي كمبوست + 8 طن/هـ الكمبوست

تم تحضير أرض التجربة بإجراء فلاتين متعامدين لسطح التربة بالموقع المدروس باستخدام المحراث القرصي على عمق 30 سم، ثم أجريت عمليات التتعيم والتسوية والتقسيم إلى قطع مساحة الواحدة منها 14 م². وقبل شهر من الزراعة تم إضافة الأسمدة المعدنية في القطع التجريبية

المخصصة لذلك بإكمال الكميات الموجودة في التربة إلى 35 كغ K_2O /هكتار باستخدام سماد كبريتات البوتاسيوم (50% K_2O) كمصدر للبوتاسيوم وبمعدل (70) كغ P_2O_5 /هكتار باستخدام سماد سوبر فوسفات الثلاثي كمصدر للفسفور (46% P_2O_5)، وتم خلط هذه الأسمدة مع التربة بشكل جيد لمجانستها. وعند الزراعة تم إضافة سماد اليوريا كمصدر للآزوت بمعدل (45) كغ يوريا 46%/هكتار حسب معاملات التجربة على دفعتين، الأولى عند الإنبات والثانية بعد مرور 30 يوماً من الانبات (قبل الازهار). كما تم إضافة كل من سمادي الكمبوست والفيرمي كمبوست عند الزراعة، بتوزيع الكمية المحسوبة لكل قطعة تجريبية حسب معاملات التجربة، وتغطيتها بالتربة بشكل كامل. وتمت عملية الري بطريقة الري السطحي بحيث تم الحفاظ على رطوبة تساوي 75% من رطوبة السعة الحقلية.

المؤشرات المدروسة:

الكثافة الحقيقية: بطريقة البكنومتر (Blake and Hartge, 1986).

- **الكثافة الظاهرية:** تم تقديرها بطريقة الأسطوانة الحقلية المعدنية المفتوحة الطرفين بحجم 100 سم³ (Blake and Hartge, 1986).

- **المسامية الكلية للتربة:** تم حساب المسامية الكلية عن طريق العلاقة بين الكثافتين الظاهرية والحقيقية: $Porosity = (1 - PB / Ps) * 100$

PB: الكثافة الظاهرية للتربة غ/سم³

Ps: الكثافة الحقيقة للتربة غ/سم³

- **مسامية التهوية:** تم حسابها من القانون التالي:

مسامية التهوية = المسامية الكلية - رطوبة السعة الحقلية كنسبة حجمية.

- **الرطوبة الهجروسكوبية:** بالطريقة الوزنية الجافة

- **السعة الحقلية للتربة:** تم تقدير السعة الحقلية بالطريقة الحقلية بعد الإشباع وتماص الصرف والتغطية لمدة 72 ساعة. تم أخذ العينات ووزنها وتجفيفها على درجة حرارة 105 °C وحساب

الرطوبة عند السعة الحقلية كنسبة وزنية من العلاقة التالية : $Qr = [(Mw - Ms) / Ms] * 100$

Mw: وزن التربة الرطبة، Ms: وزن التربة الجاف عند درجة الحرارة 105 م°.

- نقطة الذبول الدائم: بالطريقة البيولوجية وحسبت حسب الآتي:

نقطة الذبول الدائم = (وزن العينة قبل التجفيف - وزن العينة بعد التجفيف) / وزن العينة بعد التجفيف $\times 100$.

- الماء المتاح: تم حساب الماء المتاح بحساب الفرق بين رطوبتي السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم، (الجردي، 1992). وتم حسابه كعمق طبقة مائية من القانون التالي: (خضر وآخرون، 1996)

$$Ru = (Hcc - Hpf) * da.z$$

Ru: الماء المتاح كسمك طبقة مائية مقدراً بالملم

Hcc: السعة الحقلية كنسبة وزنية

Hpf: نقطة الذبول الدائم كنسبة وزنية

da: الكثافة الظاهرية غ/سم³

Z: عمق الطبقة المدروسة بالديسيمتر.

- الماء سهل الاستفادة: تم حسابه وسطياً حيث يشكل حوالي ثلثي المخزون المائي القابل للاستخدام (الماء المتاح).

عرض النتائج والمناقشة:

1. الكثافة الحقيقية (غ/سم³):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (5) عدم وجود فروق معنوية بين مستويات الكمبوست والفيرمي كمبوست والمعاملات المختلطة مقارنةً بالشاهد NPK في الكثافة الحقيقية للتربة عند العمقين المدروسين 0-15 سم، و 15-30 سم ويعزى ذلك إلى طبيعة التربة الطينية.

جدول (5) تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في الكثافة الحقيقية (غ/سم³)

المعاملة	العمق	
	15-0 سم	30-15 سم
NPK	2.49	2.58
C1	2.46	2.56
C2	2.45	2.55
V1	2.44	2.56
V2	2.43	2.56
V3	2.42	2.56
C1V1	2.44	2.56
C1V2	2.43	2.53
C1V3	2.41	2.53
C2V1	2.40	2.53
C2V2	2.39	2.53
C2V3	2.37	2.52
LSD _{0.05}	0.126N	0NS
CV%	3.1	0

2. الكثافة الظاهرية (غ/سم³):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (6) انخفاض في قيمة الكثافة الظاهرية للتربة عند معدلي التسميد 4 و 8 طن/هـ من الكمبوست، مقارنةً بالشاهد NPK عند العمق الأول، لكن الفروق كانت غير معنوية. كذلك الأمر تناقصت قيمة الكثافة الظاهرية للتربة عند معدلات التسميد بالفيرمي كمبوست مقارنةً بالشاهد معنوياً، لكن الفروق بينها كانت غير معنوية. وبلغت أقل القيم 0.97 غ/سم³ عند المعاملة C2V3 (8 طن/هـ كمبوست + 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست) في العمق الأول، وكانت الفروق بين جميع المعاملات غير معنوية عند العمق الثاني. يمكن تفسير هذه النتائج بأن إضافة المادة العضوية للتربة ينعكس إيجاباً على بناء التربة وتكوين التجمعات الترابية وبالتالي خفض قيمة الكثافة الظاهرية عند العمق 15-0 سم وتحسين الخصائص الفيزيائية للتربة وهذا يتفق مع نتائج دراسة بلدية (2014).

جدول (6) تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في الكثافة الظاهرية (غ/سم³)

المعاملة	العمق	
	15-0 سم	30-15 سم
NPK	1.10a	1.23
C1	1.08ab	1.18
C2	1.06abc	1.19
V1	1.05bc	1.12
V2	1.04bcd	1.12
V3	1.03cd	1.14
C1V1	1.02cde	1.20
C1V2	1.00def	1.17
C1V3	0.99def	1.11
C2V1	0.98def	1.10
C2V2	1.00def	1.15
C2V3	0.97f	1.08
LSD _{0.05}	0.047	0NS
CV%	2.7	0

3. المسامية (%)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (7) زيادة المسامية الكلية في جميع المعاملات معنوياً مقارنة بالشاهد NPK عند العمق الأول، كذلك الأمر تفوق معدل التسميد بالكمبوست 8 طن/هـ معنوياً على المعدل الأقل 4 طن/هـ، وكانت أعلى القيم وبشكل معنوي عند التداخلات المشتركة لمعدل التسميد بالكمبوست 8 طن/هـ مع معدلات الفيرمي كمبوست الثلاثة (v1, v2, v3) وكانت (59.65, 59.60, 59.90) % حيث تفوقت معنوياً على باقي المعاملات. أما عند العمق الثاني تفوقت المعاملتين (8 طن/هـ كمبوست مع 3 و 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست) معنوياً على باقي المعاملات وبلغت 57.30 و 57.80 % على التوالي (الجدول، 12)، وهذا يعود إلى أن إضافة الفيرمي كمبوست والكمبوست أدى إلى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية، كما أن التربة طينية،

وبالتالي تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة وزيادة نسبة المسامات الواسعة وخفض الكثافة الظاهرية، بالتالي زيادة قيمة المسامية الكلية وهذا يتفق مع بركات وآخرون (2017).

جدول (7) تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في المسامية (%)

العمق		المعاملة
15-30 سم	0-15 سم	
52.50g	55.75g	NPK
52.57fg	56.10f	C1
53.10ef	58.90b	C2
53.30e	57.60d	V1
54.90d	56.75e	V2
55.60c	58.10cd	V3
56.60b	58.30bc	C1V1
54.50d	58.90b	C1V2
56.07bc	58.90b	C1V3
56.50b	59.60a	C2V1
57.30a	59.65a	C2V2
57.80a	59.90a	C2V3
0.562	0.605	LSD _{0.05}
0.6	0.6	CV%

4. المسامية الهوائية (%):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (8) زيادة المسامية الهوائية في جميع المعاملات معنوياً مقارنةً بالشاهد NPK عند عمقي الزراعة، كذلك الأمر لوحظ تفوق معدل التسميد بالمعاملة C2 (8) طن/هـ من الكمبوست معنوياً على المعدل **الأخف** منه C1 (4) طن/هـ عند العمق الأول، فيما كانت الفروق غير معنوية بين معدلي الكمبوست (4، 8) طن/هـ عند العمق الثاني.

لوحظ تفوق معنوي بالمسامية الهوائية في العمق الأول (24.63%) عند معاملة التسميد V3 (4.5) طن/هـ بالفيرمي كمبوست على المعدلين الأقل منه (V1، V2) (23.63، 23.82%) على التوالي،

وكذلك تفوق المعاملة V3 على معدلي التسميد بالكمبوست حيث كانتا (24.63، 21.95)% عند عمقي الزراعة الأول والثاني على التوالي. وكانت أعلى القيم عند التداخلات المشتركة لمعدل التسميد بالكمبوست (8 طن/هـ مقارنة مع معدلات الفيرمي كمبوست الثلاثة (V1, V2, V3) وتراوح بين (27.90 و 28.18)% حيث تفوقت معنوياً على باقي المعاملات وكانت الفروق بينها غير معنوية عند العمق الأول. أما في العمق الثاني فقد تفوقت المعاملتين C2V2، C2V3 (8 طن/هـ كمبوست + 3طن/هكتار)، (8 طن/هـ كمبوست + 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست) معنوياً على باقي المعاملات وبلغت (22.09، 23.01)% على التوالي. بسبب زيادة نسبة المادة العضوية في التربة ، وبالتالي تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة حيث تعمل المادة العضوية على تحسين بناء التربة ونظام التوزع الحبيبي وتحسين حجم وتوزع النظام المسامي مما ينعكس إيجاباً على المسامية الكلية ، وهذا يتفق مع بركات وآخرون (2017).

جدول (9) تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في المسامية الهوائية (%)

العمق		المعاملة
15-0 سم	30-15 سم	
20.81h	14.52i	NPK
21.59g	16.33h	C1
25.02d	16.45h	C2
23.82f	18.21g	V1
23.63f	20.50de	V2
24.63e	21.95bc	V3
25.65c	19.26f	C1V1
27.03b	19.81ef	C1V2
27.03b	20.13def	C1V3
28.08a	21.11cd	C2V1
28.18a	22.09ab	C2V2
27.90a	23.01a	C2V3
0.301	0.978	LSD _{0.05}
0.7	3.0	CV%

5. الرطوبة الهيجروسكوبية (وزناً):

زادت الرطوبة الهيجروسكوبية مع زيادة مستوى الكمبوست المضاف وتفوق المعاملة 8 طن/هـ معنوياً على المعاملة 4 طن/هـ والشاهد NPK معنوياً عند العمق الأول. في حين كانت الفروق بين معدلي الكمبوست غير معنوية عند العمق الثاني مع تفوق المعدل الأعلى 8 طن/هـ على الشاهد. كما زادت الرطوبة الهيجروسكوبية مع زيادة معدلات التسميد بالفيرمي كمبوست معنوياً وبلغت قيمها عند المعاملة 4.5 طن/هـ 5.88، 6.01% عند عمقي الزراعة على التوالي. أظهرت دراسة التأثير المشترك تفوق المعاملة C2V2 (8 طن/هـ كمبوست + 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست) عند عمقي الزراعة حيث كانت الرطوبة الهيجروسكوبية (7.49، 7.41)% على التوالي، وتفوقت معاملات التسميد العضوي جميعها على الشاهد NPK (الجدول، 10). يعود السبب في زيادة نسبة الرطوبة الهيجروسكوبية في معاملات التسميد العضوي إلى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية مما أدى تحسن بناء التربة وربط حبيبات التربة ببعضها وتشكيل حبيبات أكبر حجماً بالتالي زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وهذا يتفق مع دراسة حسن وآخرون (2022).

جدول (10) تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في الرطوبة الهيجروسكوبية % (وزناً)

العمق		المعاملة
15-0 سم	30-15 سم	
4.93h	4.95e	NPK
5.64fg	5.65d	C1
6.08cd	6.04cd	C2
5.50g	5.74d	V1
5.67efg	5.75d	V2
5.88def	6.01cd	V3
5.80defg	5.75d	C1V1
5.97de	5.94cd	C1V2
6.32c	6.31c	C1V3
7.00b	6.94b	C2V1
7.15b	7.09ab	C2V2
7.49a	7.41a	C2V3

0.423	0.302	LSD _{0.05}
4.1	2.9	CV%

6. السعة الحقلية:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (11) عدم وجود فروق معنوية بين مستويات الكمبوست والفيرمي كمبوست والمعاملات المختلطة مقارنةً بالشاهد NPK في السعة الحقلية للتربة عند العمقين المدروسين 0-15 سم، و 15-30. ربما يعود السبب إلى قصر الفترة الزمنية لتنفيذ البحث وأن التربة المستخدمة طينية القوام، وغنية الطين.

7. نقطة الذبول الدائم (وزناً):

لوحظ زيادة في نقطة الذبول الدائم مع زيادة مستوى الكمبوست وتفق المعاملة C2 (8 طن/هـ معنوياً على الشاهد NPK حيث بلغت قيمتها عنده 8.10، 8.39% عند عمقي الزراعة (0-15 ، 15-30 سم على التوالي). كما زادت نقطة الذبول الدائم مع زيادة معدلات التسميد بالفيرمي كمبوست معنوياً عند العمق الأول وبلغت 9.53% عند المعاملة V3 (4.5 طن/هـ في حين كانت الفروق غير معنوية بين معدلات الفيرمي كمبوست عند العمق الثاني (15-30 سم، يمكن أن يعود السبب إلى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية وأن قوام التربة طيني.

تشير دراسة التأثير المشترك بين السمادين المستخدمين، إلى تفوق المعاملة C2V3 (8 طن/هـ كمبوست + 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست)، في نقطة الذبول الدائم عند العمقين المدروسين وبلغت (12.77، 12.24)% على التوالي (الجدول، 12). وقد يكون السبب في ذلك الى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية مما عمل على تحسين بناء التربة والخصائص الفيزيائية للتربة بالتالي وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليها بعض الباحثين (بلدية، 2014; الخوري، 2006).

جدول (11) تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في السعة الحقلية للتربة % (وزناً)

العمق		المعاملة
30-15 سم	15-0 سم	
31.50	31.13	NPK
31.50	31.13	C1
31.50	31.23	C2
31.50	31.23	V1
31.50	31.30	V2
31.50	31.20	V3
31.50	31.23	C1V1
31.50	31.20	C1V2
31.50	31.27	C1V3
31.50	31.30	C2V1
31.50	31.23	C2V2
31.50	31.30	C2V3
0 NS	0.235 NS	LSD _{0.05}
0.0	0.4	CV%

جدول (12) تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في نقطة الذبول الدائم % (وزناً)

العمق		المعاملة
30-15 سم	15-0 سم	
7.55j	7.54i	NPK
7.82ij	7.91hi	C1
8.39gh	8.10gh	C2
8.04hi	8.53g	V1
8.36h	9.07f	V2
9.12ef	9.53ef	V3
9.20e	9.20ef	C1V1
8.77fg	9.61de	C1V2
9.75d	10.07d	C1V3
10.22c	10.80c	C2V1
11.48b	12.10b	C2V2

12.24a	12.77a	C2V3
0.389	0.467	LSD _{0.05}
2.5	2.9	CV%

8. الماء المتاح (حجماً):

يلاحظ من الجدول (13) زيادة نسبة الماء المتاح مع زيادة مستوى التسميد بالكمبوست عند العمق الأول وتنفوق المعاملة C2 (8طن/هـ على المعاملة (4 طن/هـ وعلى الشاهد NPK معنوياً. في حين كانت الفروق بين معاملي الكمبوست والشاهد غير معنوية عند العمق الثاني.

كما زادت نسبة الماء المتاح مع زيادة معدلات التسميد بالفيرمي كمبوست معنوياً وبلغت قيمها عند المعاملة 4.5 طن/هـ 23.49، 25.41% عند عمقي الزراعة على التوالي.

تظهر نتائج دراسة التأثير المشترك تفوقت المعاملة C2V3 (8 طن/هـ كمبوست + 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست) عند عمقي الزراعة وبلغت (26.91، 29.69)% على التوالي، وكانت الفروق بالمقارنة مع المعاملة C2V2 (8 طن/هـ كمبوست + 3 طن/هـ فيرمي كمبوست) غير معنوية عند العمق الأول وبلغت 26.72% وتنفقت معاملات التسميد العضوي المختلطة جميعها بشكل معنوي مقارنة بالشاهد NPK، وكانت قيمها عند العمق الثاني هي الأعلى (الجدول، 13). قد يعود السبب في ذلك أن الإضافات من المادة العضوية التي ساعدت في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة، من خلال رفع محتوى التربة من المادة العضوية التي تحسن درجة تحبب التربة مما يساعد في زيادة نسبة المسامات المملوءة بالماء وتقلل نسبة المسامات الشعرية الواسعة، مما يؤدي إلى زيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وهذه النتائج تتفق مع دراسة قام بها كل من (بركات وآخرون، 2017؛ الخوري، 2006).

جدول (13) تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في الماء المتاح (حجماً)

العمق		المعاملة
15-0 سم	30-15 سم	
19.22j	22.33i	NPK
19.89i	22.68hi	C1
20.57h	23.35ghi	C2
21.81g	23.85gh	V1

24.28fg	22.75f	V2
25.41ef	23.49e	V3
25.57de	24.23d	C1V1
25.67d	25.06c	C1V2
26.72cd	25.86b	C1V3
27.35bc	26.02b	C2V1
28.21b	26.72a	C2V2
29.69a	26.91a	C2V3
1.186	0.538	LSD _{0.05}
2.8	1.4	CV%

9. الماء سهل الاستفادة (حجماً):

لوحظ تحسن ملحوظ في نسبة الماء سهل الاستفادة (جدول، 14) مع زيادة مستوى التسميد بالكمبوست عند العمق الأول (0-15) سم وتفوق المعاملة C2 (8 طن/هـ على كل من المعاملة C1 (4 طن/هـ والشاهد NPK معنوياً. في حين كانت الفروق بين معدلي الكمبوست (C1,C2) (4,8) طن/هـ والشاهد غير معنوية عند العمق الثاني (15-30) سم.

كما زادت نسبة الماء سهل الاستفادة مع زيادة معدلات التسميد بالفيرمي كمبوست وبلغت قيمها عند المعاملة V3 (4.5) طن/هـ (15.00، 16.30) % عند عمقي الزراعة على التوالي، وكانت الزيادة غير معنوية عند العمق الثاني.

بينت دراسة التأثير المشترك تفوق المعاملة C2V3 (8 طن/هـ كمبوست + 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست) عند عمق الزراعة الأول والثاني (17.55، 18.23) % على التوالي ومتفوقة على جميع المعاملات الأخرى، أما عند عمق الزراعة الثاني فقد كانت الفروق معنوية بين المعاملة C2 (8) طن/هـ كمبوست بالمقارنة مع جميع معاملات الفيرمي كمبوست الثلاثة (V1, V2, V3) والمعاملات المشتركة الأخرى، عدى المعاملة (C2V3)، التي تفوقت على جميع المعاملات المدروسة، والتي كانت هي الأعلى تأثيراً في الماء سهل الاستفادة، حيث وصلت إلى (18.23) %، بينما كان تأثير المعاملة C1V3 (4 طن كمبوست + 4.5 طن فيرمي كمبوست) غير معنوية حيث كانت (16.25) % (الجدول، 14) ويمكن تفسير ذلك بأن الفيرمي كومبوست أدى إلى تحسين

في الخصائص الفيزيائية للتربة عن طريق تقليل الكثافة الظاهرية وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، وهذا يتفق مع دراسة (Desai *et al.*, 2019).

جدول (14) تأثير التسميد بالكمبوست والفيرمي كمبوست في الماء سهل الاستفادة (حجماً)

المعاملة	العمق	
	15-0 سم	30-15 سم
NPK	12.63i	14.40d
C1	13.46h	14.86cd
C2	13.95g	15.65bcd
V1	14.56f	16.29bc
V2	15.31de	16.30bc
V3	15.00e	16.30bc
C1V1	15.58d	16.31bc
C1V2	15.62d	16.37bc
C1V3	16.25c	16.97ab
C2V1	16.30c	16.86ab
C2V2	17.17b	17.16ab
C2V3	17.55a	18.23a
LSD _{0.05}	0.345	1.671
CV%	1.3	6.1

الاستنتاجات و المقترحات:

أدى استخدام معدلات مختلفة من الكمبوست والفيرمي كمبوست إلى تحسن ملحوظ في بعض الخصائص الهيدروفيزيائية للتربة مثل: الكثافة الظاهرية والمسامية الكلية والمسامية الهوائية والرطوبة الهيجروسكوبية والماء المتاح والماء سهل الاستفادة. حيث حققت المعاملة (8 طن/هـ كمبوست+ 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست) تفوقاً "معنوياً" للخصائص الهيدروفيزيائية، مقارنة مع بقية المعاملات والتسميد المعدني الـ NPK.

يمكن إقتراح التسميد بهذه المعاملة (8 طن/هـ كمبوست + 4.5 طن/هـ فيرمي كمبوست) بهدف تحسين المواصفات الهيدروفيزيائية للتربة.

المراجع:

- بركات، منى و سليمان، سوسن و ناصيف، أحمد (2017). دراسة أثر كمبوست مخلفات التبغ والسماذ البلدي في بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة طينية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية. 39 (2): 113.
- بلدية، رياض (2014). تحسين الخواص الفيزيائية للتربة باستخدام بعض المحسنات العضوية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 30 (4): 27-39.
- الجردي، أحمد (1992). فيزياء الأراضي – الجزء العملي. قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة حلب.
- الخوري، عصام. (2006). أثر إضافة معدلات مختلفة من الأسمدة العضوية على درجة تحبب التربة وثبات البناء. مجلة الباسل للعلوم الزراعية، منشورات جامعة البعث، المجلد 5، ص 143 – 154.
- حسن، إياس علي و العبدو، عبد الإله و خزام، بشرى (2022). تأثير إضافة الفيرمي كمبوست على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المزروعة بفول الصويا. مجلة جامعة البعث للعلوم الهندسية. 44 (15): 39-66.
- العبدالله، عمر خلف (2023). تأثير التسميد العضوي ومستوى الري في بعض الخواص الفيزيائية للتربة الرملية وإنتاجية الذرة الصفراء. مجلة جامعة حماة. 6 (19): 1-15.
- عودة، محمود و شمشم، سمير (2007): خصوبة التربة وتغذية النبات، الجزء العملي ، مديرية الكتب والمطبوعات - جامعة حمص
- Barati, A. (2010).** Nano-composite superabsorbent containing fertilizer nutrients used in agriculture US20100139347 A1.
- Blake, G. R., and Hartge, K. H. (1986).** Bulk Density. In: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed. (Ed. Klute A.), American Society of Agronomy, Inc., and Soil Science Society of America, Madison, Wis., pp. 363 - 376
- Ceritoglu M, Şahin S, Erman M, (2019).** Effects of vermicompost on plant growth and soil structure. Selcuk J.Agric. and Food Sci. 32(3), 607-615.
- Desai, CK., Patel, GJ.,and Rana,KN .(2019).** Effect of organic manures, bio-fertilizers, levels of nitrogen and phosphorus on growth and yield

- of soybean. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry; 8(2): 966-969.
- Edwards, C.A., (1982).** Production of earthworm protein for animal feed from potato waste. In: Upgrading waste for feed and food. (Ledward, D.A., A.J. Taylor and R.A. Lawrie (Eds.)), Butterworths, London.
- Edwards, C.A., P.J. Bohlen, D.R. Linden and S. Subler, (1995).** Earthworms in agroecosystems. In: Earthworm Ecology and Biogeography in North America. (Hendrix, P.F. Ed.), Lewis Publisher, BocaRaton, FL, pp: 185-213.
- Hanafy, A.H.; M.R.A. Nesiem; A.M. Hewedy; and H.E.E. Sallam (2002).** Effect of organic manures, biofertilizers and NPK mineral fertilizers on growth, yield, chemical composition and nitrate accumulation of sweet pepper plants. Recent Technologies in Agriculture. Faculty of agriculture, Cairo University. 28-30.
- Ismail, S.A., (2005).** The Earthworm Book. Other India Press, apusa, Goa, pp: 101.
- Jahangiri, N. E., S. S. Ataollah, K. Ahmad, M. T. M. Reza and S. Manouchehr (2016).** Effect Of The Usage Of Vermicompost And Mycorrhizal Fertilizer On Quantity And Quality Yield Of Soybean In Water Deficit Stress condition. Journal Of Crops Improvement. 12 (2): 1341-1349.
- Khan ZI, Safdar H, Ahmad K, Wajid K, Bashir H, Ugulu I and Dogan Y. (2020).** Copper bioaccumulation and translocation in forages grown in soil irrigated with sewage water. Pak J Bot 52(1): 111-119.
- Muhammad, A., S. Ahmed, J. N. Chauhdary and M. Sarwar (2016).** Research article Effect of vermicompost and phosphorus on crop growth and nutrient uptake in mungbean. Journal of Applied Agriculture and Biotechnology. 1 (2):38-47.
- Qaswar M, Jing H, Ahmed W, Dongchu L, Shujun L, Lu Z and Huimin Z. (2020).** Yield sustainability, soil organic carbon sequestration and nutrients balance under long-term combined application of manure and inorganic fertilizers in acidic paddy soil. Soil and Tillage Research 198.
- Reddy, M.V., (1988).** The effect of casts of *Pheretima alexandrin* on the growth of *Vincarosea* and *Oryza sativa*. In: Earthworms in

environmental and waste management. (Edwards, C.A. and E.F. Neuhauser (Eds.), SPB Bakker, The Netherlands, pp: 241-248.

Wajid K, Ahmad K, Khan ZI, Nadeem M, Bashir, H, Chen, F, and Ugulu I. (2020). Effect of organic manure and mineral fertilizers on bioaccumulation and translocation of trace metals in maize. Bulletin