# تأثير إضافة الفيرمي كمبوست على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المزروعة بفول الصويا

طالب ماجستير: المهندس إياس علي حسن كلية الزراعة–جامعة البعث
اشراف الدكتور: عبد الإله العبدو مشرفاً علمياً أستاذ في قسم التربة واستصلاح أراضي
+ د. بشرى خزام مشرفاً مشاركاً باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية

الملخص

نفذت الدراسة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص للموسم الزراعي 2021، لتقييم آثار إضافة سماد الفيرمي كمبوست على الخصائص الفيزيائية للتربة المزروعة بفول الصويا، تم تصميم التجربة على أساس القطاعات العشوائية الكاملة بأربع معاملات (شاهد، 3 طن/هـ،9 طن/ هكتار، 15 طن/ هكتار فيرمي كمبوست ناتج عن سماد الغنم) وبثلاث مكررات، أظهرت النتائج أن إضافة الفيرمي كمبوست بمعدل (9،15) طن/ هكتار أدت إلى زيادة معنوية في محتوى التربة من المادة العضوية والكربون العضوي وأدت إلى خفض درجة الحموضة في التربة وزيادة الناقلية الكهربائية مقارنة بباقي المعاملات، كما حسن من الخواص الفيزيائية للتربة المعاملة بسماد الفيرمي كمبوست حيث خفضت من كثافة التربة الظاهرية وزادت من مساميتها الكلية فقد تفوقت المعاملة (15) طن/ هكتار على باقي المعاملات. كما أدت إضافة المعاملة السابقة إلى زيادة فعلية ملحوظة في محتويات التربة من الآزوت والبوتاسيوم والفوسفور المتاح في التربة مقارنة بباقي المعاملات. وبالتالي فإن إضافة سماد الفيرمي كمبوست كان له تأثيرات إيجابية ملحوظة على الخواص الكيميائية والفيزيائية المدروسة.

الكلمات المفتاحية: فيرمي كومبوست , فول الصويا , خصائص فيزيائية, خصائص كيميائية , التربة.

# Effect of adding vermicompost on some physical and chemical properties of soil planted with soybeans

Abstract

The study was carried out at the Agricultural Scientific Research Center in Homs for the agricultural season 2021, to evaluate the effects of adding vermicompost on the physical properties of the soil planted with soybeans. The experiment was designed on the basis of completely randomized sectors with four treatments (control, 3 tons/ha, 9 tons/ha, 15 tons/ha vermicompost from sheep manure) and three replicates,The results showed that the addition of vermicompost at a rate of (9,15) tons/ha led to a significant increase in the soil content of organic matter and organic carbon and led to a decrease in soil pH and an increase in electrical conductivity compared to the rest of the treatments. It also improved the physical properties of the soil treated with vermicompost as it reduced the apparent soil density and increased the total porosity. The treatment (15) tons/ha outperformed the rest of the treatments.

It also led to a noticeable increase in the soil contents of nitrogen, potassium and phosphorous available in the soil compared to the rest of the treatments.Thus, adding vermicompost had noticeable positive effects on the studied chemical and physical properties

key words: Vermicompost , soybeans , some physical , chemical , soil

**المقدمة والدراسة المرجعية:**

أدت الزيادة الكبيرة في أعداد السكان في العالم إلى زيادة الطلب على الغذاء، وتركز الاهتمام بشكل كبير على رفع معدلات الإنتاج من المحاصيل الغذائية بغض النظر عن النوعية، مما أدى إلى زيادة معدلات استخدام الإضافات الكيماوية وخاصة في زراعة محاصيل الخضار، حيث تستخدم معدلات كبيرة من الأسمدة الكيميائية بهدف الحصول على أكبر غلة من وحدة المساحة .وتزداد معدلات الأسمدة الكيماوية المستخدمة في زراعة محاصيل الخضار مقارنة بالمحاصيل الأخرى نظراً لإمكانية زراعتها في أكثر من موسم واحد في السنة، مما يؤدي إلى تفاقم وزيادة الآثار الضارة بالصحة والبيئة، وخاصة الأثر المتبقي من النترات التي تعد من المركبات الأكثر خطورة على صحة الإنسان، (علان، 2011).

تشكل التربة الخصبة تحدياً للعالم بالرغم من العمل المستمر والمجهود الكبير المبذول لمواجهة المشاكل البيئية مثل تدهور التربة وفقدان التنوع البيولوجي وتلوث المياه وبالتالي فإن هذه العوامل تعمل على تشكيل خطر على الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية، حيث تعتبر التربة من أهم مكونات الإنتاج الزراعي ومن أكثرها هشاشة في نفس الوقت علماً أن تكوين سم واحد من الأرض يتطلب مئات السنين من العمل وبضع ثوان من التدمير، لذلك يجب علينا أن نشجع على ممارسات للمحافظة عليها بالإضافة للتقنيات المساعدة من أجل استعادة الأراضي المتدهورة وحماية تلك التي لا تزال خصبة.

يؤدي استعمال الأسمدة العضوية في الزراعة على رفع محتوى التربة من المادة العضوية ويحسن خواصها الفيزيائية والكيميائية (Hanafy *et al.*, 2002)، كما يشجع نشاط الكائنات الدقيقة في التربة وبالتالي زيادة النشاط الميكروبي وزيادة نشاط الأنزيمات الميكروبية (Neweigy *et al.*, 1997 ).

تؤثر الأسمدة العضوية بشكل كبير على توافر المغذيات في التربة وعلى تكوينها الكلي بالإضافة إلى تأثيرها على مجموعات التربة البكتيرية (Qaswar *et al.*, 2020), في حين لاحظ العديد من الباحثين أن الكميات العالية من الأسمدة الكيميائية تقلل من تكوين العقيدات الجذرية وتقلل من تثبيت الآزوت الجوي (Dong *et al.*, 2016), وتلعب الأسمدة العضوية أدواراً مهمة من خلال تلبية الاحتياجات الغذائية للنباتات وكذلك تحسين

الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في التربة، كما يمكن استخدامها كمصدر للعديد من المغذيات الكلية والصغرى للنباتات (Khan *et al*., 2020, Wajid *et al*., 2020), ولذلك يعد التسميد العضوي هو الحل البديل لرفع إنتاجية التربة الزراعية والتخلص من التلوث البيئي الناتج عن الإسراف في استخدام الأسمدة الكيمائية، لذلك فإن إعادة تدوير المخلفات العضوية يعد أحد الوسائل البديلة التي تؤدي إلى توفير في كميات الأسمدة العضوية، عن طريق إعادة تدوير المخلفات العضوية التي تعمل على تحسين خصائص التربة، حيث أثبتت هذه المخلفات قدرتها بعد المعالجة على زيادة محتوى التربة من المادة العضوية وإعادة تأهيل الترب المتدهورة (Tejada and Gonzales, 2003).

تعد الخواص الفيزيائية للتربة من بناء وقوام وكثافة ظاهرية ومسامية من أهم العوامل المؤثرة في غلة المحصول، وتأتي أهميتها من خلال تأثيرها غير المباشر في العوامل ذات التأثير المباشر في النبات مثل :الماء، التهوية، الحرارة (Letely, 1985 )، وقد أوجب ذلك زيادة الاهتمام بالمحسنات العضوية لما لها من تأثير إيجابي في الخواص الفيزيائية والكيميائية والإنتاجية للتربة، مع اعتبار أهميتها البيئية الكبيرة في التخلص من الفضلات العضوية المتراكمة بكميات كبيرة، وهذا يجعل من إضافتها للتربة واحدةً من أهم الخدمات الأساسية من أجل التوصل إلى إنتاج زراعي مستدام وتحقيق التوازن بين مدخلات هذا النظام ومخرجاته (Watson *et al* ,2002).

يعد الفيرمي كمبوست عبارة عن منتجات مشتقة من التحلل البيولوجي المتسارع للنفايات العضوية من خلال التفاعلات بين ديدان الأرض والكائنات الحية الدقيقة. تستهلك ديدان الأرض النفايات العضوية وتجزئها إلى جزيئات أخرى عن طريق تمريرها عبر قوانصها وطحنها، وتستمد غذائها من الكائنات الحية الدقيقة التي تنمو على المادة العضوية, تكمن العملية في تسريع معدلات التحلل الميكروبيولوجي للمواد العضوية، وزيادة أعداد الميكروبات، وتغيير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة، مما يؤدي إلى تسريع الترطيب، حيث تتأكسد المواد العضوية غير المستقرة بالكامل وتستقر Albanell *et al*.,1988). بالمقارنة مع الأسمدة العضوية الأخرى، يتكون الفيرمي كمبوست من

مستويات عالية من العناصر الغذائية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم، وكذلك العناصر الصغرى مثل الحديد والزنك والنحاس والمنغنيز (Ceritoglu *et al.*,2019)، وهو سماد عضوي ثمين، ويعد مادة غنية من حيث التغذية ومضادات الأكسدة والفيتامينات والمواد الدبالية والفينولية والهرمونات المختلفة (Joseph,2019), للفيرمي كمبوست آثار إيجابية عند استخدام الكميات والطرق المناسبة, وهو مسامي للغاية، ويسمح بالتهوية العالية، والتصريف الجيد، ولديه سعة تخزين عالية للمياه, يمكن أن يلعب الفيرمي كمبوست دوراً فعالاً في نمو النبات وأيضاً في تقليل الآثار الضارة لمختلف الضغوط البيئية على النباتات بسبب بنيته المسامية وتخزينه العالي للمياه بالإضافة إلى وجود مواد شبيهة بالهرمونات ومستويات عالية من المغذيات على اختلاف أنواعها,

أظهرت الأبحاث أن بعض أنشطة الإنزيم ترتبط بالنشاط الميكروبي الكلي وخصوبة التربة ونمو النبات ومقاومة أمراض النبات, حيث أنه أثناء صناعة السماد تعزز ديدان الأرض بشكل انتقائي أنشطة الإنزيمات مثل الإنفرتيز واليورياز والفوسفاتازات القلوية والتي هي من أصل جرثومي, وبشكل عام كلما زاد عدد الكائنات الحية الدقيقة في السماد كان ذلك أفضل, النشاط الميكروبي والشبكات الغذائية أعلى بكثير في الفيرمي كمبوست منها في السماد العضوي المحب للحرارة، كما أن الفيرمي كمبوست غني بالبكتيريا والأكتومايسيتس والفطريات والبكتيريا المحللة للسليلوز (Edwards 1983؛ Werner and Cuevas 1996), أثناء عملية صناعة الفيرمي كمبوست يتم إنتاج العديد من المركبات التي تنظم نمو النبات وخاصة GPRS (منظمات نمو النبات)، يمكن امتصاص هرمونات نمو النبات مثل الأكسينات والكينيتينات والجبرلين بواسطة الهيمات و الفولفات في الفيرمي كمبوست ويتم إطلاقه تدريجياً على نطاق زمني متزامن بشكل وثيق مع نمو النبات(Atiyeh *et al.*,2002).

يعمل الفيرمي كمبوست على تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية والبيولوجية حيث يحسن الخصائص الفيزيائية عن طريق تحسين بنية التربة وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء وزيادة سعة التبادل الكاتيوني، كما يحسن الخصائص الكيميائية

والخصوبية عن طريق زيادة توفر العناصر المغذية في التربة ما بجعلها 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 نفسه, كما تعزز أيضا حالة التربة البيولوجية من خلال تحفيز نمو ونشاط الكائنات الحية الدقيقة وخصائصها، كما لها تأثيرات إيجابية على نمو النبات من خلال تثبيت بعض العناصر مثل النيتروجين من الغلاف الجوي أو عن طريق إذابة وإفراز بعض العناصر المترسبة أو المستقرة مثل الفسفور والبوتاسيوم مما يؤدي الى زيادة النمو الجذري والخضري للنبات ( Jahangiri *et al.*,2016: Muhammad *et al.*, 2016).

درس (Şahin *et al.*, 2019) تأثير إضافة الفيرمي كمبوست ومعدلات التسميد الفسفوري على نمو فول الصويا في ظروف التربة الجيرية، تم اجراء التجربة في أصص وزن التربة 5 كغ، تمت زراعة خمسة بذور فول صويا في كل أصيص، وبعد التخفيف تركت ثلاث نبات لكل أصيص، بواقع ثلاث مكررات وكانت معاملات السماد الفوسفوي (0،50،100 ppm) ومعاملات الفيرمي كمبوست (0،1.5،3،6%) تم استخدام الأسمدة N و K على جميع النباتات التي تم اختبارها، حققت معاملة الفوسفور 100ppm مع معاملة سماد الفيرمي 6 % تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات في مجموع الكتلة الحيوية النباتية، وأوزان البذور والنتروجين في الأوراق والبذور.

– وفي دراسة (Desai *et al.*, 2019) مدى تأثير تطبيق معاملات من سماد الفيرمي كمبوست ومعاملات من السماد الفوسفوري والسماد الآزوتي والسماد الحيوي على تحسين خصائص التربة وإنتاجية فول الصويا، أظهرت النتائج أن الفيرمي كمبوست أدى إلى تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة عن طريق تقليل الكثافة الظاهرية وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، كما تم إنتاج أكبر عدد من القرون لأن معظم العناصر الغذائية متوفرة باستمرار في سماد الفيرمي مثل النترات والفوسفات والبوتاسيوم القابل للذوبان وكذلك المغذيات الصغرى وسببت زيادة في الكربون العضوي وتحسين بنية التربة والتعداد البكتيري والنشاط البيولوجي فيها، كما بلغت إنتاجية فول الصويا ( 1.760) طن/ هكتار.

**مبررات البحث:**

- الآثار البيئية السلبية لاستخدام الأسمدة الكيميائية
- غلاء الأسمدة المعدنية و محدودية تواجدها
- الفائدة الكبيرة من تدوير المخلفات العضوية
- الاستخدام الآمن لسماد الفيرمي كومبوست

في ظل التوجه العالمي اليوم تجاه الحفاظ على سلامة البيئة وصحة الإنسان والحيوان وتطوير نظم الزراعة العضوية يتوجه عدد كبير من الباحثين تجاه الأسمدة العضوية وتحسينها واختبارها ودراسة تأثيرها على مختلف المحاصيل الزراعية بسبب أمانها الصحي وقلة تكلفتها المادية وسلامة الغذاء الناتج, بالإضافة إلى أن زيادة مشاكل التربة حول العالم وتهديد وظائفها الهامة تحتم إدخال نظم وإدارة وممارسات تهدف إلى الحفاظ على التربة.

إنطلاقاً مما تقدم هدف هذا البحث إلى:

دراسة تأثير استخدام الفيرمي كمبوست الناتج عن سماد الغنم على بعض خصائص التربة الفيزيائية والفيزيائية.

**مواد وطرائق البحث:**

**مكان تنفيذ البحث:** تم تنفيذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، ويقع في المدخل الشمالي لمدينة حمص، على بعد حوالي 5.5 كم عن مركز المدينة على ارتفاع 482 متر عن سطح البحر. ويبلغ معدل الأمطار فيها بحدود 439 مم سنوياً، وتبلغ مساحته الإجمالية بحدود 280 دونماً،ويبين الجدول التالي رقم (1) المعطيات المناخية في موقع الزراعة خلال موسم الزراعة (2021).

**الظروف المناخية Climatic condition**

جدول (1) المعطيات المناخية لموقع تنفيذ البحث (معدل سنوي خلال موسم الزراعة )

| المعلومات المناخية | موسم (2021) |
|---|---|
| مجموع الهطول المطري(مم) | 484.8 |
| متوسط الحرارة العظمى(مْ) | 25.7مْ |
| متوسط الحرارة الدنيا(مْ) | 9.7 مْ |
| رطوبة نسبية% | %25 |
| سرعة الرياح م/ثا | 3.6م/ثا |

المصدر: مديرية الأرصاد محطة الدوير.

**3.3.المادة النباتية:**

تم اختيار طراز وراثي Sb 44 من فول الصويا متوفر لدى الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

**4.3.المعاملات وتصميم التجربة:**

كانت المعاملات كالتالي:

N0: شاهد بدون إضافة

N1: 3 طن/هـ فيرمي كمبوست ناتج عن سماد الغنم

N2: 9 طن/هـ فيرمي كمبوست ناتج عن سماد الغنم

N3: 15 طن/هـ فيرمي كمبوست ناتج عن سماد الغنم.

مخطط التجربة : عدد المكررات ثلاثة

عدد القطع التجريبية الكلي = 4 قطع بالمكرر x 3 = 12 قطعة تجريبية

تم زراعة سبعة خطوط في كل قطعة تجريبية

مساحة القطعة التجريبية 9 متر مربع

المسافة بين الخطوط 50 سم والمسافة بين النباتات على نفس الخط 5 سم

المسافة بين المكررات 1.5 متر

مساحة التجربة المزروعة فعلياً = 9 x 12 = 108 متر مربع

مخطـط التجربـة: مخطـط التجربـة حسـب تصـميم القطاعـات العشـوائية الكاملـة, ثمـان معاملات تجريبية بثلاث مكررات للمعاملة الواحدة.

تم أخذ عينات ترابية لإجراء تحليل للتربة وذلك قبل موعد الزراعة لتحديد خصائصها الكيميائية والفيزيائية, ثم تم تحضير الأرض بشكل جيد بالحراثة العميقة باستخدام المحراث القلاب للقضاء على الأعشاب الضارة ولخلخلة التربة وتحسين خواصها الفيزيائية وضمان تهويتها بشكل جيد, وعند الزراعة تم إجراء حراثة ثانية للأرض بالمحراث الحفار متعامدة مع الحراثة الأولى, ومن ثم تم تسويتها وتخطيطها وإنشاء القطع التجريبية بمساحة (9 م$^2$) للقطعة الواحدة, وتقسيم الأرض إلى قطع تجريبية، وبواقع ثلاثة مكررات, و إضافة الدفعة الأولى من السماد المدروس, وزرعت البذور على خطوط بطول 3 م، وبواقع سبعة خطوط على عمق 3–5 سم، وترك مسافة 50 سم بين الخط والآخر، و5 سم بين النبات والآخر ضمن الخط نفسه, ثم تمت سقايتها مباشرة بعد الزراعة, وقدمت فيما بعد كافة العمليات الزراعية المتعلقة بخدمة المحصول من ري, عزق, تعشيب, تفريد, وذلك وفق التعليمات العامة لتنفيذ تجارب محصول فول الصويا الصادرة عن قسم بحوث المحاصيل الزيتية التابع لإدارة بحوث المحاصيل في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (استمارة التعليمات العامة, 2011) وتم الري بالراحة كل 10 أيام مرة حتى الوصول لمرحلة الفطام وذلك قبل الحصاد بحوالي أسبوعين .

**التحليل الإحصائي Statistical analysis**

اعتمد في التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربع معاملات وبثلاثة مكررات (12 قطعة تجريبية) واستخدم برنامج Genstat في التحليل الاحصائي، وتم استخراج قيمة (L.S.D.5%) أقل فرق معنوي بعد أجراء تحليل التباين لإيجاد الفروقات المعنوية بين متوسط المعاملات المدروسة (Zar , 1999) وعرضت النتائج بأشكال بيانية وجداول.

**تحاليل التربة:**

**تحاليل الخصائص الفيزيائية المدروسة:**

التحليل الميكانيكي للتربة بطريقة الهيدروميتر وحدد القوام بالاعتماد على المثلث الأمريكي للقوام) . بالاعتماد على الخطوات الموضحة في دليل (راين وآخرون، 2003)

قدّرت الكثافة الظاهرية بطريقة الأسطوانة المعدنية بحجم 100 سم3 والكثافة الحقيقية باستخدام البكنومتر (Black and Hartge,1986).

تم حساب المسامية الكلية عن طريق العلاقة بين الكثافتين الظاهرية والحقيقية:

$$Porosity=(1- PB/ Ps )*100$$

وتم حساب المسامية الهوائية من خلال الفرق بين المسامية الكلية ورطوبة السعة الحقلية حجماً.

**تحاليل الخصائص الكيميائية المدروسة:**

تقدير المادة العضوية Organic Matter: جرى تقدير الكربون العضوي (OC) بطريقة الأكسدة الرطبة بوساطة ديكرومات البوتاسيوم في وسط من حمض الكبريت (Walkely & Black, 1934) ثم جرى حساب المحتوى من المادة العضوية حسابياً اعتماداً على العلاقة:

$$OM (\%) = OC (\% ) 100 / 58$$

تم قياس pH باستخدام جهاز pH meter في معلق تربة ماء 1:2.5 (Mclean,1982).

تم قياس EC باستخدام جهاز الناقلية الكهربائية Conductivity meter في مستخلص مائي 5:1 (Baruah,1997).

تم تقدير المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة ومعايرة الفائض بكبريتات الحديدوز(Jackson,1958).

تم تقدير الفوسفور القابل للإفادة باستخدام طريقة أولسن (Olsen et al.,1995).

تم تقدير النتروجين الكلي بطريقة كلداهل (Bermner and Mulvaney, 1982).

تم تقدير البوتاسيوم المتاح باستخدام مستخلص خلات الامونيوم N1 بطريقة التحليل باللهب Flam photometer (Richard,1992).

**النتائج والمناقشة:**

**تحليل التربة في موقع الزراعة**

تم أخذ العينات الترابية بعمق 0–30 cm، وذلك بمعدل خمس عينات من كل قطعة تجريبية خلطت مع بعضها لتكوين عينة مركبة، وجهزت مخبرياً وأجري عليها أهم التحاليل الفيزيائية والكيمائية الأساسية في مخبر التربة قبل الزراعة.

وكانت نتائج التحليل كالتالي:

الجدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الزراعة عند عمق (0–30) قبل إضافة الفيرمي كمبوست

| الموسم | 2021 |
|---|---|
| الكثافة الظاهرية غ/سم٣ | 1.23 |
| المسامية الكلية | 35.53 |
| TOM % | 1.48 |
| EC ميليموز/سم | 0.31 |
| Ph | 7.4 |
| CaCO3 % | 37.2 |
| K ملغ/كغ | 186.52 |
| P ملغ/كغ | 11.63 |
| N ملغ/كغ | 28.45 |

بينت نتائج التحليل للتربة المستخدمة في البحث الجدول أعلاه، أنها ذات قوام طيني كما أن تفاعل pH التربة يميل للقاعدية الخفيفة،غير مالحة، ذات محتوى مرتفع من كربونات الكالسيوم، أما بالنسبة للناقلية الكهربائية EC فكانت منخفضة في العمق المدروس، في حين كانت الكثافة الظاهرية 1.23غ/سم٣ وقد يعود ذلك إلى انخفاض محتوى التربة بالمادة العضوية، بلغت المسامية الكلية 35.53%، كما تشير النتائج إلى انخفاض المادة

العضوية، ويعتبر هذا سبباً لاختيار هذه التربة للدراسة لمعرفة آثار إضافة الفيرمي كمبوست على تحسين خواص التربة, وأيضاً يظهر التحليل أن التربة جيدة المحتوى من الآزوت المعدني والفوسفور القابل للإفادة والبوتاسيوم المتبادل.

**بعض الخصائص الكيميائية للفيرمي كمبوست المستخدم**

الجدول (3) بعض الخصائص الكيميائية لسماد الفيرمي كمبوست

| Cu ppm | Zn Ppm | Mn ppm | Fe ppm | %K | %P | %N | %C | EC $DSm^{-1}$ | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | 160 | 210 | 490 | 1 | 0.9 | 1.3 | 17.5 | 1.8 | 7.2 |

**1.تأثير إضافة الفيرمي كومبوست في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة**

**1.1. تأثير إضافة الفيرمي كومبوست في قيمة الكثافة الظاهرية للتربة المدروسة**

تعد الكثافة الظاهرية للتربة صفة فيزيائية هامة لأنها تعطي فكرة عن الحالة البنائية للتربة وعن حركة الماء والهواء فيها، كما تؤثر على انتشار الجذور وعلى نمو وإنتاجية النبات.

بينت نتائج الجدول رقم (4): أدت زيادة معدلات سماد الفيرمي (15،9،3 طن/ هكتار) إلى انخفاض معنوي في قيم الكثافة الظاهرية للتربة مقارنة بالشاهد، حيث بلغت نسبة الانخفاض (7.87، 7.89، 16.72%) مقارنة مع الشاهد، في حين كانت الفروق ظاهرية بين معاملتي $N_1$ و $N_2$، ومعنوية بين$N_3$ و ($N_1$، $N_2$)، إن الاهتمام بتحسين كثافة التربة إنما يعود لتأثيرها الكبير والمعروف في عمليات النمو النباتي وبخاصة المجاميع الجذرية وتطور إنتاجية هذه المحاصيل، كما يطال هذا التأثير نفاذية التربة للماء والهواء التي تتغير بتغير الكثافة الظاهرية للتربة، وهذا ما يؤكده أيضاً (Widmer *et al.*,2002) وهذا ما يؤمنه سماد الفيرمي، حيث يؤثر على النظام المسامي وطريقة توزعه في التربة على المحتوى المائي والهوائي من خلال تنظيم عمليات النقل كالتخزين داخل قطاع التربة وهو بذلك عامل محدد للوسط الفيزيائي اللازم لنمو النبات.

### 2.1. تأثير إضافة الفيرمي كومبوست في المسامية الكلية للتربة المدروسة

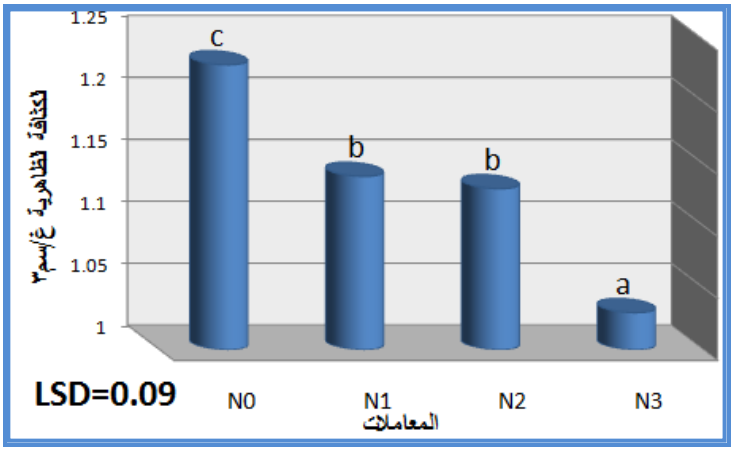
ازدادت المسامية الكلية في معاملات الفيرمي كمبوست مقارنة مع الشاهد، وكانت الزيادة معنوية حيث بلغت نسبة الزيادة في المسامية الكلية (7.79، 7.51، 13.16%)على التتالي مقارنة مع الشاهد، في حين كانت الفروق ظاهرية بين معاملتي $N_1$ و $N_2$، معنوية بين$N_3$ و ($N_1$، $N_2$)، وعموماً هذه صفة ايجابية لأنه تشير إلى زيادة نسبة المسامات الكبيرة والمتوسطة التي تحوي الماء والهواء المتاح وعلى انخفاض المسامات الصغيرة التي تحوي الماء غير المتاح. يمكن القول أن للمحسنات العضوية باختلاف أنواعها تأثيراً كبيراً في قدرة التربة على تكوين التجمعات الترابية وثبات استقرار هذه التجمعات والذي ينعكس بصورة مباشرة على بناء التربة ومساميتها الكلية التي تؤثر على الكثافة الظاهرية للتربة (Marinari *et al*., 2000), يمكن أن يستدل على ذلك من علاقة الارتباط القوية والعكسية بين كثافة التربة الظاهرية ومساميتها الكلية التي وصلت في هذا البحث (r=−0.804**).

### 3.1. تأثير إضافة الفيرمي كومبوست في درجة التحبب للتربة المدروسة

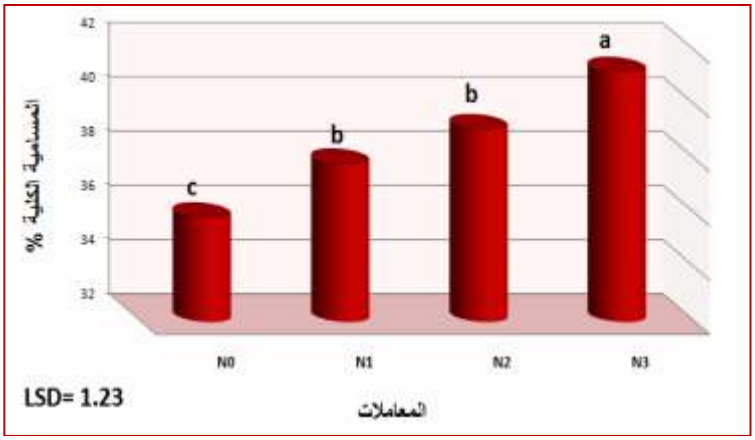
كما نلاحظ من الجدول (4) ازدياد درجة التحبب باستخدام معاملات الفيرمي الكومبوست بزيادة معدل الإضافة حيث تفوقت جميع المعاملات المدروسة معنوياً على الشاهد حيث بلغت نسبة الزيادة (2.53، 4.66، 6.05%)، وقد بلغت أعلى قيمة لدرجة التحبب عند إضافة N3 ثم N2 (15و9) طن/هـ حيث تفوقت المعاملتين معنوياً على معاملتي الشاهد ومعاملة N1، والأخيرة بدورها تفوقت معنوياً على الشاهد، سبب ازدياد درجة التحبب في التربة إلى دور المادة العضوية في ربط حبيبات التربة لتشكيل حبيبات أكبر حجماً مما ينعكس إيجاباً على بناء التربة وهذا يتوافق مع (الخوري،2006)(برغوث، 2010)، بينت النتائج العلاقة الطردية بين المسامية ودرجة التحبب حيث بلغ (r=0.911**). وعكسية مع الكثافة الظاهرية حيث بلغ (r=−0.745**) وهذا ما تبينه قيم مصفوفة الارتباط .

جدول (4) قيم محتوى التربة من من الكثافة الظاهرية والمسامية الكلية ودرجة التحبب

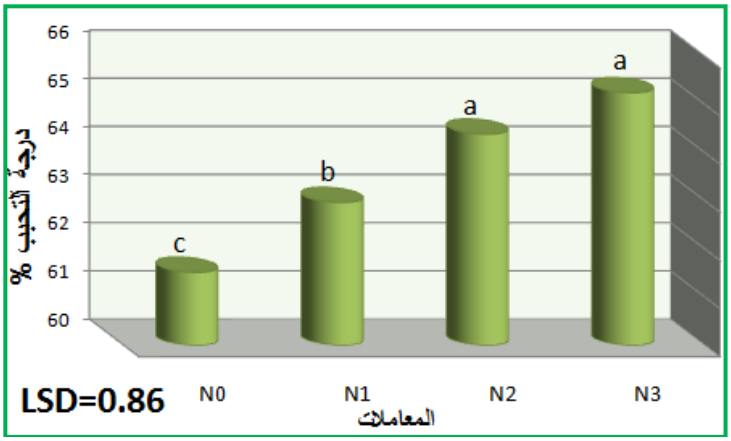
| المعاملات | الكثافة الظاهرية غ/سم 3 | المسامية الكلية % | درجة التحبب |
|---|---|---|---|
| $N_0$ | $^{c}1.23$ | $^{c}35.53$ | $^{c}61.52$ |
| $N_1$ | $^{b}1.14$ | $^{b}37.22$ | $^{b}62.97$ |
| $N_2$ | $^{b}1.13$ | $^{b}38.19$ | $^{a}64.39$ |
| $N_3$ | $^{a}1.03$ | $^{a}40.2$ | $^{a}65.25$ |
| LSD 0.05 | 0.09 | 1.23 | 0.86 |
| %CV | 4.2 | 0.7 | 1.7 |




شكل (1) تأثير معاملات الفيرمي كمبوست على الكثافة الظاهرية للتربة




شكل (2) تأثير معاملات الفيرمي لكمبوست على نسبة المسامية الكلية في التربة




شكل (3) تأثير معاملات الفيرمي كومبوست في درجة تحبب التربة

## 2. تأثير إضافة الفيرمي كومبوست في بعض الخصائص الكيميائية للتربة

### 2.1.تأثير إضافة الفيرمي كومبوست في pH التربة والمادة العضوية

تبين النتائج الواردة في الجدول (5) ازدياد محتوى التربة من المادة العضوية بازدياد مستوى إضافة معاملات الفيرمي كومبوست للتربة، وكانت هذه الزيادة معنوية عند جميع معاملات الفيرمي المضافة مقارنة بالشاهد، كما تفوقت معاملتي (9، 15) طن/هـ على معاملة (3) طن/هـ حيث كانت الفروق ظاهرية بينهما. عموماً تؤدي المادة العضوية دوراً في خفض pH التربة في منطقة جذور النباتات من خلال إطلاق أيونات الهيدروجين

والأحماض العضوية المختلفة وغاز ثاني أكسيد الكربون لدى تحللها (الشاطر وآخرون،2017)، كما أن تحلل المادة العضوية بفعل الكائنات الحية الدقيقة في التربة يؤدي إلى إنتاج أحماض عضوية مختلفة مما يخفض pH التربة (العيسى، 2007). حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (5) وجود فوق معنوية في pH التربة بين معاملات سماد الفيرمي كمبوست مقارنة مع الشاهد، فقد أدت إضافة معاملات سماد الفيرمي كمبوست ($N_1$، $N_2$، $N_3$) إلى خفض فيPH التربة بنسبة (1.53، 2.93، 3.78%) مقارنة بالشاهد على التتالي، مع الإشارة تفوقت ($N_2$، $N_3$) على $N_1$، واتفقت النتائج مع نتائج (Atiyeh *et al*., 2002 :Sandoval *et al*., 2014) زيادة معدل سماد الفيرمي في التربة أدى إلى انخفاض الحموضة PH فيها، قد يساهم إنتاج الأمونيوم وثاني أكسيد والأحماض العضوية أثناء التمثيل الغذائي الميكروبي في سماد الفيرمي في انخفاض درجة الحموضة في التربة، يرتبط هذا الانخفاض في الرقم الهيدروجيني بسبب وجود عدد أكبر من أيونات الهيدروجين الناتجة من تأين الجذور المختلفة الموجودة في المادة العضوية في الفيرمي كمبوست(Duran and Henriquez, 2009).

**2.2.تأثير إضافة الفيرمي كومبوست في الناقلية الكهربائية لمستخلص التربة**

تعبر الناقلية الكهربائية عن تركيز الأملاح اللاعضوية الذوابة في التربة ويمكن بدلالة الناقلية الكهربائية لمحلول ما معرفة كمية الأملاح الكلية الذائبة فيه، يعد قياس الناقلية الكهربائية طريقة من طرائق تقدير كمية الأملاح الذائبة الكلية في التربة لأن تركيز الأملاح الذائبة في المستخلص المائي يتناسب مع الناقلية الكهربائية. تعتبر قيمة الـ EC مؤشر مهم جداً لأنها تعكس درجة ملوحة السماد وكمية الايونات فيه وبالتالي تشير إلى وجود سمية نباتية محتملة على نمو النبات (Gao *et al*., 2010)، تعتمد قيمة EC على معدل تحلل المادة العضوية الذي يؤدي إلى تراكم الايونات (Chan *et al*.,2016).

يبين الجدول (5) متوسط الناقلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة للتربة، حيث ازدادت الناقلية في التربة مع زيادة معدل تطبيق الفيرمي كمبوست، وكانت هذه الزيادة معنوية بين المعاملة (N2 وN3 ) مقارنة مع معاملة (N1) والشاهد، حيث بلغت نسبة

الزيادة ( 43.62، 60.11%) مقارنة مع الشاهد، و(25.08، 39.52%) مقارنة مع المعاملة (N1), واتفقت هذه النتائج مع (Mahmoud and Ibrahim ,2012 : Sandoval *et al*., 2014).

**3.2.تأثير إضافة الفيرمي كومبوست في محتوى التربة من الكربون العضوي**

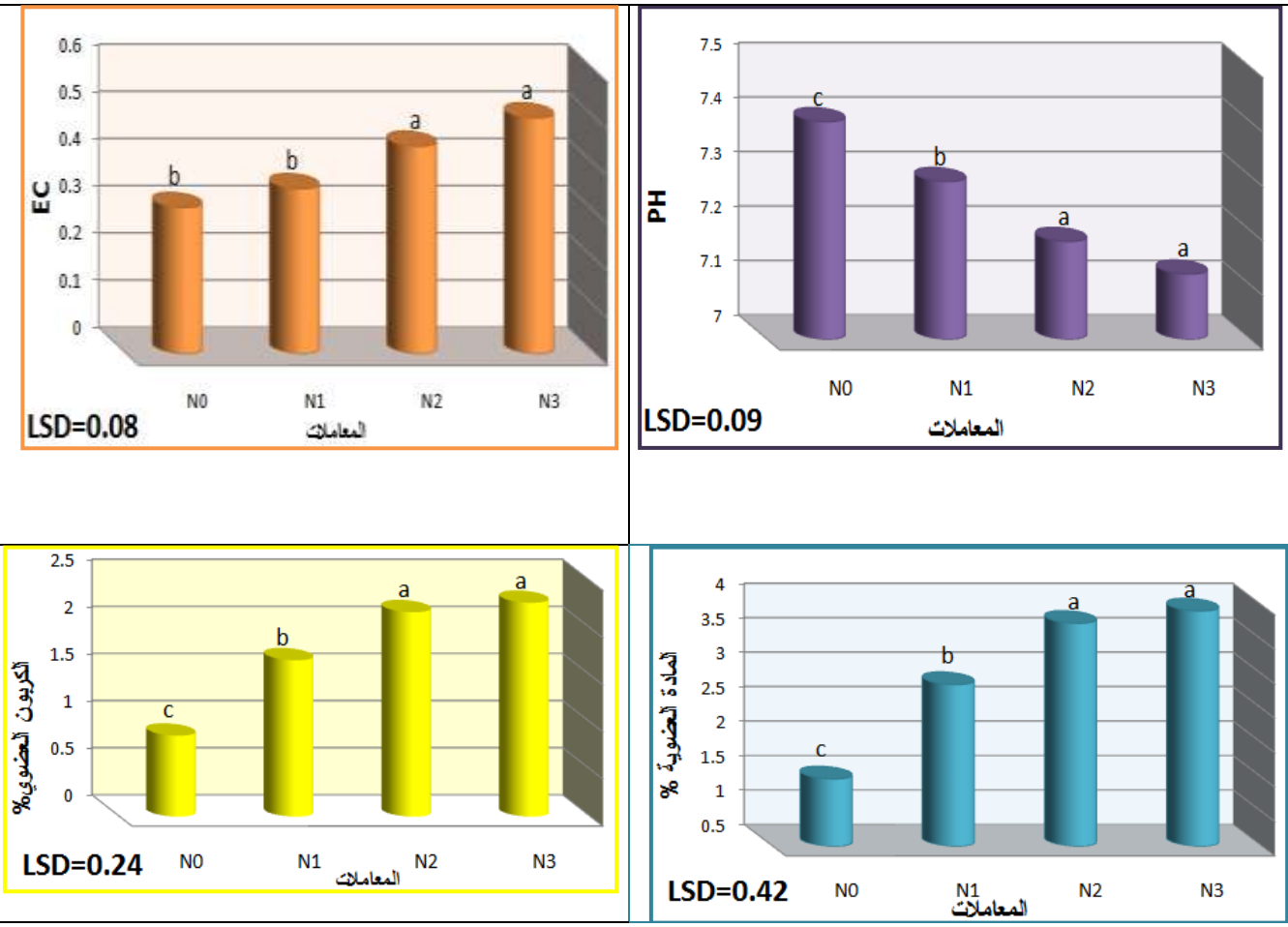
أظهرت النتائج أن إضافة الفيرمي كمبوست بمعدل (15 و 9) طن/هكتار إلى زيادة فعلية ملحوظة في محتويات التربة من مجموع الكربون العضوي مقارنة مع معاملة الشاهد ومعاملة (N1) والتي تفوقت بدورها على الشاهد، حيث بلغت نسبة الزيادة مقارنة مع الشاهد (93، 153، 166.62)% على الترتيب. وهذا ما تؤكده دراسة كلاً من ( Sigaye *et al*., 2020) (Jindo *et al*., 2016) (Sandoval *et al*., 2014) بأن إضافة سماد الفيرمي يزيد من محتوى التربة من الكربون العضوي بالإضافة إلى دراسة ( Arancon *et al*., 2006) التي تؤكد أن التربة المعاملة بسماد الفيرمي الناتج عن زبل الأغنام تزيد محتوى التربة بالكربون العضوي.

تم دراسة علاقات الارتباط بين EC،PH ومحتوى التربة المعاملة بالفيرمي كمبوست بالمادة العضوية، حيث نلاحظ قيمة الارتباط القوية والموجبة المعنوية بين محتوى التربة من المادة العضوية وازدياد الناقلية الكهربائية (**r= 0.8)، وقيمة الارتباط السالبة بين محتوى التربة من المادة العضوية وانخفاض PH التربة (**r=−0.883)، وأيضا الارتباط الموجب والتام بين محتوى التربة من المادة العضوية ومحتواها من الكربون العضوي.

جدول (5) قيم PH وEC والمادة العضوية والكربون العضوي في التربة المعاملة بالفيرمي كمبوست

| المعاملات | PH | EC | المادة العضوية % | الكربون العضوي % |
|---|---|---|---|---|
| $N_0$ | $^{c}$7.4 | $^{b}$0.31 | $^{c}$1.48 | $^{c}$0.86 |
| $N_1$ | $^{b}$7.29 | $^{b}$0.35 | $^{b}$2.85 | $^{b}$1.66 |
| $N_2$ | $^{a}$7.18 | $^{a}$0.44 | $^{a}$3.74 | $^{a}$2.17 |
| $N_3$ | $^{a}$7.12 | $^{a}$0.5 | $^{a}$3.92 | $^{a}$2.27 |
| LSD 0.05 | 0.09 | 0.08 | 0.42 | 0.24 |
| %CV | 0.7 | 0.9 | 7.4 | 1.3 |

والشكل التالي يوضح مدى تأثير معاملات الفيرمي كميوست في بعض الخصائص الكيميائية للتربة




شكل (4) تأثير معاملات الفيرمي كمبوست في الخصائص الكيميائية للتربة

**3- تأثير إضافة الفيرمي كومبوست في محتوى التربة من العناصر المغذية N P K:**

يبين الجدول (6) محتوى التربة من الآزوت الكلي، حيث يل

احظ تفوق جميع المعاملات المسمدة بالفيرمي كمبوست مقارنة بالشاهد، حيث بلغت نسبة الزيادة (16.05، 34.2، 65.53%) عند إضافة (3،9،15) طن/هـ مقارنة مع الشاهد على التوالي، وقد يعود الازدياد الملحوظ في إجمالي النتروجين في التربة المعاملة بالفيرمي كمبوست مقارنة بالشاهد إلى وجود كميات أكبر من الآزوت الكلي في الفيرمي كمبوست الناتج عن سماد الأغنام والذي بدوره يمكن أن يوفر مصدر أكبر للآزوت من أجل التمعدن (Arancon *et al.*, 2006)، ناهيك عن أن هذه الزيادة في محتوى التربة من الآزوت بازدياد مستوى الإضافة تؤدي إلى تحلل و تمعدن المادة العضوية بواسطة الأحياء الدقيقة التي ساهمت في العمليات الحيوية التي تدخل في دورة الآزوت وخصوصاً عمليتي النشدرة والتآزت (العيسى،2007)، وبالتالي إتاحة الأزوت الموجود والمتبقي في التربة. وهذا يبينه قيمة معاملة الارتباط بين المادة العضوية ومحتواها من الآزوت بعد إضافة معاملات الفيرمي كمبوست حيث بلغت (r=0.855**).

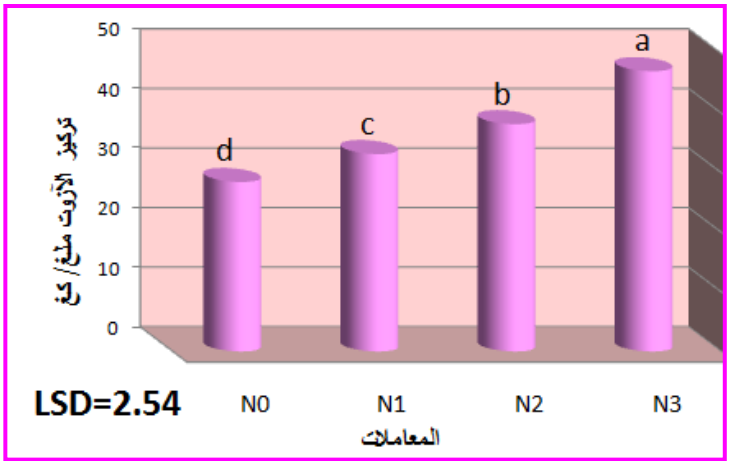
كما تبين ازدياد محتوى التربة من البوتاسيوم بازدياد مستوى إضافة معاملات الفيرمي الكومبوست للتربة، وكانت هذه الزيادة معنوية عند جميع معاملات الفيرمي الكومبوست المضافة مقارنة بالشاهد، حيث بلغت نسبة الزيادة (37، 41.02، 57.51%) مقارنة مع الشاهد، من المحتمل أن تكون التغذية الانتقائية لدودة الأرض على المواد الغنية العضوية والتي تتفكك بدورها عبر الهضم والطحن البيولوجي جنباً إلى جنب مع التأثير الأنزيمي على جزيئات التربة الدقيقة مسؤولة عن زيادة الأشكال المختلفة للبوتاسيوم (Rao *et al.*, 1996)، وتبين من دراسة علاقة الارتباط التأثير الإيجابي للمادة العضوية في التربة بعد إضافة معاملات الفيرمي كمبوست وازدياد تركيز البوتاسيوم (r=0.945**)

كما ازداد محتوى التربة من الفوسفور المتاح جدول رقم (6) وكانت هذه الزيادة معنوية عند كل المعاملات مقارنة بالشاهد، وكان التأثير أكثر وضوحاً معاملتي (N2، N3) فقد تفوقتا معنوياً على معاملة N1، وتعزى زيادة محتوى التربة من الفوسفور المتاح نتيجة إضافة معاملات الفيرمي الكومبوست إلى معدنة الفوسفور العضوي في التربة وتحوله إلى

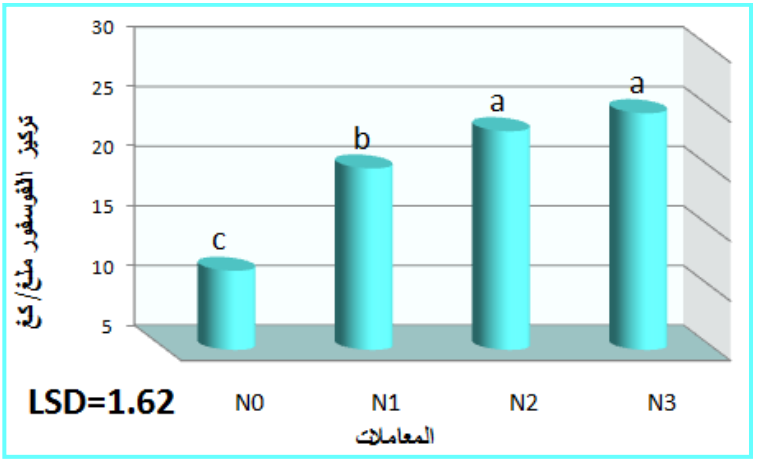
فوسفور جاهز بفعل نشاط الأحياء الدقيقة التي أمنت لها معاملات الكومبوست مصادر الطاقة والكربون اللازمة لعملياتها البيولوجية (العيسى،2007). فضلاً عن التأثيرات غير المباشرة للمواد العضوية في تخفيض قيم الـ pH حيث تعمل بعض الكائنات الحية الدقيقة في سياق قيامها بتفكيك المادة العضوية بإفراز أحماض عضوية كما تقوم بعض البكتيريا بإذابة الفوسفور المعدني غير الذواب، الأمر الذي أدى إلى زيادة جاهزية الفوسفور، كما أن نواتج تحلل المادة العضوية تحمل شحنات سالبة مما يؤدي إلى حدوث تنافس مع ايونات الفوسفات للادمصاص مما يؤثر سلباً على عمليات ادمصاص الفوسفور ويزيد جاهزيته، كما تعمل المادة العضوية على تغليف معادن الكربونات والطين وبالتالي تقلل من تأثيرها في امتزاز الفوسفور مما يزيد جاهزية الفوسفور في التربة ( Usaman *et al.*,2004). وبذلك نلاحظ علاقة الارتباط السالبة والمعنوية بين PH التربة وتركيز الفوسفور (r=−0.877**) والإيجابية المعنوية ومحتواها من المادة العضوية وتركيز الفوسفور (r=0.967**).

جدول(6) محتوى التربة من المغذيات المعدنية ملغ/ كغ

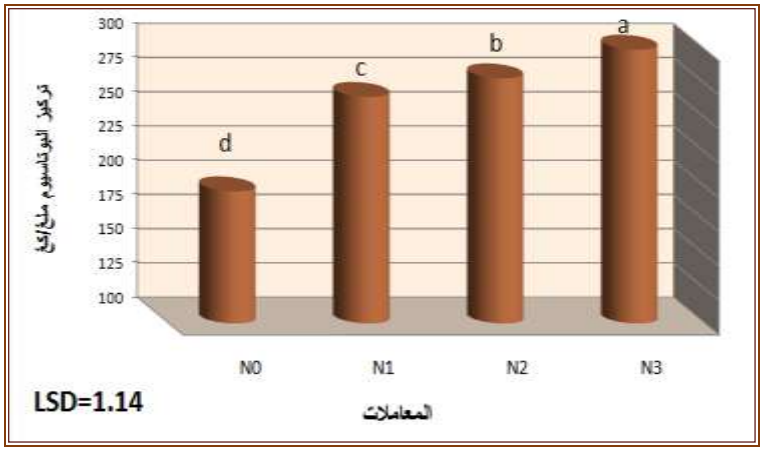
| المعاملات | N | P | K |
|---|---|---|---|
| $N_0$ | $^{d}$28.45 | $^{c}$11.63 | $^{d}$186.52 |
| $N_1$ | $^{c}$33.14 | $^{b}$20.21 | $^{c}$255.51 |
| $N_2$ | $^{b}$38.16 | $^{a}$23.33 | $^{b}$263.02 |
| $N_3$ | $^{a}$47.05 | $^{a}$24.84 | $^{a}$293.78 |
| LSD 0.05 | 2.54 | 1.62 | 1.41 |
| %CV | 3.7 | 4.3 | 0.3 |




شكل (5) محتوى التربة من الآزوت




شكل (6) محتوى التربة من الفوسفور




شكل (7) محتوى التربة من البوتاسيوم

**الاستنتاجات:**

– أدت إضافة الفيرمي كمبوست في التربة إلى انخفاض درجة الحموضة في التربة لتقترب من الاعتدال وارتفعت الناقلية الكهربائية.

– تم تحسين الخواص الفيزيائية للتربة المعالجة بالفيرمي كمبوست مثل الكثافة الظاهرية والمسامية الكلية، وفي زيادة محتوى التربة من المادة العضوية.

– لوحظ زيادة الآزوت الكلي والفوسفور والبوتاسيوم المتاح في التربة معنوياً عند التسميد بالفيرمي كمبوست مقارنة مع الشاهد.

**المقترحات:**

من خلال النتائج السابقة نقترح إجراء المزيد من الدراسات على استخدام الفيرمي كمبوست ودراسة آثاره على المحاصيل والتربة على حد سواء.

**المراجع العربية:**


- 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.
- الشاطر محمد سعيد، درغام حسان، سليم سليمان، البلخي أكرم، الاشرم مازن (2017)– تأثير إضافة معدلات مختلفة من الزيوليت وحماة الصرف الصحي في الخصائص الكيمياحيوية للتربة الرملية.مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية.
- العيسى، عبدالله (2007): ميكروبيولوجيا التربة ، منشورات جامعة البعث– كلية الزراعة.
- برغوث، ريم. (2010). تأثير إضافة معدلات مختلفة من الأسمدة العضوية على بعض الخصائص الفيزيائية لترب مختلفة القوام. رسالة ماجستير في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.
- راين، جون.اسطفان، جورج . والرشيد، عبد . (2003) .دليل مخبري لتحليل التربة والنبات، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ، الإصدار الأول بالغة العربية، حلب ، سورية، ص134 .123–.
- علان حنان، يعقوب غسان (2011)– دراسة اقتصادية تحليلية للزراعة العضوية في الساحل السوري، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية– المجلد (33) العدد (2).

**المراجع الأجنبية:**


- Albanell E, Plaixats J, Cabrero T (1988) Chemical changes during vermicomposting (Eisenia fetida) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. Biol Fertil Soils 6:266–269
- Arancon NQ, Edwards CI, Bierman P (2006). Influences of vermicomposts on field strawberries: 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. Bioresour. Technol., 97: 831-840.
- Atiyeh RM, Lee S, Edwards CA, Arancon NQ, Metzger JD (2002) The infl uence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresour Technol 84:7–14
- 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.
- Bremner.J.M and C.S.Mulvaney(1982): Nitrogen total Methods of Soil Analysis partz, Chemical and Microbiological properties. American Society of Agronomy, publisher, Madison, Wisconsin, USA.
- Ceritoglu M, Şahin S, Erman M, (2019) Effects of vermicompost on plant growth and soil structure. Selcuk J.Agric. & Food Sci. 32(3), 607-615.
- Chan MT, Selvam A, Wong JWC (2016) Reducing nitrogen loss and salinity during 'struvite' food waste composting by zeolite amendment. Bioresour Technol 200:838–844.
- 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.
- Dong TY, Zhang BW, Weng QF and Hu QB.( 2016). The production relationship of destruxins and blastospores of Metarhizium anisopliae with virulence against Plutella xylostella. Journal of Integrative Agriculture 15(6)

- Edwards CA (1983) Utilization of earthworm composts as plant growth media. In: Tomati U, Grappelli A (eds) International symposium on agricultural and environmental prospects, of earthworms, Rome, pp 57–62
- Gao M, Liang F, Yu A, Li B, Yang L (2010) Evaluation of stability and maturity during forced-aeration composting of chicken manure and sawdust at different C/N ratios. Chemosphere 78:614–619.
- 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.
- Jackson, M.L. (1985). Soil chemical analysis - advanced course, 2nd ed., Madison, WI, USA.
- 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.
- Joseph PV, (2019) Efficacy of Different Substrates on Vermicompost Production. In: A Biochemical Analysis, Organic Fertilizers - History, Production and Applications (Ed. by M, Larramendy, S, Soloneski) IntechOpen: DOI: 10.5772/intechopen.86187.
- 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.
- Letely, J.( 1985). Relationship between Soil physical properties and crop production, Adv. Soil. Sci., 1: 277-294.

- Mahmoud, E., and Ibrahim, M. (2012). Effect of vermicompost and its mixtures with water treatment residual on soil chemical properties and barley growth. J. Soil Sci. Plant Nutr.,12(3),431-440.
- Marinari S, Masciandaro G, Ceccanti B, Grego S (2000). Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties, Bioresour. Technol. 72: 9-17.
- 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.
- Neweigy N.A.; A. Ehsan; Y. Hanafy; R. Zaghloul; and A.H. El-Sayeda (1997). Response of sorghum to inoculation with Azospirillum, organic, and inorganic fertilization in the presence of phosphate solubilizing microorganisms, Annals of Agric. Sci. Moshtohor, 35(3): 1383-1401.
- Olsen, S.R.; C.V. Cole; F.S. Watanabe; and L.A. Dean (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Department of Agriculture Circular 939, Washington, DC
- 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.
- Rao S, Subba Rao A, Takkar PN (1996). Changes in different forms of K under earthworm activity. National Seminar on Organic Farming and Sustainable Agriculture, India, pp. 9-11
- Richard, T.L. (1992). Municipal solid waste composting: physical and biological processing.Biomass and Bioenergy 3(3–4):163–180.
- Şahin,S,. Ceritoğlu,M and Kartal,H. (2019). The Effects of Vermicompost and Phosphorus on the Development of Soybean Plant. Asian Journal of Advances in Agricultural Research. 11(4): 1-5

- Sandoval,J,. Martínez,A,. and Torres,D (2014). Effect of application of vermicompost on the chemical properties of saline-sodic soil of Venezuelan semiarid. Acta Agronómica. 64 (4), p 301-306
- Sigaye, MH., Nigussei, A.,Lulie, B., Mekuria, R., and Kebede K- (2020) Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Properties, Yield and Yield Components of Maize (Zea mays L.) Grown on an Andisols at Hawassa Zuria, Ethiopia. iMedPub Journals. Vol.11 No.4:9
- Tejada, M. and Gonzalez, J. L. (2003). Effects of the application of compost originating from crushed cotton gin residues on wheat yield under dryland conditions. Eur. J. Agron. 19: 357 – 368.
- Usman, A., Kuzyakov, Y and Stahr, K. (2004): Dynamics of Organic mineralization and the mobile fraction of heavy metals in a calcareous soil incubated with organic west. water, Air,and soil pollution.158:401-418.
- Walkely, A. and Black, I.A (1934). An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 34: 29-38.
- Watson, C. A., H. Bengtsson. A. K. Loes. A. Myrbeck. E. Alomon. J. Schroder and E. A. Tockolale.( 2002.) A review of farm scale nutrient budgets for organic farms as s tool for management of soil fertility, Soil use and Management,18: 264 – 273.
- Werner M, Cuevas R (1996) Vermiculture in Cuba. BioCycle 37:61–62.
- Widmer, T. L. , Mitkowski, N.A. and Abawi, G.S. (2002). Soil organic matter and management of plant – parasitic nematodes. J. Of Nematology 4:289-295.
- Zar, J. H. (1999). Bio-statistical analysis, 4 th Ed. Prentice Hall International, Inc., USA.