تأثير إضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست والبيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي في جاهزية NPK والمادة العضوية في التربة

ناصر كعود رحمن[1] *باسم رحيم بدر[2]

[1]مديرية زراعة ديالى

[2]كلية الزراعة – جامعة ديالى

masserkaood@gmail.com

المستخلص

أُجريت تجربة عاملية خلال الموسم الزراعي الخريفي 2023–2024 في أحدى حقول ناحية بني سعدامحافظة ديالى في تربة مزيجية (Loam) وشملت التجربة عاملين :الأول وهو إضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست (Vermi Compost) وبثلاثة مستويات 0 و1% و2% من حجم التربة ورمز له V_0 و V_1 و V_2 بالتتابع والعامل الثاني هو إضافة البيرلايت المدعم بالـ NPK النانوي وبمقدار 2% من حجم التربة وبخمسة مستويات هي 0 بيرلايت و2 % من حجم التربة بيرلايت و2% من حجم التربة بيرلايت +2غم م$^{-2}$ NPK نانوي و2%من حجم التربة بيرلايت+4غم م$^{-2}$ NPK نانوي و0 بيرلايت+2غم م$^{-2}$ NPK نانوي ورمز لها P_0 وP_1 وP_2 وP_3 وP_4 بالتتابع , بهدف دراسة تأثير إضافة السماد الدودي الفيرمي كومبوست و البيرلايت في جاهزية NPK والمادة العضوية في التربة وكذلك معرفة تأثير إضافة السماد الدودي الفيرمي كومبوست و البيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي في جاهزية NPK والمادة العضوية في التربة ,تضمنت التجربة 15 معاملة ناتجة من التوافيق ما بين عوامل الدراسة المذكورة آنفا , وطُبقت تجربة عاملية وفق تصميم القطاعات الكاملة التعشية (RCBD) وبثلاث مكررات وكان التحليل الإحصائي باستخدام برنامج (SAS) ,وتم مقارنة المتوسطات باستخدام اختبار دنكن متعدد الحدود وتحت مستوى احتمال 5% , أوضحت النتائج تفوق تأثير إضافة السماد الدودي الفيرمي كومبوست بمقدار 2% من حجم التربة و2% من حجم التربة بيرلايت + 4غم م$^{-2}$ NPK نانوي معنوياً في جاهزية NPK والمادة العضوية في التربة .

الكلمات المفتاحية: سماد الدود الفيرمي كومبوست، البيرلايت، السماد المركب NPK، تقنية النانو، نبات البطاطا.

Effect of Adding Vermicompost and Perlite Enriched with Nano-NPK on NPK Availability and Organic Matter in Soil

Nasser Kaoud Rahman[1]*, Basem Rahim Badr[2]
[1]Diyala Agriculture Directorate
[2]College of Agriculture/University of Diyala
Corresponding author Email: masserkaood@gmail.com

Abstract

A factorial experiment was conducted during the autumn agricultural season 2023-2024 in one of the fields of Bani Saad district, Diyala Governorate, in a mixed soil (Loam). The experiment included two factors: the first is adding vermicompost worm fertilizer (Vermi Compost) at three levels of 0, 1 and 2% of the soil volume, symbolized byV_0, V_1 and V_2, respectively. The second factor is adding perlite supported by nano-NPK at an amount of 2% of the soil volume and at five levels: O perlite, 2% of the soil volume perlite, 2% of the soil volume perlite + 2 g m2 nano-NPK, 2% of the soil volume perlite + 4 g m2 nano-NPK, and 0 perlite + 2 m m2 nano-NPK, symbolized by P_0 , P_1 , P_2 , P_3 and P_4 , respectively, with the aim of studying the effect of adding vermicompost and perlite on the readiness of NPK and organic matter in the soil, as well as To know the effect of adding vermicompost and perlite supplemented with secondary NPK on the availability of NPK and organic matter in the soil. The experiment included 15 treatments resulting from the combinations between the study factors mentioned above. A factorial experiment was applied according to the randomized complete block design (RCBD) with three replicates. The statistical analysis was done using the (SAS) program, and the averages were compared using the Denkin multiple test. Within the limits and under the probability level of 5%, the results showed that the effect of adding vermicompost 2% of the soil volume and 2% of the soil volume perlite + 4 g m2 of nano NPK was significantly superior to the NPK availability and organic matter in the soil.

Keywords: Vermicompost, Perlite, NPK Fertilizer, Nanotechnology, Fertilizer, Potato.

المقدمة Introdaction

أن انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية ونقص مغذياتها وتغير المناخ وقلة توافر المياه وما تبعه من انحسار للأراضي الزراعية أدت إلى ظهور العديد من التحديات التي تواجه العاملين في القطاع الزراعي مثل انخفاض في كفاءة استعمال الأسمدة وتدهور أنتاج المحاصيل (عبد الرزاق، 2015)، ولأجل معالجة هذه التحديات يتطلب منا استخدام بعض الحلول والتي يتقدمها استعمال محسنات التربة العضوية وغير العضوية لما لها من

تأثير كبير في تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية (صالح وآخرون ،2011)

يعد استعمال الأسمدة العضوية من أهم التقنيات الرئيسة لهذه التحديات, والتي تتكون بشكل رئيس من المخلفات النباتية والحيوانية والتي تزيد من خصوبة التربة وبشكل كبير ,من خلال زيادة محتوى التربة من المادة العضوية وتحسين نشاط الكائنات الحية الدقيقة فيها ونشاطها الأنزيمي وتوفير ملائمة للأحياء المجهرية وزيادة خصوبة التربة ، فضلاً عن دورها الهام في تزويد النبات بالمغذيات الرئيسية وزيادة نمو المجموع الجذري والخضري مما يتيح للنبات الحصول على كميات أكبر من المياه تحسن من صفات التربة الكيميائية والحيوية للتربة والتي تعتبر من أهم المؤشرات على صحة وجودة التربة (Chen وآخرون ،2021)

أن السماد الدودي الفيرمي كومبوست يتميز بخصائص غذائية تكون أفضل من الأسمدة العضوية الأخرى، حيث أن له القدرة على تعزيز خصوبة التربة ويحسن خواصها الكيميائية والفيزيائية والأحيائية، إذ يتميز بقدرته العالية على الأحتفاظ بالماء وتقليل انضغاط التربة مما يزيد من مساميتها وتهويتها بالإضافة الى ذلك يعتبر هذا السماد مصدراً غنياً بالعديد من المغذيات الرئيسة الكبرى والصغرى التي تلعب دوراً مهماً في تحسين نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية (Padamanabhan، 2021)

يعد البيرلايت الزراعي ((Agriculture perlite من محسنات التربة غير العضوية ومن التقنيات المستعملة في الزراعة المستدامة لما يتميز به من خصائص كخفة الوزن والنظافة وقدرته على امتصاص الماء مما يزيد من تهوية التربة وصرفها ويحسن من تهوية جذور النبات، وكذلك يتميز بقدرته على الاحتفاظ بالماء والأسمدة ولمدة طويلة كونه يعتبر مادة خاملة (Markoska وآخرون ،2018)

تَعد الأسمدة المصنعة بتقنية النانو أحد أنواع الأسمدة التي تستخدم كمصدراً بديلاً للأسمدة الكيميائية التقليدية ، إذْ أنها ذات فعالية وكفاءة عالية بسبب تأثيراتها ألإيجابية في جودة المحاصيل الغذائية وقلة الكميات المضافة لسرعة امتصاصها من قبل جذور النبات واختراقها للخلايا والنقل والتمثيل داخل أنسجة النبات وبذلك تقلل من متطلبات الأسمدة الكيميائية وكلف الإنتاج (Singh وآخرون ،2016) ، وكذلك تتميز بإنها بطيئة التحرر وبذلك تكون ذات كفاءة تجهيز أو استرداد (تمتص من قيل جذور النباتات بكفاءة) عالية وتقلل من فقدانها بصورة كبيرة (Macht وآخرون ،2011) ، ويتم استخدامها بصور عديدة أما عن طريق إضافتها مع مياه الري أو خلطها مع التربة أو رشها على النبات لأجل الحصول على أعلى إنتاجية في وحدة المساحة ، لذا تهدف هذه الدراسة إلى :

1. معرفة تأثير إضافة البيرلايت والسماد الدودي الفيرمي كومبوست في جاهزية NPK والمادة العضوية في التربة.
2. معرفة تأثير التداخل بين السماد الدودي الفيرمي كومبومست والبيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي في جاهزية NPK والمادة العضوية في التربة.

مواد وطرائق العمل

نفذت التجربة الحقلية في أحدى حقول المزارعين الخاصة في ناحية بني سعد\ محافظة ديالى للموسم الزراعي 2023– 2024 والتي تقع عند قوس طول " 24.267 ’35° 33 ودائرة عرض "04.304 ’22° 44 لغرض دراسة تأثير إضافة السماد الدودي الفيرمي كومبوست و البيرلايت المدعم بالـ NPK النانوي في جاهزية NPK والمادة العضوية في التربة ,حيث أُخذت عينات التربة من العمق –30 0 سم من مواقع مختلفة من الحقل ,مزجت جيداً لمجانستها وجففت هوائياً ونعمت ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم ، أُخذت منها عينة مركبة لغرض أجراء بعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة ، جدول (1) يبين بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة والموصوفة من قبل بشور والصائغ (2007) .

تم أجراء تجربة عاملية بعاملين ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) حيث تضمنت التجربة دراسة عاملين : العامل الاول هو إضافة سماد دودة الأرض الفيرمي كومبوست بثلاثة مستويات 0 و1% و2% من حجم التربة ورمزها V_0 وV_1 وV_2 على التوالي , والعامل الثاني هو إضافة البيرلايت بمقدار 2% من حجم التربة المدعم بألـ NPK النانوي وبخمسة مستويات هي : 0 , بدون إضافة سماد NPK نانوي , + 2 غم سماد NPK نانوي , +4 غم NPK سماد نانوي , 0 +2 غم سماد NPK نانوي ورمزها P_0 وP_1 وP_2 وP_3 وP_4 , وبثلاثة مكررات , ليصبح المجموع 3 * 5 * 3 = 45 وحدة تجريبية .بمساحة مقدارها 7.5 م^2 وبأبعاد (3 م * 2.5م) والمسافة الفاصلة بين الوحدات التجريبية والمكررات هي 1 م , تحتوي كل وحدة تجريبية على 3 مروز ,عمل شق في منتصف كل مرز لوضع السماد الدودي الفيرمي كومبوت والبيرلايت حول درنات البطاطا.

تم ابتكار طريقة جديدة لإضافة السماد NPK النانوي إلى النبات عن طريق إضافته لحجم معلوم من الماء المقطر وتحويله إلى عالق ومن ثم تحميله على الكمية المحددة من البيرلايت لكل مرز

جدول (1) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة

ت	الصفة		القيمة	وحدة القياس
1	PH 1:1		7.53	_
2	Ec 1:1		2.9	ديسي سمنز م$^{-1}$
3	المادة العضوية		2.07	غم كغم تربة$^{-1}$
4	معادن الكاربونات		315	عم كغم تربة $^{-1}$
5	الجبس		---	ملي مول لتر$^{-1}$
6	العناصر الجاهزة	النتروجين N	12:00	ملغم كغم تربة$^{-1}$
		الفسفور P	24:28	
		البوتاسيوم K	199:19	
7	الايونات الذائبة	الكالسيوم ca	6.075	ملي مول لتر$^{-1}$
		المغنيسيوم Mg	5.00	
		الصوديوم Na	5.23	
		البوتاسيوم K	0.90	
		الكلور CL	15.18	
		البيكاربونات H CO3	1.3	
		الكاربونات CO3	Nill	
		الكبريتات SO4	6.26	
8	الكتافة الظاهرية		1.35	ميكا غرام م$^{-3}$
9	النسجة		Loam	غم كغم تربة$^{-1}$
	الرمل		492	
	الطين		108	
	الغرين		400	

جدول (2) بعض خصائص السماد الدودي الفيرمي كومبوست والبيرلايت المستعملين في الدراسة.

الصفة		فيرمي كومبوست	بيرلايت	وحدة القياس
الأس الهيدروجيني pH (1:5)		7.30	7.00	------
الإيصالية الكهربائية EC (1:5)		2.87	1.32	ديسي سيمنز م$^{-1}$
سعة مسك الماء WHC		315.8	421.2	%
المادة العضوية (OM)		63.43	----	
الكاربون العضوي (OC)		36.79	----	
النتروجين الكلي		2.134	----	
نسبة الكاربون: النتروجين (C/N)		17.24	----	-----
الكثافة الظاهرية (pb)		0.628	0.1	ميكاغرام م$^{-3}$
الأيونات الذائبة	الصوديوم (Na^{+})	385.8	258.9	ملغم لتر$^{-1}$
	المغنيسيوم (Mg^{+2})	29.97	21.74	
	الكالسيوم (Ca^{+2})	138.9ا	79.87	
	البوتاسيوم (K^{+1})	68.77	17.24	
	الكلوريد (Cl^{-1})	220.7	110.2	
	الكبريتات (SO_4^{-2})	494.3	308.9	

المادة العضوية:

تم تقدير المادة العضوية بالطريقة الكيميائية الشائعة (الأكسدة الرطبة) والموصوفة من قبل Weekely و Black (1934).

الصفات المدروسة:

المادة العضوية:

تم تقدير المادة العضوية بالطريقة الكيميائية الشائعة (الأكسدة الرطبة) والموصوفة من قبل Weekely و Black (1934).

النتروجين الجاهز:

تم استخلاص النتروجين الجاهز وفق طريقة Bremner و Keeney (1965) الموضحة في Black (1965 b).

الفسفور الجاهز:

قدر الفسفور حسب الطريقة المتبعة من قبل (Al–Ziadiy و Aloosy (2011) باستعمال جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) وعلى طول موجي 882 نانوميتر (Page، 1982)

البوتاسيوم الجاهز:

تم استخلاص البوتاسيوم الجاهز باستخدام جهاز اللهب الضوئي (Flame Photoneter) وفق الطريقة المقترحة من قبل Horneck و Hanson (1998).

تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الاحصائي SAS (2001) حسب التصميم المستخدم وتم ايجاد الفروق بين المتوسطات باختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05 وبغض النظر عن معنوية قيمة F المحسوبة وحسب ما أشار أليه الراوي وخلف الله (2000).

النتائج والمناقشة

1 – المادة العضوية

تشير نتائج الجدول (3) تأثير إضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست و البيرلايت المدعم بالـ NPK النانوي في المادة العضوية للتربة إلى زيادة معنوية في المادة العضوية في التربة عند إضافة سماد الفيرمي كومبوست عند المعاملة V_2 وV_1 والتي أعطت قيم قدرها 31.60 و27.87 غم كغم$^{-1}$على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة V_0 التي أعطت قيمة قدرها 22.43 وبنسبة زيادة بلغت (40.88) و(24.25) % على التوالي ويعود ذلك لزيادة محتوى سماد الدود الفيرمي كومبوست من المادة العضوية جدول (2) وبالتالي سوف تزداد كمية المادة العضوية قي التربة ، وتتفق نتائج بحثنا مع ما توصل إليه Atteya وآخرون(2021)، وكذلك فإن عملية تحلل سماد الدود الفيرمي كومبوست ينتج عنه إنطلاق أغلب العناصر الغذائية وزيادة نسبة الأحماض العضوية في التربة ألتي تؤدي الى زيادة نسبة المادة العضوية في

التربة وهذا يوافق ما توصل اليه (المعموري ، 2020).

وبينت نتائج الجدول نفسه وجود فروق معنوية عند إضافة البيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي عند المعاملات P_4 وP_3 وP_2 وP_1 والتي أعطت قيماً قدرها 28.04 و29.38 و 28.69 و26.53 غم كغم$^{-1}$ على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة P_0 التي أعطت قيمة قدرها 23.85 غم كغم$^{-1}$, وبنسب زيادة بلغت (17.56 و23.18 و20.29 و 11.23)%على التوالي ويعزى ذلك لدور البيرلايت في تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية عن طريق تحسين بناء التربة وزيادة ثباتيتها ومساميتها ، إذْ يعمل على تكوين أغلفة مائية حول دقائق التربة تسهل من عملية اختراق الجذور للتربة مما يساعد على توفير طروف ملائمة لزيادة نشاط الأحياء المجهرية في تحليل المادة العضوية في التربة وبالتالي إطلاق الاحماض العضوية التي تزيد من نسبة المادة العضوية قي التربة (Jerca وآخرون ،2016) .

اما تأثير التداخل بين مستويات سماد الدود الفيرمي كومبوست مع مستويات البيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي فقد أظهرت معاملة التداخل V_2P_3 أعلى قيمة وقدرها 33.07 غم كغم$^{-1}$ وأقل قيمة عند معاملة المقارنة V_0P_0 وقدرها 15.88 غم كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت (108.24) % نتيجة لإجتماع وتداخل الصفات الإيجابية لكل من سماد الدود الفيرمي كومبوت والبيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي بهذه المستويات عند هذه المعاملة بالقياس مع معاملة المقارنة التي خلت من المعاملات السمادية

.

جدول (3) تأثير إضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست والبيرلايت المدعم بألـ NPKالنانوي في المادة العضوية للتربة (غم كغم$^{-1}$ تربة)

مستويات فيرمي كومبوست (V)	مستويات البيرلايت +NPK P					متوسطات الفيرمي كومبوست(V)
	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	
V_0	15.88 g	22.96 f	24.18 ef	25.16 ef	23.98 ef	22.43 C
V_1	25.30 ef	26.20 e	29.27 cd	29.89 cd	28.67 d	27.87 B
V_2	30.38 bcd	30.43 bcd	32.64 ab	33.07 a	31.74 abc	31.60 A

متوسطات البيرلايت(P)	23.85 C	26.53 B	28.69 A	29.38 A	28.04 A	

*المعاملات ذات الاحرف المتشابهة لا تختلف معنويا فيما بينها عند مستوى احتمال 0.05 بحسب اختبار دنكن متعدد الحدود.

2- النتروجين الجاهز

بينت نتائج الجدول (4) تأثير إضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست و البيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي زيادة معنوية في تركيز النتروجين الجاهز في التربة عند إضافة سماد الفيرمي كومبوست عند المعاملة V_2 وV_1 والتي أعطت قيم قدرها 5.88 و 5.37 ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة V_0 التي أعطت قيمة قدرها 4.59 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت (28.10 و 16.99)% على التوالي نتيجة لإحتواء سماد الدود الفيرمي كومبوست على بعض الإنزيمات التي تعمل على تحليل المادة العضوية الموجودة في التربة وإطلاق المغذيات الكبرى والصغرى وزيادة جاهزيتها في محلول التربة وتسهيل إمتصاصها من قبل جذور النباتات (Awadhpersad وآخرون ،2021) ، كذلك يعمل سماد الدود الفيرمي كومبوست على زيادة أعداد البكتريا المثبتة للنتروجين ونتيجة لذلك يزداد تركيز النتروجين الجاهز في التربة (Chilta وآخرون ، 2024).

أوضحت نتائج الجدول نفسه وجود فروق معنوية عند إضافة البيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي عند المعاملة P_4 و P_3 وP_2 وP_1 والتي أعطت قيم قدرها 5.28 و5.56 و5.38 و5.23 ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة P_0 التي أعطت قيمة قدرها 4.93 ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي وبنسبة زيادة بلغت (7.09 و12.77 و9.12 و6.08) % على التوالي ويعزى سبب ذلك إن العناصر المغذية الكبرى K،P،N المحملة عليه بهيئة سماد نانوي تتميز بصفات فريدة من نوعها مثل صغر الحجم وكبر مساحتها السطحية وسرعة ذوبانها وسعة انتشارها في المذيبات كلها مثل الماء (Qureshi وآخرون ،2018) فيعمل البيرلابت على الإحتفاظ به وتقليل فقده من التربة بعملية الغسل اثناء الري ، كذلك تعمل القابلية العالية للبيرلايت على الإحتفاظ بالماء على زيادة تهوية التربة وهي ظروف ملائمة لحدوث عملية النشدرة Ammonification وهي عملية تعدين النتروجين العضوي وتحويله الى الصيغة المعدنية (Olle، 2016).

أما تأثير التداخل بين مستويات سماد الفيرمي كومبوست مع مستويات البيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي فقد أظهرت معاملة التداخل V_2 P_3 أعلى قيمة وبلغت 6.05 ملغم كغم$^{-1}$ في حين انخفض التركيز

في معاملة المقارنة V_0P_0 الى 3.9 ملغم كغم $^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها (55.12) % ويعزى ذلك إلى اجتماع وتداخل الصفات الإيجابية لكل من سماد الدود الفيرمي كومبوست والبيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي بهذه المستويات عند هذه المعاملة بالقياس مع معاملة المقارنة التي خلت من المعاملات السمادية.

جدول (4) تأثير إضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست والبيرلايت المدعم بالـ NPK النانوي في تركيز النتروجين الجاهز في التربة (ملغم كغم$^{-1}$ تربة).

مستويات فيرمي كومبوست (V)	مستويات البيرلايت +NPK P					متوسطات الفيرمي كومبوست(V)
	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	
V_0	15.88 g	22.96 f	24.18 ef	25.16 ef	23.98 ef	22.43 C
V_1	25.30 ef	26.20 e	29.27 cd	29.89 cd	28.67 d	27.87 B
V_2	30.38 bcd	30.43 bcd	32.64 ab	33.07 a	31.74 abc	31.60 A
متوسطات البيرلايت(P)	23.85 C	26.53 B	28.69 A	29.38 A	28.04 A	

- المعاملات ذات الاحرف المتشابهة لا تختلف معنويا فيما بينها عند مستوى احتمال 0.05 بحسب اختبار دنكن متعدد الحدود.

3- الفسفور

أوضحت نتائج الجدول (5) وجود تفوق معنوي لمعاملتي أضافة سماد الفيرمي كومبوست V_2 وV_1 والتي أعطت قيم قدرها 2.99 و 2.83 ملغم كغم$^{-1}$على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة V_0 التي أعطت قيمة قدرها 2.45 ملغم كغم$^{-1}$وبنسبة زيادة بلغت (22.04 و15.51)% على التوالي يعزى سبب ذلك إن سماد الدود الفيرمي كومبوست يحوي بعض الإنزيمات التي تفرز من قبل ديدان الأرض والأحياء المجهرية التي تحلل المادة العضوية الموجودة في التربة لتحرر العناصر الكبرى والصغرى وزيادة تركيزها في محلول التربة (Awadhpersad وآخرون ،2021)،كذلك فإن سماد الدود الفيرمي كومبوست يزيد من نشاط الأحياء المجهرية المذيبة للفسفور الغير ذائب في التربة وبالتالي يزداد تركيز الفسفور الجاهز في التربة (Chilta وآخرون، 2024).

بينت نتائج الجدول نفسه وجود فروق معنوية عند إضافة البيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي عند المعاملات P_4 وP_3 وP_2 وP_1 والتي أعطت قيم قدرها 2.82 و2.90 و2.84 و 2.68 ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة V_0 التي أعطت قيمة قدرها 2.55 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت (10.58 و13.77 و11.37 و 5.09)% ويعزى سبب ذلك إن العناصر المغذية الكبرى K،P،N المحملة عليه بهيئة سماد نانوي تتميز بصفات فريدة من نوعها مثل صغر الحجم وكبر مساحنها السطحية وسرعة ذوبانها وسعة انتشارها في المذيبات كلها مثل الماء (Qureshi وآخرون ،2018) فيعمل البيرلايت على الإحتفاظ به وتقليل فقده من التربة بعملية الغسل اثناء الري.

أما تأثير التداخل بين مستويات سماد الفيرمي كومبوست مع مستويات البيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي فقد أظهرت معاملة التداخل V_2P_3 أعلى قيمة قدرها 3.13 ملغم كغم$^{-1}$ قياساً بمعاملة المقارنة V_0P_0 التي سجلت أقل قيمة قدرها 2.13 ملغم كغم$^{-1}$. وبنسبة زيادة بلغت (46.94) % ويعزى ذلك إلى اجتماع وتداخل الصفات الإيجابية لكل من سماد الدود الفيرمي كومبوست والبيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي بهذه المستويات عند هذه المعاملة بالقياس مع معاملة المقارنة التي خلت من المعاملات السمادية

جدول رقم (5) تأثير أضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست و البيرلايت المدعم بألـ NPK النانوي في تركيز الفسفور في التربة (ملغم كغم$^{-1}$ تربة)

مستويات فيرمي كومبوست (V)	مستويات البيرلايت +NPK P					متوسطات الفيرمي كومبوست(V)
	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	
V_0	15.88 g	22.96 f	24.18 ef	25.16 ef	23.98 ef	22.43 C
V_1	25.30 ef	26.20 e	29.27 cd	29.89 cd	28.67 d	27.87 B
V_2	30.38 bcd	30.43 bcd	32.64 ab	33.07 a	31.74 abc	31.60 A
متوسطات البيرلايت(P)	23.85 C	26.53 B	28.69 A	29.38 A	28.04 A	

*المعاملات ذات الاحرف المتشابهة لا تختلف معنويا فيما بينها عند مستوى احتمال 0.05 بحسب اختبار دنكن متعدد الحدود.

4 – البوتاسيوم

أوضحت نتائج الجدول (6) تأثير إضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست و البيرلايت المدعم بأل NPK النانوي في تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة إلى تفوق معاملتي أضافة سماد الفيرمي كومبوست V_2 و V_1 والتي أعطت قيم قدرها 27.21 و26.26 ملغم كغم $^{-1}$ على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة V_0 التي أعطت قيمة قدرها 22.18 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت (22.67 و18.39) على التوالي ويعزى سبب ذلك أن سماد الدود الفيرمي كومبوست يحتوي على بعض إنزيمات النمو التي تحلل المادة العضوية الموجودة في التربة وإطلاق المغذيات الكبرى والصغرى وزيادة تراكيزها في محلول التربة (Mochache وآخرون،2021) ، كذلك إن تحلل سماد الدود الفيرمي كومبوست ينتج عنه تحرر العناصر الغذائية الكبرى والصغرى وزيادة تراكيزها في محلول التربة (المعموري ،2020)

وبينت نتائج الجدول نفسه وجود فروق معنوية عند إضافة البيرلايت المدعم بأل NPK النانوي في عند المعاملات P_4 وP_3 وP_2 وP_1 والتي أعطت قيم قدرها 26.22 و 26.71 و 26.34 و 24.91 ملغم كغم $^{-1}$ على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة P_0 التي أعطت أقل قيمة قدرها 21.91 ملغم كغم $^{-1}$وبنسبة زيادة بلغت (19.67 و21.90 و20.21 و13.69) % على التوالي نتيجة لتحميل السماد المركب NPK النانوي على البيرلايت والذي يتميز بصفات فريدة من نوعها مثل صغر الحجم وكبر المساحة السطحية وسرعة ذوبانها وسعة انتشارها في المذيبات مثل الماء (Qureshi وآخرون، 2018) فيعمل البيرلايت على الإحتفاظ به داخل تجاويفه والتقليل من فقده بعملية الغسل أثناء عملية الري .

اما تأثير التداخل بين مستويات سماد الفيرمي كومبوست مع مستويات البيرلايت المدعم بأل NPK النانوي فقد أظهرت معاملة التداخل V_2P_3 أعلى قيمة قدرها 27.70ملغم كغم$^{-1}$ في حين أعطت معاملة المقارنة V_0P_0 أقل قيمة قدرها 13.39 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت (106.87) % ويعزى ذلك إلى اجتماع وتداخل الصفات الإيجابية لكل من سماد الدود الفيرمي كومبوست والبيرلايت المدعم بأل NPK النانوي بهذه المستويات عند هذه المعاملة بالقياس مع معاملة المقارنة التي خلت من المعاملات السمادية ..

جدول رقم (6) تأثير أضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست والبيرلايت المدعم بأل NPK النانوي في تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغم كغم$^{-1}$ تربة)

مستويات الفيرمي كوومبوست (V)	مستويات البيرلايت +P NPK					متوسطات الفيرمي كومبوست(V)
	P0	P1	P2	P3	P4	
V0	133.92 c	216.14 b	252.41 a	255.62 a	251.28 a	221.87 B
V1	255.92 a	261.09 a	264.14 a	268.83 a	263.49 a	262.69 A
V2	267.57 a	270.37 a	273.87 a	277.09 a	272.08 a	272.19 A
متوسطات البيرلايت (P)	219.13 B	249.20 A	263.47 A	267.18 A	262.28 A	

*المعاملات ذات الأحرف المتشابهة لا تختلف معنويا فيما بينها عند مستوى احتمال 0.05 بحسب اختبار دنكن متعدد الحدود

الأستنتاجات Conclusion

1-إن إضافة سماد الدود الفيرمي كومبوست له أثر كبير في زيادة حيوية التربة من خلال زيادة نشاط الأحياء المجهرية وزيادة نسبة المادة العضوية وجاهزية العناصر الغذائية الرئيسة في التربة.

2-إن إضافة البيرلايت المدعم بأل NPK النانوي له أثر كبير في تهيئة الطروف الملائمة لنشاط احياء التربة المجهرية التي تزيد من نسبة المادة العضوية و جاهزية العناصر الرئيسة في التربة.

3-إن تداخل سماد الدود الفيرمي كومبوست مع البيرلايت المدعم بأل NPK النانوي قد أعطى افضل النتائج قياساً بما أعطاه كل منهما على حدة.

المصادر

[1] الراوي خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله 2000 تصميم وتحليل التجارب الزراعية الطبعة الثانية مؤسسة دار الكتب لطباعة والنشر جامعة الموصل وزارة التعليم والبحث العالمي جمهورية العراق.

[2] المعموري، حيدر عباس فاضل 2020 تأثير التداخل بين السماد الحيوي والسماد المعدني والكمبوست الدودي Vermicompost في جاهزية النتروجين والفسفور في التربة ونمو وحاصل البطاطا (Solanum thberosum L.). أطروحة دكتوراه – كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد.

[3] بشور ، عصام وانطوان الصايغ 2007. طرق تحليل ترب المناطق الجافة وشبه الجافة منظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO، روما.

[4] صالح، عبد ألامير ثجيل وعباس، ماجد خضير وحسون، سعد احمد محمد، عبد اهلل محمد (4100) تأثير رواسب الطين الطبيعية ونوعية مياه الري في بعض الخصائص االمائية لتربة رملية. مجلة العلوم الزراعية العراقية. المجلد 42 , عدد خاص: 22-23

[5] عبد الرزاق، محمد مبارك علي)4101.) تأثير) IBA وKinetin) في حاصل الشوفان (. L sativa Avena) ومكوناته تحت االجهاد الرطوبي. المجلة ألاردنيةللعلوم الزراعية المجلد 00 , العدد 2

[6] Al-Ziadi, H. S. S., and Aloosy, Y. A. M. 2011. The effect of irrigation water qualitorganic material and phosphorus on some soil chemical characteristics and

[7] yield of culiflower. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 42 (special issue(

[8] Atteya, A. K., Albalawi, A. N., El-Serafy, R. S., Albalawi, K. N., Bayomy, H. M., and Genaidy, E. A. 2021 Response of moringa oleifera seeds and fixed oil production to vermicompost and NPK fertilizers under calcareous soil conditions. plants.10(10):1-27.

[9] Awadhpersad, V. R. R., Ori, L. Ansari,A. 2021. Production and effect of vermiwash singly and in combination with vermicompost on the growth, development and productivity of tomato in the greenhouse in Suriname. Asian Journal of Agriculture. 5(1).29-34

[10] Bremner, J.M. and A.P. Edwards 1965. Determination and Isotope-ratio analysis ofdifferent forms of nitrogen in soils: I.Apparatus and procedure for distillation and determination of ammonium. Soil Sci. Soc Amer. Proc.29:504-507.

[11] Chen, H., Zhao, J., Jiang, J., Zhao, Z., Guan, Z., Chen, S., and Zhao, S. 2021. Effects of Inorganic Organic andBio-Organic Fertilizer on Growth, Rhizosphere Soil Microflora and Soil Function Sustainability in Chrysanthemum Monoculture. Agriculture.11(12):1-14

[12] Chitla, S. R., Dayal, A., and Dileep, R. 2024. Impact of organic manures and inorganic fertilizers on growth, yield and it's attributing traits of chilli (capsicum annum 1.). international journal of plant & soil science, 36(4): 118-122

[13] Horneck, D. A., and Hanson, D. (1998). Determination of Potassium and Sodium by Flame EmissionSpectrophotometry. Pp. 153-155. In: Kalra, Y. P., (ed.). Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. Soil and Plant Analysis Council, Inc., CRC Press. FL., USA. Pp. 287.

[14] adsorption methods. Appl Clay Sci 53:20-26

[15] Jerca, I.; O.; M.C. Sorin; D. George and Daniela, V.B. 2015. Study

onthe influence of the type of substrate and the quantity upon the tomatocrop. Scientific papers. Series b, horticulture. 225-228.

[16] Macht F; K, Eusterhues; GJ, Pronk; KU, Totsche .2011. Specific

[17] Markoska, V., Spalevic, V. and Gulaboski, R., 2018a. Research on the influence of porosity on perlite substrate and its interaction on porosity of two types of soil and peat substrate. Poljoprivreda i Sumarstvo, 64(3), pp.15-29

[18] microscopy measurements and bulk-gas (N2) and -liquid (EGME(

[19] Mochache, M. O., Yegon, R., Ngetich, O. 2021. Performance of vermicomposted wastes for tomato (Lycopersicon Esculentum Mill.) production A case study of Embu, Kenya. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture.10(9):363-377

[20] Olle, M. 2016. The Effect of vermicompost based growth substrates on

[21] surface area of clay minerals:comparison between atomic force

[22] tomato growth. Journal of Agricultural Science.27(1):38-41.

[23] Padamanabhan, V. 2021. Effect of Vermicompost on Growth and Flowering of Chrysanthemum. Annals of the Romanian Society for Cell Biology.25(4): 5068-5077. 23. Page, A. I., Miller, R. H., and Keeny, D. R. 1982. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological methods. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin, USA, 225-246.

[24] Page, A. I., Miller, R. H., and Keeny, D. R. 1982. Methods of soil analysis.

[25] Part II. Chemical and microbiological methods. Amer. Soc. Agron,. Madison, Wisconsin, USA, 225-246

[26] Qureshi, A; D.K Singh and Dwivedi.S.(2018): Nano-fertilizers: A novel way for enhancing nutrient use efficiency and crop productivity. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(2): 3325-3335

[27] Singh,M.D; C. O.P. Gautam, Patidar;H.M Meena, G;Prakasha and Vishwajith. 2017. Nano-Fertilizers is a new way to increase nutrients use efficiency in crop production. International Journalof Agriculture Sciences. 9(7):3831-3833

[28] Walkley, A. and Black, I. A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. J. Soil Sci. 37: 29–37