"تأثير الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1 والسماد المعدني في المؤشرات الإنتاجية لصنفي البطاطا العادية – أغريا وسبونتا"

م. أسامة كرزون– طالب دكتوراه– كلية الهندسة الزراعية– جامعة حمص.
Email: karazonkarazon12@gmail.com
د. أسامة العبد الله– باحث– الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية– دمشق.
د. محمد نبيل الأيوبي– أستاذ– كلية الهندسة الزراعية– جامعة حمص.

الملخص

نُفّذ البحث في العروة الربيعية في العام 2024، في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، بغية دراسة تأثير ثلاثة أنواع من الأسمدة (الفيرمي كومبوست، والمخصب الحيوي EM1، والسماد المعدني) وتداخلاتها في إنتاجية نباتات صنفي البطاطا العادية– أغريا وسبونتا، وقد أضيف الفيرمي كومبوست للتربة بمعدل (0.5 كغ/م^2)، واستُخدِم المخصب الحيوي EM1 بتركيز (10 مل/ل) كرش ورقي وإضافة أرضية، وأضيف السماد المعدني NPK للتربة تبعاً للتوصية السمادية وفق المعاملات التالية: (الشاهد NPK، الأولى: فيرمي كومبوست، الثانية: مخصب حيوي، الثالثة: فيرمي كومبوست+ مخصب حيوي، الرابعة: فيرمي كومبوست+ NPK، الخامسة: مخصب حيوي+ NPK، السادسة: فيرمي كومبوست+ مخصب حيوي+ NPK. اتُّبِعَ في البحث تصميم التجارب العاملية وفق القطاعات العشوائية الكاملة باتجاهين (Two Way ANOVA). أظهرت النتائج أن معاملات التأثير المشترك (السادسة، الخامسة، الرابعة، الثالثة) تفوقت معنوياً على كل من الشاهد ومعاملتي الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي منفردين في صفات وزن الدرنة، وإنتاجية النبات الواحد وإنتاجية وحدة المساحة والنسبة المئوية للدرنات التي يزيد قطرها عن 55 مم، وقد أعطت المعاملة (السادسة) أفضل النتائج في صفات (عدد الدرنات، وإنتاجية النبات الواحد،

والإنتاجية)، وقد بلغت نسبة الزيادة في الإنتاجية مقارنةً مع الشاهد عند كلا صنفي البطاطا العادية أغريا وسبونتا على الترتيب (40.53، 49.29%).

الكلمات المفتاحية: البطاطا العادية، الصنف أغريا، الصنف سبونتا، الفيرمي كومبوست، المخصب الحيوي، الإنتاجية.

"The Effect of Vermicompost, Biofertilizer EM1, and Mineral Fertilizer on the productivity Indicators of Potato Cultivars- Agria and Spunta"

Abstract:

The research was conducted during the spring growing season of 2024 at the Agricultural Scientific Research Center in Homs, with the aim of studying the effect of three types of fertilizers (vermicompost, EM1 biofertilizer, and mineral fertilizer) and their interactions on the productivity of two conventional potato varieties, Agria and Spunta. Vermicompost was added to the soil at a rate of (0.5 kg/m²), EM1 biofertilizer was used at a concentration of (10 ml/L) as a foliar spray and soil application, and NPK mineral fertilizer was added to the soil according to the fertilization recommendation based on the following treatments: (Control: NPK, T1: Vermicompost, T2: Biofertilizer, T3: Vermicompost + Biofertilizer, T4: Vermicompost + NPK, T5: Biofertilizer + NPK, T6: Vermicompost + Biofertilizer + NPK). A two-way factorial experiment based on a randomized complete block design (Two-Way ANOVA) was adopted in this research. The results showed that the combined effect treatments (T6, T5, T4, T3) were significantly superior to both the control and the individual vermicompost and biofertilizer treatments in terms of tuber weight, yield per plant, yield per unit area, and the percentage of tubers with a diameter exceeding 55 mm. Treatment T6 (Vermicompost + Biofertilizer + NPK) yielded the best results for the traits of (number of tubers, yield per plant, and overall productivity). The percentage increase in productivity compared to the control for both conventional potato varieties, Agria and Spunta, was (40.53% and 49.29%), respectively.

Keywords: Regular Potato, , Agria Cultivar, Spunta Cultivar, Vermicompost, Biofertilizer, Productivity.

مقدمة:

تنتمي البطاطا العادية *Solanum tuberosum* L. إلى الفصيلة الباذنجانية Solanaceae (Salaman, 2021)، التي تضم نحو 85 جنساً يتبعها أكثر من 2800 نوعاً ينتشر معظمها في أمريكا الجنوبية (Zandi & Cetzal Ix, 2014). وتعد نباتاً عشبياً ذو دورة نمو قصيرة نسبياً، وهي حولية بالنسبة لأجزائها الهوائية، ومعمرة بالنسبة لأجزائها الأرضية (Li, 2012). وتأتي أهمية البطاطا العادية كمحصول عالمي يمكن زراعته في مناطق متباينة في ظروفها البيئية وخاصةً في الأراضي المتوسطة إلى الخفيفة والجيدة الصرف (عبد الحميد، 2016). وتعتبر درناتها من أكثر الخضار استعمالاً في الاستهلاك البشري والتصنيع الغذائي، فهي مصدراً جيداً للطاقة لغناها بالنشاء والمغذيات (الأملاح المعدنية والفيتامينات) كما أن محتواها من البروتين عالٍ جداً مقارنةً بمحتوى الجذور والدرنات في المحاصيل الأخرى، وهي تأتي في المرتبة الرابعة كمحصول غذائي في العالم بعد كل من الذرة والقمح والأرز (FAO, 2023). وقد شهدت زراعتها في الدول المتقدمة تطوراً سريعاً سواء في الإنتاجية أو النوعية بفضل استخدام التقنيات الحديثة في الزراعة، إلا أنّ الاستخدام المفرط للأسمدة المعدنية عند زراعتها ساهم في تلوث البيئة، وأدّى إلى تدني نوعية درناتها، وتأثير أثرها المتبقي السلبي على صحة الإنسان، لذا كان من الضروري الاتجاه نحو استخدام المخصبات العضوية والحيوية كالفيرمي كومبوست Vermicompost، والمخصب الحيوي EM1 في زراعة البطاطا العادية (موسى وآخرون، 2008)، حيث أن سماد الفيرمي كومبوست يعد مخصباً عضوياً، يساهم في تحسين خصوبة التربة وقوامها وتهويتها وخصائصها الكيميائية والبيولوجية، إضافةً إلى تأمينه احتياج النباتات من العناصر المعدنية الضرورية لنموها بصورة ميسرة وسهلة الامتصاص من التربة (Nagavallemma *et al.,* 2004) كما تُستخدم الكائنات الدقيقة الفعالة أيضاً كمخصب حيوي لقدرتها على تأمين الاحتياجات الضرورية لنمو النباتات من عناصر معدنية وأحماض أمينية ومنظمات نمو وهرمونات وأنزيمات، كما لا يحتوي على مبيدات أو مواد كيميائية ضارة للبيئة Oyege & Bhaskar, 2023; Patel *et al.,* (2024). ففي دراسة أجراها (Tabatabai *et al.,* 2014) بمقارنة تأثير الرش الورقي بكل من السماد الحيوي Nitrocara بأربعة مستويات (0، 220، 330، 440 مل/هـ)، ولأربع مرات

(الأولى: بعد شهر من الزراعة، ثم بفاصل أسبوع)، مع الإضافة الأرضية بأربعة مستويات من السماد الحيوي Nitroxin (0، 20، 30، 50 غ/هـ)(بعد شهر من الزراعة) + أربعة مستويات من السماد الفوسفاتي (0، 100، 150، 200 غ/هـ) وفق التراكيب التالية: (20+ 100، 30+ 150، 50+ 200 غ/هـ) في إنتاجية نباتات صنف البطاطا العادية– Marfona. وتبيّن التفوق المعنوي لجميع مستويات السماد الحيوي Nitrocara و جميع مستويات (السماد الحيوي Nitroxin + السماد الفوسفاتي) معنوياً على شاهد كل منهما (0 مل/هـ) في صفتي عدد الدرنات، والإنتاجية على الترتيب (48.7، 49.7، 49.9، 42.6 درنة/م^2، 48.8، 49.7، 50.8، 43.30 درنة/م^2؛ 24.6، 25.88، 26.95، 18.03 طن/هـ، 24.8، 25.9، 27.2، 17.10 طن/هـ).

درس (Gul and Gidik, 2024) تأثير الرش الورقي بسماد الفيرمي كومبوست السائل بمعدل (3، 6، 9، 12 ل/هـ)، ولثلاث مرات (الأولى: في مرحلة 4–5 أوراق، ثم بفاصل 21 يوم)، مع التسميد العضوي (30 طن/هـ) لجميع المعاملات والشاهد في نمو وإنتاجية صنفي البطاطا العادية– أغريا وليدي أولمبيا. وأظهرت النتائج أنه بغض النظر عن الصنف تفوقت معاملة (الرش الورقي 9 ل/هـ) معنوياً على كل من الشاهد (فقط تسميد عضوي) والمعاملات (3، 6، 12 ل/هـ) في نسبة الدرنات كبيرة الحجم وإنتاجية النبات الواحد، في حين تفوقت معاملة الرش الورقي بالتركيز 6 ل/هـ معنوياً في عدد الدرنات، وتفوق الصنف أغريا معنوياً على الصنف ليدي أولمبيا في وزن الدرنة وإنتاجية النبات الواحد.

قارن (Paswet and Sharma, 2023) تأثير عدة مستويات من الأسمدة العضوية والحيوية وسماد الفيرمي كومبوست مع مستويات متعددة من التوصية السمادية المعدنية في نمو وإنتاجية نباتات صنف البطاطا العادية– Kufri Soga. وبيّنت النتائج أن المعاملة (75% سماد معدني+ 25% فيرمي كومبوست+ بكتريا آزوتوباكتر وبكتريا تحلل الفوسفات) تفوقت معنوياً على الشاهد (100% تسميد معدني وفق التوصية السمادية) في كل من الإنتاجية، وعدد الدرنات على النبات الواحد، وقطر الدرنة، ووزن الدرنة، ومحتوى الدرنات من المادة الجافة، والمواد الصلبة الذائبة الكلية، والنشاء على الترتيب (39.09، 35.81 طن/هـ؛ 11.22، 10.54 درنة/نبات؛

6.28، 5.62 سم؛ 58.66، 56.72 غ؛ 23.71، 22.42%؛ 4.90، 4.78%؛ 20.47، 18.67%).

درس (Choudhary *et al.,* 2010) تأثير الفيرمي كومبوست VC بمستويين (20، 30 طن/هـ إضافة قبل الزراعة) والأسمدة الحيوية (معالجة الدرنات قبل زراعتها ببكتريا آزوتوباكتر AZB وبكتريا فوسفات الصوديوم NPB) في نمو وإنتاجية صنف البطاطا العادية- Kufri Jyoti، مقارنةً مع الشاهد. وأظهرت النتائج تفوق معظم المعاملات (30 طن/هـ VC+ AZB+ NPB، 30 طن/هـ VC+ AZB، 30 طن/هـ VC+ NPB، 20 طن/هـ VC+ AZB+ NPB، 20 طن/هـ VC+ AZB، 20 طن/هـ VC+ NPB، AZB+ NPB، NPB، 30 طن/هـ VC، 20 طن/هـ VC) معنوياً على الشاهد في الإنتاجية على الترتيب (14.31، 13.00، 13.67، 12.12، 11.12، 11.53، 11.38، 9.92، 12.28، 10.42، 7.67 طن/هـ).

قارن (Turk, 2023) تأثير كل من الرش الورقي بالمخصب الحيوي- Biozyme-TF بتركيز (10 مل/ل)، والإضافة الأرضية للسماد الحيوي- Azosprillum بمعدل (15 كغ/هـ) في نمو وإنتاجية صنفي البطاطا العادية- بيليني وسانتا. وأظهرت النتائج التفوق المعنوي لمعاملة (السماد الحيوي- Azosprillum 15 كغ/هـ) معنوياً على كل من الشاهد ومعاملة (المخصب الحيوي- Biozyme-TF 10 مل/ل) في الإنتاجية عند صنفي البطاطا بيليني وسانتا على الترتيب (31.18، 9.71، 15.94 طن/هـ، 21.86، 10.12، 16.71 طن/هـ).

قارن (الجنابي،2025) استجابة نبات صنف البطاطا العادية- EL-mundo لإضافة سماد الفيرمي كومبوست بمستويين (1، 2%) من حجم التربة، والبيرلايت المدعم بالـ NPK النانوي بأربعة مستويات (2% من حجم التربة بيرلايت، و2% من حجم التربة بيرلايت+ 2 غ/م^2 NPK نانوي، 2% من حجم التربة بيرلايت+ 4 غ/م^2 NPK نانوي، 0% بيرلايت+ 2 غ/م^2 NPK نانوي) وتداخلاتها في جاهزية المادة العضوية والعناصر المعدنية الضرورية في التربة. وأظهرت النتائج التفوق المعنوي للمعاملة (2% فيرمي كومبوست+ 2% من حجم التربة بيرلايت+ 4 غ/م^2 NPK نانوي في محتوى التربة من كل من المادة العضوية والبوتاسيوم الجاهزين مقارنةً مع الشاهد (دون تسميد) على الترتيب (3.30، 1.59 غ/كغ تربة، 277.09، 133.92 ملغ/كغ تربة. كما

حققت أغلب معاملات الفيرمي كمبوست والبيرلايت المدعم بالـ NPK النانوي تفوقاً معنوياً في مؤشرات النمو الخضري والإنتاجية على الشاهد.

درس (بوراس وآخرون، 2019) تأثير معاملات عديدة بالمخصب الحيوي EM1 بالتركيز (10 مل/ل) في نمو وإنتاجية نباتات صنف البطاطا العادية- سبونتا (نقع درنات البذار مدة 6 ساعات قبل عملية الإنبات المخبري ومدة ساعتين قبل الزراعة، الرش الورقي للنباتات بعد 15 يوم من الإنبات، ثم بفاصل 10 أيام بين الرشة والأخرى بمعدل 4 رشات، النقع+ الرش الورقي). وتبيّن تفوق معاملة (النقع+ الرش الورقي) معنوياً على الشاهد (بدون معاملة بالمخصب الحيوي) في كل من عدد الدرنات، ووزن الدرنة، ونسبة الدرنات الأكثر من 80 غ، والإنتاجية على الترتيب (8، 6 درنة/نبات، 171، 120 غ، 91.20، 85%، 6512.00، 3427.00 كغ/د).

قارن (منصور، 2017) تأثير معاملات عديدة لنباتات صنف البطاطا العادية- سبونتا بالمخصب الحيوي EM1 (الرش الورقي بتركيز 4 مل/ل، الإضافة الأرضية بتركيز 7.5 مل/ل، والتداخل بينهما)، وبمعدل 4 مرات (الأولى: بعد 15 يوم من الإنبات، ثم بفاصل 10 أيام). وتبيّن تفوق معاملة (الرش الورقي+ الإضافة الأرضية) معنوياً على الشاهد (تسميد معدني فقط) في كل من وزن الدرنة، ونسبة الدرنات الأكثر من 80 غ، والإنتاجية، على الترتيب (117.7، 102.7 غ؛ 78.72، 71.1%؛ 5864، 4151 كغ/د).

قارن (حسين وآخرون، 2016) تأثير الرش الورقي لنباتات البطاطا العادية بكل من المخصب الحيوي EM1 بتركيزين (0، 2 مل/ل)، والمحفز الهرموني Biozyme (Bio) بتراكيز (0، 0.5، 1 مل/ل)، وتداخلهما، بواقع 3 رشات. وتبيّن تفوق المعاملتين (EM1 2 مل/ل+ Bio 0.5 مل/ل) و(EM1 2 مل/ل+ Bio 1 مل/ل) معنوياً على الشاهد في كل من ارتفاع النبات، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل، وإنتاجية النبات الواحد، والإنتاجية، ومحتوى الدرنات من البروتين، والنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

درس (Alam *et al.,* 2007) تأثير إضافة ثلاثة مستويات من الفيرمي كومبوست (2.5، 5، 10 طن/هـ) مع مستويين من السماد المعدني (50، 100% من التوصية السمادية) في نمو وإنتاجية نباتات صنف البطاطا العادية- Cardinal. وتبيّن تفوق المعاملة (10 طن/هـ فيرمي

كومبوست + 100% سماد معدني) معنوياً على الشاهد (100% سماد معدني فقط) في كل من ارتفاع النبات، وعدد الأوراق، وعدد الدرنات، وإنتاجية النبات، والإنتاجية، ونسبة المادة الجافة في الدرنات.

مبررات البحث وأهدافه:

يعد سماد الفيرمي كومبوست مخصباً عضوياً آمناً بيئياً، لدوره في تحسين خصوبة التربة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، إضافةً إلى احتوائه على العديد من العناصر المعدنية والمركبات الضرورية لنمو النباتات بصورة ميسرة وسهلة الامتصاص من التربة، كما تُستخدم الكائنات الدقيقة الفعالة أيضاً كمخصب حيوي لقدرتها على تأمين الاحتياجات الضرورية لنمو النباتات من عناصر معدنية وأحماض أمينية ومنظمات نمو وهرمونات وأنزيمات، لذا فإن استخدامهما عند زراعة البطاطا العادية من الممكن أن يسهم في التقليل من استخدام الأسمدة المعدنية، مما يقلل من تلوث البيئة من جهة، ومن الأثر المتبقي للأسمدة المعدنية في الدرنات، وتحسين الإنتاجية والصفات النوعية من جهة ثانية.

يهدف البحث إلى دراسة تأثير الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1 (كلٌ على حدة، أو معاً، أو معاً مع السماد المعدني) في المؤشرات الإنتاجية لصنفي البطاطا العادية– أغريا وسبونتا.

مواد البحث وطرائقه:

1 – المادة النباتية: استُخدِم في البحث صنفين من البطاطا العادية– أغريا وسبونتا:

الصنف أغريا: صنف تصنيعي مصدره هولندا، درناته كبيرة، بيضاوية طويلة الشكل، إنتاجيته مرتفعة، البراعم سطحية، نسبة المادة الجافة جيدة، متأخر النضج.

الصنف سبونتا: مصدره هولندا، متوسط التبكير في النضج، درناته متطاولة الشكل، كبيرة الحجم، العيون سطحية، الإنتاج كبير، المحتوى من المادة الجافة في الدرنات نحو (20%)، ونسبة النشاء نحو (14%)، متكيف بشكل واسع مع الظروف البيئية.

2– سماد الفيرمي كومبوست: مصدره مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، وهو سماد عضوي ناتج عن عملية حيوية تعود لنشاط ديدان الأرض بدرجة حرارة (10– 32°م) في كومة رطبة من المواد العضوية مكونة من البقايا والمخلفات الزراعية العضوية الأصل (Nagavallemma *et al.,* 2004). ويُبيّن الجدول (1) بعض صفاته الفيزيائية والكيميائية.

الجدول (1): بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للفيرمي كومبوست المستخدم في البحث.

الصفة	المادة العضوية (%)	البوتاس الكلي (%)	الفوسفور الكلي (%)	الآزوت الكلي (%)	الكربون العضوي (%)	درجة الناقلية الكهربائية (ds/m)(EC)	درجة التفاعل (pH)
الكمية	38.56	0.81	0.64	1.12	22.37	0.17	7.82

(مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص– مديرية الموارد الطبيعية).

3– المخصب الحيوي (EM1): استُخدِمَ في البحث المخصب الحيوي EM1 (Effective Micro–Organisms)، ويعد مستحضراً طبيعياً يحتوي على مجموعة متوافقة من الكائنات الحية الدقيقة النافعة (بكتريا التمثيل الضوئي، بكتيريا حمض اللاكتيك، الخمائر، الأكتينوميسيتس، والفطريات)، والتي لها دور نشط وفعال في تحسين خصوبة التربة الزراعية، وهو آمن من الناحية الصحية كون الأحياء الدقيقة الموجودة فيه غير معدلة وراثياً، كما لا يحتوي على أي مبيدات أو مواد كيميائية ضارة.

4– مكان إجراء البحث: تم تنفيذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص في قرية الدوير، ويقع على بعد 3 كم شمال مدينة حمص، ويرتفع عن سطح البحر 487 م، ويتبع منطقة الاستقرار الأولى (معدل الهطول المطري 439 ملم سنوياً).

تربة موقع إجراء البحث طينية متوسطة قاعدية قليلاً (pH = 7.20– 7.48)، وهي مناسبة لزراعة البطاطا العادية بعد إضافة الكمية الموصى بها من الأسمدة، كما أنها متوسطة المحتوي من البوتاس (207– 265 PPM)، والفوسفور (5.80– 14.30 PPM)، ومنخفضة المحتوى من الآزوت (11.32– 12.02 PPM)، وتتأرجح الناقلية الكهربائية (EC) لمستخلص العجينة المشبعة للتربة بين (0.14 – 0.17 ميلموز/سم)، (الجدول 2).

الجدول (2): بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة موقع إجراء البحث.

الصفة	الطبقة السطحية (0 – 30 سم)
المادة العضوية (%)	1.80
البوتاس (PPM)	265.00
الفوسفور (PPM)	14.30
الآزوت (PPM)	11.32
كربونات الكالسيوم (%)	1.75
درجة الناقلية الكهربائية (EC) (ميليموز/سم)	0.17
درجة تفاعل التربة (pH)	7.48
رمل (%)	19.10
سلت (%)	17.70
طين (%)	63.20

(مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص– مديرية الموارد الطبيعية).

6– الزراعة والعمليات الزراعية: أجريت جميع العمليات الزراعية بدءاً من تحضير الأرض للزراعة، وعمليات الخدمة الزراعية (العزق، الري بالتنقيط، التحضين، التسميد الثانوي) تبعاً لاحتياجات النبات والظروف الجوية السائدة خلال فترة إجراء البحث.

تمّت الزراعة في العروة الربيعية (14/شباط/2024)، وقد تم تقطيع درنات البذار الكبيرة الحجم إلى عدة قطع (2، 3، 4 قطع تبعاً للحجم)، وتأرجح عدد العيون في كل قطعة بين (2– 4 عيون)، أما الدرنات الصغيرة الحجم (قطرها أقل من 5 سم) فتركت دون تقطيع. وتمت الزراعة بطريقة الخضير (تربة رطبة بسبب الأمطار)، وعلى عمق (10

سم)، بتباعد (75 سم) بين الخطوط، وبتباعد بين الجورة والأخرى (30 سم)، وطول الخط 3 م، وعدد الخطوط في كل قطعة تجريبية 3 خطوط، فتصبح مساحة القطعة التجريبية 6.75 م^2.

بلغ عدد النباتات في كل قطعة تجريبية 30 نبات، كما تم ترك مسافات غير مزروعة بين القطع التجريبية بعرض 1.5 م تجنباً لانتقال الأسمدة مع مياه الري الراشحة أو أثناء الرش الورقي بين هذه القطع.

7– معاملات التجربة: استخدم في البحث المعاملات الآتية:

– الشاهد: تسميد أرضي معدني NPK فقط (100% من التوصية السمادية المقترحة: 24 كغ سلفات البوتاس، 9 كغ سوبرفوسفات، 37 كغ يوريا).

– المعاملة الأولى: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست (0.5 كغ/م^2) فقط.

– المعاملة الثانية: تسميد أرضي بالمخصب الحيوي EM1 (10 مل/ل/2 م^2)+ رش ورقي بالمخصب الحيوي EM1 (10 مل/ل).

– المعاملة الثالثة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست (0.5 كغ/م^2)+ تسميد أرضي بالمخصب الحيوي EM1 (10 مل/ل/2م^2)+ رش ورقي بالمخصب الحيوي EM1 (10 مل/ل).

– المعاملة الرابعة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست (0.5 كغ/م^2)+ تسميد أرضي معدني (100 % N.P.K).

– المعاملة الخامسة: تسميد أرضي بالمخصب الحيوي EM1 (10 مل/ل/2م^2)+ رش ورقي بالمخصب الحيوي EM1 (10 مل/ل)+ تسميد أرضي معدني (100 % N.P.K).

– المعاملة السادسة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست (0.5 كغ/م^2)+ تسميد أرضي بالمخصب الحيوي EM1 (10 مل/ل/2م^2)+ رش ورقي بالمخصب الحيوي EM1 (10 مل/ل)+ تسميد أرضي معدني (100% N.P.K).

تمت إضافة سماد الفيرمي كومبوست للتربة عند تحضير التربة للزراعة وقبل الزراعة بأسبوع بمعدل (0.50 كغ/م^2).

استُخدِم المخصب الحيوي EM1 بتركيز (10 مل/ل) رشاً على المجموع الخضري للنباتات لحين البلل التام، بمعدل 3 مرات (الأولى: بعد الإنبات بـ 15 يوم، ثم بفاصل 15 يوم بين الرشة والأخرى)، وبالتوازي مع إضافته للتربة بمعدل 3 مرات (الأولى: بعد الإنبات بـ 15 يوم، ثم بفاصل 15 يوم) عن طريق تلقيح التربة الرطبة بمعدل (10 مل/ل /2 م^2).

علماً بأن التوصية السمادية المقترحة بناءً على تحليل تربة موقع إجراء البحث، بلغت:

(4 م^3 زبل غنم متخمر؛ 24 كغ سلفات البوتاسيوم K_2SO_4 (K_2O % 50) على دفعتين قبل الزراعة، وفي بداية طور الإباضة؛ 9 كغ سوبر فوسفات ثلاثي $Ca(H_2PO_4)_2$ (P_2O_5 % 46) قبل الزراعة؛ 37 كغ يوريا $CO(NH_2)_2$ (N % 46) على دفعتين بعد الإنبات، وفي بداية طور الإباضة

8- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

اتُّبِعَ في البحث تصميم التجارب العاملية وفق القطاعات العشوائية الكاملة باتجاهين (Two Way ANOVA)، وبأربعة مكررات لكل معاملة. وتم تحليل نتائج التجربة باستخدام البرنامج الإحصائي- Genstat 12، وتمّت المقارنة بين المتوسطات بحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية 5%.

9- المؤشرات الإنتاجية المدروسة: أخذت بعد قلع الدرنات لعشرة نباتات من كل مكرر:

- عدد الدرنات المتشكلة عند النبات الواحد (درنة/نبات).
- وزن الدرنة (غ)= إنتاجية النبات الواحد (غ)/ عدد الدرنات على النبات.
- قطر الدرنة: تم فرز الدرنات باستخدام حلقات الفرز قياس 55 مم لتحديد نسبة الدرنات التي قطرها أكثر من 55 مم (تمثل درنات الدرجة الأولى، أو الكبيرة الحجم، أي المرغوبة تسويقياً).
- إنتاجية النبات الواحد (غ).
- إنتاجية الدونم (كغ): وفق العلاقة الآتية:

إنتاجية الدونم (كغ)= إنتاجية النبات الواحد (كغ) × الكثافة النباتية (نبات/دونم)

- الزيادة في الإنتاجية مقارنةً مع الشاهد: حُسِبت من المعادلة الآتية:

$$\text{الزيادة في الإنتاجية (\%)} = \frac{\text{إنتاجية المعاملة} - \text{إنتاجية الشاهد}}{\text{إنتاجية الشاهد}} \times 100$$

النتائج والمناقشة:

1- متوسط عدد الدرنات المتشكلة عند النبات الواحد (درنة/نبات): يُبيّن الجدول (4) أن إضافة (الفيرمي كومبوست مع المخصب الحيوي EM1 مع السماد المعدني) (T6)، وإضافة (المخصب الحيوي مع السماد المعدني) (T5) حققت زيادة معنوية في متوسط عدد الدرنات المتشكلة عند النبات الواحد مقارنةً مع الشاهد T0(7.58، 7.08، 6.49 درنة/نبات)، ولم إضافة الفيرمي كومبوست مع السماد المعدني (T4) فرقاً معنوياً مع الشاهد (T0). في حين تفوق الشاهد (T0) على المعاملات (T1، T3، T2) (6.21، 5.96، 5.63 درنة/ نبات).

كما تبيّن نتائج الجدول (4) أيضاً انعدام الفروق المعنوية في عدد الدرنات المتشكلة عند نباتات صنفي البطاطا العادية- أغريا وسبونتا (6.34، 6.53 درنة/نبات) على الترتيب.

الجدول (4): تأثير معاملات التجربة في متوسط عدد الدرنات (درنة/نبات) لنباتات صنفي البطاطا العادية– أغريا وسبونتا.

المعاملات	الصنف		متوسط معاملات التسميد
	أغريا	سبونتا	
الشاهد: (تسميد معدني NPK– التوصية السمادية)	6.65 (cd)	6.33 (cde)	6.49 c
المعاملة الأولى: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست	5.83 (ef)	6.60 (cd)	6.21 d
المعاملة الثانية: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	5.95 (e)	5.30 (f)	5.63 e
المعاملة الثالثة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	5.85 (ef)	6.08 (de)	5.96 de
المعاملة الرابعة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي معدني (NPK)	5.93 (e)	6.33 (cde)	6.13 cd
المعاملة الخامسة: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	6.80 (bc)	7.35 (ab)	7.08 b
المعاملة السادسة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	7.40 (ab)	7.75 (a)	7.58 a
متوسط الصنفين	6.34 a	6.53 a	
L.S.D 5% (الصنف)= 0.23	L.S.D 5% (المعاملات)= 0.43		L.S.D 5% (المعاملاتx الصنف)= 0.61
%C.V	6.60		

(إن الأحرف غير المتشابهة دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات).

أما فيما يتعلّق بالتأثير المشترك بين معاملات التجربة وصنفي البطاطا العادية المستخدمين في التجربة، فيُظهِر الجدول (4) أنّ كِلا صنفي التجربة أغريا وسبونتا أظهرا استجابة معنوية لمعاملة إضافة الفيرمي كومبوست مع المخصب الحيوي مع السماد المعدني، واستجابة واضحة لإضافة المخصب الحيوي مع السماد المعدني، (7.40، 7.75؛ 6.80، 7.35 درنة/نبات) على الترتيب، مقارنةً مع الشاهد (6.65، 6.33 درنة/نبات) على الترتيب.

يمكن تفسير تفوق المعاملة السادسة في عدد الدرنات إلى اجتماع عوامل عديدة: العناصر المعدنية NPK التي أمنها كل من السماد المعدني والفيرمي كومبوست، ودور الفيرمي كومبوست

في تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للتربة من خلال تحسين قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة، وتحسين بنيتها والنشاط الميكروبي فيها وإتاحة المغذيات، مما يشجع على تكوين الدرنات وعدم إعاقة نموها (Munroe, 2017)، إضافةً إلى دور الكائنات الدقيقة الفعالة (المخصب الحيوي) في زيادة وفرة كل من المغذيات بشكلها المتاح والأنزيمات والهرمونات التي تحفز على تكوين سوق أرضية جديدة، إذ أن كاتيونات البوتاسيوم والمغنزيوم والكالسيوم والحديد جميعها مواد منشطة لعمل الأنزيمات المحفزة لزيادة عدد الدرنات المتشكلة عند النبات (Joshi *et al.*, 2025).

كما وتدخلت الطبيعة الوراثية لصنفي البطاطا العادية– أغريا وسبونتا بشكل واضح والتي ربما كانت السبب في أن النباتات أعطت عدداً متقارباً من الدرنات عند كلا الصنفين حيث يوجد خلفية وراثية متقاربة نسبياً بينهما تؤثر على أدائهما الوظيفي، رغم بعض الفروق في صفاتهما الزراعية والفيزيولوجية (Pęksa *et al.*, 2018).

2 – متوسط وزن الدرنة الواحدة (غ): يُلاحظ من الجدول (5) أن إضافة الفيرمي كومبوست مع السماد المعدني أدى إلى زيادة معنوية في وزن الدرنة (165.00 غ) مقارنةً مع الشاهد (121.5 غ) ومعاملات التجربة (T1، T2، T3، T5، T6) (109.1، 125.3، 144.7، 147.0، 150.4 غ) على الترتيب. في حين انعدمت الفروق المعنوية بين المعاملات (T3، T5، T6)، والتي تفوقت بدورها على كل من الشاهد (T0) والمعاملتين (T1، T2)، كما انعدمت الفروق المعنوية بين الشاهد (T0) والمعاملة (T1)، وبينه وبين المعاملة (T2)، وتفوقت المعاملة T2 معنوياً على المعاملة T1.

نستنتج من المعطيات الواردة في الجدول (5) تفوق الصنف أغريا على الصنف سبونتا معنوياً في وزن الدرنة (145.30، 129.83 غ) على الترتيب.

أما فيما يتعلّق بالتفاعل بين معاملات التجربة والصنفين المدروسين، فيُظهِر الجدول (5) أن الصنف أغريا تفوق معنوياً في وزن الدرنة عند المعاملات (T4، T6، T5، T3) على الشاهد (T0) (179.2، 159.7، 157.70، 152.40، 126.30 غ) على الترتيب. وسلك الصنف

سبونتا السلوك ذاته مع المعاملات (T4، T6، T3، T5)مقارنةً مع الشاهد (T0) (150.8، 141.10، 137.0، 136.4، 116.7 غ) على الترتيب.

الجدول (5): تأثير معاملات التجربة في متوسط وزن الدرنة الواحدة (غ) لنباتات صنفي البطاطا العادية– أغريا وسبونتا.

المعاملات	الصنف		متوسط معاملات التسميد
	أغريا	سبونتا	
الشاهد: (تسميد معدني NPK– التوصية السمادية)	126.30 (efg)	116.70 (g)	121.50 cd
المعاملة الأولى: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست	123.30 (efg)	94.80 (h)	109.10 d
المعاملة الثانية: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	118.50 (fg)	132.00 (defg)	125.30 c
المعاملة الثالثة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	152.40 (bc)	137.00 (cdef)	144.70 b
المعاملة الرابعة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي معدني (NPK)	179.20 (a)	150.80 (bcd)	165.00 a
المعاملة الخامسة: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	157.70 (b)	136.40 (cdefg)	147.00 b
المعاملة السادسة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	159.70 (ab)	141.10 (bcde)	150.40 b
متوسط الصنفين	145.30 a	129.83 b	
L.S.D 5% (الصنف)= 7.46	L.S.D 5% (المعاملات)= 13.35		L.S.D 5% (المعاملات× الصنف)= 19.73
%C.V	10.00		

(إن الأحرف غير المتشابهة دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات).

3– قطر الدرنة (مم):

يُبيّن الجدول (6) ازدياد نسبة الدرنات التي يزيد قطرها عن 55 مم معنوياً في المعاملات (T4، T6، T3، T5) مقارنةً مع الشاهد (T0) على الترتيب (65.49، 63.16، 60.83، 56.23، 50.07 %). وتفوق الشاهد (T0) معنوياً على المعاملة (T1) (43.48 ، في حين لم يكن هناك فرقاً معنوياً بين المعاملة الثانية والشاهد.

يُلاحظ من معطيات الجدول (6) أيضاً انعدام الفروق المعنوية بين الصنفين أغريا وسبونتا في نسبة الدرنات التي يزيد قطرها عن 55 مم على الترتيب (54.93، 55.99%).

الجدول (6): تأثير معاملات التجربة في متوسط نسبة الدرنات (%) التي يزيد قطرها عن 55 مم لصنفي البطاطا العادية- أغريا وسبونتا.

المعاملات	الصنف		متوسط معاملات التسميد
	أغريا	سبونتا	
الشاهد: (تسميد معدني NPK- التوصية السمادية)	49.92 (de)	50.23 (de)	50.07 c
المعاملة الأولى: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست	44.80 (ef)	42.17 (f)	43.48 d
المعاملة الثانية: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	41.56 (f)	56.38 (cd)	48.97 c
المعاملة الثالثة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	62.23 (abc)	59.43 (bc)	60.83 ab
المعاملة الرابعة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي معدني (NPK)	67.77 (a)	63.22 (abc)	65.49 a
المعاملة الخامسة: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	56.35 (cd)	56.10 (cd)	56.23 b
المعاملة السادسة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	61.91 (abc)	64.41 (ab)	63.16 a
متوسط الصنفين	54.93 a	55.99 a	
L.S.D 5% (الصنف)= 2.85	L.S.D 5% (المعاملات)= 5.33		L.S.D 5% (المعاملات× الصنف)= 7.54
%C.V	9.50		

(إن الأحرف غير المتشابهة دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات).

أما فيما يتعلق بالتفاعل المشترك بين معاملات صنفي التجربة، فيُظهِر الجدول (6) أن الإضافة المنفردة لكل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي في المعاملتين (T1 و T2) وإضافة المخصب الحيوي مع السماد المعدني في المعاملة (T5) لم تؤدِ إلى زيادة معنوية في نسبة الدرنات التي يزيد قطرها عن 55 مم مقارنةً مع الشاهد (T0)، في حين أنّ إضافتهما معاً في المعاملة (T3) وإضافة الفيرمي كومبوست مع السماد المعدني في المعاملة (T4) وإضافتهما معاً مع السماد المعدني في المعاملة (T6) أحدث فارقاً معنوياً مقارنةً مع الشاهد (T0) عند الصنفين أغريا

وسبونتا على الترتيب (62.23، 67.77، 61.91، 49.92؛ 59.43، 63.22، 64.41، 50.23%).

4– متوسط إنتاجية النبات الواحد (غ/نبات): اتّضح من مؤشرات الإنتاجية السابقة والتي ترتبط بإنتاجية النبات الواحد بالعلاقة (إنتاجية النبات الواحد= عدد الدرنات× وزن الدرنة) أن الفيرمي كومبوست أو المخصب الحيوي كلاً على حدة لم يعطِ نتائج إيجابية مقارنةً مع السماد المعدني، أي أنّ إضافة كل منهما منفرداً لم يغنِ عن إضافة السماد المعدني ولا يمكن الاعتماد عليه في تأمين احتياجات النباتات من العناصر المعدنية والمركبات الضرورية لنموها، بل يعد مكملاً غذائياً معه، أما إضافتهما معاً فإنه يُحدِث فارقاً معنوياً وهذا ما يظهر جلياً من معطيات الجدول (7) فقد تفوقت المعاملة (T3) معنوياً في إنتاجية النبات الواحد على الشاهد (T0) حيث بلغت (858.10، 785 غ/نبات) على الترتيب.

كما أن إضافة الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي معاً أو مع السماد المعدني أدّى إلى زيادة معنوية في عدد الدرنات ووزنها، فقد ساهم المخصب الحيوي عند إضافته مع السماد المعدني في زيادة عدد الدرنات، كما ساهم الفيرمي كومبوست عند إضافته مع السماد المعدني في زيادة وزن الدرنة، مما انعكس إيجابياً على إنتاجية النبات الواحد، فقد تفوقت المعاملة (T6) (1135 غ/نبات) معنوياً على كل من الشاهد (T0) (785 غ/نبات) وبقية معاملات التجربة (T1، T2، T3، T4، T5) على الترتيب (671.0، 696.6، 858.1، 1004.4، 1033.9 غ/نبات)، وانعدمت الفروق المعنوية بين المعاملتين (T4، T5) على الترتيب (1004.40، 1033.90 غ/نبات)، أي أنّ التأثير الإيجابي الذي لعبه كل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي مع السماد المعدني في زيادة إنتاجية النبات الواحد كان باتجاهين: إما بزيادة عدد الدرنات في النبات الواحد أو بزيادة وزن الدرنة أو كليهما، كما أنّ انعدام الفروق المعنوية بين المعاملتين (T4، T5) وتفوقهما معنوياً على كل من الشاهد (T0) (785.0 غ/نبات) والمعاملات (T1، T2، T3) على الترتيب (671.0، 696.60، 858.10 غ/نبات)، وتفوق المعاملة (T3) معنوياً على الشاهد (T0)، وعدم وجود فروق معنوية بين المعاملتين (T2، T1) يُظهِر أن الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1 لعبا دوراً مهماً وبتأثير متقارب في زيادة إنتاجية النبات الواحد بإضافة

كل منهما مع السماد المعدني أو بإضافتهما معاً، كذلك كان التأثير متقارباً عند إضافة كل منهما منفرداً كما في المعاملتين (T2، T1).

انعكس كل من انعدام الفروق المعنوية بين الصنفين أغريا وسبونتا في عدد الدرنات المتشكلة عند النبات الواحد، والتفوق المعنوي للصنف أغريا على الصنف سبونتا في وزن الدرنة على إنتاجية النبات الواحد (الجدول 7)، فقد تفوق الصنف أغريا معنوياً في إنتاجية النبات الواحد على الصنف سبونتا على الترتيب (920.34، 846.44 غ/نبات).

الجدول (7): تأثير معاملات التجربة في متوسط إنتاجية النبات الواحد (غ/نبات) لصنفي البطاطا العادية- أغريا وسبونتا.

المعاملات	الصنف		متوسط معاملات التسميد
	أغريا	سبونتا	
الشاهد: (تسميد معدني NPK- التوصية السمادية)	839.50 (e)	730.40 (f)	785.00 (d)
المعاملة الأولى: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست	717.50 (f)	624.50 (g)	671.00 (e)
المعاملة الثانية: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	698.00 (fg)	695.10 (fg)	696.60 (e)
المعاملة الثالثة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	887.30 (de)	828.80 (e)	858.10 (c)
المعاملة الرابعة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي معدني (NPK)	1054.90 (b)	953.90 (cd)	1004.40 (b)
المعاملة الخامسة: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	1065.60 (b)	1002.10 (bc)	1033.90 (b)
المعاملة السادسة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	1179.60 (a)	1090.30 (ab)	1135.00 (a)
متوسط الصنفين	920.34 a	846.44 b	
L.S.D 5% (الصنف)= 34.13	L.S.D 5% (المعاملات)= 63.86	L.S.D 5% (المعاملات× الصنف)= 90.30	
%C.V	7.10		

(إن الأحرف غير المتشابهة دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات).

أما فيما يتعلّق بالتفاعل بين معاملات التجربة وصنفي البطاطا العادية أغريا وسبونتا، فيُظهِر الجدول (7) أنّ المعاملات التي أضيف لها الفيرمي كومبوست مع المخصب الحيوي مع السماد المعدني (T6)، والتي أضيف فيها المخصب الحيوي مع السماد المعدني (T5)، والتي أضيف لها الفيرمي كومبوست مع السماد المعدني (T4)، أعطت أعلى إنتاجية للنبات الواحد عند كلا الصنفين أغريا وسبونتا حيث بلغت (1179.60، 1065.60، 1054.90 غ/نبات؛ 1090.30، 1002.10، 953.90 غ/نبات) على الترتيب، مما يُشير إلى أن كل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي ساهما مع السماد المعدني في تأمين احتياج النباتات من العناصر

الغذائية والمركبات الضرورية للنمو وزيادة الإنتاجية مقارنةً مع الشاهد (تسميد معدني فقط) عند كلا الصنفين (839.50، 730.40 غ/نبات) على الترتيب.

4- الإنتاجية (كغ/دونم): سلكت إنتاجية الدونم سلوك إنتاجية النبات الواحد (الجدول 8).

الجدول (8): تأثير معاملات التجربة في متوسط إنتاجية وحدة المساحة (كغ/دونم) لصنفي البطاطا العادية- أغريا وسبونتا.

المعاملات	الصنف		متوسط معاملات التسميد
	أغريا	سبونتا	
الشاهد: (تسميد معدني NPK- التوصية السمادية)	3731.00 (e)	3246.00 (f)	3489.00 d
المعاملة الأولى: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست	3189.00 (f)	2776.00 (g)	2982.00 e
المعاملة الثانية: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	3102.00 (fg)	3089.00 (fg)	3096.00 e
المعاملة الثالثة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1	3944.00 (de)	3684.00 (e)	3814.00 c
المعاملة الرابعة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ تسميد أرضي معدني (NPK)	4688.00 (b)	4240.00 (cd)	4464.00 b
المعاملة الخامسة: إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	4736.00 (b)	4454.00 (bc)	4595.00 b
المعاملة السادسة: تسميد أرضي بالفيرمي كومبوست+ إضافة أرضية ورش ورقي بالمخصب الحيوي EM1+ تسميد أرضي معدني (NPK)	**5243.00 (a)**	**4846.00 (ab)**	**5044.00 a**
متوسط الصنفين	**4090.43 a**	3762.14 b	
L.S.D 5% (الصنف)= 151.70	**L.S.D 5% (المعاملات)= 283.80**	**L.S.D 5% (المعاملات× الصنف)= 401.40**	
%C.V	**7.10**		

(إن الأحرف غير المتشابهة دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات).

تعزى زيادة وزن الدرنة وإنتاجية النبات الواحد والإنتاجية في المعاملات (الثالثة، والرابعة، والخامسة، والسادسة) إلى مساهمة كل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي في زيادة النمو

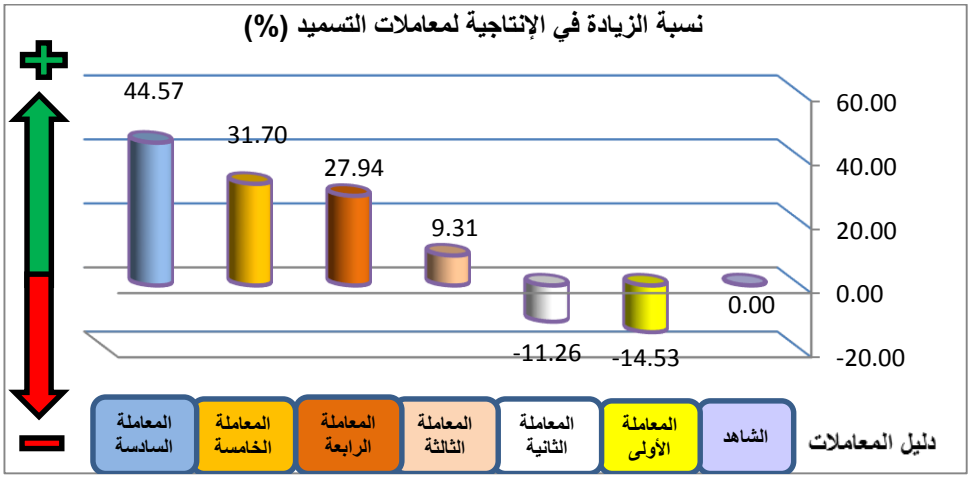
الخضري للنبات، والذي انعكس على زيادة الإنتاجية بشكل واضح؛ فسماد الفيرمي كومبوست يعمل على تحسين بنية التربة والنشاط البيولوجي فيها بتعزيز نمو بكتريا الأكتينومايسيتات فيها، مما يُسهّل تشكل عدد أكبر من الدرنات (النجداوي وآخرون، 2021)، كما يُساهم أيضاً في جاهزية المادة العضوية والبوتاسيوم في التربة (الجنابي، 2025)، وتوفير العناصر المعدنية الأساسية كالفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم بشكلها المتاح ويُعزز من امتصاصها وانتقال نواتج عملية التركيب الضوئي إلى أماكن تخزينها في الدرنات المتشكلة مما يؤدي إلى زيادة وزنها وحجمها (Nagavallemma *et al.*, 2004).

تساهم الكائنات الدقيقة الفعالة أيضاً بتنشيط إفراز بعض المواد المحفزة لعمل الهرمونات داخل النبات، إضافةً إلى دور هذه الإفرازات في خفض pH التربة وزيادة تحلل المادة العضوية فيها وإتاحتها للنبات، مما يعطي فرصة أكبر للاستفادة من العناصر الغذائية المتوفرة في التربة (الطشاني، 2024)، وجميع هذه العناصر الغذائية المتاحة لعبت دورها داخل النبات وأدت وظائفها بتحفيز نمو الدرنات وزيادة عددها ووزنها وحجمها وزيادة الإنتاجية. فالبوتاسيوم يساهم في انتقال نواتج التمثيل الضوئي (المواد الكربوهيدراتية) إلى أماكن تخزينها في الدرنات، كما يشجع انقسام الخلايا ونمو الأنسجة في الدرنات، إضافةً لدوره في تكوين مركبات عالية الوزن الجزيئي كالبروتينات (ياسين، 2001)، أما الفوسفور فإنه يشجع نمو الجذور، مما يساعد النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة بشكل أفضل كما أنه يدخل في تركيب الأحماض النووية RNA، DNA ويساعد في انقسام الخلايا وتكوينها (سلوم، 2022).

تتفق النتائج السابقة مع نتائج كل من (Tabatabai *et al.*, 2014)، ومع نتائج (Gul and Gidik, 2024)، ومع (Paswet and Sharma, 2023). ومع (حسين وآخرون، 2016)، ومع (منصور، 2017)، ومع (بوراس وآخرون، 2019)، كما تتفق مع نتائج (Alam *et al.*, 2007).

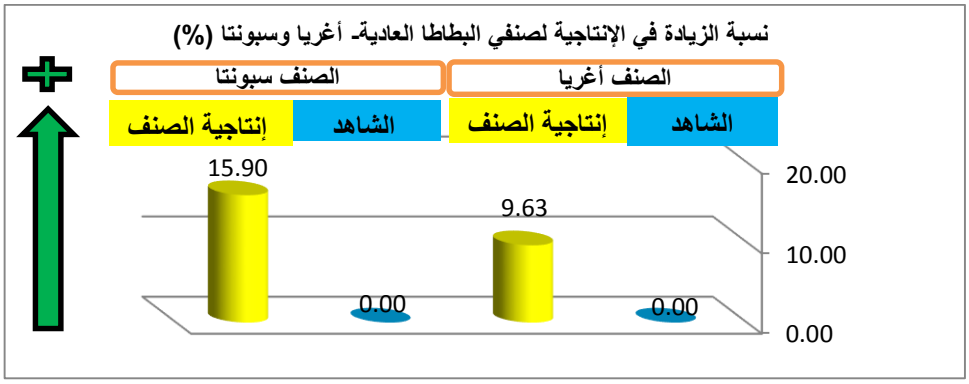
6- نسبة الزيادة في الإنتاجية (%): يُظهر الشكل (1) أنّ الإنتاجية في معاملتي إضافة كل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي منفردين (T1، وT2) انخفضت مقارنةً مع الشاهد على

الترتيب بنسبة (−14.53، −11.26%)، في حين أنها ارتفعت عند إضافتهما معاً أو إضافة كل منهما مع السماد المعدني أو إضافتهما معاً مع السماد المعدني في المعاملات (T3، وT4، وT5، وT6)، مقارنةً مع الشاهد (T0) بنسبة (9.31، 27.94، 31.70، 44.57%) على الترتيب.



الشكل (1): نسبة الزيادة في إنتاجية معاملات التجربة مقارنةً مع الشاهد

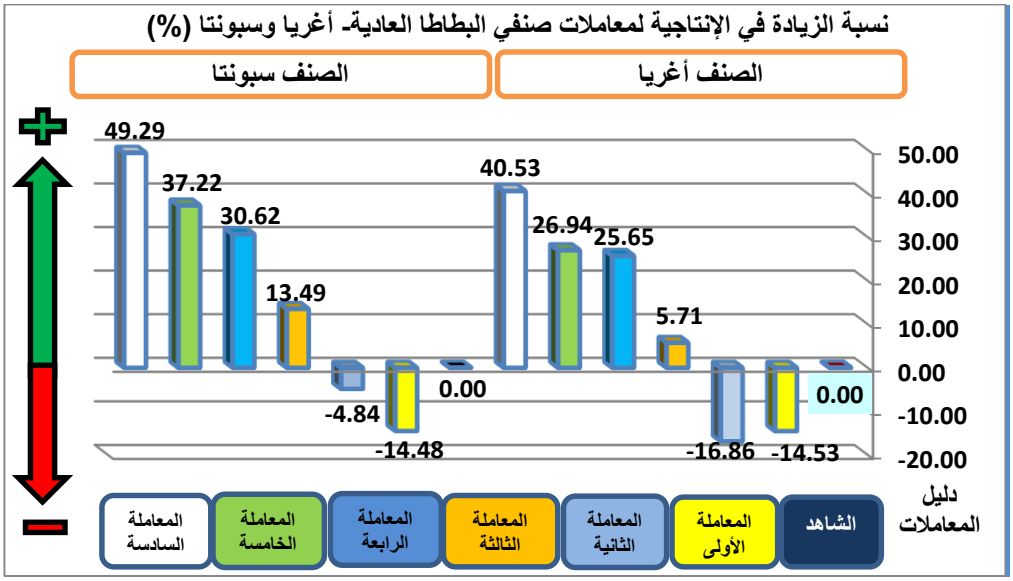
أظهر الصنف أغريا تفوقاً في الإنتاجية على الصنف سبونتا (الشكل 2)، فقد بلغت نسبة الزيادة في إنتاجيتهما مقارنةً مع الشاهد (9.63، 15.90%) على الترتيب.



الشكل (2): نسبة الزيادة في إنتاجية صنفي البطاطا العادية– أغريا وسبونتا مقارنةً مع الشاهد

يُظهر الشكل (3) أن إضافة الفيرمي كومبوست منفرداً أو المخصب الحيوي منفرداً لم تؤدِ إلى زيادة الإنتاجية مقارنةً مع الشاهد عند كلا صنفي التجربة- أغريا وسبونتا، في حين أن إضافتهما معاً أعطى زيادة في الإنتاجية مقارنةً مع الشاهد بلغت عند الصنفين أغريا وسبونتا (5.71، 13.49%) على الترتيب ، كما أن إضافة كل منهما على حدة مع السماد المعدني (المعاملتين الرابعة والخامسة) أدى إلى زيادة واضحة في الإنتاجية مقارنةً مع الشاهد للصنفين أغريا وسبونتا (25.65، 30.62؛ 26.94، 37.22%) على الترتيب ، في حين تحققت أكبر نسبة زيادة في الإنتاجية عند إضافتهما معاً مع السماد المعدني (المعاملة السادسة) للصنفين أغريا وسبونتا (40.53، 49.29%) على الترتيب.

يُظهر الشكل (3) أيضاً أن نسبة الزيادة في الإنتاجية مقارنةً مع الشاهد عند معاملات الصنف سبونتا كانت أعلى مقارنة مع مثيلاتها عند الصنف أغريا.



الشكل (3): نسبة الزيادة في إنتاجية معاملات التجربة لصنفي البطاطا العادية- أغريا وسبونتا مقارنةً مع الشاهد.

الاستنتاجات:

من خلال استعراض نتائج البحث يمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

1 – أظهرت إضافة الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي EM1 معاً أو إضافة كل منهما مع السماد المعدني أو إضافتهما معاً مع السماد المعدني فارقاً معنوياً مقارنةً مع إضافة كل منهما على حدة ومع الشاهد (سماد معدني– التوصية السمادية) زيادة في الإنتاجية.

2 – تفوق الصنف أغريا على الصنف سبونتا في الإنتاجية.

3 – تشابه سلوك كلا الصنفين أغريا وسبونتا تحت تأثير معاملات التجربة حيث تفوقت المعاملات (السادسة، والخامسة، والرابعة، والثالثة) مقارنةً مع الشاهد في أغلب المؤشرات الإنتاجية المدروسة عند كلا الصنفين أغريا وسبونتا وأعطت المعاملة السادسة عند كلا الصنفين أفضل إنتاجية للنبات الواحد ولوحدة المساحة.

المقترحات:

ننصح ونشجع مزارعي صنفي البطاطا العادية– سبونتا وأغريا بالآتي:

– إضافة الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي والسماد المعدني NPK (حسب التوصية السمادية) معاً للحصول على زيادة في الإنتاجية للصنفين أغريا وسبونتا.

– إضافة كل من الفيرمي كومبوست أو المخصب الحيوي مع السماد المعدني NPK (حسب التوصية السمادية)، للحصول على زيادة في الإنتاجية.

– إضافة كل من الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي معاً، لكونها تغني عن إضافة السماد المعدني NPK (حسب التوصية السمادية)، وتؤدي إلى الحصول على ذات الإنتاجية.

– إجراء دراسة معمقة لإضافة الفيرمي كومبوست والمخصب الحيوي بمستويات مختلفة وعلى محاصيل أخرى.

المراجع العلمية المستخدمة:

I– المراجع العربية:

1- الجنابي، ناصر كعود رحمن. (2025). تأثير إضافة الفيرمي كمبوست والبرلايت المدعم بسماد NPK النانوي في نمو وحاصل البطاطا وبعض صفات التربة. رسالة ماجستير- قسم علوم التربة والموارد المائية. كلية الزراعة. جامعة ديالى. العراق.

2- الطشاني، أبو بكر عبد القادر. (2024). استخدامات المخصب الحيوي بكتيريا EM1، تقرير مؤسسة المهندسين الاستشاريين https://agriceg.com/bacteria-em1، ليبيا.

3- النجداوي، ريم؛ جدع، لارا؛ دانيال، سارة. (2021). الأسمدة الخضراء. الأمم المتحدة (إيسكوا). 26 ص.

4- بوراس، متيادي؛ زيدان، رياض؛ عيسى، ريم. (2019). تأثير المعاملة بالمخصب الحيوي EM1 في نمو وإنتاجية البطاطا. مجلة جامعة تشرين. العلوم البيولوجية. المجلد (41)- العدد (3). ص: 48- 59.

5- حسين، محمد جابر؛ عباس، جمال أحمد؛ حمزة، أسيل هادي. (2016). تأثير المحفز الحيوي EM1 والمحفز الهرموني Biozyme في نمو وحاصل البطاطا *Solanum tuberosum* L.. مجلة الفرات للعلوم الزراعية المجلد (8). العدد (3). ص:41- 46.

6- سلوم، محمد عبيد. (2022). خصوبة التربة (الجزء النظري). كلية الزراعة –جامعة الأنبار. العراق. ص 7.

7- عبد الحميد، ع. ح. ر. (2016). **إنتاج محصول البطاطس**. قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة دمنهور. مصر. ص 81.

8- منصور، راما جهاد. (2017). دراسة تأثير المخصب الحيوي EM1 في نمو وإنتاج البطاطا ونوعية الدرنات. رسالة ماجستير- قسم البساتين- كلية الزراعة- جامعة تشرين. 67 ص.

9- موسى، زينات؛ الحج حسن، صلاح؛ هيلان، خريستو؛ بصل، علي. (2008). البطاطا. مشروع التنمية الزراعية الممول من الاتحاد الأوروبي، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة، لبنان، ص 37.

10- وصفي، عماد الدين حسين. (1998). فسيولوجيا النبات. كلية الزراعة- جامعة الإسكندرية. منشورات المكتبة الأكاديمية. جمهورية مصر العربية. 646 ص.

11- ياسين، بسام طه. (2001). أساسيات فيزيولوجيا النبات. قسم العلوم البيولوجية- كلية العلوم- جامعة قطر. 634 ص.

II- المراجع الأجنبية:

12– Alam, M. N.; Jahan, M. S.; Ali, M. K.; Ashraf, M. A. and Islam, M. K. (2007). Effect of Vermicompost and Chemical Fertilizers on Growth, Yield and Yield Components of Potato in Barind Soils of Bangladesh. Journal of Applied Sciences Research. Volume (3). Issue 12. P: 1879– 1888.

13- Choudhary, K Anil; Rahi, Shakuntla; Singh, Amar; Yadav, DS. (2010). Effect of Vermi-compost and Biofertilizers on Producytivity and Profitability in Potato in North-Western Himalayas. Current Advances in Agricultural Sciences 2 (1). P: 18- 21.

14– FAO. (2023). FAOSTAT Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

15– Gul, Volkan; Gidik, Betul. (2024). The Effect of Different Doses of Liquid Vermicompost Application on Yield and Yield Components of Some Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties. Pak. J. Bot. 56 (2). P: 685- 690.

16- Joshi,H., Somdutt, & Chaudhary, P. (2025). Comprehensive analysis of effective microorganisms: Impacts on soil, plants, and the environment. Journal of environmental Biology.

17- Li, P. H. (2012). Potato physiology. Academic Press, Elsevier, San Diego, USA. 602 P.

18– Munroe, Glenn. (2017). Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture. Organic Agriculture Centre of Canada. P: 57.

19– Nagavallemma, KP.; Wani, SP.; Stephane, Lacroix; Padmaja, VV.; Vineela, C.; Babu Rao, M.; and Sahrawat, KL. (2004). Vermicomposting: Recycling Wastes into Valuable Organic Fertilizer. An Open Access Joumal Published by ICRISAT. Volume (2). Issue 1. P: 1– 16.

20- Oyege, I., & Bhaskar, M. S. B. (2023). Effects of beneficial microorganisms on soil and plant health. Soil Systems, 7(4) 101.

21– Paswet, Dapoisalan. Sharma, Chandra Kant. (2023). Impact of FYM, Vermicompost and Bio-Fertilizers on Growth, Yield and Quality of Potato (*Solanum tuberosum* L.). Plant Archives. Volume (23). No (2). P: 43- 47. e-ISSN: 2581-6063 (online), ISSN: 0972-5210.

22- Patel, K. K., Singh, P., & Shah, A. K. (2024). Role of effective microorganisms (Em) in sustainable agriculture. International Journal of Plants & Soil Science, 36(12), 688–693.

23- Pęksa, A., Miedzianka, J., Nemś, A., & Kita, A. (2018). The comparison of selected physicochemical properties of French fries from different potato varieties. Food Research International, 106, 139–147.

24- Salaman, R. N. (2021). The history and social influence of the potato (Revised ed.). Cambridge University Press.

25–Tabatabai, Ali; Arshad, Mousa; Naderi, Mohammad Reza. (2014). Effect of Bio-Fertilization on Yield of Potato Cultivar Marfona. International Journal Advanced Biological and Biomedical Research. Volume (2). Issue (2). P: 272- 278.

26–Turk, H. A. Munem. (2023). Response of Tow Potato Cultivars to Spraying with Biozyme-TF and Azosprillum on Some Growth and Yield Indicators. Fifth International Conference for Agricultural and Environment Sciences. IOP Coference Series: Earth and Environmental Science 1158. P: 1- 8.

27– Zandi, P.; Cetzal Ix, W. (2014). Solanaceae: The nightshade family. The Encyclopedia of Earth. P: 20.