استجابة نباتات البطاطا العادية صنف – سبونتا للتسميد بالمخصب الحيوي

م. فوز محمد الأحمد[1] أ. د. محمد نبيل الأيوبي[2] د. أسامة العبد الله[3]

الملخص

نفذ البحث في العروة الربيعية للعامين (2020، 2021 م) في مركز البحوث العلمية الزراعية (قرية الدوير – محافظة حمص)، بهدف دراسة أثير التسميد بالمخصب الحيوي (بارفار) في مؤشرات النمو الخضري والمؤشرات الإنتاجية لصنف البطاطا العادية (سبونتا). شملت التجربة ثلاث معاملات إضافة إلى الشاهد (شاهد: NPK معدني– التوصية السمادية المقترحة، المعاملة الأولى: مخصب حيوي+ 75% NPK معدني من التوصية السمادية، المعاملة الثانية: مخصب حيوي + 50 % NPK معدني من التوصية السمادية، المعاملة الثالثة: مخصب حيوي+25 % NPK معدني من التوصية السمادية)، وقد أضيف المخصب الحيوي مع مياه الري بمعدل (20 غ/ ل)، مع مستويات عديدة (25، 50، 75 %) من التوصية السمادية المعدنية NPK على دفعتين (الأولى: بعد الإنبات بثلاثة أسابيع، والثانية: بعد شهر ونصف من الدفعة الأولى).

اتبع في التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وتم تحليل معطيات التجربة باستخدام البرنامج الإحصائي (Genestat 12)، وتمت المقارنة بين المتوسطات بحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية (5%).

بينت النتائج أن المخصب الحيوي أدى دور المكمل الغذائي، فقد تفوقت جميع معاملات المخصب الحيوي على الشاهد في غالبية مؤشرات النمو الخضري والإنتاجية.

بالرغم من انخفاض معدل السماد المعدني عن التوصية السمادية المقترحة، فقد بلغت نسبة الزيادة في الإنتاجية مقارنة مع الشاهد في المعاملات (الأولى، الثانية، الثالثة) (58.7، 46.6، 37.3 %) على الترتيب.

الكلمات المفتاحية: البطاطا العادية، المخصب الحيوي، النمو الخضري، الإنتاجية.

1– فوز الأحمد: طالبة دكتوراه.

2– أ. د. محمد نبيل الأيوبي: أستاذ في قسم البساتين/ كلية الزراعة/ جامعة حمص.

3- د. أسامة العبدالله: باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق.

Response of Common Potato Plants (Spunta Cultivation) to Biofertilizer Fertilization

Abstract

This research was conducted during the spring growing season of 2020 and 2021 at the Agricultural Scientific Research Center (Al-Duwayr Village, Homs Governorate) to study the effect of fertilization with the biofertilizer Parvar on vegetative growth and yield indicators of the common potato cultivar (Spunta). The experiment included three treatments in addition to a control (control: mineral NPK/recommended fertilizer; treatment 1: biofertilizer + 75% mineral NPK of the recommended fertilizer; treatment 2: biofertilizer + 50% mineral NPK of the recommended fertilizer; treatment 3: biofertilizer + 25% mineral NPK of the recommended fertilizer). The biofertilizer was added to the irrigation water at a rate of 20 g/L, with several levels (25%, 50%, and 75%) of the recommended mineral NPK fertilizer in two applications (the first application was three weeks after germination, and the second was one and a half months after the first application). The experiment followed a completely randomized block design. Data were analyzed using the Genestat 12 statistical software, and means were compared using LSD at a significance level of 5%.

The results showed that the biofertilizer acted as a nutrient supplement, with all biofertilizer treatments outperforming the control in most vegetative growth indicators. Despite the mineral fertilizer application rate being lower than the recommended amount, the increase in productivity compared to the control was 58.7%, 46.6%, and 37.3% in treatments 1, 2, and 3, respectively.

Keywords: Common potato, biofertilizer, vegetative growth, productivity.

مقدمة:

تتبع البطاطا العادية *Solanum tuberosum* L. إلى الفصيلة الباذنجانية Solanaceae، وتعد من الخضراوات ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة [1]، فهي تزرع في مختلف أنحاء العالم، ويعتقد أن موطنها الأصلي هو أمريكا الجنوبية (بوليفيا، البيرو، الإكوادور، تشيلي، الأرجنتين، كولومبيا) [10].

تحتوي درنات البطاطا العادية على قيمة غذائية عالية ومحتوى من الطاقة، فهي تحتوي على كميات جيدة من المواد الكربوهيدراتية (17غ)، كما تعد مصدراً هاماً للعديد من العناصر الغذائية: البروتين (2 غ)، الحديد (0.6 مغ/ 100 غ)، البوتاسيوم (4.7 مغ/ 100 غ)، الفوسفور (53 مغ/ 100 غ)، الثيامين (0.1 مغ/ 100 غ)، الريبوفلافين 0.48 مغ/ 100 غ)، النياسين (1.5 مغ/ 100 غ)، حامض الاسكوربيك (20 مغ/ 100 غ)، كما تحتوي البطاطا على معظم العناصر التي يفتقر إليها الحليب مثل: الحديد، النحاس، المنغنيز، اليود، ولكنها فقيرة في الكالسيوم [6].

تدخل درنات البطاطا العادية في الوجبات اليومية لجميع الشعوب، من خلال تعدد الأطباق التي يمكن تحضيرها منها [12]، كما تستخدم الدرنات في استخراج الدقيق والنشاء، وفي عملية لتخمير لاستخراج الكحول وبعض الأحماض العضوية، وتستخدم أيضاً في تغذية الحيوانات [10]، تحتاج نباتات البطاطا العادية إلى جو معتدل، إذ تتأرجح درجة الحرارة المثلى لنموها بين 21– 24 مْ، وتنمو بشكل جيد في التربة الرملية والخفيفة بصورة عامة، كما تحتاج لتوفر رطوبة مرتفعة في التربة والهواء معاً، وتتطلب في مرحلة النمو الخضري لنهار طويل بينما ولنهار قصير في مرحلة تشكل الدرنات، كما تحتاج إلى كميات كبيرة من العناصر الغذائية خلال مرحلة النمو والتطور [14].

مبررات البحث وأهدافه:

نظراً للمبالغة من المزارعين في إضافة الأسمدة المعدنية رغبة في زيادة الإنتاجية، وما يترتب على ذلك من تأثير سلبي على البيئة وصحة الإنسان، فإنه من الضروري الحد أو التقليل ما أمكن من استخدامها باستبدالها بالأسمدة الحيوية المستخدمة بكميات ضئيلة، لذا هدف البحث إلى:

1- دراسة تأثير التسميد بالمخصب الحيوي في المؤشرات الخضرية لنبات البطاطا العادية.

2- دراسة تأثير التسميد بالمخصب الحيوي في المؤشرات الإنتاجية لنبات البطاطا العادية

الدراسة المرجعية:

إن التكلفة العالية للأسمدة المعدنية، وما يرتبط بها من مخاطر بيئية وصحية، تستلزم البحث عن مصادر بديلة لتوفير احتياجات النباتات والحصول على إنتاجية عالية دون أي تأثير سلبي على البيئة. ويمكن أن يُسهم استخدام المواد البديلة كالأسمدة الحيوية في توفير احتياج النباتات من العناصر الغذائية في التربة، وقد ثبت أن الأسمدة الحيوية كبكتيريا الآزوتوباكتر والفوسفور (PSB)، تُعدّ مدخلات مهمة لتحسين صحة التربة وخصوبتها، بما يضمن استدامة إنتاج المحاصيل. لذا يتجه التفكير العلمي والمنهجي حديثاً إلى زيادة الإنتاج في وحدة المساحة، مع إدخال بدائل للسماد المعدني، إذ تكمن الآثار السلبية للتسميد المعدني في استهلاك نباتات المحاصيل لأقل من نصف كمية السماد المضاف، وتثبت الجزء المتبقي في التربة أو رشحه مع مياه الري أو الأمطار إلى المياه الجوفية، مما يساهم في تلوث المياه الجوفية، وبالتالي فإن إدخال أسلوب الزراعة النظيفة (حيوي، أو عضوي، أو كليهما) يضمن الحفاظ على التربة، وتحسين خصائصها، وإنتاج غذاء صحي وآمن، وقد أصبح استخدام الأسمدة الحيوية من التطبيقات الواعدة لزيادة نمو النباتات وإنتاجيتها كماً ونوعاً [2]، [4].

تعرف الأسمدة الحيوية بأنها مستحضرات كائنات دقيقة مفيدة، تضاف إلى التربة، يمكنها تزويد النباتات بجزء كبير من احتياجاتها الغذائية، عن طريق تحويلها من مواد غير متاحة إلى مواد يستطيع النبات امتصاصها والاستفادة منها [5].

قارن [7] تأثير كل من المخصب الحيوي EM1 والمحفز الهرموني Biozyme بتركيز (2 مل/ ل) في نمو البطاطا العادية وإنتاجيته بالشاهد بدون إضافة. أظهرت النتائج أن استعمال المخصب الحيوي بمعدل 3 رشات، أثر بشكل معنوي في كل من ارتفاع النبات، عدد الأوراق، عدد الدرنات، إنتاجية النبات الواحد، الإنتاجية الكلية، فقد بلغت على الترتيب (40.66 سم، 48.70 ورقة/ نبات، 7.78 درنة/ نبات، 0.76 كغ/ نبات، 35.4 طن/ هـ)، مقارنة مع الشاهد على الترتيب (31.20 سم، 39.40 ورقة/ نبات، 6.22 درنة/ نبات، 0.56 كغ/ نبات، 26.72 طن/ هـ).

درس [9] تأثير كل من التسميد المعدني والعضوي والحيوي في نمو البطاطا العادية وإنتاجيتها، أظهرت النتائج تفوق المعاملتين اللتين استخدمتا السماد العضوي والحيوي مع نقع الدرنات في السماد العضوي- الحيوي السائل معنوياً في الإنتاجية على الترتيب (42.63 ، 8341 كغ/ هـ)، كما تفوقت المعاملة T3 على المعاملة T4 على الترتيب (40.13، 3923 كغ/ هـ).

درس [21] تحسين إنتاجية نبات البطاطا العادية من خلال مصادر الأسمدة البوتاسية رشاً عل الأوراق، والأسمدة الحيوية التي تحتوي على بكتيريا Bacillus (وهي جنس من البكتيريا النافعة، تعمل على تكوين روابط بين جذور النبات ومناطق انتشارها، وتنشئ أغشية خلوية تغذي جذورها)، وقد أضيفت البكتيريا عند الإنبات، ثم بعد أسبوع لضمان فعاليتها. وقد أوضحت الدراسة أن النباتات المعاملة بالسماد الحيوي أعطت أفضل النتائج وتفوقت معنوياً على الشاهد في كل من ارتفاع النبات، عدد السوق، حيث

بلغت (76.23 سم، 3.75 ساق/ نبات، 65.31 طن/ هـ) على الترتيب، بينما انخفضت في الشاهد إلى (55.32 سم، 2.56 ساق/ نبات، 48.71 طن/ هـ).

درس [22] تأثير إضافة ثلاثة مستويات (220، 330، 440 مل/ هـ) من السماد الحيوي (نيتروكارا المحتوي على بكتيريا أوزورهيبيوم، مع مياه الري بعد شهر من الزراعة، والشاهد بدون إضافة، على أداء البطاطا العادية (صنف مانورفا). أظهرت النتائج تفوق التركيز (440 مل/ هـ) في الإنتاجية (26.95 طن/ هـ)، مقارنة مع الشاهد (18.03 طن/هـ).

درس [19] استجابة نباتات البطاطا العادية للمخصب الحيوي (بكتيريا محللة للآزوت والفوسفور Azotobacter and phosphate subilizing bacteria) بتركيز (10 مل/ ل)، وقد تمت الإضافة مع مياه الري بعد شهر من الإنبات، وعلى ثلاث دفعات بفاصل 15 يوم بين الدفعة والأخرى. أظهرت النتائج تفوق المعاملة مخصب حيوي+ نقع الدرنات في اليوريا 1 %+ إضافة 80 % من التوصية السمادية N.P.K) في كل من عدد الأوراق، وارتفاع النبات على الترتيب (71.85 ورقة/ نبات، 60.94 سم)، مقارنة مع الشاهد على الترتيب (64.1 ورقة/ نبات، 43.5 سم). إلا أن أعلى إنتاجية (18.3 طن/هـ)، نتجت من تطبيق المعاملة (مخصب حيوي+ 100% N.P.K+ نقع الدرنات باليوريا 1%)، في حين بلغت عند الشاهد (11.3 طن/ هـ).

قارن [15] استجابة نباتات صنف البطاطا العادية –أريزونا) لمعاملات عديدة [الشاهد: بدون إضافة، الأولى: إضافة فطر Mycorrhizae بكمية 25 غ/ درنة، الثانية: إضافة فطر Trichoderma بكمية 4 غ/ درنة، الثالثة: إضافة فطر Mycorrhizae وفطر Trichoderma معاً]، واستنتج تفوق المعاملة الثالثة على بقية المعاملات في كل من عدد السوق الهوائية، المسطح الورقي، عدد الدرنات، الإنتاجية، على الترتيب (4.92 ساق/ نبات، 183 دسم^2/ نبات، 10.5 درنة/ نبات، 57.87 طن/ هـ)، مقارنة مع الشاهد (3.16 ساق/ نبات، 156.9 دسم^2/ نبات، 9.13 درنة/ نبات، 41.91 طن/ هـ) على الترتيب.

قارن [17] تأثير غمر درنات بذار ثلاثة أصناف من البطاطا العادية (سبونتا، ديامونت، كارا)، لمدة ساعة قبل الزراعة بثلاثة أسمدة حيوية (ريزوباكتيرين، ميكروبين، فوسفورين) والشاهد بدون إضافة، أظهرت النتائج بأن المعاملة بالسماد الحيوي (الفوسفورين) أعطت أعلى إنتاجية للهكتار، فقد بلغت أعلى إنتاجية عند الصنف ديامونت (23 طن/ هـ)، في حين بلغت عند الشاهد (15 طن/ هـ).

قارن [8] كل من المخصب الحيوي (EM1) بمعدل (5 مل/ م^3) والسماد المعدني في بعض الصفات الإنتاجية والنوعية للفول السوداني، وقد تمت إضافة المخصب الحيوي بعد ثلاثة أسابيع من تكامل الإنبات، وعلى أربع دفعات خلال عملية ري المحصول، وبفاصل 15 يوم بين الدفعة والأخرى. أظهرت النتائج أن إضافة السماد المعدني (NPK) بمعدل (75 %) مع المخصب الحيوي بمعدل (5 مل/ م^3)، أدت إلى زيادة معنوية في كل من دليل الحصاد، وزن الغلة البذرية، نسبة البروتين في البذور، نسبة الزيت في البذور على الترتيب (34.32 %، 4345 كغ/ هـ، 26.13 %، 42.81 %)، مقارنة مع الشاهد على الترتيب (28.9 %، 3665 كغ/ هـ، 25.21 %، 41.37 %).

مواد البحث وطرائقه:

1- المادة النباتية:

استخدم في البحث صنف البطاطا العادية (سبونتا)، وهو صنف هولندي، نصف مبكر، مرحلة السكون لدرناته متوسطة، درناته متطاولة الشكل وجذابة ومرغوبة في الأسواق، العيون على الدرنات سطحية، الإنتاجية كبيرة في العروة الربيعية، وجيدة في العروة الخريفية، حجم الدرنات كبير جداً، وينصح بتقريب مسافة الزراعة إلى 25 سم، والحصاد المبكر عند الرغبة في الحصول على أكبر كمية من البذار.

2- المخصب الحيوي:

استخدم في البحث المخصب الحيوي (Barvar)، يحتوي على بكتيريا تستطيع تحويل الآزوت إلى الحالة الذوابة للاستفادة منه من قبل النبات، ونوعين من البكتيريا المحللة للفوسفات، ونوعين من البكتيريا محللة للبوتاسيوم، وقد تمت إضافته مع مياه الري بمعدل (20 غ/ ل) مع مستويات عديدة (25، 50، 75 %) من التوصية السمادية المعدنية على دفعتين وفقاً لتوصيات الشركة المصنعة:

- الدفعة الأولى: بعد الإنبات بثلاثة أسابيع.
- الدفعة الثانية: بعد شهر ونصف من الدفعة الأولى.

يجمع المخصب الحيوي (Barvar) بين الأسمدة النيتروجينية بارفار-1، والأسمدة الفوسفاتية بارفار-2، والأسمدة البوتاسية بارفار-2، لتوفير الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم في التربة بصورة آمنة للإنسان والنبات والبيئة.

- **الأسمدة النيتروجينية بارفار-1:** يعد عنصر النيتروجين أحد أهم العناصر الغذائية التي تحتاج إليها النباتات، ويلعب دوراً مهماً في تشكل الأحماض الأمينية والبروتينات، ويكون جزءاً من النظام الأساسي للكلوروفيل في الأوراق، ويؤدي نقصه في النبات إلى غياب اللون الأخضر من الأوراق، وانخفاض نموها. ويشكل النيتروجين 80 % من الغلاف الجوي، إلا أنه لا بد أن يتحول بواسطة البكتيريا الموجودة في التربة إلى الأشكال القابلة للامتصاص (النترات والأمونيوم)، وتدعى هذه العملية بالتثبيت البيولوجي للآزوت، وتحتوي الأسمدة الحيوية النتروجينية على البكتيريا الآزوتية (Azotobakter)، وهو جنس من البكتيريا الرمية التي تستطيع تحويل الآزوت من حالته الغازية إلى شكل ذواب يمكن الاستفادة منه من خلال عملية تثبيت الآزوت.

الأسمدة الفوسفاتية بارفار-2: يحتاج النبات للفوسفور بكميات كبيرة، وبسبب تثبيت الفوسفور في التربة، فإن النبات يحتاج لإضافة كميات أكبر منه لسد احتياجاته، ويعد استخدام البكتيريا المحللة للفوسفات حلاً فعالاً لتخفيض استهلاكه، وخفض التلوث البيئي. يحتوي هذا السماد على نوعين من البكتيريا المحللة للفوسفور، الذين يسببان تجزئة المواد الفوسفورية غير القابلة للذوبان في محلول التربة،

من خلال إفراز الأحماض العضوية وأنزيم الفوسفاتين، وبالنتيجة تتحقق إمكانية امتصاص العنصر المطلوب من قبل النبات.

الأسمدة البوتاسية بارفار-2: يعد البوتاسيوم العنصر الثالث الأكثر استهلاكاً من قبل النباتات، ويلعب دوراً رئيساً في نموها، ويتم امتصاصه بشكل أيونات، وله دور مهم في التركيب العضوي، والنشاطات الأنزيمية، ونقل المواد بين الأنسجة والأعضاء، وامتصاص الماء والنتح، والمقاومة للملوحة والجفاف. يشتمل هذا السماد على نوعين من البكتيريا المحللة للبوتاسيوم، يسببان تجزئة مركبات البوتاسيوم غير القابلة للذوبان في التربة التي تنمو فيها الجذور، ويؤديان إلى الامتصاص الأمثل للبوتاسيوم.

1- مكان إجراء البحث:

أجري البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحمص، ويقع في قرية الدوير إلى الشمال من مدينة حمص على بعد 3 كم عن مركز المدينة، ويرتفع عن سطح البحر 487 م، ويتبع منطقة الاستقرار الأولى (معدل الهطول المطري السنوي 439 ملم)، يتميز مناخ الموقع بأنه متوسطي معتدل، تربته طينية، خفيفة الحموضة، (الجدول 1).

الجدول (1): التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة موقع إجراء البحث في موسمي الزراعة (2020، 2021 م).

الموسم	توزع حجم جزيئات التربة			قوام التربة	النتروجين المتاح (PPM)	الفوسفور المتاح (PPM)	البوتاس المتاح (PPM)	pH	EC ميليموز	Caco3 %
	رمل %	سلت %	طين %							
الأول	29	15	56	طينية	14.26	20.8	197.7	7.88	0.33	4.61
الثاني	30	10	60	طينية	11.46	22	200.7	8.23	0.17	4.61

(مركز البحوث العلمية الزراعية- مديرية الموارد الطبيعية بحمص)

لقد كانت التوصية السمادية المقترحة بناءً على التحليل لتربة موقع إجراء البحث هي: (12 غ/ م^2 سلفات البوتاسيوم K_2SO_4 (50 % K_2O) 15.6 غ/ م^2 يوريا على دفعتين $CO(NH_2)_2$ (46 % N)، ولا حاجة لإضافة الفوسفور كون التربة محتواها جيد منه.

4- معاملات التجربة:

استخدم في البحث المخصب الحيوي (بارفار)، إضافة مع مياه الري بمعدل (20 غ/ ل) وفق المعاملات الآتية:

الشاهد: N معدني + P معدني + K معدني وفق التوصية السمادية (سلفات البوتاسيوم، سوبر فوسفات ثلاثي، يوريا)، (15، 17، 30 كغ/ دونم).

المعاملة الأولى: مخصب حيوي + 75 % NPK معدني من التوصية السمادية (11.25، 12.75، 22.5 كغ/ دونم).

المعاملة الثانية: مخصب حيوي + 50 % NPK معدني من التوصية السمادية (7.5، 8.5، 15 كغ/ دونم).

المعاملة الثالثة: مخصب حيوي + 25 % NPK معدني من التوصية السمادية (3.75، 4.25، 7.25 كغ/ دونم).

5- العمليات الزراعية:

أ- **تحضير الأرض للزراعة:** حرثت الأرض حراثة عميقة، ثم أضيف زبل الغنم المتخمر بمعدل 3 م^3/ دونم، وقلبت على عمق (30 سم).

ب- طريقة الزراعة: تمت الزراعة الآلية لدرنات البطاطا المقطعة على خطوط بطول 0.24 م، تتباعد عن بعضها (70 سم)، وبمسافة بين الجور ضمن الخط الواحد (30 سم)، كما تم مراعاة ترك مسافة (100 سم) غير مزروعة بين معاملات التجربة (مساحة الوحدة التجريبية 5.04 م^2) تجنباً لانتقال الأسمدة المعدنية مع مياه الري الراشحة.

ج- **موعد الزراعة وعمليات الخدمة الزراعية:** تمت الزراعة في العروة الربيعية في كلا موسمي الزراعة بتاريخ 2020/3/4 و2021/3/10، كما أجريت جميع عمليات الخدمة الزراعية (العزق، التعشيب، التحضين، الري السطحي) تبعاً لاحتياج النباتات والظروف الجوية السائدة خلال فترة التجربة.

6- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

استخدم في التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، بثلاثة مكررات لكل معاملة، و10 نباتات في كل مكرر، وأجري تحليل التباين ANOVA باستخدام البرنامج الإحصائي (Genestat 12)، وتمت المقارنة بين متوسطات معطيات التجربة بحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية (5 %).

القراءات والمؤشرات المدروسة:

أخذت لعشرة نباتات من كل مكرر:

أ- مؤشرات النمو الخضري:

- ارتفاع النبات (سم).
- عدد السوق الهوائية (ساق/ نبات).
- عدد الأوراق (ورقة/ نبات).
- طول الورقة (سم).
- عرض الورقة (سم).
- مساحة المسطح الورقي (سم^2/ نبات): حسبت بطريقة [20]، باستخدام المعادلة الآتية:

مساحة المسطح الورقي= (أقصى عرض للورقة × أقصى طول للورقة) × 0.674 × عدد الأوراق.

إذ أن (0.674): معامل دليل الشكل الخاص لورقة نبات البطاطا العادية.

ب- المؤشرات الإنتاجية:

- إنتاجية النبات الواحد (كغ).
- عدد الدرنات (درنة/ نبات)
- الإنتاجية (كغ/ دونم).
- الزيادة في الإنتاجية (%): حسبت من العلاقة الآتية:

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

النتائج والمناقشة:

أولاً- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في مؤشرات النمو الخضري:

1- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في ارتفاع النبات (سم):

يظهر الجدول (2) تفوق جميع معاملات التجربة معنوياً في ارتفاع النبات على الشاهد، كما تفوقت المعاملة الأولى (مخصب حيوي + 75% NPK) معنوياً على الشاهد، ودون فروق معنوية بينها وبين المعاملة الثانية (مخصب حيوي + 50% NPK)، وتفوقتا معنوياً على المعاملة الثالثة (مخصب حيوي + 25 % NPK)، وقد بلغ ارتفاع النبات في هذه المعاملات والشاهد على الترتيب (53.11، 52.42، 51.53، 49.53 سم) وذلك بسبب تيسير امتصاص النبات للعناصر المغذية من التربة ومشاركتها في زيادة ارتفاع النبات من خلال التشجيع على استمرارية النمو الخضري، وهذا يتوافق مع (حسين وآخرون، 2019) (Yousef *et al.*, 2023).

2- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في عدد السوق الهوائية (ساق/ نبات):

تبين نتائج الجدول (1) عدد السوق الهوائية المتشكلة على النبات الواحد باختلاف معاملات التجربة، إلا أنه لا توجد فروق معنوية بين المعاملات الأولى والثانية والثالثة على الترتيب (مخصب حيوي + 75% NPK، مخصب حيوي + 50 % NPK، مخصب حيوي + 25 % NPK)، كما انعدمت الفروق المعنوية بين جميع المعاملات والشاهد، وقد بلغ عدد السوق الهوائية في هذه المعاملات والشاهد على الترتيب (3.30، 3.22، 2.90، 3.12 ساق/ نبات).

يمكن تفسير ما سبق بأن عدد السوق الهوائية عند صنف البطاطا العادية- سبونتا صفة وراثية، ولم تتأثر بالظروف البيئية.

الجدول (2): تأثير المعاملة بالمخصب الحيوي (بارفار) في ارتفاع النبات وعدد السوق الهوائية لنباتات صنف البطاطا العادية– سبونتا

(العروة الربيعية. متوسط موسمين زراعيين: 2020، 2021 م).

المعاملات	ارتفاع النبات (سم)	عدد السوق الهوائية (ساق/ نبات)
الشاهد: N.P.K معدني	49.53 d	3.12 ab
المعاملة الأولى: مخصب حيوي + N.P.K %75	53.11 a	3.30 a
المعاملة الثانية: مخصب حيوي + N.P.K %50	52.42 ab	3.22 a
المعاملة الثالثة: مخصب حيوي+ N.P.K % 25	51.53 c	2.90 ab
LSD %	0.82	0.58
CV %	0.90	10.60

***إن الأحرف غير المتشابهة ضمن العمود الواحد دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات.**

3- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في عدد الأوراق (ورقة/ نبات):

يعد عدد الأوراق لكل نبات من الخصائص المهمة التي يمكن أن تؤثر على النمو الإجمالي للنبات وقدرته على التمثيل الضوئي، ويؤدي توفير كمية كافية من النتروجين إلى تعزيز نمو الأوراق وزيادة عددها.

يظهر الجدول (3) تفوق المعاملة الأولى معنوياً على كل من الشاهد وبقية المعاملات، تلتها المعاملة الثانية، والتي تفوقت بدورها معنوياً على كل من الشاهد والمعاملة الثالثة، في حين لم تكن الفروق معنوية

بين المعاملة الثالثة والشاهد، وقد بلغ عدد الأوراق عند هذه المعاملات والشاهد على الترتيب (52.46، 51.42، 50.41، 49.88 ورقة/ نبات).

يعزى تأثير المخصب الحيوي في زيادة عدد الأوراق إلى الدور الهام الذي يلعبه في زيادة نسبة العناصر الغذائية المتاحة للامتصاص من قبل جذور النبات، لا سيما الآزوت بفضل البكتيريا الآزوتية (Azotobacter) التي تعمل على تحويل الآزوت من حالته الغازية إلى الحالة السائلة، التي يستفيد منها النبات في عملياته الحيوية، وخصوصاً عملية التمثيل الضوئي [19].

4- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في طول الورقة (سم):

يظهر الجدول (3) ازدياد طول الورقة معنوياً في جميع معاملات التجربة مقارنة مع الشـــاهد، فقد تأرجح طول الورقة بين (22.84 سـم) عند الشـاهد و(27.07 سـم) عند المعاملة الأولى، كما تفوقت المعاملة الأولى معنوياً على الشـــاهد وبقية معاملات التجربة، ولم يكن التفوق معنوياً بين المعاملتين الثانية والثالثة، وقد بلغ طول الورقة عند المعاملات الثلاث والشـاهد على الترتيب (27.07، 26.35، 25.69 22.4 سم) وهذا يتشابه مع [15].

5- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في عرض الورقة (سم):

تفوقت المعاملة الأولى للمخصب الحيوي معنوياً في عرض الورقة (14.96 سم) على كل من الشاهد (13.15 سم) والمعاملتين الثانية والثالثة على الترتيب (14.31، 13.93 سم)، كما تفوقت المعاملة الثانية معنوياً على الشاهد، ولم يكن الفرق معنوياً بينها وبين المعاملة الثالثة، والتي تفوقت بدورها على الشاهد معنوياً (الجدول3).

يعزى الدور الإيجابي للمخصب الحيوي في مؤشرات النمو الخضري لنباتات البطاطا العادية، إلى احتوائها على كائنات حية دقيقة تستطيع تحويل المصادر الغذائية (النتروجين الجوي، الفوسفور غير المتاح للامتصاص) إلى صورة يستفيد منها النبات عند إضافتها إلى التربة بالمعدلات المناسبة، بعد

دخول هذه العناصر إلى النبات تعمل على زيادة النمو الخضري والذي يؤدي إلى زيادة النمو والإنتاجية [3].

6- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في مساحة المسطح الورقي للنبات الواحد (سم^2/ نبات):

تعد مساحة المسطح الورقي لنبات البطاطا العادية عاملاً مهماً يؤثر على التقاط ضوء الشمس والقيام بعملية التمثيل الضوئي، وهو أمر بالغ الأهمية للنمو وإنتاج الدرنات، ولا تعتمد زيادة مساحة الورقة على العوامل الوراثية فحسب، بل تعتمد أيضاً على نيتروجين الورقة [18].

انعكست زيادة كل من عدد الأوراق وطول الورقة وعرضها إيجابياً على مساحة المسطح الورقي للنبات الواحد في المعاملة الأولى للمخصب الحيوي، إذ يلاحظ من الجدول (3) ازدياد مساحة المسطح الورقي في المعاملة الأولى (14356 سم^2/ نبات) معنوياً مقارنة مع كل من الشاهد والمعاملتين الثانية والثالثة على الترتيب (10134، 13120، 12184 سم^2/ نبات)، وتفوقت المعاملتان الثانية والثالثة على الترتيب (13120، 12184 سم^2/ نبات) معنوياً على الشاهد (10134 سم^2/ نبات). وتتشابه النتائج السابقة مع نتائج كل من [7] و [15].

الجدول (3): تأثير المعاملة بالمخصب الحيوي (بارفار) في الصفات البيومترية للأوراق ومساحة المسطح الورقي لنباتات صنف البطاطا العادية- سبونتا

(العروة الربيعية. متوسط موسمين زراعيين:2020، 2021)

المعاملات	عدد الاوراق (ورقة/ نبات)	طول الورقة (سم)	عرض الورقة (سم)	مساحة المسطح الورقي ($سم^2$)
الشاهد: N.P.K معدني	49.88 d	22.84 d	13.15 d	10134 e
المعاملة الأولى: مخصب حيوي + 75% N.P.K	52.46 a	27.07 a	14.96 a	14356 a
المعاملة الثانية: مخصب حيوي+ 50% N.P.K	51.42 b	26.35 bc	14.31 ab	13120 b
المعاملة الثالثة: مخصب حيوي+ 25% N.P.K	50.41 c	25.69 c	13.93 bc	12184 cd
LSD 5%	1.59	1.53	0.41	947.90
CV%	1.50	3.50	1.70	3.70

الأحرف غير المتشابهة ضمن العمود الواحد دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات.

ثانياً- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في المؤشرات الإنتاجية:

1- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في إنتاجية النبات الواحد (كغ):

انعكس التفوق المعنوي للمعاملة الأولى للمخصب الحيوي في مؤشرات النمو الخضري على إنتاجيتها (الجدول 4)، فقد تفوقت في إنتاجية النبات الواحد (1.19 كغ) معنوياً على كل من الشاهد والمعاملة الثالثة للمخصب الحيوي على الترتيب (0.75، 1.03 كغ)، كما تفوقت ظاهرياً على المعاملة الثانية (1.10 كغ).

يلاحظ من الجدول (4) أيضاً عدم وجود فروق معنوية بين المعاملتين الثانية والثالثة وتفوقتا معنوياً على الشاهد على الترتيب (1.10، 1.03، 0.75 كغ).

2- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في الإنتاجية (كغ/ دونم):

يظهر الجدول (4) أن إنتاجية الدونم سلكت سلوك إنتاجية النبات الواحد، فقد انعكس التفوق المعنوي للمعاملة الأولى للمخصب الحيوي في مؤشرات النمو الخضري على إنتاجيتها (الجدول 4)، فقد تفوقت في إنتاجية النبات الواحد (5667 كغ) معنوياً على كل من الشاهد والمعاملة الثالثة للمخصب الحيوي على الترتيب (5238، 4905 كغ).

3- تأثير المخصب الحيوي (بارفار) في عدد الدرنات المتشكلة عند النبات الواحد (درنة/ نبات):

تباين عدد الدرنات المتشكلة عند النبات الواحد باختلاف معاملات التجربة (الجدول 4)، فقد تفوقت المعاملة الأولى معنوياً على الشاهد، في حين انعدمت الفروق المعنوية بين هذه المعاملة والمعاملة الثانية، وتفوقت معنوياً على المعاملة الثالثة، كما تفوقت المعاملتين الثانية والثالثة ظاهرياً على الشاهد، وقد بلغ عدد الدرنات المتشكلة عند النبات الواحد عند كل من المعاملات الأولى والثانية والثالثة والشاهد على الترتيب (9.55، 9.15، 7.80 درنة/ نبات).

وتتشابه النتائج السابقة مع نتائج [19]، الذي بين زيادة إنتاجية نباتات البطاطا العادية نتيجة المعاملة بالمخصب الحيوي

يعزى التأثير الإيجابي للمخصب الحيوي في زيادة عدد الدرنات، ومن ثم زيادة الإنتاجية، إلى دور الأسمدة الحيوية، لا سيما البوتاسية، فضلاً عن الأسمدة الآزوتية، التي تعمل على زيادة فعالية عملية

التركيب الضوئي، وإنتاج المدخرات الغذائية، إذ تعمل البكتيريا المحللة للبوتاسيوم على تيسير مركبات البوتاسيوم الموجودة في التربة، وزيادة امتصاصها من قبل النبات، لتقوم أيونات البوتاسيوم بدورها الهام في التركيب الضوئي، والنشاطات الأنزيمية، ونقل المواد بين الأنسجة والأعضاء، والإشراف على عملية تخزين المدخرات الغذائية في الدرنات [22].

الجدول (4): تأثير المعاملة بالمخصب الحيوي (بارفار) في إنتاجية نباتات صنف البطاطا العادية- سبونتا. (العروة الربيعية. متوسط موسمين زراعيين: 2020، 2021 م).

المعاملات	إنتاجية النبات الواحد (كغ)	عدد الدرنات (درنة/ نبات)	الإنتاجية (كغ/ دونم)
الشاهد: N.P.K معدني	0.75 d	6.50 c	3571 d
المعاملة الأولى: مخصب حيوي + 75% N.P.K	1.19 a	9.55 a	5667 a
المعاملة الثانية: مخصب حيوي+ 50% N.P.K	1.10 ab	9.15 ab	5238 ab
المعاملة الثالثة: مخصب حيوي+ 25% N.P.K	1.03 bc	7.80 b	4905 bc
LSD 5%	**0.14**	**1.61**	**673.20**
CV%	**6.50**	**12.30**	**6.50**

***إن الأحرف غير المتشابهة ضمن العمود الواحد دليل على وجود فروق معنوية بين المعاملات.**

يعزى التأثير الإيجابي للمخصب الحيوي في زيادة عدد الدرنات، ومن ثم زيادة الإنتاجية، إلى دور الأسمدة الحيوية، لا سيما البوتاسية، فضلاً عن الأسمدة الآزوتية، التي تعمل على زيادة فعالية عملية التركيب الضوئي، وإنتاج المدخرات الغذائية، إذ تعمل البكتيريا المحللة للبوتاسيوم على تيسير مركبات البوتاسيوم الموجودة في التربة، وزيادة امتصاصها من قبل النبات، لتقوم أيونات البوتاسيوم بدورها الهام في التركيب الضوئي، والنشاطات الأنزيمية، ونقل المواد بين الأنسجة والأعضاء، والإشراف على عملية تخزين المدخرات الغذائية في الدرنات [22] وتتفق النتائج السابقة مع نتائج كل من [21] و[7].

ثالثاً: الزيادة في إنتاجية معاملات المخصب الحيوي (بارفار) مقارنة مع الشاهد (%):

يظهر الجدول (5) أن جميع معاملات المخصب الحيوي حققت زيادة ملحوظة في الإنتاجية مقارنة مع الشاهد تسميد معدني– المعادلة السمادية المقترحة، وقد بلغ أعلاها في المعاملة الأولى (58.7%)، في حين بلغت في المعاملتين الثانية والثالثة على الترتيب (46.6، 37.3 %).

الجدول (5): الزيادة في إنتاجية معاملات المخصب الحيوي مقارنة مع الشاهد (%).

معاملات المخصب الحيوي	الزيادة في الإنتاجية مقارنة مع الشاهد (%)
المعاملة الأولى **مخصب حيوي + NPK %75**	58.7
المعاملة الثانية **مخصب حيوي + NPK %50**	46.6
المعاملة الثالثة **مخصب حيوي + NPK %25**	37.3

الاستنتاجات

أولاً– لعب المخصب الحيوي دور المكمل الغذائي فقد أثر إيجابياً في نمو نباتات صنف البطاطا العادية– سبونتا وإنتاجيتها بالرغم من انخفاض معدل التسميد المعدني عن التوصية السمادية المقترحة– الشاهد، ويظهر ذلك جلياً من خلال الآتي:

1– تفوقت المعاملة الأولى (مخصب حيوي + 75 % NPK من التوصية السمادية المقترحة) معنوياً على الشاهد في جميع مؤشرات النمو الخضري والمؤشرات الإنتاجية (باستثناء عدد السوق الهوائية).

2– تفوقت المعاملة الثانية (مخصب حيوي + 50 % NPK من التوصية السمادية المقترحة) معنوياً على الشاهد في جميع مؤشرات النمو الخضري والمؤشرات الإنتاجية (باستثناء عدد السوق الهوائية).

3– تفوقت المعاملة الثالثة (مخصب حيوي + 25 % NPK من التوصية السمادية المقترحة) معنوياً على الشاهد في جميع مؤشرات النمو الخضري والمؤشرات الإنتاجية (باستثناء عدد السوق الهوائية، وعدد الأوراق).

ثانياً– ازدادت الإنتاجية على نحو ملحوظ في جميع معاملات المخصب الحيوي مقارنة مع الشاهد، فقد بلغت نسبة الزيادة في إنتاجية المعاملات (الأولى، الثانية، الثالثة) مقارنة مع الشاهد على الترتيب (58.7، 46.6، 37.3%).

المقترحات:

ننصح مزارعي البطاطا العادية في محافظة حمص بإضافة المخصب الحيوي (بارفار) مع مياه الري بمعدل (20غ/ ل) إلى جانب التسميد المعدني بمعدل (75%) من التوصية السمادية المقترحة، كونه يساهم في زيادة الإنتاجية بنسبة (58.6%).

المراجع العلمية المستخدمة:

I- المراجع العربية:

1- إسمهان، جبيل (2022). المساهمة في دراسة بيولوجيا لنبات البطاطس (غذائيا دوائيا وتحويليا). أطروحة ماجستير، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة منتوري قسنطينة 1، 63 ص.

2- الزهيري، رعد وهيب محمود (2017). تأثير التسميد الحيوي بالمخصب Max والرش بالمستخلصات النباتية في حاصل ونمو الخيار *Cucumis Sativus* .L. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 9 (2): 46- 56.

3- السيد، ف. (2006). تكنولوجيا إنتاج الخضر المواسم الدافئة في الأراضي الصحراوية . المكتبة المصرية. القاهرة. ص: 519- 515.

4- الشاطر محمد سعيد و البلخي أكرم (2010). تأثير الأسمدة العضوية في اتاحة بعض العناصر الصغرى في التربة وانتاجية السبانخ .مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد 26.

5- جنيدي، سعيد أبو زيد؛ محمد حسين حجازي (2001). حقائق البحث والتطبيق في تغذية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع. ص: 97، 98، 159، 160، 161.

6- حمودة، سمية حاج علي. (ا2010). البطاطس. دار الخرطوم. السودان. ص: 11- 15.

7- حسين، محمد جابر؛ عباس، جمال احمد؛ حمزة، اسيل هادي (2016). تأثير المحفز الحيوي EM-1 والمحفز الهرموني Biozyme في نمو وحاصل البطاطا *Solanum tuberosum* L. مجلة الفرات للعلوم الزراعية- 8 (3): 41- 46.

8- خليل، محمود عبد العزيز إبراهيم. (2004). نباتات الخضر. منشأة المعارف بالإسكندرية. جمهورية مصر العربية. ص: 244.

9- سعيد، غزوان؛ رقية، نزيه؛ كبيبو، عيسى (2022). تأثير كل من السماد المعدني والمخصب الحيوي (EM1) في بعض الصفات الإنتاجية والنوعية للفول السوداني في الساحل السوري. المجلة السورية للبحوث الزراعية 9 (2): 320- 333.

10- صالح، حمد محمد؛ أدهام علي عبد؛ وقاص محمود الجبوري (2013). تأثير السماد العضوي- الحيوي في نمو وحاصل البطاطا والمتبقي من بعض العناصر الغذائية في التربة. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية . المجلد 11. العدد 2. ص: 221- 225.

11- صوفان، نضال؛ الأيوبي، محمد نبيل (2007). إنتاج الخضار. المستوى الثاني تعليم مفتوح- مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية- جامعة حمص. 514 ص.

12- صوفان، نضال (2009). إنتاج الخضار (الجزء النظري). كلية الزراعة، جامعة حمص. 340 ص.

13- عثمان، جنان يوسف (2007). دراسة تأثير استخدام الأسمدة العضوية في زراعة وإنتاج البطاطا مساهمة في الإنتاج العضوي النظيف. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تشرين. 97 ص.

14- موصللي، حسين علي. (2000). البطاطا (البطاطس) زراعتها وآفاتها- تخزينها وتصنيع منتجاتها. منشورات دار علاء الدين. دمشق. 178 ص.

II- المراجع الأجنبية:

15- Al-Zabidi, A. K. N-, and Al-Mharib, M.Z.K. (2025). Ones of Growth and Yield of Potato Plants to Addition of Biofertilizer, Nile Flower Peat Fertilizer and Spraing With its Extract. *Iraqy Journal of Agricultural Siences*. 56 (1). P:456- 468.

16- Bernhard, A. (2010). The Nitrogen Cycle: Processes, Players, and Human Impact. *Nature Education Knowledge.* 3 (10). p:25.

17- Farag, M.I; Abdalla, M. Aly; Mohamed, M.F; ABOUL-Nasr,M. H**(2013).** Effect of Biofertilization on Yield and Quality of some Potato Cultivars (*Solanum Tuberosum* L.). *International Journal of Agriculture and Food Science* Technology. Volume 4, Number 7. Pp. 695- 702.

18- Leghari,S.J. (2016). Role of Nitrogen for Plant Growth and Development. Advances in Environmental Biology,10(9). P: 209-218.

19- Ramandeep; Sanjai,S; komar,S; and Shailesh, Kumar S.(2018). Impact of bio- fertilizers and fertilizers on potato (*Solanum tuperosum* L.). International Journal of Chemical Studies, 6(4): 29- 31.

20- Sakolava, N.K. (1979). Foliage calculation method. J.Sci.Agri Research (TCXA).40-42.(Russian). P: 40- 42.

21-Yousef, A. F; Ali, A. M; Azab M. A; Lamlom, S. F; Al-Sayed, H. M. **(2023).** Improved plant yield of potato through exogenously applied potassium fertilizer sources and biofertilizer. Springer Open, 13. P: 124.

22- **Tabatabai, A, A, Mousa, N, Mohammad R. (2014).Effect of Bio-fertilization on Yield of Potato Cultivar Marfona.** *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research.* Volume 2, Issue 2, p: 272-278.