مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الثالث والعشرون - المجلد التاسع - علوم الحياة - آب 2024 م
doi.org/10.52866/esj.2023.09.23.09

تأثير إضافة بكتريا *Azotobacter chroococcum* و فطريات *Glomus mosseae* على نمو وحاصل البطاطا المسمدة بالأسمدة النانوية

شاكر محمود العنزي[1*] علي عبدالهادي الراوي[2] خليل جميل فرحان[3]
[3,1]قسم علوم التربة والموارد المائية -كلية الزراعة - جامعة الانبار
[2]مركز دراسات الصحراء - جامعة الانبار
moc.liamg@ms.79doomham.rekahs

مستخلص

تم اجراء تجربتين الأولى مختبرية لغرض تنشيط واكثار بكتريا *Azotobacter chroococcum* والفطريات الجذرية المايكورايزية *Glomus mosseae* بهدف اضافتها كمخصبات حيوية الى التجربة الحقلية وتضمنت التجربة الحقلية إضافة الأسمدة المعدنية والحيوية بمستويات مختلفة اذ كانت مستويات التسميد المعدني كالاتي F0 تمثل إضافة 100٪ N نيتروجين ، P فسفور سماد تقليدي من التوصية السمادية لنبات البطاطا و NP (F3 15% ،F2 10% ، F1 5%) نانوي من التوصية السمادية للسماد التقليدي، اما التسميد الحيوي فكانت المعاملات كالاتي M0 بدون إضافة، M1 إضافة البكتريا المثبتة للنتروجين *A. chroococcum*، M2 إضافة الفطريات الجذرية المايكورايزية *G. mosseae* ، M3 إضافة السماد الحيوي الكامل (*G. + A. chroococcum mosseae*). تم تنفيذ التجربة في المحطة الزراعية التابعة لكلية الزراعة – جامعة الانبار في منطقة البوعيثة للموسم الخريفي 2023 وذلك لدراسة تأثير مستويات الأسمدة النانوية والحيوية في نمو وحاصل نبات البطاطا بالإضافة الى تأثير الأسمدة المعدنية على اعداد الاحياء المجهرية المتواجدة في التربة وتم تصميم الحقل وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD وبثلاث مكررات.

أوضحت النتائج بأن التسميد النانوي والحيوي أدى الى زيادة معنوية في بعض الصفات المدروسة ومنها (متوسط حاصل النبات الواحد غم ، حاصل المادة الجافة للأجزاء الهوائية ميگا غرام هـ$^{-1}$، تركيز النتروجين في الدرنات ٪ ، تركيز الفسفور في الدرنات ٪، اعداد البكتريا الكلية، اعداد الفطريات الكلية، اعداد بكتريا *A. chroococcum* ، نسبة الإصابة الجذرية بالفطريات الجذرية المايكورايزية ٪) اذ حققت بعض الصفات اعلى المتوسطات عند التداخل بين الأسمدة النانوية والحيوية وكذلك عند التداخل بين الأسمدة الحيوية والتقليدية حيث حققت المعاملة F0M3 اعلى المتوسطات لمتوسط حاصل النبات الواحد و اعداد الفطريات الكلية بلغت 1355.7 غم ، 5.537 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة وحققت المعاملة F3M3 اعلى المتوسطات لـ (حاصل المادة الجافة للاجزاء الهوائية، تركيز النتروجين في الدرنات، تركيز الفسفور في الدرنات، اعداد البكتريا الكلية، اعداد بكتريا *A. chroococcum* ، نسبة الإصابة الجذرية بالفطريات الجذرية المايكورايزية ٪) اذ بلغت 4.47 ميگا غرام هـ$^{-1}$ ، 1.683 ٪، 0.675 ٪ ، 8.7897 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة، 4.677 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة، 82 ٪ على التتابع.

الكلمات المفتاحية : التسميد النانوي ، التسميد الحيوي، الفطريات الجذرية المايكورايزية، بكتريا *Azotobacter* .

The Effect of Adding *Azotobacter chroococcum* Bacteria and *Glomus mosseae* Fungi on the Growth and Yield of Nano-fertilized Potatoes

Shakir M .Alenezi[1*] Ali A. Alrawi[2] Khaleel J. Farhan[3]
[1, 3] Department of Soil Science and Water Resources, College of Agriculture, University of Anbar
[2]University of Anbar - Desert Studies Center
*Email: shaker.mahmood97.sm@gmail.com

Abstract :

The experiments were conducted at the College of Agriculture - University of Anbar. Two experiments were carried out: the first was a laboratory experiment aimed at activating and multiply *Azotobacter chroococcum* bacteria and *Glomus mosseae* mycorrhizal fungi to be added as biofertilizers to the field experiment. The field experiment included the addition of mineral and biofertilizers at different levels. The levels of mineral fertilization were as follows: F0 (100% N Nitrogen, P phosphorus addition of conventional fertilizer as per the fertilizer recommendation for potato plants). F1 5%, F2 10%, F3 15% nanofertilizer based on the recommendation for conventional fertilizer. As for biofertilization, the treatments were as follows: M0 (no addition), M1 (addition of nitrogen-fixing bacteria *A. chroococcum*), M2 (addition of mycorrhizal fungi *G. mosseae*), and M3 (addition of the complete biofertilizer combination of *A. chroococcum* and *G. mosseae*). The experiment was conducted at the agricultural station of the College of Agriculture - University of Anbar in the Al-Buaithe area during the fall season of 2023. The purpose was to study the effect of different levels of nanofertilizers and biofertilizers on the growth and yield of potato plants, as well as the impact of these fertilizers on the microbial populations in the soil. The field was designed according to a randomized complete block design (RCBD) with three replicates. The results indicated that the use of nanofertilizers and biofertilizers led to a significant increase in some of the studied traits, including (average yield per plant (g), yield of dry matter of aerial parts (megagrams hectare^{-1}), Percentage of nitrogen concentration in tubers, Percentage of phosphorus concentration in tubers, total bacterial count, total fungal count, count of *A. chroococcum* bacteria, and percentage of root infection by mycorrhizal fungi). Some traits achieved the highest averages when there was an interaction between nanofertilizers and biofertilizers, as well as between biofertilizers and conventional fertilizers. The treatment F0M3 achieved the highest averages for both the average yield per plant and the total fungal count, with values of 1355.7 grams and 5.537 log colony-forming units, respectively. The treatment F3M3 achieved the highest averages for several parameters: yield of dry matter of aerial parts, nitrogen concentration in tubers, phosphorus concentration in tubers, total bacterial count, count of *A. chroococcum* bacteria, and percentage of root infection by mycorrhizal fungi. The values were as follows: 4.47 megagrams per hectare, 1.683%, 0.675%, 8.7897 log colony-forming units, 4.677 log colony-forming units, and 82%, respectively.

Keywords: Nanofertilization, Biofertilization, Mycorrhizal Fungi, Azotobacter Bacteria .

المقدمة

تعتمد الزراعة الحديثة بشكل كبير على الأسمدة الكيميائية التقليدية لزيادة الإنتاج بسبب الزيادة السكانية خصوصاً في العالم النامي، وتبعا لذلك فقد إزدادت المشاكل البيئية والصحية، بما في ذلك الاحتباس الحراري وتدهور التربة والماء وصلاحية الغذاء للاستهلاك البشري، ومن هنا كان لابد من التفكير فى العودة الى نظم الزراعة النظيفة والبحث عن نظم وتطوير استراتيجيات زراعية جديدة وصديقة للبيئة، المتمثلة بالأسمدة النانوية والحيوية والتي تقلل من الجهد والكلفة الاقتصادية الناجمة عن صناعة الأسمدة التقليدية (Odoh وآخرون،2019 و Nong-bet واخرون، 2022).

تقانة النانو هي العلم الذي يهتم بدراسة المواد بمقياس نانوي 10^{-9} من المتر اذ انها تظهر خواصا فيزيائية وكيميائية تختلف عن أبعادها التقليدية التي تزيد عن 100 نانومتر، اذ تظهر بعض المواد تغييرا في المساحة السطحية وفي درجة الانجماد او الانصهار وبعض الخواص الاخرى على المستوى النانوي، اذ تساهم في حل التحديات التي تواجه المزارعين في ادارة تقنيات المحاصيل الموجودة من خلال الحصول على محاصيل ذات انتاجية عالية مع التقليل من استعمال المواد الكيميائية التقليدية، وان لجزيئات السماد النانوي تأثير ايجابي في نمو وتطور النبات اذ تؤدي الخصائص الفريدة للجسيمات النانوية الى تعديل الخصائص الفيزيائية الكيميائية للنبات وتعطي تأثيرا مختلفا في نمو النبات يعتمد على تركيب سطح المواد النانوية وحجمها وشكلها وتركيبها الكيميائي وتركيزها وذوبانيتها وتجمعها، كما ان استجابة النباتات للجسيمات النانوية المعدنية تختلف باختلاف المعدن ونوع النبات ومرحلة النمو (Yadav واخرون، 2023).

تعد المخصبات الحيوية من التقانات الحديثة في المجال الزراعي وهي عباره عن مستحضرات تحتوي على نوع واحد أو نوعين أو توليفة من كائنات حية مجهرية تضاف الى البذور او النبات او التربة أو جميعهم وتتضمن هذه التقانة تعظيم استخدام الكائنات الحية المجهرية المفيدة لغرض توظيفها في تحسين الصفات الفيزيائية و الكيميائية و الحيوية للتربة والمحافظة على اتزان العناصر الغذائية في الاراضي الزراعية لتحويلها الى الصور الجاهزة لتغذية النبات بهدف توفير تلك العناصر الغذائية لنمو النبات أثناء دورة حياته والتي يمكن بها الاستغناء عن جزء من الاسمدة المعدنية على اقل تقدير ومن ثم زيادة الانتاج فضلا عن اسهامها في خفض تكاليف الإنتاج الزراعي (Verma و Pal ، 2020)

تنتمي البطاطا *Solanum tuberosum* L الى العائلة الباذنجانية Solanaceae وهو من المحاصيل الدرنية، اذا تأتي بالتسلسل الرابع من حيث اهميتها الاقتصادية والاستهلاكية بعد الحنطة والرز والذرة وتعد احد المحاصيل الرئيسة في النظام الغذائي لسكان العالم لأنها مصدراً غذائي غنياً بالطاقة من البروتينات والكربوهيدرات و النشا و الأحماض الأمينية الرئيسية و كذلك المعادن المهمة لتغذية الانسان، وبلغت المساحة المزروعة منها للعام 2020م في العراق 24120 هكتار وبمعدل انتاج 27.98 ميكاغرام هـ$^{-1}$ (الجهاز المركزي الإحصائي،2022).

ومما تقدم فإن الدراسة الحالية تهدف الى : تقليل استخدام الأسمدة التقليدية عن طريق استخدام اسمدة صديقة للبيئة وبكميات اقل من الأسمدة التقليدية وكذلك تقليل الكلفة الاقتصادية اذ تعد الأسمدة الحيوية والنانوية ارخص من الأسمدة التقليدية وفترة بقائها أطول وسهولة اضافتها وبالتالي تقليل اليد العاملة.

المواد وطرائق العمل

تنشيط واكثار لقاح الفطريات الجذرية *Mycorrhiza*:

تم استعمال لقاح الفطريات الجذرية المايكورايزية

Glomus mosseae، اذ تم الحصول عليه من مختبرات الأحياء المجهرية في كلية الزراعة/ جامعة الانبار، والمتكون من (سبورات + جذور مصابة + تربة جافة)، اذ تم اكثار هذا اللقاح بزراعة بذور الذرة الصفراء بتاريخ 1/7/2023 في اصص بلاستيكية وازيل المجموع الخضري بعد مرور شهرين من الانبات ووضع خليط التربة والجذور المقطعة الى قطع صغيرة في اكياس بلاستيكية معقمة وحفظت في مكان بارد وجاف لحين استعماله كلقاح كذلك تم فحص نماذج منها تحت المجهر للتأكد من اصابة الجذور بالمايكورايزا بعد تصبيغها، اذ اضيف 50 غم لكل جورة عند زراعة المحصول الرئيسي (Gerdmann و Nicolson، 1963 والعسافي واخرون، 2017).

تنشيط واكثار بكتريا *Azotobacter* :

تم الحصول على اللقاح البكتيري *A. chroococ-cum* من مختبرات الأحياء المجهرية في كلية الزراعة/ جامعة الانبار محملاً على أوساط غذائية سائلة كثافته $2.4X10^{8}$ وحدة تكوين المستعمرة مل$^{-1}$ اذ تم تنشيط واكثار اللقاح على مرق البكتريا المغذي قبل أسبوع من موعد الزراعة لغرض استخدامه كلقاح بكتيري وخلطه بالماء مع إضافة الصمغ العربي لزيادة الالتصاق ومن ثم تم تنقيع الدرنات المراد تلقيحها باللقاح السائل لفترة تتراوح ما بين (30 – 60 دقيقة) لكي يتم الالتصاق (العاني، 2023).

بعض خصائص الأسمدة المستعملة في التجربة

تم استعمال سماد فوسفات الأمونيوم الثنائي ٪46 P205 و ٪18 N, وسماد اليوريا المحلي 46 ٪ N، وتم استعمال الأسمدة المخلبية النانوية من شركة خضراء KHADRA لإنتاج الأسمدة النانوية يحتوي على 17٪ نيتروجين والسماد النانوي الفوسفاتي 17٪ فسفور (علي واخرون، 2014).

موقع تنفيذ الدراسة ومعاملات الدراسة

نُفذت هذه الدراسة في المحطة البحثية الزراعية التابعة لجامعة الانبار– كلية الزراعة في الموسم الخريفي للعام 2023 في محافظة الانبار – قضاء الرمادي– منطقة البوعيثة الواقعة عند خط الطول E43.326599 وخط العرض N33.453749، وتم تهيئة الأرض بحراثتها بالمحراث القلاب لعمق نحو 0.30 م، اذ أعقبها تنعيم التربة وتسويتها وتقسيمها على ثلاثة قطاعات متماثلة، تمت الزراعة على مروز بواقع 48 وحدة تجريبية اذ زرعت الدرنات على خطين المسافة بينهما 0.70 م والمسافة بين درنة وأخرى 0.30 م، وعدد الدرنات في الوحدة التجريبية 20 درنة، مع ترك مسافة 1 م فاصلة بين الوحدات التجريبية و2 متر بين القطاعات لغرض منع انتقال الأسمدة بين المعاملات، وأخذت نماذج من تربة الحقل قبل الزراعة من العمق (30–0) سم، ومن مواقع مختلفة ثم اخذت عينة ممثلة للحقل ونخلت بمنخل قطر 2 ملم لغرض إجراء تحليل بعض صفاتها الفيزيائية والكيميائية (جدول1).

طريقة تقدير النيتروجين في الدرنات

قدر النيتروجين بالتقطير بعد إضافة هيدروكسيد الصوديوم (10 مولاري) بواسطة جهاز مايكروكلدال Micro–Kjeldahl (Jackson، 1958) بعد المعايرة بحامض الهيدروكلوريك 0.04 عياري.

طريقة تقدير الفسفور في الدرنات

قدر الفسفور في مستخلصات العينة النباتية باستخدام جهاز الطيف الضوئي Spectrophotometer كما ورد في page وآخرين (1982).

طريقة تقدير البكتريا الكلية في التربة

قدر العدد الكلي للبكتريا بطريقة التخفيف والعد في اطباق باستعمال وسط الاكار المغذي Nutritent Agar حسب الطريقة الواردة في (Black وآخرون،1965 b).

طريقة تقدير الفطريات الكلية

استعملت طريقة التخفيف والعد بالأطباق باستعمال وسط PDA وفقاً لطريقة Martin الواردة في (Black ، 1965a) لتقدير العدد الكلي للفطريات في

التربة قبل الزراعة.

طريقة تقدير البكتريا *Azotobacter chroococcum*

استخدمت طريقة التخفيف والعد بألاطباق في تقدير أعداد البكتريا وذلك عن طريق تنميتها على وسط الأكار YEMA مستخلص الخميرة سكر المانيتول حسب (Black واخرون، 1965 c).

طريقة تقدير نسبة الإصابة بالفطريات الجذرية المايكورايزية:

قدرت نسبة الاصابة بالفطريات الجذرية عن طريق تقدير نسبة الاصابة في القطع الجذرية التي تم صبغها وحسب الطريقة الموصوفة في (Gerdmann و Nicol-son ،1963). أذ تم اختيار عشرة قطع جذرية طول (1 سم) ممثلة لكل عينة بصورة عشوائية ووضعت على شريحة زجاجية واجري الفحص بالمجهر الضوئي (X40). اذ حسبت نسبة الاصابة وفق المعادلة:

نسبة اصابة الجذور بالفطريات الجذرية = (المصابة الجذرية القطع عدد)/ (الجذرية للقطع الكلي المجموع) X ٪100

جدول 1. بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة حقل التجربة قبل الزراعة*.

الصفة		الوحدة	القيمة
درجة تفاعل التربة 1:1 pH		ــــــــ	7.14
الايصالية الكهربائية 1:1 EC		ديسي سيمينز م$^{-1}$	2.56
مادة التربة العضوية (SOM)		غم كغم$^{-1}$	5.40
كاربونات الكالسيوم		٪	10.30
الكثافة الظاهرية		ميكاغرام م$^{-3}$	1.30
السعة التبادلية الكاتيونية CEC		سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة	23.80
الأيونات الذائبة الموجبة	Ca^{2+}	ملي مكافئ لتر$^{-1}$	6.13
	Mg^{2+}		3.29
	^{+}Na		5.35
	^{+}K		1.39
الأيونات الذائبة السالبة	$SO4^{-2}$		7.67
	$HCO3^{-}$		1.79
	^{-}Cl		6.75
النيتروجين الجاهز		ملغم كغم$^{-1}$ تربة	9.15
الفسفور الجاهز			10.32
البوتاسيوم الجاهز			95.18
مفصولات التربة	الرمل	غم كغم$^{-1}$ تربة	684
	الغرين		112
	الطين		204
اعداد البكتريا الكلية		لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة	5.447
اعداد الفطريات الكلية			2.414
صنف النسجة		رملية طينية مزيجه	

*- تم تحليلها في مختبرات كلية الزراعة / جامعة الانبار

تم تنفيذ التجربة الحقلية خلال الموسم الخريفي بتاريخ 9/ 22 / 2023 لدراسة استجابة نبات البطاطا، وشملت المعاملات حسب جدول رقم (2):

جدول (2) . يوضح معاملات الدراسة وتداخلاتها

الرقم	المعاملة وبثلاث مكررات		الرمز
1	عدم اضافة سماد حيوي M0	اضافة سماد التقليدي بمستوى 100٪ من التوصية السمادية F0	F0M0
2	اضافة السماد الحيوي بكتيري (ازوتوباكتر) M1		F0M1
3	اضافة السماد الحيوي الفطري (مايكورايزا) M2		F0M2
4	سماد حيوي كامل (بكتيري + فطري) M3		F0M3
1	عدم اضافة سماد حيوي M0	اضافة NP النانوي 5٪ من التوصية السمادية F1	F1M0
2	اضافة السماد الحيوي بكتيري (ازوتوباكتر) M1		F1M1
3	اضافة السماد الحيوي الفطري (مايكورايزا) M2		F1M2
4	سماد حيوي كامل (بكتيري + فطري) M3		F1M3
1	عدم اضافة سماد حيوي M0	اضافة NP النانوي 10٪ من التوصية السمادية F2	F2M0
2	اضافة السماد الحيوي بكتيري (ازوتوباكتر) M1		F2M1
3	اضافة السماد الحيوي الفطري (مايكورايزا) M2		F2M2
4	سماد حيوي كامل (بكتيري + فطري) M3		F2M3
1	عدم اضافة سماد حيوي M0	اضافة NP النانوي 15٪ من التوصية السمادية F3	F3M0
2	اضافة السماد الحيوي بكتيري (ازوتوباكتر) M1		F3M1
3	اضافة السماد الحيوي الفطري (مايكورايزا) M2		F3M2
4	سماد حيوي كامل (بكتيري + فطري) M3		F3M3

النتائج والمناقشة

متوسط حاصل النبات الواحد (غم)

يلاحظ من الجدول رقم (3) وجود تأثير معنوي لإضافة الأسمدة الحيوية اذ حققت المعاملة M3 اعلى قيمة تلتها M2 و M1 حيث بلغت 1178 ، 887.4 ، 834.8 على التتابع وبنسبة زيادة بلغت 61.12 ، 21.37 ، 14.18 ٪ على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة M0 اذ بلغت 731.1 غم.

ويبين الجدول كذلك عدم وجود تأثير معنوي لإضافة الأسمدة النانوية NP على متوسط حاصل النبات الواحد غم اذ حققت المعاملة F0 اعلى قيمة بلغت 1055.2 غم وتلتها المعاملة F3 اذ بلغت 1011.8 غم قياساً بأقل قيمة عند المعاملة F1 بلغت 694.0 غم.

ويوضح الجدول ايضاً التأثير المعنوي للتداخل بين الأسمدة النانوية والحيوية في حاصل النبات الواحد غم اذ حققت المعاملة F0M3 اعلى قيمة بلغت 1355.7 غم وتلتها المعاملة F3M3 اذ بلغت 1247.3 غم وبنسبة زيادة 56.45 ، 43.94 ٪ قياساً بمعاملة المقارنة F0M0 والتي بلغت 866.5 غم.

جدول 3. يوضح تأثير الأسمدة النانوية PN والحيوية على حاصل النبات الواحد (غم)

التسميد المعدني (F)	التسميد الحيوي (M)				متوسط (F)
	Mo	M1	M2	M3	
F0	866.5	959.2	1039.6	1355.7	**1055.2**
F1	520.2	633.7	647	975.2	**694.0**
F2	694.7	792.8	859.9	1133.8	**870.3**
F3	843	953.4	1003.4	1247.3	**1011.8**
LSD_{F*M}	**42.36**				LSD_F 21.18
متوسط (M)	731.1	834.8	887.4	1178	
LSD_M	**21.18**				

حاصل المادة الجافة للأجزاء الهوائية (ميگا غرام هـ$^{-1}$)

يلاحظ من الجدول رقم (4) وجود تأثير معنوي لاضافة الأسمدة الحيوية اذ حققت المعاملة M3 اعلى قيمة تلتها M1 و M2 حيث بلغت 3.489 ، 2.51 ، 2.439 ميگا غرام هـ$^{-1}$ على التتابع وبنسبة زيادة بلغت 93.08 ، 38.90 ، 34.97 ٪ قياساً بمعاملة المقارنة M0 اذ بلغت 1.807 ميگا غرام هـ$^{-1}$.

ويبين الجدول كذلك وجود تأثير معنوي لاضافة الأسمدة النانوية NP على حاصل المادة الجافة للاجزاء الهوائية ميگا غرام هـ$^{-1}$ اذ حققت المعاملة F3 اعلى قيمة بلغت 3.074 ميگا غرام هـ$^{-1}$ قياساً بمعاملة المقارنة F0 والتي بلغت 2.826 ميگا غرام هـ$^{-1}$بنسبة زيادة 8.77 ميگا غرام هـ$^{-1}$ وحققت المعاملة F1 ادنى قيمة بلغت 1.923 ميگا غرام هـ$^{-1}$.

ويوضح الجدول ايضاً التأثير المعنوي للتداخل بين الأسمدة النانوية والحيوية في حاصل المادة الجافة للاجزاء الهوائية ميگا غرام هـ$^{-1}$ اذ حققت المعاملة F3M3 اعلى قيمة بلغت 4.47 ميگا غرام هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة 99.19٪ قياساً بمعاملة المقارنة F0M0 والتي بلغت 2.244 ميگا غرام هـ$^{-1}$.

جدول 4. يوضح تأثير الأسمدة النانوية PN والحيوية على حاصل المادة الجافة للاجزاء الهوائية (ميگا غرام هـ-1)

التسميد المعدني (F)	التسميد الحيوي (M)				متوسط (F)
	Mo	M1	M2	M3	
F0	2.244	2.768	2.67	3.622	**2.826**
F1	1.457	1.771	1.759	2.705	**1.923**
F2	1.54	2.562	2.425	3.159	**2.421**
F3	1.987	2.937	2.902	4.47	**3.074**
LSD_{F*M}	**0.2095**				LSD_F= 0.1047
متوسط (M)	1.807	2.51	2.439	3.489	
LSD_M	**0.1047**				

تركيز النتروجين في الدرنات (٪)

يلاحظ من الجدول رقم (5) وجود تأثير معنوي لاضافة الأسمدة الحيوية اذ حققت المعاملة M3 اعلى قيمة تلتها M1 و M2 حيث بلغت 1.548 ، 1.404 ، 1.371 ٪ على التتابع وبنسبة زيادة بلغت 21.88 ، 10.55 ، 10.1٪ قياساً بمعاملة المقارنة M0 اذ بلغت 1.27٪.

ويبين الجدول كذلك وجود تأثير معنوي لاضافة الأسمدة النانوية NP على النسبة المئوية لتركيز النتروجين في الدرنات اذ حققت المعاملة F3 اعلى قيمة بلغت 1.511 ٪ قياساً بمعاملة المقارنة F0 والتي بلغت 1.487٪ بنسبة زيادة 1.61٪ وحققت المعاملة F1 ادنى قيمة بلغت 1.192٪.

ويوضح الجدول ايضاً التأثير المعنوي للتداخل بين الأسمدة النانوية والحيوية في النسبة المئوية لتركيز النتروجين في الدرنات اذ حققت المعاملة F3M3 اعلى قيمة بلغت 1.683٪ وبنسبة زيادة 28.08٪ قياساً بمعاملة المقارنة F0M0 والتي بلغت 1.314٪.

جدول 5. يوضح تأثير التسميد النانوي NP والحيوي على النسبة المئوية لتركيز النتروجين في الدرنات (٪)

التسميد المعدني (F)	التسميد الحيوي (M)				متوسط (F)
	Mo	M1	M2	M3	
F0	1.314	1.516	1.501	1.617	1.487
F1	1.106	1.165	1.143	1.352	1.192
F2	1.344	1.400	1.326	1.542	1.403
F3	1.314	1.534	1.512	1.683	1.511
LSD_{F*M}	0.017				LSD_F = 0.008
متوسط (M)	1.27	1.404	1.371	1.548	
LSD_M	0.008				

تركيز الفسفور في الدرنات (٪)

يلاحظ من الجدول رقم (6) وجود تأثير معنوي لإضافة الأسمدة الحيوية اذ حققت المعاملة M3 اعلى قيمة تلتها M2 و M1 حيث بلغت 0.624 ، 0.591 ، 0.574 ٪ على التتابع وبنسبة زيادة بلغت 38.66 ، 31.33 ، 27.55٪ قياساً بمعاملة المقارنة M0 اذ بلغت 0.450٪.

ويبين الجدول كذلك عدم وجود تأثير معنوي لإضافة الأسمدة النانوية NP على النسبة المئوية لتركيز الفسفور في الدرنات اذ حققت المعاملة F3 اعلى قيمة بلغت 0.609 ٪ قياساً بمعاملة المقارنة F0 والتي بلغت 0.608٪، وحققت المعاملة F1 ادنى قيمة بلغت 0.461٪.

ويوضح الجدول ايضاً التأثير المعنوي للتداخل بين الأسمدة النانوية والحيوية في النسبة المئوية لتركيز الفسفور في الدرنات اذ حققت المعاملة F3M3 اعلى قيمة بلغت 0.675٪ وبنسبة زيادة 38.03٪ قياساً بمعاملة المقارنة F0M0 والتي بلغت 0.489٪.

جدول 6 . يوضح تأثير التسميد النانوي PN والحيوي على النسبة المئوية لتركيز الفسفور في الدرنات (٪)

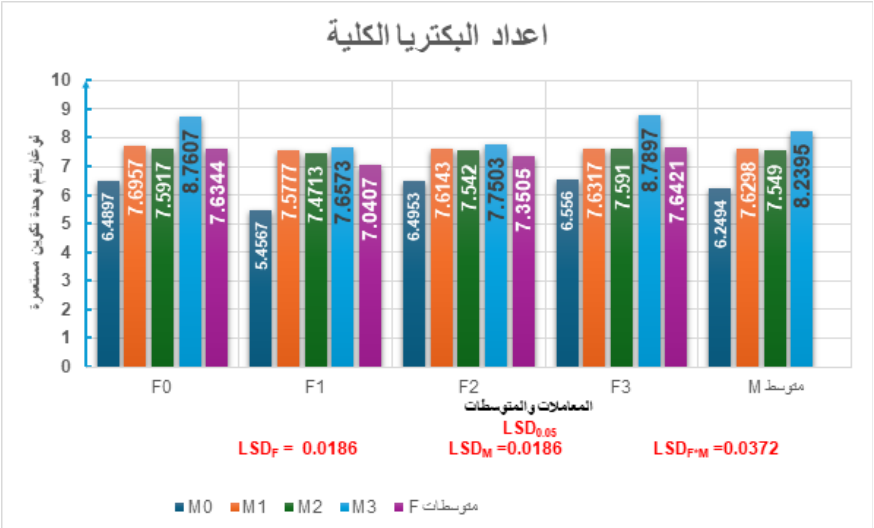
التسميد المعدني (F)	التسميد الحيوي (M)				متوسط (F)
	Mo	M1	M2	M3	
F0	0.489	0.634	0.643	0.665	0.608
F1	0.410	0.453	0.474	0.508	0.461
F2	0.435	0.564	0.594	0.646	0.560
F3	0.464	0.644	0.654	0.675	0.609
LSD_{F*M}	0.006				LSD_F = 0.003
متوسط (M)	0.450	0.574	0.591	0.624	
LSD_M	0.003				

اعداد البكتريا الكلية

يبين الشكل رقم (1) التأثير المعنوي لإضافة الأسمدة الحيوية البكتيرية والفطرية اذ سجلت اعلى قيمة للمعاملة M3 بلغت 8.2395 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة وتلتها المعاملتين M1 و M2 اذ بلغت 7.6298 و 7.549 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة بنسبة زيادة 31.84 ، 22.08 ، 20.79 ٪ على التتابع قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت 6.2494 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة.

ويبين الشكل كذلك عدم وجود تأثير معنوي لاستعمال الأسمدة النانوية NP على اعداد البكتريا الكلية المتواجدة في التربة اذ سجلت اعلى قيمة عند المعاملة F3 بلغت 7.6421 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة قياسا بمعاملة المقارنة F0 اذ بلغت 7.6344 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة وكانت ادنى قيمة عند المعاملة F1 اذ بلغت 7.0407 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة.

ويشير الشكل إلى التأثير المعنوي للتداخل بين معاملات التسميد النانوي NP والحيوي على اعداد البكتريا الكلية المتواجدة في التربة اذ سجلت اعلى قيمة للتداخل عند المعاملة F3M3 اذ بلغت 8.7897 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة قياسا بمعاملة المقارنة F0M0 والتي بلغت 6.4897 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة بنسبة زيادة بلغت 35.44٪.



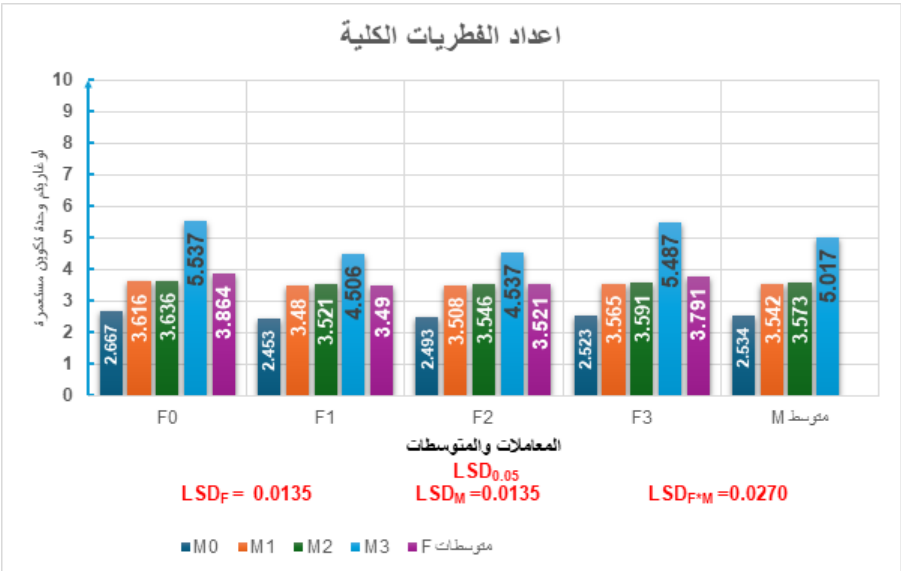
شكل 1 . يوضح تأثير التسميد النانوي NP والحيوي على اعداد البكتريا الكلية (لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة)

اعداد الفطريات الكلية

يوضح الشكل رقم (2) التأثير المعنوي لإضافة الأسمدة الحيوية البكتيرية والفطرية على اعداد الفطريات الكلية المتواجدة في التربة اذ سجلت اعلى قيمة للمعاملة M3 بلغت 5.017 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة وتلتها المعاملتين M2 و M1 اذ بلغت 3.573 و 3.542 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة بنسبة زيادة 97.98 ، 41.002 ، 39.77 ٪ على التتابع قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت 2.534 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة.

ويبين الشكل كذلك عدم وجود تأثير معنوي لاستعمال الأسمدة النانوية NP على اعداد الفطريات الكلية المتواجدة في التربة اذ سجلت اعلى قيمة عند المعاملة F0 بلغت 3.864 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة وتلتها المعاملة F3 اذ بلغت 3.791 قياسا بأدنى قيمة عند المعاملة F1 اذ بلغت 3.490 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة.

ويشير الشكل الى التأثير المعنوي للتداخل بين معاملات التسميد النانوي NP والحيوي على اعداد البكتريا الكلية المتواجدة في التربة اذ سجلت اعلى قيمة للتداخل عند المعاملة F0M3 اذ بلغت 5.537 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة وتلتها المعاملة F3M3 والتي بلغت 5.487 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة قياسا بمعاملة المقارنة F0M0 والتي بلغت 2.667 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة بنسبة زيادة بلغت 107.61 ، 105.73٪.



شكل 2. يوضح تأثير التسميد النانوي NP والحيوي على اعداد الفطريات الكلية (لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة)

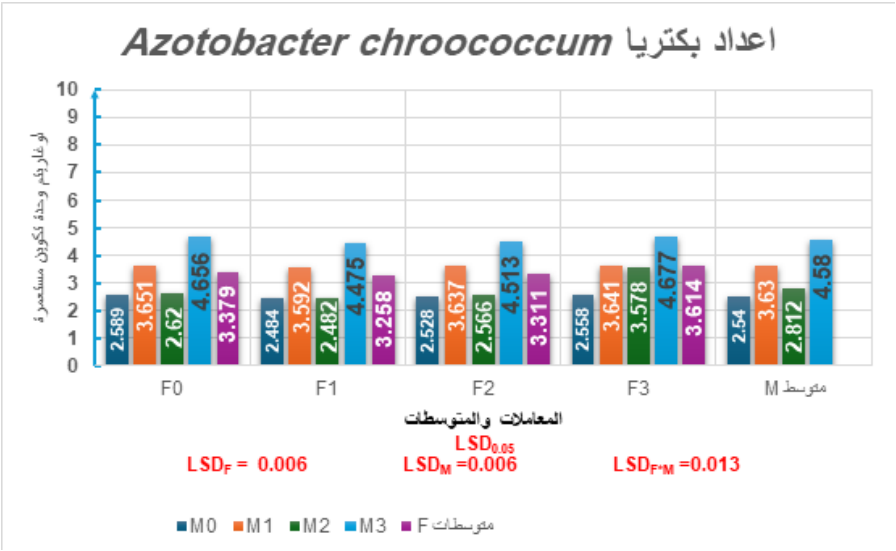
اعداد بكتريا *A. chroococcum*

يشير الشكل رقم (3) الى وجود تأثير معنوي لإضافة الأسمدة الحيوية الفطرية والبكتيرية على اعداد بكتريا *A. chroococcum* اذ حققت المعاملة M3 اعلى قيمة بلغت 4.58 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة وتلتها المعاملة M1 و M2 اذ بلغت 3.63 و 2.812 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة على التتابع وبنسبة زيادة بلغت 80.31 ، 42.91 ، 10.70 ٪ على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة M0 والتي بلغت ادنى قيمة 2.54 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة.

ويبين الشكل كذلك التأثير المعنوي لإضافة الأسمدة النانوية NP في اعداد بكتريا *A. chroococcum*

اذ حققت المعاملة F3 اعلى قيمة بلغت 3.614 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة قياسا بمعاملة المقارنة F0 والتي بلغت 3.379 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة بنسبة زيادة 6.954٪ وكانت ادنى قيمة عند المعاملة F1 اذ بلغت 3.258 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة.

ويوضح الشكل ايضاً التأثير المعنوي للتداخل بين الأسمدة النانوية والحيوية في اعداد بكتريا *A. chroococcum* اذ بلغت اعلى قيمة عند المعاملة F3M3 بلغت 4.677 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة وبنسبة زيادة 80.64٪ قياساً بمعاملة المقارنة التي بلغت 2.589 لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة.



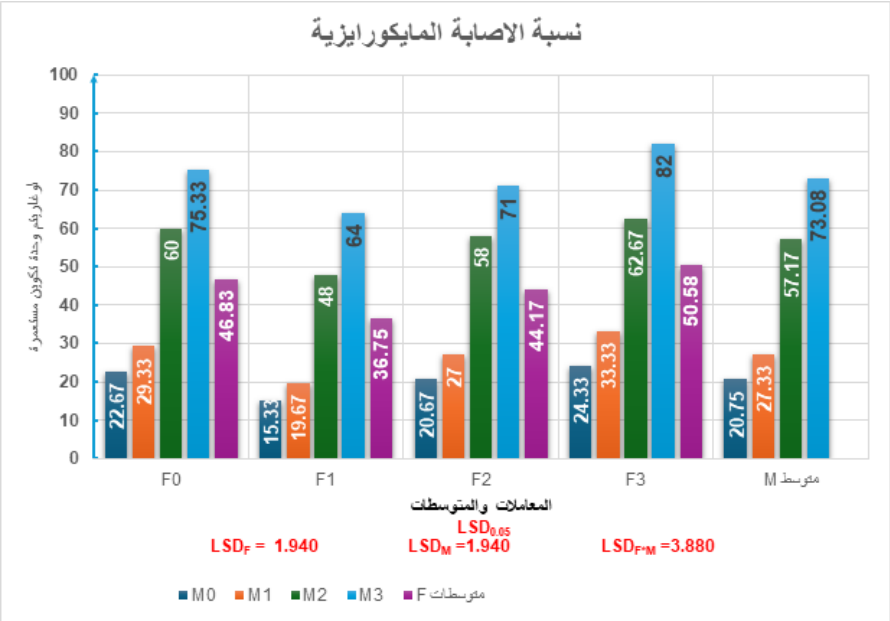
شكل 3. يوضح تأثير التسميد النانوي NP والحيوي على اعداد بكتريا *A. chroococcum* (لوغاريتم وحدة تكوين مستعمرة)

نسبة الإصابة الجذرية بالفطريات الجذرية المايكورايزية

يبين الشكل رقم (4) التأثير المعنوي لإضافة الأسمدة الحيوية البكتيرية والفطرية اذ سجلت اعلى قيمة للمعاملة M3 بلغت 73.08٪ وتلتها المعاملتين M2 و M1 اذ بلغت 57.17٪ و 27.33 ٪ بنسبة زيادة 252.19 ، 175.51، 31.71 ٪ على التتابع قياسا بمعاملة المقارنة والتي بلغت 20.75 ٪.

ويبين الشكل كذلك وجود تأثير معنوي لاستعمال الأسمدة النانوية NP على نسبة الإصابة الجذرية بالفطريات المايكورايزية لنبات البطاطا اذ سجلت اعلى قيمة عند المعاملة F3 بلغت 50.58 ٪ قياسا بمعاملة المقارنة F0 اذ بلغت 46.83 بنسبة زيادة بلغت 8.007٪.

ويشير الشكل الى التأثير المعنوي للتداخل بين معاملات التسميد النانوي NP والحيوي على نسبة الإصابة الجذرية بالفطريات المايكورايزية لنبات البطاطا اذ سجلت اعلى قيمة للتداخل عند المعاملة F3M3 اذ بلغت 82 ٪ قياسا بمعاملة المقارنة F0M0 والتي بلغت 22.67 ٪ بنسبة زيادة بلغت 261.71٪.



شكل 4. يوضح تأثير التسميد النانوي NP والحيوي على نسبة الإصابة الجذرية بالفطريات المايكورايزية لنبات البطاطا (٪)

يتضح من الجداول 3، 4، 5، 6 أنَّ إضافة المخصبات الحيوية المتمثلة بالفطريات الجذرية المايكورايزية وبكتريا المثبتة للنتروجين *A.chroococcum* مع التسميد النانوي NP قد أعطى زيادة معنوية ملحوظة في الصفات المدروسة قياساً بالتسميد التقليدي والسبب في هذه الزيادة لربما يعود لتحسن خصوبة التربة عن طريق استعمال بعض الأحياء المجهرية النافعة كأسمدة حيوية وكذلك فعاليتها في افراز بعض الانزيمات والأحماض العضوية الاحادية والثنائية والثلاثية واحتوائه على الاحياء المجهرية المفيدة للتربة والخالية من المسببات المرضية وهذا ربما انعكس على نمو النبات وزيادة نشاطه (Diniz وآخرون، 2017). وإن سبب الزيادة في نمو النبات ومجموعه الخضري وزيادة تركيز الفسفور في الدرنات ومن ثم حاصله عند إصابته بالمايكورايزا يأتي من خلال كثير من العوامل ولعلّ أهمها: دور المايكورايزا في تشجيع إمتصاص العناصر الغذائية وخاصة الفسفور من خلال إستكشاف مناطق بعيدة عن متناول الجذر إذ أن هايفات الفطر تمتد لمسافات بعيدة خارج النظام الجذري للنبات مما يؤدي الى زيادة حجم التربة المستغل وبالتالي زيادة إمتصاص الماء والعناصر الضرورية لنمو النبات سواء الكبرى أوالصغرى هذا يتفق مع (Alkobaisy، 2020 والعساقي وآخرون، 2018). تعمل بكتريا الازوتوبكتر أيضا كمخصبات حيوية على تحسين وتشجيع نمو النبات وزيادة المجموع الخضري وزيادة تركيز النتروجين في الدرنات من خلال تثبيتها للنتروجين الذي توفره للنبات فضلا عن إنتاجها لعدد من المركبات الحيوية ذات التأثير المحفز لنمو النبات مثل منظمات النمو كالأندول والسايتوكاينين والجبرلين والأحماض العضوية والأمينية والفيتامينات كفيتامين B كما تمتاز أيضا بقدرتها على إنتاج المضادات الحيوية للفطريات والبكتريا المرضية (Tajalee وآخرون، 2022).

كان للتسميد النانوي دور مهم لكونه لم يختلف معنوياً عن التسميد التقليدي مقارنة بكمية استعماله ربما

لمساحته السطحية العالية بالإضافة لقابلية الاسمدة على تحرير العناصر الغذائية بصورة بطيئة وجاهزة للنبات اذ ساهم التسميد النانوي في تقليل الكلفة الاقتصادية عن طريق تقليل اليد العاملة وقلة الكلفة الاقتصادية لتلك الأسمدة مع انتاج لا يختلف معنوياً مع الأسمدة التقليدية (Singh واخرون، 2017).

بينت نتائج الاشكال 1، 2، 3، 4 وجود تأثير معنوي لمعاملات التجربة المختلفة في لوغاريتم العدد الكلي للأحياء المجهرية في التربة بعد جني نبات البطاطا عند اضافة السماد الحيوي في ضوء عرض النتائج لوحظ أنَّ إضافة السماد الحيوي أدى الى زيادة الكثافة البكتيرية والفطرية ، وهذا قد يعود إلى أن التربة هي المكان الذي تستوطن فيه الملايين من الأحياء المجهرية، وان إضافة هذا السماد الذي يحتوي على أنواع محددة من البكتريا والفطريات المايكورايزية المشار اليها اعلاه عملت على تحسين صفات نمو النبات وتكوين مجموع جذري كثيف، وهذ يعني توفير منطقة رايزوسفير مناسبة لنمو ونشاط وتكاثر الأحياء المجهرية وزيادة اعدادها (Locey and Lennon ، 2016). وإن هذه الأحياء المجهرية عادة ما يقل عددها في الترب الفقيرة بالعناصر الغذائية او غير الخصبة كونها ضرورية لبناء اجسامها وقيامها بالعمليات الحيوية (Fagerbakke وآخرون، 1996). إن توفير جميع المتطلبات التي تحتاجها الكتلة الميكروبية في التربة لنشاطها من حيث اضافة اسمدة حيوية مع السماد النانوي NP بشكل تداخلات اثرت بشكل معنوي وادت الى زيادة كبيرة في اعداد البكتريا في التربة، ان إضافة االتوليفة المكونة من الأسمدة الحيوية مع الأسمدة النانوية او التقليدية لم تختلف كثيرا فيما بينها الا انها في جميع الاحوال تفوقت على معاملة عدم الأضافة التوصية الكاملة.

ساهمت الأسمدة النانوية NP في زيادة اعداد الاحياء المجهرية المتواجدة في التربة ربما يعود السبب الى زيادة جاهزية العناصر الغذائية الموجودة في التربة اذ يمكن أن تذوب الأسمدة النانوية بسهولة في العديد من المذيبات مما يؤدي إلى زيادة قابلية ذوبان العناصر الغذائية في التربة وتعزيز توافر العناصر الغذائية للكائنات الحية في البيئة (Butt و Naseer ، 2020).

الاستنتاجات:

- يلاحظ عند استعمال الأسمدة النانوية NP بنسبة 15٪ من التوصية السمادية للسماد التقليدي أدى الى الحصول على نتائج مقاربة لاستعمال الأسمدة التقليدية بنسبة 100٪ من التوصية السمادية وبعض النتائج كانت اعلى من استخدام التوصية الكاملة لنبات البطاطا وهذه النتائج تكون دافع للمزارعين في استعمال تلك الأسمدة كونها صديقة للبيئة واقل كلفة من ناحية اليد العاملة وتكون ارخص من الأسمدة التقليدية كما تقلل من التلوث البيئي كتلوث التربة والمياه
- استعمال الأسمدة الحيوية في التجربة ساهم في تجهيز العناصر الغذائية والمحافظة على خصوبة التربة لأنها اسمدة تبقى لفترات طويلة وطول فترة نمو النبات.
- حققت نتائج التداخل بين الأسمدة المستعملة في التجربة تأثير معنوي قياساً بمعاملة المقارنة وهذا يعود الى زيادة جاهزية العناصر الغذائية التي وفرتها الأسمدة النانوية والحيوية عن طريق تحرر العناصر بصورة بطيئة وحسب حاجة النبات من العناصر المغذية اذ تمد النبات بالمغذيات طول فترة حياته وبصورة ميسرة وجاهزة وهذا يؤدي الى زيادة نشاط النبات وانتاجه.

المصادر العربية

الجهاز المركزي للإحصاء (2022)، الأطلس الإحصائي الزراعي. وزارة التخطيط . مديرية الاحصاء الزراعي – جمهورية العراق.

العاني، سجى خالد. (2023). التشخيص الوراثى الجينى للبكتريا المعزولة من الترب الزراعية المستدامه بواسطه تقنية تفاعل البلمره المتسلسل qPCR. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، / doi: 10.32649 ajas.2023.177261

العسافي ،ادهام علي عبد وسرهيد، بسام رمضان و صالح اوس علي .2017. تنشيط وانتاج لقاح المايكورايز Glomus mosseae محليا تحت ظروف الأراضي الجافة. المجلة العراقية لدراسات الصحراء. المجلد 7 العدد1 .

العسافي، سلام محمد عبد. 2018. التداخل بين الازوتوباكتر والمايكورايزا ومستوى التوصية السمادية في تراكيز بعض العناصر الجاهزة في التربة ونمو وحاصل البطاطا L *Solanum tuberosum*.. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة . جامعة الأنبار.

علي ، نور الدين شوقي وحمد الله سليمان راهي وعبد الوهاب عبد الرزاق شاكر. (2014). «خصوبة التربة» وزارة التعليم العالي والبحث العلم. دار الكتب العلمية للطباعة والنشر والتوزيع.

المصادر الاجنبية

Alkobaisy J S ; A Sh A Lafi And E T Abdel Ghani .2020. Influence of using Mycorrhizaee (MH) with Vermicompost (VRF) on Soil Properties Soybean (Glycinemax) Growth and Yield Sys Rev Pharm ; 11(6): 347- 351

Black . C. A. (1965a) .Methods of soil Analysis part (1).Physical Properties Am . Soc .Agron . INC.Publisher , Madison ,Wisconsin, U.S.A.Booklet shari. AMM Murugappa chettiar Research center, P:4-16.

Black . C. A. (1965b) . Methods of soil Analysis part (2) . Chemical and Microbiological Properties . Am. Soc. Agron . INC . Publisher , Madison , Wisconsin , U.S.A.

Black, C.A.; Evans, D.D.; Eslinger, L.E.; White, J.L. and Clark, F.E. (1965c). Methods of soil analysis.. Chemical and Microbiological properties. Amer. Soc. Argon., Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA.

Butt, B.Z.; Naseer, I.(2020). Nanofertilizers. In Nanoagronomy; Springer: Berlin/ Heidelberg, Germany, 2020; pp. 125–152.

Diniz, S., Ferreira, G., Antônio, C., Moura, N., and Sobrinho, A. 2017. Liming and biofungicide for the control of clubroot in cauliflower 1. Pesquisa Agropecuária Tropical, 47, 303–311.

Fagerbakke, K. M., M. Heldal, and S. Norland. 1996. Contentof carbon, nitrogen, oxygen, sulfur and phosphorus in nativeaquatic and cultured bacteria. Aquat. Microb. Ecol. 10: 15–27.

Gerdemann, J.W. and T.H. Nicolson, (1963). Spores of mycorrhizal endogene species extracted from soil by wet sieving and decating. Tran's .Brit. Mycol.Soc. 46: 234 - 244.

Jackson, M. L, (1958). Soil Chemical Analysis. Prenticaints Hall Inc Englewood, Cliffs, N. J.USA.

Locey, K.J., Lennon, J.T. 2016. Scaling laws predict global microbial diversity. *Proceedings of the National Academy of Sci-*

Verma, K. K., Song, X. P., Joshi, A., Tian, D. D., Rajput, V. D., Singh, M., Arora, J., Minkina, T., & Li, Y. R. (2022). Recent Trends in Nano-Fertilizers for Sustainable Agriculture under Climate Change for Global Food Security. Nanomaterials (Basel, Switzerland), 12(1), 173. https://doi.org/10.3390/nano12010173

Verma, T.; Pal, P. (2020) . Isolation and Screening of Rhizobacteria for various plant growth promoting attributes. Journal of Pharmacognosy andPhytochemistry,9,1514–1517.

Yadav, Anurag, Kusum Yadav, and Kamel A. Abd-Elsalam. (2023). "Nanofertilizers: Types, Delivery and Advantages in Agricultural Sustainability" Agrochemicals 2, no. 2: 296-336. https://doi.org/10.3390/agrochemicals2020019

ences of the United States of America 113, 5970-5975.

Nongbet, A., Mishra, A. K., Mohanta, Y. K., Mahanta, S., Ray, M. K., Khan, M., Baek, K. H., & Chakrabartty, I. (2022). Nanofertilizers: A Smart and Sustainable Attribute to Modern Agriculture. Plants (Basel, Switzerland), 11(19), 2587. https://doi.org/10.3390/plants11192587

Odoh, C.K.; Eze, C.N.; Akpi, U.K.; Unah, V.U. (2019). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A novel Agent for sustainable Food production. Am. J. Agric. Biol. Sci., 14, 35–54. doi:10.3844/ajabssp.2019.35.54.

Page, A, L., R.H. Miller. And D.R.Keeny (Eds).(1982). Methods of soil analysis. Part2. 2nd edition. Chemical &Microbiogical properties. Am. Sco. of Agr, .s.s.s.Am.inc., Madison, Wisconson, USA.

Singh, A.; Singh, N.; Hussain, I.; Singh, H.(2017). Effect of biologically synthesized copper oxide nanoparticles on metabolism and antioxidant activity to the crop plants Solanum lycopersicum and Brassica oleracea var. botrytis. J. Biotechnol, 262, 11–27.

Tajalee, G.; A. Verma; L. Ayoub; J. Sharma; T. Sharma; A. Bhadu and B. Singh .2022. Increasing nutrient use efficiency in crops through biofertilizers. The Pharma Innovation Journal. 11(6): 2003-2010.