



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة المثنى - كلية الزراعة

الإنتاج النباتي - قسم التربة والموارد المائية

تأثير إضافة اللقاح الحيوي لـ *Bacillus megaterium* و *Glomus mosseae* ونوع الحامل في جاهزية N.P.K ونمو وحاصل محصول الحنطة

رسالة مقدمة الى

مجلس كلية الزراعة - جامعة المثنى

وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الزراعة

الإنتاج النباتي - التربة والموارد المائية

من الطالبة

هاجر علي حسين الخفاجي

بإشراف

أ.م. د. عبد الله كريم جبار الجبوري

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(نَرْفَعُ دَرَجَاتٍ مَّنْ نَّشَاءُ ۖ وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ)

سورة يوسف الآية ٧٦

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ

الإهداء

أهدي ثمرة جهدي:

الى من شرفني بحمل اسمه وبذل الغالي والنفيس في سبيل وصولي لدرجة علمية عالية

"والدي الحبيب " حفظه الله واطال بعمره

الى من كانت دعواتها وكلماتها تعطيني الامل وحاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها

"والدتي الحبيبة" ادامها الله لي

الى من تعجز الحروف عن وصفهم ، ويا من اشد عضدي بهم ، وارتوي بحبهم ... رفقاء الدرب

"اخوتي"

الى من هي نعمة من ربي وموطن قلبي وانسي في دنيائي ... "اختي الغالية"

الى من كان له الفضل الكبير في انجاز بحثي ... مشرفي أستاذ عبد الله

الى من يسرهم نجاحي وتفوقي ... "أصدقائي وصديقاتي"

الباحثة

الشكر والتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم والحمد لله رب العالمين الذي وفقنا على انهاء هذا البحث وألهمنا الصحة والعافية والعزيمة والخروج به بهذه الصورة المتكاملة فله الحمد والشكر أولاً واخراً.

وانطلاقاً من قول رسول الله صلى الله عليه واله وسلم:

"مَنْ صُنِعَ إِلَيْهِ مَعْرُوفٌ، فَقَالَ لِفَاعِلِهِ: جَزَاكَ اللهُ خَيْرًا، فَقَدْ أَبْلَغَ فِي الثَّنَاءِ"
صدق رسول الله (ص)

فإني أتوجه أولاً بالشكر الجزيل لوالدي الذي طالما صبر وتحمل معي وورفدني بالكثير من الدعم على جميع الأصعدة وكما اشكر والدتي التي ساندتني للوصول لهذه المرحلة، فمهما نطق لساني بفضلكم ومهما خطت يدي بوصفكم فإنني أبقى مقصرة بحقكم.
أتوجه بالشكر الجزيل ثانياً للأستاذ والمعلم الدكتور عبد الله كريم الجبوري الذي رافقنا في مسيرتنا لإنجاز هذا البحث من خلال توجيهاته وإرشاداته ودعمه الأكاديمي وانتقاداته البناءة وأسأل الله ان يجزيه خيراً

كما أتقدم بالشكر والامتنان لكل العاملين في كلية الزراعة مبتدئة بعميدها الأستاذ الدكتور حيدر حميد بلاو ورئيس قسم المحاصيل الحقلية الدكتور حيدر عبد الحسين ثم جميع التدريسيين الكرام

وايضاً اشكر كل من الأصدقاء والاحباب وزملاء الدراسة وكل من قدم لي الدعم المادي او المعنوي

واخيراً أتوجه بشكر خاص للأستاذ الدكتور أنمار حمودي لمساعدتنا في فهم الأمور العلمية والمختبرية المتعلقة بالبحث وأسأل الله ان يوفقه في خدمة العلم والتعليم

الباحثة

المستخلص

نفذت تجربة حقلية لدراسة تأثير إضافة اللقاح الحيوي لـ *Bacillus megaterium* و *Glomus mosseae* ونوع الحامل في جاهزية N.P.K ونمو وحاصل الحنطة التي أجريت في محطة الأبحاث والتجارب الزراعية الثانية آل بندر التابعة لكلية الزراعة جامعة المثنى للموسم الزراعي 2019 - 2020. إذ أستخدمت عزلات جاهزة من اللقاح الحيوي تم استخدام عزلة البكتيريا *Bacillus megaterium* من مختبر الدراسات العليا التابع لكلية الزراعة - جامعة المثنى، أما فطر *Glomus mosseae* المتكون من (سبورات-جذور مصابة وتربة جافة) الذي حُصل عليه من مختبر المخصبات البيولوجية في دائرة البحوث الزراعية التابع لوزارة العلوم والتكنولوجيا العراقية. استخدمت فيها المعاملة B0 (بدون تلقيح) و B1 و B2 تمثل معاملات إضافة اللقاح البكتيري والفطري بالتتابع، أما B3 فكانت معاملة اللقاح المزدوج (بكتيريا + فطر)، حملت اللقاحات على الزيولايت والجينات الصوديوم والأكاروز والبنتونايت، ورمزت لمعاملات نوع الحامل M1، M2، M3، M4 بالتتابع واستخدم لذلك بذور الحنطة صنف إباء 99، ونفذت تجربة عاملية وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD باستخدام عاملين وبثلاث مكررات.

أظهرت نتائج التجربة للعامل الأول B إضافة اللقاح الحيوي تفوق معنوي لمعاملة التلقيح المزدوج B3 (بكتيريا + فطر) في جميع صفات التربة والنبات، إذ بلغت أعلى معدل لجاهزية العناصر N (20.52 ملغم كغم⁻¹ تربة) و P (28.44 ملغم كغم⁻¹ تربة) و K (368.6 ملغم كغم⁻¹ تربة) واعداد البكتيريا (80.5×10^5 CFU gm⁻¹ dry soil) ومحتوى النبات من العناصر قد بلغ لـ (0.922 N %) و P 0.403 % و K 1.317 % وارتفاع النبات (89.54 سم) ووزن 500 حبة (19.992 غم) وحاصل الحبوب (6.373 ميكأغرام هـ⁻¹) والحاصل الحيوي (10.59 ميكأغرام هـ⁻¹)

وبينت نتائج التجربة للعامل الثاني M نوع الحامل البكتيري تفوق معنوي في معاملة M1 لصفات ارتفاع النبات (83.46 سم) ووزن 500 حبة (18.917 غم) وحاصل الحبوب (4.459 ميكاغرام هـ⁻¹) اما معاملة M2 فقد تفوقت في صفات محتوى النبات من عنصر الـ N (0.713 %) وجاهزية الفسفور في التربة (24.28 ملغم P كغم⁻¹ تربة) واعداد البكتيريا (49.2×10^5 CFU gm⁻¹ dry soil) ومعاملة M3 قد تفوقت في صفات محتوى النبات من عنصر P (0.3592 %) ومحتوى النبات من عنصر K (1.1650 %) وجاهزية التربة من عنصر N (16.90 ملغم N كغم⁻¹ تربة) اما معاملة M4 فقد تفوقت في صفة الحاصل الحيوي (7.99 ميكا غرام هـ⁻¹) الا انها لم تكن معنوية.

وبينت النتائج عدم وجود تفوق معنوي لتداخل العاملين إضافة اللقاح الحيوي B ونوع الحامل M في صفات (جاهزية التربة ومحتوى النبات من العناصر المغذية N.P.K واعداد البكتيريا وصفة ارتفاع النبات)، لكنها تفوقت في بعض الصفات اذ بلغت معاملة التداخل B3M1 (20.800 غم) لوزن 500 حبة و(6.997 ميكاغرام هـ⁻¹) لحاصل الحبوب و(11.33 ميكاغرام هـ⁻¹) للحاصل الحيوي

المحتويات

التسلسل	الموضوع	رقم الصفحة
1	المقدمة	1
2	مراجعة المصادر	3
1-2	أهمية التسميد الحيوي	3
2-2	تأثير التسميد الحيوي في جاهزية العناصر	5
3-2	البكتيريا المذيبة للفوسفات	6
4-2	دور بكتيريا <i>Bacillus megaterium</i> في التربة والنبات	8
5-2	دور فطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> في النبات	9
6-2	تأثير التداخل الحيوي بين البكتريا والفطر في التربة والنبات	12
7-2	اللقاح المثبت او المقيد	14
8-2	أنواع الحوامل المستخدمة في التسميد الحيوي	17
3	المواد وطرائق العمل	21
1-3	تحضير اللقاحات الحيوية	21
1-1-3	تلقيح البذور باللقاح البكتيري	21

23	تلقيح البذور بفطر المايكورايزا	2-1-3
23	موقع التجربة	2-3
24	تهيئة الأرض وعمليات الخدمة	3-3
24	عوامل التجربة	4-3
24	العامل الأول إضافة اللقاح الحيوي ويرمز له B	1-4-3
25	العامل الثاني نوع الحامل ويرمز له M	2-4-3
25	اخذ عينات التربة	5-3
27	تحاليل التربة قبل وبعد التجربة	6-3
27	التحاليل الكيميائية	1-6-3
29	التحاليل الحيوية	2-6-3
29	القياسات والتحاليل النباتية	7-3
30	التحليل الاحصائي	8-3
30	النتائج والمناقشة	4
31	تأثير اللقاح الحيوي لبكتريا <i>Bacillus megaterium</i> وفطر <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفات التربة الخصوبية والحيوية في نهاية الموسم	1-4
31	جاهزية النتروجين في التربة (ملغم N كغم ⁻¹ تربة)	1-1-4

33	جاهزية الفسفور في التربة (ملغم P كغم ⁻¹ تربة)	2-1-4
35	جاهزية البوتاسيوم في التربة (ملغم K كغم ⁻¹ تربة)	3-1-4
37	اعداد البكتريا الكلية CFU gm ⁻¹ dry soil	4-1-4
39	تأثير اللقاح الحيوي لبكتريا <i>Bacillus megaterium</i> وفطر <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في محتوى النبات من العناصر المغذية الكبرى	2-4
39	محتوى النبات من عنصر النيتروجين % N	1-2-4
41	محتوى النبات من عنصر الفسفور % P	2-2-4
43	محتوى النبات من عنصر البوتاسيوم % K	3-2-4
45	تأثير اللقاح الحيوي لبكتريا <i>Bacillus megaterium</i> وفطر <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفات النمو ومكونات الحاصل	3-4
45	ارتفاع النبات (سم)	1-3-4
47	وزن 500 حبة (غم)	2-3-4
49	حاصل الحبوب (ميكأغرام هـ ⁻¹)	3-3-4
51	الحاصل الحيوي (ميكأغرام هـ ⁻¹)	4-3-4
53	الاستنتاجات والمقترحات	5
53	الاستنتاجات	1-5

53	المقترحات	2-5
54	المصادر	6
54	المصادر العربية	1-6
60	المصادر الاجنبية	2-6
69	الملاحق	7
A-B	Abstract	

قائمة الجداول

الصفحة	الموضوع	رقم الجدول
26	الصفات الكيميائية والفيزيائية والاحيائية لتربة الدراسة	1
32	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في جاهزية النتروجين في التربة (ملغم N كغم ⁻¹ تربة)	2
34	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في جاهزية الفسفور في التربة (ملغم P كغم ⁻¹ تربة)	3
36	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في جاهزية البوتاسيوم في التربة (ملغم K كغم ⁻¹ تربة)	4
38	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في اعداد البكتريا الكلية ($10^5 \times \text{Cfu. gm}^{-1} \text{ dry soil}$)	5
40	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في محتوى النبات من عنصر N %	6
42	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في محتوى التربة من عنصر P %	7

44	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في محتوى التربة من عنصر K %	8
46	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في ارتفاع النبات (سم)	9
48	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في وزن 500 حبة (غم)	10
50	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ ⁻¹)	11
52	تأثير اللقاح الحيوي لـ <i>Bacillus megaterium</i> وفطر المايكورايزا <i>Glomus mosseae</i> ونوع الحامل والتداخل بينهما في الحاصل الحيوي (ميكا غرام هـ ⁻¹)	12

قائمة الاشكال والملاحق

الصفحة	الموضوع
69	شكل رقم 1 تقطيع الاكار المتصلب والملقح بالبكتيريا قبل خلطها مع بذور الحنطة
69	شكل رقم 2 نبات الحنطة بعد مرور 90 يوم على الزراعة
70	شكل رقم 3 حساب الخلايا البكتيرية النامية بطريقة العد بالأطباق
70	شكل رقم 4 المحاليل القياسية المستخدمة في حساب جاهزية الفسفور في التربة
71	ملحق رقم 1 جدول يبين متوسطات مربعات صفات ارتفاع النبات ووزن 500 حبة والحاصل الحيوي وحاصل الحبوب واعداد البكتريا
72	ملحق رقم 2 جدول يبين متوسطات مربعات صفات تراكيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في النبات وجاهزية النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في التربة

1. المقدمة:

يعد محصول الحنطة *Triticum aestivum* L. ذو قيمة غذائية مهمة تتمثل بالموازنة الجيدة في حبوبها بين الكربوهيدرات والبروتينات، فضلاً عن احتوائها على كميات من الدهون والفيتامينات وبعض الاملاح الامينية الأساسية التي يحتاجها الانسان في غذائه (اليونس، 1992). كما يعد من النباتات الاستراتيجية مما دفع الكثير من البلدان النامية ومنها العراق لتنمية هذا المحصول لتقويض استيراده بغية تحقيق الاكتفاء الذاتي منه، وبما ان العراق تتوفر فيه مقومات النشاط الزراعي من تربة خصبة ومياه وفيرة ومناخ ملائم لذا قد انتهج ومنذ سنوات طويلة أسلوب تنمية زراعة الحنطة (العزاوي والنجار، 2007) من خلال إضافة تقانات الأسمدة الكيميائية، ولكن التلوث البيئي الذي تسببه هذه الأسمدة المضافة جعل العاملين في المجال الزراعي يتجهون لاستخدام التقنيات النظيفة في زراعة الحنطة مثل اللقاحات والاسمدة الحيوية التي تضاف الى التربة او تخطط مع بذور النبات عند الزراعة وذلك للتقليل بقدر الإمكان من التلوث الذي تسببه هذه الأسمدة الكيميائية . ان هذه الإضافات أطلق عليها اسم المخصبات الاحيائية، وتنتج هذه المخصبات من الكائنات الحية الدقيقة كالبكتريا والفطر وتعمل على امداد النباتات بالعناصر المغذية عن طريق تداخلها مع منطقة الجذور وافراز منظمات النمو النباتية من مصادر طبيعية (Najafabadi، 2013). ان بكتريا *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* من بين هذه الاحياء المجهرية المستخدمة كلقاحات زراعية وبما ان هذه اللقاحات والاسمدة الحيوية تواجه بعض المشاكل عند اضافتها للتربة أولها انخفاض اعداد الاحياء المجهرية المضافة كسماد او قلة تنافسها مع الاحياء المجهرية الاصلية الموجودة في التربة لذا سعى الباحثون حديثاً لحل هذه

المشكلة في محاولة لإطالة عمر اللقاح المضاف من خلال ادخال تقنية اللقاح المقيد او المثبت لهذا الغرض باستعمال مواد ذات طبيعة بوليميرية تستطيع حفظ البكتيريا داخلها لأطول فترة ممكنة عند اضافتها للتربة.

ويمكن تعريف التقييد او التثبيت Immobilization بأنه العملية التي بواسطتها تُحدد حركة الخلايا او مشتقاتها أو الانزيمات للكائنات المجهرية الحية (الخفاجي، 1990). او هو الذي يقيد او يغلف الخلية بمادة مدعمة غير ذائبة (حامل) عن طريق اربعة اساليب هي الامتزاز Adsorption، الحجز Entrapment، التغليف Encapsulation، الارتباط التساهمي Covalent، فضلاً عن وسائل اخرى مثل الربط الايوني Ionic binding وربط المعادن المخلبية Chelating of metal binding (Kosseva وآخرون، 2009).

تهدف هذه الدراسة الى ما يلي:

- 1 - دراسة تأثير إضافة اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر *Glomus mosseae* في جاهزية N.P.K ونمو وحاصل محصول الحنطة.
- 2 - استخدام تقنية اللقاح المقيد او المثبت Immobilized inoculate ومقارنة كفاءته كحامل للقاح باستخدام الزيولايت والجينات الصوديوم والاكازورز والبنتونايت في زيادة جاهزية N.P.K ونمو وحاصل محصول الحنطة.
- 3 - دراسة تأثير التداخل بين اللقاح الحيوي *Bacillus megaterium* و *Glomus mosseae* ونوع الحامل في جاهزية N.P.K ونمو وحاصل محصول الحنطة.

2. مراجعة المصادر:

2-1- أهمية التسميد الحيوي:

يُعد التسميد الحيوي هو احد التقنيات الحديثة المستخدمة للتقليل من الاستخدام المكثف للأسمدة الكيميائية والذي هو عباره عن مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة المضافة الى التربة بغية تزويد النباتات بالاحتياجات الغذائية والمواد المحفزة لنموها خلال جدول زمني قصير، حيث اتجه العالم في السنوات الأخيرة الى استعمال الطرق البديلة والامنة لتحسين خواص التربة ومحتواها من العناصر المغذية وبذلك تستبدل الاسمدة الكيميائية التقليدية باهظة الثمن جزئياً مما يؤدي لانخفاض تكاليف الانتاج بشكل كبير، بالإضافة الى ذلك يمكن خفض معدل التلوث في التربة والمياه نتيجة هذه الممارسة (El-Assiouty و Abo-Sedera، 2005). وتُنتج الاسمدة الحيوية من خلال عزل سلالات من الكائنات الحية المجهرية الموجودة في التربة وتنقيتها، اذ تزرع هذه الميكروبات في اماكن خاصة لإكثارها، وتستعمل بعد ذلك في الزراعة عند خلطها مع البذور او تلوين جذور البادرات او بإضافتها الى التربة مباشرة وذلك لتنشيط التربة أو منطقة الرايزوسفير وجعلها جاهزة للنبات تدريجياً للاستفادة منها (Hari و Perumal، 2010). ان هذه الاسمدة الحيوية تشمل التسميد البكتيري والفطري والطحلي بأنواعها المختلفة والمتضمنة احياء مثبتة للنيتروجين مثل البكتريا من جنس *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum* او مذيبة للفسفور مثل البكتريا من جنس *Bacillus* او فطريات المايكورايزا *Mycorrhiza* بأجناسها المختلفة حيث تؤدي هذه الكائنات لتحسين الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة. إن الأسمدة الحيوية لها دور واضح في تحسين خواص التربة الرملية اذ تعمل هذه المخصبات الحيوية على تجميع منقولات التربة من خلال فرز مواد

سكزية في التربة تقوم بمسك المغذيات وتمنع غسلها بمياه الري (Bezzate وآخرون، 2000) بالإضافة الى قدرتها على افراز الانزيمات كالفوسفاتيز والهرمونات والمواد المحفزة للنمو ومنظمات النمو مثل الساييتوكاينين والاكسينات والجبرلينات والثايمين والريبوفلافين (Abd El-Fattah وآخرون، 2013).

وقد لخص بدوي، (2020) اهم مميزات استخدام التسميد الحيوي

- ترشيد استخدام الأسمدة الكيماوية المكلفة وتوفير تكاليف الإنتاج.
- تحويل الصور غير الجاهزة للفوسفور والعناصر المغذية في التربة الى صور صالحة للاستفادة بواسطة النبات وإنتاج منظمات النمو والهرمونات النباتية والأحماض العضوية والأمينية علاوة على إنتاج الفيتامينات والمضادات الحيوية وكذلك تحسين صفات التربة الطبيعية والكيماوية والحيوية.
- الأسمدة الحيوية رخيصة التكاليف وسهلة الاستعمال وآمنة بيئياً.
- الحصول على محصول اقتصادي خال من الملوثات وإنتاج غذاء صحي وامن للإنسان والحيوان.
- تعمل على اعادة توازن الميكروبات بالتربة وتنشيط العمليات الحيوية والتقليل من الإصابة بالأمراض الفطرية وامراض النيماتودا.

2-2- تأثير التسميد الحيوي في جاهزية العناصر

يعد التسميد الحيوي شامل لجميع اللقاحات البكتيرية والفطرية المضافة الى التربة او الى البذور وبطرائقها المتعددة بهدف الاستفادة منها في تجهيز بعض العناصر الغذائية الضرورية للنبات لتحسين نموه. حيث اظهرت العديد من الدراسات التأثير الإيجابي للأسمدة الحيوية في تحفيز نمو النبات وتحسين خواص التربة وجاهزية العناصر المغذية ومنها العناصر الكبرى فقد لاحظ البركي وتاج الدين، (2016) ان استخدام التسميد الحيوي (بكتريا *Bacillus subtilis*) المضاف الى بذور الذرة الصفراء قد تفوق معنوياً على عدم الإضافة للتسميد الحيوي في زيادة جاهزية المغذيات N.P.K في التربة، وفي دراسة اجراها خليفة وآخرون، (2015) يبين فيه تأثير التداخل بين فطري المايكورايزا *Glomus mosseae* و *Trichoderma harzianum* والتسميد الفوسفاتي في نمو الذرة الصفراء حيث اشارت النتائج ان التلقيح بفطري المايكورايزا المنفرد والمزدوج قد أدى الى ارتفاع معنوي في النسب المئوية لعناصر N و P و K اذ أعطت اعلى معدلات بلغت الزيادة فيها 31.49 و 244.44 و 45.83 % بالتتابع مقارنة بعدم إضافة السماد الحيوي وبغض النظر عن إضافة السماد الفوسفاتي. وجد عبد الحميد وشريف، (2015) ان التلقيح بفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* أدى الى زيادة معنوية في الفسفور الجاهز في التربة بعد الحصاد بنسبة 18.72 % قياساً بمعاملة عدم التلقيح. وفي دراسة لعطية وآخرون، 2018 في تأثير التكامل بالتسميد الحيوي والعضوي والمعدني في نمو الباقلاء وناتجه من صنف Luz-be-otono وامتصاص بعض العناصر الغذائية اشارت النتائج الى ارتفاع محتوى الأوراق من العناصر المغذية N و P و K عند التسميد الحيوي اذ بلغت الزيادة 2.35 و 0.29 و 3.6 % بالتتابع قياساً بمعاملة المقارنة.

2-3-البكتيريا المذيبة للفوسفات

تعد الاحياء المجهرية مكون مكمل لدورة الفسفور في التربة وتحتوي كمية مهمة من الفسفور المثبت في اجسامها وتؤثر هذه الاحياء المجهرية في جاهزية الفسفور اما بشكل مباشر من خلال اذابة الفسفور وتسمى الاحياء المذيبة للفوسفات Phosphate solubilizing Microorganisms (PSM) او بشكل غير مباشر من خلال البكتريا المنظمة او المحفزة لنمو النبات Plant growth promoting rhizobacteria (PGBR). وتشكل جنس *Bacillus* نسبة 10 الى 50 % من اجناس البكتريا التي لها القدرة على اذابة الفوسفات من مصادرها غير الذائبة في التربة (Alexander، 1982)، في حين تشكل الفطريات نسبة بين 0.5 و 1 % من مجموع الاحياء المجهرية في التربة (Chen وآخرون، 2017). هناك العديد من بكتريا التربة التي لها القدرة على اذابة فوسفات الكالسيوم الثلاثية وتحويلها الى صورة جاهزة تمتص من قبل النبات. ويعد جنس *Arthrobacter spp* من البكتريا المهمة المذيبة للفوسفات إذ تمثل (50-60%) من الميكروبات المذيبة للفوسفات بالتربة، وتعد اجناس بكتريا الـ *Pseudomonas* والـ *Bacillus* من ضمن البكتريا ذات الفعالية الكبيرة في اذابة الفسفور (Wani وآخرون، 2007).

وقد بين Rashid وآخرون، (2004) إن التربة تحوي احياء مجهرية بكتيرية قادرة على تحويل الفوسفات غير الذائبة الى فوسفات ذائبة وتكمن مقدرة هذه البكتريا في افرازها حوامض عضوية تعمل على خفض pH التربة وبعضها يرتبط مع الكالسيوم والحديد ويحرر الفوسفات، في حين أشار Perez وآخرون، (2007) إن العلاقة بين البكتريا المذيبة للفوسفات والنباتات هي علاقة تكافلية في الطبيعة فالبكتريا تزود النبات بالفسفور الذائب والنباتات بدورها تزود البكتريا بالطاقة

والمركبات الكربونية المهمة لنمو البكتريا. هناك عدد من الآليات توضح دور البكتريا المذيبة للفوسفات كأحياء مشجعة لنمو النبات ومن هذه الآليات:

1. انتاج المركبات الخالبة للحديد (Sidrophores production) و هو عبارة عن مركبات ذات وزن جزيئي واطئ تنتجتها بعض انواع البكتريا ذات الفة عالية للارتباط مع الحديد في التربة إذ يشكل معها معقدات جاهزة من الحديد يستفاد منها النبات.

2. انتاج هرمونات النمو مثل اندول حامض الخليك والسايوتوكاينينات والجبرلينات (Verma وآخرون، 2010).

3. انتاج الانزيمات وأهمها انزيم ACC-deaminas الذي يعمل في تثبيط انتاج الاثيلين وانزيم الكاتاليز و البيروكسيداز التي يحتاجها النبات في تصنيع اللكنين (Glick وآخرون، 2007).

4. لها القدرة في تقوية جهاز المناعة لدى النبات فينتج عن ذلك القضاء على مسببات المرضية (Walsh وآخرون، 2001).

5. انتاج بعض نواتج الايض (Metabolites) من هذه الكائنات الحية المجهرية التي تكون مصدراً للعناصر المعدنية اللازمة لنمو النبات.

6. زيادة قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر المغذية

7. تعمل هذه الكائنات على زيادة جاهزية العناصر الغذائية الموجودة في التربة.

وأهم هذه البكتريا النشطة في مجال اذابة الفوسفات هي *Bacillus*، *Pseudomonas*، *Microbacterium*، *Micrococcus*.

2-4- دور بكتريا *Bacillus megaterium* في التربة والنبات

لقد اثارت بكتريا *B. megaterium* اهتمام علماء الاحياء المجهرية منذ ان تم وصفها من قبل العالم الألماني deBary عام 1884م بسبب علم وظائف الأعضاء غير المعتاد عليها والانزيمات المفيدة التي تنتجها مثل البنسلين أميديز وهيدروليسات السترويد، وكذلك تعد المنتج الهوائي لفيتامين B12 مما جعل لها أهمية اقتصادية كبيرة، وإن لديها دورة تمايز خلوية بسيطة تعمل كنظام نموذجي لفهم تنظيم الجينات اثناء التطور الزمني والمورفولوجي، علاوة على ذلك فإن خلاياها النباتية ذات الحجم الكبير جعلها قابلة للتحليل المورفولوجي بشكل خاص. على الرغم من انها تعد كائناً حيوياً في التربة الا انها تتوفر في نطاق واسع من المناطق البيئية مثل حقول الأرز والاطعمة المجففة ومياه البحر والرواسب والاسماك والنباتات الطبيعية وحتى في عسل النحل (Vary وآخرون، 1994). وتعد هذه البكتريا الموجبة لصبغة غرام مرشحاً مناسباً لإنتاج البروتينات غير المتجانسة لأنها تكشف العديد من المزايا على أنظمة المضيفات الميكروبية الأخرى على عكس بكتريا *Escherichia coli* حيث ان لديها قدرة إفراز عالية ولا تولد السموم الداخلية وبالمقارنة مع بكتريا *Bacillus subtilis* فإنها تعيد ثباتية البلازميدات ولها انخفاض جوهري في النشاط البروتيني (Malten وآخرون، 2005).

لاحظ El-komy وآخرون، (2005) ان جاهزية الفسفور في التربة القلوية تتطلب وجود احياء مجهرية لها القدرة على اذابة الفوسفات المترسبة بهيئة فوسفات الكالسيوم حيث استنتج ان بكتريا *Bacillus megaterium* هي الأكثر كفاءة في ذوبان الفوسفات وزيادة امتصاص نبات الحنطة لها. كما أكد Borowik، (2018) ان بكتريا *Bacillus megaterium* المذيبة للفوسفات بإمكانها

انتاج حبيبات سماد الفوسفات الحيوي والحصول عليه عند خلطها مع المواد الخام للنفايات (مخلفات مجاري والرماد والعظام والدم المجفف ومخلفات مصانع اللحوم) في عمليات بسيطة. أشار Ashraf وآخرون، (2004) الى الحصول على زيادة معنوية في الارتفاع والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري والحاصل لنباتات الحنطة والبقلاء عند استعمالهم لقاح بكتريا الـ *Bacillus megaterium*.

2-4- دور فطر المايكورايزا *Glomus mosseae* في التربة والنبات

استعمل مصطلح المايكورايزا Mycorrhiza لأول مرة من قبل العالم الألماني Frank عام 1885 لوصف العلاقة التعايشية Symbiosis association بين كائنات حية تنتمي الى مملكتين مختلفتين هما الفطريات وجذور النباتات (عبدالكظم، 2020). وتعد المايكورايزا أحد أنواع الفطريات واسعة الانتشار في مختلف البيئات الزراعية حيث تعد جزءاً من النظام البيئي الزراعي (بدوي، 2008). وتكمن أهمية هذه الفطريات فيما يميزها عن باقي احياء التربة كون جزء منها ينمو داخل النظام الجذري والجزء الاخر ينمو داخل تربة الرايزوسفير (التميمي، 2005). وفي مقالة أشير فيها ان للمايكورايزا دوراً مهماً في امتصاص المغذيات المهمة كالفسفور، الكبريت، الزنك والنحاس وان امتصاص الفسفور من قبل الفطر يتم بعدة اليات منها افراز انزيم *Phosphatase* من قبل خيوط الفطر الذي يعمل على اذابة الفسفور العضوي في محلول التربة وتحويله الى صور جاهزة للامتصاص من قبل النبات وكذلك افراز احماض كربوكسيلية تعمل على مسك عناصر الكالسيوم والحديد والالمنيوم لتيسير ذوبانية الفسفور (بدوي، 2020).

ويمكن تمييز نوعين من فطريات المايكورايزا:

- المايكورايزا داخلية التغذية:

وهي التي تصيب جذور مجموعة المحاصيل البستانية والحبوب والحشائش (الشحات، 2007) ويتعايش مع أكثر من 90 % من النباتات، فتخترق انسجة قشرة الجذر لتصل الى الخلايا عن طريق مد هياقاتها وتكوين تراكيب متفرعة تدعى الشجيرات بالإضافة الى تكوين انتفاخات تعرف بالحوصلات مما يتيح لها علاقة تبادل منفعة بينها وبين جذور النباتات حيث يحصل تداخل معقد يحوي العديد من الاليات بين الطرفين (Maldonado – Mendoza واخرون، 2001).

- المايكورايزا خارجية التغذية:

وهي التي تصيب جذور أشجار الغابات مثل أشجار الصنوبر والبلوط واليوكالبتوس (الشحات، 2007) ويتعايش هذا النوع مع حوالي 3 % من الأنواع النباتية اذ تتكون طبقة كثيفة تشبه الغلاف تحيط الجذر وترتبط مع خلايا الجذر بواسطة الهياقات التي تتغلغل الى المسافات البينية للخلايا فتحلل جدار الخلية من خلال افراز مواد انزيمية (Giovannetti واخرون، 1994).

تؤدي فطريات المايكورايزا ادواراً مهمة في تجهيز النباتات بالعناصر المعدنية الصغرى والكبرى وكذلك تأمين حماية النبات من الإصابة بالمسببات المرضية حيث يعتبر مسيطر حيوي (Biological control)، وتزيد من قدرة النبات على تحمل الاجهاد البيئي مثل الملوحة والجفاف او العناصر الثقيلة فضلاً عن فعاليتها في تحسين بناء التربة عند إفرازها مركبات لزجة ذات طبيعة كلايكوبروتينية تسمى Glomalin (Mahdi، 2010)، وكذلك لها القدرة على السيطرة على انتشار احياء التربة وتوزيعها وتنوعها في منطقة الرايزوسفير (Vander واخرون، 1998). وذكر الشبيني،

(2006) ان فطريات المايكورايزا لها علاقة تكافلية مع النبات اذ يقوم النبات بإمداده بالطاقة والبيئة المناسبة للنمو والتكاثر أما الفطر يقوم بدوره بإمداد النبات بمساحة أكبر لعملية الامتصاص على سطح الجذور، وبين حمدان، (2011) ان زيادة كمية منظمات النمو (السايكوكالينين والجبرلين والأوكسين) التي تعمل على تحفيز النمو في الشعيرات الجذرية نتيجة تواجد فطر المايكورايزا في منطقة الرايزوسفير للنبات، وبين Clark، (2000) ان فطريات المايكورايزا تستطيع مد هايفاتها للحصول على العناصر المغذية N, P, Cu, Zn ذات الفائدة الكبيرة للنبات.

وفي أهمية فطريات المايكورايزا في امتصاص المغذيات الكبرى ونمو النبات فقد بينت دراسات عديدة تأثير هذا الفطريات على محاصيل عديدة حيث أوضحت نتائج Olivera و Sanders، (2000) ان المايكورايزا المستوطنة حسنت نمو وحاصل نبات الباقلاء وزادت من المساحة السطحية للورقة والوزن الجاف للمجموع الخضري حيث أعطت فروقات معنوية في النبات الملقح على النبات غير الملقح. واستنتجت Sylvia وآخرون، (2001) ان استجابة الطماطة للإصابة بالمايكورايزا كانت عالية في الاوزان الجافة للمجموع الخضري للنباتات الملقحة فقد وصلت الى %243 أكثر من النباتات غير الملقحة، واثبت صالح، (2006) ان الفطر *G. mosseae* قد اعطى نتائج متفوقة في نبات الطماطة لصفات (طول النبات، عدد التفرعات، المساحة الورقية، معدل وزن الثمار، عدد الأوراق، الحاصل الكلي وحاصل الأوراق. وبينت دراسة اخرى اجراها عيسى وآخرون، (2017) ان معاملة بذور نبات الباقلاء ونبات زهرة الشمس باللقاح الفطري *G. mosseae* قد زادت من نمو الجذور وزيادة وزنها وزيادة امتصاص عنصر الفسفور من قبل النباتات. وفي دراسة بينت فيها سلمان، (2003) ان التلقيح بفطريات المايكورايزا اعطى زيادة معنوية في معدل ارتفاع النباتات وعدد الاوراق ومساحة

الورقة لمحصول التبغ قياساً بالنباتات غير الملقة وبلغت الزيادة 4.1, 10.9, 20.3 % بالتتابع مقارنة بمعاملة المقارنة. وظهرت نتائج السامرائي وراهي، (2006) زيادة معنوية في نسبة البزوغ ومعامل حيوية البذور وتراكيز IAA لنبات الذرة الصفراء عند التلقيح المزدوج من فطر *G. mosseae* وبكتريا *Azospirillum brasilienses*. حصل التميمي، (2000) على زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري وكذلك زيادة في نسبة الجذور المصابة بفطر *G. mosseae* ووزن الجذور المايكورايزية لنباتي الحنطة والذرة الصفراء ولم تسجل أي إصابة في المعاملات غير الملقة وزيادة تركيز الفسفور لها. وقد اشار الكرطاني (1995) الى ان التلقيح بفطريات المايكورايزا نوع *G. mosseae* ادى الى زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري، كما ادى الى زيادة الحاصل ومكوناته وحاصل البروتين في بذور فول الصويا.

2-6- تأثير التداخل الحيوي بين البكتريا والفطر في التربة والنبات

التربة هي نظام داعم للحياة غني بالكائنات الحية الدقيقة وتحوي العديد من أنواع التفاعلات التي تحدد نمو ونشاط النباتات. وتلعب الكائنات الدقيقة في التربة دورا مهما في تعزيز خصوبة التربة وصحة النبات، ومن هذه الكائنات هي فطريات المايكورايزا وانواع مختلفة من بكتريا *Bacillus* التي بدورها تعمل على اذابة الفسفور والعناصر المغذية في التربة وإنتاج الهرمونات النباتية وذلك لتعزيز نمو النبات وحمايته من الظروف الحيوية وغير الحيوية (Nanjundappa وآخرون، 2019). وان التداخل بين الكائنات الحية له اثار عميقة على تغذية النبات وصحتها في نظام البيئة الزراعي والطبيعي، فقد أظهرت الدراسات تأثيرات محددة للنباتات على وفرة وتكوين الكائنات الحية

الدقيقة في منطقة الجذور (Philippot وآخرون، 2013). ويلعب عنصر الفسفور الذي تنتجه هذه الكائنات دورا مهما في نمو النبات حيث يدخل في التمثيل الغذائي والتركيب الضوئي ونقل المسارات الأيضية داخل النبات فضلا عن نقل الخصائص الوراثية من جيل لآخر وانقسام الخلايا، وتعمل الفطريات على استكشاف المزيد من الفسفور في التربة من خلال مد هايفاتها الخيطية لأقصى عمق تصله في التربة بعيدا عن الجذور وذلك لاكتساب الفسفور عن طريق إنتاج انزيم الفوسفاتيز وبالتالي يصل الى النبات من خلال الجذور (Bagyaraj وآخرون، 2015) و (Marschner وآخرون، 1994). وكذلك من بين بكتيريا المنطقة الجذرية المعززة لنمو النبات (PGPR) تعد بكتيريا *Bacillus* أحد الأنواع المهمة في التربة والتي تتمتع بقدرة تنافسية عالية مع الكائنات الأخرى وكذلك البقاء في التربة لفترة أطول حتى مع الظروف البيئية القاسية مما يسمح لها بتوفير العناصر المغذية ومنها عنصر الفسفور في التربة وإنتاج الهرمونات والحوامض العضوية (Hashem وآخرون، 2016). وقد درس الباحثون Medina وآخرون، (2003) تأثير سلالتين من بكتيريا *Bacillus pumilus* و *Bacillus licheniformis* وثلاث أنواع من الفطريات على نبات البرسيم بالتلقيح الفردي والمزدوج ومقارنتها مع التسميد بالفسفور حيث حددت فعالية أنواع الفطريات بواسطة السلالات البكتيرية المصاحبة لمعظم معاملات النبات المدروسة، حيث كان العلاج الأكثر فعالية هو التلقيح المزدوج من البكتيريا *Bacillus pumilus* والفطر *Glomus deserticola* من حيث إنتاج المادة الجافة. وكان لفطريات المايكورايزا تأثيرات مختلفة على بكتيريا *Bacillus* مما يشير التوافق البيئي بين الكائنات الحية الدقيقة. وكذلك قام الباحث بشير (2004) بدراسة حقلية لدراسة حالة التداخل بين الاسمدة الحيوية الفطرية والبكتيرية في نمو نبات القمح، أظهرت النتائج ان اضافة

الاسمدة الحيوية بصورة منفردة او مجتمعة تسببت في زيادة معنوية في قيم مكونات النمو والحاصل الحيوي وحاصل الحبوب قياساً" مع معاملة عدم اضافة سماد حيوي كما تفوقت معاملة التلقيح المزدوج معنوياً على معاملتي التسميد الحيوي الفطري والبكتيري المنفرد. وبين Adriana وآخرون، (2007) في دراسة أجريت في التداخل بين ثلاث عزلات مختلفة من فطر Glomus وبكتريا *Bacillus megaterium* المعزولة من تربة البحر الأبيض المتوسط الجيرية وتأثيرها على نمو نبات الخس *Lactuca sativa* حيث أدى التلقيح المزدوج الى زيادة نمو النبات وكذلك أظهرت الأوراق المعاملة بالتلقيح المتداخل اعلى نشاط انزيمي.

7-2- اللقاح المثبت او المقيد Immobilization inoculant

يترجم التقييد حرفياً كإجراء لإيقاف أو منع شيء ما من الحركة أو العمل بشكل طبيعي بوسائل التثبيت الخاصة وبالتالي يمكن اعتبار طريقة التقييد أو التثبيت تقنية لإيقاف العامل باستخدام مانع الحركة المناسب. وإن المبدأ الاساسي في عمل اللقاح المثبت هو حماية الاحياء المجهرية عند دخولها للتربة وضمان التحرر التدريجي لها ولأطول فترة ممكنة (John وآخرون، 2001) ان تقييد الخلايا الميكروبية في اللقاحات استعمل بشكل واسع في الزراعة والصيدلة والاعذية والصناعات الاخرى لتحضير تركيب محمي أو كبسولة تحوي بداخلها الخلايا البكتيرية والتي توفر لللقاح الحماية والتحرر البطيء للأحياء لأداء وظيفتها بشكل فعال. وفي العلوم وخاصة في الكيمياء الحيوية والعضوية يعد التقييد مجالاً للدراسة حيث يركز على الانزيم والخلية والجزء وحتى الذرات يقوم بتقييدها باستخدام أنواع مختلفة من المواد الحيوية القديمة والجديدة وذلك لمنع حركتها (Schoebitz

واخرون، 2012). إن تقييد الخلايا التي تحتوي على انزيمات محددة له مزايا أخرى مثل التخلص من الإجراءات الطويلة والمكلفة لفصل الانزيمات وتنقيتها، وتوفير الخلايا المقيدة مقارنة بالإنزيمات المقيدة إمكانيات جديدة حيث يمكن استخدامها كناقلات طبيعية غير قابلة للذوبان بالماء لنشاط الانزيمات المطلوبة (Stolarzewicz وآخرون، 2011). وقد بين كلٌّ من Mahmoud و Helmy، (2009) إلى أن هناك أنواع مختلفة من الخلايا يمكن تقييدها واستعمالها على المستوى التطبيقي تشمل الخلايا الحيوانية (Animal cells) وخلايا الحشرات (Insect cells) والخلايا النباتية (Plant cells) وخلايا الطحالب (Algal cells) والخلايا الميكروبية (Microbial cells)، ويشير نفس المصدر إلى مصطلح تقييد الخلايا بحفظ الخلية في مكان واحد، إذ تقتصر الخلايا أو تلتصق إلى أسطح لزجة وتبقى عائمة في أوساط مغذية سائلة.

بين Kosseva وآخرون، (2009) هناك عدة أساليب لتقييد اللقاحات الميكروبية أو تغليفها:

1. الارتباط التساهمي Covalent Binding

يتم في هذا الأسلوب التحميل على مواد صلبة خاملة وغير ذائبة (مثل الزجاج أو السيليولوز بمختلف أشكاله وصوره أو الكايتين أو الكولاجين أو النايلون أو ربط تناسقي يتم على أكاسيد فلزات الزمرة الترابية القلوية (Alkaline Metals Earth) كالحديد والنحاس (Al-Bakir، 1997).

2. الامتزاز على السطوح الصلبة Adsorption

تستعمل نشارة الخشب والقطن بعد تعقيمها بجهاز المؤصدة لمدة 30 دقيقة ثم توضع بالفرن بدرجة حرارة 40 م° لمدة 24 ساعة بعدها يضاف إليها عالق الخلايا 0.5 غم/2مل بنسبة 1:1 وزن/حجم

في طباق صغيرة ومعقمة، ثم تحضن بدرجة حرارة 37 مئوي لمدة 48 ساعة (الزبيدي وآخرون، 2012).

3. الاقتناص أو الحجز Entrapment

ويستخدم لذلك مركب بوليميري يسمى ألجينات صوديوم (طحلبات الصوديوم) هو مركب كيميائي له الصيغة $\text{NaC}_6\text{H}_7\text{O}_6$ وهو ملح الصوديوم لحامض الألجينيك (حامض الطحالب)، ويكون على شكل صمغ يستخرج من جدران الخلايا للطحالب البنية وهو صمغ لا طعم له وهذا ما دفع لاستعمالها في الصناعات الغذائية لزيادة اللزوجة وكعامل استحلاب وتستعمل ألجينات الصوديوم أيضاً في أقراص عسر الهضم (Sutton وآخرون، 1971). حامض الألجينيك يسمى أيضاً بالألجينات هو من السكريات المتعددة منتشر انتشاراً كبيراً في الجدران الخلوية للطحالب، وعند مزجها بالماء تتربط وتشكل صمغاً لزجاً، ويقوم الشكل المستخلص من الألجينات بامتصاص الماء سريعاً، فهو قادر على امتصاص 200-300 مرة من وزنه ماءً. ولونها يتفاوت من الأبيض إلى البني المصفر. ولقد استخدمت المواد الهلامية حديثاً لحبس الخلايا الميكروبية داخلها، وبالإضافة إلى الألجينات فإنه يوجد الأكار والبولي أكريل أميد والجيلاتين، واتصفت طرائق التقييد بالجينات الصوديوم وهلام الأكريل أميد بكفاءتها في احتجاز الانزيمات كونها ذات مسامية جيدة وثباتية عالية عند الاستخدام (Hall وآخرون، 2000). وكذلك بينت دراسات أن من بين تقنيات تقييد الخلايا كان الحجز في هلام الجينات الكالسيوم والصوديوم أحد أكثر المواد استخداماً لاحتجاز الخلايا بأكملها نظراً لبساطتها في صناعة الهياكل المرغوبة وطابعها غير السام وسهولة توفرها ورخص ثمنها (Rosevear، 1984) و (Sadjadi وآخرون، 2009) وفي دراسة أجراها Vats و Kumar،

(2010) أظهرت النتائج بأن خلايا بكتريا *B. subtilis* المقيدة بالالجينات قد انتجت انزيم البروتيز بنسبة زيادة 21 % والخلايا المقيدة بالاكار انتجت البروتيز بنسبة زيادة 7.8 % مقارنة بالخلايا غير المقيدة.

8-2- أنواع الحوامل المستخدمة في التسميد الحيوي The Type of Carriers

:Used in Biofertilizer

التحميل هو استعمال مواد حاملة مصنوعة من مصادر مختلفة ذات أصل عضوي او معدني لها القدرة على حمل اللقاحات الميكروبية دون ان تأثر عليها (Chiu وآخرون، 2006)، وقد ثبت اهمية التحميل للأسمدة الحيوية من خلال:

- 1 - توفير الحماية اللازمة للقاح الميكروبي نتيجة التنافس من قبل الاحياء المجهرية الاصلية الموجودة في التربة وكذلك حماية اللقاح من ظروف النمو غير الملائمة عند إطلاق مثبطات النمو والمواد السامة (Vassilev وآخرون، 2001).
- 2 - يجعل قدرة اللقاح الميكروبي على البقاء نشطاً لأطول فترة ممكنة ويؤمن الطاقة (المصدر الكربوني) للقاح (Park وChang، 2000)

وقد ذكر Pacovsky (1990) ان عملية التحميل هي مرحلة تمهيدية يمر بها اللقاح الميكروبي لأجل تكييفه واندماجه في وسط التربة. ومن الحوامل التي استخدمت في اللقاحات الميكروبية هي المعادن الطينية والفحم وكوالح الذرة المطحونة والبيت الناعم وكومبوست قشرة بذرة القطن وغيرها الكثير.

الزيولايت:

اكتُشف هذا المعدن عام 1756م من قبل عالم الجيولوجيا السويدي بارون اكسيل فريدريك ضمن طبقات الأرض من نوع stilbite (Tschernich، 1992) وهو معدن متكون من السليكات الالومينية ذات الهيكل البلوري على شكل شبكة ثلاثية الابعاد وهو ذو منشأ بركاني (Holmes، 1994). وان إضافة الزيولايت الخام الى التربة يسهم في التحرر البطيء للعناصر المغذية وبالتالي تأمين امداد المحاصيل الزراعية بالعناصر اللازمة (Rehakova وآخرون 2004). وفي السنوات الأخيرة استخدم الزيولايت ذو الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية المميزة في تحسين صفات التربة الرملية، ولأنه ذو سعة تبادلية عالية لذا فهو يزيد من احتفاظ التربة بالماء ويقلل من تطاير النيتروجين وله القابلية على تنقية التربة من العناصر الثقيلة والمواد السامة والمخلفات الكربوهيدراتية (غايرلي وآخرون، 2015).

اما استخدامات الزيولايت في الزراعة فقد بين محمود، (2012) إن استعمال الزيولايت مع كمية من السماد الكيميائي يؤدي الى طول فعالية هذه الأسمدة لفترة تمتد لخمس سنين وكذلك يبقى السماد مع الزيولايت في الطبقة العليا من التربة فيستفيد منها النبات مباشرة دون ضياع أي منها. ولقد ثبت من خلال التجارب العلمية أن مزج الزيولايت بنسب معينة مع الأسمدة يعطي زيادة في انتاج كل من (القمح 13-15 %، الشعير 50 %، الرز 27-70 %، البطاطا 30 %، الطماطة 20 %)، والإنتاج الحاصل تزداد فيه نسبة الفيتامينات وحجم الحبوب ويعطي النبات مناعة ضد الامراض.

-البنتونايت:

وهو بناء بلوري من معدن المونتيموريلونايت الذي ينتمي لمجموعة معادن السمكتايت ويعد التركيب الرئيس لطين البنتونايت، والتي تتميز بتركيبها الطبقي الذي يتكون من طبقة المنيوم اوكتاهيدرا محصورة بين طبقتين من السليكا تيتراهدرا (Sanjay و Sugunan، 2006) ويتميز كذلك بوجود كاتيونات التبادل الأيوني مثل الصوديوم والكالسيوم وبنسبة تتراوح بين (55-85) % وهي الكاتيونات المسؤولة عن خصائص الانتفاخ والامتصاص للبنتونايت. وبصورة عامة ينقسم البنتونايت الطبيعي اساساً الى: (Grim، 1968)

- 1 -بنتونايت عالي الانتفاخ من نوع صوديوم بنتونايت (Na-Bentonite) ويعرف أيضاً ب Wyoming type bentonite الذي يكون شائعاً في كل من الولايات المتحدة وجمهورية التشيك.
 - 2- بنتونايت واطئ الانتفاخ وهو من نوع كالسيوم، مغنيسيوم او الاثنين معاً واحياناً يُنشط هذا النوع بالصوديوم من خلال عملية التنشيط، ولكن درجة الانتفاخ في هذا النوع لا تصل الى النوع الأول.
- أكد Stotzky و Santoro (1968) إن وجود معدن الطين يؤثر بشكل كبير في حياة الاحياء المجهرية في التربة وذلك لان الطين الفعال يحتفظ بالماء وكذلك يكون حالة من اللزوجة وان وجود الطين يؤدي الى قلة انتشار بعض الفطريات المرضية ويحمي الاحياء من الظروف البيئية غير الملائمة من جفاف وارتفاع درجة الحرارة. وقد بدأت الدراسات حول استخدام البنتونايت في الزراعة حيث أكد عبد الغني، (2009) في دراسة له بين فيها أثر البنتونايت في التربة ونبات اللوباء اذ أظهرت النتائج وجود تأثير عالي المعنوية في تقليل ملوحة التربة وزيادة درجة تفاعل التربة بينما للنبات فقد أعطت النتائج تفوق البنتونايت في صفتي ارتفاع النبات والوزن الجاف للمجموع الخضري.

وفي دراسة أجراها Osman وآخرون، (2008) على نبات الذرة لموسمين إذ أظهرت النتائج تأثيرا إيجابيا معنويا عند خلط البنتونايت مع الدولمايت في زيادة جاهزية العناصر الكبرى (نتروجين وفسفور وبوتاسيوم) ولكلا الموسمين. وبين كمال (2007) تفوق اللقاح البكتيري لبكتريا *Azopirillum brasilense* المحمل على طين Ca-Bentonite مقارنة مع طين Kaolinite و Flintclay عند تلقيح بذور الحنطة إذ سجل أعلى كثافة عددية للبكتريا كما سجل تفوق معنوي للوزن الجاف للنبات وحاصل الحنطة.

3. المواد وطرائق العمل:

3-1- تحضير اللقاحات الحيوية:

3-1-1- تلقيح البذور باللقاح البكتيري:

تم الحصول على العزلة البكتيرية *Bacillus megaterium* من مختبر الدراسات العليا في كلية الزراعة - جامعة المثنى ثم حمل اللقاح على الزيولايت والبنتونايت وقيّد بالأكاروز والجينات الصوديوم ثم إضافة البذور إليها بعد ذلك.

- التحميل على الزيولايت:

- اضيف 200 غم من مادة الزيولايت الى 1000 مليلتر من الماء المقطر وترك لمدة 30 دقيقة ليتجانس المحلول ثم وزع بالتساوي في دورقين سعة الواحد 500 مليلتر.

- اضيف مقدار من بذور الحنطة صنف اباء 99 للدورقين وترك البذور في محلول الزيولايت تتشبع لمدة 24 ساعة.

- اضيف لقاح بكتريا *Bacillus megaterium* المعزولة سابقاً لدورق دون الاخر.

- اضيف 100 مليلتر من الصمغ العربي المحضر بتركيز 10 % الى الدورق الحاوي على اللقاح فقط.

- نشرت البذور للدورقين كلاً على حدا على ورق مقوى لمدة نصف ساعة وبعيداً عن اشعة الشمس ثم جمعت في أكياس وزرعت في الوحدات التجريبية الخاصة بها.

- التحميل على البنتونايت:

- اضيف 200 غم من مادة البنتونايت الى 1000 مليلتر من الماء المقطر وترك المحلول يتجانس لمدة 30 دقيقة ووزع على دورقين سعة كل واحد 500 مليلتر.

- اضيف مقدار من بذور الحنطة صنف اباء 99 للدورقين وتركت البذور في محلول البنتونايت تنتشع لمدة 24 ساعة.

- اضيف لقاح بكتريا *Bacillus megaterium* المعزولة سابقاً لدورق دون الاخر واضيف له 100 مليلتر من الصمغ العربي المحضر بتركيز 10 % الى نفس الدورق وذلك لزيادة التصاق البكتريا ببذور الحنطة.

- نشرت البذور للدورقين كلاً على حدا على ورق مقوى لمدة نصف ساعة وبعيداً عن اشعة الشمس ثم جمعت في أكياس وزرعت في الوحدات التجريبية الخاصة بها.

- تقييد الخلايا بمادة الاكار:

اتبعت الطريقة الموصوفة من قبل Dronawat وآخرون، (1995) في التقييد اذ مزج لقاح بكتيريا *Bacillus megaterium* (1 مليلتر) مع الاكار المعقم والمبرد لدرجة 40 م بنسبة 1:1 (v/v) في طبق بتري معقم ثم ترك ليتصلب وبعدها قطع الاكار الى قطع صغيرة بحجم 2 مليلتر وغسلت بمحلول الفوسفات الداريء للتخلص من الخلايا غير المقيدة وحضنت بدرجة 37 م لمدة 24 ساعة.

- تقييد الخلايا بمادة الجينات الصوديوم:

اتبعت الطريقة الموصوفة من قبل El-Gendy وآخرون، (2015) في تقييد الخلايا اذ تم تعليق لقاح بكتيريا *Bacillus megaterium* (1 مليلتر) بمحلول الفوسفات الداريء 0.02 مولاري برقم هيدروجيني 8 للحصول على نسبة استخلاص (0.5 غم/2 مل) واضيف لها 25 مليلتر من محلول الجينات الصوديوم 3 % بنسبة 1:1 (v/v) ومزجت لمدة 15 دقيقة ثم سحبت بواسطة محقنة طبية معقمة واضيفت ببطء الى محلول كلوريد الكالسيوم البارد بشكل قطرات ثم خزنت بالثلاجة لمدة 15 دقيقة وغسلت مرتين بمحلول كلوريد الكالسيوم للتخلص من الخلايا غير المقيدة.

3-1-2- تلقيح البذور بفطر المايكورايزا:

استعمل لقاح فطر المايكورايزا *Glomus mosseae* المتكون من (سبورات-جذور مصابة وتربة جافة) الذي تم الحصول عليه من مختبر المخصبات البيولوجية - وزارة العلوم والتكنولوجيا وبعد ذلك تم خلطه مع اللقاح البكتيري والبذور.

3-2- موقع التجربة

تم إجراء التجربة خلال الموسم الزراعي 2019-2020 في محطة الأبحاث والتجارب الزراعية الثانية آل بندر التابعة لكلية الزراعة - جامعة المثنى والواقعة في الجنوب الشرقي من مركز المدينة وتمت الزراعة في تربة مزيجة لمعرفة تأثير اللقاح الحيوي *Bacillus megaterium* و *Glomus mosseae* ونوع الحامل في جاهزية N.P.K ونمو وحاصل نبات الحنطة.

3-3- تهيئة الأرض وعمليات الخدمة

تم حراثة الأرض بعمق 25 سم بالمحراث القلاب بشكل متعامد وجرى عليها عمليات التسوية والتنعيم باستخدام الامشاط القرصية وبعد ذلك قسمت الأرض إلى 3 قطاعات، كل قطاع يحوي 16 وحدة تجريبية مساحة كل وحدة تجريبية 2 x 2 م²، وكل وحدة تجريبية تحوي 6 خطوط المسافة بين كل خط 15 سم، تمت زراعة الحنطة صنف إباء 99 بتاريخ 29-11-2019 اضيف لها سماد فوسفاتي على هيئة سوبر فوسفات الثلاثي TSP بمعدل 100 كغم P هـ⁻¹ ، وإضافة سماد بوتاسي بشكل كبريتات البوتاسيوم بمعدل 100 كغم K هـ⁻¹ ، اذ أضيف هذين السمادين بدفعة واحدة قبل الزراعة ثم أضيف النتروجين بهيئة يوريا بمعدل 150 كغم N هـ⁻¹ بدفعتين، دفعة عند الزراعة والثانية بعد شهر من الزراعة (علي وآخرون، 2014). وبعد ذلك تم دراسة الصفات للنبات والتربة بعد الحصاد لمعرفة التطور الحاصل في نمو نبات الحنطة نتيجة التلقيح الحيوي والعوامل الاخرى المتداخلة معه.

3-4- عوامل التجربة:

طبقت التجربة بأسلوب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD بعاملين وبثلاث مكررات

3-4-1- العامل الأول إضافة اللقاح الحيوي ويرمز له B

1. المعاملة الأولى بدون إضافة لقاح ويرمز لها بالرمز B0

2. المعاملة الثانية إضافة لقاح بكتريا *Bacillus megaterium* ويرمز لها بالرمز B1

3. المعاملة الثالثة إضافة فطر *Glomus mosseae* ويرمز لها بالرمز B2

4. المعاملة الرابعة التداخل المزدوج لبكتريا *Bacillus megaterium* و فطر *Glomus mosseae*

ويرمز لها بالرمز B3

3-4-2- العامل الثاني نوع الحامل البكتيري ويرمز له M

1. المعاملة الأولى تحميل البكتريا على الزيولايت ويرمز لها بالرمز M1
2. المعاملة الثانية تحميل البكتريا بألجينات الصوديوم ويرمز لها بالرمز M2
3. المعاملة الثالثة تحميل البكتريا بالاكاروز ويرمز لها بالرمز M3
4. المعاملة الرابعة تحميل البكتريا على البننتونايت ويرمز لها بالرمز M4

3-5- اخذ عينات التربة:

تم جمع عينات التربة من كل الوحدات التجريبية من عمق 0 - 30 سم من السطح وذلك لتقدير درجة تفاعل التربة والايصالية الكهربائية والمادة العضوية وبعض العناصر الذائبة والعناصر الجاهزة N.P.K واعداد البكتريا وكذلك لتقدير مفضولات التربة ومعرفة صنفها

جدول (1) يوضح بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية والاحيائية لتربة الدراسة

الصفة المقاسة	القيمة	وحدة القياس
درجة تفاعل التربة PH 1:1	7.8	
الإيصالية الكهربائية ECe	6.1	ds.m ⁻¹
المادة العضوية	2.9	g. kg ⁻¹
الكالسيوم الذائب ca ⁺²	17.2	ملي مكافيء. لتر
المغنيسيوم الذائب Mg ⁺²	41.3	
الكربونات CO ₃ ⁻²	0	
البيكربونات الذائبة HCO ₃ ⁻	2.44	
الكلورايد الذائب Cl ⁻	9.8	
الكبريتات SO ₄ ⁻²	11.05	
السعة التبادلية الكاتيونية CEC	25.10	سنتيمول. كغم ⁻¹
العناصر الجاهزة	15.8	النتروجين N
	23.15	الفسفور P
	289.3	البوتاسيوم k
اعداد بكتريا Bacillus megaterium الكلية	5.7x10 ⁵	CFU g ⁻¹ dry soil
مفصولات التربة	16	الرمل
	68	الغرين
	16	الطين
صنف النسجة		مزيجية غرينيه

6-3- تحاليل التربة قبل وبعد التجربة:

3-6-1- التحاليل الكيميائية

3-6-1-1- التوصيل الكهربائي Ece: تم قياس التوصيل الكهربائي في مستخلص العجينة المشبعة

بوساطة جهاز التوصيل الكهربائي EC- meter كما ذكر في (Richards، 1954).

3-6-1-2- درجة تفاعل التربة pH: تم قياس درجة تفاعل التربة في معلق تربة: ماء وبنسبة 1 : 1

بوساطة جهاز pH- meter كما ورد في (Page واخرون، 1982)

3-6-1-3- المادة العضوية: قدرت المادة العضوية بطريقة الهضم الرطب حسب طريقة Walkely

and Black وكما ورد في (Black، 1965).

3-6-1-4- السعة التبادلية للأيونات الموجبة CEC: قدرت باستعمال خلاص الامونيوم

NH₄OAC (1 عياري) عند pH 7 وتبعاً للطريقة الموصوفة في (Black، 1965).

3-6-1-5- النيتروجين الجاهز في التربة: قدر أيون النيتروجين الأمونيوم NH₄ بالإستخلاص بمحلول

كلوريد البوتاسيوم (2 مولاري) وإستعمال اوكسيد المغنيسيوم وتم القياس بإستخدام جهاز المايكروكلدال،

وقدر أيون النيتروجين النترات NO₃ بإختزاله من سبيكة ديفاردا ثم التقدير بجهاز المايكروكلدال حسب

طريقة Bremner الموضحة في (Page واخرون، 1982).

3-6-1-6- الفسفور الجاهز في التربة: قدر الفسفور الجاهز بعد إستخلاصه بواسطة بيكاربونات

الصوديوم 0.5 مولاري ذو pH 8.5 ثم يتغير اللون بإضافة محلول موليبدات الأمونيوم وحامض

أسكوربيك حسب طريقة أولسن ويقدر في جهاز Spectrophotometer على طول موجي 882 نانومتر كما ورد في (Page واخرون، 1982).

3-6-1-7- البوتاسيوم الجاهز في التربة: قدر أيون البوتاسيوم باستخلاصه بمحلول خلات الأمونيوم (1 عياري) وبعدها قدر بجهاز اللهب الضوئي Flame- Photometer وكما ورد في (Jackson، 1958).

3-6-1-7- الكالسيوم والمغنيسيوم: قدر كل من Ca^{+2} و Mg^{+} في مستخلص (1:1) بالتسحيح مع محلول الفرسنيت 0.01 NA₂EDTA عياري (Richards، 1954).

3-6-1-8- الكربونات والبيكربونات: قدر كل من الكربونات والبيكربونات بالتسحيح مع حامض الكبريتيك 0.02 عياري كما ورد في (Jackson، 1958).

3-6-1-9- الكبريتات: قدرت بطريقة الترسيب بواسطة كلوريد الباريوم على شكل كبريتات الباريوم باستخدام جهاز Spectrophotometer وبطول موجي 490 نانومتر كما ورد في (Black، 1965).

3-6-1-10- الكلوريدات: قدر ايون الكلوريد بالتسحيح مع نترات الفضة 0.05 N وباستخدام دليل كرومات البوتاسيوم وكما ورد في (Richards، 1954).

3-6-1-11- نسجة التربة: قدرت النسجة بطريقة الماصة بعد التخلص من كربونات الكالسيوم والمادة العضوية وذلك بإضافة خلات الصوديوم وبيروكسيد الهيدروجين وحسب ما ورد في (Black، 1965).

3-6-2- التحاليل الحيوية

3-6-2-1- البكتريا الكلية في التربة: قدرت أعداد البكتريا الكلية في التربة بطريقة التخفيف والعد بالأطباق بإستعمال وسط الأكار المغذي حسب ما جاء في (Black، 1965).

3-7- القياسات والتحليل النباتية:

3-7-1- ارتفاع النبات (سم): قيس ارتفاع النبات من سطح التربة الى نهاية السنبلة دون السفا لعشرة نباتات اختيرت عشوائياً قبل الحصاد.

3-7-2- وزن 500 حبة (غم): تم حساب الوزن من 500 حبة كمعدل مأخوذة من عشرة نباتات من الخطين الوسطين لكل وحدة تجريبية.

3-7-3- الحاصل الحيوي (ميكأغرام ه⁻¹): تم حساب الحاصل الحيوي (البايولوجي) بعد الحصاد (حبوب + قش) في المتر المربع من الخطوط الوسطية لكل وحدة تجريبية ثم حولت من غم متر⁻² الى ميكأغرام هكتار⁻¹

3-7-4- حاصل الحبوب (ميكأغرام ه⁻¹): تم حساب حاصل الحبوب بعد الحصاد وبعد عزل القش عن البذور في المتر المربع من الخطوط الوسطية لكل وحدة تجريبية ثم حولت من غم متر⁻² الى ميكأغرام هكتار⁻¹

3-7-5- اعداد الخلايا البكتيرية: تم حساب الخلايا البكتيرية بطريقة التخفيف والعد بالأطباق وكما جاء في الطريقة الموصوفة من قبل (Black، 1965).

3-7-6- تحليل النبات: بعد الحصاد في نهاية الموسم تم اخذ العينات النباتية وتجفيفها بالفرن

الكهربائي على درجة حرارة 65° م ثم طحنت بإستخدام المطحنة الكهربائية وتم بعد ذلك هضم

العينات بعد أخذ (0.2 غم لكل عينة) بإستخدام حامضي الكبريتيك والبيروكلوريك بنسبة 1:3،

وترك الدورق على Hot Plate الى أن يصبح المحلول رائقاً ثم ينقل إلى دورق حجمي سعة 50

مل ويكمل الحجم بالماء المقطر حسب ما جاء في Haynes (1980) وذلك لتقدير:

- تركيز النيتروجين N: قدر النيتروجين في النبات باستعمال جهاز المايكروكلدال حسب طريقة

Bremner، وكما وردت في Page وآخرون، (1982).

- تركيز الفسفور P: تم تقديره بواسطة مستخلصات العينة النباتية، باستعمال جهاز المطياف الضوئي

Spectrophotometer، كما وردت في Page وآخرون، (1982).

- تركيز البوتاسيوم K: قدر في مستخلصات العينة النباتية باستخدام جهاز (Flame) photometer

، وحسب ما ورد في Haynes (1980).

3-8- التحليل الإحصائي: - تم تحليل بيانات الدراسة إحصائياً وفق تصميم القطاعات العشوائية

الكاملة RCBD بإستخدام برنامج GENSTAT RELEASE 12.1 وتمت مقارنة المتوسطات

بإستخدام إختبار اقل فرق معنوي (L.S.D.) عند مستوى معنوية 0.05 (الراوي، 1980)

4. النتائج والمناقشة

4-1- تأثير اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفات التربة الخصوبية والحيوية في نهاية الموسم.

4-1-1- جاهزية النتروجين في التربة (ملغم N كغم⁻¹ تربة):

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي لجدول رقم (2) تأثير إضافة اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* والفطر *Glomus mosseae* في قيم صفة النتروجين الجاهز في التربة وجود فروقات معنوية بين المتوسطات اذ تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B3 على باقي المعاملات الحيوية وبلغت قيمة متوسط المعاملة 20.52 (ملغم N كغم⁻¹ تربة) وبنسبة زيادة 80.31 % قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت متوسط 11.38 (ملغم N كغم⁻¹ تربة). وكانت قيم المعاملات المفردة للبكتيريا B1 16.23 (ملغم N كغم⁻¹ تربة) وللفطر B2 14.74 (ملغم N كغم⁻¹ تربة). وقد يعود سبب التفوق الى دور البكتيريا والفطر في تثبيت النتروجين الجوي وكذلك افراز العديد من منظمات النمو والاحماض العضوية والمخليات والتي تعمل على زيادة تركيز العناصر في التربة ومنها عنصر النتروجين مما ينعكس إيجاباً في نمو النبات وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (الخليل، 2011).

ويوضح الجدول (2) تأثير نوع الحامل البكتيري في جاهزية النتروجين في التربة تفوق معاملة M3 التقيد بالاكار التي أعطت متوسط 16.90 (ملغم N كغم⁻¹ تربة) وبنسبة زيادة بلغت 15.20 و 9.31 و 6.55 % قياساً بمعاملات التحميل الأخرى M1 و M2 و M4 بالتتابع. وقد يعزى هذا التفوق

الى كفاءة مادة الاكار في حفظ الخلايا البكتيرية حول منطقة الجذور لفترة أطول مما يوفر زيادة في تحرر العناصر المغذية ومنها النتروجين طوال موسم النمو، وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Wu واخرون، 2012).

واظهرت نتائج الجدول (2) ايضاً تأثير التداخل بين اللقاح الحيوي ونوع الحامل في صفة جاهزية النتروجين في التربة عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات الحيوية.

جدول رقم (2) يبين تأثير اللقاح البكتيري لـ *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في جاهزية النتروجين في التربة (ملغم N كغم⁻¹ تربة).

المعدل	M4	M3	M2	M1	M / B
11.38	11.87	11.97	11.67	10.03	B0
16.23	15.80	17.47	15.97	15.70	B1
14.74	14.27	15.70	15.03	13.97	B2
20.52	21.50	22.47	19.17	18.97	B3
	15.86	16.90	15.46	14.67	المعدل
BM= N.S M= 1.426 B= 1.426					L.S.D. قيمة (0.05)

4-1-2- جاهزية الفسفور في التربة (ملغم P كغم⁻¹ تربة):

يتضح من بيانات التحليل الاحصائي للجدول رقم (3) تأثير إضافة اللقاح البكتيري *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* في قيم صفة جاهزية الفسفور في التربة وجود فروقات معنوية بين المتوسطات اذ تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B3 على باقي المعاملات الحيوية الأخرى فأعطت قيمة متوسط المعاملة 28.44 (ملغم P كغم⁻¹ تربة) وبنسبة زيادة بلغت 57.64 % قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت متوسط 18.04 (ملغم P كغم⁻¹ تربة)، اما المعاملات المفردة كانت قد بلغت للبكتيريا B1 24.89 (ملغم P كغم⁻¹ تربة) وللفطر B2 21.24 (ملغم P كغم⁻¹ تربة). ان هذه الاختلافات والزيادة في معاملة التداخل قد أوضح دور كل من الفطريات والبكتيريا في تجهيز عنصر الفسفور في التربة، اذ تعمل الفطريات على افراز انزيم الفوسفاتيز الذي يعمل على تحميل أواصر الاستر التي تربط الفسفور بكاربون المادة العضوية ومن ثم تحرر مجموعة الفوسفات (PO_4^{3-}) التي تنتقل الى النبات عن طريق هايفات الفطر المنتشرة بكثافة كبيرة جداً في منطقة الرايزوسفير، وكذلك انتاج الحوامض العضوية كما في حامض الاوكزالات الذي يزيد من جاهزية الفسفور (العزاوي، 2015)، كما ان دور بكتيريا *Bacillus megaterium* في افراز مواد منشطة في وسط النمو مثل الجبرلين والسايتوكاينين التي تقوم بتحرير عنصر الفسفور من معقدات التربة (علوان واخرون، 2006)، وكذلك دورها في انتاج الاحماض العضوية التي تؤدي الى ذوبانية مركبات الفسفور قليلة الذوبان وبالتالي يكون جاهزاً للامتصاص من قبل النبات ويتفق مع (Wilhelm واخرون، 2007) كما اكد ذلك (البركي وتاج الدين، 2016).

وأوضحت نتائج الجدول (3) أيضاً تأثير نوع الحامل البكتيري في قيم صفة الفسفور الجاهز في التربة ارتفاع معنوي في معاملة M2 التقييد بالألجينات التي أعطت متوسط بلغ 24.28 (ملغم P كغم⁻¹ تربة) وزيادة بنسبة 8.58 و 5.47 و 5.79 % قياساً بمعاملات التحميل الأخرى M1 و M3 و M4 بالتتابع، ان هذه الزيادة ربما جاءت نتيجة دور الألجينات في حفظ الخلايا البكتيرية داخلها لفترة طويلة مما يجعلها توفر العناصر الغذائية ومنها الفسفور بشكل أكبر فتصبح جاهزة للامتصاص من قبل النبات وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (El-Komy، 2005).

وبين الجدول (3) أيضاً تأثير التداخل بين اللقاح الحيوي ونوع الحامل في جاهزية الفسفور في التربة عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات الحيوية.

جدول رقم (3) يبين تأثير اللقاح البكتيري لـ *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في جاهزية الفسفور في التربة (ملغم P كغم⁻¹ تربة).

المعدل	M4	M3	M2	M1	M B
18.04	18.73	18.52	19.22	15.69	B0
24.89	24.67	24.89	25.86	24.12	B1
21.24	21.07	21.27	21.30	21.32	B2
28.44	27.32	27.40	30.74	28.28	B3
	22.95	23.02	24.28	22.36	المعدل
BM= N.S M= 1.202 B= 1.202					قيمة L.S.D. (0.05)

4-1-3- جاهزية البوتاسيوم في التربة (ملغم K كغم⁻¹ تربة):

أوضحت نتائج التحليل الاحصائي للجدول رقم (4) تأثير إضافة اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر *Glomus mosseae* في صفة جاهزية البوتاسيوم في التربة وجود فروقات معنوية بين المتوسطات اذ تفوقت معاملة التلقيح. المزدوج B3 على باقي المعاملات الحيوية الأخرى اذ أعطت متوسط 368.6 (ملغم K كغم⁻¹ تربة) وبنسبة زيادة بلغت 59.22 % قياساً بمعاملة المقارنة B0 بدون إضافة لقاح والتي كانت بمقدار 231.5 (ملغم K كغم⁻¹ تربة)، وقد تفوقت معاملة اللقاح البكتيري B1 التي بلغت 293.5 (ملغم K كغم⁻¹ تربة) على معاملة اللقاح الفطري B2 التي بلغت 263.3 (ملغم K كغم⁻¹ تربة). قد تعزى هذه الزيادة الى دور الاحياء المجهرية ومنها البكتريا في التأثير في صفات التربة وتحرر العناصر المغذية مع توفر مصادر الطاقة لهذه الاحياء وكذلك دور المايكورايزا بإفراز البروتونات والاكزالات على سطح الجذور المسمدة بها فتحل محل البوتاسيوم في طبقات معادن الطين تحت ظروف نقصان البوتاسيوم مما يؤدي لتجوية بايولوجية للمعادن وذلك لأن فطريات المايكورايزا تذيب المركبات المعدنية من خلال افراز الاحماض العضوية التي تحللها وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Khan وآخرون، 2013) و(سلمان، 2003)، وحصل كل من الفهداوي، (2016) والكرخي، (2017) على نتائج مشابهة.

وبين الجدول (4) ايضاً تأثير نوع الحامل البكتيري في صفة جاهزية البوتاسيوم في التربة عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات.

واظهرت نتائج الجدول (4) تأثير التداخل بين اللقاح الحيوي ونوع وطريقة تقييده وجود فروق معنوية في قيم البوتاسيوم الجاهز في التربة اذ تفوقت معاملة التداخل B3M1 تحميل اللقاح البكتيري على الزيولايت التي أعطت متوسط 422.7 (ملغم K كغم⁻¹ تربة) وبنسبة زيادة قد بلغت 96.87 % قياساً بمعاملة المقارنة B0M1 التي أعطت اقل مقدار بلغ 214.7 (ملغم K كغم⁻¹ تربة). ان هذه الزيادة ربما جاءت نتيجة دور الزيولايت في زيادة محتوى البوتاسيوم في التربة وذلك لتمييزه بسعة التبادل الكاتيوني العالية والامتزاز العالي للكاتيونات الموجبة ويعمل كمخزن للأسمدة ومجهز تدريجي لها في التربة وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Maria-Ramirez وآخرون، 2011) و(Bagdasarov وآخرون، 2004).

جدول رقم (4) يبين تأثير اللقاح البكتيري لـ *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في جاهزية البوتاسيوم في التربة (ملغم K كغم⁻¹ تربة).

المعدل	M4	M3	M2	M1	M B
231.5	238.3	238.3	234.7	214.7	B0
293.5	289.7	287.3	294.3	302.7	B1
263.3	261.3	266.7	262.3	263.0	B2
368.6	340.7	351.7	359.3	422.7	B3
	282.5	286.0	287.7	300.8	المعدل
BM= 37.32 M= N.S B= 18.66					قيمة L.S.D. (0.05)

4-1-4- اعداد البكتريا الكلية CFU gm⁻¹ dry soil:

بينت نتائج التحليل الاحصائي للجدول رقم (5) تأثير إضافة اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* وجود فروقات معنوية بين المتوسطات في صفة اعداد البكتيريا الكلية اذ تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B3 بمقدار 80.5×10^5 CFU gm⁻¹ dry soil وبنسبة زيادة بلغت 332.7 % قياساً بمعاملة المقارنة B0 التي أعطت متوسط 18.6×10^5 CFU gm⁻¹ dry soil اما قيم اللقاحات المفردة كانت بمقدار 46.1×10^5 CFU gm⁻¹ dry soil 20.9×10^5 CFU gm⁻¹ dry soil لمعاملات B1، B2 بالتتابع. اذ ان دور فطريات المايكورايزا في تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية ربما كان السبب في نمو وزيادة اعداد الكائنات الحية التي تتعايش معها بعلاقة تكافلية نتيجة توفر عنصر الفسفور المهم في التربة، اما دور بكتريا *Bacillus* أوضح انه لم يكن هناك تأثير سلبي بين العزلات البكتيرية المضافة كلقاح الى التربة وبين البكتيريا المستوطنة، وبالتالي فإن الزيادة نتيجة التداخل بين الكائنات الحية أسهم بشكل كبير في زيادة اعداد الخلايا البكتيرية في التربة، وهذا ما أكدته التميمي، (2005).

أوضحت نتائج الجدول (5) كذلك تأثير نوع الحامل البكتيري تفوق معاملة M2 التقييد بالجينات الصوديوم التي كانت بمقدار 49.2×10^5 CFU gm⁻¹ dry soil وبنسبة زيادة بلغت 36.28 و 13.36 و 31.55 % قياساً بمعاملات التحميل الأخرى M1 و M3 و M4 بالتتابع. وقد تعزى هذه الزيادة لدور الجينات الصوديوم في تقييد الخلايا البكتيرية على شكل حبيبات هلامية وابقاؤها فترة أطول في التربة مما يؤدي لزيادة اعدادها، وهذا يتفق مع ما توصل اليه El-Komy، (2005)

وأشار الجدول (5) تأثير التداخل بين اللقاح الحيوي ونوع الحامل الى عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات الحيوية في صفة اعداد البكتريا.

جدول رقم (5) يبين تأثير اللقاح البكتيري لـ *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus*

mosseae ونوع الحامل والتداخل بينهما في اعداد البكتريا الكلية (10^5 CFU gm⁻¹ dry soil)

المعدل	M4	M3	M2	M1	M / B
18.6	19.7	23.7	19.7	11.3	B0
46.1	38.3	43.0	54.3	48.7	B1
20.9	21.7	19.3	26.3	16.3	B2
80.5	70.0	87.7	96.3	68.3	B3
	37.4	43.4	49.2	36.1	المعدل
BM= N.S M= 6.90 B= 6.90					قيمة L.S.D. (0.05)

4-2- تأثير اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في محتوى النبات من العناصر المغذية الكبرى.

4-2-1- محتوى النبات من عنصر النيتروجين N %:

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للجدول رقم (6) تأثير إضافة اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر *Glomus mosseae* وجود فروق معنوية في صفة محتوى النبات من النيتروجين، حيث تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B3 على باقي المعاملات الحيوية اذ أعطت متوسط 0.922 % وبلغت نسبة الزيادة 181.95 % قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت متوسط مقداره 0.327 % وبلغ محتوى النيتروجين لمعاملة التلقيح بالبكتريا 0.688 % بينما للفطر 0.563 %. وقد تعزى هذه الزيادة نتيجة دور بكتريا *Bacillus megaterium* في افراز بعض منظّمات النمو الجبرلين والاكسين والسايكوكاينين التي لها القدرة على تحفيز الشعيرات الجذرية لامتصاص العناصر ومنها النيتروجين والتي تؤثر ايجاباً في نمو النبات، وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Keston، 2013).

وبينت نتائج الجدول (6) تأثير نوع الحامل البكتيري في صفة محتوى النبات من النيتروجين وجود زيادة معنوية بين المتوسطات اذ تفوقت معاملة M2 تقييد البكتريا بالجينات الصوديوم اذ كانت بمقدار 0.713 % وبلغت نسبة الزيادة 30.10 و 12.28 و 18.04 % قياساً بمعاملات التحميل الأخرى M1 و M3 و M4 بالتتابع. حيث ان مادة الالجينات تساعد على حفظ الميكروبات داخلها

لفترة أطول مما يسمح بتوفر العناصر المغذية ومنها النيتروجين بكميات كبيرة وإطلاقها ببطء في التربة وبالتالي يستفاد منها النبات، وهذا يتفق مع ما توصل اليه (El-Komy، 2005).

وأوضح الجدول (6) أيضا عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات في تأثير التداخل بين اللقاح الحيوي ونوع الحامل في صفة محتوى النبات من النيتروجين في.

جدول رقم (6) يبين تأثير اللقاح البكتيري لـ *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفة محتوى النبات من النيتروجين %.

المعدل	M4	M3	M2	M1	M / B
0.327	0.367	0.357	0.407	0.177	B0
0.688	0.693	0.667	0.737	0.657	B1
0.563	0.560	0.563	0.597	0.530	B2
0.922	0.797	0.953	1.110	0.827	B3
	0.604	0.635	0.713	0.548	المعدل
BM= N.S M= 0.0836 B= 0.0836					قيمة L.S.D. (0.05)

4-2-2-2- محتوى النبات من عنصر الفسفور P %:

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للجدول رقم (7) تأثير إضافة اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* والفطر *Glomus mosseae* وجود فروق معنوية في قيم صفة محتوى النبات من الفسفور اذ تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B3 اذ كانت بمعدل 0.4034 % ونسبة الزيادة قد بلغت 42.19 % قياساً بمعاملة المقارنة التي كانت بمعدل 0.2837 % وكانت معاملة اللقاح البكتيري قد بلغت 0.3525 % اما اللقاح الفطري قد بلغت 0.3185 %. وان سبب هذه الزيادة في التلقيح المزدوج ربما هو الدور الإيجابي لبكتريا *Bacillus megaterium* المستعملة كلقاح اذ لها القدرة على تعزيز نمو النبات من خلال اذابة الفوسفات وتثبيت النيتروجين في التربة وتحويل الصور غير الجاهزة الى صور أكثر جاهزية للامتصاص من قبل النبات وهذا يتفق مع ما توصل اليه كل من (Rodriguez، 1999) و (Siddiqui، 2006) وان دور فطر *Glomus mosseae* في تحسين العلاقات المائية وزيادة مقاومة العائل للجفاف ودورها في زيادة مقاومة النبات لتحمل الدرجات العالية من الملوحة وهذا يتفق مع كل من (Ojala وآخرون، 1983 والسامرائي ، 2003).

وأوضح الجدول (7) كذلك تأثير نوع الحامل البكتيري وجود زيادة معنوية بين المتوسطات في صفة محتوى النبات من الفسفور حيث كان معدل M3 تقييد اللقاح الحيوي بالاكار قد بلغ 0.3592 % بنسبة زيادة مقدارها 12.10 و 6.42 و 5.30 % قياساً بمعدلات التحميل الاخرى M1 و M2 و M4 بالتتابع. وقد تعزى هذه الزيادة لدور الاكار في حفظ الخلايا الميكروبية داخلها طوال موسم النمو، وان الخلايا المقيدة بالاكار أعطت أكثر فائدة في تحسين بقاء البكتريا وانخفاض خطر تناقص اعدادها، وهذا يتفق مع (Schoebitz، 2012).

وبين الجدول (7) تأثير التداخل بين اللقاح الحيوي ونوع الحامل عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات في صفة محتوى النبات من الفسفور.

جدول رقم (7) يبين تأثير اللقاح البكتيري لـ *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في محتوى النبات من الفسفور %.

المعدل	M4	M3	M2	M1	M / B
0.2837	0.2887	0.2987	0.2900	0.2577	B0
0.3525	0.3560	0.3653	0.3497	0.3390	B1
0.3185	0.3160	0.3317	0.3140	0.3123	B2
0.4034	0.4037	0.4410	0.3963	0.3727	B3
	0.3411	0.3592	0.3375	0.3204	المعدل
BM= N.S M= 0.01386 B= 0.01386					L.S.D. قيمة (0.05)

3-2-4- محتوى النبات من عنصر البوتاسيوم K %:

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي لبيانات الجدول رقم (8) تأثير إضافة اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* في صفة محتوى النبات من البوتاسيوم وجود فروقات معنوية بين المتوسطات حيث تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B3 قد أعطت متوسط بلغ 1.3175 % وزيادة نسبية قد بلغت 45.70 % قياساً بمعاملة B0 بدون إضافة لقاح حيوي التي أعطت متوسط بلغ 0.9042 %. وكذلك يبين الجدول ارتفاع قيمة معاملة B1 اذ أعطت قيمة 1.1992 % على معاملة B2 التي اعطت قيمة 1.0525 %. وقد يعود ذلك الى كفاءة البكتريا والفطر في افرازها منظمات النمو والحوامض العضوية والتي تعمل على اذابة وتحلل عنصر البوتاسيوم من مصادره غير الجاهزة وبالتالي تزداد جاهزيتها في التربة ويمتصها النبات بكميات كبيرة فيزداد محتوى البوتاسيوم في النبات وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Ritika و Kumar، 2010) و(الجبوري، 2016).

ويوضح الجدول (8) تأثير نوع الحامل البكتيري في صفة محتوى النبات من البوتاسيوم وجود زيادة معنوية في معاملة M3 التقييد بالاكار التي أعطت متوسط 1.1650 % ونسبة زيادة قد بلغت 7.29 و 5.42 و 4.25 % قياساً بمعاملات التحميل الأخرى M1 و M2 و M4 بالتتابع. وهذا قد يعزى لدور الاكار في تثبيت اللقاحات البكتيرية ثم اطلاقها ببطء مما يجعل الاحياء الدقيقة تزيد من جاهزية العناصر المغذية ومنها البوتاسيوم في التربة وبالتالي يزداد محتوى البوتاسيوم في النبات وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (El-Komy، 2005).

وبين الجدول (8) تأثير التداخل بين اللقاح الحيوي ونوع الحامل في صفة محتوى النبات من البوتاسيوم عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات الحيوية.

جدول رقم (8) يبين تأثير اللقاح البكتيري لـ *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفة محتوى النبات من البوتاسيوم %.

المعدل	M4	M3	M2	M1	M B
0.9042	0.9300	0.9667	0.8667	0.8533	B0
1.1992	1.1967	1.2200	1.1933	1.1867	B1
1.0525	1.0433	1.1000	1.0467	1.0200	B2
1.3175	1.3000	1.3733	1.3133	1.2833	B3
	1.1175	1.1650	1.1050	1.0858	المعدل
BM= N.S M= 0.02903 B= 0.02903					L.S.D. قيمة (0.05)

3-4- تأثير اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفات النمو ومكونات الحاصل:

4-3-1 ارتفاع النبات (سم):

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للجدول رقم (9) ان إضافة اللقاح الحيوي قد اظهر تأثيراً معنوياً في قيم ارتفاع النبات اذ اشارت النتائج الى تفوق معاملة B3 التلقيح المزدوج بكتريا + فطر على باقي المعاملات الحيوية، اذ بلغت 89.54 سم وبنسبة زيادة قدرها 21.41 % قياساً بمعاملة المقارنة B0 التي بلغت 73.75 سم. وقد يعود احتمال ذلك الى الدور الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* في افراز منظمات النمو اندول حامض الخليك والتي تساعد على استطالة الخلايا وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Jat و Shaktwat، 2003). وكان للتلقيح المزدوج الأثر الإيجابي في زيادة نمو النبات وارتفاعه، في حين سجلت كل من معاملي التلقيح المنفرد B1 84.00 سم وB2 80.04 سم قياساً بمعاملة المقارنة.

في حين أشار الجدول (9) الى تأثير نوع الحامل البكتيري في ارتفاع النبات الى زيادة معنوية اذ أظهرت النتائج تفوق التحميل على الزيولايت M1 على باقي الحوامل الاخرى اذ سجلت معدل 83.46 سم وبنسبة زيادة بلغت (3.03 و 3.45 و 1.52 %) قياساً بمعدلات الحوامل الاخرى (M2 و M3 و M4) بالتتابع وقد يعزى احتمال ذلك الى دور معدن الزيولايت في تحفيز التفاعلات الكيميائية التي تحدث في التربة ولأن هذه المادة هشة، وتساعد على الاحتفاظ بالماء في منطقة الجذور وتساعد في تهوية التربة وزيادة السعة التبادلية الكاتيونية وامتصاص الايونات المغذية وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Rabai وآخرون، 2013).

وأظهرت نتائج الجدول (9) عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات في التداخل الثنائي بين

اللقاح الحيوي ونوع الحامل في صفة ارتفاع النبات على الرغم من ان اعلى ارتفاع قد بلغ 93.83

سم مقارنة بمعاملة القياس التي بلغت 72.17 سم

جدول رقم (9) يبين تأثير اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفة ارتفاع النبات (سم)

المعدل	M4	M3	M2	M1	M / B
73.75	75.33	72.50	75.00	72.17	B0
84.00	85.33	83.00	83.67	85.00	B1
80.04	79.50	79.17	78.67	82.83	B2
89.54	89.67	88.00	86.67	93.83	B3
	82.21	80.67	81.00	83.46	المعدل
BM= N.S M= 2.005 B= 2.005					L.S.D. قيمة (0.05)

4-3-2- وزن 500 حبة (غم):

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للجدول رقم (10) تأثير إضافة اللقاح البكتيري *Bacillus megaterium* والفطر *Glomus mosseae* وجود فروق معنوية في وزن 500 حبة اذ تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B3 على باقي المعاملات الحيوية اذ أعطت متوسط بلغ 19.992 غم وبنسبة زيادة بلغت 16.45 % قياساً بمعاملة المقارنة B0 التي أعطت اقل متوسط بلغ 17.167 غم، بينما سجلت كل من معاملي التلقيح البكتيري والفطري المنفرد B1، B2 معدلات بمقدار 18.092، 19.558 غم بالتتابع. قد يعزى زيادة الوزن في الحبوب لمعاملات التلقيح المزدوج الى ان التداخل بين الكائنات الحية (الفطرية + البكتيرية) يعطي نتائج افضل نتيجة استخدام مختلف الميكانيكيات التي تمتلكها هذه الكائنات وتثبيت النتروجين الجوي والتحفيز على انتاج منظمات النمو والتي تلعب دور في عملية نمو النبات وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Domenech وآخرون، 2006)، وأكد Keston، (2013) ان دور البكتيريا في زيادة الحبوب هو قدرتها على افراز بعض منظمات النمو (الاوكسين والجبرلين والساييتوكاينين) وتأثيرها الإيجابي في نمو النبات وتحفيز الشعيرات الجذرية لامتصاص العناصر، يتفق مع جبار وآخرون، (2018) مع نبات الذرة الصفراء.

وأوضحت نتائج الجدول (10) عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات في تأثير نوع الحامل البكتيري في صفة وزن 500 حبة.

ويشير الجدول (10) ايضاً تأثير التداخل بين اللقاح البكتيري ونوع الحامل وجود فروق معنوية بين المعاملات B3M1 و B0M1 تحميل اللقاح البكتيري على الزيولايت والتي كانت بمقدار 20.800 غم وبنسبة زيادة بلغت 27.349 % قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت 16.333 غم. وقد يعزى هذا التفوق لدور الزيولايت في حماية الميكروبات وتأثيره في زيادة نشاط الاحياء المحملة به وبالتالي تزيد هذه الاحياء من تجهيز عنصري النيتروجين والفسفور التي تشجع العمليات الايضية في النبات لتكوين البروتينات والكاربوهيدرات وهذا يتفق مع نتائج (Holten، 2002) و(عبد الحسن، 2018).

جدول رقم (10) يبين تأثير اللقاح البكتيري لـ *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus*

mosseae ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفة وزن 500 حبة (غم).

المعدل	M4	M3	M2	M1	M / B
17.167	17.267	17.433	17.633	16.333	B0
19.558	19.367	19.067	19.500	20.300	B1
18.092	18.433	18.133	17.567	18.233	B2
19.992	19.567	19.567	20.033	20.800	B3
	18.658	18.550	18.683	18.917	المعدل
BM= 0.9946 M= N.S B= 0.4973				قيمة L.S.D. (0.05)	

4-3-3- حاصل الحبوب (ميكأرام ه⁻¹):

بينت نتائج التحليل الاحصائي للجدول رقم (11) تأثير إضافة اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* وجود تأثيراً معنوياً بين المتوسطات في صفة حاصل الحبوب للنبات حيث تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B3 على باقي المعاملات الحيوية اذ أعطت متوسط بلغ 6.373 (ميكأرام ه⁻¹) وبنسبة زيادة مقدارها 180.996 % قياساً بمعاملة المقارنة B0 التي أعطت اقل متوسط بلغ 2.268 (ميكأرام ه⁻¹). وقد يعود سبب زيادة حاصل الحبوب الى الزيادة في وزن 500 حبة للنبات كما بينت نتائج الصفات (ارتفاع النبات والحاصل الحيوي) اذ أعطت اعلى معدلات لصفات النمو وكذلك دور البكتريا والفطر في تجهيز العناصر المغذية الكبرى N.P.K في التربة. وهذا يتفق مع ما حصل عليه (Zaidi و Khan، 2007) مع محصول الحنطة و(حمدان، 2011) مع محصول الذرة الصفراء.

وأوضح الجدول (11) ايضاً تأثير نوع الحامل البكتيري في صفة حاصل الحبوب للنبات وجود فروقات معنوية بين المتوسطات فقد تفوقت معاملة التحميل على الزيولايت M1 اذ بلغت 4.459 (ميكأرام ه⁻¹) وبنسبة زيادة مقدارها 13.54 و 2.95 و 0.31 % قياساً بمعاملات M2 و M3 و M4 بالتتابع. وهذا قد يعود لدور الزيولايت في تحسين خواص التربة الفيزيائية ويزيد من احتفاظ التربة بالماء وكذلك دور هذا المعدن بتوفير عنصر النتروجين المهم للنباتات مما أثر على صفات الحاصل ومنها حاصل الحبوب وهذا يتفق مع ما توصلت اليه (حسن، 2019).

كذلك يبين الجدول (11) تأثير التداخل بين اللقاح البكتيري ونوع الحامل وجود زيادة معنوية بين المعاملات الحيوية حيث تفوقت معاملة B3M1 على بقية المعاملات وبقيمة مقدارها 6.997 (ميكأغرام ه⁻¹) ونسبة زيادة مقدارها 320.74 % قياساً بمعاملة المقارنة B0M1 التي أعطت اقل قيمة بلغت 1.663 (ميكأغرام ه⁻¹). قد يعود السبب الى دور الزيولايت بتوفير بيئة مواتية للأحياء المجهرية الملقحة وبالتالي يوفر لها الحماية والحفظ مما يؤثر ايجاباً على نمو النبات وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Sohaib وآخرون، 2019).

جدول رقم (11) يبين تأثير اللقاح البكتيري لـ *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفة حاصل الحبوب (ميكأغرام ه⁻¹).

المعدل	M4	M3	M2	M1	M / B
2.268	2.827	2.623	1.960	1.663	B0
4.787	4.610	4.710	4.660	5.167	B1
3.734	3.880	3.753	3.293	4.010	B2
6.373	6.463	6.237	5.797	6.997	B3
	4.445	4.331	3.927	4.459	المعدل
BM= 0.5836 M= 0.2918 B= 0.2918				قيمة L.S.D. (0.05)	

4-3-4-الحاصل الحيوي (ميكأرام ه-1):

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للجدول رقم (12) تأثير إضافة اللقاح البكتيري *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* وجود فروق معنوية في قيم الحاصل الحيوي اذ تفوقت معاملة اللقاح المزوج B3 على باقي المعاملات الحيوية اذ بلغت 10.59 (ميكأرام ه-1) بنسبة زيادة بلغت 126.76 % قياساً بمعاملة المقارنة B0 التي كانت بمقدار 4.67 (ميكأرام ه-1). في حين كانت معاملة إضافة اللقاح البكتيري والفطري المنفرد B2، B1 قد أعطت قيم 7.29، 8.42 (ميكأرام ه-1) بالتتابع. وقد يعزى هذا التفوق في معاملة B3 الى دور المايكورايزا في زيادة جاهزية العناصر الغذائية الكبرى مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم كما موضح بالجدول 2 و3 و4 بالتتابع وتحتوي هذه الفطريات على هايفات تتوزع في محيط المجموع الجذري وتعمل على نقل هذه العناصر من خلال زيادة المساحة السطحية للامتصاص وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Mahdi وآخرون، 2010 والعزاوي، 2015)

وبينت نتائج الجدول رقم (12) عدم وجود فروقات معنوية بين المتوسطات في تأثير نوع الحامل البكتيري في صفة الحاصل الحيوي للنبات.

وكذلك يوضح الجدول (12) تأثير التداخل بين اللقاح البكتيري ونوع الحامل في صفة الحاصل الحيوي للنبات، اذ بينت النتائج وجود زيادة معنوية في معاملة التداخل B3M1 لقاح *Bacillus megaterium* المحمل على الزيولايت التي أعطت اعلى متوسط اذ بلغ 11.33 ميكأرام ه-1

وبنسبة زيادة بلغت 257.41 % قياساً بمعاملة المقارنة B0M1 التي أعطت متوسط بلغ 3.17 (ميكاغرام هـ¹). وهذا قد يعزى الى دور الزيولايت في تأثيره على فعالية اللقاح الحيوي والذي بدوره يؤثر على خواص التربة وبشكل عام على نظام تربة -نبات مما يؤثر ايجاباً على انتاج المحاصيل الزراعية، وهذا يتفق مع ما اشار اليه (Eprikashvili وآخرون، 2016).

جدول رقم (12) يبين تأثير اللقاح البكتيري *Bacillus megaterium* وفطر المايكورايزا *Glomus*

mosseae ونوع الحامل والتداخل بينهما في صفة الحاصل الحيوي (ميكاغرام هـ¹).

المعدل	M4	M3	M2	M1	M / B
4.67	5.39	4.80	5.33	3.17	B0
7.29	7.07	7.47	6.70	7.93	B1
8.42	8.77	7.87	7.60	9.43	B2
10.59	10.73	10.25	10.03	11.33	B3
	7.99	7.60	7.42	7.97	المعدل
BM= 1.316 M= N.S B= 0.658					قيمة L.S.D. (0.05)

5. الاستنتاجات والمقترحات :

5-1-الاستنتاجات:

1- اعطى التلقيح المزدوج بين بكتريا *Bacillus megaterium* وفطر *Glomus mosseae*

كفاءة عالية في جاهزية N.P.K ونمو وحاصل الحنطة.

2- اللقاح الحيوي المقيد او المحمل B3, B2, B1 اعطى كفاءة اعلى من اللقاح الحيوي الحر

(غير المقيد) B0 في زيادة جاهزية N.P.K في التربة وصفات نمو وحاصل الحنطة.

3- نوع الحامل البكتيري الحيوي (الجينات الصوديوم والاكار) افضل من نوع الحامل البكتيري

(الزيولايت والبنتونايت) في زيادة جاهزية N.P.K في التربة والنبات واعداد البكتريا الكلية.

4- نوع الحامل البكتيري (الزيولايت والبنتونايت) كانت افضل من نوع الحامل البكتيري (الجينات

الصوديوم والاكار) في صفات نمو وحاصل الحنطة.

5-2-المقترحات:

1- نقترح استخدام الأسمدة الحيوية البكتيرية والفطرية مكملاً للأسمدة المعدنية في لقاح محصول

الحنطة والمحاصيل الزراعية الاخرى بغية تقليل التلوث البيئي الناجم من الأسمدة المعدنية.

2- نقترح استخدام تقنيات التقييد لـ اللقاحات الحيوية في المحاصيل الزراعية لما لها من اثار إيجابية

على نمو النبات وتحسين خواص التربة.

3- ترشيد الفلاحين وتوجيههم من قبل وزارة الزراعة لاستخدام التقنيات الحديثة للأسمدة الحيوية في

تسميد المحاصيل الزراعية وتوفير سبل العمل بها.

6. المصادر

6-1- المصادر العربية:

♦ أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد أحمد اليونس. 1988. دليل تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. العراق.

♦ بدوي، محمد علي. 2020. الاسمدة الحيوية (اللقاحات الميكروبية) توفر 50 % من استهلاك السماد الكيماوي. مقالة. معهد بحوث الاراضي والمياه والبيئة. مركز البحوث الزراعية - مصر. <https://www.agri2day.com/2020/08/12/>د-محمد-بدوي-يكتب-الأسمدة-

الحيوية-اللقاح

♦ بدوي، محمد علي. 2020. دور فطريات المايكورايزا في وصول 50 % من الفوسفات للتربة. مقالة. معهد بحوث الاراضي والمياه والبيئة. مركز البحوث الزراعية - مصر. <https://www.agri2day.com/2020/12/20/>د-محمد-بدوي-يكتب-دور-فطريات-

المايكورايزا

♦ بدوي، محمد علي. 2008. استخدام فطر المايكورايزا في التسميد الحيوي. مجلة المرشد الإماراتية. الإدارة العامة لزراعة أبو ظبي. ع. 38.

♦ البركي، حنون ناهي كاظم ومنذر ماجد تاج الدين. 2016. تأثير التسميد الحيوي والرش الورقي والاضافة الورقية لحامضي الهيوميك والفولفيك في جاهزية N و P و K في التربة. مجلة المثى للعلوم الزراعية. م. 4 ع. 2 ص. 56-61.

- ♦ بشير، عفراء يونس. 2004. التداخل بين المايكورايزا وبكتريا الازوتوبكتر اروسبيرليم وتأثيره في نمو وحاصل الحنطة. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة-جامعة بغداد.
- ♦ التميمي، فارس محمد سهيل. 2000. دور فطريات المايكورايزا نوع *Glomus mosseae* في نمو نبات الحنطة والذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة -جامعة بغداد.
- ♦ التميمي، فارس محمد سهيل. 2005. تأثير التداخلات بين المبيدات الحيوية والكيميائية والتسميد الحيوي على نبات القمح *Triticum aestivum* L. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد.
- ♦ جبار، عبد الله كريم وغانم بهلول نوني ومحمد رضوان محمود. 2018. تأثير اضافة مستويات من السماد المركب NPK واللقاح البكتيري *Bacillus subtilis* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* في نمو وانتاجية الذرة الصفراء *Zea mays* L. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 5(2): 169-178
- ♦ الجبوري، عبد الله كريم جبار. 2016. عزل بكتريا *Pseudomonas fluorescens* و *Bacillus subtilis* وتشخيصهما بتقنية PCR ودراسة تأثيرهما بتقنية اللقاح المثبت في نمو وحاصل الذرة الصفراء *Zea mays* L. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد.
- ♦ حسن، نسرین عقيل. 2019. تأثير الزيولايت الناعم والخشن على صفات التربة ونمو وحاصل الحنطة *Triticum aestivum* L. رسالة ماجستير. كلية الزراعة – جامعة المثنى
- ♦ حمدان، نور طالب. 2011. تأثير فطر المايكورايزا *Glomus mosseae* وبكتريا *Azotobacter chroococcum* ومستويات الأسمدة الكيميائية في زيادة بعض معايير النمو والإنتاجية في الذرة الصفراء *Zea mays*. رسالة ماجستير. كلية العلوم. الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق. عدد الصفحات 118.

- ♦ خليفة، خلف محمود واياد احمد حمادة واياد عبد الله خلف طه علي امين. 2015. تأثير التداخل بين فطري المايكورايزا *Glomus mosseae* و *Trichoderma harzianum* والتسميد الفوسفاتي في نمو الذرة الصفراء. مجلة تـكـريـت للعلوم الزراعية. م. 16 ع. 4 ص. 90-98.
- ♦ الخفاجي، زهرة محمود. 1990. التقنية الحيوية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة بغداد. مطابع دار الحكمة للطباعة والنشر.
- ♦ الخليل، شيرين مظفر علي. 2011. تأثير التكامل بين التسميد المعدني والعضوي والحيوي في إنتاجية محصول الطماطة (*Lycopersicon esculentum Mill*) في البيوت البلاستيكية. رسالة ماجستير، قسم علوم التربة والموارد المائية -جامعة بغداد -كلية الزراعة.
- ♦ الزبيدي، سحر قاسم وسناء برهان الدين. 2012. كفاءة تقنيات التقييد لبكتريا *Bacillus subtilis* المنتجة لأنزيم السبارجينيـز. مجلة مركز البحوث للتقنيات الاحيائية. م. 6 ع. 2 ص. 11-19.
- ♦ السامرائي، اسماعيل خليل. 2003. التأثير المتداخل لفطر المايكورايزا *G. mosseae* و *Azotobacter chroococcum* في تحسين كفاءة امتصاص N.P.K وزيادة حاصل الحنطة. مجلة العلوم الزراعية. مجلد 34 العدد 2.
- ♦ السامرائي، اسماعيل خليل و حمدالله سليمان راهي . 2006. تأثير التلقيح ببكتيريا الازوتوبكتر و الازوسبيرلم في امتصاص بعض العناصر الغذائية وتركيز الهورمونات النباتية ونمو بادرات الطماطة. مجلة العلوم الزراعية العراقية. م. 37 ع. 3 ص. 27-32.

♦ سلمان، نريمان داود. 2003. تأثير فطريات المايكورايزا في امتصاص الفسفور من السوبر فوسفات والصخر الفوسفاتي وعلاقته بنمو وحاصل التبغ *Nicotiana tabacum*. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة بغداد.

♦ العاني، احمد سلمان حمد. 2018. تأثير حامض الهيوميك والسماذ الحيوي والنيتروجيني في جاهزية بعض المغذيات ونمو وحاصل الذرة الصفراء *Zea mays* L. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة بغداد.

♦ عبد الحسن، ساره نعيم. 2018. استخدام معدن الزيولايت في تحسين الخصائص الفيزيائية لترب مختلفة النسجة ونمو نبات الحنطة *Triticum aestivum* L. رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة المثنى.

♦ عبد الحميد، بهاء عبد الجبار وأشرف محمد شريف. 2015. تأثير المايكورايزا *Glomus mosseae* والفطر *Aspergillus niger* في جاهزية الفسفور والصخر الفوسفاتي وبعض العناصر ونمو الحنطة. مجلة تكريت للعلوم الزراعية. م. 15 ع. 1 ص. 90-108.

♦ عبد الغني، عماد ظلفاح. 2009. تأثير استخدام معدن البنتونايت ومتطلبات الغسيل في تحسين خواص تربة رملية ونمو نبات اللوبيا *Vigna unguiculata* L. المؤتمر الرابع حول التقنيات في الزراعة. كلية الزراعة - جامعة الانبار.

♦ عبد الكاظم، سبأ جواد. 2020. فطريات المايكورايزا *Mycorrhizae* كمخصبات حيوية زراعية، أهميتها للنباتات وانواعها. مدونة أ. م. د. سبأ جواد. موقع أريد.

<https://portal.arid.my/en/Posts/Details?id=44796f7c-7bcb-4fe1-a9d9-ce400d8017f2>

♦ العزاوي، أشرف محمد شريف. 2015. تأثير المايكورايزا *Glomus mossea* والفطر *Aspergillus*

niger في جاهزية فسفور الصخر الفوسفاتي وبعض العناصر ونمو الحنطة. رسالة ماجستير. كلية

الزراعة - جامعة بغداد.

♦ العزاوي، هدى هادي وسرمد عباس النجار. 2007. خصوصية إنتاج الحنطة في العراق. دراسة غير

منشورة. وزارة المالية - الدائرة الاقتصادية.

♦ عطية، حياوي ويوه وايفان عبد الحسن محمد علي وسولاف حامد تيموز. 2018. تأثير التكامل

بالتسميد الحيوي والعضوي والمعدني في نمو الباقلاء وناتجه صنف Luz-bo-otono وامتصاص

بعض العناصر الغذائية. مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة والتطبيقية والعلوم الهندسية. م. 26 ع. 2

ص. 107 - 118.

♦ علوان، اسامه عبد الله وهادي مهدي عبود وبيان حمزة مجيد. 2006. تأثير المخصبات الاحيائية

وحامض السالسليك في جاهزية وتركيز بعض العناصر في التربة والنبات وبعض مواصفات النمو

والانتاجية لنبات الفاصوليا المروية بمياه مالحة. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 47(1): 291-302.

♦ علي، نور الدين شوقي وحمد الله سليمان راهي وعبد الوهاب عبد الرزاق شاكر. 2014. خصوبة

التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. دار الكتب العلمية للطباعة والنشر والتوزيع.

♦ عيسى، فلاح حسن ورحيم علوان هلول واحمد محمد كنان. 2017. تأثير طرائق اضافة السماد

الفوسفاتي ومعالجة مياه الري مغناطيسيا في نمو وحاصل زهرة الشمس. *Helinthus annuus* L.

في تربة ملحية. مجلة المثنى للعلوم الزراعية.

- ♦ غايرلي، هلال وسامر بريغله ومحمد منهل الزعبي ويحيى رمضان وخالد شبلي وأميرة الحافظ وميادة فطوم. 2015. تأثير خام الزيوليت الطبيعي السوري على إتاحة بعض العناصر المغذية في التربة وعلى إنتاجية محصولي القمح والقطن في الأراضي الجبسية. المجلة السورية للبحوث الزراعية. م. 2 ع. 2 ص. 130-142.
- ♦ الفهداوي، اوس علي صالح. 2016. كفاءة التلقيح المزدوج بالفطر *Glomus mosseae* والبكتريا *Rhizobium leguminosarum* في اختزال التسميد الكيميائي لمحصول الباقلاء *Visia faba L.* رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة الانبار.
- ♦ الكرخي، ميثم عباس جواد. 2017. تأثير التسميد الحيوي ومدد الري في نمو وحاصل الماش *(Vigna. radiate L)*. رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة القادسية.
- ♦ الكرطاني، عبدالكريم عريبي. 1995. تأثير فطريات المايكورايزا من نوع *Glomus mosseae* والفسفور في نمو وحاصل فول الصويا. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- ♦ محمود، بهاء بدر الدين. 2012. موضوع استخدام الزيولايت الطبيعي والصناعي في الزراعة ومعالجة المياه والصناعة. مجموعة تكنولوجيا البهاء كروب. استشاري علمي.
- <https://technolabelbahaagp.yoo7.com/t1100-topic>
- ♦ اليونس، عبد الحميد أحمد. 1992. كتاب انتاج وتحسين المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. ع. ص. 469.

2-6- المصادر الأجنبية:

- ♦ **Abd El-Fattah, D.A.; W. E. Eweda; M.S. Zayed and M.K. Hassan. 2013.** Effect of carrier materials, Sterilization method, and storage temperature on Survival and biological activities of *Azotobacter chroococcum* inoculant. Annals of Agricultural Science. 58(2):111-118.
- ♦ **Alexander, M. 1982.** Introduction of soil microbiology 2nd edition, Jhon. Wiley and Sons New York USA.
- ♦ **Ashraf M, Hasnain S, Berge O, Mahmood T. 2004.** Inoculating wheat seedlings with exopolysaccharide-producing bacteria restricts sodium uptake and stimulates plant growth under salt stress Biol. Fertil. Soils 40(3):157–62.
- ♦ **Bagyaraj DJ, Sharma MP, Maiti D. 2015.** Phosphorus nutrition of crops through arbuscular mycorrhizal fungi. Current Sci. 108:1288–93.
- ♦ **Bezzate, S.; S. Aymerich; R. Chambert, S. Czarnes; O. Berge and T. Heulin 2000.** Disruption of the *Bacillus Polymyxa* levansucrase gene impairs its ability to aggregate soil in the wheat rhizosphere, Environ. Microbiol., 2: 333-342.
- ♦ **Black, C. A. 1965.** Method of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiology Properties. Am. Soc. Agron. Inc. Madison. Wisconsin. U.S.A.
- ♦ **Chen, M., Guang Y., Ye S., Pengying L., Hongyan Q., Xiuteng Z., Luqi H. and Zhe C. 2017.** *Glomus mosseae* Inoculation Improves the Root System Architecture, Photosynthetic Efficiency and Flavonoids Accumulation of Licorice under Nutrient Stress. Front. Plant Sci. 07 June 2017.

- ◆ **Dey, G., B. Singh and R. Banerjee. 2003.** Immobilization of α -amylase produced by *Bacillus circulans*. Brazilian Archived of Biology and Technology. 46: 167-176.

- ◆ **Dronowat, S., Svihla, C., Hanley, I. 1995.** Applied Biochemistry and Biotechnology. U.S.A. Vol. 5, P. 347-354.

- ◆ **Domenech, J.; M.S. Reddy; J.W. Kloppe; B. Ramos; and J. Gutierrez-Manero. 2006.** Combined application of the biological product LS213 with *Bacillus*, *Pseudomonas* or *Chryseobacterium* for growth promotion and biological control of soil-borne disease in pepper and tomato. Biocontrol. 51:245-258.

- ◆ **El-Assiouty, F. M. M., and Abo-Sedera S. A. 2005.** Effect Bio and Chemical Fertilizers on Seed Production and Quality of Spinach *Spinacia oleracea* L. International Journal of Agriculture and Biology. 7(6): 947- 952.

- ◆ **El-Gendy, N. S., Z. Z. Abidin, S. S. Abu amr and H. N. Nassar. 2015.** Statistical Optimized of Alginat Immobilization Process of *Candida stauntonica* Strain MYI For Bioethanol Production. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 4(3): 397- 420.

- ◆ **El-Komy, H. M. 2005.** Coimmobilization of *Azospirillum lipoferum* and *Bacillus magisterium* for successful phosphorus and nitrogen nutrition of wheat plants. J. Food. Technol. Biotechnol., 43(1): 19-27.

- ◆ **Eprikashvili, L., Zautashvili, M., Kordzakhia, T., Pirtskhalava, N., Dzagania, M; Rubashvili, I., and Tsitsishvili, V. 2016.** Intensification of bioproductivity of agricultural cultures by adding natural zeolites and brown coals into soils. *Annals of Agrarian Science*, 14(2), 67-71.

- ◆ **Giovannetti, M., C. Sbrana, A. S. Citernesi, A. Gollotte, V. Gianinazzi-pearson, and S. Gianinazzi. .1994.** Recognition and infection process, basis for host specificity. Impact of arbuscular mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems, (Basel, Switzerland: Birkhauser Berlag), pp. 61-72.

- ◆ **Grim, R. E. 1968.** Clay mineralogy. McGraw-Hill, Inc. New York, 596P.

- ◆ **Hall, B.M. and Loughlin, J. M. 2000.** Immobilized cells in bioremediation. In: Immobilized cells. (ed. Wijffels, R. H). pp.213-233.

- ◆ **Hari, M., S. Seshadri and K. Perumal. 2010.** Booklet on Bio-fertilizer (PhosphoBacteria). Shri. AMM Murugappa Chettiar Research Center, Taramani, Chennai 600 113.

- ◆ **Hashem A, Adb Allah EF, Alqarawi AA, Al-Huqail AA, Shah MA. 2016.** Induction of Osmoregulation and Modulation of Salt Stress in *Acacia gerrardii* Benth by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and *Bacillus subtilis* (BERA 71). *Biomed Res Int*.

- ◆ **Haynes, R. J. 1980.** A Comparison of two modified kjeldhal digestion techniques for multi-element plant analysis with conventional wet and dry ashing methods. *Comm. Soil Sci. Plant Analysis* .11(5): 459-467.

- ◆ **Holmes, D.A. 1994.** Zeolites. In D. D. Carr (Ed.), Industrial Minerals and Rocks (6th ed., Pp. 1129-1158). Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.
- ◆ **Jackson, ML. 1958.** Soil chemical analysis. Prentico. Hall. Inc Englewood, Cliffs, N. J.
- ◆ **Jat, B. L., M.S. Shaktwat. 2003.** Effect of residual phosphorus, sulphur and biofertilizers on productivity, economics and nutrient content of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) in fenugreek (*Trigonella foenum – gracceum* L.) perar millet cropping sequence. Indian Journal of Agricultural Science. 73 (3): 134-137.
- ◆ **Keston, Oliver Willard Nijra. 2013.** Microbial Contributions in Alleviating Decline in Soil Fertility. British Microbiology Research Journal. 3(4); 724-742.
- ◆ **Khan, Mohammad. Saghir. and Almas, Zaidi. 2007.** Synergistic Effects of the inoculation with plant Growth – Promoting Rhizobacteria and an Arbuscular Mycorrhizal Fungus on the Performance of Wheat. Turk. J. Agric for (2007) 355-362.
- ◆ **Khan, V.M.; K.S. Manohar; S.K. Kumawat, and H.P. Verma. 2013.** Effect of Vermicompost and biofertilizers on yield and soil nutrient status after harvest of cowpea (*Vigana unguical ata* L.) Trace Elem. Med. Biol. 18:355-364.
- ◆ **Kumar, Rakesh and Ritika vats. 2010.** Protease Production by *Bacillus subtilis* immobilized on Different Matrices. New York science Journal.3(7).

- ◆ **Mahdi, S. S.; Hassan, G. I.; Samoon, S. A.; Rather, H. A, Dar, S.A and Zehra, B. 2010.** Bio–fertilizers in organic agriculture. *Journal of Phytology* .2 (10): 42 – 54.

- ◆ **Maldonado-mendoza IE, GR. Dewbre and MJ. harrison. 2001.** Aphosphate transporter gene from the extra-radical mycelium of an arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* is regulated in response to phosphate in the environment. *Mol. Plant Microbe Interact*,14(10):1140-8.

- ◆ **Malten M, Hollmann R, Deckwer W-D, Jahn D. 2005.** Production and secretion of recombinant *Leuconostoc mesenteroides* dextransucrase DsrS in *Bacillus megaterium*. *Biotechnol Bioeng* 89:206–218.

- ◆ **María-Ramírez, A., E. S. Osuna-Ceja., A. Limón-Ortega .2011.** Two sources of zeolite as substitutes of nitrogen fertilizer for wheat (*Triticum aestivum* L.) production in Tlaxcala, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13: 533 – 536.

- ◆ **Marschner H. Dell B. 1994.** nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant Soil*. 159:89–102.

- ◆ **Medina A, Probanza A, Gutierrez Mañero FJ, Azcón R. 2003.** Interactions of arbuscular-mycorrhizal fungi and *Bacillus* strains and their effects on plant growth, microbial rhizosphere activity (thymidine and leucine incorporation) and fungal biomass (ergosterol and chitin). *Appl Soil Ecol*. 22:15–28.

- ◆ **Nanjundappa, A., Bagyaraj, D.J., Saxena, A.K., Kumar, M., Chakdar, H. 2019.** interaction between arbuscular mycorrhizal fungi

- and *Bacillus spp.* in soil enhancing growth of crop plants. *Fungal Biology and Biotechnology* 6: 23.
- ◆ **Oliveira, A.A.R. and F.E.Sanders. 2000.** Effect of inoculum placement of indigenous and introduced arbuscular mycorrhizal fungi on mycorrhizal infection, growth, and dry matter in *Phaseolus vulgaris*. *Tropical Agriculture*. 77(4): 220-225.
 - ◆ **Osman. Mona A., Wafaa M. A. Seddik and gehan H. Yousef. 2008.** Effect of Some Organic and Natural Conditions Addition on Physical and Chemical Properties of Soil Natural Status and *Zea Mays* Yield. *Journal of agriculture science. Mansoura University*. 33(12): 9183-9194.
 - ◆ **Page, A.L.; R. Miller and D. Keeney. 1982.** Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and Microbiological properties. 2nd. ed. Am. Soc. Agron., Inc. Soil Sci. Soc. Am., Inc. Madison, Wisconsin. U.S.A.
 - ◆ **Perez, E., Sulbaran, M., Ball, M. M., Yarzabal, L. A. 2007.** Isolation and characterization of mineral phosphate-solubilizing bacteria naturally colonizing a limonitic crust in the south-eastern Venezuelan region. *Soil Biology and Biochemistry*. 39(11): 2905- 2914.
 - ◆ **Philippot L, Raaijmakers JM, Lemanceau P, Van Der Putten WH. 2013.** Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. *Nature Rev Microbiol.*;11:789.
 - ◆ **Rabai, K., Ahmed O. H., Kasim S. 2013.** Use of formulated nitrogen, phosphorus, and potassium compound fertilizer using clinoptilolite zeolite in maize (*Zea mays* L.) cultivation. *Emir. J. Food Agric*. 25 (9): 713-722.

- ◆ **Rashid, A., Harris, D., Hollington, P., and Ali, Sh. 2004.** On-farm seed priming reduces yield losses of mungbean (*Vigna radiata*) associated with mungbean yellow mosaic virus in the Northwest Frontier Province of Pakistan. *Crop Protection*. 23(11): 1119- 1124.
- ◆ **Rehakova, M.; S. Cuvanova; M. Dzivak; J. Rimar; and Z. Gavalova. 2004.** Agriculture and agrochemical use of natural Zeolite of the clinoptilolite type. *Current opinion in solid state and materials Science*. 8:397-404.
- ◆ **Rosevear, A. 1984.** Immobilised biocatalysts-a critical review. *J. Chem. Technol. Biotechnol*. 34B:127-150,1984.
- ◆ **Sadjadi, M.S., N. Farhadyar and K. Zare. 2009.** Improvement of the alkaline protease properties via immobilization on the TiO₂ nanoparticles supported by Mesoporous MCM-41. *J. Nanosci. Nanotechnol*. 9: 1365-1368.
- ◆ **Santoro, T. and G. Stotzky. 1968.** Sorption between microorganisms and clay minerals as determined by the electrical sensing zone particle analyzer. *Canadian Journal of Microbiology*. 14(4): 4 April 1968.
- ◆ **Schoebitz, M., Simon H., Poncelet D. 2012.** Starch filler and osmoprotectants improve the survival of rhizobacteria in dried alginate beads. *J Microencapsul* 29:532–538.
- ◆ **Sohaib, M., Zahir, Z. A., Khan, M. Y., Ans, M., Naeem Asghar, M. H., Yasin, S., Al-Barakah, F. N. 2019.** Comparative Evaluation of Different Carrier – Based Multi - Strain in Bacterial Formulations to Mitigate the Salt Stress in Wheat. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 27(3): 777-787.

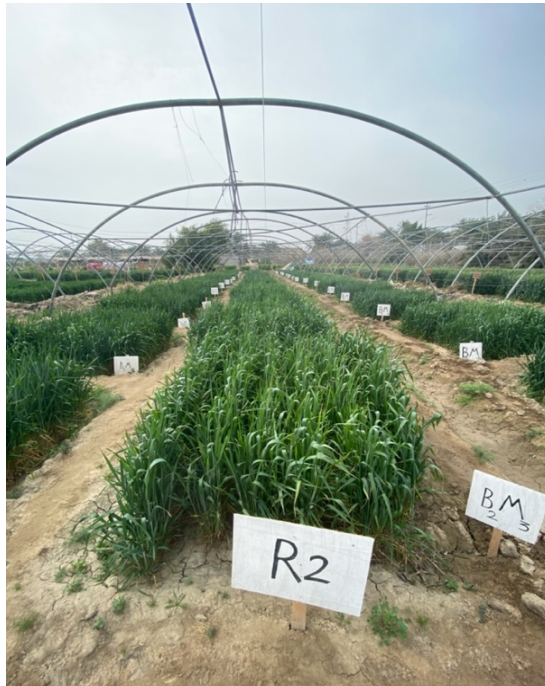
- ◆ **Sutton, A., Harrison, B. E., Carr, T. E. and Barltrop, D. 1971.** Reduction Dietary Strontium in Children by an Alginate Derivative. Int. J. Radiate Biol. Relate Stud. Phys. Chem. Med. 19(1): 79- 85.
- ◆ **Stolarzewicz I, Bialecka-Florjańczyk E, Majewska E, Krzyczkowska J 2011.** Immobilization of yeast on polymeric supports. Chem. Biochem. Eng. 25:135-144.
- ◆ **Sugunan. S. and Sanjay, G. 2006.** Enhanced pH and thermal stabilities of invertase immobilized on montmorillonite K-10. Food Chemistry. 94: 573-579.
- ◆ **Sylvia, D.M., A.K. Alageiy, D.O.Chellemi and L.W.Demchendo. 2001.** Arbuscular mycorrhizal fungi influence tomato competition with bahia grass. Biology and Fertility of Soils. 34(6): 448 – 452.
- ◆ **Tschernich, R.W. 1992.** Zeolites of the World. Phoenix: Geoscience Press. Van Gool, D.; and L. Vernon (2005). Potential impacts of climate change on agricultural land use suitability: what: Resource Management Technical Report. 295. Pp 32.
- ◆ **Vary, P. 1994.** Prime time for *Bacillus megaterium*. Microbiology 140, 1101–1013.
- ◆ **Verma, J. P., Yadav, J., Tiwari, K. N., Lavakush, S., Singh, V. 2010.** Impact of Plant Promoting Rhizobacteria on Crop Production. 5(11): 954- 983.
- ◆ **Wilhelm, J.; M.F. Johnson; L. Karrien and T. David. 2007.** Corn stover to sustain soil organic carbon further constrains biomass supply. Agronomy J. 99: 1665-1667.
- ◆ **Wu Z., Guo L., Qin S., Li C. 2012.** Encapsulation of *R. planticola* Rs-2 from alginate-starch-bentonite and its controlled release and swelling

behavior under simulated soil conditions. J. Ind. Microbiol. Biotechnol.
39, 317-27.

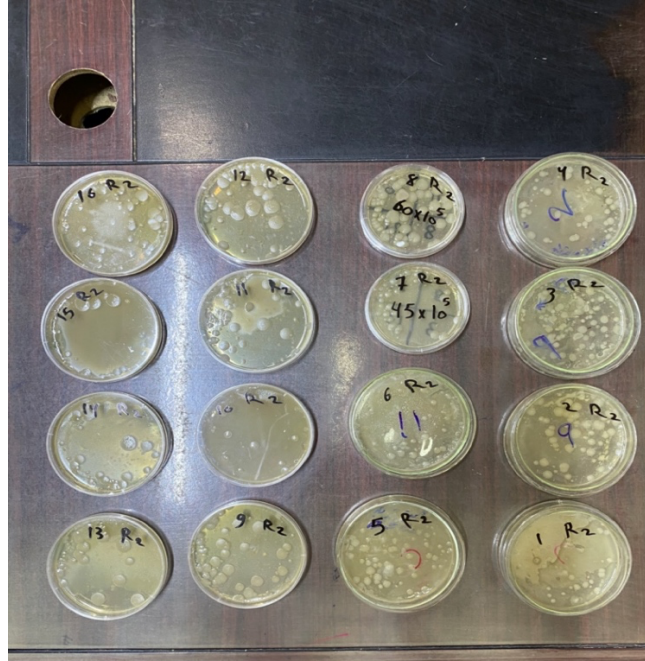
7. الملاحق:



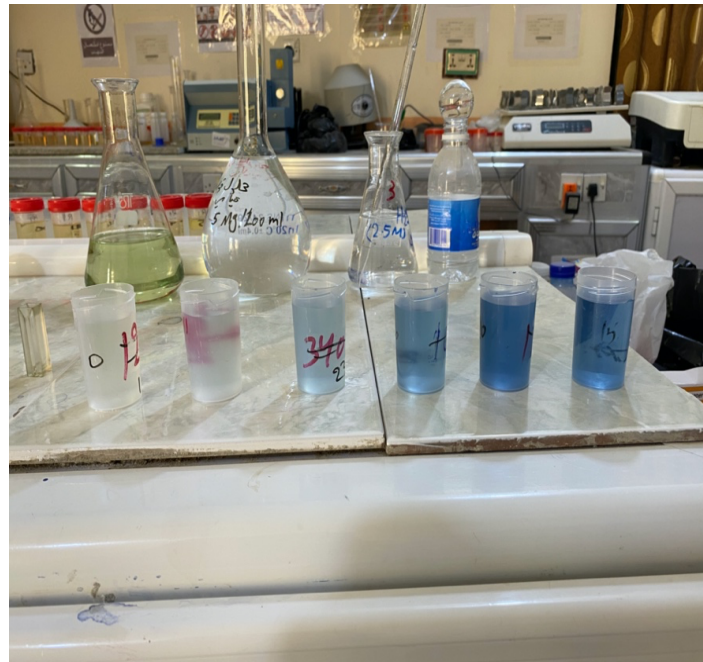
شكل (1): تقطيع الاكار المتصلب والملقح بالبكتيريا قبل خلطها مع بذور الحنطة



شكل (2): نبات الحنطة بعد مرور 90 يوم على



شكل (3): حساب الخلايا البكتيرية النامية بطريقة



شكل (4): قياس جاهزية الفسفور في التربة

ملحق رقم 1 جدول تحليل التباين يوضح متوسطات مربعات صفات ارتفاع النبات ووزن 500 حبة والحاصل الحيوي وحاصل الحبوب واعداد البكتريا

متوسطات المربعات M.S.					درجات الحرية df	مصادر الاختلاف S.O.V.
اعداد البكتريا	حاصل الحبوب	الحاصل الحيوي	وزن 500 حبة	ارتفاع النبات		
					2	المكررات
9963.41	35.9322	72.7067	20.5052	530.653	3	B / إضافة اللقاح
433.85	0.7429	0.9551	0.2858	19.347	3	M / نوع الحامل البكتيري
137.72	0.4645	2.0825	0.9900	10.278	9	BM التداخل
68.40	0.1225	0.6232	0.3558	5.780	30	الخطأ

ملحق رقم 2 جدول تحليل التباين يوضح متوسطات مربعات تراكيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في النبات وجاهزية النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في التربة

متوسطات المربعات M.S.							درجات الحرية df	مصادر الاختلاف S.O.V.						
جاهزية البوتاسيوم في التربة	جاهزية الفسفور في التربة	جاهزية النتروجين في التربة	تركيز البوتاسيوم في النبات %	تركيز الفسفور في النبات %	تركيز النتروجين في النبات %									
							2	المكررات						
							N.S 41274.3	242.842	172.461	N.S 0.385611	0.0312136	0.73972	3	B / إضافة اللقاح
							763.5	7.852	10.358	N.S 0.013650	0.0030298	0.05679	3	M / نوع الحامل البكتيري
							1284.3	3.007	1.669	*0.001194	0.0003166	0.01393	9	BM التداخل
500.8	2.079	2.925	0.001213	0.0002763	0.01005	30	الخطأ							

Abstract

A field experiment has been carried out to study the impact of the applied of the *Bacillus megaterium*, *Glomus mosseae*, and the type of carrier in the N.P.K. availability, growth and yield of wheat which that implemented at the Second Al-Bender Agricultural Research and Experiment Station of the Faculty of Agriculture of Muthanna University for the 2019-2020 agricultural season., I use the isolates of the bacteria *Bacillus megaterium* from the Laboratory of the Faculty of Agriculture - University of Muthanna, or *Glomus mosseae*, composed of spore (infected roots and dry soil), obtained from the Biological Fertilizer Laboratory of the Agricultural Research Service of the Iraqi Ministry of Science and Technology. B0 (without inoculation), B1 and B2 represent the bacterial inoculant applied factors sequentially, either B3 it was a dual inoculant treatment (bacteria + mycorrhiza), which carried inoculant on zeolite, sodium alginate, agarose, and bentonite. the M0, M1, M2, M3 type that were coded sequentially, the seeds were used for class Ebba 99, and a working experiment was carried out in accordance with the design of randomized complete block design RCBD with two sectors using it and three repeats.

The results of the experiment showed the applied of the bioinoculant significant outperformed the treatment of dual inoculant B3 (bacteria + mycorrhiza) in all soil and plant characteristics, with the highest available rate of elements N (20.52 mg kg⁻¹ soil), P (28.44 mg-1 soil) and K (368.6 mg-1 soil) the numbers of bacteria (80.5 x 10⁵ CFU gm⁻¹ dry soil) and the content of the plant from the elements have reached N (0.922%, P 0.403% and K 1.317%), the height of the plant (89.54 cm), the bioreactor (10.59 MH1-), the grains (6.373 MH1-) and the weight of 500 pills (19.992 g).

The experimental results of second Factor showed the type of bacterial carrier was significant superior in the treatment of M0 for plant height traits (83.46 cm), cereal yield ($4.459 \text{ Mg } 1^{-1}$) and weight of 500 grains (18.917 g) the numbers of bacteria ($49.2 \times 10^5 \text{ CFU gm}^{-1}$ dry soil) and the treatment of M2 have outperformed the content of the plant from the P element (0.3592%), the content of the plant from the K element (1.1650%), the soil available of the N element ($16.90 \text{ mg N km}^{-1}$ - soil), and the pentonite from the soil.

The results showed that there was no significant superiority of interference in applied bio inoculant and type of carrier in traits (soil available, plant content of nutrients N.P.K., bacteria numbers, plant height trait), but that they excelled in some traits with interference treatment of B3M0 (11.33 MgH^{-1}) for biological yield and (6.997 MgH^{-1}) for grains yield, and (20.800 g) Weight of 500 grains.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
Al-Muthanna University / College of Agriculture
Department of Plant Production / Soil and Water
Resources



Effect of bio inoculant applying for *Bacillus megaterium* and *Glomus mosseae* and carrier type in N.P.K. availability and growth, yield of the wheat crop

A Thesis Submitted To

The Council of College of Agriculture – University of Al-Muthanna in Partial Fulfillment of Requirements for Master's degree of Science in Agriculture
Plant Production Soil and Water Resources

By

Hajar Ali H. Khafaji

Supervised by

Dr. Abdullah Kareem J. Al-Jubouri

2021 A.D.

1442 A.H.