جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة المثنى- كلية الزراعة

قسم التربة والموارد المائية

دور اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus subtilis* و *Bacillus megaterium* في زيادة جاهزية الفسفور وبعض الخواص الفيزيائية للتربة تحت أعماق حراثة مختلفة في نمو و حاصل الحنطة (*Triticum astivum* L.)

رسالة قدَّمتها الطالبِة

رواد ماجد كامل مطرود الجبوري

إلى مجلس كلية الزراعة بجامعة المثنى

وهي من متطلبات نيل شهادة الماجستير

في العلوم الزراعية / علوم التربة والموارد المائية

بإشراف

أ. م. د. غانم بهلول نوني

أ.م. د. احمد مرزة عبود

1445هـ

2023 م

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ اوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴾

صدق الله العلي العظيم

﴿ المجادلة: ١١ ﴾

بسم الله الرحمن الرحيم

إقرار المشرف

أشهد ان إعداد هذه الرسالة جرى تحت إشرافنا والموسومة (دور اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus subtilis* و *Bacillus megaterium* في زيادة جاهزية الفسفور وبعض الخواص الفيزيائية للتربة تحت أعماق حراثة مختلفة في نمو و حاصل الحنطة.L *Triticum astivum)* للطالبة (رواد ماجد كامل) قسم علوم التربة والموارد المائية كلية الزراعة جامعة المثنى، وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير علوم في الزراعة (قسم التربة والموارد المائية).

المشرف

التوقيع:

أ.م.د غانم بهلول نوني

قسم علوم التربة والموارد المائية

التوقيع:

أ.م.د احمد مرزة عبود

قسم علوم التربة والموارد المائية

بناءً على الشروط والتوصيات المتوافرة أرشح هذه الرسالة للمناقشة

التوقيع:

أ.م.د عبدالله كريم جبار

رئيس قسم علوم التربة والموارد المائية

الإهداء

إلى مَن كلت أناملهُ

إلى مَن أجهد نفسه وبذل كل أيامه لنكبر ونتعلم والدي العزيز

إلى مَن كنت ثمرتها الأولى وفرحتها الكبرى

إلى من آثرتنا على نفسها والدتي الحنونة

إلى مَن قاسموني حلو الحياة ومُرِها، تحت السقف الواحد إخوتي وأخواتي

لنفسي المصرة على النجاح . . . إن بعد التعب فرح وبعد الضيق فرج

شكر وتقدير

أول الشكر وآخره أتقدم به إلى المنعم الباري عز وجل (الله) سبحانه وتعالى، الذي أحاطني برعايته الإلهية العظيمة، ويسر لي كل عسير، وألهمني الصبر والقوة في شق طريقي نحو البحث العلمي.

لمن قطرات دمه لم تسقط لتسكن في التراب وإنما أُريقت لتسكن الخلد، إليها من حول العرش نزلت في الارض وإلى العرش عادت في السماء لمن كانت مسيرته ثورة في الروح لم ترض بسيادة الغيّ والجهل والبغاء أشهد أن دمك سكن الخلد، إلى إمام الأحرار وسيد الشهداء الحسين بن علي (عليهما السلام).

بعد أن من الله عليَ بإتمام رسالتي وإيماناً مني بالفضل وإعترافاً بالجميل فلا يسعني إلا أن أتقدم بالشكر الجزيل والثناء العظيم إلى من بذر معي البذرة الأولى لبحثي وكان لي عوناً أستاذي ومشرفي أ.م.د. غانم هلول نوني لقبوله الإشراف على رسالتي، فقد كان لجهوده ودقة ملاحظاته وسعة صدره وجميل صبره معي أثراً بالغاً في إنجاز هذه الرسالة.

جزيل الشكر والعرفان إلى أستاذي ومشرفي أ.م.د. أحمد مرزة عبود لإبدائه النصح والإرشاد و لدوره البارز والمتميز في إنجاز هذا العمل.

أتوجه بخالص شكري وعظيم امتناني إلى السيد رئيس لجنة المناقشة الأستاذ الدكتور تركي مفن سعد والسادة أعضاء اللجنة، الأستاذ الدكتور عبدالله كريم جبار والأستاذ الدكتور جواد كاظم زياد لتفضلهم بقبول قراءة ومناقشة الرسالة وما قدموه من توجيهات وملاحظات علمية سديدة، والتي ساهمت بشكل فاعل في أغناء الرسالة وإظهارها بالشكل الأمثل فجزاهم الله عني ألف خير.

وأشكر عمادة كلية الزراعة وأساتذتها ومنتسبيها ورئاسة قسم علوم التربة والموارد المائية وأساتذته في ابدائهم المساعدة لأتمام رسالتي.

كما أتقدم بالشكر إلى من احسنو رفقتي ونصحي زملائي طلبة الدراسات العليا .

وأخيراً فإنني أشكر كل من مد يد العون وأعطاني القدرة والإصرار في تحقيق هدفي وشجعني وساهم ولو بكلمة طيبة في تسهيل إنجاز هذه الدراسة، جزاهم الله خير الجزاء.

رواد ماجد

المستخلص

هدفت الدراسة الحالية إلى دراسة دور اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus subtilis* و *Bacillus megaterium* في زيادة جاهزية الفسفور وبعض الخواص الفيزيائية للتربة تحت أعماق حراثة مختلفة في نمو و حاصل الحنطة (*Triticum astivum* L.).

ولتحقيق ذلك الهدف أُجريتْ تجربتان الاولى مختبرية تضمنت عزل وتشخيص بكتيريا *Bacillus subtilis* و *Bacillus megaterium* من تربة الرايزوسفيرلمحاصيل مختلفة ومن مواقع مختلفة، وشخصت انواع هذه العزلات النقية التي تم الحصول عليها وذلك بدراسة صفاتها الزرعية والمجهرية والكيموحيوية، وأظهرت النتائج عزل ست عزلات بكتيرية تعود لبكتريا *Bacillus subtilis* و*Bacillus megaterium*.

تضمنت الدراسة أيضاً إجراء تجربة حقلية في محطة الإرشاد الزراعي تابعة لدائرة الإرشاد الزراعي في قضاء الوركاء الواقعة شمال محافظة المثنى في الموسم الشتوي 2022-2023، استخدم تربة ذات نسجة طينية مزيجه واستخدم صنف حنطة بحوث 22، طبقت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة تامة التعشية (RCBD) وفقا لترتيب الألواح المنشقة Split plot Design، يمثل العامل الاول اللقاح الحيوي ببكتريا *B.subtilis* و *B. megaterium* وبأربع انواع B_0 بدون إضافة اللقاح، B_1 بكتريا *B.subtils* و B_2 بكتريا *B.megaterium* والمعاملة الرابعةB_3 تضمنت اللقاح المزدوج B_1+B_2، و العامل الثاني يمثل أعماق حراثة وبأربعة مستويات D_0 يمثل عمق حراثة صفر(zero tillge)، D_1 يمثل عمق حراثة 10سم، D_2 يمثل عمق 20سم حراثة، D_3 يمثل عمق حراثة 30 سم. وقد أظهرت النتائج التالي:

1- بينت النتائج تفوق معاملة إضافة اللقاح الحيوي البكتيري المزدوج B_3 معنوياً على معاملة المقارنة وسجلت أعلى القيم في كافة الصفات المدروسة وهي ارتفاع النبات، وزن 1000 حبة، وحاصل الحبوب، والوزن الجاف، تركيز الفسفور والبوتاسيوم في النبات، وتركيز الفسفور والبوتاسيوم الجاهز في التربة بعد الحصاد، والمسامية الكلية، والكثافة الظاهرية، والمحتوى الرطوبي لمرحلتي التزهير والحصاد. ([100.26سم، 46.63غم، 11667.8كغم، 5.600ميكاغم هـ$^{-1}$، 0.3197، 1.703%، 17.50، 211.44 ملغم كغم تربة$^{-1}$، 53.233%، 1.2487 ميكاغم م$^{-3}$ ، 31.91، 13.25%) على التوالي.

2- أظهرت النتائج تفوق معاملة الحراثة D_2(20سم) على معاملة المقارنة وسجل أعلى القيم في كل من وزن 1000حبة، وحاصل الحبوب، تركيزالنتروجين و الفسفور في النبات، وتركيز الفسفور

الجاهز في التربة بعد الحصاد [(49.14غم، 6.079 ميكاغم هـ$^{-1}$، 2.386، 0.3256 %،16.65ملغم كغم تربة$^{-1}$)].بينما سجلت المعاملة D_3 أعلى القيم في كل من ارتفاع النبات، والوزن الجاف، تركيز البوتاسيوم في النبات، والمحتوى الرطوبي لمرحلتي التزهير والحصاد.

3- بينت النتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملة D_2B_3 التداخل للقاح الحيوي البكتيري وعامل الحراثة في صفة حاصل الحبوب، وتركيز الفسفور في النبات، على التوالي [(6.822 ميكاغم هـ$^{-1}$، 0.4125%)].

المحتويات

التسلسل	العنوان	رقم الصفحة
أ	المستخلص	أ - ب
1	المقدمة	1
2	مراجعة المصادر	3
1-2	اللقاحات الحيوية	3
1-1-2	البكتريا المذيبة للفوسفات	4
2-1-2	أليات الأحياء المجهرية في إذابة مركبات الفسفور في التربة	5
2-2	بكتريا *Bacillus*	6
1-2-2	بكتريا *Bacillus megaterium*	6
1-1-2-2	تأثير بكتريا *Bacillus megaterium* على صفات نمو والحاصل نبات الحنطة	7
2-2-2	*بكتريا Bacillius Subtilis*	8
1-2-2-2	تأثير بكتريا *Bacillus subtilis* على صفات نمو وحاصل نبات الحنطة	8
3-2	تأثير اللقاح الحيوي على صفات التربة الفيزيائية	9
4-2	الحراثة	11
1-4-2	انواع الحراثة	11
2-4-2	الحراثة الصفرية (بدون حراثة)	11
3-4-2	تأثيرات الحراثة	12
1-3-4-2	تأثير الحراثة في صفات التربة	12
2-3-4-2	تأثير أعماق الحراثة في الكثافة الظاهرية والحقيقية للتربة	13
3-3-4-2	تأثير أعماق الحراثة في مسامية التربة	14
4-3-4-2	تأثير أعماق الحراثة في المحتوى الرطوبي للتربة	15
5-3-4-2	تأثير أعماق الحراثة على نمو وحاصل نبات الحنطة	16

5-2	الحنطة	17
3	مواد وطرق العمل	18
1-3	جمع عينات التربة	18
2-3	تحضير الاوساط الزرعية والكواشف المستخدمة في عزل وتشخيص البكتريا	19
1-2-3	تحضير الاوساط الزرعية	19
1-1-2-3	وسط بيكوفسكي Pikovskaya medium	19
2-1-2-3	وسط أختبار الحركة	19
3-1-2-3	وسط مرق أحمر المثيل – فوكس بروسكار	19
4-1-2-3	وسط أكار النشأ	19
5-1-2-3	وسط اختزال النترات السائل	20
6-1-2-3	وسط تربتوفان السائل	20
7-1-2-3	وسط سترات سايمون	20
8-1-2-3	وسط الجيلاتين	20
9-1-2-3	أكار اليوريا	21
10-1-2-3	وسط الحفظ	21
11-1-2-3	وسط Nutrient agar	21
12-1-2-3	وسط Nutrient broth	21
13-1-2-3	وسط كروم chromo Agar	21
2-2-3	تحضير الكواشف	21
1-2-2-3	كاشف الكاتليز	21
2-2-2-3	كاشف فوكس بروسكاور	22
3-2-2-3	كاشف المثيل الاحمر	22
4-2-2-3	كاشف لوكال	22
5-2-2-3	كاشف أختزال النترات	22
6-2-2-3	ملون كرام	22
3-3	عزل البكتريا	23
1-3-3	العزل الاولي لبكتريا *Bacillus*	23

2-3-3	تنقية العزلات البكتيرية	24
3-3-3	تشخيص البكتريا	24
1-3-3-3	الفحوصات الزرعية	24
2-3-3-3	الفحوصات المجهرية	24
3-3-3-3	الفحوصات الكيموحيوية	24
1-3-3-3-3	أختبار انتاج انزيم الكاتليز	24
2-3-3-3-3	اختبار انتاج انزيم الاوكسديز	25
3-3-3-3-3	أختبار الحركة	25
4-3-3-3-3	أختبار أختزال النترات	25
5-3-3-3-3	أختبار انتاج انزيم اليوريز	25
6-3-3-3-3	اختبار المثيل الاحمر	25
7-3-3-3-3	اختبار الفوكس بروسكاور	26
8-3-3-3-3	فحص الاندول	26
9-3-3-3-3	أختبار تحلل النشأ	26
10-3-3-3-3	اختبار الجلاتين	26
11-3-3-3-3	أختبار أستهلاك السترات	26
4-3	التجارب المختبرية	27
1-4-3	تجربة تقدير معامل الإذابة (SI)	27
2-4-3	تحضير لقاح بكتيريا *B. megaterium* و*B.subtilis*	27
3-4-3	تحضير محلول الصمغ العربي	27
4-4-3	تلقيح البذور	28
5-3	التجربة الحقلية	28
1-5-3	تصميم التجربة	28
2-5-3	عوامل التجربة الحقلية	28
3-5-3	موقع التجربة	30
4-5-3	تهيئة و تحضير التربة للزراعة	30
5-5-3	التسميد	30
6-5-3	الزراعة وخدمة المحصول	30

7-3	تحاليل التربة	31
1-7-3	الصفات الكيميائية	31
1-1-7-3	درجة تفاعل التربة	31
2-1-7-3	التوصيلية الكهربائية	31
3-1-7-3	المادة العضوية	31
4-1-7-3	النتروجين الجاهز	31
5-1-7-3	الفسفور الجاهز	31
6-1-7-3	البوتاسيوم الجاهز	31
2-7-3	القياسات الفيزيائية للتربة	31
1-2-7-3	نسجة التربة	31
2-2-7-3	الكثافة الظاهرية	32
3-2-7-3	الكثافة الحقيقية	32
4-2-7-3	المسامية	32
5-2-7-3	المحتوى الرطوبي	33
3-7-3	التحليلات البايولوجية	33
1-7-3	عد البكتريا	33
8-3	تحاليل نباتية بعد الزراعة	34
1-3	تقدير عناصر ال NPK في النبات	34
2-8-3	تقدير النتروجين بالنبات	34
3-8-3	تقدير الفسفور بالنبات	35
4-8-3	تقدير البوتاسيوم بالنبات	35
9-3	قياسات نمو وحاصل النبات	35
1-9-3	ارتفاع النبات (سم)	35
2-9-3	الوزن الجاف للنبات	35
3-9-3	حاصل الحبوب الكلي (ميكاغرام هـ $^{-1}$)	35
4-9-3	وزن 1000 حبة(غم)	35
10-3	محتوى التربة من عنصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم (ملغم كغم$^{-1}$) في مرحلة الحصاد.	35

11-3	التحليل الإحصائي	36
4	النتائج والمناقشة	37
1-4	نتائج تشخيص عزلات بكتريا *Bacillus*	37
1-1-4	تقدير معامل الإذابة	39
2-4	تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B. megaterium* و *B.subtilis* ومستويات مختلفة من أعماق الحراثة والتداخل بينهما في بعض صفات نمو وحاصل نبات الحنطة.	40
1-2-4	ارتفاع النبات (سم)	40
2-2-4	الوزن الجاف (كغم هـ$^{-1}$)	41
3-2-4	وزن 1000 حبة (غم)	43
4-2-4	حاصل الحبوب (ميكاغرام هـ$^{-1}$)	44
3-4	تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B. megaterium* و*B.subtilis* ومستويات مختلفة من أعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز عناصرNPK في نبات الحنطة.	46
1-3-4	تركيز النتروجين في الحبوب %	46
2-3-4	تركيز الفسفور في الحبوب %	47
2-3-4	تركيز البوتاسيوم في الحبوب %	49
4-4	تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B. megaterium* و*B.subtilis* ومستويات مختلفة من أعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز العناصر الغذائية الجاهزة في التربة NPK (ملغم كغم$^{-1}$) في مرحلة الحصاد.	50
1-4-4	تركيز النتروجين الجاهز في التربة (ملغم N كغم$^{-1}$ تربة)	50
2-4-4	تركيز الفسفور الجاهز في التربة (ملغم P كغم$^{-1}$ تربة)	51
3-4-4	تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغم K كغم$^{-1}$ تربة)	52
5-4	تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B. megaterium* و*B.subtilis* ومستويات مختلفة من أعماق الحراثة والتداخل بينهما في بعض قياسات الصفات الفيزيائية للتربة.	53
1-5-4	النسبة المئوية للمسامية التربة %	53
2-5-4	الكثافة الظاهرية للتربة (ميكاغم$^{-3}$)	54

3-5-4	في المحتوى الرطوبي مرحلة التزهير%	55
3-5-4	في المحتوى الرطوبي مرحلة الحصاد %	56
5	الاستنتاجات و التوصيات	58
1-5	الاستنتاجات	58
2-5	التوصيات	58
6	المصادر	59
1-6	المصادر العربية	59
2-6	المصادر الأنجليزية	64
7	الملاحق	75
8	Abstract	A-B

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
1	أرقام عينات الترب وأسماء المناطق والحقول التي جمعت منها	18
2	وسط بيكوفسكي Pikovskaya medium لعزل البكتريا المذيبة للفوسفات	19
3	الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الحراثة	34
4	الشكل المورفولوجي و الاختبارات الكيميوحيوية للعزلات البكتيرية لبكتريا	38
5	تأثير العزلات البكتيرية (*B.megaterium*) في قيم حاصل الإذابة للوسط الصلب	40
6	وتأثير العزلات البكتيرية (*B.subtilis*) في قيم حاصل الإذابة للوسط الصلب.	40
7	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في قيم ارتفاع النبات (سم)	41
8	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في الوزن الجاف للمجموع الخضري (كغم هـ$^{-1}$)	43
9	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في وزن 1000 حبة (غم)	44
10	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في وزن حاصل الحبوب (ميكاغم هـ$^{-1}$).	45
11	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في النسبة المئوية للنتروجين في النبات %	47
12	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في النسبة المئوية للفسفور في النبات %.	48
13	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في النسبة المئوية للبوتاسيوم في النبات %	50
14	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز النتروجين الجاهز في التربة (ملغم N كغم$^{-1}$ تربة)	50
15	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز	52

	الفسفور الجاهز في التربة (ملغم P كغم$^{-1}$ تربة)	
16	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغم K كغم$^{-1}$ تربة)	53
17	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما النسبة المئوية للمسامية التربة %	54
18	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في الكثافة الظاهرية للتربة (ميكاغم$^{-3}$)	55
19	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في المحتوى الرطوبي مرحلة التزهير%	56
20	تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في المحتوى الرطوبي مرحلة الحصاد%	57

قائمة الملاحق

رقم الملحق	العنوان	رقم الصفحة
1	الاجهزة المستعملة في الدراسة	75
2	الادوات المستخدم في الدراسة	76
3	جدول التحليل الحصائي للصفات المدروسة لنمو والحاصل ممثلة بمتوسطات المربعات (M.S)	77
5	جدول التحليل الحصائي لتركيز في النبات NPK ممثلة بمتوسطات المربعات (M.S)	77
6	جدول التحليل الحصائي لتركيز في التربة NPK ممثلة بمتوسطات المربعات (M.S)	78
7	جدول التحليل الحصائي للصفات الفيزيائية ممثلة بمتوسطات المربعات (M.S)	78
8	ملحق صور التجربة الحقلية والعمل المحتبري	79

قائمة المختصرات

الرمز	المصطلح	المعنى بالعربي
PH	potential Hydrogen	جهد الهيدروجين
EC	Electrical Conductivity	الايصالية الكهربائية
CFU	Coloni forming unit	وحدة تكوين المستعمرة
SI	solubilization index	معامل الاذابة
NPK	Nitrogen & Phosphor & Potassium	العناصر الكبرى (النتروجين- الفسفور- البوتاسيوم)
PGPR	Plant growth-promoting rhizo bacteria	البكتريا الجذرية المعززة لنمو
ATP	Adenosine Triphosphate	مركب الطاقة (ادينوسين ثلاثي الفوسفات)
PSB	Phosphate solubilizing Bacteria	البكتريا المذيبة للفوسفات
GA3	Gibberllic acid	هرمون الجبرلينات
IAA	Indole-3-acetic acid	حامض اندول3 خليك
Spp	Species	الصنف
NT	No Tillage	عدم الحراثة
RCBD	Randomized Complete Block Design	تصميم قطاعات تامة التعشية
N.S	No Significant	فروق غير معنوية
LSD Test	Least Significant Difference	اختبار اقل فرق معنوي

1- المقدمـــــة Introduction

من المشاكل التي تعاني منها الترب الزراعية العراقية انخفاض جاهزية تركيز الفسفور الجاهز فيها ويعد عنصر الفسفور من العناصر الغذائية المهمة جداً لنمو النبات، ومن أجل التغلب على هذه المشكلة يتحتم على المختصين في القطاع الزراعي إيجاد الحلول والسبل التي تساعد في الحد من المشكلة (علي وآخرون،2014). ان التوجه نحو استعمال تقنية الأسمدة الحيوية والتقليل قدر الإمكان من استعمال الأسمدة الكيميائية تمثل اهم البدائل لزراعة النباتات، إذ إن اللجوء إلى استعمال الأسمدة الحيوية يؤدي إلى التخفيف من الآثار البيئية الضارة التي تتعرض لها النباتات، فضلاً عن ذلك فأنها تتميز بدورها الفعال في تحسين خصوبة التربة بسبب قدرة بعضها على إذابة وتحرير المغذيات وقابلية البعض على تثبيت النتروجين، وبهذا تسهم في التقليل من استعمال الأسمدة الكيميائية (Thakur وآخرون، 2022).

أن الأسمدة الحيوية البكتيرية تتكون من خلايا بكتيرية تعمل على إذابة العناصر الغذائية مثل الفسفور والبوتاسيوم من المعادن والصخور الحاوية على هذه العناصر. وتعد بكتريا *Bacillus* أحد أهم أنواع بكتريا المنطقة الجذرية التي تتميز بمختلف الميكانيكيات الحيوية لتحفيز نمو النبات من خلال زيادة امداده بالمغذيات وعملية تجهيز الفسفور للنبات من أهم النشاطات التي درست من قبل الباحثين التي تتم عن طريق افراز الأحماض العضوية من قبل البكتريا وتعمل على اذابة الفسفور غير الذائب وتحريره من المركبات الفوسفاتية غير العضوية في التربة مثل الكالسيوم ثلاثي الفوسفات، وثنائي الفوسفات اضافة الى الصخر الفوسفاتي من بين الأنواع البكتيرية هي بكتريا الـ *Bacillus megaterium Bacillus. Subtilus* (Cheng واخرون،2017) .

تعد الحراثة من العمليات الاساسية إذ تعمل على تفكيك أو إثارة التربة، والتي نستخدمها لتهيئة وتحضير التربة قبل الزراعة وتهيئة مرقد مناسب للبذور من خلال تفتيت وتنعيم كتلة التربة بالمحراث فضلاً عن دور الحراثة في قلب مخلفات المحاصيل وقتل الأدغال التي تتنافس مع النباتات بما يؤدي إلى تحسين نوعية الحاصل وزيادته (Choudhury وآخرون،2014).

إنَّ الحراثة تحسن الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية للتربة مما يؤدي إلى نمو الجذور ومن ثَمَّ تؤثر في الخصائص الهيدروليكية للتربة، وهذا بدوره يؤثر في الخصائص الحركية لماء الري في الحقل المزروع (Ahmad وآخرون،2018).

تعد الحنطة (*Triticum astivum* L.) من أهم المحاصيل الاستراتيجية التي تنتمي إلى العائلة النجيلية وتستعمل غذاء أساسياً ومصدراً حيوياً مهماً للبروتين النباتي ومن السهل معالجتها إلى انواع مختلفة من المنتجات الغذائية التي يستهلكها مليارات الأشخاص وتأتي في المرتبة الاولى

عالمياً حيث المساحة المزروعة، إذ بلغت نسبة المساحة المزروعة عالمياً في سنة 2020 حوالي 215.4 مليون هكتار(Erenstein وآخرون،2021). وبلغت كمية الحنطة المنتجة في العراق لسنة 2021 حوالي4,234,000 طن وبنسبة انخفاض قدرها 32,1% مقارنة بسنة 2020 التي سجلت إنتاجيه بلغت 6,238,000 طن (مديرية الإحصاء الزراعي، 2021).

وللوقوف على أهمية استعمال اللقاحات الحيوية البكتيرية وتأثير أعماق الحراثة المختلفة في نمو نبات الحنطة وجاهزية الفسفور وصفات التربة والفيزيائية فقد كان الهدف من هذه الدراسة هو: -

1- دراسة تأثير إضافة عزلات من اللقاح الحيوي *Bacillus subtilus* و *Bacillus megaterium* في جاهزية الفسفور و نمو و حاصل الحنطة.
2- دراسة تأثير عمق الحراثة في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة وجاهزية الفسفور.
3- دراسة تأثير التداخل بين إضافة عزلات اللقاح الحيوي وعمق الحراثة على بعض الخصائص الفيزيائية في التربة.

2- مراجعـــة المصـــادرLiteratures Review

2-1 اللقاحات الحيوية البكتيرية Bacterial biofertilizer

تعرف الأسمدة الحيوية على أنها مستحضرات طبيعية تحتوي على نوع واحد او أكثر من الكائنات الحية المجهرية المفيدة والآمنة من الناحية الصحية، لأنها مواد غير معدلة وراثياً ولها أثرمميز في تحسين خصوبة التربة لقدرتها على تحرير المغذيات بصورة مستمرة إذ توافرت لها الظروف المثلى وتغطي معظم حاجة النبات المعامل بها وتعد هذه الأسمدة آمنة بيئياً و تسهم في خفض كميات الأسمدة المعدنية المضافة وتقلل كلفة الإنتاج بما توفره من مغذيات ضرورية للنبات وبشكل مستدام (Tringovska Alto،2011).

أو نقصد بها كل الإضافات ذات الأصل الميكروبي التي تمد النباتات النامية بكل ما تحتاجه من العناصر الغذائية، ومثل هذه الإضافات يمكن ان تسمى أيضاً باللقاحات الميكروبية، وتعد الأسمدة الحيوية مصادر غذائية للنبات رخيصة الثمن جداً إذا ما قورنت بالأسمدة الكيميائية. وتنتج الأسمدة الحيوية من عزل الكائنات المجهرية، وإكثارها في مزارع ملائمة ثم تحمل على حامل مناسب الذي يحفظ في ظروف ملائمة لحين استعماله كلقاح للبذور او الجذور او التربة (فاضل، 2018).

اشارJu وآخرون(2018) إلى أن الأسمدة الحيوية تستعمل لغرض زيادة جاهزية العناصر المغذية في الترب وتحويلها من الصورة غير الجاهزة إلى الجاهزة، أي الحفاظ على اتزان هذه العناصر وتحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية، وهي عنصر مهماً في الادارة الجيدة لمحتوى التربة من المغذيات وتزيد من تحمل النبات للإجهادات المختلفة ومن ثَمَّ بالتالي تحسن نمو النبات.

للأسمدة الحيوية دورٌ رئيس في الحفاظ على خصوبة التربة على المدى الطويل، إذ تعدُ الأسمدة الحيوية مصدراً متجدداً للمغذيات المطلوبة التي يحتاجها النبات للنمو السليم، إذ تعمل الكائنات الحية الدقيقة على تحويل العناصر الموجودة في التربة بشكل غير جاهز او معقد إلى عناصر قابلة للذوبان وجاهزة للامتصاص من قِبل النبات (Fasusi وآخرون،2021).

ان عملية نجاح السماد الحيوي المضاف إلى وسط نمو النبات يعتمد على عدة عوامل وهي كفاءة الكائن الحي المستخدم ومدى التوافق بين العائل النباتي والكائن الحي المجهري وقدرة الكائن الحي على التنافس مع الأحياء المجهرية الأخرى في التربة و خصائص وظروف التربة(Akhtar وآخرون،2022) .

تنتج الأسمدة الحيوية من مزارع مايكروبية مناسبة تحت ظروف عزل وتنقية وتشخيص وتوصيف الأحياء المجهرية المختلفة وتنمية هذه الأحياء وحفظها لحين استعمالها كلقاح يخلط مع البذور أو تعفر به جذور البادرات النباتية أو يضاف إلى التربة قرب الجذور بعد تحميله على حامل عضوي مناسب (الاسدي،2013).

1-1-2 البكتريا المذيبة للفوسفات Phosphate solubilizing Bacteria (PSB)

ان البكتيريا الرايزوسفيرية المعززة لنمو النبات هي مجموعة من الأحياء التي تعرف بالأحياء المجهرية المحللة والمذيبة للفسفور إذ تؤدي هذه الأحياء الحية دوراً مهماً جداً في تحليل وإذابة الفسفور المثبت وغير الذائب او غير القابل للامتصاص بوساطة النباتات إلى صورة ذائبة وقابلة للامتصاص مما يؤدي إلى زيادة توفر عنصر الفسفور الذائب في التربة وهي أحد أهم الطرق المستخدمة من أجل زيادة كفاءة الأسمدة الفوسفاتية.

إن زيادة ذوبانية عنصر الفسفور في التربة القاعدية يؤدي إلى زيادة الإنتاج الزراعي، أنه من المعروف أن فعالية الأحياء الدقيقة في المنطقة الجذرية تؤدي إلى خفض قيمة الـ PH نسبياً من خلال إفراز الأحماض العضوية في منطقة الرايزوسفير وهذا يؤدي إلى زيادة جاهزية معظم العناصر الكبرى والصغرى وتصبح أكثر تيسراً ومتاحة للنباتات مما يعني زيادة تركيزها في التربة وزيادة خصوبة التربة. وبالتالي فإن الإذابة والمعدنة للفسفور بوساطة الأحياء المذيبة للفوسفات هي واحدة من الآليات الأكثر أهميه في دوره التربة البايوجيوكيميائية وكذلك تعزيز نمو النبات (Jungwook وآخرون،2009).

تمتص النباتات الفوسفور من محلول التربة على شكل انيون الفوسفات، وهو عنصر بطيء الحركة في النبات والتربة مقارنة بالمغذيات الكبرى الأخرى، تلعب الكائنات الدقيقة المذيبة للفوسفات دوراً مهماً في تغذية النباتات (Kumar ، 2016).

الكائنات الحية الدقيقة في التربة تلعب دوراً مهماً في تنظيم حركة المواد العضوية المتحللة وتوفير العناصر الغذائية المهمة للنباتات مثل الفوسفور والنيتروجين والكربون والبوتاسيوم والعناصر الصغرى مما يؤدي إلى تحسين الحالة الغذائية للنباتات وبالتالي تحسين نمو النبات وزيادة الإنتاجية (الجبوري ،2019).

للأحياء المجهرية دور مهماً في توزيع الفسفور بين نظامي التربة والنبات وبالتحديد في منطقة الرايزوسفير، وتحوي هذه المنطقة على أنواع عديدة من البكتريا ومنها المذيبة للفوسفات مثل *Bacillus spp Achromobacter Pseudomonas fluorescence* عن طريق آليات

مختلفة لإذابة الفوسفات أهمها إفرازها لانزيم الفوسفاتيز وإنتاجها الأحماض العضوية *fluorescence* مثل حامض الخليك والفورمك وغيرها من الأحماض التي تحول الفوسفات من الصورة غير الجاهزة إلى الصورة الجاهزة وكذلك تعمل هذه البكتريا على تقوية مناعة النبات ضد الأمراض من خلال اليات مختلفة، ويعد جنس *Bacillus* الأكثر كفاءة وأكثر تواجد في التربة (علي و مجيد،2016).

وقد ذكرSaha وآخرون، (2012) ان توفر الفسفور بصورته الجاهزة والمتوازنة للنبات يتم عن طريق العديد من الأحياء المجهرية في التربة وأهمها بكتريا *Bacillus* التي تعمل على تحطيم الاواصر بين الكالسيوم والفوسفات المترسبة وزيادة كمية الفسفور المتحرر والجاهز من خلال خفض PH التربة.

2-1-2 أليات الأحياء المجهرية في إذابة مركبات الفسفور في التربة

إنَّ تركيز الفسفور هو الأقل في محلول التربة، مما يجعل هذا العنصر قليلاً ومحدوداً لنمو النبات، على الرغم من حاجة المحاصيل إلى كميات كبيرة منه (Bhat وآخرون،2017).

تختلف تحولات الفسفور في التربة تبعاً لأنواع المركبات الفوسفاتية الموجودة في التربة واختلاف انواع أحياء التربة الدقيقة ومدى انتشارها Nehwani وآخرون(2010).

إن الوسيلة الأساسية التي تمكن الأحياء المجهرية في إذابة المركبات الفوسفاتية غير الذائبة وجعلها جاهزة للنبات هي إنتاج الأحماض العضوية، إذ ان معظم الأحياء الدقيقة في التربة تقوم بعملية الإذابة عن طريق إنتاجها الأحماض اللاعضوية مثل الكبريتيك والنتريك وكذلك الحوامض العضوية نتيجة انحلال المادة العضوية بوساطة الأحياء المجهرية وكذلك إفراز حوامض الفولفيك Fulic والهيومك *Humic* والستريك Citric والاوكزاليك Oxalic وحاض اللينسيلك Licinic Acid التي تزيد من ذوبان معادن التربة (Bear،1969).

وأكد Chiu وآخرون (2006) إن هناك قدرة لبكتريا *Bacillus subtilis* على إفراز إنزيمات الفوسفوتيز القاعدي والحامضي ويكون لهذه الانزيمات الدور الأساسي في إذابة الفوسفات وزيادة جاهزيتها.

إن معدنة الفوسفات العضوي بوساطة الأحياء المجهرية تحصل عن طريق إفراز الانزيمات الخارجية التي تختلف باختلاف المركبات العضوية الفسفورية، إذ تفرز الأحياء المجهرية إنزيمات Phytases التي تحلل روابط الاستر فوسفات لحامض الفايتيك Phytic acid لتكوين الاينوستول Inositol وستة جزيئات من حامض الفسفوريك (Paul و Clark، 1989).

يمكن أنْ تقوم الأحياء المجهرية بخفض درجة تفاعل التربة عن طريق إنتاجها لثاني اوكسيد الكربون (CO_2)، نتيجة تحليلها للمواد العضوية الذي يؤدي إلى تكوين حامض الكربونيك نتيجة ذوبانه في الماء الذي يعمل على إذابة جزء من الفوسفات غير الذائبة، وتحول الظروف من هوائية إلى لا هوائية يحدث نشاطاً للأحياء المجهرية اللاهوائية التي تختزل الكبريت إلى كبريتيد الهيدروجين H_2S الذي يتفاعل مع فوسفات الحديديك مكوناً كبريتيد الحديدوز ومحرراً أيونات الفوسفات وهذا ما ذهب إليه (Kapoor،1982).

2-2 بكتريا *Bacillus*

تعد هذه البكتريا من أقدم الاجناس المكتشفة والتي قام بوصفها الباحث Cohn في عام 1872 وهي حرة المعيشة، توجد هذه البكتريا في الماء والتربة ويتراوح قطرها بين 0.5-2 مايكرون (Turnbull،1996)، تعود بكتريا *Bacillus* إلى العائلة *Bacillaceae* وتمتاز بكونها عصوية الشكل مفردة ومستقيمة موجبة لملون كرام هوائية اجبارية او لاهوائية اختيارية حيث تحتاج إلى الاوكسجين في مراحل النمو وفي غيابه تعمل على صنع ATP لعملية التخمر(Euzeby، 2008).

تمتاز بتكوينها للابواغ الداخلية (السبورات) Endospore مما جعلها مقاومة لعدد من المؤثرات الفيزيائية والكيميائية وتمكنها من العيش لمدة زمنية طويلة إذ تقيها وتبقيها سليمة حين تعرضها إلى ظروف غير طبيعية مثل التطرف في درجات الحرارة او إلى الظروف القاعدية الشديدة او الحامضية الشديدة (Toder، 2003). وتكون هذه السبورات عبارة عن تراكيب سابتة من ناحية الفعالية الحيوية وتوجد في أحياء مجهرية مختلفة وفي كل حالة لها مهمة تؤديها للكائن الحي، موقعه يكون طرف الخلية او مركزها ويكون على اشكال مختلفة، في البكتريا تكون مهامتها حفظ النوع إذ تنتج تحت الظروف غير الملائمة وتكونها الأجناس *Bacillus*،*Desulfotomaculum* ، *Clostridium*، *Coxiella* وأحياء أخرى.

1-2-2 بكتريا *Bacillus megaterium*

بكتريا هوائية عصوية موجبة لملون كرام تنتمي لعائلة الـ *Bacillceae* مكونة للسبورات وبالتالي تكون مقاومة للظروف القاسية وهي من الانواع غير المرضية، تساعد على تيسير وإذابة مركبات الفسفور ومعتدلة الحرارة درجة الحرارة المثلى للنمو هي 25- 30 وكذلك يمكنها النمو في درجات الحرارة المنخفضة5م (Shahid و Naheed، 2017).

ويعد النوع *B. megaterium* من أهم الأنواع التابعة لجنس *Bacillus* إذان العديد من الباحثين قاموا بوصف هذه البكتريا واقدمهم العالم (DeBary) عام 1884 ويبلغ طول خلاياها 4 مايكروميتر والقطر1.5مايكروميتر، وهي كبيرة بالمقارنة مع الأنواع الأخرى التابعة لهذا الجنس ومستعمراتها مستديرة وصغيرة ولماعة ويتراوح قطرها من 1-3 ملم على وسط النمو بيكوفيسكي الصلب (Deovs، 2009).

اشار Wang وآخرون (2017) إلى إنَّ هذه البكتريا ذات مستعمرات بيضاء اللون هوائية اجبارية أو قد تكون لاهوائية اختيارية أحيانا، وتكون السبورات ومن ثَمَّ تستطيع تحمل الظروف القاسية من درجات الحرارة العالية والجفاف ولها إمكانية إنتاج حامض اللاكتيك، وتستطيع استهلاك مصادر مختلفة للكاربون مثل الكلوكوز والمانيتول واللاكتوز والسكروز.

1-1-2-2 تأثير بكتريا *Bacillus megaterium* على صفات نمو والحاصل نبات الحنطة

تعمل بعض الأحياء المجهرية في زيادة جاهزية النتروجين والفسفور والبوتاسيوم الموجود في التربة والنبات وكذلك تعمل على إفراز المواد المشجعة للنمو التي تؤدي إلى زيادة نمو وإتناج النبات، (السامرائي والتميمي، 2018).

في دراسة أجراها Jastrzebska وآخرون (2015) حول تأثير السماد الحيوي المنتج من عظام الحيوانات ورماد المخلفات الحاوي على بكتريا *Bacillus megaterium* في نمو الحنطة الربيعية في تجربة حقلية أظهرت النتائج ان السماد الحيوي كان فعالاً جداً مقارنة بالسماد الاعتيادي مثل السوبر فوسفات والفوسفرايت وشملت الدراسة تقدير تأثير السماد الحيوي في معدل نمو بكتريا *B. megaterium* في التربة مقارنة بسماد السوبر فوسفات وأظهرت النتائج عدم تأثر أعداد البكتريا المتباينة التغذية والفطريات وديدان الأرض بالسمادين الحيوي والكيميائي.

أشارت يلدا (2009) إلى أنَّ إضافة لقاح بكتيريا الـ *B. megaterium* إلى التربة المزروعة بنبات الحنطة أدى إلى زيادة الفسفور الجاهز في التربة وزيادة في الوزن الجاف وارتفاع نبات الحنطة بعد إضافة اللقاح.

ان إضافة السماد الحيوي الـ *B. megaterium* أعطى زيادة معنوية في حاصل الحنطة بمقدار 32.2% (Kumar وآخرون،2016). دراسة أجرتها الخفاجي (2021) لنبات الحنطة عند إضافة اللقاح البكتيري المقيد لبكتريا *B. megaterium* إذ أعطت معاملة اللقاح نسبة للفسفور بلغت 24.89 ملغم كغم وأعطت معاملة المقارنة 18.04ملغم كغم يعود لدور البكتيريا *B.megaterium* في إفراز مواد منشطة تقوم بتحرير عنصر الفسفور من معقدات في التربة، وكذلك دورها في إتناج

الأحماض العضوية التي تؤدي إلى ذوبانية مركبات الفسفور قليلة الذوبان ومن ثَمَّ يكون جاهزاً للامتصاص من قبل النبات.

2-2-2 بكتريا *Bacillius Subtilis*

أقدم أنواع البكتريا التي درست من قبل العلماء وقد سميت في الأصل *Vibrio subtilis* من قبل العالم (Ehrenberg، 1835) لكن بعد ذلك سميت *Bacillus subtilis* من قبل Chon عام 1872. وهو أحد الانواع الشائعة لجنس الـ *Bacillus* ويطلق عليها أيضاً عصيات القش او العشب Hay bacillus or grass bacillus خلايا هذه البكتريا عصوية موجبة لملون كرام هوائية إجبارية وقد تكون لاهوائية اختيارية مكونة للسبورات وهذه الصفة تعطيها قدرة تحمل الظروف القاسية من ارتفاع درجات الحرارة اوالجفاف، وهي ذات هيئة لزجة تتواجد في التربة والمياه وجوف الحيوانات المجترة وفي الانسان منتجة للانزيمات تنمو بدرجات حرارة متوسطة أي انها معتدلة الحرارة Mesophilic درجة الحرارة المثلى لنموها 25-30°م (Bandow وآخرون،2002).

استخدمت بكتريا *B.subtilis* كأسمدة حيوية لإذابة وتجهيز المغذيات الصغرى من صورتها المترسبة، وأثبتت كثير من الدراسات أنَّ بكتريا *Bacillus* الأفضل في استعمالها كسماد حيوي لتجهيز وتحرير الزنك في التربة من المركبات *مثل ZnO* و *ZnS* بإفراز الأحماض العضوية والتي تؤدي إلى خفض الـ PH في منطقة الرايزوسفير (Mishra و Dash، 2014).

1-2-2-2 تأثير بكتريا *Bacillus subtilis* على صفات نمو وحاصل نبات الحنطة

تعد بكتريا *B. subtilis* أحد أهم انواع بكتريا المنطقة الجذرية التي تتميز بمختلف الميكانيكيات الحيوية لتحفيز نمو النبات من خلال زيادة امداده بالمغذيات، وعملية تجهيز الفسفور للنبات من أهم النشاطات التي درست من قبل الباحثين التي تتم عن طريق إفراز الأحماض العضوية من قبل البكتريا وتعمل على إذابة الفسفور غير الذائب وتحريره من المركبات الفوسفاتية غير العضوية في التربة مثل الكالسيوم ثلاثي الفوسفات، وثنائي الفوسفات إضافة إلى الصخر الفوسفاتي (Cheng وآخرون،2017).

أشارت نتائج الدراسة التي أجراها Ali وآخرون(2019) لاختبار تأثير بكتريا *B. Subtillis* على مؤشرات نمو صنفين من نبات الحنطة إلى وجود زيادة معنوية في ارتفاع النبات بلغت (46.98)، (65.68) سم بالتتابع بعد 45 يوم من الزراعة و (3.87) ، (7.71) سم على التوالي بعد 120 يوم

من الزراعة قياساً بمعاملة المقارنة (عدم التلقيح)، وكذلك أعطت المعاملة الملقحة ببكتريا *B. Subtillis* ارتفاعاً معنوياً في الوزن الطري للنبات بلغ (39.41)غم والوزن الجاف للنبات (19.18)غم، وحققت زيادة معنوية في فسفور النبات بنسبة (27%) قياساً بمعاملة المقارنة (عدم التلقيح).

إنَّ استعمال التلقيح ببكتريا *B.subtilis* في مرحلتي التزهير ونهاية الموسم زاد معنوياً من تركيز نيتروجين في نبات الحنطة في المعاملة (إضافة اللقاح) (21.78) و (21.72)غم N كغم على التوالي،عن معاملة المقارنة (عدم الإضافة) (20.63) و (17.75)غم N كغم بالتتابع ويرجع ذلك إلى قدرة أجناس بكتريا *B. subtilis* على تجهيز الفسفور اللازم لبناء النظام الجذري وسبب في نشاط الأحياء المجهزة للنتروجين في المنطقة الجذرية مما يزيد من امتصاص النتروجين من قبل الجذر (عزاوي،2022).

كذلك أظهرت نتائج الدراسة التي أجرتها علي وآخرون(2021) التي تضمنت اختبار استجابة محصول الحنطة للتلقيح الحيوي ببكتريا *B. subtilis* تحت تأثير مستويات مختلفة من ملوحة مياه الري 1 و 3 ديسي سيمنز، أن استعمال اللقاح البكتيري *B. subtilis* قد أثر معنوياً في محتوى النبات من الفسفور بلغ 0.30 و 0.35% لموسمي الزراعة على التوالي قياساً ببقية المعاملات.

أشار كريم، (2018) إلى حصول زيادة معنوية في صفات ارتفاع نبات الشعير (20%) والوزن الجاف للمجموع الخضري (12%) والوزن الجاف للمجموع الجذري (26%) والنسبة المئوية للنتروجين في النبات (44%) والنسبة المئوية للفسفور في النبات (41%) والنسبة المئوية للبوتاسيوم في النبات (43%) وكذلك النسبة المئوية للبروتين في الحبوب (20%) وتركيزالنتروجين الجاهز في التربة (10%) وتركيز الفسفور الجاهز في التربة (40%) والبوتاسيوم الجاهز (22%) ملغم كغم$^{-1}$ تربة في المعاملات الملقحة باللقاح الحيوي المقيد المكون من أجناس البكتريا الثلاث *Bacillus subtilis* و*Azotobacter chrocooccum* و *Pseudomonas fluorescence* مقارنة بالمعاملات غير الملقحة.

3-2 تأثير اللقاح الحيوي على صفات التربة الفيزيائية

ان التلقيح الحيوي البكتيري سواء أكان مفرد أم مزدوجاً يكون له تأثير إيجابي في نمو النبات في التربة بشكل عام عن طريق تجهيز النبات بالمغذيات الأساسية مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم هذا من جهة ومن جهة أخرى فانها تعمل على ربط دقائق التربة وزيادة تجمعاتها بفعل امدصاص تلك الخلايا على أسطح دقائق الرمل وتعمل هذه اللقاحات البكتيرية على عمل ما يعرف بالجسور البروتينية (protein bridges) التي تعمل على مسك دقائق التربة، وإنَّ وجود الألياف

والسكريات المتعددة يؤدي إلى مسك المغذيات وتمنع غسلها مع ماء الري (Bezzate وآخرون،2000).

وقد أكد (Akbari وآخرون،2007) أنَّ اللقاح الحيوي التربة يعمل على زيادة انتشار الجذور وتشجيع امتصاص العناصر المغذية والذي ينعكس إيجاباً على نمو النبات.

أن استعمال الأسمدة الحيوية يؤدي إلى زيادة الإتناج وتحسين نوعيته من خلال تحسين النمو الخضري بعد تزويد النبات بالمغذيات الجاهزة، له تأثير إيجابي على نمو النبات في جميع أنواع الترب وفي التربة الرملية على وجه الخصوص من خلال التجهيز بالمغذيات الضرورية من جهة، ومن جهة أخرى لها أثر في ربط دقائق التربة وزيادة ثباتية التجمعات بفعل امتزاز تلك الخلايا على أسطح دقائق التربة وان إضافة الأحياء المجهرية أدت إلى انخفاض قيم الكثافة الظاهرية للتربة وازدياد قيم نسبة تجمعات التربة وارتفاع قيم الايصالية المائية بعد معاملة التربة باللقاح الحيوي (Seaman،2011).

أكد Bashan(2005) على أنّ خلط لقاح *Azospirrillum spp.* وبكتريا *Bacillus spp.* وزيادة أعدادهما من الخلايا الحية والميتة والتصاق تلك الخلايا بدقائق التربة مما قد يربط هذه الدقائق مع بعضها وزيادة من حجوم المسامات البينية بالمقابل زيادة عدد تلك المسامات أي رفع قيمة المسامية الكلية مقارنة بعدم إضافة اللقاح الحيوي.

الماء عنصر مهماً جداً للأحياء المجهرية فهو ضروري ليس للفعاليات الحيوية داخل الخلية فقط وانما يتحتم إيجاد طبقة كافية من الماء خارج الخلية لكي تبقى منتفخة، وتساعد في حركة المواد الغذائية الداخلة إلى الخلية وطرح المواد السامة الناتجة من الايض، وان معظم تأثيرات الماء على الميكروبات ومحيطها تعزى إلى الصفات الفيزوكيميائية للماء، وان جاهزية الماء للخلايا الميكروبية هو الأكثر أهمية من محتوى التربة من الماء (الراشدي، 1987).

بين (Nikolaidou وآخرون،2021) أنَّ التلقيح ببكتريا *B.Subtilis* يؤثر في خواص الكتلة الحيوية وتكوين مجتمعات الأحياء المجهرية وزيادة في نشاط انزيمات الفوسفاتيز القاعدي وتتأثر فعاليتها بخصائص التربة ونوع التلقيح ومستوى الرطوبة.

2-4- الحراثة

2-4-1- أنواع الحراثة

تعددت انواع الحراثة وأصبح لكل نوع تربة، نوع حراثة يلائمها، ومن أكثر الانواع استخداماً هي الحراثة التقليدية وهنالك الحراثة السطحية والشريطية و الحراثة العميقة والحراثة الحد الادنى والصفرية وغيرها وان نوع الحراثة له علاقة مباشرة بالمحصول المزروع وطريقة الزراعة.

2-4-2- الحراثة الصفرية

تعد تقانة عدم الحراثة No Tillage نهجا رائدًا للحفاظ على استدامة إنتاجية المحاصيل وكذلك الحفاظ على ديمومة بيئة ونوعية التربة، إنَّ اعتماد عدم الحراثة (NT) ازداد ببطء وبشكل كبير منذ الستينيات في جميع انحاء العالم (Mehra وآخرون،2021). يستهلك قطاع الزراعة بمفرده نحو 85% من المياه المتاحة في العالم العربي. لذا يستوجب العمل باستراتيجيات تعتمد نظم زراعية وطرق ري حديثة لضمان إدارة أفضل للموارد المائية وتعظيم كفاءة استخدامها وبهذا الخصوص يمثل نظام الزراعة الحافظة إحدى الابتكارت الواعدة في تأمين الاستدامة و مجابهة شح الموارد المائية في العالم (الهيتي، 2019).

وقد أثبتت الدراسات العلمية ان كل واحدة من هذه الركائز تسهم في اظهار مزايا الزراعة الحافظة وغالباً ما يكون تأثير هذه الركائز مشتركاً بين أكثر من ركيزة إذ يترتب على تطبيق النظام بالشكل الصحيح عدد من المزايا البيئية والاقتصادية التي تؤمن الاستدامة ومن بين أهم المزايا البيئية تأثير الزراعة الحافظة في المحتوى الرطوبي للتربة و زيادة قابليتها على الاحتفاظ بها والحد من تعريتها من خلال تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية والاحيائية للتربة (Al-Heeti،2006).

وجد العارضي (2022) أنَّ نظام الحراثة الصفرية قللت كثيراً من كمية الماء المضاف بسبب تأثيرهما في الصفات الفيزيائية للتربة كانخفاض الكثافة الظاهرية، ومقاومة التربة للاختراق، وزيادة المسامية الكلية، ومعدل القطرالموزون، والإيصالية المائية المشبعة، والتوزيع الحجمي للمسام، والماء الجاهز للنبات، من خلال زيادة قيم المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية وهذه كلها تسهم في زيادة حفظ الرطوبة في التربة إلى وقت أكثر مقارنة مع بقية نظم الحراثة الأخرى لمعاملات التجربة.

قارن Mondal، (2016) مسامات تأثير معاملة زراعة حافظة وشملت بدون حراثة ووجود غطاء بقايا محاصيل على سطح التربة ونبات الماش ومعاملة حراثة تقليدية مكثفة في كل من قوة التربة ومحتواها المائي و المسامية الكلية وتوزيع حجوم التربة وكتلة الجذور ونمو النبات تحت تعاقب محصولي القمح – الرز. قللت الزراعة الحافظة من قوة التربة السطحية بنسبة 20- 25% وذلك بسبب ارتفاع محتوى التربة المائي بنسبة 14% وزيادة المسامية الكلية بنسبة 17%، فضلاً عن أثرها في تحسين ثباتية تجمعات التربة وتراكم الكاربون العضوي في الطبقة السطحية للتربة ولعمق 15سم كذلك أدت تغيرات صفات التربة الفيزيائية إلى نمو أفضل لجذور النباتات ومؤشر المساحة الورقية وزيادة حاصل الحبوب والقش، وأسهمت الزراعة الحافظة بصورة معنوية في تحسين بناء التربة وقللت الرص مما حسن نمو جذور الحنطة.

أظهرت النتائج عنتر (2013) خفض عدد ووزن الأدغال الرفيعة والعريضة الاوراق في نظام الحراثة الصفرية مقارنة بالزراعة التقليدية بمقدار (22.37 و 71.03 و 0.66 و 10.28غم) على التوالي، تفوق نظام اللاحراثة في كمية حاصل الحبوب بمقدار 122.1 كغم/هكتار. ومن الناحية الاقتصادية فان استعمال نظام اللاحراثة قد قلل من النفقات والجهد والسيطرة على مواعيد الزراعة مقارنة بالزراعة التقليدية ومن ثمَّ فان كلفة الإنتاج في نظام الزراعة بدون حراثة هي أقل من النظام الثاني (الزراعة التقليدية) ويعد ذلك ربحاً للمزارع وقد أكدت كثير من المصادر أنَّ هذا النظام أكثر تأثيراً في مناطق محدودة الأمطار.

2-4-3- تأثيرات الحراثة

2-4-3-1- تأثير الحراثة في صفات التربة

تعد الحراثة من العمليات الزراعية الرئيسة التي تُجرى لتكسير وتفتيت الطبقة السطحية من التربة وتهيئة مهد ملائم للبذور ولها دور في تحسين بعض صفات التربة وزيادة الإنتاجية، أما الاستعمال غير الأمثل للمكائن والآلات الزراعية أدى إلى رص التربة وسوء تهويتها وتحطم تجمعاتها وزيادة كثافتها ظاهرية وتدهور صفاتها البنائية الأخرى، لقد تعددت آلات الزراعية ونظم الحراثة بسبب اختلاف الترب والمحاصيل المزروعة والظروف المناخية (Marunte،2020).

أشارعنتر (2013) إلى ذلك فان الحراثة المتكررة سبب أساسي في تدهور الأرض الزراعية وحدوث بعض التغيرات السلبية في الطبقات السطحية للتربة بسبب تأثيرها على صفات التربة مثل رص التربة وثباتية تجمعات التربة ومساميتها وعدم توفر مهد مناسب للبذور وكذلك انتشار

الأملاح في المنطقة الجذرية، بالإضافة إلى مشكلة الأدغال التي تنافس المحصول وتستغل المواد الغذائية والرطوبة من التربة ومن ثم تسبب قلة الانتاجية، لذلك اتجهت الكثير من دول العالم إلى اتباع تقنية الزراعة بدون حراثة وأعماق مختلفة من حراثة و لما لها من فوائد كالحفاظ على رطوبة التربة وتحسين نمو البادرات وتسهيل العمليات الزراعية بإضافة إلى زيادة الإنتاج عند المواسم شحيحة الأمطار في المناطق الديمية.

أشار كل من Moraru وRusu (2013) إلى أنَّ عملية الحراثة تعتمد اختيار نوع المحراث المناسب لإتمام الحراثة المطلوبة وان اختيار نوع المحراث لها علاقة بتحسين صفات التربة مما يؤدي إلى زيادة إنتاجية المحاصيل المزروعة.

2-4-3-2- تأثير أعماق الحراثة في الكثافة الظاهرية والحقيقية للتربة

الكثافة عبارة عن كتلة وحدة الحجوم، للتربة كثافتان كثافة حقيقة وكثافة ظاهرية وتعتمد الكثافة على الحجم الظاهري والحجم الحقيقي إذ الحجم الظاهري يمثل حجم دقائق التربة وحجم الفراغات البينية الظاهرية ما الحجم الحقيقي فهو يمثل حجم دقائق التربة فقط، ان الكثافة الظاهرية هي كتلة التربة الجافة مقسومة على حجمها الحقيقي، تعد الكثافة الظاهرية والحقيقة أحد صفات التربة الفيزيائية إذ كل من حركة الماء والهواء وتغلغل الجذور وتهويتها وتعمقها في التربة وبناء وسعة التربة في مسك الماء يعتمد جميعهما على الكثافة الظاهرية كمؤشر مما يؤثر في إنتاجية التربة (علي،2015).

تؤثر صفة التمدد والانكماش على كثافة التربة الظاهرية التي بدورها تعتمد المحتوى الرطوبي ورص التربة وان الكثافة الظاهرية قيمتها أقل من القيمة الكثافة الحقيقية وذلك بسبب دقائق التربة التي لا تتلاحم مع بعضها البعض بصورة كاملة إذ تبقى التربة جسماً مسامياً له نفاذية (دو غرمه جي، 1990).

تتأثر الكثافة بتطبيقات الزراعية ومن أهم هذه التطبيقات الحراثة من خلال عمليات الرص الناتجة من حركة المكائن والآلات الزراعية فتؤدي إلى ارتفاع قيمتها وهذا الارتفاع ينعكس سلباً في نمو وحاصل الحنطة وإن عمليات الحراثة تسبب إثارة التربة فيزداد الحجم الذي يشغل وزن معين من التربة فتنخفض قيمتها بشكل عام ومن ثَمَ تؤدي إلى زيادة في نمو وحاصل الحنطة (Liu،2022)

أشار الموسوي وعبد الكريم (2017) إلى انخفاض الكثافة الظاهرية وارتفاع المسامية للترب المحروثة مقارنة مع الترب الغير محروثة إذ سجلت الكثافة الظاهرية والمسامية للترب المحروثة بنسب بلغت 13.459% و 14.845%.

لحظ Muhsin (2017b) في دراسة استخدم فيها محراث مطرحي ومشط قرصي معلق ومشط قرصي مسحوب في نوعين من الترب (مزيجه غرينيه وطينية) عند الحراثة على عمق20سم ان المحراث المطرحي حقق أعلى كثافة ظاهرية بلغت 1.32 و 1.36ميكا غرام م$^{-3}$ لكلا النوعين من الترب على التوالي في حين سجل كل من المشط القرصي المعلق والمسحوب كثافة أقل بلغت 1.14 و1.25 ميكاغرام م$^{-3}$ للتربة المزيجه الغرينية و1.26 و1.28ميكاغرام م$^{-3}$ للتربة الطينية لكلا المشطين على التوالي، ووجد أن المحراث المطرحي أعطى مسامية أقل بلغت 50.27 و48.80% لكلا النوعين من الترب أعلى التوالي في حين سجل كل من المشط القرصي المعلق والمسحوب مسامية أعلى بلغت 57.10 و 52.75% للتربة المزيجه الغرينية و52.36 و51.53% للتربة الطينية لكلا المشطين على التوالي.

2-4-3-3- تأثير أعماق الحراثة في مسامية التربة

تعرف المسامية بأنها إحدى صفات التربة الفيزيائية التي توضح شكل وحجم ودقائق التربة والاحتفاظ بالمحتوى الرطوبي وتهوية التربة وحمايتها من خلال تأثيرها على حركة الماء والهواء وتغلغل الجذور في التربة وتعتبر المسامية دليلا على حجم الفراغات الموجودة في التربة من خلال التوزيع الحجمي للمسامات وقابلية التربة للاحتفاظ بالماء والتهوية (الموصلي،2013).

أشار غانم اسعد، (2017) إلى أنَّ الحراثة لها دور مهم في زيادة المسامية الكلية للتربة من خلال التفوق المعنوي الواضح للمعاملات المحروثة مقارنة مع المقارنة (الحراثة الصفرية) ولقد تفوق عمق الحراثة 20 سم معنوياً على بقية المعاملات المحروثة مسجلاً أعلى قيمة للمسامية 56.98% وبنسبة زيادة مقدارها 7.93% مقارنة الشاهد أنَّ أعماق الحراثة أدت دوراً مهماً في تخفيض المسامية الكلية للتربة من خلال تفوق العمق 30سم معنوياً على العمق 20سم مسجلاً أقل قيمة للمسامية الكلية إذ بلغت 51.69%، ويمكن تفسير زيادة المسامية الكلية للتربة أثناء عملية الحراثة مقارنة مع التربة غير المحروثة بسبب الدور المهم الذي تقوم به الحراثة في تفكيك التربة وزيادة مساميتها وخفض وزن وحدة الحجم.

أوضح ملي (2016) أنَّ المسامية الهوائية سلكت سلوك معاكس للكثافة الظاهرية فقد ظهرت معاملات الحراثة فروق معنوية فيها باختلاف معاملات الحراثة و يلاحظ نقصان المسامية الهوائية بزيادة المحتوى الرطوبي والكثافة الظاهرية للتربة معاً وبناءً على ذلك رتب المعاملات تنازلياً: مشط قرصي>محراث حفار> محراث قلاب المطرحي >زراعة حافظة > تربة غير محروثة.

ارتفعت قيم المسامية الكلية وانخفضت قيم الكثافة الظاهرية بعد الحراثة مقارنة بالتربة غيرالمحروثة بنسبة 20.43 و20.31% على الترتيب بينما بلغت نسبة الارتفاع في قيمة المسامية الكلية 6.95% ونسبة الانخفاض في قيمة الكثافة الظاهرية 7.03% بعد الحصاد مقارنة بالقيم الأولية للتربة غير المحروثة وغير المزروعة (الفارس،2017).

أشارت (بركات وآخرون،2019) إلى أنَّ النظام المسامي وطريقة توزعه في التربة يؤثر على المحتوى المائي والهوائي من خلال تنظيم عمليات النقل والتخزين داخل مقطع التربة وهو بذلك عامل محدد للوسط الفيزيائي اللازم لنمو النبات. يعود سبب ارتفاع المسامية الكلية والمسامية الهوائية في معاملة المحراث المطرحي القلاب مقارنة مع معاملة الحراث الحفار إلى الدور الذي يقوم به المحراث المطرحي في قطع الشريحة الترابية وقلبها إذ تكون قوة القلب كافية لتفكيك الشريحة بالشكل المناسب ومن ثمَّ زيادة حجم الفراغات البينية على حساب المادة الصلبة في التربة للحجم نفسه مما يؤدي إلى زيادة المسامية الكلية للتربة أما المحراث الحفار فهو يفكك الشريحة نتيجة سير بدن المحراث بداخلها دون قلبها ومن ثمَّ يقوم بتكسير مسامات التربة مما يؤدي إلى زيادة المسامات الشعرية.

2-4-3-4- تأثير أعماق الحراثة في المحتوى الرطوبي للتربة

أكدت العديد من الدراسات ان للحراثة تأثيرات كبيرة في الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة كمعدل الارتشاح والمحتوى الرطوبي للتربة وغيرها من الصفات (Haruna،2018).

وجد ملي،(2016) في بحثه الذي أجراه لدراسة تأثير انظمة مختلفة من الحراثة في بعض الخواص الفيزيائية المائية للتربة، ان المحتوى الرطوبي للتربة انخفض في جميع معاملات الحراثة بسبب تعرض طبقات التربة للتهوية وكان متوسط قيم الرطوبة (14.78،14.03%) على التوالي.

الطائي وآخرون (2015) لاحظوا تفوق المحراث الحفار على المحراث المطرحي والمحراث القرصي العمودي في تسجيله أعلى نسبة للمحتوى الرطوبي عند الطبقتين السطحية وتحت السطحية في تربة طينية غرينيه إذ بلغت 4.95 و 6.45% للطبقتين على التوالي، بينما سجل المحراث المطرحي محتوى رطوبي بلغ 4.41 و 5.58 والمحراث القرصي العمودي 4.64 و 6.10% لكلا الطبقتين السطحية وتحت السطحية على التوالي.

وقد بينت نتائج الدراسة حصول انخفاض في قيم المحتوى الرطوبي في نهاية الموسم مقارنة بمنتصف الموسم ولكلا الطبقتين السطحية وتحت السطحية وعللوا ذلك بارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر نهاية موسم النمو.

لاحظ الموسى (2020) في نتائج بحثه ان لفترة نمو النبات تأثيراً عالي المعنوية في المحتوى الرطوبي للتربة، ان رطوبة التربة انخفضت عند نهاية موسم النمو بنسبة 19% مقارنة مع بداية فترة النمو ويعزى ذلك إلى زيادة الاستهلاك المائي للنبات نتيجة زيادة امتصاص جذور النبات للماء مع تقدم موسم النمو فضلاً عن زيادة التبخر من سطح التربة نتيجة ارتفاع درجات الحرارة خلال فترة نهاية موسم النمو مقارنة مع فترة بداية الموسم.

2-4-3-5- تأثير أعماق الحراثة على نمو وحاصل نبات الحنطة

ان للحراثة دوراً مهماً وواضحاً في نمو وإنتاجية المحاصيل، حيث أظهرت نتائج Zidan (2018) ان معاملة الحراثة تفوقت معنوياً في صفة وزن ألف حبة بأعلى متوسط بلغ 62.53 غم في حين أعطت معاملة بدون حراثة ادنى متوسط بلغ 39.47 غم.

بينت دراسة أجراها Ati وآخرون (2021) أن معاملة المحراث المطرحي أعطت أعلى قيمة من ارتفاع النبات وأعلى قيمة من الحاصل الكلي أما وزن ألف حبة يتساوى بقيمته مع معاملة المحراث الحفار73.07سم و40.36غم 1000 حبة و5.442طن هـ$^{-1}$ على الترتيب، فيما أعطت معاملة المحراث الحفار أقل قيمة من ارتفاع المحصول ووزن 1000 حبة وأقل قيمة من الحاصل الكلي 71.85سم و 40.36غم 1000 حبة و5.416طن هـ$^{-1}$، على الترتيب.

بين Rusu (2014) تفوق المحراث المطرحي في نظام الحراثة التقليدية سجل زيادة في حاصل حبوب الحنطة في تربة طينية وبنسبة بلغت 17.18% عند المقارنة مع استخدام المحراث الحفار في نظم الحراثة.

بين Haddadi (2016) وجود اختلافات معنوية في صفة ارتفاع نبات عند استخدام انظمة حراثة مختلفة، فقد أعطت معاملة الحراثة باستعمال المحراث القرصي أعلى ارتفاع للنبات وكان 149.70سم مقارنة مع معاملة الحراثة الصفرية التي سجلت ارتفاع نبات مقداره 147.50 سم.

أجريت دراسة حول تأثير نظم الحراثة المختلفة في حاصل الحنطة المزروع في تربة مزيجه طينية غرينية بينت هذه الدراسة وجود فروق عالية المعنوية بين معاملات الحراثة المختلفة إذ تفوقت معاملة المحراث المطرحي القلاب + المعدلة + المحراث تحت سطح التربة على معاملة الحراثة بالمحراث المطرحي المحراث الدوراني ومعاملة بدون حراثة وكانت مقدارها 5200 و 1800 و 4100 كم هكتار للمعاملات على التوالي والسبب يعود إلى أنَّ الحراثة أدت إلى تحسين خصائص التربة الفيزيائية من خلال خفض قيم الكثافة الظاهرية وزيادة الايصالية المائية المشبعة مع زيادة جاهزية الماء في التربة فضلاً عن تحسين تهوية التربة مما أدى إلى زيادة تغلغل جذور النبات في التربة ومن ثم الحصول على العناصر الغذائية الضرورية اللازمة للنمو، ولم تظهر فروق معنوية

في متوسط ارتفاع نباتات الحنطة المزروعة في تربة مزيجة طينية غرينية نتيجة استخدام نظم الحراثة التالية : المحراث المطرحي القلاب + معدلة + محراث تحت سطح التربة و معاملة المحراث المطرحي القلاب + المحراث الدوراني ومعاملة بدون حراثة إذ كانت قيم ارتفاع النباتات 87.500 85.500 و 86.500 سم لمعاملات الحراثة على التوالي (داود،2011).

5-2 الحنطة

يعد محصول الحنطة (*Triticum aestivum* L.) أهم المحاصيل الاستراتيجية والغذائية لمعظم سكان العالم إذ يحتل المرتبة الاولى من المساحة المزروعة والإنتاج وتشكل الحنطة مصدراً أساسياً في تغذية الانسان بسبب ما تحتويه من البروتينات والكاربوهيدرات والأحماض الأمينية، والفيتامينات، والألياف الغذائية، ولذلك احتلت الحنطة المكانة الاولى ضمن قائمة السلع الغذائية الاستهلاكية إذ تأمن أكثر من 50% من السعرات الحرارية التي تدخل في غذاء الانسان (Saudi، 2013).

وتعود أهمية الحنطة في غذاء الانسان إلى كلوتين الحنطة الذي ينتج افضل انواع الخبز وكونها مصدراً للاحماض الأمينية والفيتامينات والبروتينات والمعادن والألياف الغذائية (FAO،2020).

يعد انخفاض الانتاجية في وحدة المساحة من المشاكل الرئيسية التي تواجه زيادة الانتاج من الحنطة، وتحقيق الاكتفاء الذاتي من هذا المحصول لذلك لابد من العمل على رفع كفاءته الانتاجية من خلال توفير باستعمال الاسمدة الحيوية في زيادة الانتاج.

أن من مساوى إضافة الأسمدة الكيميائية التلوث البيئي الذي جعل العاملين في المجال الزراعي يتجهون لاستخدام التقنيات النظيفة في زراعة الحنطة مثل اللقاحات والاسمدة الحيوية التي تخلط مع بذور النبات عند الزراعة او تضاف الى التربة وذلك للتقليل بقدر الإمكان من التلوث الذي تسببه 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 وافرازمنظمات النمو النباتية من مصادر طبيعية (Najafabadi،2013).

3- المواد وطرائق العمل Materials and Methods

3-1 جمع عينات التربة

جمعت 10 عينات تربة من منطقة الرايزوسفير من حقول مزروعة بمحاصيل مختلفة ضمن الرقعة الجغرافية لمحافظات مختلفة من وسط وجنوب العراق لغرض العزل والتشخيص البكترية، اعتمد جمع العينة المركبة من خلال جمع العينات من الحقل الواحد والمحصول المحدد وخلطها مع بعضها وذلك لتقليل نسبة الخطأ والتجانس في أخذ العينات لتكوين عينة ممثلة للحقل، جميع العينات وضعت في أكياس بلاستيكية معقمة وحفظت في الثلاجة لحين استعمالها، و الجدول رقم (1) يبين أرقام عينات الترب وأسماء المناطق والحقول التي جمعت منها.

جدول(1) أرقام عينات الترب وأسماء المناطق والحقول التي جمعت منها

رقم الانموذج	اسم المنطقة	نوع المحصول
1	المثنى- قضاء الوركاء-المحطة الارشادية	حنطة
2	المثنى- السماوة- ناحية السوير	ذرة صفراء
3	المثنى- السماوة- مزرعة ال بندر	جت
4	المثنى- قضاءالرميثة- ناحية الهلال	شعير
5	المثنى- قضاء الرميثة- ناحية النجمي	حنطة
6	المثنى- السماوة- مزرعة ال بندر	حنطة
7	ذي قار	حنطة
8	ذي قار	شعير
9	ذي قار	ذرة صفراء
10	ذي قار	جت

3-2- تحضير الاوساط الزرعية والكواشف المستخدمة في عزل وتشخيص البكتريا

3-2-1- تحضير الاوساط الزرعية

3-2-1-1- جدول (2) محتويات وسط بيكوفسكي Pikovskaya medium لعزل البكتريا المذيبة للفوسفات.

المادة	الكمية غم	المادة	الكمية غم
Glucose	10.0	MnSO4	0.01
Cas3(PO4)2	5.0	FeSO4	0.001
(NH4)2 SO4	0.1	Yeast extract	0.5
$MgSO4.\ 7H_2O$	0.1	Agar	15.1
KCL	0.2	Distilled water	1000مل
عدل رقم الحموضة PH إلى 7.2			

ذوبت مكونات الوسط باستعمال جهاز Magnetic Stirrer لخلط المكونات ومجانستها بعد ضبط PH الوسط إلى 7.2 ثم وضع في الموصدة للتعقيم على درجة حرارة 121م وضغط 15باوند انج$^{-2}$ لمدة 15دقيقة.

3-2-1-2- وسط أختبار الحركة Motility test medium

حُضرالوسط بإضافة 4غم من مسحوق الاگار إلى 20غم من مسحوق الوسط المغذي السائل وإذيبت المحتويات في 1 لتر من الماء المقطر، وعقم بالمؤصدة بدرجة حرارة 121م^{0} وضغط 15 باوند/انج$^{-2}$ ثم وضعت الانابيب بصورة عمودية، استعمل للكشف عن قابلية البكتريا على الحركة (Collee وآخرون،1996) .

3-2-1-3- وسط مرق أحمر المثيل – فوكس بروسكاور (Methyl red-Voges proskauer broth medium)

حضر الوسط بإذابة 5 غم من الببتون، 5غم من الكلوكوز، 5غم من فوسفات البوتاسيوم الأحادية في 900 مل من الماء المقطر وأكمل الحجم إلى اللتر، ضبط الرقم الهيدروجيني إلى 7.5 ثم عقم بالموصدة بدرجة حرارة 121م^{0} وضغط 15 باوند انج$^{-2}$ ثم وزع على أنابيب اختبار بمقدار5 مل

لكل أنبوب اختبار، استعمل الوسط للتحري عن قابلية البكتريا على إنتاج الحامض من تخمر الكلوكوز (Godber،1989).

3-2-1-4- وسط أكار النشأ Starch agar medium

استعمل الوسط لاختبار قابلية البكتريا على إنتاج انزيم الاميليز amylase الذي يعمل على تحليل النشأ Starch hydrolysis، حُضر الوسط بإذابة 2% نشأ Soluble Starch في الوسط المغذي الصلب Nutrient agar ثم عقم بالمؤصدة بدرجة حرارة 121م^0 وضغط 15 باوند انج$^{-2}$ (الذهب، 1998) .

3-2-1-5- وسط اختزال النترات السائل Nitrate reduction broth

استخدم هذا الوسط لمعرفة قابلية البكتيريا على اختزال النترات إلى نتريت، والذي حُضر بإذابة 0.2 غم من نترات البوتاسيوم و5 غم من الببتون في 1 لتر من الماء المقطر، ووزع على أنابيب اختبار بمقدار 5 مل لكل انبوب ثم عقم بالمؤصدة بدرجة حرارة 121م^0 وضغط 15 باوند/انج$^{-2}$ حسب ما موصوف من (Collee وآخرون،1996) .

3-2-1-6- وسط تربتوفان السائل TryptoPHan broth medium

حُضر الوسط بإذابة 10 غم تربتوفان، 5غم ملح كلوريد الصوديوم في 1 لتر ماء مقطر ضبط الرقم الهيدروجيني على7.5 وزع في أنابيب اختبار وعقم بالموصدة بدرجة حرارة 121م^0 وضغط 15باوند/انج$^{-2}$ واستخدم الوسط للكشف عن إنتاج الاندول (Harrigan و McCance،1976).

3-2-1-7- وسط سترات سايمون Simmon citrate medium

حُضر حسب تعليمات الشركة المجهزة (Biolife) واستعمل لاختبار قابلية البكتريا على استهلاك السترات بوصفه مصدراً وحيداً للكاربون (Collee وآخرون،1996) .

3-2-1-8- وسط الجيلاتين Gelatin liquid faction medium

حُضر بإضافة 12غم من الجيلاتين إلى 1 لتر من المرق المغذي ووزع في أنابيب اختبار وبمقدار 5 مل/ أنبوب وعقم بالموصدة بدرجة حرارة 121م^0 وضغط 15 باوند/انج$^{-2}$ وتم استخدام هذا الوسط للتعرف على قابلية البكتريا على إنتاج انزيم Gelatinase (Collee وآخرون، 1996).

3-2-1-9- أكار اليوريا Urea agar

حضر الوسط بإذابة 4.6 غرام من مسحوق اليوريا الأساس في كمية من الماء المقطر واكمل الحجم إلى 200 مل بالماء المقطر ثم عقم بالمؤصدة على درجة حراره 121م وضغط 15 باوند/انج$^{-2}$ بعدها برد الوسط إلى50 م وأضيف إليه 10مل من محلول اليوريا بتركيز 4% المعقم بالترشيح ثم وزع على أنابيب اختبار معقمة واستعمل للتحري عن مقدرة البكتريا على إنتاج انزيم اليوريز (Collee و آخرون، 1996).

3-2-1-10- وسط الحفظ Maintenance medium

حضر هذا الوسط بإضافة الكلسيرول بتركيز 15% إلى الوسط المرق المغذي NA استعمل هذا الوسط لحفظ العزلات البكتيرية (Feltham وآخرون،1978).

3-2-1-11- وسط Nutrient agar

مجهز من شركة Himedia Laboratories Pvt. Ltd الهندية.

3-2-1-12- وسط Nutrient broth.

مجهز من شركة Himedia Laboratories Pvt. Ltd الهندية.

3-2-1-13- وسط كروم chromo Agar.

مجهز من شركة Himedia Laboratories Pvt. Ltd. Reg.office:23 الهندية.

3-2-2 تحضير الكواشف

3-2-2-1- كاشف الكاتليز Catalase reagent

استخدم الكاشف للتحري عن انتاج البكتريا لانزيم catalase حضر بنسبة 3% من بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 (Benson،2002).

3-2-2-2- كاشف فوكس بروسكاور voges –proskuer reagent

استعمل للكشف عن قابلية البكتريا على تخمير الكلوكوز وتضمن تحضير محلولين :

محلول A – إذيب 5غم من مادة α–22aPhtha في 90 مل كحول أثيلي 99 % ثم أكمل الحجم إلى 100مل .

محلول B- إذيب 50غم هيدروكسيد البوتاسيوم في 90 مل ماء مقطر ثم أكمل الحجم إلى 100 مل (Collee وآخرون،1996) .

3-2-2-3- كاشف المثيل الأحمر Methyl Red (MR)

حضر من إذابة 0.1 غم من Methyl Red في 300 مللتر كحول اثيلي ومن ثم أكمل الحجم إلى 500 مللتر بالماء المقطر استعمل للتحري عن قابلية البكتريا على انتاج الحامض من تخمر الكلوكوز (Collee وآخرون،1996) .

3-2-2-4- كاشف لوكال Lugol̓ s reagent

حضر بإذابة 2غم يوديد البوتاسيوم في 100 مل من الماء المقطر ثم إذيب 1غم من اليود في المحلول السابق وأكمل الحجم إلى 300 مل من الماء المقطر، استعمل للكشف عن قابلية البكتريا على تحليل النشأ (الذهب،1998).

3-2-2-5- كاشف أختزال النترات Nitrate reduction

ويتكون من محلولين :

A- حامض السلفانيك Sulfanilic acid حضر بإذابة 8 غم من حامض السلفانلك في 1 لتر من حامض الخليك Acetic acid .

B- محلول الفا نفثول 5 % α–22aPHtha حضر بإذابة 5 غم من صبغة الفانفثول في 100مل حامض الخليك 40 % .عند تغير اللون إلى أحمر يدل على اختزال النترات ويكون الاختبار موجب، وتمَّ تحضير المحلولين وتركا جانباً كل على حدة لحين الاستخدام (Cowan،1977).

3-2-2-6- ملون كرام Gram stain

يتكون ملون كرام من المواد الاتية:-

البلور البنفسجي Crystal violet

ايودين Iodine

ايثانول Ethanol

سفرانين Sofran

جرى تصبيغ مسحة بكتيرية مثبتة حرارياً على شريحة زجاجية بصبغة Crystal violet لـ 20 ثانية ثم غسلت بوساطة الماء المقطر لمدة 2 ثانية بعدها أضيفت صبغة Iodine لـ 60 ثانية وأزيلت الصبغة بالايثانول لمدة 10-20 ثانية، وغسلت الشريحة بالماء المقطر لـ 2 ثانية، ثم أضيفت صبغة السفرانين Safranin لـ 20 ثانية، وغسلت بالماء المقطر لـ 2 ثانية وجففت هوائياً ، ثم فحصت الشريحة بوساطة المجهر فاذا ظهرت البكتريا بلون بنفسجي يعد الفحص موجباً وإذا أحمر يعد الفحص سالباً، وفقاً لما وصفه Atlas وآخرون (1995).

3-3 عزل البكتريا

3-3-1- العزل الاولي لبكتريا *Bacillus*

حضرت تخافيف متسلسلة لكل عينة من عينات التربة وذلك بإضافة 10غم من كل عينة من عينات تربة إلى 90 مل من الماء المقطر المعقم في دوارق سعة 250 مل، مزجت جيداً وأجريت سلسلة تخافيف عشرية متسلسلة ($10^{-1} - 10^{-7}$) وذلك بنقل 1مل من عالق التربة إلى أنابيب اختبار تحوي على 9مل من الماء المقطر المعقم ولكل عينة من عينات التربة حُضرت تخافيف عينات ثم وضعت هذه الأنابيب في حمام مائي على درجة حرارة 80 درجة مئوي لمدة 20 دقيقة للتخلص من البكتريا غير تابعة لجنس *Bacillus*، نقل 1مل من تخفيف التربة إلى أنابيب اختبار تحوي على 9 مل من الوسط الزرعي، استعمل الوسط (Nutrient brouth) المعقم لتلقيح تخافيف التـــربة وبواقع ثلاث مكررات لكل تخفيف، حُضنت الأنابيب على درجة حرارة 30م^0 ومدة 3 أيام، فحصت الأنابيب بملاحظة تكون نمو بكتيري بشكل غشاء مائل للون الأبيض قريب عن السطح والذي يعد مؤشراً أولياً لنمو لبكتريا، أخذ 1مل من الأنابيب التي أعطت مؤشراً للنمو ونشرت على سطح طبق بتري يحتوي على وسط الاكار المغذي (Nutrient agar) حُضنت الأطباق على درجة حرارة 30م^0 ولمدة ثلاثة أيام ومن ثم إجريت عمليات التنقية والاختبارات الكيميوحيوية.

3-3-2 تنقية العزلات البكتيرية

أعيد تخطيط الأطباق وذلك للحصول على مستعمرات نقية من البكتريا بعدها تم الحصول على مستعمرات ذات لون أبيض مصفر ذات حواف مفصصة تم عزلها بصورة نقية على بيئات صلبة وأعطيت رموزاً وأرقاماً حسب المنطقة التي عزلت منها. اختيرعدد من المستعمرات المنفردة التي أعطت صفات مورفولوجية مطابقة للبكتريا إذ استخدمت طريقة التخطيط Streeking لغرض إعادة زرع هذه البكتريا على سطح وسط Nutrient Agar باستعمال الناقل (loop) وتحت ظروف التعقيم، حضنت الأطباق مدة (24 - 48) ساعة لحين ظهور مستعمرات متباعدة أو قريبة من بعضها، لغرض إجراء الفحص المجهري والاختبارات الكيميوحيوية .

3-3-3- تشخيص البكتريا Identification of bacteria

3-3-3-1- الفحوصات الزرعية Cultural tests

لغرض تشخيص عزلات البكتريا تم ملاحظة الصفات المظهرية للمستعمرات النامية من إذ أشكالها وألوانها وسطح المستعمرات وحوافها ووجود روائح مميزة و شفافيتها و قوامها على سطح الاكار المغذي Nutrient agar (Blak،1965).

3-3-3-2- الفحوصات المجهرية Microscopical tests

فحص العزلات البكتيرية مجهريا وذلك بأخذ مسحة من المستعمرات البكتيرية النامية على الاوساط الزرعية وتثبيتها وتصبيغها بملون كرام لملاحظة أشكال وترتيب الخلايا البكتيرية وتفاعلها مع الصبغة (موجبة أو سالبة).

3-3-3-3- الفحوصات الكيموحيوية Biochemical tests

3-3-3-3-1- اختبار انتاج انزيم الكاتليز Catalase test

أُجري هذا الاختبار بأخذ جزء من المزرعة البكتيرية النامية على الوسط الزرعي ووضعه على شريحة زجاجية، وأضيفت قطرة من بيروكسيد الهيدروجين 3% على المزرعة البكتيرية فوق الشريحة الزجاجية، انَّ تحرر فقاعات مباشرة يدل على قدرة العزلة على إنتاج انزيم الكاتليز (Baron و Fingold،1990).

3-3-3-3-2- اختبار انتاج انزيم الاوكسديز Oxidase test

رطبت قطعة من ورق الترشيح بقطرات من محلول كاشف الاوكسيديز ثم نقل جزء من المستعمرات البكتيرية المطلوب اختبارها بوساطة عيدان خشبية معقمة إلى ورق الترشيح المرطب بمحلول الكاشف وظهور اللون البنفسجي خلال 10 -60 ثانية يعد نتيجة موجبة لإتناج انزيم الاوكسيديز (Atlas وآخرون،1995).

3-3-3-3-3- اختبار الحركة Motility test

لقحت أنابيب الاختبار الحاوية على وسط الاكار المغذي شبه الصلب بالبكتريا بطريقة الطعن وبعد الحضن بحرارة 25 مْ مدة 24 ساعة فإن انتشار النمو خارج منطقة الطعن دلالة على قدرة العزلة على الحركة (Collee وآخرون،1996).

3-3-3-4-3- اختبار اختزال النترات Nitrate reduction test

لقحت الأنابيب الحاوية على وسط النترات السائل وحضنت لمدة 96 ساعة بحرارة 25مْ، ثم أضيف 0.1 مل من كاشف اختزال النترات إلى الأنابيب، ظهور اللون الأحمر خلال دقائق معدودة يدل على ايجابية الاختبار (Collee وآخرون،1996).

3-3-3-3-5- اختبار انتاج انزيم اليوريز Urease test

خطط أكار اليوريا المائل بالبكتريا المراد اختبارها وحضنت مدة 24 ساعة بحرارة 25مْ، تغير لون الوسط من الأصفر إلى الوردي الأحمر دل على قابلية البكتريا على إتناج انزيم اليوريز (Collee وآخرون، 1996).

3-3-3-3-6- اختبار المثيل الأحمر (MR)

لقحت الأنابيب الحاوية على وسط MethylRed-Voges proskauer broth بالبكتريا، حضنت بدرجة حرارة 25مْ مدة 24-48 ساعة، ثم أضيفت 5 قطرات من كاشف المثيل الأحمر، تحول الوسط إلى اللون الأحمر يعد نتيجة موجبة للإختبار إذ يحول الوسط حامضي (Collee وآخرون، 1996).

3-3-3-3-7- اختبار الفوكس بروسكاورVP

لقحت الأنابيب الحاوية على وسط MethylRed-Voges proskauer broth بالبكتريا و حضنت بدرجة حرارة 25 مْ مدة 24 ساعة, ثم أضيف 1 مللتر من كاشف فوكس بروسكاور يعد ظهور اللون الأحمر بعد 5 دقائق نتيجة موجبة (Collee وآخرون، 1996).

3-3-3-3-8- فحص الاندول Indol test

لقح وسط تربتوفان السائل TryptoPhan broth الموزع في انابيب اختبار بالبكتريا المراد أجراء الاختبار لها، وحضنت المزارع البكتيرية بدرجة حرارة 25مْ مدة ثلاثة أيام، بعد انتهاء مدة الحضن أضيف لكل انبوبة عدة قطرات من كاشف كوفاكس، ظهور حلقة حمراء على سطح الوسط المزروع دل على ايجابية الاختبار (Harrigan و McCance، 1976).

3-3-3-3-9- أختبار تحلل النشأ Starch hydrolysis test

نشر 0.1 مل من العالق البكتيري على سطح وسط اكار النشأ، حُضنت الاطباق بحرارة 25مْ مدة 24 ساعة وعندما لوحظت المستعمرات المحاطة بهالة شفافة، أضيف إليها 1مل من محلول Logul's iodine، انَّ تلون الوسط باللون الأزرق عدا المناطق الشفافة المحيطة بالمستعمرات يعني ان النتيجة موجبة أي أن البكتريا محللة للنشأ (Baron و Fingold،1990).

3-3-3-3-10- أختبار الجلاتين Gelatin hydrolysis test

جرى هذا الاختبار بتلقيح الأنابيب المحتوية على وسط الجلاتين بالبكتريا بوساطة الوخز، وحضنت الأنابيب بدرجة حرارة 25م مدة 72 ساعة، ولوحظ ان تحول الوسط إلى الحالة السائلة دليل على تحلل الجلاتين (Holt وآخرون، 1994).

3-3-3-3-11- اختبار استهلاك السترات Citrate Vtilization test

لقحت موائل اكار سترات سايمون Simmon Citrate agar بمستعمرة عمرها 24 ساعة من المزارع البكتيرية ثم حضنت عند درجة حرارة 25مْ مدة 24 ساعة، إنَّ تغير لون الوسط بعد الحضن من الأخضر إلى الأزرق يدل على النتيجة الموجبة (Collee وآخرون،1996).

3-4- التجارب المختبرية

3-4-1- تقدير معامل الإذابة Determination of solubilization index (SI)

حُضر الوسط الغذائي Pikovskaya وعُقم في المؤصدة مدة 20 دقيقة على درجة حرارة 121 م وضغط 15 باوند\انج^2، صُب في أطباق وترك ليبرد ويتصلب ثم لقحت الأطباق من لقاح العزلات الناتجة بأخذ مسحة ونشرها على سطح هذا الوسط بوساطة ناشر L-shape وحضنت الأطباق لمدة ثلاثة أيام على درجة حرارة 28م، ثم أخذ قياس قطر المستعمرة وقطر الهالة الشفافة و قدر معامل إذابة فوسفات الكالسيوم الثلاثية بتطبيق المعادلة التالية:

$$\mathbf{SI} = \frac{\mathbf{D}}{\mathbf{C}} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (\mathbf{1})$$

إذ ان:

SI : معامل الإذابة

D : القطر الكلي للمستعمرة + قطر الهالة الشفافة

C : قطر المستعمرة فقط

حسب ما ورد في Edi-Premono وآخرون (1996). اختبار كفاءة العزلات البكتيرية في إذابة الفوسفات في الوسط الزرعي Pikovskaya الصلب.

3-4-2- تحضير لقاح بكتيريا *B. megaterium* و*B.subtilis*

حُضر 100مل وسط المرق المغذي Nutrient broth وعُقم بالمؤصدة 121 م° مدة 15 دقيقة وضغط 15 باوند\انج$^{-2}$ وبعد انتهاء التعقيم برد هذا الوسط ثم لقح بملء عروة الزرع (Loop) من عزلة بكتيريا تم عزلها وتشخيصها مسبقاً ثم وضع الوسط الملقح في الحاضنة الهزازة وبسرعة rpm150 مدة 48 ساعة بعدها تم قياس الكثافة المكروبية للقاحين *B. megaterium* و *B.subtilis* (1.5×10^8 و 1.5×10^8) على التوالي.

3-4-3- تحضير محلول الصمغ العربي

تم إذابة 10 غم من مادة الصمغ العربي بتركيز10% في 100مل ماء مقطر وعقم بالمؤصدة على درجة حرارة 121م لمدة 15 دقيقة قبل استعماله في التجربة.

3-4-4- تلقيح البذور

قسمت بذور الحنطة إلى أربعة أقسام ووضع كل قسم من هذه البذور في اواني بلاستيكية معقمة ثم أضيف لها محلول الصمغ العربي تركيز10% المحضر سابقاً ثم أضيف لقاح الحيوي البكتيري لبكتريا *B. megaterium* لبذور القسم الاول وأضيف اللقاح الحيوي البكتيري لبكتريا *B.subtilis* لبذور القسم الثاني وأضيف توليفة اللقاح الثنائي المزدوج (*B. megaterium* و *B.subtilis*) لبذور القسم الثالث في حين تركت بذور القسم الرابع من دون تلقيح، وخلطت البذور جيداً مع اللقاحات الحيوية.

3-5- التجربة الحقلية

3-5-1- تصميم التجربة

صممت تجربة حقلية لدراسة تأثير إضافة العزلتين من بكتريا *B.megtarum* و*B. Subtilis* وتداخلهما وأربعة مستويات من أعماق الحراثة المختلفة إذ صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية التامة المنشقة Split plot Randomice Block Design Completa (RCBD) وذلك باستخدام عاملين للتجربة وبثلاث مكررات.

3-5-2- عوامل التجربة الحقلية

العامل الاول

الأسمدة الحيوية وبأربعة نوعيات أخذت الرموز الاتية :-

B0 = بدون إضافة اللقاح البكتيري (Control)

B1 = إضافة لقاح بكتريا *Bacillus megaterium*

B2 = إضافة لقاح بكتريا *Bacillus subtilis*

B3 = إضافة لقاح بكتريا *Bacillus subtilis + Bacillus megaterium*

العامل الثاني

(أعماق الحراثة) أربعة أعماق من سطح التربة :-

D0= 0سم

D1=10سم

D2 =20سم

D3=30سم

تم عمل ثلاث مكررات لتصبح عدد الوحدات التجريبية 4×4×3 =48 وحدة تجريبية طبقت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة تامة التعشية (RCBD) وفقا لترتيب الألواح المنشقة Split plot Design إذ كان العامل الاول اللقاح البكتيري ممثلاً بالألواح الثانوية والعامل الثاني أعماق الحراثة ممثلاً بالألواح الرئيسية.

مخطط تصميم التجربة

R1			
D0B0	D2B3	D4B2	D3B1
D0B1	D2B0	D4B1	D3B2
D0B3	D2B1	D4B0	D3B3
D0B2	D2B2	D4B3	D3B0
R2			
D2B2	D3B3	D0B0	D4B1
D2B1	D3B2	D0B3	D4B2
D2B3	D3B0	D0B1	D4B3
D2B0	D3B1	D0B2	D4B0
R3			
D3B3	D0B0	D4B1	D2B2
D3B1	D0B3	D4B2	D2B0
D3B0	D0B2	D4B3	D2B1
D3B2	D0B1	D4B0	D2B3

3-5-3- موقع التجربة

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الشتوي(2022-2023) في المحطة الإرشادية التابعة لدائرة الإرشاد الزراعي/ وزارة الزراعة في مركز قضاء الوركاء (15كم شمال محافظة المثنى) ضمن دائرة عرض (31.469188N) وخط طول (45.281100E) بهدف دراسة دور اللقاح الحيوي لبكتريا *Bacillus subtilis* و *Bacillus megaterium* في زيادة جاهزية الفسفور وبعض الخواص الفيزيائية للتربة تحت أعماق حراثة مختلفة في نمو و حاصل الحنطة.

4-5-3- تهيئة و تحضير التربة للزراعة

بعد أن تم اختيار الأرض للتجربة حرثت بالمحراث المطرحي القلاب بأربعة أعماق مختلفة المستويات 0 و 10 و20 و30 سم وتم فتح السواقي الرئيسية والفرعـية فيها ثم تم تقسيم الارض إلى ثلاثة قطاعات يضم القطاع الواحد 16 وحدة تجريبية مساحة الوحدة التجريبية 3.75 $م^2$ بأبعاد1.5 م عرض و2.5 م طول تضمنت الوحدة التجريبية على 10 خطوط والمسافة بين خط وآخر 20سم وتركت مسافة 100 سم بين الوحدات التجريبية، واستعملت عملية الري السطحي ونفذت عمليات خدمة الأرض لكافة الوحدات التجريبية.

5-5-3- التسميد

تم اعتماد التوصية السمادية كاملة من النتروجين200 كغم هكتار$^{-1}$ باستعمال سماد اليوريا (N 46%) والفسفور نصف التوصية السمادية 50 كغم هكتار$^{-1}$ بأستعمال سماد السوبرفوسفات الثلاثي (20% P) و بوتاسيوم 60 كغم هكتار$^{-1}$ بأستعمال سماد كبريتات البوتاسيوم (41% K) (علي وآخرون ،2014)، أضيف السماد النتروجيني بدفعتين دفعة عند الزراعة ودفعة بعد مرور 21 يوم من الزراعة أما السماد الفوسفاتي والبوتاسي فقد أضيف دفعة واحدة قبل الزراعة. وبلغت كمية البذار 120كغم هكتار$^{-1}$على شكل خطوط بواقع 10 خطوط لكل وحدة تجريبية والمسافة بين الخطوط داخل الوحدة التجريبية 20 سم (نشرة ارشادية ،2012).

6-5-3- الزراعة وخدمة المحصول

تمت الزراعة بتاريخ 2022/11/15 واستعملت بذور حنطة نوع بحوث 22 التي تم الحصول عليها من كلية الزراعة جامعة المثنى قسم المحاصيل الحقلية وبمعدل الزراعة 120 كغم للهكتار وتمت عملية الري بعد الزراعة مباشرة بإضافة الماء للوصول إلى السعة الحقلية. وأجريت عمليات العزق والتعشيب يدوياً للوحدات التجريبية في الدراسة وكلما استدعت الحاجة. حصد محصول الحنطة بتاريخ 27/4/2023 عند ظهور علامات النضج واصفرار النبات بالكامل.

3-7- تحاليل التربة

أجريت كافة التحاليل الكيميائية والفيزيائية والحيوية في مختبرات قسم التربة والموارد المائية للدراسات العليا كلية الزراعة جامعة المثنى (مختبر الأحياء المجهرية/ فيزياء التربة/ مختبر الخصوبة).

3-7-1- الصفات الكيميائية (PH)

3-7-1-1- درجة تفاعل التربة

تم قياس درجة تفاعل التربة في معلق تربة : ماء بنسبة 1:1 باستخدام جهاز PH – meter وحسب ما وصف في(Page وآخرون،1982) .

3-7-1-2- الايصالية الكهربائية (EC)

تم قياس الايصالية الكهربائية (EC) في مستخلص العجينة المشبعة باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي (EC-meter) حسب ما موصوف في (Richards،1954)

3-7-1-3- المادة العضوية

قدرت المادة العضوية حسب طريقة Walkely and Black وحسب ما جاء في (Black، 1965)

3-7-1-4- النتروجين الجاهز

قدر بأستخلاصه بوساطة(KCl 2N) وحسب ما موصوف (Black،1965).

3-7-1-5- الفسفور الجاهز

استخلص الفسفور الجاهز بواسطة محلول بيكاربونات الصوديوم 0.5 مولاري و PH 8.5 وطور اللون بواسطة محلول بمولبيدات الامونيوم وحامض الاسكوربيك وفقا لطريقة Olesn وتم التقدير باستعمال جهاز المطياف SpectroPhoto meter و عند طول موجي 882 نانوميتر كما ورد في(Page وآخرون،1982)

3-7-1-6- البوتاسيوم الجاهز

قدر والبوتاسيوم بجهاز اللهب FlamPhotomete (Page، 1982).

3-7-2- القياسات الفيزيائية

3-7-2-1- نسجة التربة

قدرت نسجة التربة بطريقة الماصة Pipette method وحسب ما جاء في (Black،1965).

3-7-2-2- قياس الكثافة الظاهرية للتربة

تم قياس الكثافة الظاهرية بطريقة الاسطوانة (Core sampler) وتم حسابها من المعادلة الاتية بعد ان تم تجفيف عينات التربة في الفرن عند درجة حرارة الفرن 105 درجة مئوية لحين ثبوت الوزن وحسب الطريقة التي وصفها Black وآخرون (1965).

$$\rho d = \frac{Ms}{V} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

إذان:

ρd = الكثافة الظاهرية (ميكاغرام م^3)

Ms = كتلة الدقائق الصلبة (غم)

V = الحجم الكلي للتربة من خلال قياس حجم الاسطوانة (سم^3)

3-7-2-3- الكثافة الحقيقة للتربة

تم قياس الكثافة الحقيقة للتربة من خلال استعمال طريقة قنينة الكثافة (Method Pycnometer) والتي اقترحت من قبل Basher والمذكورة في Black وآخرون(1965).

$$\rho s = \frac{Ms}{Vs} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

إذ ان:

ρs = الكثافة الحقيقية للتربة (ميكاغرام م$^{-3}$)

Ms = كتلة الدقائق الصلبة (غم)

Vs = الحجم دقائق التربة الجافة (سم^3)

3-7-2-4- المسامية الكلية

تم قياس المسامية الكلية للتربة عند مرحلة الزراعة وقبل الزراعة حسب الطريقة الواردة في Black وآخرون(1965).

$$F = (1-\frac{\rho d}{\rho s})x100 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

إذ ان:

F = المسامية الكلية %

ρd = الكثافة الظاهرية (ميكاغرام م$^{-3}$)

ρs = الكثافة الحقيقية للتربة (ميكاغرام م$^{-3}$)

3-7-2-5- المحتوى الرطوبي

تم قياس المحتوى الرطوبي للتربة عند مرحلة قبل الزراعة و التزهير والحصاد باستعمال الطريقة الوزنية ووزنت التربة ثم جففت بالفرن على درجة حرارة 105 مئوية لحين ثبوت الوزن وحسب النسبة المئوية على اساس الوزن الجاف وحسب الطريقة الموصوفة Black وآخرون(1965).

$$Pw = \frac{Mw}{Ms} x100 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (5)$$

إذ ان:

Pw = النسبة المئوية لرطوبة التربة على أساس الوزن الجاف (%)

Mw = وزن الرطوبة في التربة (غم)

Ms = وزن الدقائق الصلبة الجافة (غم)

3-7-3- التحليلات البيولوجية

3-7-3-1- عد البكتريا

استخدمت طريقة التخفيف والعد بالاطباق في تقدير أعداد البكتريا وذلك عن طريق تنميتها على وسط الأكار المغذي Nutrient Agar حسب الطريقة الموصوفة في (Black وآخرون، 1965).

$$\text{عدد وحدات تكوين المستعمرات CFU} = \frac{\text{عددالمستعمرات في التخفيف} \times \text{مقلوب التخفيف}}{\text{وزن التربة}} \quad \ldots \ldots \ldots (6)$$

جدول (3) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الحراثة

الصفة		وحدة القياس	القيمة
درجة تفاعل التربة		-	7.7
الايصالية الكهربائية(ECe)		dsm-1	4.8
التوصيل الكهربائي للماء		Dsm	0.17
المادة العضوية		ملغم. كغم	670
الكثافة الظاهرية		ميكاغرام$^{-3}$	1.31
الكثافة الحقيقية		ميكاغرام$^{-3}$	2.67
المسامية		%	50.93
رطوبة التربة		%	17
النتروجين الجاهز		ملغم. كغم$^{-1}$ تربة	21
الفسفور الجاهز			8.2
البوتاسيوم الجاهز			167
مفصولات التربة	الطين	ملغم. كغم$^{-1}$ تربة	25.42
	الغرين		61.25
	الرمل		13.33
النسجة		-	Silty loam
البكتريا الكلية		Cfu g^{-1} dry soil	5.7×10^8
بكتريا *B.megtarum*			1.2×10^3
بكتريا *B. subtilis*			2.4×10^4

3-8- تحاليل النبات بعد الزراعة

3-8-1- تقدير عناصر ال NPK في النبات

طحنت العينات النباتية بالطاحونة الكهربائية ثم اخذت 0.2 غم من المسحوق المتجانس للعينة النباتية الجافة المنخولة بمنخل قطر فتحاتة 0.5 ملم و هضمت باستعمال حامض الكبريتيك المركز النقي ذي التركيز (97%) و حامض البيروكلوريك وضعت العينة المهضومة على هيتر كهربائي (Hotplate) لحين اختفاء اللون او لغاية تكون رغوة صفراء إلى بيضاء اللون خففت العينات بالماء المقطر ورشحت باوراق ترشيح لإزالة الشوائب التي تعوق عملية التقدير ثم نقلت فيما بعد إلى قنينة مخصصة وأكمل الحجم بالماء المقطر بعدها أصبحت العينة جاهزة للتقدير تراكيز ال NPK.

3-8-2- تقدير النتروجين بالنبات

تم تقدير كمية النتروجين في النبات بواسطة جهاز مايكروكلدال، (Black،1965).

3-8-3- تقدير الفسفور بالنبات

تم تقدير تركيز الفسفور في النبات باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Sommers Olsen (SpectroPhotometer 1982 حسب ما وصف (Page وآخرون، 1982).

3-8-4- تقدير البوتاسيوم بالنبات

تم تقدير البوتاسيوم في النبات المستخلص بوساطة جهاز Flame Photometer حسب (Page وآخرون، 1982).

3-9- قياسات نمو وحاصل النبات

3-9-1- ارتفاع النبات (سم)

تم قياس الارتفاع لعشرة نباتات حددت بصورة عشوائية من كل وحدة تجريبية ابتداء من سطح التربة إلى السفا باستعمال شريط القياس.

3-9-2 الوزن الجاف للنبات

تم اخذ خطين من الوحدة التجريبية ووزنت النباتات بعد ثبات الوزن بميزان حساس لمعرفة وزن النبات الجاف للمجموع الخضري عند مرحلة الحصاد.

3-9-3 حاصل الحبوب الكلي (ميكاغرام هـ$^{-1}$)

قدر من حصاد خطين من الخطوط الوسطى للوحدات التجريبية وبعد الدراس اليدوي للنباتات المحصودة وعزل القش وتنظيف الحبوب ثم وزنت الحبوب بميزان حساس ثم حول الوزن على أساس ميكا غرام هـ$^{-1}$

3-9-4 وزن 1000 حبة(غم)

قدر وزن الف حبة بصورة عشوائية من حاصل حبوب الوحدات التجريبية وعدت يدوياً ثم وزنت بميزان حساس.

3-10- محتوى التربة من عنصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم (ملغم كغم$^{-1}$) في مرحلة الحصاد.

تم تقدير تراكيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم (ملغم كغم$^{-1}$) في التربة حسب الطرائق المذكورة سابقاً في تقدير الخصائص الاولية للتربة في الفقرة (3-7-1(4-5-6)).

3-11- التحليل الإحصائي

استخدم برنامج (Genstat) تحت نظام التشغيل (Windows XP) لشركة (VSNI) لإجراء التحليلات الإحصائية إذ استعمل في تنفيذ التجربة الحقلية تصميم القطاعات العشوائية الكاملة تامة التعشية (RCBD) وفقاً لترتيب الألواح المنشقة Split plot Design، لدراسة التأثيرات الرئيسة والتداخلات بين المعاملات.

وتمت مقارنة المتوسطات باستعمال اختبار أقل فرق معنوي (LSD Test) عند مستوى احتمال 0.05 (الرواي وخلف الله 1980).

4- النتائج والمناقشة Results and Discussion

4-1- نتائج تشخيص عزلات بكتريا *Bacillus*

بينت نتائج الفحوصات الزرعية المجهرية الحصول على 6 عزلات بكتيرية مذيبة للفوسفات من أصل 10 عزلات، تم الحصول عليها من تربة مزروعة بمحاصيل مختلفة، إذ امتازت المستعمرات بشكل دائري يحيط بها هالة شفافة مستديرة ذات ألوان بيضاء مصفرة، أما نتائج الاختبارات المجهرية فقد كان شكل الخلايا عصوية قصيرة بشكل سلاسل وكانت موجبة لملون كرام واستناداً لذلك شخصت 6 عزلات بكتيرية تحمل صفات بكتريا *Bacillus* عزلتين تحملان صفات بكتريا *B.megaterium* وأعطيت الرموز (B10،B6) وأربع عزلات تحمل صفات بكتريا *B.subtilis* وأعطيت الرموز (B8،B7،B4،B1) و موضح في الجدول (4).

بينت نتائج الفحوصات الزرعية المجهرية الحصول على عزلتين بكتيريتين مذيبتين للفوسفات من أصل 10عزلات، تم الحصول عليها من محاصيل مختلفة لمناطق مختلفة، إذ امتازت المستعمرات بشكل دائري يحيط بها هالة شفافة مستديرة ذات حواف منتظمة، أما نتائج الاختبارات المجهرية فقد كانت موجبة لملون كرام وكان شكل الخلايا عصوية قصيرة ومسبحية وذات لون ابيض كريمي.

و بينت نتائج الاختبارات الكيموحيوية بانها بكتريا محللة للنشأ ودل على ذلك تلون المستعمرات باللون البني مع وجود مناطق شفافة حول المستعمرة يدل على انه الاختبار موجب، وأظهر الفحص نتيجة سالبة لاختبار اليوريز عدم قدرة البكتريا على تغير لون الوسط من الأصفر إلى الوردي، وموجبة لاختبار فوكس بروكساور، وكانت سالبة الاختبار الاندول وكذلك للبكتريا القدرة على الحركة عن طريق انتشار النمو خارج منطقة الطعن، وسالبة لاختبار الاحمر المثيل لعدم قدرتها على تحويل اللون إلى الأحمر وموجبة لاختبار الاوكسيديز ودل على ذلك تغير اللون إلى البنفسجي الغامق، تغير لون وسط سترات سايمون من اللون الأخضر إلى اللون الأزرق فيدل على انها بكتريا موجبـــة لاختبار استهلاك، وكذلك دل بقاء وسط تميع الجلاتين بحالته السائلة عند وضعه في الثلاجة على قدرة البكتريا على تميع الجلاتين وإنتاج انزيم الجلاتينيز، وهي بكتريا موجبة لانزيم الكاتليز بإنتاجها فقاعات غازية وذلك بسبب قدرتها على تكسير بيروكسيد الهيدروجين، كذلك ظهور اللون الأحمر خلال 30 ثانية يدل على اختزال النترات إلى نتريت فقط، هذه النتائـــج تشابه ما توصل إليه عدد من الباحثيـــن في هذا المجال، (Holtو Krieg، 1984) وبناءً على مجمل الفحوصات الزرعية والمختبرية ونتائج الاختبارات الكيموحيوية فقد ظهر ان اثنتان من العزلات البكتيرية تحمل صفات بكتريا *B. megaterium*

اظهرت نتائج الفحوصات الزرعية المجهرية الحصول على 4 عزلات بكتيرية مذيبة للفوسفات من أصل 10 عزلات، تم الحصول عليها من نباتات مختلفة ولمناطق مختلفة، إذ امتازت المستعمرات بشكل دائري ومتوسطة إلى كبيرة الحجم، ولونها أبيض مائل إلى الاصفرار ، في حين بينت نتائج ملون كرام ان هذه الخلايا ذات أشكال عصوية موجبة لملون كرام، غالباً ما تكون على شكل أزواج او سلاسل، وبناءً على هذه الصفات المجهرية وجد انها تتطابق مع صفات بكتريا *B.subtilis* (Saha وآخرون، 2012).

توضح نتائج الاختبارات الكيموحيوية التي اعتمدت في تشخيص العزلات البكتيرية إذ أعطت العزلات المشخصة نتيجة موجبة لاختبار انزيم الكتاليز وسالبة لاختبار اختزال النترات وإفراز انزيم اليوريز وأعطت ايضاً نتيجة سالبة لاختبار انزيم الجلاتينيز و الاندول واختبار الاوكسيديز بينما أعطت هذه العزلات فحصاً.

و قد ظهرت العزلات نتيجة موجبة لاختياري الفوكس – بروسكاور وسالبة لاختبار أحمر المثيل، وتمكنت من تحليل النشأ نتيجة لقابليتها على إفراز انزيم الاميليز وظهرت هذه البكتريا قابليتها على الحركة وموجبة لاختبار السترات، وبناءً على هذه الصفات الزرعية والمجهرية والكيموحيوية قد أظهر ان هذه العزلات تحمل صفات بكتريا *B. subtilis* وهذا يتفق مع ما ورد في Holt وآخرون(1994) و Bergeys (1974).

الجدول (4) الشكل المورفولوجي و الاختبارات الكيميوحيوية للعزلات البكتيرية لبكتريا *B.megaterium* و*B. subtilis*

نوع الاختبار	رقم العزلة									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
لون المستعمرة	بيضاء بنية	بيضاء كريمي	بيضاء	بيضاء	بيضاء	بيضاء مصفرة لماعة	بيضاء كريمي	بيضاء مصفرة مفصصة	بيضاء	بيضاء كريمي مخاطية
شكل الخلايا	عصوية	عصوية	عصوية	عصوية	عصوية	عصوية	عصوية	عصوية	عصوية	عصوية
ترتيب الخلايا	سلاسل قصيرة	سلاسل قصيرة	سلاسل قصيرة	سلاسل قصيرة	سلاسل قصيرة	سلاسل قصيرة	سلاسل قصيرة	سلاسل قصيرة	سلاسل قصيرة	سلاسل مسبحية
شكل المستعمرة	متعرجة حواف	دائرية	غير منتظم	دائرية متعرجة	غير منتظم	دائرية	دائرية	دائرية	دائرية	دائرية حوافها منتظمة

صبغة كرام	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
الحركة	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
تحلل النشا	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
الكاتليز	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
انتاج الجلاتين	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+
الاوكسديز	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+
الستريت	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+
النترات	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+
احمر المثيل	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
انتاج اليوريز	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
فوكس بروسكاور	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+
الاندول	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-

4-1-3- تقدير معامل الإذابة

أظهرت نتائج الجدول (5) تفوق العزلة رقم (10)، إذ أعطت أعلى معامل إذابة مقارنة بالعزلة رقم (6) العائدة لبكتريا *B.megaterium* الذي بلغ معامل الإذابة 3 في حين كانت العزلة رقم (6) أقل معامل إذابة بلغ 2.7، و وضح جدول رقم(6) تفوق العزلة رقم (4) بإعطاء أعلى معامل إذابة بلغ 2.3 مقارنة بالعزلات الأخرى عائد إلى بكتريا *B.subtilis* يرجع سبب ذلك التباين في معامل الإذابة إلى الاختلاف في الصفات الوراثية وإفراز الانزيمات وبالخصوص انزيم الفوسفاتيز والأحماض العضوية.

جدول (5) تأثير العزلات البكتيرية (*B.megaterium*) في قيم حاصل الإذابة للوسط الصلب.

رقم العزلة	معامل الإذابة
B6	2.7
B10	3

جدول (6) تأثير العزلات البكتيرية (*B.subtilis*) في قيم حاصل الإذابة للوسط الصلب.

رقم العزلة	معامل الإذابة
B1	1.8
B4	2.3
B7	2.1
B8	1.6

4-2- تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B.subtilis* و *B. megaterium* وأعماق الحراثة مختلفة والتداخل بينهما في بعض صفات نمو وحاصل نبات الحنطة.

4-2-1- ارتفاع النبات (سم)

بين جدول التحليل الإحصائي (7) وجود فروق معنوية في صفة ارتفاع نبات الحنطة الملقحة بالتلقي$_1$ح الحيوي ببكتريا *B. subtilus* و*B. megaterium* إذ سجلت أعلى معدل عند معاملة التلقيح المزدوج B_3 بلغت 100.26سم وكانت نسبة المئوية للزيادة لها 10.57% قياساً بمعاملة المقارنة B_0 إذ أعطت أقل معدل بلغ 90.67سم قد يعود احتمال ذلك الى الدور الحيوي لبكتريا *Bacillus* في افراز منظمات النمو اندول حامض الخليك والتي تساعد على استطالة الخلايا وهذا يتفق مع الخفاجي (2021).

أظهرت النتائج في الجدول (7) تأثيراً معنوياً لعامل اعماق الحراثة في صفة ارتفاع نبات الحنطة إذ تفوق العمق D_3 وأعطى أعلى متوسط بلغ100.74سم ولم يختلف معنوياً عن العمق D_2 حيث أعطى متوسط بلغ (99.72سم)، واختلف معنوياً مع العمق D_1 إذ بلغ متوسطه (96.50سم) سم في حين أعطت معاملة D_0 أقل متوسط بلغ 91.33 سم وكانت النسبة المئوية للزيادة 10.30% قد يعود

السبب إلى زيادة العمق الذي أدى إلى انتشار الجذور بسهولة في التربة وزيادة حجم المجموع الجذري مما ينعكس ايجابيا على زيادة نمو المجموع الخضري ومن ثمَّ أدى إلى استطالة السلاميات ومن ثم استطالة ساق النبات، وتتفق هذه النتائج مع النتائج التي حصل عليها Ramadhan (2013).

من نتائج الجدول (7) نلحظ ان للتداخل التلقيح الحيوي ببكتريا *B. subtilus* و*B. megaterium* وأعماق الحراثة تأثيراً معنوياً لصفة ارتفاع النبات الحنطة إذ حققت معاملة التداخل D_3B_1 أعلى معدل بلغ 104.09 سم وكانت النسبة المئوية للزيادة 28.55 %، أما أقل معدل فكان عند المعاملة D_0B_0 والتي بلغت 80.97 سم قد يعود السبب إلى دور الحراثة في زيادة العمق من خلال توفير تهوية جيدة لها حيث ادى إلى إعطاء المساحة الكافية اللأحياء المجهرية على انتاج منظمات النمو وإذابة المركبات الفوسفاتية مما ساهم في انتشار الجذور ومن ثمَّ أدى إلى استطالة السلاميات ومن ثم استطالة ساق النبات (Ramadhan،2013) و (الخفاجي، 2021).

جدول(7) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في قيم ارتفاع النبات (سم).

Mean B	D_3=30cm	D_2=20cm	D_1=10cm	D_0=0cm	D / B
90.67	95.55	95.96	90.23	80.97	B_0=Control
98.91	104.09	100.09	100.24	91.23	B_1=*B.megaterium*
98.43	99.90	100.81	100.41	92.62	B_2= *B. siubtilus*
100.26	103.44	102.00	95.12	100.49	B_3= *B.megaterium*+ *B. subtilus*
	100.74	99.72	96.50	91.33	Mean D
	D*B= 3.258	D=1.722	B=1.653		L.S.D(0.05)

4-2-2- الوزن الجاف (كغم هـ$^{-1}$)

بينت النتائج جدول (8) تأثير التسميد الحيوي في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الحنطة و قد لوحظ أن المعاملات ذات اللقاح الحيوي تفوقت على معاملة المقارنة غير الملقحة، أذ كانت النتائج تشير الى وجود فروق معنوية بين المتوسطات و قد لوحظ تفوق معاملة القاح الحيوي المزدوج الملقحة بالتلقيح الحيوي ببكتريا الـ*B. megaterium* و*B. subtilus* B_3 اذ اعطت اعلى متوسط بلغ 11667.8 كغم هـ$^{-1}$ وكانت نسب الزيادة لها 66.78% قياساً بمعاملة المقارنة إذ

أعطت أقل معدل بلغ 6995.6 كغم هـ$^{-1}$ ويعزى سبب الزيادة إلى كفاءة كل من بكتريا .B *megaterium* و*B. subtilus* بسبب كونها جزءاً من السماد الحيوي الفوسفاتي التي تتميز بقدرتها على زيادة ذوبان مركبات الفسفور وتحويلها إلى الصور الجاهزة من خلال إنتاج الأحماض العضوية مثل الستريك والاوكزاليك والتي تعمل على زيادة جاهزية الفسفور وتعمل على تحرير البوتاسيوم من مصادره وتحويله إلى الصورالجاهزة للنبات مما انعكس دورها في تحفيز الخلايا النباتية والاستطالة والانقسام الخلوي مما أدى الى تكوين مجموع خضري كثيف وقوي ظهر على زيادة الوزن الجاف لنبات وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Nooni وآخرون،2019).

أظهرت النتائج في الجدول (8) أنَّ لأعماق الحراثة التربة تأثيراً معنوياً في صفة الوزن الجاف إذ تفوق العمق D_3 وأعطى أعلى متوسط بلغ 11141.1 كغم هـ $^{-1}$ واختلف معنوياً مع الأعماقD_1 وD_2 إذ بلغت متوسطاتهم (10803.3 و9210.0) كغم هـ$^{-1}$ وكانت نسبة المئوية للزيادة 40.53% بينما أعطى العمق D_0 أقل متوسط إذ بلغ 7927.8 كغم هـ$^{-1}$ وقد يعزى سبب زيادة الوزن الجاف للجزء الخضري للنبات وذلك لان الحراثة أدت إلى تفكيك وتكسير الطبقات المرصوصة وتحسين الخصائص الفيزيائية للتربة وتهيئة عمق تربة مناسب لزيادة تغلغل جذور النبات واستغلال الماء الذي له تأثير كبير في نمو الخلايا النباتية وانقسامها ونشاط الانزيمات وانتظام عمليات التركيب الضوئي وجاهزية العناصر الغذائية المتواجدة ضمن جسم التربة وامتصاصها من قبل النبات (ياسين وآخرون،2005).

من نتائج الجدول (8) نلحظ ان للتداخل تأثيراً معنوياً في صفة الوزن الجاف إذ حققت معاملة التداخل D_3B_3 أعلى معدل بلغ 13204.4 كغم هـ$^{-1}$ وكانت النسبة المئوية للزيادة 137.67% واختلفت معنويا مع المعاملة D_2B_3 و المعاملة D_1B_3 التي بلغت متوسطاتهم (13008.9، 11311.1) كغم هـ$^{-1}$ على التوالي أما أقل معدل فكان عند المعاملة D_0B_0 والتي بلغت 5555.6 كغم هـ$^{-1}$ ان زيادة الوزن الجاف للنبات تحت تأثير الحراثة أدى في تحسين الخصائص الفيزيائية و الخصوبية و الرطوبية للتربة ونشاط الأحياء الدقيقة في التربة مما ينتج عن ذلك زيادة النمو الخضري للنبات بالمقارنة مع التربة لغير ملقحة وغير محروثة التي تتدهور فيها معظم الصفات الخصوبية والفيزيائية، هذه النتائج تتفق مع ماجاء به Obia وآخرون(2018).

جدول (8) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في الوزن الجاف للمجموع الخضري (كغم هـ$^{-1}$).

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
6995.6	8293.3	8080.0	6053.3	5555.6	B_0
9968.9	11208.9	10626.7	9573.3	8466.7	B_1
10450	11857.8	11497.8	9902.2	8542.2	B_2
11667.8	13204.4	13008.9	11311.1	9146.7	B_3
	11141.1	10803.3	9210.0	7927.8	Mean D
D*B=144.91		D=70.83		B=94.06	L.S.D(0.05)

4-2-3- وزن 1000 حبة (غم)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (9) تأثير أضافة اللقاح الحيوي لبكتريا *B.subtilus* و *B. megaterium* وجود فروق معنوية في وزن 1000 حبة اذا تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B_3على باقي المعاملات الحيوية اذ أعطت متوسط بلغ 46.63غم وبنسبة زيادة بلغت 26.91% قياساً بمعاملة المقارنة B_0 التي أعطت أقل معدل بلغ 36.74غم، وقد يعزى هذ التفوق في معاملة التلقيح المزدوج B_3 إلى قدرة البكتريا على افراز بعض منظمات النمو(الاوكسين والجبرلين والسايتوكاينين) وتأثيرها الايجابي في نمو النباتات وتحفيز الشعيرات الجذرية لامتصاص العناصر مما أدى إلى زيادة وامتلاء وتخزين المواد الغذائية في الحبة هذا ما اكده (جبار وآخرون،2018).

أشارت نتائج الجدول (9) الإحصائي إلى وجود تأثيرات معنوية الأعماق الحراثة متوسطات اوزان 1000 حبة غم، تفوقت متوسط المعاملة D_2 وأعطت قيمة بلغت 49.14غم وبزيادة بلغت 46.90% واختلف عن قيمة متوسط المعاملة D_0 حيث أعطت قيمة كانت 33.45غم ولم تختلف معنويا عن العمق D_3 بينما اختلفت معنوياً عن العمق D_1 وكانت متوسطاتهم (48.66 ،39.17) على التوالي، ويعزى السبب إلى دور الحراثة في توفير ظروف مثلى لنمو النبات والجذور فضلاً عن أنَّ الادغال النامية كانت بنسبة أقل وبالتالي انخفضت المنافسة بين النباتات والادغال على امتصاص العناصر الغذائية والماء انعكس على صفة وزن 1000 حبة تتفق هذه النتائج مع (K.Thiagalingam وآخرون، 1996).

من نتائج الجدول (9) نلحظ ان للتداخل تأثيراً معنوياً لصفة وزن 1000 حبة غم إذ حققت معاملة التداخل D_2B_2 أعلى معدل بلغ 54.76غم وكانت النسبة المئوية للزيادة 83.82% أما أقل معدل فكان عند المعاملة D_0B_1 التي بلغت 29.79غم قد يعود السبب إلى الظروف البيئية التي وفرتها الحراثة والتخلص من الادغال النامية عن طريق معاملة التربة بالحراثة الذي أدى إلى قيام البكتريا بإفراز بعض منظمات النمو المتخصصة بها كـ (الاوكسين والجبرلين والسايتوكاينين) كما ان استعمال اللقاح البكتيري يؤدّي إلى زيادة تجمعات التربة وثباتتيها نتيجة لإفرازها لبعض السكريات المتعددة والمواد الرابطة مما أدى إلى تحسين بنائها والعمل على خلب الأيونات الثنائية الموجبة المسؤولة عن تثبيت الفوسفور وأيضاً انتاجها للحوامض العضوية التي لها دور مهم في خفض قيم PH التربة وبالتالي زيادة جاهزية الفسفور فيها. جاء هذا متفق مع نتائج كل من و (Odoh وآخرون، 2020) و (WoŸniak، 2020).

جدول (9) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في وزن 1000 حبة (غم).

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
36.74	40.40	39.69	32.19	34.66	B_0
42.29	50.65	49.60	39.12	29.79	B_1
44.76	49.72	54.76	38.76	35.82	B_2
46.63	53.85	52.53	46.63	33.51	B_3
	48.66	49.14	39.17	33.45	Mean D
	D*B=2.906	D=1.535	B=1.475		L.S.D(0.05)

4-2-4- حاصل الحبوب (ميكاغرام هـ$^{-1}$)

أشارت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (10) إلى وجود تأثير معنوي في صفة الحبوب بالتلقيح الحيوي ببكتريا *B. subtilus* و *B. megaterium* على نبات الحنطة حيث تفوقت المعاملة الملقحة B_3 أعلى متوسط لها بلغ 5.600 ميكاغم هـ$^{-1}$ بلغت النسبة المئوية للزيادة 48.81 % بينما أعطت المعاملة المقارنة B_0 أقل متوسط بلغ3.763 ميكا غم هـ$^{-1}$ قد يعود سبب ذلك إلى قدرة هذه البكتريا على إفراز انزيم الفوسفاتيز الذي يحرر الفسفور من المصادر غير الذائبة ومن ثَمَّ

ترفع تركيز الفسفور الجاهز مما ينعكس ايجاباً في زيادة الحاصل الكلي وتطابق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Gomez،2007) و (الحسني،2021).

أظهرت النتائج في الجدول (10) ان لأعماق الحراثة التربة تأثيراً معنوياً في صفة حاصل الحبوب إذ تفوق العمق D_2 وأعطى أعلى متوسط بلغ6.079 ميكا غم هـ $^{-1}$ وكانت النسبة المئوية للزيادة 97.88% واختلف معنوياً مع كل من الأعماقD_1 و D_3 حيث كانت متوسطاتهم (4.867،5.737) على التوالي بينما أعطى العمق D_0 أقل متوسط إذ بلغ 3.072 ميكا غم هـ$^{-1}$ وقد يعزى السبب إلى ان الحراثة توفر مهد جيد للبذور مما ينعكس على نمو الجذور فهي المضخة الرئيسة لامتصاص العناصر والماء من التربة مما يزيد عدد الحبوب بالسنبلة ووزن الف حبة وبالتالي يظهر في حاصل الحبوب وتتفق هذه النتائج مع ما جاء به (Leghari وآخرون،2015) و (زيدان وآخرون،2018).

بينت نتائج الجدول (10) أن للتداخل تأثيراً معنوياً في صفة حاصل الحبوب إذ حققت معاملة التداخل D_2B_3 أعلى معدل بلغ 6.822 ميكا غم هـ $^{-1}$، وكانت النسبة المئوية للزيادة 151.64% والتي لم تختلف معنوياً مع المعاملة D_3B_3 بينما اختلفت معنوياً مع المعاملة D_1B_3 و المعاملة حيث بلغت متوسطاتهم (5.582، 6.684) ميكاغم هـ$^{-1}$ على التوالي أما أقل معدل فكان عند المعاملة D_0B_0 والتي بلغت2.711 ميكاغم هـ$^{-1}$ وقد يعزى السبب إلى دور الحراثة في توفير مهد جيد للبذور مما انعكس ايجابياً على الأحياء المجهرية المتواجد حول البذور حيث أصبحت البكتريا أكثر فعالية على افراز انزيم الفوسفاتيز إذ يرتفع تركيز الفسفور المتاح للنبات ويصبح بصورة أكثر جاهزية مما يزيد من وزن الحبوب لنبات الحنطة وهذه نتائج تتفق مع ما ذكر سابقا من الدراسات في صفة حاصل الحبوب.

جدول (10) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في وزن حاصل الحبوب (ميكاغم هـ$^{-1}$).

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
3.763	4.244	4.604	3.493	2.711	B_0
5.264	6.173	6.387	5.284	3.213	B_1
5.127	5.844	6.502	5.107	3.053	B_2
5.600	6.684	6.822	5.582	3.311	B_3
	5.737	6.079	4.867	3.072	Mean D
	D*B=0.2884		D=0.1422	B=0.1834	L.S.D(0.05)

4-3- تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B .subtilis* و*B.megaterium* وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز عناصرNPK في نبات الحنطة.

4-3-1- تركيز النتروجين في الحبوب%

أشارت نتائج الجدول (11) إلى وجود فروق معنوية في تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B. subtilis* و *B. megaterium* على تركيز النتروجين في الحبوب إذ تفوقت معاملة التلقيح المزدوج B_2 على بقية المعاملات حيث أعطت أعلى معدل بلغ 2.357% وبلغت النسبة المئوية للزيادة 54.05 % مقارنة مع معاملة القياس B_0 التي أعطت أقل معدل بلغت 1.530% ويعزى ذلك إلى دور بكتريا التي تقوم بإفراز الأحماض العضوية وبزيادة ذوبان الفسفات وإفراز الأحماض العضوية التي تذوب المركبات الحاملة للفسفور مما يزيد من تيسيره للنبات كذلك افرازها لانزيم الفوسفاتيز مما يزيد من الفسفور الجاهز في التربة وهذا يزيد من نمو النبات وبناء مجموع جذري خضري كثيف مما يؤدي إلى زيادة امتصاص العناصر المغذية ومنها النتروجين تتفق هذه النتائج مع (الحسني،2021).

أظهرت النتائج في الجدول (11) أنَّ لأعماق الحراثة التربة تأثيراً معنوياً في تركيز النتروجين في النبات تفوق العمق D_2 وأعطى أعلى متوسط بلغ 2.386% واختلف معنوياً مع العمق D_1 و D_3 حيث كانت متوسطاتهم (1.963، 2.228)% على التوالي وكانت النسبة المئوية للزيادة 35.10% مقارنةً بالعمق D_0 أقل متوسط بلغ 1.766% وربما يعزى هذا التفوق إلى اختلاط البقايا العضوية بالتربة المحروثة وسرعة تحللها ومن ثَمَّ زيادة نسبة المادة العضوية والمغذيات الأمر الذي يؤدي إلى زيادة نمو النبات مع زيادة تركيز النتروجين وهذا يتفق مع الدوري و محمد (2014).

بينت النتائج جدول (11) أن اضافة اللقاح الحيوي وعامل اعماق الحراثة له تأثير معنوي في تركيز النتروجين في حبوب محصول الحنطة حيث أعطت D_2B_3 أعلى معدل 2.849% وبلغت النسبة المئوية للزيادة 155.28% مقارنة مع معاملة التداخل D_0B_0 حيث أعطت أقل معدل بلغ 1.116% أي ان التلقيح الحيوي المتداخل لبكتريا *B.subtilis* و*B. megaterium* لديها القدرة على تعزيز نمو النبات في ظل الظروف الطبيعية والقاسية عن طريق مختلف الاليات المباشرة وغير المباشرة كانتاج هرمونات ومنظمات النمو والانزيمات المتحللة في الماء ومن ثم توفير العناصر الغذائية بكميات كافية للحصول على انتاجية عالية من دون الاخلال بالتوازن او قد يكون سبب زيادة الحاصل من خلال الدور الذي تلعبه الأحياء المجهرية (*B. megaterium* و*B.subtilis*) حيث تعمل على تنظيم العمليات المختلفة التي تحصل في التربة ومنها تحلل المادة العضوية والوصول إلى العناصر الغذائية المهمة لنمو النبات إذ إنَّ للحراثة دوراً في تحليل

المخلفات العضوية الموجودة في التربة المحروثة وسرعة تحللها وبالتالي زيادة نسبة المادة العضوية والمغذيات الأمر الذي يؤدي إلى زيادة نمو النبات مع زيادة تركيز النتروجين وهذا يتفق مع (الدوري و محمد، 2014) و (عوين، 2018).

جدول (11) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في النسبة المئوية للنتروجين في حبوب الحنطة%

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
1.530	1.417	2.091	1.496	1.116	B_0
2.115	2.394	2.205	2.189	1.671	B_1
2.357	2.726	2.397	2.135	2.170	B_2
2.340	2.373	2.849	2.032	2.107	B_3
	2.228	2.386	1.963	1.766	Mean D
D*B= 0.2517		D= 0.1350	B= 0.1184		L.S.D(0.05)

4-3-2- تركيز الفسفور في الحبوب%

بينت النتائج جدول (12) أن للتلقيح الحيوي تأثير معنوي في تركيز الفسفور في الحبوب إذ اعطت معاملة التلقيح الحيوي المزدوج B_3 اعلى متوسط لتركيز الفسفور بلغ 0.3197% متفوقة على جميع المعاملات الاخرى و قد حققت معاملة المقارنة B_0 متوسطاً قدره 0.1973% وقد بلغت النسبة المئوية للزيادة 62.03% وقد يعزى سبب ذلك إلى قدرة البكتريا الموجودة في اللقاح الحيوي المضاف على إفراز بعض الهرمونات ومنظمات النمو وخاصة الاوكسين الذي له دور مهم في تشجيع نمو الجذور في التربة نتيجة زيادة انقسام خلايا الجذر كما يؤثر على امتصاص المغذيات ومنها الفسفور وبالتالي زيادة نسبته وتجمعه في الحبوب وتتفق هذه النتائج مع جاء به (Saad وآخرون، 2019).

أظهرت النتائج في الجدول (12) أنَّ لأعماق الحراثة التربة تأثيراً معنوياً في تركيز الفسفور في النبات إذ تفوق العمق D_2 وأعطى أعلى متوسط بلغ 0.3256% واختلف معنوياً مع العمق D_1 وD_3 وكانت متوسطاتهم (0.2665،0.2991)% على التوالي وكانت نسبة الزيادة 48% بينما أعطى العمق D_0 أقل متوسط بلغ 0.2200% وقد يعزى هذا التفوق إلى التهيئة الجيدة للتربة من حيث عملية تفكيك وتفتيت الكتل الكبيرة للتربة وزيادة حجمها ومساميتها وخفض الوزن لوحدة

الحجم وسهولة حركة الماء والهواء والجذور من خلال عملية الحراثة وهذا يتفق مع ما جاء به (عوين، 2018).

أشارت نتائج التحليل الإحصائي في جدول (12) إلى وجود فروق معنوية للتداخل بين اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة في تركيز الفسفور في النبات إذ أعطت D_2B_3 أعلى معدل بلغ0.4125% وبلغت النسبة المئوية للزيادة 126.151% واختلفت معنوياً مع D_1B_3 وD_3B_3 وكانت متوسطاتهم (0.3045، 0.3257)% على التوالي وأعطت معاملة المقارنة D_0B_0 معدل بلغ 0.1824% و يعزى ذلك إلى الأحياء المجهرية ودورها المهم في توزيع الفسفور بين نظامي التربة والنبات وبالتحديد في منطقة الرايزوسفير، وتحوي هذه المنطقة على انواع عديدة من البكتريا ومنها المذيبة للفوسفات الأكثر كفاءة وأكثر تواجداً في التربة، كما للحراثة دور مهم في زيادة تركيز الفسفور في النبات من خلال قيامها بتفكيك وتكسير الطبقات المرصوصة وتحسين الخصائص الفيزيائية للتربة وتهيئة عمق تربة مناسب لزيادة تغلغل جذور النبات واستغلال الماء الذي له تأثير كبير في نمو الخلايا النباتية وانقسامها ونشاط الانزيمات وانتظام عمليات التركيب الضوئي وجاهزية العناصر الغذائية المتواجدة ضمن جسم التربة وامتصاصها من قبل النبات (علي مجيد، 2016) (ياسين وآخرون، 2005).

جدول (12) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في النسبة المئوية للفسفور في حبوب الحنطة %.

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
0.1973	0.2011	0.1995	0.2062	0.1824	B_0
0.3049	0.3414	0.3437	0.3069	0.2276	B_1
0.2893	0.3284	0.3466	0.2482	0.2339	B_2
0.3197	0.3257	0.4125	0.3045	0.2362	B_3
	0.2991	0.3256	0.2665	0.2200	Mean D
D*B=0.01790		D=0.00938		B=0.00942	L.S.D(0.05)

4-3-2- تركيز البوتاسيوم في الحبوب%

بينت النتائج جدول (13) ان تركيز البوتاسيوم في الحبوب أختلف معنوياً في متوسطات المعاملات اذ حققت معامل اللقاح الحيوي البكتيري المزدوج B_3 متوسط بلغ 1.703% مقارنة بمعاملة المقارنة B_0 التي بلغ متوسطها 1.157% وبلغت النسبة المئوية للزيادة 47.19% وقد يعزى ذلك إلى إفراز الأحياء المجهرية للأحماض العضوية ومنظمات النمو تؤثر إيجابيا في نمو النبات من خلال زيادة انقسام الخلايا وتنشيط العمليات الحيوية داخل النبات وتكوين مجموع جذري قوي ينعكس إيجاباً على المغذيات الممتصة في التربة ومنها البوتاسيوم حيث ان منظمات النمو التي تفرزها الأحياء المجهرية تدعم نمو النبات وزيادة وزنه والمجموع الجذري له مما ينعكس على الكميات الممتصة من المغذيات من قبل النبات، وهذا ما أشار إليه (Ananthavalli وآخرون، 2019).

بينت النتائج في الجدول رقم (13) ان لعامل أعماق الحراثة تأثيراً معنوياً في تركيز البوتاسيوم في الحبوب إذ تفوق العمق D_3 وأعطى أعلى متوسط بلغ 1.840% واختلف معنوياً مع العمق D_1 و العمق D_2 وكانت متوسطاتهم (1.467 ،1.624)% على توالي وكانت النسبة المئوية للزيادة 58.62% بينما أعطى العمق D_0 أقل متوسط بلغ 1.160% ربما يعزى السبب إلى ان الحراثة لعمق D_3عملت على إبقاء عنصر البوتاسيوم جاهزاً في التربة دون تثبيته في المعادن مما سهل امتصاصه من النبات اتفقت النتائج مع ما توصل إليه (Iqbal،2011).

أشارت نتائج التحليل الإحصائي في جدول (13) إلى وجود فروق معنوية لتداخل بين اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة في تركيز البوتاسيوم في الحبوب حيث أعطت D_3B_1 أعلى معدل 49 2.2% وكانت النسبة المئوية للزيادة 110.97% مقارنة مع العمقD_0B_1 حيث أعطت معدل بلغ 1.066% يعود هذا إلى دور الحراثة على ابقاء عنصر البوتاسيوم جاهزاً للنبات غير مثبت في التربة كذلك دور الأحياء المجهرية في تكوين مجموع جذري قوي له القدرة على امتصاص المغذيات ومنها عنصر البوتاسيوم وهذا حسب ما أشار إليه كل من (Iqbal، 2011) و (Ananthavalli وآخرون، 2019).

جدول (13) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في النسبة المئوية للبوتاسيوم في الحبوب%.

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
1.157	1.242	1.187	1.066	1.131	B_0
1.696	2.249	2.025	1.499	1.012	B_1
1.534	1.902	1.210	1.831	1.192	B_2
1.703	1.967	2.072	1.470	1.304	B_3
	1.840	1.624	1.467	1.160	Mean D
D*B=0.2738		D=0.1309	B=0.1858		L.S.D(0.05)

4-4- تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B. subtilis* و *B. megaterium* وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز العناصر الغذائية الجاهزة في التربة NPK (ملغم كغم$^{-1}$) في مرحلة الحصاد.

4-4-1- تركيز النتروجين الجاهز في التربة (ملغم N كغم$^{-1}$ تربة)

أشارت نتائج التحليل الإحصائي في جدول (14) إلى عدم وجود فروق معنوية للقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة في تركيز النتروجين الجاهز في التربة.

جدول (14) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز النتروجين الجاهز في التربة (ملغم N كغم$^{-1}$ تربة).

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
18.37	18.90	18.20	20.30	16.10	B_0
20.56	26.60	21.00	17.15	17.50	B_1
21.09	25.90	22.40	19.60	16.45	B_2
23.80	28.00	28.35	20.65	18.20	B_3
	24.85	22.49	19.42	17.06	Mean D
D*B=N*S		D=N*S	B=N*S		L.S.D(0.05)

4-4-2- تركيز الفسفور الجاهز في التربة (ملغم P كغم$^{-1}$ تربة)

تشير نتائج التحليل الإحصائي في جدول (15) إلى وجود فروق معنوية عند التلقيح الحيوي ببكتريا *B. subtilis* و*B. megaterium* في تركيز الفسفور الجاهز في التربة سجلت المعاملة B_3 أعلى معدل بلغ 17.50 ملغم P كغم$^{-1}$ تربة وبلغت النسبة للزيادة المئوية 120.12% مقارنة مع معاملة القياس B_0 التي أعطت معدل بلغ 7.95ملغمP كغم$^{-1}$ تربة قد يعزى ذلك إلى ان بكتيريا *B. subtilis* وبكتريا *B. megaterium* تمتاز بقدرتها على إفراز الأنزيمات ومنها انزيم الفوسفاتيز القاعدي وبالتالي زيادة نشاطه في التربة وأفراز الحوامض العضوية التي تعمل على خفظ Ph التربة وزيادة جاهزية الفسفور في التربة وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل إليه (Shams Deen EL- وآخرون، 2020).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في جدول (15) وجود فروق معنوية لأعماق الحراثة في تركيز الفسفور الجاهز في التربة حيث سجلت المعاملة D_2 أعلى معدل بلغ 16.65 ملغم P كغم$^{-1}$ تربة ولم يختلف معنوياً مع العمق D_1 وD_3 وكانت متوسطاتهم (15.69،15.92) ملغم P كغم$^{-1}$ تربة على توالي وبلغت النسبة للزيادة المئوية 69.37% مقارنة مع معاملة القياس D_0 التي أعطت أقل معدل بلغ 9.83 ملغمP كغم$^{-1}$ وقد يعزى السبب ذلك إلى قابلية عنصر الفسفور على الحركة بطيئة ولذلك يعد من العناصر بطيئة الحركة في التربة ولوجود هذه الصفة فيه يتجمع أو يتراكم في الطبقات السطحية لفترة زمنية معينة إلى حين امتصاصه من محلول التربة حيث تجمع في العمق D_2 أي على عمق 20 سم. واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه عبد العزيز وآخرون(2013) و الظالمي (2022).

أشارت نتائج التحليل الإحصائي في جدول (15) إلى عدم وجود فروق معنوية لتداخل بين اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة في تركيز الفسفور الجاهز في التربة.

جدول (15) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز الفسفور الجاهز في التربة (ملغم P كغم$^{-1}$ تربة).

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
7.95	7.25	10.00	7.90	6.65	B_0
16.48	19.45	18.65	16.80	11.04	B_1
16.16	17.60	16.80	19.45	10.80	B_2
17.50	19.40	21.15	18.60	10.85	B_3
	15.92	16.65	15.69	9.83	Mean D
N*S =D*B D=2.764 B=2.309					L.S.D(0.05)

4-4-3- تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغم K كغم$^{-1}$ تربة)

بينت النتائج في الجدول (16) أن هناك تأثيراً في إضافة السماد الحيوي في البوتاسيوم الجاهز في التربة، إذ تفوقت معاملة التوليفة B_3 لبكتريا (*B.subtilis* و*B. megaterium*) معنوياً على باقي المعاملات إذ أعطت متوسطاً قدره (211.44 ملغم K كغم$^{-1}$ تربة) مقارنة بمعاملة المقارنة B_0 من دون أضافة لقاح حيوي بكتيري (156.65 ملغمK كغم$^{-1}$ تربة) وبلغت النسبة المئوية للزيادة 34.97% ويعزى هذا التفوق في المعاملة B_3 لكون اللقاح البكتيري يساهم في زيادة جاهزية وذوبانية بعض العناصر الغذائية ومنها عنصرالبوتاسيوم بسبب إفرازه للأحماض العضوية التي يؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة (PH) التربة وتتفق هذه النتائج مع ماذهب إليه (Mortinho، 2022).

أشارت نتائج التحليل الإحصائي في جدول (16) إلى عدم وجود فروق معنوية لتداخل بين اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة في تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة.

أشارت نتائج التحليل الإحصائي في جدول (16) إلى عدم وجود فروق معنوية لتأثيرأعماق الحراثة في تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة.

جدول (16) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في تركيز البوتاسيوم الجاهز في التربة (ملغم K كغم$^{-1}$ تربة).

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
156.65	161.91	166.25	151.65	146.80	B_0
184.62	189.45	194.90	179.15	175.00	B_1
187.33	187.60	192.42	188.60	180.69	B_2
211.44	203.00	230.85	216.25	195.67	B_3
	185.49	196.10	183.91	174.54	Mean D
D*B=N*S		D=N*S	B=11.176		L.S.D(0.05)

4-5- تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B.subtilis* و*B. megaterium* وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في بعض الصفات الفيزيائية للتربة.

4-5-1- النسبة المئوية للمسامية التربة %

أظهرت النتائج التحليل الإحصائي في الجدول (17) وجود فروق معنوية في تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B.subtilis* و*B. megaterium* لقيم متوسطات المسامية الكلية التربة حيث تفوقت معاملة التلقيح الحيوي المزدوج B_3 في إعطاء أعلى قيمة 53.233% وبلغت النسبة المئوية للزيادة 5.98 % مقارنة بمعاملة المقارنة التي بلغت قيم متوسطاتها 50.225% قد يعزى السبب إلى إضافة اللقاح الحيوي البكتيري الذي أدى إلى تحسين بناء التربة من خلال زيادة أعداد الخلايا الحية والميتة والتصاق تلك الخلايا بدقائق التربة مما قد يربط هذه الدقائق مع بعضها وزيادة من حجوم المسامات البينية بالمقابل زيادة عدد تلك المسامات أي رفع قيمة المسامية الكلية مقارنة بعدم إضافة اللقاح الحيوي او إضافته على انفراد وهذه الدراسة جاء بها (Bashan و آخرون،2005) عند خلط لقاح بكتريا *Bacillus spp.* و*Azospirrillum spp.* و كذلك اتفقت هذه النتائج مع (الموسوي وآخرون،2017).

توضح النتائج المبينة في الجدول رقم (17) وجود تأثيراً عالي المعنوية لتأثير الحراثة في المسامية الكلية للتربة إذ تفوق العمق D_3 في إعطاء أعلى قيمة حيث بلغت 58.011% واختلفت معنوياً مع العمق وD_1 D_2 حيث كانت متوسطاتهم (49.122،52.806%) على التوالي وكانت النسبة للزيادة المئوية 22.37% كما كانت معاملة الصفرية D_0 أقل قيمة بلغت 47.406%

قد يعود سبب ذلك إلى انحفاض الكثافة الظاهرية عند المعاملات للترب المحروثة نتيجة زيادة حجم التربة المثارة مما انعكس على مسامية التربة حيث العلاقة بين المسامية والكثافة الظاهرية علاقة عكسية أي كلما انخفظت الكثافة الظاهرية ازدادت المسامية الكلية واتفقت هذه النتيجة مع ما جاء به كل من (Melli،2016) و (ال حنوش،2023).

يوضح التحليل الإحصائي في الجدول (17) عدم وجود فروقات معنوية للتداخل بين اللقاح البكتيري الحيوي وأعماق الحراثة في المسامية الكلية للتربة.

جدول (17) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما النسبة المئوية للمسامية التربة %.

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
50.225	56.626	51.786	47.494	44.994	B_0
52.074	58.539	53.124	49.066	47.566	B_1
51.812	58.324	52.768	48.878	47.279	B_2
53.233	58.553	53.546	51.048	49.784	B_3
	58.011	52.806	49.122	47.406	Mean D
D*B= N*S		D=0.6686	B=0.3091		L.S.D(0.05)

4-5-2- الكثافة الظاهرية للتربة (ميكاغم م$^{-3}$)

أظهرت النتائج التحليل الحصائي في الجدول (18) وجود فروق معنوية في تأثير التلقيح الحيوي ببكتريا *B.subtilis* و*B. megaterium* لقيم متوسطات الكثافة الظاهرية التربة حيث تفوقت معاملة التلقيح الحيوي المزدوج B_3 في خفظ قيمة الكثافة الظاهرية إلى1.2487ميكاغم م$^{-3}$ وبلغت النسبة المئوية للزيادة 6.43% مقارنة بمعاملة المقارنة B_0 التي بلغت قيم 1.3290ميكاغرام م$^{-3}$ يعزى ذلك إلى أن إضافة اللقاح الحيوي البكتيري أدت إلى انخفاض قيم الكثافة الظاهرية للتربة وارتفاع المسامية وازدياد قيم نسبة تجمعات التربة بعد معاملة التربة باللقاح الحيوي البكتيري حيث اتفقت هذه النتائج مع (الخزرجي، 2020).

أشارت النتائج التحليل الإحصائي في الجدول (18) إلى وجود تأثير معنوي لقيم متوسطات الكثافة الظاهرية للتربة إذ تفوق العمق D_3 في خفظ قيمة الكثافة الظاهرية إلى متوسط بلغ1.1211 ميكاغم م$^{-3}$ واختلفت معنوياً مع مع الأعماق الاخرى كما أعطت معاملة العمق (الحراثة الصفرية) D_0

أعلى متوسط بلغ 1.4043ميكاغم م$^{-3}$ وبنسبة زيادة مئوية بلغت 25.26% وربما يعود سبب ذلك إلى زيادة المحتوى الرطوبي في العمق D_3 ادى إلى عدم تلاحم دقائق التربة مع بعضها البعض مما ادى إلى خفض قيمة الكثافة الظاهرية. وقد يعزى ذلك ايضاً إلى دور الحراثة في تفكيك التربة وتحويلها من جسم متماسك إلى كتل محتلفة الاحجام ممايسبب انخفاض الكثافة الظاهرية وارتفاع المسامية الكلية، اتفقت هذه النتائج مع (Miritti و آخرون، 2013).

يوضح التحليل الإحصائي في الجدول (18) عدم وجود فروقات معنوية للتداخل بين اللقاح البكتيري الحيوي وأعماق الحراثة في الكثافة الظاهرية للتربة (ميكاغم$^{-3}$).

جدول (18) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في الكثافة الظاهرية للتربة (ميكاغم م$^{-3}$).

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
1.3290	1.1581	1.2873	1.4019	1.4687	B_0
1.2796	1.1070	1.2516	1.3599	1.4000	B_1
1.2866	1.1127	1.2611	1.3650	1.4076	B_2
1.2487	1.1066	1.2403	1.3070	1.3408	B_3
	1.1211	1.2601	1.3585	1.4043	Mean D
D*B=N*S		D= 0.01785	B=0.00825		L.S.D(0.05)

4-5-3- المحتوى الرطوبي في التربة في مرحلة التزهير%

يتضح من جدول التحليل الإحصائي (19) وجود فروق معنوية في صفة المحتوى الرطوبي عند مرحلة التزهير لنبات الحنطة الملقحة بالتلقيح الحيوي ببكتريا الـ *B. subtilus* و *B. megaterium* حيث سجلت أعلى معدل عند معاملة التلقيح المزدوج B_3 بلغت 31.91% وكانت نسب الزيادة لها 30.40% قياساً بمعاملة المقارنة B_0 إذ أعطت أقل معدل بلغ 24.47% وهذا قد يكون نتيجة طبيعية لدور التلقيح الحيوي في تحسين بناء التربة وتأثيره غير المباشر في رفع قدرة التربة على مسك الماء إذ أن اللقاحات الحيوية المستخدمة كأسمدة حيوية لها تأثير ايجابي في تحسين خصائص التربة الفيزيائية ومنها المحتوى الرطوبي تتفق هذه النتائج مع (Bashan وLevanony، 1991).

أظهرت النتائج في الجدول (19) أنَّ لأعماق الحراثة التربة تأثيراً معنوياً في كمية الرطوبة النسبية للتربة لمرحلة التزهير إذ تفوق العمق D_3 وأعطى أعلى متوسط بلغ 41.26% واختلف معنوياً مع الأعماق D_1 وD_2 حيث بلغت متوسطاتهم (25.09،32.23)% على التوالي في حين أعطت معاملة المقارنة أقل متوسط بلغ 16.33% بنسبة زيادة مئوية بلغت 152.66% يعزى السبب إلى الظروف البيئية المؤثرة على مستويات أعماق التربة كـ الجذب الأرضي له دور في جذب المياه ونزولها إلى الأسفل حيث تحتفظ الترب المحروثة بمحتوى رطوبي أعلى من الترب غير المحروثة، اتفق هذا مع ما أشار إليه (Borodycher وLytov،2020).

يوضح التحليل الإحصائي في الجدول (19) إلى عدم وجود فروقات معنوية للتداخل بين اللقاح البكتيري الحيوي وأعماق الحراثة في المحتوى الرطوبي في مرحلة التزهير.

جدول (19) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في المحتوى الرطوبي في التربة في مرحلة التزهير%.

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
24.47	36.40	26.93	20.35	14.18	B_0
28.48	41.70	32.50	23.87	15.84	B_1
30.05	42.58	33.81	26.36	17.45	B_2
31.91	44.35	35.68	29.77	17.84	B_3
	41.26	32.23	25.09	16.33	Mean D
D*B =N*S		D=1.586	B=1.873		L.S.D(0.05)

4-5-3- المحتوى الرطوبي في التربة في مرحلة الحصاد %

يتضح من جدول التحليل الإحصائي (20) وجود فروق معنوية في صفة المحتوى الرطوبي عند مرحلة الحصاد لنبات الحنطة الملقحة بالتلقيح الحيوي ببكتريا الـ *B. subtilus* و*megaterium B.* حيث سجلت أعلى معدل عند معاملة التلقيح المزدوج B_3 بلغت 13.25% وكانت نسب الزيادة لها39.62% قياساً بمعاملة المقارنة B_0 إذ أعطت أقل معدل بلغ9.49% قد يعود السبب إلى دور الأحياء المجهرية في تحسين خصائص التربة الفيزيائية من خلال تحلل المكونات والإفرازات التي تقوم بها، وبسبب نشاط الأحياء المجهرية التي تضيف بعض المواد اللاحمة التي تعمل على ربط

دقائق التربة مما يحسن من بناء التربة، ومن ثم زيادة مسكها واحتفاظها بالرطوبة إضافة ان اللقاح البكتيري أدى إلى تحسين المحتوى الرطوبي للتربة، (Nguyen،2013).

أظهرت النتائج في الجدول (20) إنَّ لأعماق الحراثة التربة تأثيراً معنوياً في كمية الرطوبة النسبية للتربة لمرحلة الحصاد إذ تفوق العمق D_3 أعطى أعلى متوسط بلغ 15.59% واختلف معنوياً مع الأعماق D_1 و D_2 حيث بلغت متوسطاتهم (11.51،13.86)% على التوالي في حين أعطت معاملة المقارنة D_0 أقل متوسط بلغ 6.50% وبنسبة زيادة بلغت 139.84% يعزى السبب إلى أن لفترة نمو النبات تأثيراً عالي المعنوية في المحتوى الرطوبي للتربة، إن رطوبة التربة انخفضت عند نهاية موسم النمو بنسبة مقارنة مع بداية فترة النمو. ويعزى ذلك إلى زيادة الاستهلاك المائي للنبات نتيجة زيادة امتصاص جذور النبات للماء مع تقدم موسم النمو فضلاً عن زيادة التبخر من سطح التربة نتيجة ارتفاع درجات الحرارة خلال فترة نهاية موسم النمو (شهر) (نيسان) مقارنة مع فترة بداية الموسم(مرحلة التزهير) وهذا يتفق مع ما توصل إليه جاسم (2015) حيث أشارا إلى انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة مع تقدم موسم نمو النبات.

يوضح التحليل الإحصائي في الجدول (20) إلى عدم وجود فروقات معنوية للتداخل بين اللقاح البكتيري الحيوي وأعماق الحراثة في المحتوى الرطوبي % في التربة في مرحلة الحصاد.

جدول (20) تأثير اللقاح الحيوي البكتيري وأعماق الحراثة والتداخل بينهما في المحتوى الرطوبي في التربة في مرحلة الحصاد%.

Mean B	D_3	D_2	D_1	D_0	D / B
9.49	12.43	12.18	9.19	4.17	B_0
12.33	16.00	15.19	12.19	5.96	B_1
12.39	16.44	14.35	12.07	6.70	B_2
13.25	17.50	13.71	12.61	9.17	B_3
	15.59	13.86	11.51	6.50	Mean D
D*B =N*S		D=1.017	B=0.778		L.S.D(0.05)

5- الاستنتاجات و التوصيات Recommendations and Conclusions

5-1- الاستنتاجات

1- التأثير المعنوي الحيوي المزدوج لجنس بكتريا *B. subtilus* و*B. megaterium* في تحقيق اعلى قيمة معنوية إنتاجية الحبوب ووزن الف حبة، ولصفة ارتفاع نبات و الوزن الجاف مقارتناً مع المستويات الأخرى.

2- إعلى قيمة معنوية حققها اللقاح الحيوي المزدوج (*B. subtilus* و*B. megaterium*) في تجهيز إعلى قيمة من السماد الجاهز لعنصر الفسفور في النبات وكذلك التربة.

3- تفوق العمق 20سم في تحقيق اعلى قيمة في وزن الحاصل، وتركيز الفسفور والنتروجين في النبات، وزيادة جاهزية تركيزالفسفور البوتاسيوم في التربة. من جهة اخرى حقق العمق 30سم تفوق معنوياً في كل من صفة ارتفاع النبات، الوزن الجاف، تركيز عنصر البوتاسيوم في النبات مقارنتاً مع الاعماق الأخرى.

4- أثرت عوامل التجربة التلقيح البكتيري الحيوي وأعماق الحراثة في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة المسامية، الكثافة الظاهرية، المحتوى الرطوبي.

5-2- التوصيات

1- اختبار أنواع من أجناس مختلفة من البكتريا او الأحياء المجهرية الأخرى مثل الفطريات والطحالب في زيادة جاهزية الفسفور في التربة والمغذيات الأخرى.

2- إجراء دراسات مختلفة لأختبار أعماق أخرى واستعمال أساليب و طرق حديثة.

3- الحث على استعمال وتداول الأسمدة الحيوية المصنعة محلياً وذلك لكونها أقل كلفة واقتصادية.

6- المصادر References

6-1- المصادر العربية

أسعد، شذى أحمد. (2021). تأثير انواع الحراثة بأعماق مختلفة في بعض الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة قسم المكننة الزراعية، الهندسة التقنية، جامعة طرطوس، سوريا. المجلة السورية للبحوث :(2)101-115 نيسان/ أبريل 2021 /shazaasaad44@gmail.com

ال حنوش، عزيز قاسم عويز. (2023). تأثر نظم الحراثة ورش البورون في صفات النمو والحاصل الحنطة الناعمة (*Triticm aestivum* L.) رسالة ماجستير_ مجلس كلية الزراعة_جامعة المثنى.

الاسدي ، دعاء نايف. (2013). دراسة امكانية توظيف بكتريا *Bacillus spp*. في السيطرة على اصابة حبوب بعض المحاصيل الاقتصادية بالفطر *Aspergillus spp* و التلوث بسمومها في المخان . رسالة ماجستير_ كلية العلوم جامعة كربلاء، جمهورية العراق.

الحسني، حيدر مكي جحيل. (2021). تأثير *Bacillus megaterium* والفيرميكومبوست والصخر الفوسفاتي في جاهزية بعض العناصر الغذائية في التربة ونمو وحاصل نبات زهرة الشمس رسالة ماجستير_ كلية الزراعة.

الخزرجي، أسامة عبد الرحمن عويد. (2020). دور اللقاح البكتيري والتسميد العضوي والاجهاد المائي في بعض صفات التربة الفيزيائية ونمو وحاصل الذرة الصفراء اطروحة دكتوراه قسم علوم التربة والموارد المائية- كلية الزراعة _ جامعة الانبار .

الخفاجي، هاجرعلي حسين. (2021). تأثير اللقاح الحيوي *Bacillus megaterium* و *Glomus mosseae* ونوع الحامل في جاهزية N.P.K ونمو وحاصل محصول الحنطة. رسالة ماجستير كلية الزراعة_جامعة المثنى.

الدوري، ياسين عبد اللطيف ياسين ولبيد شريف محمد (2014). تأثير الزراعة بدون حراثة وكميات متبقيات الذرة الصفراء *Zaman L* في صفات نمو الحنطة (*Triticum aestivum .L*) المزروعة لاحقاً. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية 14 (3) 18131646

الذهب، ازهار عمران لطيف. (1998). الفعالية التضادية لمستخلصات نباتات عراقية في بعض البكتريا الممرضة .رسالة ماجستير .كلية العلوم _جامعة بابل.

الراشدي، راضي كاظم (1987). أحياء التربة المجهرية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة البصرة.

الراوي خاشع محمود وخلف الله وعبد العزيز محسن. (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد 457. ص رقم الجوال(0999241746).

السامرائي، اسماعيل خليل وفارس محمد سهيل التميمي. (2018). مفاهيم وتطبيقات احياء التربة المجهرية، جامعة ديالى، كلية الزراعة، العراق.

الطائي، ياسر فزع محمود وياسين هاشم الطحان وصلاح الدين عبد العزيز. (2015). بعض الخواص الفيزيائية للتربة تحت تأثير محاريث مختلفة. مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية 6(1). 166-181

الظالمي، دنيا عبدالامير حسن (2022). تأثير الاحماض الدبإليه وعمق الحراثة في بعض خصائص التربة الخصوبة والكيميائية والفيزيائية وانتاجية الحنطة رسالة ماجستير_ كلية الزراعة_ جامعة المثنى.

العارضي، علي حامد عبدالحسن.(2022). تأثير محصول الغطاء وعمق الحراثة وطريقة الري في الاحتياجات المائية للذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة_ جامعة بغداد

الفارس، مرتضى عبد العظيم عبد النبي.(2017). تصميم وتصنيع وتقييم أداء آلة حراثة التربة بأعماق مختلفة وإضافة السماد العضوي وأثرها في بعض خصائص التربة وحاصل نبات زهرة الشمس(*Helianthus annus L.*). اطروحة دكتوراه_كلية زراعة_ جامعة البصرة.

الموسوي كوثر عزيز ، زينب كاظم حسن و حسام جاسم محمد(2017). تأثير التلقيح الحيوي البكتيري والتسميد المعدني في بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة الرملية ومؤشرات نمو محصول الذرة الصفراء(*Zea mays L.*) علوم التربة والموارد المائية ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة – العراق #البريد الإلكتروني : @Yahoo.com22218

الموسوي، كوثر عزيز حميد وبهاء عبد الجليل عبد الكريم. (2017). تأثير المحراث تحت سطح التربة الاعتيادي والمطور وعمق الحراثة في الكثافة الظاهرية والمسامية الكلية للترب الطينية خلال مراحل نمو محصول زهرة الشمس (*Helianthus annus*)مجلة ابحاث البصرة (43)(1).

الموسى مصطفى فاضل حسين. (2020). تأثير نظم الحراثة وإضافة المحسنات في بعض صفات التربة ونمو وحاصل الحنطة . (*Triticum aestivum .L*) ومؤشرات أداء الوحدة الميكنية في الترب الطينية رسالة ماجستير_ كلية الزراعة_جامعة البصرة.

الموصللي، احسان الموصللي. (2013). دراسة بعض الصفات الفزيائية لتربتين في منطقتي داريا وابي جرش وتحديد العلاقة بين مكونتهما. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 29(1):17-28

الهيتي ، اياد عبد الواحد. (2019). الزراعة الحافظة - بدون حرث ما لها وما عليها الفرص والمحددات في الوطن المملكة الاردنية الهاشمية. العربي. دار دجلة ناشرون وموزعون عمان .

بركات، منى بركات و محمد غانم وسوسن سليمان و شذا أسعد. (2019). تأثير نوع الحراثة وعمقها في بعض الصفات الفيزيائية للتربة. مجلة جامعة تشرين. العلوم البيولوجية المجلد (41) العدد (6) 2019. Tishreen University Journal. Bio. Sciences Series.

جاسم علي حسين محمد. (2015). تأثير مغنطة نوعيات مختلفة من المياه في بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة طينية مزيجة والنمو والاستهلاك المائي لمحصول الشعير .Hordeum vulgare L.رسالة ماجستير، كلية الزراعة - جامعة البصرة - العراق.

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 maps L. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 5(2): 169.

داود شيماء سامي. (2011). اثر نظم الحراثة المختفة في بعض الصفات الفيزيائية للتربة واثر ذلك في نمو وحاصل الحنطة (*Triticm aestivum L.*) مجلة ديالي للعلوم الزراعية357 -363:(2)3.

دوغرامه جي، جمال شريف.(1990). المدخل إلى فيزياء التربة. مطابع دار الحكمة للطباعة والنشر، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. (ترجمة).

زيدان باسم احمد, احمد فرحان مصلح & ,علي فدعم عبد الله المحمدي. (2018). تأثير نظم الحراثة في نمو وحاصل خمسة اصناف من حنطة الخبز . *Iraqi Journal of Desert Studies*, *8*(1).

*E-mailds.dr.ali.fadaam@uoanbar.edu.iq

عبد العزيز محمد علي وسمير علي جواد وبسام نهيت علي (2013) . تأثر نظم التسميد وأعماق الحراثة في محتوى التربة من المادة العضوية وبعض العناصر المعدنية مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (7).

عزاوي، سامر سمير. (2022). تأثير اللقاح *Azotobacter chroococcum* و *Bacillus subtilis* والصخر الفوسفاتي في جاهزية وامتصاص النتروجين والفسفور ونمو وحاصل نبات الحنطة. رسالة ماجستير_جامعة القادسية_ كلية الزراعة.

علي سلامه تحسين وتركي مفتن سعد وشيماء ابراهيم محمود. (2021). استجابة محصول الحنطة *Triticium aestivum L* إلى اللقاح الحيوي تحت مستويات ملوحة ماء الري مختلفة مجلة المثنى للعلوم الزراعية المجلد (8) العدد (4) لسنة 2021.

علي نور الدين شوقي، ندى حميد مجيد. (2016) . احياء الرايزوسفير وجاهزية الفسفور للنبات. مجلة العلوم الزراعية العراقية ، 47 (2) :635-64

علي، نور الدين شوقي وحمد الله سلمان راهي و عبد الوهاب عبد الرزاق شاكر. (2014). خصوبة التربة ، دار الكتب العلمية للطباعة والنشر والتوزيع.

علي، نور الدين شوقي. (2015). المدخل إلى علوم التربة جامعة بغداد- كلية الزراعة الدار الجامعية للطباعة والنشر.

عنتر، سالم حمادي. (2013). تأثير نظم الحراثة ومعدلات البذار في نمو وحاصل الحنطة الناعمة والادغال المرافقة لها في المناطق الديمية مجلة زراعة الرافدين المجلد (41) العدد (3).

غانم، محمد ومجد أسعد. (2017). دراسة تأثير عمق الحراثة وسرعة العمل للمحراث المطرحي في بعض مؤشرات الأداء وبعض الخوص الفيزيائية للتربة مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية سلسلة العلوم الهندسية المجلد (1) العدد (1).

فاضل، وهج عباس. (2018). تأثير التلقيح بعزلات محلية من بكتريا *Azosprillim spp* و *Pseudomonas fluorescens* في جاهزية النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في نمو الشعير (*Hordeum vulgare .L*). رسالة ماجستير_ كلية الزراعة_ جامعة المثنى.

كريم، عباس مصطفى. (2018). تأثير ملوحة مياه الري في كفاءة السماد الحيوي المقيد ونمو نبات الشعير. رسالة ماجستير_ كلية الزراعة_ جامعة بغداد.

مديرية الإحصاء الزراعي. (2021). تقدير انتاج الحنطة والشعير وزارة التخطيط الجهاز المركزي للإحصاء – العراق.

ملي، علي ملي. (2016). تأثير انظمة حراثة مختلفة في بعض الخواص الفيزيائية للتربة وتكاليف تشغيل الآلات والغلة الحبية لمحصول القمح. دراسة بحثية. ماجستير في الهندسة الزراعية كلية الزراعة جامعة الفرات الحسكة، سوريا البريد الإلكتروني مجلة عربية العلوم و نشر الأبحاث [1] مجلد ثاني عدد (2): 24 مارس 2016؛ رقم: gmelli14216 @gmail.co81

نشرة إرشادية. (2012). وزارة الزراعة العراقية - دائرة الإرشاد والتدريب الزراعي. ع ص 36 بغداد - العراق.

ياسين ، موسى فتحي خان و كمال يعقوب شابا و عبدالكريم إبراهيم صالح (2005) . تأثير متطلبات غسل التربة في نمو الذرة البيضاء المروية بمياه الابار. مجلة الزراعة العراقية ، 10 (2): 49-58

يلدا ، بهجة دنحا . (2009). جاهزية الفسفور بإضافة الفوسفات والبكتريا المذيبة له. مجلة العلوم الزراعية العراقية 42 (6) : 100 – 10

2-6- المصادر الأنجليزية

Ahmad, M., Chakraborty, D., Aggarwal, P., Bhattacharyya, R., & Singh, R. (2018). Modelling soil water dynamics and crop water use in a soybean-wheat rotation under chisel tillage in a sandy clayloamsoil. *Geoderma*, *327*,13–24

https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.04.014

Akbari, G.A., Arab, S.M., Alikhani, H.A., Allakdadi, I. and Arzanesh, M.H., (2007). Isolation and selection of indigenous Azospirillum spp. and the IAA of superior strains effects on wheat roots. World Journal of Agricultural Sciences, 3(4), pp.523-529.

Akhtar, N., Ilyas, N., Meraj, T. A., Pour-Aboughadareh, A., Sayyed, R. Z., Mashwani, Z. U. R., & Poczai, P. (2022). Improvement of plant responses by nanobiofertilizer: a step towards sustainable agriculture. *Nanomaterials*, *12*(6), 965.

Al Heeti, A. A. (2006). The Environmental Considerations of the Arab Authority for Agricultural Investment and Development (AAAID) Experience with Zero-tillage Farming System. *JAI*, *4*, 18-24.

Ali, A. F., Salim, H. A., & Alsaady, M. H. M. (2019). Response of two wheat cultivars to inoculation of Bacillus subtilis and Phosphorus fertilizer. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1294, No. 9, p. 092036). IOP Publishing.

Altomare, C., & Tringovska, I. (2011). Beneficial soil microorganisms, an ecological alternative for soil fertility management. Genetics, biofuels and local farming systems, 161-214.

Ananthavalli, R., Ramadas, V., Paul, J. A. J., Selvi, B. K., & Karmegam, N. (2019). Vermistabilization of seaweeds using an

indigenous earthworm species, Perionyx excavatus (Perrier). *Ecological Engineering*, *130*, 23-31.

Ati, A. S., Nasr, M. M., & Salih, A. K. (2021). Effect of Different Tillage Systems on Wheat Yield under Laser Land Leveling. Jornal of Al-Muthanna for Agricultural Sciences, 8(3).

Atlas, R.M.; Brown, A.E. and Parks, L.C. (1995). "Experimental Microbiology Laboratory Manual". McGraw-Hill Companies, Mosby Company, St. Louis, pp. 400-402.

Bandow, J. E., Brötz, H., & Hecker, M. (2002). Bacillus subtilis tolerance of moderate concentrations of rifampin involves the σB-dependent general and multiple stress response. Journal of bacteriology, 184(2), 459-467.

Baron , E. J. and Finegold , S. M. (1990) . Diagnostic Microbiology . 8th ed. . C. V. Mosby company . USA

Bashan Y., Bashan L.E. (**2005**)**.** Bacteria. In: Encyclopedia of soils in the environment, Hillel D) ed.). Elsevier, Oxford, U.K., vol. 1, 103-115.

Bashan, Y. and H. Levanony (1991). Alteration in membrane potential Plant Soil .137: 99-103.

Bear, F. (1969). Chemistry of the soil. Second Edition. Van. Nostrand Reinhold company, New York. Cincinnati. Toronto. London. Melbourne. PP. 279 - 282.

Benson, J. H. (2002). Microbiological Applications : Laboratory Manual in General Micrbiology. 8th ed. McGraw Hill.P. 145, 168 – 175.

Bergey, D. H.; R. E. Buchanan and N. E. Gibbson. (1974). Manual of determinative bacteriology. 8th Edition, Baltimore: the William and Wilkins company.

Bezzate, S., Aymerich, S., Chambert, R., Czarnes, S., Berge, O., & Heulin, T. (2000). Disruption of the Paenibacillus polymyxa levansucrase gene impairs its ability to aggregate soil in the wheat rhizosphere. Environmental Microbiology, 2(3), 333-342

Bhat, N. A., Riar, A., Ramesh, A., Iqbal, S., Sharma, M. P., Sharma, S. K., & Bhullar, G. S. (2017). Soil biological activity contributing to phosphorus availability in vertisols under long-term organic and conventional agricultural management. *Frontiers in plant science*, *8*, 1523.

Black, C. A. (1965). Methods of soil analysis part 1 physical properties Am. Soc. Agron. *Inc. publisher, Madison Wisconsin, USA*.

Borodychev, V. V., and Lytov M. N.. (2020). Irrigation management model based soil moisture distribution profile. In IOP on Conference Series: Earth and Environmental Science, 577(1), p. **, A.** 012022. IOP Publishing.

Cheng, J., Zhuang, W., Li, N. N., Tang, C. L., & Ying, H. J. (2017). Efficient biosynthesis of d-ribose using a novel co-feeding strategy in *Bacillus subtilis* without acid formation. *Letters in Applied Microbiology*, *64*(1), 73-78.

Choudhury, S. G., Srivastava, S., Singh, R., Chaudhari, S. K., Sharma, D. K., Singh, S. K., & Sarkar, D. (2014). Tillage and residue management effects on soil aggregation, organic carbon dynamics and yield attribute in rice–wheat cropping system under reclaimed sodic soil. *Soil and Tillage Research*, *136*, 76-83.

Cohn, Ferdinand (1872). "Untersuchungen über Bacterien". Beiträge zur Biologie der pflanzen1.pp 127-224.

Collee, J. G. ; Miles, R. S. and Watt, B. (1996.). Tests for the Identification of Bacteria. In : Practical Medical Microbiology

14th ed. Ed. by J. Gerald Collee, Barrie, P, Marmion, Andrew, G. ; Fraser and Anthony Simmons. Churchill Livingstone. New York. P. 132 – 149.

Cowan, S.T.(1977). Cown and steel manual for the identification of medical bacteria .2nded Cambridge University Press, Cambridge

De Vos, P. (2009). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Volume e0196794

Edi-Premono, M., Moawad, M.A., Vleck, P.L.G. (1996). Effect of phosphate solubilizing Pseudomonas putida on the growth of maize and its survival in the rhizosPHere. Indonesian Journal of Crop Science. 11, 13-23.

Erenstein, O., Chamberlin, J., & Sonder, K. (2021). Estimating the global number and distribution of maize and wheat farms. *Glob. Food Secur.* Agric. Policy 30:100558. doi: 10.1016/j.gfs.-2021.100558

Euzéby, J.P. (2008). Bacillus. List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature Assessment of root-associated Paenibacillus polymyxa groups on growth promotion and induced systemic resistance in pepper. J. Microbiol Biotechnol 20(12):.1613–1605

FAO. (2020). summary of cereal supplies and demaand http://www.fao.org/contact-us/terms/ar

Fasusi, O. A., Cruz, C., & Babalola, O. O. (2021). Agricultural sustainability: microbial biofertilizers in rhizosphere management. *Agriculture*, *11*(2), 163.

Feltham, R. K. A., POWER, A. K., PELL, P. A., & Sneath, P. H. A. (1978). A simple method for storage of bacteria at—76 C. *Journal of applied microbiology*, *44*(2), 313-316.

Godber , G. E. (1989). The bacteriological examination of water supplies, Department of health and social security , London.

Gomez B R, Todorovic B ; Czarny j; Cheng Z; Duan j and McConkey. (2007). Promoting of plant growth by bacterial acc deminase. Crit Rev.plant sci.26 :277- 242.

Haddadi, M. H. (2016). The effects of tillage system and varieties on yield and yield components of corn (Zea mays L.). *International Journal of Farming and Allied Sciences*, *5*, 16-20.

Harrigan, W.F .and McCance ,D.(1976). Laboratory method in food and dairy. Academic Press ,London ,New York, San Freancisco.362PP

Haruna, S. I., Anderson, S. H., Nkongolo, N. V., & Zaibon, S. (2018). Soil hydraulic properties: influence of tillage and cover crops. *Pedosphere*, *28*(3), 430-442.

Holt, J. G. ; Kreig, N. R. ; Sneath, P. H. ; Staley, J. T. and Williams, S. T. (1984). Bergey's Manual For Determinative Bacteriology. 9th ed. Williams and Wilkins U.S.A. P.93 , 151-155.

Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H., Staley, J. T., & Williams, S. T. (1994). Bergey's manual of determinative bacteriology. 9th. *Baltimor: William & Wilkins*.

Iqbal, M., Ul-Hassan, A., & van Es, H. M. (2011). Influence of residue management and tillage systems on carbon sequestration and nitrogen, phosphorus, and potassium dynamics of soil and plant and wheat production in semi-arid region. *Communications in soil science and plant analysis*, *42*(5), 528-547.

Jastrzębska, M., Kostrzewska, M. K., Makowski, P., Treder, K., & Marks, M. (2015). Effects of Ash and Bone Phosphorus Biofertilizers on Bacillus megaterium Counts and Select

Biological and Physical Soil Properties. Original Research, 24:1603-1609.

Ju, I, B.Wj, S.Md, O. Ia and E.Oj. (2018). A review: Biofertilizer-A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. Journal of Microbiology and Biotechnology Reports, (2): 2..

Kapoor, K. K., & Haider, K. (1982). Mineralization and plant availability of phosphorus from biomass of hyaline and melanic fungi. *Soil Science Society of America Journal*, *46*(5), 953-957.

Kumar, A., (2016). Phosphate Solubilizing Bacteria in Agriculture Biotechnology: Diversity, Mechanism and Their Role in Plant Growth and Crop Yield. Int. J. Adv. Res. 4(4), 116-124.

Leghari, N., M.S.Mirjat, A.Mughal, I.Rajpar and H.Magsi. (2015). Effect of different tillage methods on the growth, development, yield and yield components of bread wheat. Intl. J. Agron. Agric. Res. 6(5): 36-46

Liu, H., Colombi, T., Jäck, O., Keller, T., & Weih, M. (2022). Effects of soil compaction on grain yield of wheat depend on weather conditions. *Science of the Total Environment*, *807*, 150763.

Mărunţelu, I. (2020). Optimization of Agriculture Technologies for the Preparation of the germinative bed in experimental field and small Individual farms.

Mehra, P., Kumar, P., Bolan, N., Desbiolles, J., Orgill, S., & Denton, M. D. (2020). Changes in soil-pores and wheat root geometry due to strategic tillage in a no-tillage cropping system. *Soil Research*, *59*(1), 83-96.

Melli, A. (2016). Effect of different tillage systems in some soil PHysical properties, operation costs of machines and yield of Wheat crop:

research study. Arab Journal of Science and Research Publishing. 2(2), 107-107.

Miriti, J.M. ; G. Kironchi ; A.O. Esilaba ; C.K.K. Gachene; L.K. and D.M. Mwangi, (2013). Heng The effects of tillage systems on soil PHysical properties and water conservation in a sandy loam soil in Eastern Kenya. J.Soil Sci.Environ. Manage.,4(7):146-154.

Mishra, P., & Dash, D. (2014). Rejuvenation of biofertilizer for sustainable agriculture and economic development. *Consilience*, (11), 41-61.

Mondal, S., Kumar, S., Haris, A. A., Dwivedi, S. K., Bhatt, B. P., & Mishra, J. S. (2016). Effect of different rice establishment methods on soil physical properties in drought-prone, rainfed lowlands of Bihar, India. *Soil Research*, *54*(8), 997-1006.

Moraru ,P. I., and T. Rusu. (2013). Effect of Different Tillage Systems on Soil Properties and Production on Wheat, Maize and Soybean Crop. Inte. J. of Bimolecular, Agric Food and Biotech.Eng.7. (11):1027- 1030

Mortinho, E. S., Jalal, A., da Silva Oliveira, C. E., Fernandes, G. C., Pereira, N. C. M., Rosa, P. A. L., ... & Teixeira Filho, M. C. M. (2022). Co-inoculations with Plant Growth-Promoting Bacteria in the Common Bean to increase efficiency of NPK fertilization. *Agronomy*, *12*(6), 1325.

Muhsin, S. J. (2017b). Performance study of moldboard plow with two types of disc harrows and their effect on some soil properties under different operating conditions. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, *30*(2), 1-15.

Najafabadi., Ray, D., Kazan, H., Cook, K. B., Weirauch, M. T, H. S., Li, X., ... & Hughes, T. R. (2013). A compendium of

RNA-binding motifs for decoding gene regulation. *Nature*, *499*(7457), 172-177.

Nenwani, V., Doshi, P., Saha, T., & Rajkumar, S. (2010). Isolation and characterization of a fungal isolate for phosphate solubilization and plant growth promoting activity. J Yeast Fungal Res, 1(1),00 9-014.

Nguyen, T. T. (2013) compost effects on soil water content, plant growth under drought and nutrient leaching. Thesis the degree of doctor of philosophy, school of Agriculture, food and wine faculty of Sciences, the University of Adelaide

Nikolaidou, C., Monokrousos, N., Kapagianni, P. D., Orfanoudakis, M., Dermitzoglou, T., & Papatheodorou, E. M. (2021). The Effect of Rhizophagus irregularis, Bacillus subtilis and Water Regime on the Plant–Microbial Soil System: The Case of Lactuca sativa. *Agronomy*, *11*(11), 2183.

Nooni, G. B., Jbar, A. K., & Al-Rikabi, S. J. J. (2019). Influence Bacterial Inoculant of Local Isolates of Azotobacter Vinelandii and Irrigation Water Quality on Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum L.*)10.5958\0976-5506.219.00318.

Obia, A., Mulder, J., Hale, S. E., Nurida, N. L., & Cornelissen, G. (2018). The potential of biochar in improving drainage, aeration and maize yields in heavy clay soils. *PLoS One*, *13*(5), e0196794.

Odoh, C. K., Sam, K., Zabbey, N., Eze, C. N., Nwankwegu, A. S., Laku, C., & Dumpe, B. B. (2020). Microbial consortium as biofertilizers for crops growing under the extreme habitats. *Plant microbiomes for sustainable agriculture*, 381-424.

Olsen, S. R., & Sommers, L. E. (1982). Phosphorus in AL Page,(Ed). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. *Agronomy Mongraphs*, *9*(2), 159-165.

Page, A. L., Miller, R. H., & Keeney, D. R. (1982). Methods of soil analysis, part 2: Chemical and microbiological properties Madison. WI: American Society of Agronomy. In Soil Science Society of America (pp. 595-624).

Paul, E. A. and F. E. Clark (1989). Soil Microbiology and Biochemstry. Copyright by Academic Press. Inc.

Ramadhan, M. N. (2013). Tillage systems and seeding rates effect on yield components, seed yield and biological yield of barley cultivars. *J. Basrah Researches (Sciences)*, *39*(1), 33-46.

Richards, L. A. (Ed.). (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils* (No. 60). US Government Printing Office.

Rusu, T.(2014). Energy efficiency and soil conservation in conventional, minimum tillage and no-tillage. *International Soil and Water Conservation Research*, *2*(4), 42-49.Research. 2(4):42-49.

Saad, T. M., Jasim, S. J., Yasir, K. J., Muftin, M. T., & Alhmadi, H. B. (2019). RESPONSE OF FIVE VARIETIES OF WHEAT (TRITICUM ESTIVUML.) TO LOCAL ISOLATES OF AZOSPIRILLUM BACTERIA (AZOSPIRILLUM). *Plant Archives*, *19*(1), 917-922.

Saha, D., Purkayastha, G. D., Ghosh, A., Isha, M., & Saha, A. (2012). Isolation and characterization of two new Bacillus subtilis strains from the rhizosphere of eggplant as potential biocontrol agents. *Journal of Plant Pathology*, 109-118.

Saudi,A.H.(2013). Effect if temperature degree on germination and seed ling characters of seeds of four wheat (Triticum aestivum L.) cultivars. Thi- Qar.Univ.J.for Agric. Rese.2(1):81-99.

Seaman, A. (2011). Production Guide For Organic Spinach (Spinacia oleracea L.). NYS IPM, Publication. 139: 40-44.

Shahid, Warda Shahid, NaheedAfShan, (2017). Isolation and study of cellular components of Aerobailluspolymyxa along with its comparison in soil Layers, Jinnah university for women, Karachi, Pakistan, RADS. J. Biol. Res. Appl. Sci, vol.8(1), ISSN:2305-8722.

Shams El-Deen, R. O., El-Azeem, A., Samy, A. M., Abd Elwahab, A. F., & Mabrouk, S. S. (2020). Effects of phosphate solubilizing microorganisms on wheat yield and phosphatase activity. *Egyptian Journal of Microbiology*, *55*(The 14th Conference of Applied Microbiology), 71-86.

Takahashi, W., Galvão, C., Urrea-Valencia, S., Gonçalves, D., Hyeda, D., Caires, E. and Etto, R. (2022), Impact of seed-applied fungicide and insecticide on Azospirillum brasilense survival and wheat growth- promoting ability. Lett Appl Microbiol, 612. https://doi.org/10.1111/lam .13645. 74: 604

Thiagalingam, K., Dalgliesh, N. P., Gould, N. S., McCown, R. L., Cogle, A. L., & Chapman, A. L. (1996). Comparison of no-tillage and conventional tillage in the development of sustainable farming systems in the semi-arid tropics. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, *36*(8), 995-1002.

Todar, K. (2003). Todar's online textbook of bacteriology: the genus *Bacillus*. University of Wisconsin -Madison, Department of Bacteriology.

Turnbull PCB (1996). Bacillus. In: Barron's Medical Microbiology (Baron S etal., eds.) (4th ed.). Univ of Texas Medical Branch. ISBN 978-0- 9631172-1-2.

Wang, Z., Xu, G., Ma, P., Lin, Y., Yang, X., & Cao, C. (2017). Isolation and characterization of a phosphorus-solubilizing bacterium from rhizosphere soils and its colonization of chinese cabbage (Brassica campestris ssp. chinensis). *Frontiers in microbiology*, *8*, 1270.

WoŸniak, A. (2020). Effect of cereal monoculture and tillage systems on grain yield and weed infestation of winter durum wheat. *International Journal of Plant Production*, *14*(1), 1-8.

Ziydan, B. A. (2018). Effect of tillage systems on growth and yield of five cultivars of bread wheat. *Iraqi Journal of Desert Studies*, *8*(1), 10-15.

7- الملاحق

ملحق (1) الاجهزة المستعملة في الدراسة

ت	اسم الجهاز باالعربي	اسم الجهاز با الانكليزي	الشركة المصنعة	بلد المنشأ
1	غرفة العزل	Laminar flow hood	Lab Tech	كوريا
2	ميزان حساس	Sensitive balance		
3	الهزاز المغناطيسي مع مسخن حراري	Magnetic Stirrer hotplate	Lab Tech	كوريا
4	المؤصدة	Autoclave	Lab tech	كوريا
5	الحمام المائي	Water bath	FANEM	البرازيل
6	الحاظنة	Incubator	Memmert	المانيا
7	محرك مغناطيسي	Magnetic Stirrer	Snijders Scientific	
8	المجهر الضوئي	Light microscope	Olympus	اليابان
9	الثلاجة	Refrigerator	Concord	لبنان
10	قياس درجة التفاعل	PH mete	WTW	المانيا
11	قياس الايصالية الكهربائية	EC meter	WTW	المانيا
12	جهاز مايكروكلدال	Micro klda	Lab tech	كوريا
13	قياس اللهب	Flame PHotometer	OPTIZEN	اليابان
14	المطياف الضوئي	SpectroPHotometer	OPTIZEN	اليابان
15	هيتر كهربائي	Hotplate		
16	جهاز تقطير مياه	Water Distillation		
17	طاحونة كهربائية	Vortex mixer	LINE LAB-/	USA
18	فرن كهربائي	Electric Oven	Memmert	المانيا
19	المكثاف	Hydrometer		

ملحق (2) الادوات المستخدمة في الدراسة

ت	الاداة	The Tools
1	اطباق بتري	Petri dishes
2	انابيب اختبار	Test Tubes
3	عروة النقل	Loop
4	دوارق	Flasks
5	بيكرات	Beakers
6	سلندرات	Cylinders
7	مصباح كحولي	Burner
8	اعواد خشبية	Sticks
9	ابر	Needle
10	ناشر زجاجي	Glass diffuser
11	الماصة	Pipette
12	قنينة زجاجية	Glass vial
13	قناني بلاستك	Plastic bottle
14	اواني خزفية	Ceramics
15	شرائح زجاجية	Glass Slides
16	اسطوانة معدنية	Cor Simpl
17	قنينة الكثافة	Pychno meter

ملحق (3) جدول التحليل الحصائي للصفات المدروسة لنمو والحاصل ممثلة بمتوسطات المربعات (M.S)

مصادر الاختلاف s.o.v	درجات الحرية d.f	ارتفاع النبات (سم)	وزن 1000 حبة (غم)	حاصل حبوب (ميكاغم هـ$^{-1}$)	وزن جاف كغم (هـ$^{-1}$)
مكرر	2	0.298	3.459	0.02423	5937
عامل B	3	**225.476	**221.533	**7.84098	**47204232
عامل D	3	**215.237	**699.928	**21.70284	**26620420
التداخلD*B	9	**35.000	**45.365	**0.44158	**415702
الخطا الاول	6	2.738	2.180	0.03372	8865
خطا ثاني	24	4.175	3.321	0.02849	7067
مجموع	47				

ملحق (4) جدول التحليل الحصائي لتركيز في النبات NPK ممثلة بمتوسطات المربعات (M.S)

مصادر الاختلاف s.o.v	درجلت الحريةd.f	النتروجين في النبات%	الفسفور في النبات%	البوتاسيوم في النبات%
مكرر	2	0.00271	0.0001738	0.05269
عامل B	3	**1.79096	**0.0364149	**0.78774
عامل D	3	**0.90920	**0.0248220	**0.98246
التداخلD*B	9	**0.17028	**0.0032428	**0.27318
الخطا الاول	6	0.01405	0.0000890	0.03458
الخطا الثاني	24	0.02567	0.0001239	0.02413
مجموع	47			

ملحق (5) جدول التحليل الحصائي لتركيز في التربة NPK ممثلة بمتوسطات المربعات (M.S)

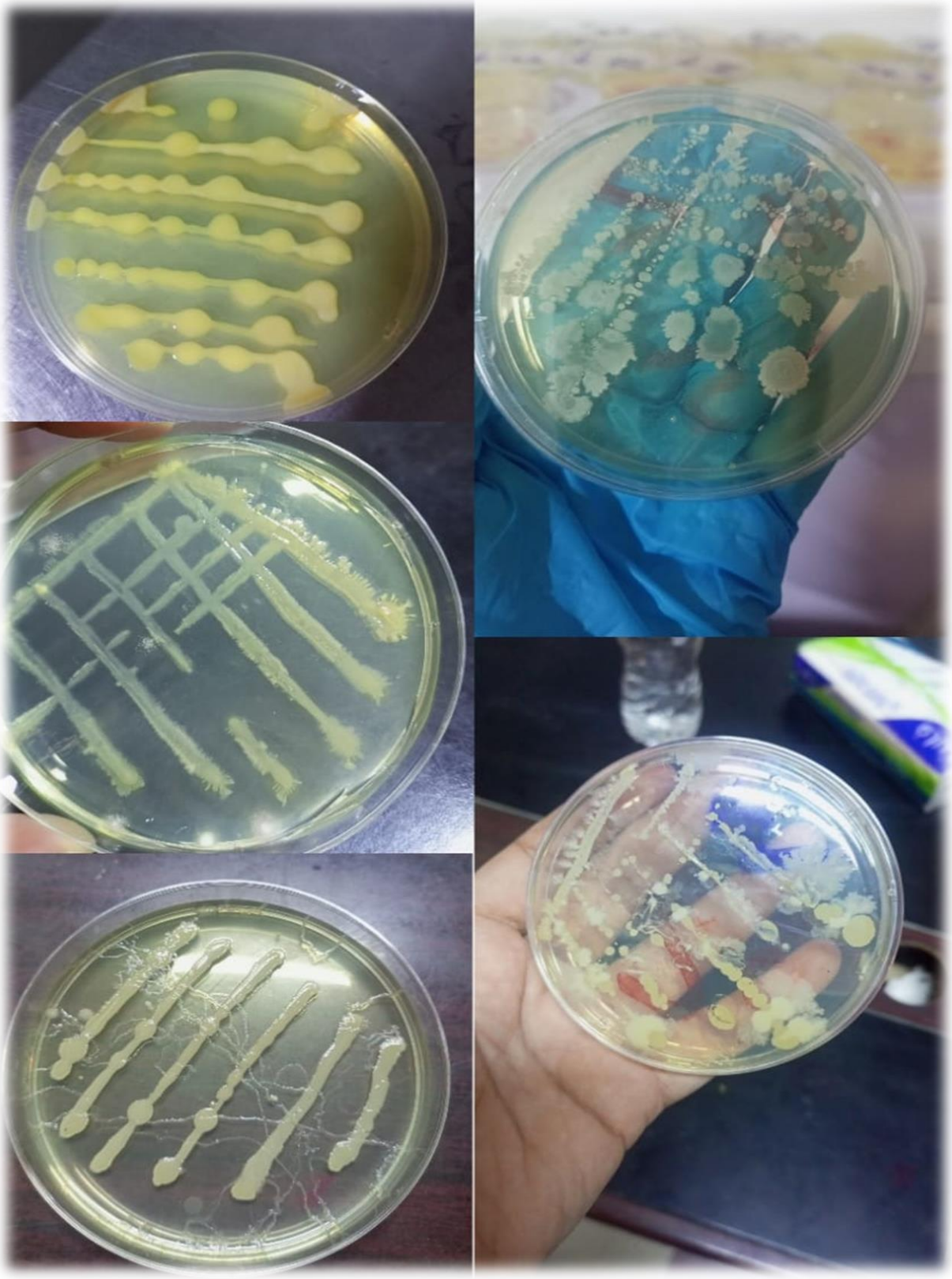
مصادر الاختلاف s.o.v	درجلت الحريةd.f	النتروجين في الجاهز (ملغم N كغم$^{-1}$ تربة)	الجاهز في فسفور تربة(ملغم P كغم$^{-1}$ تربة)	البوتاسيوم في تربة(ملغم K كغم$^{-1}$ تربة)
مكرر	2	137.48	21.41	1953.2
عامل B	3	59.69	**234.42	**6033.1
عامل D	3	140.05	**119.29	936.7
التداخلD*B	9	18.34	11.57	116.0
الخطا الاول	6	27.49	5.34	125.2
الخطا الثاني	24	52.35	10.76	485.7
مجموع	47			

ملحق (6) جدول التحليل الحصائي للصفات الفيزيائية ممثلة بمتوسطات المربعات (M.S)

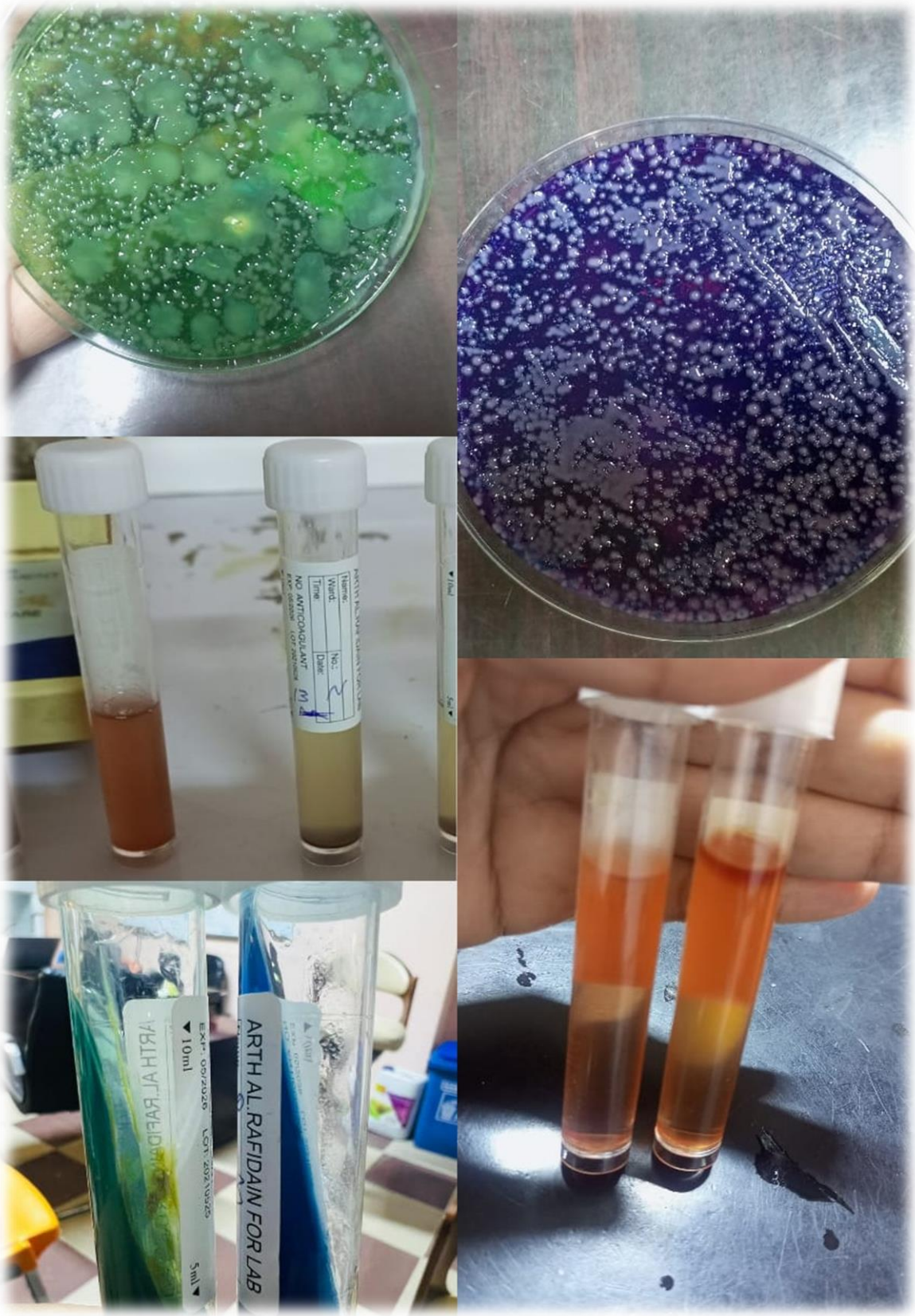
مصادر الاختلاف s.o.v	درجلت الحريةd.f	النسبة المئوية للمسامية التربة %	الكثافة الظاهرية للتربة (ميكاغم$^{-3}$)	المحتوى الرطوبي مرحلة التزهير%	المحتوى الرطوبي مرحلة الحصاد%
مكرر	2	1.2438	0.0008867	0.082	0.740
عاملB	3	**18.4182	**0.0131301	**120.481	**32.130
عاملD	3	**264.2542	**0.1883841	**1345.478	**187.077
التداخلD*B	9	1.2676	0.0009037	4.368	2.492
الخطا الاول	6	0.0957	0.0000682	3.515	0.607
الخطا الثاني	24	0.6296	0.0004489	3.544	1.457
مجموع	47				

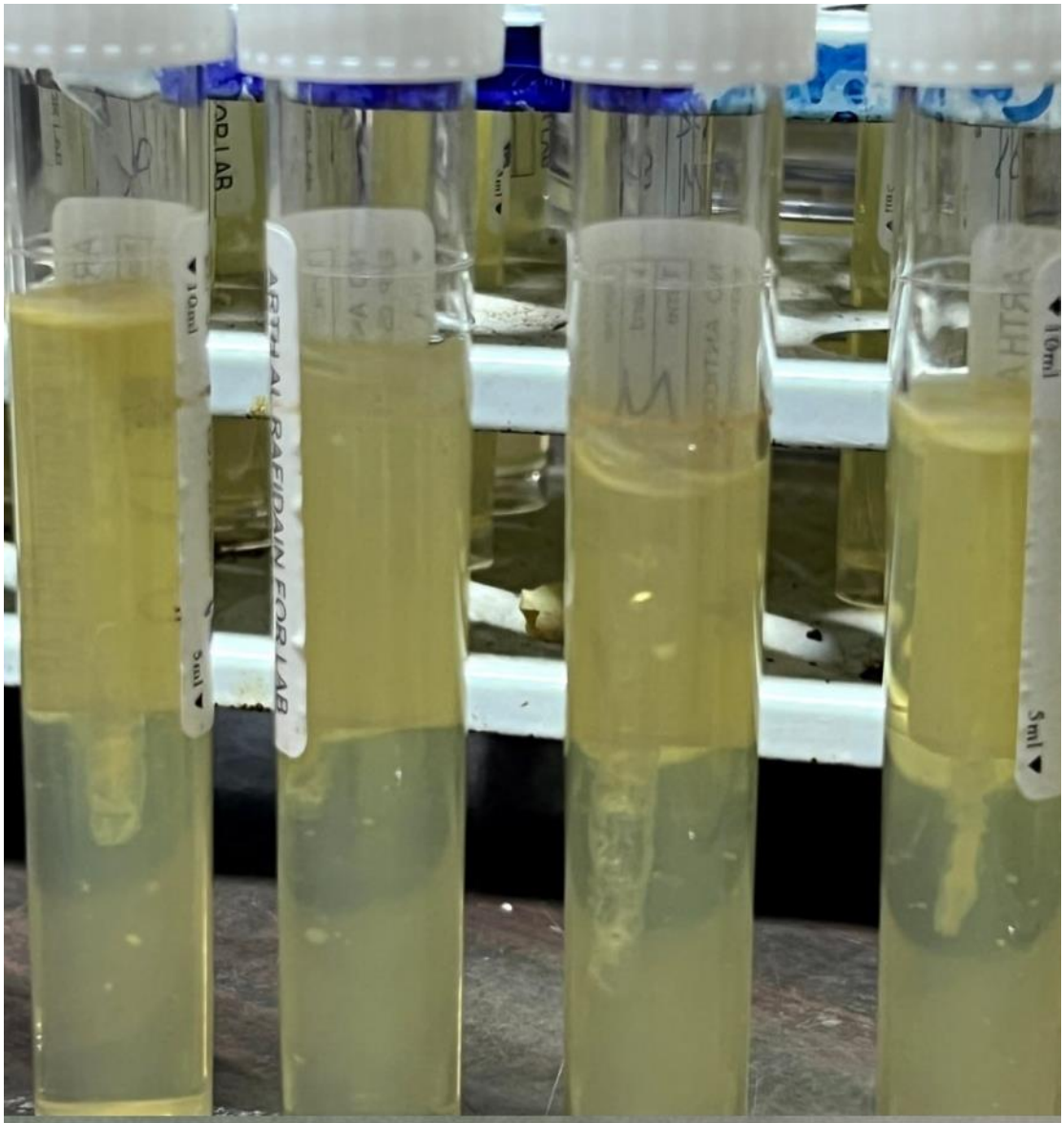
ملحق(7) صور التجربة الحقلية والعمل المختبري

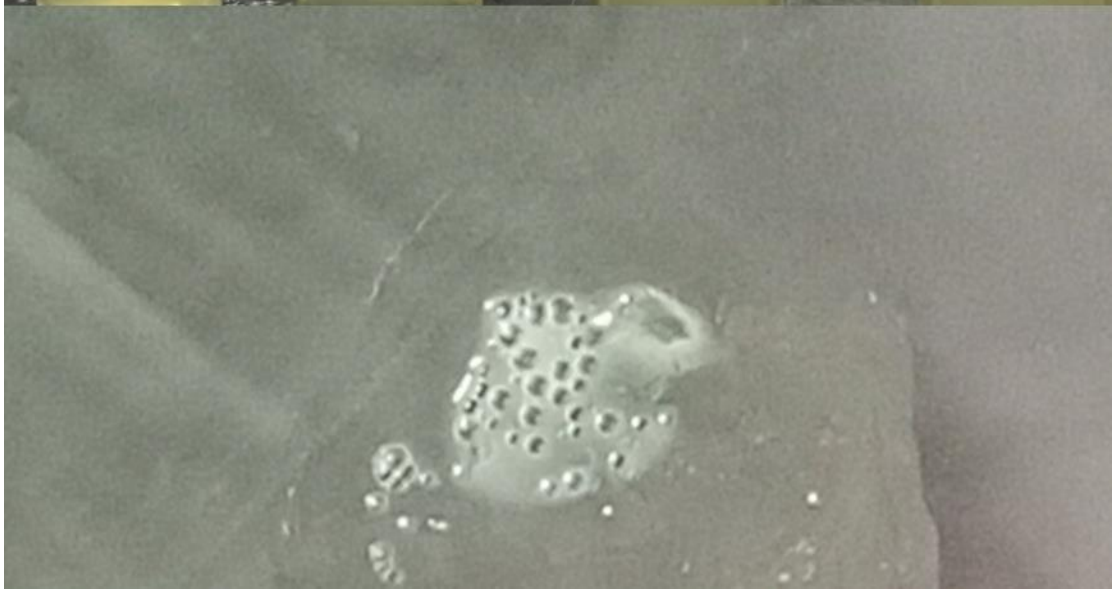
نمو البكتريا على وسط Nutrient Agar



الاختبارات الكيميوحيوية للعزلات البكتيرية




10ml
5ml



حراثة وتقسيم ارض التجربة

مراحل من نمو النبات

مرحلة التزهير

Abstract

The current study aimed to study the role of the inoculum of *Bacillus subtilis* and *Bacillus megaterium* in the physical and biological properties of the soil under different levels of tillage depths in the growth and productivity of the wheat plant. In order to achieve these objectives, two experiments were carried out. The first one is laboratory experiment, which included the isolation and identification of *Bacillus subtilis* and *Bacillus megaterium* bacteria from the Rhizosphere soil of different crops and from different locations. The types of these pure isolates were identified by studying their cultural, microscopic and biochemical characteristics. The results showed the isolation of six bacterial isolates belonging to *Bacillus subtilis* and *Bacillus* bacterium *megaterium*. The study also included the implementation of a field experiment at the Agricultural Extension Station of the Agricultural Extension Department in Warka District, located north of Al-Muthanna Governorate, during the winter season 2022-2023. Silty loam soil was used in the experiment, and Bohuth 22 wheat was used.The experiment was designed according to the split plot arrangement according to (RCBD) design and with three replications, the first factor represents the live inoculum of *B. subtilis* and *B. megaterium* with four types B0 without the addition of the inoculum, B1 of *B. megaterium* and B2 of *B. subtilis* and the fourth treatment B3 included the double inoculum B1 + B2, and the factor The second represents plowing depths with four levels: D0 represents a tillage depth of zero, D2 represents a tillage depth of 10 cm, D3 represents a tillage depth of 20 cm, and D4 represents a tillage depth of 30 cm. The results showed that the treatment of adding the B3 bacterial inoculum was significantly superior to the comparison treatment, and the highest values were recorded in all studied prperties: plant height, 1000 grain weight, grain yield, dry

weight, nitrogen, phosphorus and potassium concentration in the plant, ready phosphorus and potassium concentration in the soil after harvest, and total porosity, bulk density, and moisture content for flowering and harvesting phases.] (100.26 cm, 46.63 g, 5.600 µg H^{-1}, 11667.8 kg, 0.3197, 1.703%, 17.50, 211.44 mg kg $soil^{-1}$, 53.233%, 1.2487 µg) m^3 gm -, 31.91,13.25%). In addition, The results showed that the D_3 tillage treatment was superior to the rest of the treatments and recorded the highest values in each of the weight of 1000 grains, grain yield, phosphorus concentration in the plant, and the concentration of phosphorus available in the soil after harvest [49.14 g, 6.079 mcg H^{-1}, 2.386,0.3256%, 16.65 mg kg soil $^{(-1)}$]. While treatment D_4 recorded the highest values in each of plant height, dry weight, nitrogen and potassium concentration in the plant, available nitrogen concentration in the soil, and moisture content for the flowering and harvesting stages. The results of the statistical analysis showed that the treatment of D_3B_3 interaction of the bacterial bio-inoculum and the tillage factor was superior in the characteristics of phosphorus concentration in the plant, respectively [(0.4125%, 6.822 µg H^{-1})].

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education

and Scientific Research

Al-Muthanna University / Collage of Agriculture

Department of Soil and Water Resources

The role of the bioinoculum of *Bacillus subtilis* and *Bacillus megaterium* in increasing of phosphorus readiness and some physical properties of the soil under different tillage depths in the growth and yield of wheat (*Triticum astivum* L.)

A Thesis Submitted By Student

Rawad Majed Kamel Al-Jubouri

To the Council of College of Agriculture / Al-Muthanna University it is one of the Requirements for obtaining a Masters Degree

in Agriculturist Sciences/ of Science in

soil and water material

Supervised by

Dr.Ghanim Bahlul noni **Dr.Ahmed Marza Abood**

2023 A.D **1445 H.D**