الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا

رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي
ميدان: علوم الطبيعة والحياة
شعبة: علوم بيولوجيا
تخصص: التنوع الحيوي والمحيط

الموضوع

أثر البكتيريا محسنة النمو على امتصاص الفوسفات المحلي من قبل نبات الفول

من اعداد الطالبتان:
مومن مسعود ماريا
حنكة أشواق

تمت مناقشة المذكرة في:2024/06/04

أمام اللجنة المكونة من الأساتذة:

الاستاذ	الجامعة	الصفة
مرابط سمية	جامعة الوادي.	رئيسا
العايش خالد	جامعة الوادي.	مناقشا
جودي عبد الحق	جامعة الوادي.	مؤطرا

الموسم الجامعي 2024/2023

بسم الله الرحمن الرحيم

الشكر والتقدير

قال الله تعالى:

﴿فَاذْكُرُونِي أَذْكُرْكُمْ وَاشْكُرُوا لِي وَلَا تَكْفُرُونِ﴾ [البقرة: 152]

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات الذي وفقنا لبلوغ هذا المقام ووفقنا الى اتمام انجاز هذا البحث نتقدم بأسمى عبارات الشكر والعرفان الى الطاقم المشرف على ادارة الكلية والى اساتذتنا الكرام على ثقافتهم وإخلاصهم في ايصال المعلومة إلينا ومرافقتنا في مشورنا الدراسي كما لا يفوتنا أن نشكر مسؤولي المخابر على ما قدموه لنا من توجيهات طيلة تربصنا المخبري ويأتي اعز الشكر الى استاذنا عبد الحق جودي الذي اشرف على تأطيرنا لإنجاز هذا العمل كما نتقدم بجزيل الشكر الى اساتذتنا الأفاضل اعضاء ولجنة المناقشة على قبولهم مناقشة هذه المذكرة.

FREE PRINTABLE INVITATION - DREVIO.COM

الاهداء

إلى من أُفضِّلها على نفسي، ولِمَ لا؛ فلقد ضحَّت من أجلي ولم تدَّخر جُهدًا في سبيل إسعادي على الدَّوام (**أُمِّي الحبيبة**).

نسير في دروب الحياة، ويبقى من يُسيطر على أذهاننا في كل مسلك نسلكه صاحب الوجه الطيب، والأفعال الحسنة فلم يبخل عليَّ طيلة حياته (**والدي العزيز**).

إلى **زوجي** ورفيق الكفاح في مسيرة الحياة

إلى ابنائي **محمد اياد واسيل.**

إلى اخي واخواتي وكل افراد عائلتي.

إلى جميع أساتذتي الكرام؛ ممن لم يتوانوا في مد يد العون لي

إلى أصدقائي، وجميع من وقفوا بجواري وساعدوني بكل ما يملكون، وفي أصعدة كثيرة

أُقدِّم لكم هذا البحث، وأتمنَّى أن يحوز على رضاكم.

ماريا

2024

الاهداء

اهدي عملي هذا الى من زرعوا في قلبي بذور الحب والعلم والسعي نحو النجاح اللذان اوصانا بهما الرحمان حيث قال واخفض لهما جناح الذل من الرحمة وقل رب ارحمهما كما ربياني صغيرا ابي العزيز (عبد القادر) امي الغالية (زينب)

واشكر زوجي الغالي (هشام) رفيق دربي الذي كان معي منذ ان بدأت هذا العمل وما قدم لي من دعم خلال هذه الفترة الى من تسعد عيني برؤية وجوههم ويفرح فؤادي بسماع رنات ضحكاتهم اخوتي الأعزاء الى بسمة الحياة نبع الأمل الذي يفيض على قلبي بالتفاؤل والعبير دوما اختي الحبيبة الى من يهدا ضجيج قلبي عند لقياهم وتستكن روحي بقرب طيب ارواحهم صديقاتي الغاليات الى الأيادي التي لم

تبخل بالعطاء يوما ولم تتردد بتقديم العون ولو للحظة اساتذتي الكرام.

اشواق

2024

الملخص:

بغرض دراسة مدى تأثير البكتيريا المعززة لنمو النبات على امتصاص الفوسفات من خلال نمو وانتاجية نبات الفول قمنا بزراعة بذور فول Vicia Faba L في ترب مختلفة منها ما هو محسن بالسماد والفوسفات وأخرى محسنة بالسماد العضوي فقط، حيث قمنا بقياسات مخبرية للوزن الجاف والوزن الرطب لبذور الفول وعدد القرون والبذور في كل قرن وعدد الثمار في النباتات بالإضافة الى تقدير كميات السكريات والبروتين والدسم.

توضح نتائج التجارب المخبرية وتحليلها ومناقشتها ومقارنتها بالأبحاث السابقة في هذا المجال تحسنا ملموسا في نمو نبات الفول المعامل بالبكتيريا، كما زادت نسبة ثمار الفول وكميات السكريات الذائبة والبروتين والدسم ويرجع هذا التحسين الى دور البكتيريا المحسنة للنمو في تنشيط العناصر المغذية وتسهيل امتصاصها بما في ذلك الفوسفات الغير عضوي.

الكلمات المفتاحية:

البكتيريا المحسنة لنمو، تربة محسنة، الفول Vicia Faba L، إنتاجية.

Résumé

Afin d'étudier l'étendue de l'effet des bactéries favorisant la croissance des plantes sur l'absorption du phosphate à travers la croissance et la productivité des plants de haricots, nous avons planté des graines de haricot Vicia Faba L dans différents sols, dont certains ont été améliorés avec des engrais et du phosphate et d'autres améliorés avec de l'engrais organique uniquement. Nous avons effectué des mesures en laboratoire du poids sec et du poids humide des graines de haricots et du nombre de gousses et de graines dans chaque gousse et du nombre de fruits dans les plantes, en plus d'estimer les quantités de sucres, de protéines et les lipides.

Les résultats des expériences en laboratoire, des analyses, des discussions et des comparaisons avec des recherches antérieures dans ce domaine montrent une amélioration tangible de la croissance des plants de haricots traités avec des bactéries. Le pourcentage de fruits de haricots et les quantités de sucres solubles, de protéines et de graisses ont également augmenté. Cette amélioration est due au rôle des bactéries favorisant la croissance dans l'activation des nutriments et la facilitation de leur absorption, y compris les matières organiques non phosphatées.

Les mots clés:

Bactéries favorisant la croissance, sol amélioré, haricot Vicia Faba L, productivité

Summary:

In order to study the extent of the effect of plant growth-promoting bacteria on phosphate absorption through the growth and productivity of bean plants, we planted Vicia Faba L bean seeds in different soils, some of which were improved with fertilizer and phosphate and others improved with organic fertilizer only. We made laboratory measurements of the dry weight and wet weight of the bean seeds and the number of The pods and seeds in each pod and the number of fruits in the plants, in addition to estimating the amounts of sugars, protein and fat.

The results of laboratory experiments, analysis, discussion, and comparison with previous research in this field show a tangible improvement in the growth of bean plants treated with bacteria. The percentage of bean fruits and the amounts of soluble sugars, protein, and fat also increased. This improvement is due to the role of growth-promoting bacteria in activating nutrients and facilitating their absorption, including non-phosphate. organic.

key words:

Growth enhancing bacteria, improved soil, bean Vicia Faba L, productivity.

الفهرس

الشكر.....III
الاهداء.....IV
ملخص.....VI
قائمة المحتويات.....VIII
قائمة الجداول.....XV
قائمة الوثائق.....XVI
قائمة الاختصارات والرموز.....XVIII
المقدمة.....أ

الجزء النظري

الفصل الأول: التنمية الزراعية المستدامة

تمهيد.....22
1. تعريف التنمية الزراعية المستدامة.....22
2. مبادئ وأهداف التنمية الزراعية المستدامة.....22
1.2. مبادئ التنمية الزراعية المستدامة.....22
2.2. أهداف التنمية الزراعية المستدامة.....23
3. اسباب استخدام الأسمدة الكيميائية المتزايد.....24
4. الاثار السلبية لاستخدام العشوائي والمتزايد للأسمدة الكيميائية المصنعة.....26
1.4. تأثير الأسمدة الكيميائية على صحة الإنسان.....26

2.4. تأثير الأسمدة الكيميائية على صحة النبات.....28

3.4. تلوث مصادر المياه.....29

4.4. تلوث البيئة والتربة.....29

5. استخدام البكتريا الجذرية المحسنة لنمو النبات PGPR كبديل عضوي للأسمدة الكيماوية...30

خلاصة.....31

الفصل الثاني: عموميات حول البكتيريا الجذرية

تمهيد.....32

1. تعريف المنطقة الجذرية.....32

2. نشاط المنطقة الجذرية.....32

3. البكتيريا الجذرية La rhizobacteries.....33

4. البكتيريا الجذرية المحسنة لنمو النبات PGPR.....33

5. تصنيف البكتريا الجذرية المحسنة لنمو النبات.....33

6. بعض اجناس بكتيريا الPGPR.....34

1.6. Azospirillum 34

2.6. Bacillus.....34

3.6. Pseudomonas.....35

7. آلية عمل البكتيريا المعززة لنمو النبات PGPR.....35

1.7. آلية العمل المباشر لبكتيريا الـ PGPR على نمو النبات.....35

1.1.7. اذابة الفوسفات (P).....35

2.1.7. تثبيت النيتروجين Fixation de l'azote.....36

3.1.7. اذابة البوتاسيوم.....36

4.1.7. انتاج حامل الحديد.....37

5.1.7. انتاج الهرمونات النباتية.....37

1.5.1.7. حمض الإندول الخليك.....37

2.5.1.7. الجبيريلين Gibérillines.....38

3.5.1.7. انتاج الاثلين.....38

2.7. الية العمل الغير مباشرة لPGPR على نمو النبات.....39

1.2.7. انتاج المضادات الحيوية.....39

2.2.7. انتاج السكريات الخارجية 39

3.2.7. الإنزيمات المحللة Lytic enzymes.....40

الفصل الثالث: عموميات حول نبات الفول

تمهيد.....41

1. التعريف بالعائلة البقولية.....41

2. تعريف نبات الفول (Vicia faba L).....42

3. الموطن الأصلي لنبات الفول (Vicia faba L)..... 43

4. تصنيف نبات الفول (Vicia faba L).....44

5. مورفولوجية نبات الفول.....44

1.5. المجموع الجذري.....44
2.5. المجموع الخضري.....45
أ. الساق.....45
ب. الأوراق.....45
ج. الأزهار.....45
د. الثمار.....45
هـ. البذور.....45
6. دورة حياة نبات الفول.....46
1.6. مرحلة الإنبات.....46
1.1.6. العوامل الرئيسية للإنبات.....46
2.1.6. مراحل الانبات.....46
أ. المرحلة الأولى (مرحلة امتصاص الماء) 46
ب. المرحلة الثانية (مرحلة هضم المواد الغذائية) 47
ج. المرحلة الثالثة (مرحلة النمو).....47
2.6. مرحلة النمو.....47
3.6. مرحلة الإزهار.....47
4.6. مرحلة الإثمار.....47
5.6. مرحلة النضج.....48
7. متطلبات زراعة نبات الفول.....48
1.7 . التربة 48

2.7. الحرارة.....49

3.7. الإضاءة.....49

4.7. الرطوبة.....49

8. القيمة الغذائية والأهمية الاقتصادية لنبات الفول.....49

1.8. القيمة الغذائية.....49

2.8. الأهمية الاقتصادية للفول.....50

9. أهم أمراض نبات الفول وطرق مكافحتها.....51

الجزء التطبيقي

الفصل الأول: المواد وطرق العمل المستعملة

1. الهدف من البحث.....52

2. مراحل التجربة.....52

3. موقع التجربة.....52

4. المواد والوسائل.....53

1.4. المواد.....53

1.1.4. المادة النباتية.....53

2.1.4. الفوسفات.....53

3.1.4. السماد العضوي.....53

4.1.4. اللقاح البكتيري.....53

2.4. الوسائل ولأدوات المستعملة.....54

5.تهيئة المزرعة وتحضير البذور.....55

1.5. تحضير البذور.....55

2.5. تهيئة حقل التجربة.....56
6. عملية الزراعة.....58
7. المعايير المدروسة.....58
1.7. نسبة الانبات.....58
2.7. سرعة الانبات.....59
3.7 عدد القرون والحبات.....59
4.7. الوزن الرطب والجاف لحبة الفول في النبتة الواحدة.....59
أ-الوزن الرطب.....59
ب-الوزن الجاف.....59
5.7. تقدير نواتج الايض (الكربوهيدرات، البروتينات، الدسم).....61
أ. تحضير المادة النباتية.....61
ب. تحضير المستخلصات.....62
ج. تقدير الكربوهيدرات.....62
د. تقدير البروتين.....63
هـ. التقدير الكمي لدهون.....63

الفصل الثاني: النتائج والمناقشة

1. نتائج القياسات.....65
1.1. نسبة الانبات.....65

2.1 سرعة الانبات.....66
3.1. عدد القرون في نبات الفول.....67
4.1. عدد حبات الفول في القرن.....68
5.1. عدد حبات الفول في النبتة.....70
6.1. الوزن الرطب.....71
7.1. الوزن الجاف.....37
8.1. تقدير الكربوهيدرات.....74
9.1. تقدير البروتين.....76
10.7. التقدير الكمي للدهون.....77
2. المناقشة العامة.....79
الخاتمة.....81
قائمة المراجع.....83
الملاحق.....92

الرقم	العنوان	الصفحة
01	التصنيف النباتي لنبات الفول (Vicia faba L)	44
02	متوسط التركيب الكيميائي لكل100غرام من الفول	50
03	احداثيات موقع التجربة	52
04	الأدوات المستعملة في الحقل التجريبي	54
05	الأدوات والمحاليل المستعملة في المخبر	55

الرقم	العنوان	الصفحة
01	صورة توضح إضافة الأسمدة الكيميائية للنبات	25
02	صورة لمتلازمة الطفل الأزرق	27
03	صورة لتملح التربة	28
04	صورة المنطقة الجذرية	32
05	مخطط آليات عمل البكتيريا المحسنة للنمو	40
06	صورة لبعض البذور البقولية	42
07	صورة لبذور الفول (Vicia faba L)	43
08	مخطط لاهم مراحل نمو نبات الفول	48
09	خريطة تمثل موقع التجربة	53
10	صورة توضح عملية تهيئة حقل التجربة	57
11	توضح مخطط حقل التجربة	58
12	صور توضح بعض عملية نزع ووزن الثمار	60
13	صور توضح عملية تحضير المادة النباتية	61
14	النسبة المئوية لعملية انبات بذور الفول	64
15	النسبة المئوية لسرعة انبات بذور الفول	66
16	النسبة المئوية لمتوسط عدد القرون في نبتة الفول	68
17	النسبة المئوية لمتوسط عدد حبات الفول في القرن	69
18	النسبة المئوية لمتوسط عدد حبات الفول في النبتة	71
19	النسبة المئوية لمتوسط الوزن الرطب لـ 1000 حبة فول	72
20	النسبة المئوية لمتوسط الوزن الجاف لـ 1000 حبة فول	73
21	النسبة المئوية لمتوسط تقدير الكربوهيدرات في 100 ملغ مادة نباتية	75

22	النسبة المئوية لمتوسط تقدير البروتين في 100 ملغ مادة نباتية	76
23	المنحنى القياسي للدهون	77
24	النسبة المئوية لمتوسط تقدير الدهون في 100 ملغ مادة نباتية	78
25	أدوات المستخدمة في الحرث	92
26	أدوات المستخدمة في المخبر	94

الاختصار	معناه
FAO	المنظمة العالمية للزراعة والغذاء
PGPR	البكتيريا الجذرية المعززة لنمو
ePGPR	البكتيريا الجذرية المعززة لنمو خارج الخلية
iPGPR	البكتيريا الجذرية المعززة لنمو داخل الخلية
P	الفوسفور.
K	البوتاسيوم
ش	شاهدة
فو	فوسفات
IAA	الاندول حمض خليك
ملغ	ملغرام
م	متر
C°	درجة حرارة
PH	درجة الحموضة
C, B9	فيتامينات

المقدمة

تعد زيادة انتاج البروتين لسد حاجات النمو السكاني العالمي المتزايدة والمستمرة من الح واصعب مشاكل العصر، ولحل هذا المشكل كان للبروتين النباتي دور بارز، حيث تعد المحاصيل البقولية والتي من بينها نبات الفول مصدرا مهما للبروتين لعدد كبير من سكان الدول الفقيرة (العثمان، 1996) كما ان له اهمية غذائية وعلفية وصناعية وكذا زراعية (رقية واخرون، 1997) فهو يساعد في المحافظة وتحسين خصوبة التربة من خلال تزويد الارض بعنصر الازوت عند قلبه داخلها بفضل بقايا العقد البكتيرية المتشكلة على جذوره (كور، خورشيد، 2001).

وبهدف زيادة المحصول يلجا المزارعون الى استخدام الاسمدة الكيماوية لتلبية الطلب المتزايد على الغذاء خصوصا مع ازدياد سكان العالم الذي من المتوقع ان يصل الى ما يقارب عشرة مليار نسمة بحلول عام 2050 حسب تقرير الامم المتحدة, الا ان هذه الاسمدة التي تعرف بانها مواد صناعية تزود النبات بعناصر غذائية ضرورية لنموه وتطوره وزيادة انتاجه تعد ذات اثار سلبية وخيمة على النظام الحيوي خاصة والبيئي عامة نتيجة الاستعمال المفرط والغير عقلاني حيث يتم تجاوز الكميات المحددة المضافة وهذا ما يحدث في كثير من الاحيان و كثير من البلدان (Lopez valdez et al, 2014) ونذكر من اهم هذه الاثار قلة المحصول تلوث المياه الجوفية الاصابة بالسرطان وتدهور الاراضي الزراعية(Howarth,R et al,2002) ما لفت انتباه العديد من الباحثين الى اجراء دراسات تناولت جوانب مختلفة من دورة حياة نبات الفول والعوامل البيئية المحيطة به والتي لها تأثير على النمو والانتاج كما ونوعا حيث تم الوصول الى اساليب فعالة تساهم في اعادة التوازن الغذائي للتربة من اجل الحفاظ على استدامتها كالدورات الزراعية التي تعتمد على تنويع او مناوبة زراعة بعض الانواع النباتية المختلفة التي تتفاوت باحتياجاتها الغذائية وادخال الأسمدة الحيوية Biofertilizer التي تعرف على أنها ميكروب او مجموعة من الميكروبات التي تعمل على توفير عنصر او أكثر من

العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات في صورة جيدة، والتقليل من إستخدام المركبات الكيماوية الزراعية وتعد المخصبات الحيوية من أنواع الأسمدة الصديقة للبيئة التي تتعلق بدور بعض الكائنات الحية منها البكتريا الفطريات والطحالب والتي تساهم في إغناء التربة بالمغذيات(Mishra and Danich,2010) ولعل من ابرز هذه المخصبات البكتريا وخاصة البكتريا الجذرية المحسنة لنمو فاستخدامها كسماد حيوي ميكروبي بديل واعد لسماد الكيماوي ومبيدا للآفات حيث ان لها القدرة على تثبيت النتروجين الجوي واذابة الفسفور الذي يعمل على تقليل الاثار الضارة لزيادة الأزوت في التربة كما تشجع على نمو الجذور بالإضافة الى دورها في نضج الثمار و البذور(Chandler D et al, 2008) وعليه تطرقنا الي انجاز هذا البحث الذي يتضمن دراسة تأثير البكتريا الجذرية على امتصاص الفسفات المحلي وزيادة انتاجية نبات الفول.

ومنه نطرح الاشكالية التالية وهي: ما مدى تأثير البكتريا الجذرية المحسنة لنمو على امتصاص الفوسفات المحلي وكيف ينعكس ذلك على انتاجية نبات الفول؟

وللإجابة عن هذا التساؤل طرحنا الفرضيات التالية:

- ✓ تلعب البكتريا الجذرية المحسنة لنمو نبات دورا إيجابيا في تحسين امتصاص الفوسفات المحلي الذي يزيد من إنتاجية الفول.
- ✓ البكتريا الجذرية المحسنة لنمو النبات تساهم في زيادة امتصاص الفوسفات المحلي من قبل نبات الفول مما يحسن من جودة ثماره.

ولتحقق من صحة الفرضيات المطروحة قمنا بدراستنا هذه والتي تتضمن جزئيين:

- ❖ **جزء نظري يحتوي على ثلاثة فصول:**

الفصل الأول: التنمية الزراعية المستدامة.

الفصل الثاني: عموميات حول البكتريا الجذرية المحسنة لنمو النبات.

الفصل الثالث: عموميات حول نبات الفول.

❖ **جزء تطبيقي يحتوي على جزئيين:**

الفصل الأول: المواد والطرق المستعملة.

الفصل الثاني: تحليل ومناقشة النتائج.

وتجدر الإشارة الي بعض الصعوبات التي واجهتنا خلال هذه الدراسة نذكر منها:

- العوامل المناخية وتقلبات الطقس التي أثرت على النبات.
- العدد الكبير لطلاب في الخبر.
- عدم توفر بعض الكواشف والمحاليل تماما او بالكمية الكافية لإنجاز التجارب الكيميائية.
- تعطل مضخات السقي بالحقل التجريبي للجامعة.

الجزء النظري

الفصل الأول
التنمية الزراعية المستدامة

تمهيد

تعتبر التنمية المستدامة واحدة من أهم التحديات التي تواجه المجتمع العالمي في الوقت الحاضر، حيث تسعى إلى تحقيق التقدم الاقتصادي والاجتماعي والبيئي، دون التضحية بحاجات الأجيال المستقبلية. وتشكل الزراعة جزءًا هامًا من هذه التحديات، فهي تلعب دورًا حاسمًا في تلبية احتياجات الإنسان من الغذاء والمياه والطاقة، كما أنها تؤثر بشكل كبير على البيئة والتنوع البيولوجي.

تعتمد التنمية المستدامة في الزراعة على تطبيق الممارسات الزراعية المستدامة، والتي تهدف إلى تحقيق التنمية الزراعية المستدامة وحماية البيئة في نفس الوقت. وتشمل هذه الممارسات استخدام الموارد الطبيعية بشكل فعال ومستدام، وتحسين جودة التربة والمياه، وتشجيع الممارسات الزراعية التي تحترم التنوع البيولوجي والمحافظة على الموائل الطبيعية، والحد من استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية والآفات النباتية الأخرى، واستخدام التقنيات الزراعية الحديثة والمستدامة.

1. تعريف التنمية الزراعية المستدامة

تعرف المنظمة العالمية للزراعة والغذاء"FAO" الزراعة المستدامة بأنها الإدارة الناجحة للموارد الزراعية التي تسعى للصيانة الموارد الطبيعية وذلك سعيا منها لتلبية احتياجات الأجيال الحالية والوفاء باحتياجات الأجيال القادمة، مع المحافظة على البيئة وترشيد الاستهلاك للموارد الزراعية، وبذلك توفير منتجات زراعية صحية وامنة وخالية من المواد الكيماوية الضارة . (FAO,1989)

2. مبادئ وأهداف التنمية الزراعية المستدامة

1.2 مبادئ التنمية الزراعية المستدامة

لقد تضمنت الأوراق الختامية لمؤتمر ريو " قمة الأرض" سنة 1992 المبادئ التالية للتنمية الزراعية المستدامة (جبارة،2015).

- الانسان هو صميم الاهتمامات من اجل حياة صحية ومنتجة في تناسق مع الطبيعة، من خلال احترام الأجيال الحالية والمستقبلية.
- الدول لها الحق السيادي في استغلال مواردها دون التدخل في الدول الأخرى، ويجب الاخطار الفوري عن أية حالة غير امنة أو انشطة قد تكون مضرة.
- حماية البيئة جزء مكمل لا يمكن فصله عن سياق التنمية المستدامة، والذي يهدف إلى حماية واستعادة صحة وسلامة النظام الإيكولوجي للأرض.
- التنمية المستدامة مشروطة بمكافحة الفقر والتقليل من الفوارق في مستويات المعيشة، وينبغي الأخذ بعين الاعتبار مصالح واحتياجات جميع الدول خاصة الأكثر ضعفا.
- ينبغي القضاء على أنماط الانتاج والاستهلاك غير المستدامة لصالح الأنماط المستدامة التي يجب دعم انتشارها.
- ينبغي للجميع المواطنين الحصول على المعلومات والمشاركة في القرارات، فالتنمية المستدامة عليها الاستفادة من المشاركة الفعالة للكل الفئات الاجتماعية خاصة النساء، والشباب والجماعات المحلية.
- تطبيق تدابير فعالة تشريعية واقتصادية لا ستعاب التكاليف من دراسات للأثر وكل التدابير التي لا تشكل حواجز غير مبررة للتجارة، وضمان مساءلة كل من يسببون الضرر ومنع النقل الأنشطة الملوثة.
- هناك ترابط بين السلم والتنمية المستدامة وحماية البيئة، حيث يجب ألا يكون هناك تأثير للصراعات على البيئة، والموارد الطبيعية للشعوب يجب ان تكون محمية في كل الظروف والخلافات البيئية يجب أن تحل سلميا.

2.2 أهداف التنمية الزراعية المستدامة

تعتبر اهداف التنمية الزراعية المستدامة هي نفسها أهداف التنمية المستدامة والمتمثلة في الاهداف الاقتصادية والبيئية والاجتماعية مع بعض التخصيص للقطاع الزراعي وحسب المنظمة العربية للتنمية الزراعية المستدامة هي العملية التي يتم من خلالها:

(المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2007،)

- ضمان المتطلبات الغذائية الاساسية للأجيال الحالية والمستقبلية مع إنتاج وتوفير المنتجات الزراعية الأخرى .
- توفير فرص عمل مستمرة ودخل كاف بما يضمن بيئة عمل وحياة كريمة لكل المرتبطين بالإنتاج الزراعي .
- رفع القدرات الانتاجية لقاعدة الموارد الطبيعية والموارد المتجددة من غير إخلال بالدورات الايكولوجية الاساسية والتوازن الطبيعي وتدمير الموروثات الاجتماعية والثقافية للمجتمعات الريفية والتلوث البيئي.
- تقليل هشاشة القطاع الزراعي للعوامل الطبيعية والاقتصادية السيئة والمخاطر الأخرى وذلك لتقليل الآثار السلبية ومن ثم دعم وتنمية والاعتماد على الذات .

ومن خلال كل هذا يمكن حصر أهداف التنمية الزراعية المستدامة فيما يلي :

- ✓ تحقيق الامن الغذائي بكل أبعاده بتكلفة مناسبة .
- ✓ المساهمة في التنمية الاقتصادية .
- ✓ تصحيح او تخفيف الميزان التجاري.
- ✓ توفير العملات الصعبة.
- ✓ التخطيط المستقبلي لتلبية حاجيات السكان بما في ذلك الاجيال اللاحقة .
- ✓ خلق رأس المال في القطاع الزراعي.
- ✓ المحافظة على البيئة من مخاطر استعمالات البيئية للأراضي الزراعية.

3. اسباب استخدام الأسمدة الكيميائية المتزايد

تعرف الأسمدة الكيميائية بأنها عبارة عن مخصبات يصنعها الإنسان من مركبات كيميائية تساعد في زيادة إنتاج الأراضي الزراعية (وليد، 2012)، كما تعتبر أسمدة غنية بالمغذيات والمنتجة صناعيا عن طريق العمليات الكيميائية أو استخراج المعادن أو الطحن الآلي (مدونة السلوك الدولية، 2019).

الوثيقة (01): إضافة الأسمدة الكيميائية للنبات

(https://planting.mawdoo3.com,2024)

من أسباب الزيادة في استخدام الأسمدة الكيميائية وخاصة العناصر الصغرى حسب (ياسر ,2020).

- التوسع الافقي من خلال استثمار مساحات جديدة وادخالها الى حيز الاستثمار الزراعي (Ederton,2009) وهذا ما ترتب عنه زيادة المساحة المزروعة وهذه الاراضي عادة ما تكون فقيرة في محتواها الغذائي بصفة عامة.
- التوسع العمودي من خلال استعمال تقنيات حديثة تساعد على تكثيف الانتاج في نفس المساحة المزروعة (Ederton,2009) وما نتج عنه زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة المزروعة وبتالي زيادة استنزاف العناصر الغذائية الموجودة في التربة مما تطلب الامر مصدر خارجي.
- التقدم المدهش في الهندسة الوراثية مما يترتب عليه من استنباط سلالات نباتية عالية الانتاج والتي تتطلب زيادة في احتياجاتها من العناصر الغذائية.

- عدم الالتزام بدورة زراعية جيدة تحسن خصوبة التربة.
- قلة المواد العضوية مع فقر الاسمدة العضوية البديلة مما يتطلب اتاحة الاسمدة المعدنية.

4. الاثار السلبية لاستخدام العشوائي والمتزايد للأسمدة الكيميائية المصنعة

يطلق على الزراعة التقليدية او الكيميائية بالزراعة العدوانية والتسخيرية، فهي نوع من الزراعة الذي ينتج محصولا وفيرا في وقت قصير، كما أنه لا يبالي بأمر التربة ولا الماء ولا حتى المحافظة على استدامتها (جوركان، 2020).

أكدت العديد من الدراسات أنه عندما تتجاوز الكميات المضافة من الأسمدة الكيميائية نسبا معينة، وهذا ما يحدث كثيرا من خلال إضافات متكررة غير مدروسة وعشوائية في كثير من البلدان، سيكون لها تأثيرات سلبية جمة، مباشرة أو غير مباشرة على النظام الحيوي خاصة والبيئي عامة. وهذا ما تعكسه مباشرة المكونات الحية لنظام البيئي.

1.4. تأثير الأسمدة الكيميائية على صحة الإنسان

بينت عدة دراسات وجود علاقة وثيقة بين مياه الشرب الملوثة بمشتقات نتروجينيه، ومخاطر الإصابة بسرطان البنكرياس(Coss,2004) والمثانة (Wang,2012) والغدة الدرقية (Ward,2010وخالد,2018) و من ناحية أخرى، يعتبر تسرب النترات إلى المياه الجوفية من أهم مخاطر التلوث بالسماد النتروجيني في بعض البلدان، التي تشكل فيها المياه الجوفية المصدر الرئيسي للشرب، ففي ألمانيا على سبيل المثال حيث 75% من مياه الشرب هي مياه جوفية، تشير بعض التقارير إلى أن تلوث المياه الجوفية يؤدي إلى زيادة نسبة الإصابة بسرطان المعدة عند الكبار، و متلازمه الطفل الأزرق عند الصغار(خالد، 2018)، و تحدث هذه المتلازمة نتيجة الخضروات التي يتم تناولها مثل السبانخ و الخس المسمدة بالأسمدة النيتروجينية بنسب عالية(جوركان، 2020.) و تظهر هذه الحالات بشكل واضح في مناطق القرى و الأرياف التي تعتمد على مياه الينابيع و الآبار القليلة العمق (عفيف، 2008 و الأعرج، 2008) وتظهر هذه البقع الزرقاء حول الفم و الأيدي والأقدام، و قد تصاحب هذه المتلازمة أعراض ضيق التنفس و القيء والإسهال وفي الحالات الشديدة يحدث سيلان شديد للعاب وفقدان الوعي وممكن أن تحدث

الوفاة (وائل، 2019) وهذا المرض أكثر شيوعا لدى الأطفال المولودين حديثا في المناطق الريفية، التي تحتوي مياهها الجوفية على نسبة عالية من النترات

كما يؤدي تلوث مياه الشرب الى اعراض اخرى مثل ارتفاع ضغط الدم، وظهور بعض أنواع الحساسية (جوركان,2020).

ان التلوث الناشئ من إقامة مصانع الأسمدة النيتروجينية ينتج عنه تخزين غاز الأمونيا الذي يعد مخالفا لشروط الأمان البيئي حيث أنها مادة سامة قابلة للانفجار، وتوجد أمراض تصيب الإنسان نتيجة التعرض لجرعات زائدة من الأمونيا منها السكتة القلبية، نقص الأكسجين في الدم، ارتفاع عدد الكريات البيضاء جلطات في شرايين الرئة، اختلال في كفاءة المخ، احتراق في الشفاه وفتحات الأنف والقصبة الهوائية والبلعوم والجلد (Lateifa,2012).

ومن أضرار الأسمدة الفوسفاتية احتوائها التركيبي على بعض المعادن السامة، كما في صخر الفوسفات) نسبة عالية من الكادميوم تتراوح من 120 – 200 جزء في المليون)، ومن أضرار الكادميوم لكلى لإنسان يميل للبقاء فيها طوال العمر، كذلك يتسبب في أمراض الكبد، الرئة، النخاع والدم، كما قد يتسبب في مرض هشاشة العظام والعيوب الخلقية في المواليد.
(وزارة البيئة والمياه، 2010)

الوثيقة (02): متلازمة الطفل الأزرق (https://2alb-atfal.com,2024)

2.4 تأثير الأسمدة الكيميائية على صحة النبات

ان اضافة الأسمدة الكيماوية بكميات مبالغ فيها يودي الى ظهور اعراض التسمم كحالة وفرة الاسمدة النيتروجينية التي قد تحتوي على نسبة عالية من الأمونيا والتي تؤدي إلى حدوث اصفرار في الأوراق والأنسجة المصابة. كما أدت التركيزات العالية لألمونيوم إلى منع إنبات بعض أنواع البذور مثل الخيار(عزمي،2010) ورفع ملوحة التربة لدرجة يصعب على العديد من الأصناف النباتية تحملها، حيث يؤدي إلى نقص نمو النباتات تدريجيا حتى يتوقف النمو ثم تموت النباتات تعتبر أمالح النيتروجين من أكثر الأملاح إسهاما في رفع معيار ملوحة التربة يليها أمالح البوتاسيوم .و يرتبط تعفن الطرف الزهري لنباتات الطماطم و التفاف حواف أوراق الخس بزيادة درجة ملوحة التربة (عزمي، 2010) و يكمن خطر العناصر السمادية و مشتقاتها في إمكانية دخولها إلى مكونات السلسلة الغذائية (نبات، حيوان، إنسان) و تركزها وتراكميا في المستويات الغذائية المتتالية (Liu,2014 وخالد 2018).

الوثيقة (03): تملح التربة (https://www.biosaline.org/ar/news)

اما التأثيرات غير المباشرة فتنعكس سلبا على مكونات النظام البيئي غير الحيوية ماء، هواء وتربة، فتحدث خللا في تركيب عناصرها وتوازنها الطبيعي. فالتسميد النتروجيني على سبيل المثال يعد أهم التطبيقات الزراعية التي تساهم في تلويث الماء والغذاء والهواء، اما التسميد الفسفاتي على المدى الطويل فيزيد من المخاطر البيئية والتلوث ببقايا بعض العناصر المعدنية السامة كالرصاص والزرنيخ والكادميوم. (ojia,2012)

3.4 تلوث مصادر المياه

يعتبر النشاط الزراعي مسؤول بشكل رئيسي عن تلويث المياه وزيادة نسبة النترات في مياه الآبار وتلوث المياه في المسطحات المائية كنتيجة الاستعمال الأسمدة.

أوضحت دراسات أن تلوث المياه السطحية ومياه الشرب بالنترات في مناطق واسعة من الصين أصبحت مشكلة خطيرة، وأن نسبة النترات فيها فاقت 50 ملغ/ لتر وهي النسبة المسموح بها في مياه الشرب بل وتعدت النسبة 300 ملغ/ لتر في بعض المناطق. تعتبر النترات هو الملوث الرئيسي للمياه في المناطق ذات النشاط الزراعي والصناعي في الصين (Zhang,1995) كما أشارت بعض الدراسات المائية في ليبيا إلى وجود تركيزات عالية للنيترات في المياه ببعض الآبار بسهل الجفارة. (الهيئة العامة للبيئة، 2008).

4.4 تلوث البيئة والتربة

ان التسميد الفسفاتي على المدى الطويل يزيد من المخاطر البيئية والتلوث ببقايا بعض العناصر المعدنية السامة كالرصاص و الزرنيخ و الكادميوم (Jiao,et al,2012) ويساهم ايضا في تعديل الكثير من الخصائص الكيماوية و الفزيائية للتربة (نجوى,2012) ما افقد التربة اتزانها كدرجة الحموضة PH والتي بدورها تؤثر على كمية ونوعية الكائنات الحية المفيدة, كما ان لدرجة حموضة التربة تأثير تضادي وتآزري بين العناصر الغذائية حيث يزداد امتصاص بعض العناصر على حساب عناصر اخرى عند درجة حموضة وقلوية معينة فتصبح بعض العناصر الغير سامة في الاصل سامة وخطيرة على النبات, كما ان التسميد المعدني طويل المدى يسبب اضرار سلبية على تنوع بعض الفطريات الجذرية المفيدة لتربة الزراعية (خالد, 2018), بالإضافة الى إن هذه المواد الكيميائية لا يمكن القضاء عليها بالغسيل ولا حتى بالطهو، فتترسب وتتراكم داخل جسم

الإنسان عن طريق الطعام الذي يتناوله وبمرور الوقت تنذر بأمراض خطيرة كالسرطان (جوركان,2020).

ويعتقد أن الموت البطيء للتربة الصحية عبر العقود الماضية نتيجة الزراعة الجائرة هو السبب المباشر وراء زيادة الأمراض ونقص المناعة لدى البشر وان استعمال السماد أشبه بالإدمان على المخدرات، فهو يخرب بيولوجيا التربة ويحل نفسه محلها فيصبح من الضروري استخدامه باستمرار (سعد الله,2021).

5. استخدام البكتريا الجذرية المحسنة لنمو النبات PGPR كبديل عضوي للأسمدة الكيماوية

الكائنات الحية الدقيقة هم شركاء متبادلون يرتبطون بنمو النبات حيث لديهم قدرة جيدة على التكيف في البيئة بالإضافة الى تمتعها بالقدرة على دعم وتعزيز نمو النبات بشكل عام مما ادى الي زيادة انتاجية المحاصيل, يتم الان دمج هذه الكائنات الحية الدقيقة في الاسمدة الحيوية والمبيدات الحيوية لزيادة خصوبة التربة والسيطرة على مسببات الأمراض النباتية, ومن ابرزها PGPR فهي احدى ممارسات ادارة التربة و المحاصيل لتحقيق زراعة اكثر استدامة وكذلك تحسين جودة التربة عن طريق تقليل استخدام الاسمدة الكيماوية (Vikas,2020) فقد اظهرت PGPR دورا مهما في صناعة الزراعة المستدامة, يمثل الطلب المتزايد على انتاج المحاصيل مع الانخفاض الكبير في استخدام الاسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية تحديا كبيرا في الوقت الحاضر (Mona,2018).

لقد ثبت ان استخدام البكتريا الجذرية المحسنة لنمو النبات PGPR هو وسيلة سليمة بيئيا لزيادة انتاجية المحاصيل عن طريق تسهيل نمو النبات اما من خلال اليات مباشرة او غير مباشرة (Mona,2018).

تستعمل PGPR كمنتجات اسمدة حيوية تحتوي على خلايا بكتيرية من انواع مختلفة، والتي لها القدرة على تحويل العناصر الغذائية المهمة من شكل غير متاح لتغذية الى تغذية متاحة لنباتات، للأسمدة الحيوية مكانة هامة في تغذية النبات لأنها الاكثر صداقة للبيئة من بين المكملات الغذائية الاخرى فهي تمنع تأثير مسببات الامراض على النبات وتحسن من نموه (Yaser,2020).

خلاصة

باختصار، فإن التنمية المستدامة في الزراعة وتطبيق الممارسات الزراعية المستدامة هي ضرورة حتمية لتحقيق التنمية الزراعية المستدامة والحفاظ على البيئة والتنوع البيولوجي، وتحقيق الأمن الغذائي وتحسين الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية للمزارعين والمجتمعات المحلية. ومن خلال التعاون والتنسيق بين الحكومات والمزارعين والمجتمعات المحلية والمستهلكين، يمكن تحقيق التنمية المستدامة في الزراعة وتطبيق الممارسات الزراعية المستدامة، والحفاظ على البيئة وتحسين جودة الحياة والصحة العامة. لذلك، يجب علينا جميعًا العمل سويًا واتخاذ الإجراءات اللازمة لتحقيق التنمية المستدامة في الزراعة وتطبيق الممارسات الزراعية المستدامة.

الفصل الثاني
عموميات حول البكتيريا الجذرية

تمهيد

نظرا للحاجة الماسة إلى تحسين نمو النباتات وزيادة الانتاجية تدرس العوامل المؤثرة في نمو النباتات، وحيث أن المنطقة المحيطة بالجذر تتوافر بها المغذيات فإنها تساند نمو الكائنات حولها.

من هذه الكائنات وبالذات المجتمع البكتيري مجموعة عرفت ببكتيريا الجذور، تحتل هذي البكتيريا الجذور مسببة تنشيطا مباشرا لنمو النبات أو سيطرة أحيائية للكائنات الممرضة للنبات ومنه وردت التسمية (بكتيريا الجذور المحسنة لنمو النبات).

1. تعريف المنطقة الجذرية La rhizosphere

تم تقديم كلمة المنطقة الجذرية Rhizosphere في عام 1904 بواسطة (Anton Lorenz Hiltner et al ,2008) وهي منطقة من التربة التي لها تماس مباشر مع جذور النباتات، وتخضع للتأثير المباشر لها كما انها منطقة نشاط جرثومي كبير (Anoua et al,1997) ثراء هذه المنطقة يجعلها مناسبة للاستعمار من قبل الكائنات الحية الدقيقة حيث تلعب دور مهم في مقاومة التربة للتعرية والحرائق والفيضانات.

2. نشاط المنطقة الجذرية

يفرز النبات الإفرازات الجذرية المكونة من المواد الكربونية العضوية والنيتروجينية (السكريات والأحماض العضوية والبروتينات) (Mench,1985) التي تستفيد منها البكتيريا والفطريات لتكاثر، واستجابة للإمدادات الطاقة التي تمثلها افرازات الجذر، وصولا الى الجذر الذي يمكن ان تصيبه او تتطفل عليه (Schroth et Hildebrand,1964) وبالتالي فان كثافة البكتيريا اعلى في منطقة الجذور منها في التربة السائبة عنه وهذا ما يعرف بتأثير الجذور (Foster et Rovira ,1978)

الوثيقة (04): المنطقة الجذرية (https://www.google.com/url?sa)

كما تحدد كمية وتركيب الإفرازات الجذرية طبيعة الأنشطة البكتيرية. (Lemanceau,1992)

3. البكتيريا الجذرية La rhizobacteries

هي مجموعة متعددة من البكتيريا المتواجدة في منطقة جذور النبات، والقادرة على التكاثر والتنافس مع الكائنات الحية الدقيقة الأخرى لاحتلال هذه المنطقة الغنية بالمغذيات, يمكن ان يكون لها تأثير ايجابي او سلبي او محايد على نموا النبات .ما يقرب 5% من البكتيريا الجذرية تعزز نموا النبات مباشرة عن طريق تسهيل امتصاص العناصر الغذائية من التربة وتحفيزها وانتاجها لمنضمات نموا النبات وتفعيل آليات المقاومة الذاتية في النباتات وحمايتها من مسببات الأمراض الفيروسية والعفن (Suslow;1982 ,Weller,1988) والديدان الخيطية (Kloepper et al ,1981) وتعرف البكتيريا الجذرية المتنوعة والمعروفة بالاختصار(PGPR) بالبكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات .

4. البكتيريا الجذرية المحسنة لنموا النبات (PGPR)

يأتي مصطلح PGPR من اللغة الانجليزية (Plant Growth Promoting Rhizosphere) والذي تم وصفه لأول مرة من قبل Klopper و Schroth في عام 1978 , وهي بكتيريا حرة المعيشة ذات اهمية زراعية مفيدة لتطور وصحة النبات ونموه وقمع الميكروبات المسببة للأمراض وهذا من خلال اليات مباشرة وغير مباشرة فهي تملك القدرة على استعمار الجذور بشكل فعال وتأثير مفيد على النباتات عن طريق تعزيز وتحفيز نموها بفضل قدرتها على توفير المغذيات وزيادة امتصاصها وتنشيط اليات المقاومة في النبات كما ان لها امكانية حماية النبات من الالتهابات التي تسببها العوامل الممرضة له (Haas et Defago,2005).

5. تصنيف البكتريا الجذرية المحسنة لنمو النبات:

تصنف البكتريا الجذرية محسنة النمو الي مجموعتين:

البكتريا الجذرية محسنة نمو النبات خارج الخلية (ePGPR)، قد توجد هذه البكتريا في منطقة الجذور او على سطح الجذر او في الفرغات بين خلايا قشرة الجذر وتنتمي لها الاجناس البكتيرية

مثل Serratia وPseudomonas وAzotabacter وBacillus وAzospillium وAgrobacterium.

البكتريا الجذرية محسنة النمو النبات داخل الخلية (iPGPR)، يتوضع بشكل عام داخل البنية العقدية المتخصصة في الخلايا الجذرية. تنتمي iPGPRs إلى عائلة Rhizobiaceae Bradyrhizobium وMesorhizobium وFrankia وAllorhizobium.

(Bhattacharyya and Jha,2012 ;Ahmed and Kilbert,2014 ;Rathore,2015)

6. بعض اجناس البكتيريا المحسنة للنمو (PGPR)

Azospirillum.1.6

هي بكتيريا حلزونية متحركة بسوط قطبي تستعمر جذور النجليات خصوصا النباتات المهمة اقتصاديا كالقمح والذرة والارز كما انها تثبت النيتروجين في ظروف قليلة التهوية, أظهرت هذه سلالات اثار مفيدة على نمو النبات وانتاجية المحاصيل.

فهذه البكتيريا تملك القدرة على تحفيز البذور والساق حيث تنتج هرمونات النمو، وحمض الخليك إندول، حمض الجبريليك، السيتوكينينات وكذلك الفيتامينات التي تعزز الزيادة في سطح الجذرمما يؤدي الى زيادة امتصاص الماء والمعادن.

Bacillus.2.6

هي بكتيريا عصوية متواجدة بأعداد كبيرة في التربة حيث تتراوح اعدادها بين 10^6–10^7 في لغرام الواحد من التربة (Probanza et al, 2002) هذه البكتيريا قادرة على انتاج ابواغ تسمح لها بمقاومة الظروف البيئية الغير مواتية تتكاثر بسهولة (Alexander, 1965) لها عمر طويل وتستطيع اذابة الفسفات وانتاج IAA وحامل الحديد ومضاد للفطريات (Charest et al.,2005).

Pseudomonas .3.6

هي عصيات سالبة الجرام ومستقيمة ونحيلة ذات نهايات مستديرة وضيفتها اكسدة وتحليل المركبات العضوية، وهي بكتيريا متحركة وقادرة على استخدام العديد من ركائز الهيدروكربون كمصادر للكربون والطاقة. تمتلك Pseudomonas قدرة عالية على استعمار الجذور

7. اليات عمل البكتيريا المعززة لنموا النبات PGPR

هناك العديد من الأليات التي تستخدمها البكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات وتطوره ويمكن تصنيفها حسب Schroth وKloepper الى اليات مباشرة وغير مباشرة, فهي تحفز بشكل مباشر نمو النبات من خلال قدرتها على توفير المغذيات (النيتروجين والفوسفور و البوتاسيوم و المعادن الأساسية) و انتاج الهرمونات او بشكل غير مباشر عن طريق تقليل التأثيرات المثبطة لمسببات الأمراض في شكل مكافحة بيولوجية (Bhardwag et al.,2014;Lugtenberg and Kamilove,2019)

1.7. اليات العمل المباشرة لبكتريا ال PGPR

يتم التحفيز المباشر لنمو النبات من خلال اذابة العناصر الغذائية من البيئة (النيتروجين والفسفور والمعادن الاساسية) لتسهيل امتصاصها من قبل النبات بالإضافة الى انتاج مركبات مهمة كحامل الحديد والهرمونات النباتية.

1.1.7.اذابة الفوسفات (P)

يعد الفسفور أحد المغذيات الرئيسية والمهمة لنمو النبات وتطوره حيث يلعب دورا في العمليات الايضية في النبات مثل التمثيل الضوئي وتحويل الطاقة والتخليق الحيوي الجزيئي (Khan et al.,2010.) وهو متوفر بكثرة في التربة, ولكنه غير متاح لنباتات لان 95%–99% منه موجود بصورة غير قابلة لذوبان (Pandey and Maheshwari, 2007), يتم اذابة الفسفور غير العضوي من المركبات الغير قابلة لذوبان, بواسطة بكتريا ال PGPR بإطلاق احماض عضوية منخفضة الوزن الجزيئي وارتباطها من خلال مجموعات الهيدروكسيل و الكربوكسيل الخاصة بها

بالفوسفات, والذي يحول في النهاية الفوسفات الغير قابل لذوبان الي شكل قابل لذوبان, فالنباتات تأخذ الفوسفات فقط في شكلين قابلين لذوبان هما الايونات احادية القاعدة(OP,H) و الايونات الاساسية((OP,H(OPH,كما تنتج بعض البكتريا المذيبة للفوسفات الفوسفاتيز الذي يعمل علي تحلل الاشكال العضوية من مركبات الفوسفات بكفاءة ويشار الي هذه البكتريا باسم البكتريا الفسفورية مثل Bacillus وArthrobacter وBeijerinckia وEnterobacter.

.(Parmar and Sindhu, 2013)

2.1.7.تثبيت النتروجين(Fixation de l'azote)

النيتروجين احد العناصر الغذائية الشائعة و اللازمة لنمو النبات وانتاجيته, وهو يشكل جزء لا يتجزأ من الجزيئات الحيوية الاساسية, يوجد النتروجين بنسبة 75% في الغلاف الجوي كغاز خامل غير متوفر لنباتات, تثبيت النتروجين هو عملية تتم من خلالها تحويل الازوت الجوي الي امونيا او مركب نيتروجيني ذي صلة, ويشار اليه بالتثبيت البيولوجي لنيتروجين وهو بديل مفيد وصديق للبيئة, تتمتع البكتريا الجذرية المعززة لنمو النبات بقدرة على تثبيت النتروجين وهذا من خلال اليتين تكافلية و غير تكافلية, تثبيت النيتروجين التكافلي يتضمن التفاعل بين الميكروب والنبات مثل الريزوبيوم الذي يشكل تكافلا مع النبات البقولية والفرنكيا مع النبات غير البقولية (زهران,2001), ويتم تثبيت النيتروجين الغير تكافلي عن طريق الديازوتروفات الحية وهذا يمكن ان يحفز نمو النباتات غير بقولية مثل الفجل و الأرز

3.1.7. اذابة البوتاسيوم (K)

البوتاسيوم هو ثالث المغذيات الاساسية الرئيسية والكاتيونات الاكثر امتصاصا, ويلعب دورا حيويا في النمو والتمثيل الغذائي وتطور النبات, يوجد اغلب البوتاسيوم 90% في التربة على شكل صخور غير قابلة لذوبان ومعادن السيليكات (Kumar and Dubey,2012) وبسبب اختلال التوازن ادت الاسمدة الى نقص البوتاسيوم وخاصة في التربة ذات القوام الخشن, فنقص امتصاص البوتاسيوم يسبب بطئ وضعف في نمو جذور النباتات, وانتاج بذور صغيرة , وقد تم الكشف عن ان بكتريا التربة تلعب دورا رئيسيا في دورة البوتاسيوم الطبيعية, فالبكتريا الجذرية المعززة لنمو

النبات لها قدرة على تذويب صخور البوتاسيوم من خلال انتاج وافراز الاحماض العضوية, لتوفير مصدر كافي من البوتاسيوم في التربة لزيادة المحاصيل الزراعية.

(HS et Lee KD, 2006; Han Kumar P et Dubey RC, 2012)

4.1.7. انتاج حامل الحديد Production de Siderophore

حامل الحديد عبارة عن مركب ذو وزن جزيئي منخفض يتراوح بين 200- 2000 ويشار إليه عادة باسم الحديد المخلب الذي يتم إنتاجه بواسطة الكائنات الحية الدقيقة والنباتات يعد الحديد من المغذيات الدقيقة المهمة للنباتات لأنه يعمل كعامل مساعد في العمليات الأنزيمية واستقلاب الأكسجين والتنفس والتمثيل الضوئي وما إلى ذلك.

إن توفر الحديد محدود بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة في التربة، وبالتالي فقد طورت استراتيجيات امتصاص محددة مثل إنتاج حامل الحديد يمكن لهذه المركبات التي تنتج البكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات أن تمنع تكاثر الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض عن طريق استيعاب الحديد حول منطقة الجذر. ترتبط حاملات الحديد مع أيون الحديد في منطقة الجذور مما يشكل معقدا يؤدي ذلك إلى زيادة معدل إمداد النباتات بالحديد وبالتالي تعزيز نمو النبات وإنتاجية المحصول.

5.1.7. إنتاج الهرمونات النباتية:

إحدى الآليات المباشرة التي تقوم بها البكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات هي إنتاج منظمات نمو النبات أو الهرمونات النباتية مثل الأوكسينات والإيثيلين والجبرلينات والسيتوكينين.

(Arora et al,2013)

1.5.1.7. حمض الإندول الخليك

يعمل هذا المركب كمنظم لنمو النبات حيث يتحكم في تضخم الخلايا من خلال التفاعل مع الهرمونات النباتية الأخرى. وهو الأكسين الطبيعي الأكثر شيوعا الموجود في النباتات وتأثيره إيجابي على نمو الجذور(Miransari M. et Smith DL,2014) ما يصل إلى 80٪ من

البكتيريا الجذرية قادرة على تركيب الإندول حمض الخليك(IAA) المستعمر للجذور السطحية للعمل جنبا إلى جنب مع(IAA) الداخلي في تحفيز تكاثر الخلايا وتعزيز الامتصاص للمعادن والمواد المغذية من التربة (Vessey JK,2003) يؤثر حمض الخليك الإندول على تقسيم الخلايا النباتية وتمديدها وتمايزه, يحفز البذور وانبات الدرنات ويزيد من معدل نمو النسيج الخشبي والجذر؛ يتحكم في عمليات النمو الخضري، يتوسط الاستجابات للضوء والجاذبية والإزهار؛ يؤثر على التمثيل الضوئي، تكوين الصباغ، ومقاومة الظروف المجهدة.

(Spaepen Set Vander Leyden J, 2011)

2.5.1.7. الجبيريلين Gibérillines

يتم تصنيعه بواسطة النباتات الراقية والفطريات والبكتيريا،تم تحديد عدد كبير من الجبرلينات المختلفة (MacMillan2002,) وهي تؤثر على انقسام الخلايا والاستطالة وتشارك في العديد من العمليات مثل إنبات البذور، والإزهار، والإثمار (MacMillan,2002).تشارك الجبيريلين أيضا في تعزيز نمو الجذور لأنها تنظم وفرة شعيرات الجذر (Bottini et al., 2004). تم اكتشاف تعزيز نمو النبات بواسط PGPRs المنتجة للجبريلين من خلال العديد من الدراسات، وغالبًا ما يرتبط هذا التأثير الإيجابي بزيادة محتوى الجبرلين في الأنسجة النباتية.

(Atzhorn et al,1988 ;Joo et al ;2009)

3.5.1.7. انتاج الاثلين

في السنوات الأخيرة، تم اقتراح آلية جديدة لتعزيز نمو النبات تتضمن الإيثلين

(Burdman et al 2000) الإيثلين يعمل كهرمون حساس يحفز نضج الثمار ويمنع شيخوخة الازهار (Oldroyd et al2001) بكتيريا PGPR التي تنتج هذا الإنزيم ستخفف النبات من العديد من الضغوط التي تسببها العدوى وامتصاص المعادن الثقيلة والملوحة العالية وحتى الجفاف . (Glick et al, 1998)

2.7. الاليات الغير مباشر لبكتريا ال PGPR

تفيد البكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات نمو النبات من خلال آليات غير مباشرة تتعلق بعوامل المكافحة الحيوية مثل المضادات الحيوية أو عديدات السكاريد الخارجية أو الإنزمات المحللة الخ.

1.2.7. انتاج المضادات الحيوية

يقترح استخدام المضاد الميكروبي ضد مسببا ت الأمراض النباتية في المحاصيل الزراعية كبديل للمبيدات الكيماوية تلعب البكتيريا الجذرية التي تعزز نمو النبات مثل Pseudomonas, Bacillus دورا حيويًا في تثبيط الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض عن طريق إنتاج المضادات الحيوية تعتبر المضادات الحيوية إحدى آليات عوامل المكافحة الحيوية القوية، حيث يتم إنتاج مضادات حيوية مختلفة للتحكم في تكاثر مسببات الأمراض النباتية.

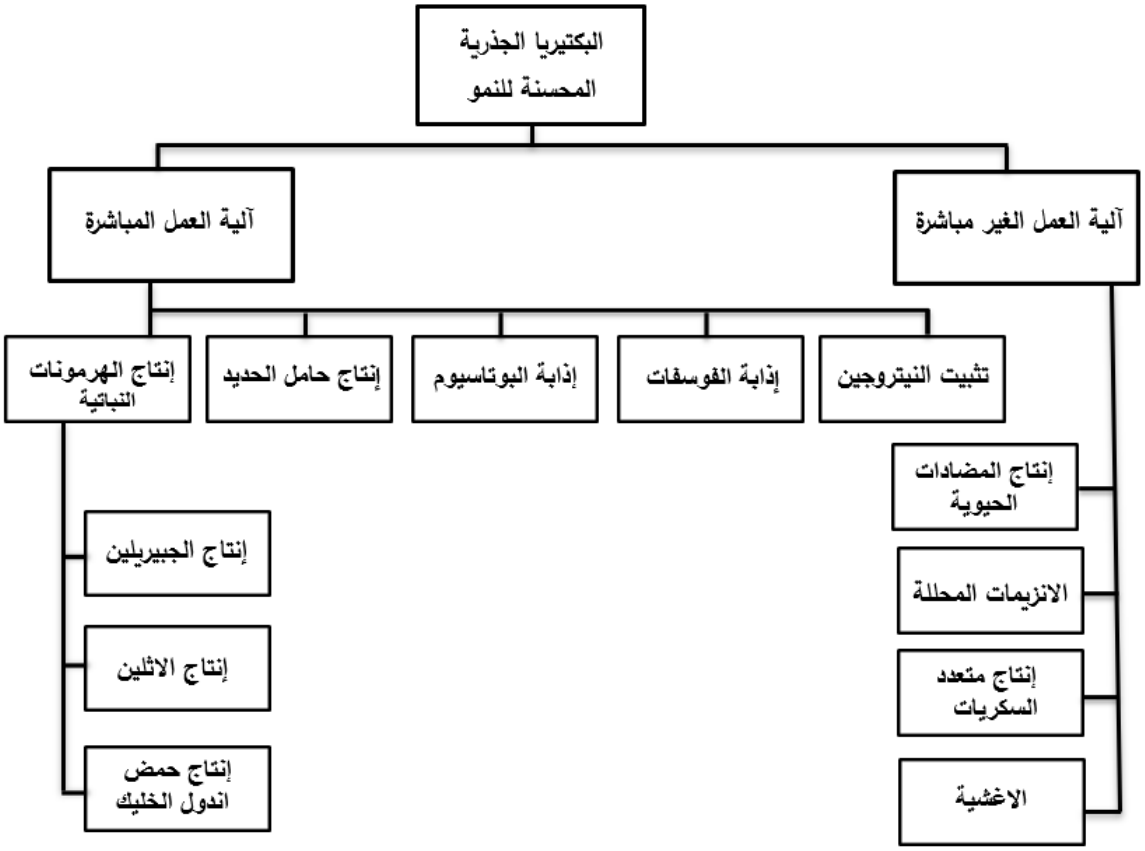
تم التعرف على مجموعة متنوعة من المضادات الحيوية مثل الأمفيسين، والأوميسين أ، والفينازان، والتنسن، والتروبولون، والببتيدات الدهنية الحلقية التي تنتجها البكتيريا، لمنع تكاثر مسببات الأمراض النباتية. (Compant et al., 2005; Gouda et al., 2018)

2.2.7. انتاج السكريات الخارجية

السكريات الخارجية هي بوليمر كربوهيدراتي ذو وزن جزيئي مرتفع يتم إفرازه بواسطة مجموعة واسعة من PGPR وهي مهمة في تكوين الاغشية الحيوية, واستعمار الجذور، والمعالجة الحيوية، وتوافر التبلور، والحفاظ على الوظيفة الخلوية, الاغشية الحيوية عبارة عن مجموعة معقدة من الخلايا البكتيرية المرتبطة بأسطح حيوية وغير حيوية مختلفة يمكنها الاحتفاظ بالرطوبة وحماية جذور النباتات من مسببات الأمراض المختلفة (Quarashi and Sabn, 2012) , السكريات الخارجية المنتجة من قبل PGPR تساعد في زيادة خصوبة التربة والمساهمة في الزراعة المستدامة, بالإضافة إلى ذلك، تشارك عديدات السكاريد الخارجية في تجميع الخلايا وقد يؤدي تخليقها إلى زيادة فرص بقاء البكتيريا على قيد الحياة تحت الجفاف ويساعد في تثبيت النيتروجين عن طريق منع ارتفاع ضغط الأكسجين.

3.2.7. الإنزيمات المحللة Lytic enzymes

يعد تعزيز النمو من خلال النشاط الانزيمي آلية أخرى بواسطة البكتيريا الجذرية لنمو النبات حيث تهاجم بعض الانزيمات مثل ديهيدروجينيز والبروتياز والليباز والكيتيناز وبيتا جلوكاناز والفوسفات مسببات الامراض عن طريق افراز التحلل المائي لجدار الخلية, يعمل الانزيم المائي على تحطيم عوامل الفوعة أو مكونات جدار الخلية المسببة للأمراض التي تعمل بشكل غير مباشر على آلية نمو النبات.



الوثيقة (05): مخطط يوضح آليات عمل البكتيريا المحسنة للنمو.

الفصل الثالث

عموميات حول نبات الفول

تمهيد

تم اكتشاف نبات الفول من طرف العالم لينيس Linnaeus (سعد، 1994) ويعد الفول من أهم المحاصيل البقولية في القطر العربي بفضل قيمته الكبيرة (العثمان والعساف، 2009) إضافة الى بذوره الغنية بالحديد والكالسيوم والفسفور (القشعم، 2015).

ان نبات الفول Vicia Faba L من الخضر البقولية المهمة لقيمته الغذائية المرتفعة وينتمي الي الفصيلة البقولية Fabaeac التي تحتوي على نحو 490 جنسا ونحو 1200 نوعا، وهو من النباتات القديمة جدا زرعه المصريين والاغريق والرمان.

1. التعريف بالعائلة البقولية

العائلة البقولية (Légumineuse) من النباتات الزهرية الراقية، تعرف في علم التصنيف بالفصيلة الفراشية (Fabaceae) وتعد ثالث أكبر عائلة نباتية من مغطاة البذور (angiosperms).

تعرف بعض محاصيل الخضر البقولية باسم Pulse crops, وهي المحاصيل التي تزرع لأجل بذورها الجافة. (أحمد عبد المنعم حسن,2002). وتعتبر العائلة البقولية من اكبر العائلات النباتية، فهي تضم نحو 690 جنس، وحوالي1800نوع. وقد دفع ذلك عالم التقسيم النباتي Hutchinson الى وضع جميع البقوليات في رتبة Leguminales التي ضم اليها ثلاث عائلات هي: البقمية Caesalpiniaeeae, والطلحية Mimosaceae , والفراشية Papilionaceae.(أحمد عبد المنعم حسن ,2002).

الوثيقة (06): توضح بعض البذور البقولية

(https://www.google.com/url?sa=i&url)

2. تعريف نبات الفول (Vicia faba L)

الفول نبات حولي ينتمي إلى العائلة القرنية (*Leguminosae*)، ويعرف بالإسم العلمي Vicia faba L (العثمان والعساف.، 2009)، وهو نبات زرعه الانسان منذ العصر الحجري (7000 سنة قبل الميلاد) موطنه الأصلي مناطق البحر الأبيض المتوسط في الشرق الأوسط (MATHON,1985)، (PERON,2006), إنتشر من مركزه الأصلي الى أوروبا ،مصر وصولا إلى إثيوبيا والهند ،هو نبات ثنائي الصيغة الصبغية (2N) وذاتي التلقيح جزئيا (Wang et al ,2012) ، كما هو خلطي التلقيح (Allogame) ويتراوح طول النبات عند الأزهار ما بين 60 سم إلى 100 سم حسب الصنف وظروف الزراعة (حمداش، 2000) ، ويعتبر غذاء قيم كونه غني بالبروتينات للإنسان والحيوان (Ali et al.,2011) حيث يستغل لسد الفجوة في الطلب على البروتين الحيواني (الحسانين، 2014)، ويعمل على تحسين خواص التربة وزيادة خصوبتها وذلك

لقدرته على تثبيت الآزوت الجوي بفضل العقد البكتيرية المتشكلة على جذوره (العثمان والعساف،2009).

الوثيقة (07): توضح بذور الفول (Vicia faba L)

(https://www.google.com/url?sa)

3. الموطن الأصلي لنبات الفول (Vicia faba L)

الموطن الأصلي لنبات الفول هو آسيا الغربية وشمال افريقيا، عرفته الصين منذ 2800 سنة قبل الميلاد (ناوي ومالكي، 2001)، وقد انتشرت زراعته الى أوروبا في كل من إيطاليا وفرنسا وإسبانيا وفي السنوات الأخيرة أصبح محصول إقتصادي هام لدى الولايات المتحدة الأمريكية، كما عرف عند قدماء المصريين وقدماء الأغريق والرومان (حسن، 2002).

4. تصنيف نبات الفول (Vicia faba L)

حسب (Dajoz,2000) فان تصنيف نبات (*Vicia faba* L) كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول (01): التصنيف النباتي لنبات الفول (Vicia faba L) حسب (Dajoz,2000)

Règne	Planta	المملكة
Embranchement	Spermaphytes	الشعبة
Sous- Embranchement	Angiospermes	تحت الشعبة
Classe	Dicotylédones	الصنف
Sous- Classe	Dialypétales	تحت الصنف
Ordre	Rosales	الرتبة
Famille	Fabaceae	العائلة
Sous- Famille	Papilionacées	تحت العائلة
Genre	Vicia	الجنس
Espèce	Vicia faba L	النوع

5. مورفولوجية نبات الفول

الفول نبات حولي لا يتجاوز المتر علوا يتشكل مورفولوجيا من مجموع خضري ومجموع جذري كما يلي:

1.5. المجموع الجذري

جذر نبات الفول وتدي يتعمق في التربة إلى مسافات قد تصل من 60 الى 80 سم، يتفرع من الأعلى إلى جذيرات تمتد بشكل أفقي الى مسافة تصل الى 50 سم تقريبا، هذا التفرع يساعد النبات على امتصاص غذائه من التربة كما يساعد على الزيادة في تكوين العقد البكتيرية المثبتة للآزوت الجوي في أطراف الجذيرات كما توضح الوثيقة (01). (كور وخرشيد.، 2001)

2.5. المجموع الخضري

أ. الساق

الساق قائمة مضلعة ذات أربع أوجه طولها من 60 الى 160 سم تتفرع من الأسفل من 3 الى 6 أفرع فوق سطح التربة وهي جوفاء لونها أخضر يسود عند الجفاف. (كذلك، 2001)

ب. الأوراق

الورقة ريشة مركبة من ثلاثة الى خمسة أو سبع وريقات ذات شكل بيضوي كاملة الحواف والوريقة الطرفية متحورة إلى محلاق قصير ذات أذينتان صغيرتان يوجد أسفلهما غدد منتجة للرحيق. (حمداش،2000)

ج. الأزهار

تحمل أزهار الفول في نورات عنقودية إبطية وتتكون كل نورة من 2 الى 6 أزهار، والزهرة فراشية خنثى بيضاء اللون بجانبها بقع سوداء، يتكون كاس الزهرة من 5 سبلات والتويج من قلم وجناحان وزورق، أما الطلع فيتكون من 10 أسدية 9 منها ملتحمة وواحدة سائبة. (حسين، 2002)

د. الثمار

الثمار قرنية مكونة من كربلة واحدة قشرتها جلدية مبطنة بزغب أبيض طولها يتراوح بين 8 و40 سم وعرضها بين 1 و3,5 سم، عدد الحبات في القرن الواحد يتراوح بين 1 و8 حبات حسب الصنف والظروف الزراعية، يأخذ القرن شكلا مستقيما يميل إلى الانحناء قليلا أخضر يميل إلى الاسمرار عند تمام النضج.

هـ. البذور

تتميز بكونها عديمة السويداء، يشاهد على جانبيها ندبة كبيرة سوداء هي السرة Hélium تمثل مكان اتصال البذرة بالحبل السري، والذي كان يصلها بغلاف الثمرة وقرب أحد طرفي السرة يوجد

جزء صغير داكن الل ون يخفي تحته الجذير، وعند نهاية الجذير توجد فتحة صغيرة تسمى بالنقير microphyle يمكن رؤية النقير بسهولة في بذرة منقوعة في الماء فإذا ضغطت ينتشر الماء منه وهناك غلافان بذريان متحدان ينشآن من النمو اللحافي للبويضة كما يشكل الجنين كامل الفراغ المتكون ضمن غلاف البذرة وهو يتألف من فلقتين كبيرتين سميكتين تحتويان على مواد نشوية وبروتينية يتصلان بواسطة محور.

6. دورة حياة نبات الفول

يمر نبات الفول بمرحلة حياة موسمية تبدأ من الزراعة إلى الحصاد ويمكن توضيحها كما يلي:

1.6. مرحلة الإنبات

يبدا إنبات بذور الفول في درجة حرارة تبلغ 4 درجة مئوية وذلك من اليوم 8 الى 12 بعد الزرع تحت الظروف الطبيعية (البحرة وغستاني، 2003)

1.1.6. العوامل الرئيسية للإنبات

- يجب أن تكون البذرة حية، بمعنى أن يكون الجنين حي وله القدرة على الانبات.
- عدم وجود البذرة في حالة سكون وأن يكون الجنين قد مر بمجموعة من التغيرات ما بعد النضج، وليس هناك موانع كيميائية أو فيزيولوجية تعيق عمل الانبات.
- توفر الظروف البيئية الضرورية للإنبات ومنها الماء ودرجة الحرارة والأكسجين وأحيانا الضوء.

2.1.6. مراحل الانبات

أ. المرحلة الأولى (مرحلة امتصاص الماء)

وفيها تقوم البذور الجافة بامتصاص الماء مما يزيد من المحتوى الرطوبي للبذور، ويعقب ذلك انتفاخ البذور وزيادة أحجامها ويصاحب هذا الانتفاخ تمزق أغلفة البذور فيبدأ نشاط الانزيمات التي تكونت اثناء تكوين الجنين، وكذلك تخليق بعض الانزيمات الجديدة. كما تنشط بعض المركبات

الكيميائية الخاصة بإنتاج الطاقة اللازمة لعملية الانبات مثل ال ATP وفي نهاية هذه المرحلة يمكن مشاهدة أولى مظاهر الانبات والتي تتمثل في ظهور الجذير.

ب. المرحلة الثانية (مرحلة هضم المواد الغذائية)

ويحدث في هذه المرحلة تحول المواد الغذائية المعقدة مثل الكربوهيدرات، الدهون والبروتينات المخزنة في الأندوسبرم أو الفلقات الى مواد بسيطة تنتقل إلى نقطة النمو الموجودة بمحور الجنين، والتي يسهل على الجنين تمثيلها.

ج. المرحلة الثالثة (مرحلة النمو)

في هذه المرحلة يحدث نمو البادرة الصغيرة كنتيجة لاستمرار الانقسام الخلوي الذي يحدث في نقط النمو المختلفة والموجودة على محور الجنين، وبتقدم مراحل النمو تأخذ البادرة الشكل الخاص بها.

2.6. مرحلة النمو

تبدأ فترة النمو منذ ظهور البادرة فوق الأرض، وتمتد الى 55 – 65 يوم الى تفتح آخر زهرة، تنقسم فترة النمو الى فترتين فترة النمو الخضري وفترة النمو الثمري ولا يمكن فصل أحدهما عن الأخرى. (البحرة وغستاني، 2003)

3.6. مرحلة الإزهار

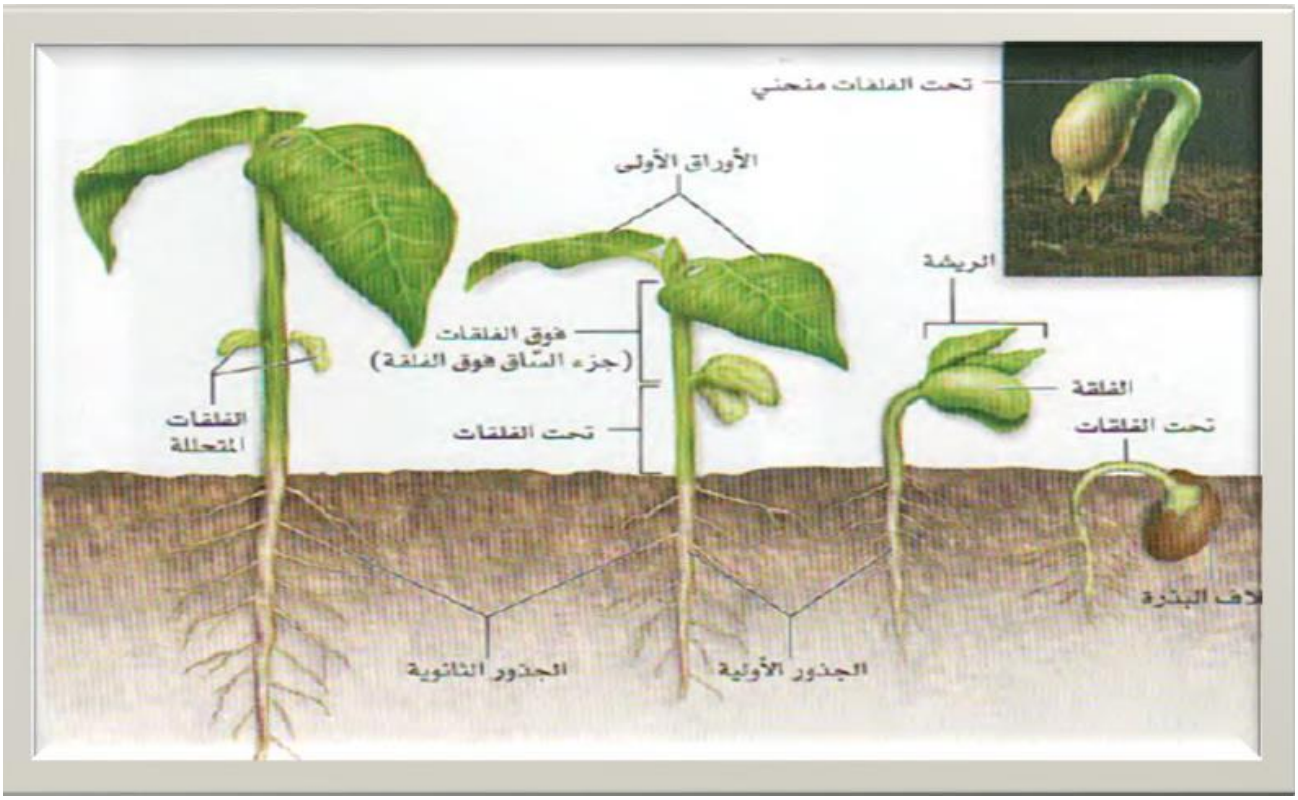
تبدأ فترة الإزهار منذ تفتح أول زهرة على النبات حتى عقد آخر زهرة وتبلغ هذه الفترة من 25 إلى 55 يوما وتكون هذه الفترة في الأصناف المبكرة من 20 إلى 29 يوما وفي الأصناف المتأخرة من 40 إلى 55 يوما. (كيال، 1988)

4.6. مرحلة الإثمار

تبدأ من عقد أول ثمرة حتى آخر ثمرة على النبات وتتراوح مدته من 4 الى 55 يوما وتتداخل مع فترة الإزهار وكذلك مع فترة النمو ولا يمكن فصلهم عن بعضهم البعض (البحرة وغستاني، 2003)

5.6. مرحلة النضج

تنحصر فترة النضج منذ تمام نضج أول ثمرة حتى اكتمال نضج آخر ثمرة، ويبدأ هذا بظهور الاصفرار على النبات وتتراوح مدته بين 45 و60 يوما، يتداخل جزء منها مع فترة الإزهار، الجزء الثاني مع فترة الإثمار والجزء الثالث يمتد مع موعد الحصاد. (كيال، 1988)



الوثيقة (08): مخطط يوضح اهم مراحل نمو نبات الفول (ريفن واخرون,2008)

7. متطلبات زراعة نبات الفول

1.7. التربة

تنجح زراعة الفول في الأرض الطينية الرملية، جيدة الصرف أو في الأرض الخفيفة الحاوية على نسبة عالية من المواد العضوية وعلى نسبة قليلة من الكلس. (البحرة ودغستاني، 2003)

2.7. الحرارة

يحتاج نبات الفول إلى درجات حرارة محصورة بين 6 – 30 درجة مئوية، حيث يكون أكثر حساسية في الدرجات المنخفضة الأقل من 4 درجات مئوية خاصة خلال مرحلة الإزهار وتكوين البذور، أما إذا تعدت الدرجة 30 فانها تؤدي إلى تساقط الأزهار. (كور خورشيد، 2001)

3.7. الإضاءة

الفول من نباتات النهار الطويل ويؤثر الضوء على النمو الخضري والأزهار حيث يزيد نموها بزيادة الفترة الضوئية. (شفشق والدبابي، 2008)

4.7. الرطوبة

يعتبر نبات الفول من النباتات الأكثر تواجدا في المناطق الرطبة، ويحتاج إلى كمية مهمة من الرطوبة على مستوى التربة خاصة في الفترات الأولى من النمو. (العثمان والعساف، 2009)

8. القيمة الغذائية والأهمية الاقتصادية لنبات الفول

1.8. القيمة الغذائية

الفول هو أحد البقوليات الموجهة للاستهلاك البشري والحيواني (Goyoaga et al.,2011)، وهو غذاء مهم للغاية خاصة بالنسبة للسكان ذوي الدخل المنخفض، الذين لا يمكنهم دائما الحصول على بروتين من أصل حيواني. (Daoui,2007)

حسب (Gordon,2004) يعد الفول مصدرا ممتازا للألياف القابلة وغير القابلة للذوبان، الكربوهيدرات المعقدة، الفيتامينات (B9 et C) والمعادن (خاصة البوتاسيوم، الفوسفور، الحديد والنحاس) وغيرها.

الجدول(02) : متوسط التركيب الكيميائي لكل100غرام من الفول.

(Fachmann and Kraut, 2006)

المكونات (g)	الفيتامين (mg)
Glucides 10,0	Acide ascorbique 82,00
Prottides 5,40	B1 (thiamine) 0,300
Lipides 0,30	B2 (riboflavine) 0,200
Eau..... 82,0	B3 (nicotamide) 1,800
Minéraux (mg)	Apports énergétiques
Potassium 210,0	K calories 64,00
Phosphore 105,0	K joules 268,0
Calcium 24,0	
Magnésium 18,0	
Chlore 14,0	

2.8. الأهمية الاقتصادية للفول

يبرز الدور الاقتصادي الكبير لمحصول الفول من خلال قدرته على تثبيت الازوت الجوي عن طريق البكتيريا العقدية (رقية واخرون، 2008) المتشكلة على جذوره ويساعد الفول في المحافظة على خصوبة التربة (كور وخورشيد، 2001) وادخار كمية من البروتين في البذور وفي جميع أجزاء النبات ويساهم الفول في تحويل المركبات المعدنية صعبة الانحلال الى مركبات سهلة وخاصة المركبات الفوسفورية وذلك نتيجة لإفراز جذوره مواد تحلل هذه المركبات وتجعلها أكثر اتاحة للامتصاص من قبل النبات والمحصول اللاحق في الدورة الزراعية(حياص وآخرون، 2007).

يمكن الاستفادة من الفول صناعيا من بروتيناته لتشكيل مواد هلامية كما يمكن استخدامها في انتاج الرغوة والمستحلبات وصناعة المواد اللاصقة (البحرة ودغستاني، 2003)

9. أهم أمراض نبات الفول وطرق مكافحتها

يتعرض نبات الفول للعديد من الامراض والفيروسات التي تشكل خطر كبير على نموه وتطوره وعلى انتاجه، وتعتبر الامراض الفطرية الاكثر خطورة لان اصابة النبات بهذه الامراض ينتج عنه العديد من الخسائر التي تقلل من هذا الانتاج الزراعي ولتحسين ووفرة هذا الانتاج تم اقتراح طرق للوقاية والتقليل من خطورة الامراض.

- ✓ مرض الصدأ هو المرض الذي يسببه فطر Uromyces vicia faba التي تتمثل اعراضه في تلون الاوراق باللون الاصفر وجفاف الاوراق وسقوطها وللوقاية وللمكافحة من هذا المرض:
  - تبل الحبوب في الزراعة بمحلول سلفات النحاس بنسبة 5,5% لمدة 05 دقائق (محمد صادق المط,1975).
- ✓ التبقع اللوني هو المرض الذي يسببه فطر Botrytis fabue تتمثل اعراضه في ظهور بقع بنية صغيرة على الأوراق للوقاية منها يجب:
  - رش النباتات بإحدى المبيدات الجاهزة
  - اتباع دورة زراعية مناسبة (السيد,2009)
- ✓ فيروس الموزايك الأصفر تسببه حشرة المن من اعراضه تقزم النبات ونقص الإنتاج تتم مكافحته من خلال:
  - مكافحة حشرة المن باستعمال مبيدات حشرية مناسبة (السيد,2009)
- ✓ الهالوك هو نبات يتطفل على جذور الفول في الحقل فيمتص منها غذائها فيسبب ضعف النبات وربما يكون السبب في موته ولتخلص من هذه الافة لا بد من اتباع العمليات التالية:
  - قلع شماريخ الهالوك قبل تمام ازهارها ثم جمعها وحرقها بعيدا عن حقل الفول.
  - بعد حصاد الفول تحرث الارض حراثة صيفية متقنة ثم تشمس فترة تزيد عن الشهر.
  - لا يزرع بعد الفول محول بقولي او اي محصول يكون عائلا للهالوك.
  - تطبق في الارض دورة زراعية خاصة لا يدخل فيها الفول او اي محصول بقوليا ونوع من خضار العائلة الباذنجانية كالبندورة والبطاطا والباذنجان. (محمد صادق المط,1975).

الجزء التطبيقي

الفصل الأول

المواد وطرق العمل المستعملة

1. الهدف من البحث

يهدف هذا البحث الى دراسة مدى تأثير البكتيريا المعززة لنمو النبات على نمو وإنتاجية نبات الفول Vicia faba L في تربة محسنة بالفوسفات المحلي.

2. مراحل التجربة

أجريت هذه التجربة على مرحلتين حيث:

- مرحلة الأولى الزراعة بالحقل التجريبي لجامعة الشهيد حمه لخضر.
- مرحلة الثانية القياس والتحاليل المخبرية بمخبر كلية علوم الطبيعة والحياة بجامعة الشهيد حمه لخضر أفريل 2024

3. موقع التجربة

اجريت التجربة في الحقل التجريبي بجامعة الشهيد حمة لخضر بولاية الوادي المحدد بالنقاط ذو الاحداثيات الموضحة في الجدول ادناه:

الجدول (03): احداثيات موقع التجربة

النقاط	دوائر العرض	خطوط الطول
A	6°51'36"E	"48'23°33N
B	6°51'23"E	33°23'43"N
C	6°51'24"E	33°23'43"N
D	6°51'24"E	33°23'44"N

الوثيقة (09): خريطة تمثل موقع التجربة (Google Earth, 2024)

4. المواد والوسائل

1.4. المواد

1.1.4. المادة النباتية: استعمال 360 بذرة نبات فول Vicia faba L تم جلبها من وحدة بيع البذور على مستوى منطقة الرباح بالكمية الكافية للتجربة مع مراقبتها من حيث سلامة الحبة.

2.1.4. الفوسفات: تم جلب 54 كلغ من الفوسفات المحلي الموجود في جبل العنق بتبسة المتوفر من قبل شركة مناجم الفوسفات (Somiphos) .

3.1.4. السماد العضوي: سماد اغنام جاف (مر عليه اكثر من سنة)

4.1.4. اللقاح البكتيري: استخدام لقاح Vitabac وهو لقاح بكتيري للتربة والجذور لجميع النباتات

2.4. الوسائل ولأدوات المستعملة

الجداول التالية توضح الادوات والوسائل المستعملة في كل مرحلة:

الجدول (04): الأدوات المستعملة في الحقل التجريبي

المرحلة	الادوات
الزراعة	شبكة السقي بالرش. ادوات حرث (معول، رفش، عربة، مشط الارض). اناء بلاستيكي ميزان، مقياس شريطي.

الجدول (04): الأدوات والمحاليل المستعملة في المخبر

المرحلة	الادوات	المحاليل	الاجهزة
اجراء القياسات	• انابيب اختبار زجاجية • شريط لاصق • مناديل ورقية • ورق المنيوم • ماصة يدوية • ميكروبيبات • اكياس بلاستيكية • مقص	• TCA, Folen Vanillin • حمض الكبريت المركز • ماء مقطر • الفينول • الاسيتون • كبريتات النحاس)ِ(CuSO4 • هيدروكسيد الصوديوم NaOH	• جهاز الرج المغناطيسي Vertex • جهاز المطيافية الضوئية • جهاز الطرد المركزي • حمام مائي • جهاز الحاضنة

5.تهيئة المزرعة وتحضير البذور

1.5. تحضير البذور

تم تقسيم 360 بذرة فول على أناءين بلاستيكيين في كل اناء 180 بذرة، حيث تم وزن حبات الفول في الاناء الاول واضافة 1غ من مسحوق البكتريا لكل 1 كغ من البذور، اما في الاناء الثاني تم تركها بدون اضافات.

2.5. تهيئة حقل التجربة

تم اختيار مساحة ارضية من الحقل التجريبي للجامعة مجهزة بمرشات الري بمساحة 10 م x 6 م ومقسمة الى اربعة خطوط حيت تمت تنظيفها واضافة كميات متساوية من السماد العضوي ومن ثما معاملة كل خط بشكل مختلف حيث في كل خط:

- ✓ **خط الزرع الاول:** تربة محسنة سماد عضوي فقط.
- ✓ **خط الزرع الثاني:** تربة محسنة سماد عضوي فقط.
- ✓ **خط الزرع الثالث:** تربة محسنة بالسماد العضوي والفوسفات بحيث لكل 1 متر خطي 1كغ من الفوسفات.
- ✓ **خط الزرع الرابع:** تربة محسنة بالسماد العضوي والفوسفات بحيث لكل 1 متر خطي 1 كغ من الفوسفات.

مع تقليب التربة في كل خط زرع بعمق 20-15سم ثم السقي لمدة كافية.

حرث الارض

القياس

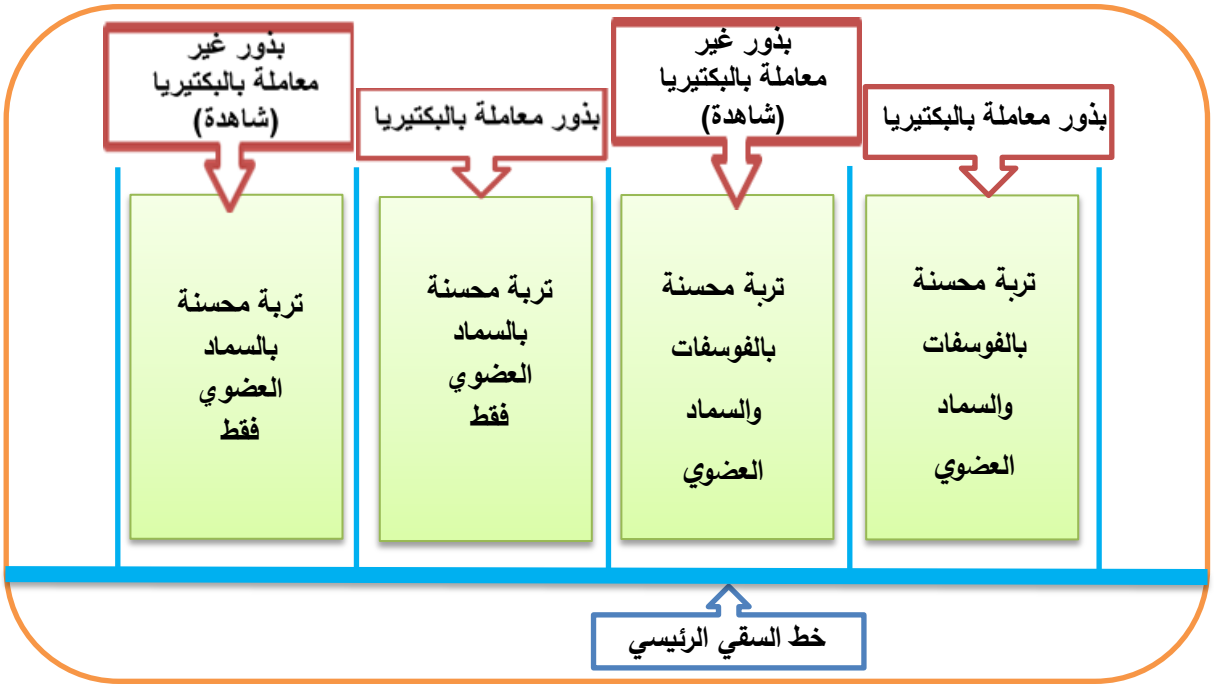
السماد العضوي

وزن الفوسفات

الوثيقة (10): صور توضح عملية تهيئة حقل التجربة

6. عملية الزراعة

تمت زراعة البذور على عمق 5-2 سم بتباعد مسافة 20 سم بين كل بذرتين



الوثيقة (11): توضح مخطط حقل التجربة

7. المعايير المدروسة

1.7. نسبة الانبات

حساب النسبة المئوية للإنبات حسب (Kader,2005) بتطبيق المعادلة التالية:

نسبة الانبات(GP %) = (عدد البذور المنتشة / عدد البذور الكلي) X 100

2.7. سرعة الانبات

GR = ∑(ni/ti) تم حسابها حسب (سمان وشعبان,2014) حيث :

ti: اليوم الذي اخذ فيه العد

ni : عدد البذور النابتة في اليوم

3.7. عدد القرون والحبات : عدد القرون والحبات في القرون لكل نبتة، ثم حساب المتوسط وفقا للعلاقة: – المجموع الكلي لعدد القرون / عدد النبتات

– المجموع الكلي لعدد الحبات / عدد النبتات

4.7. الوزن الرطب والجاف لحبة الفول :

أ–**الوزن الرطب:** بعد نزع حبات الفول من القرون نقوم بوزنها.

ب–**الوزن الجاف:** وزن حبات الفول بعد وضعها في الحاضنة لمدة 48 ساعة في درجة حرارة 64C°.

نزع حبات الفول من القرون

احضار النباتات

الوزن الجاف

الوزن الرطب

الوثيقة (12): صور توضح بعض عملية نزع ووزن الثمار

5.7. تقدير نواتج الايض (الكربوهيدرات، البروتينات، الدسم)

أ. تحضير المادة النباتية:

الجمع
- تم جمع النباتات في المرحلة الثمرية (وجود بذور) من مكان الزرع بتاريخ أفريل 2024

التجفيف
- بعد عملية الجمع تم غسل و تنقية الثمار بالماء للتخلص من الغبار وبعض العوالق ثم نقوم بتقسيمها الى اجزاء صغيرة ووضعها لمدة 24 ساعة في الحاضنة على درجة حرارة 64°C

الطحن
- بعد التأكد من أن الثمار جففت بشكل تام، نقوم بطحنها بواسطة هاون وتصفيتها بواسطة مصفاة تم وضعها في عبوات نظيفة محكمة الغلق.

الوثيقة (13): صور توضح عملية تحضير المادة النباتية

ب. تحضير المستخلصات

تم تحضير المستخلصات لتقدير نواتج الايض الاولي حسب طريقة (Shibko et al.,1966) الموصوفة من طرف (Amira,2013;Beldi,2007) من مسحوق العينات النباتية وذلك باتباع الخطوات التالية:

- اخذ 0,25 غ من المساحيق الاربعة من ثمار الفول ووضعها في بيشر.
- اضافة 2,5 مل من Acide trichloracétique TCA (20%) ثم الخلط بجهاز الرج المغناطيسي لمدة 5دقائق ثم وضعها في انابيب زجاجية.
- فصل الخليط بجهاز الطرد المركزي لمدة 10 د بسرعة 3000 دورة في الدقيقة والحصول على الطافي I الذي نقدر به الكربوهيدرات.
- اما الراسب I نضيف له 1مل من محلول éther/chloroforme (1V/1V).
- فصل الخليط مرة اخرى بجهاز الطرد المركزي لمدة 10 د وبسرعة 3000 دورة في الدقيقة للحصول على الطافيII الذي نقدر به الدهون.
- اما الراسب II نضيف له2.5مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (N0.1) ويرج الخليط ثم نقدر به البروتين.

ج. تقدير الكربوهيدرات

وضع 1 مل من الطافي الاول في انابيب اختبار زجاجية ثم اضافة 0,5 مل من الفينول (5%) ثم 2,5 مل من حمض الكبريت المركز، رج وترك العينات لمدة 15 دقيقة، قراءة شدة الامتصاصية الضوئية عند طول الموجة الضوئية 490 نانومتر بوسطة المطيافية الضوئية.

يتم حساب تركيز السكريات وفق المعادلة:

تركيز السكريات = 1.24 + 97.44 x (القراءة A عند 490 nm) ميكرو غ/100 ملغ مادة نباتية

د. تقدير البروتين

وفق (Bradford.1976) الموصوفة من طرف (Kruger.2009) مع بعض التعديلات (في الكميات المستعملة)، نأخذ 0.1 ملل من طافي ثلاثة ونضيف له 1ملل من محلول D ونضيف 1ملل من المحلولC ، ثم يترك في حرارة المخبر لمدة 30 د ثم القراءة على جهاز المطيافية الضوئية على موجة A750 .

يتم تقدير البروتين وفق المعادلة:

نسبة البروتين = 6.25 x 100/1000 x (القراءة A عند 750 nm / وزن العينة)

هـ. التقدير الكمي لدهون

تم تقدير الدهون وفق طريقة (Goldsworthy et al,1972) الموصوفة من طرف (Beldi,2007) وذلك باتباع الخطوات التالية :

✓ **تحضير المحلول القياسي للدهون**

اذابة 2,5 ملغ من الزيت (100% صوجا) في 1 مل من محلول éther/chloroforme (V1/V1) للحصول على محلول ذو التراكيز µg (1000,1500,2000,2500).

✓ **تحضير المحلول الكاشف: Sulfophosphvanillinique**

اذابة 75 ملغ من Vanilline في 11 مل ماء مقطر ثم اضافة39 ملل من حمض الفوسفوريك H_3PO (85%) للحصول على حجم 50 مل.

✓ **الخطوات العملية للتقدير:**

- وضع 0.1 مل من سلسلة المحلول القياسي المحضرة وكذلك من مستخلص العينات الطافي (II) في انابيب اختبار زجاجية.

- اضافة 0.1 مل من حمض الكبريت المركز.
- رج الانابيب ثم تترك لمدة 10 دقائق في حمام مائي عند 100 درجة مئوية.
- بعد ان تبرد الانابيب نأخذ منها 0,15 مل ونضعها في انابيب اخرى.
- اضافة 1,5 مل من الكاشف المحضر. (Sulfophosphvanillinique)
- خلط الانابيب في الظلام لمدة 30 د.
- حيث في وجود الدهون يتحول لون المحلول الى الوردي.
- قراءة شدة الامتصاصية الضوئية عند طول موجة 530 نانومتر بواسطة جهاز المطيافية الضوئية.
- رسم المنحنى القياسي باستغلال قراءة النتائج المحاليل القياسية التي تحدد تراكيز الدهون في كل عينة بـmg/g من المادة الجافة.

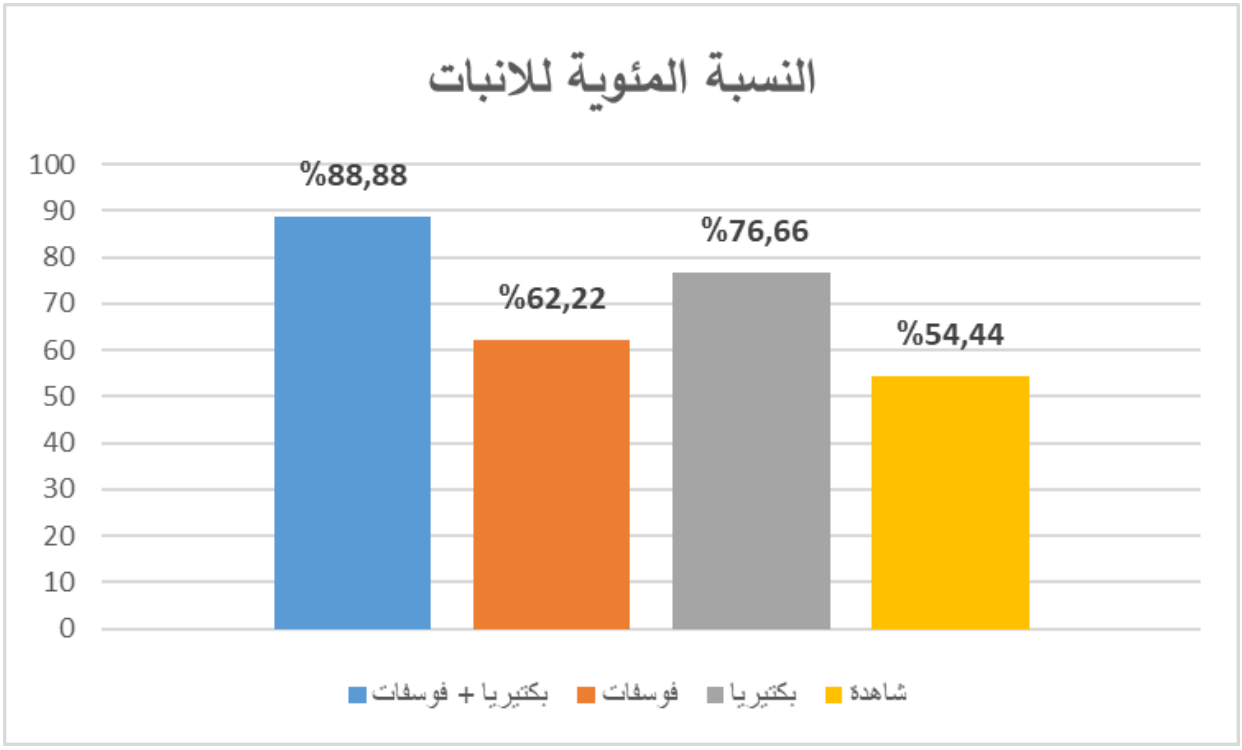
الفصل الثاني
النتائج والمناقشة

بعد اتمام تهيئة الحقل وتحضير البذور تمت زراعة 30 بذرة فول في كل خط زرع بتاريخ 20 ديسمبر 2023 بمسافة 20 سم بين كل بذرتين على عمق 03 سم والسقي المنظم والمراقبة الدورية لمتابعة عملية الانتاش وظهور الثمار ونمو النبات حيث تم ملاحظة بداية الانتاش بتاريخ 09 جانفي 2024

1. نتائج القياسات

1.1. نسبة الانبات

تم حساب النسبة المئوية للإنبات حسب الطريقة المذكورة سابقا، والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (14): النسبة المئوية لعملية انبات بذور الفول

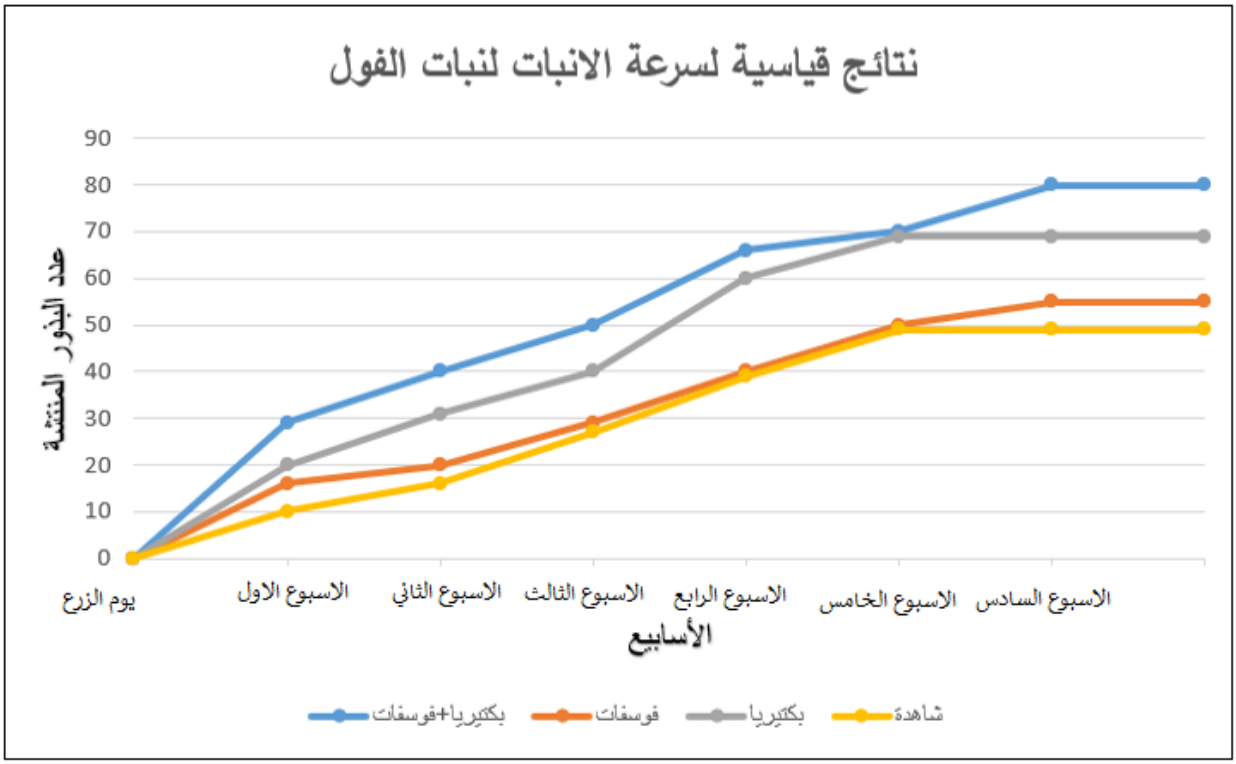
تمثل الوثيقة اعمدة بيانية تظهر النسب المئوية لإنبات بذور الفول في حالات زرع مختلفة حيث كانت اعلى نسبة انبات عند البذور المعاملة بالبكتيريا في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي بنسبة 88,88%, تليها نسبة انبات البذور المعاملة بالبكتيريا وتربة محسنة بالسماد العضوي فقط بنسبة 76,66%, اما نسبة انبات البذور الغير معاملة بالبكتيريا والمزروع في

تربة محسنة بالفوسفات والسماد العضوي فكانت 62,22%,اما اقل نسبة فكانت لبذور النبات الشاهد بنسبة 54,44%.

يمكن لبكتريا PGPR ان تحفز نمو النبات من حيث زيادة نسبة الانبات وهذا ما بينه (Kloepper and Adesemoye, 2009) في دراستهما لأهم الفوائد المستمد من تفاعلات النبات مع البكتريا الجذرية المعززة لنمو النبات والتي كان من اهم نتائجها زيادة معدل إنبات البذور، وهذا ما أظهرته الوثيقة(14)،حيث يمكن للبكتريا الجذرية المعززة لنمو النبات ان تحفز نمو النبات من خلال رفع معدل الإنبات، عن طريق زيادة وتسهيل امتصاص المغذيات ومن بينها الفوسفات(Karthikeyan et al, 2010).

2.1. سرعة الانبات

من خلال نتائج المراقبة الدورية لإنبات بذور الفول في مختلف الترب المزروعة قمنا برسم المنحنى البياني التالي:



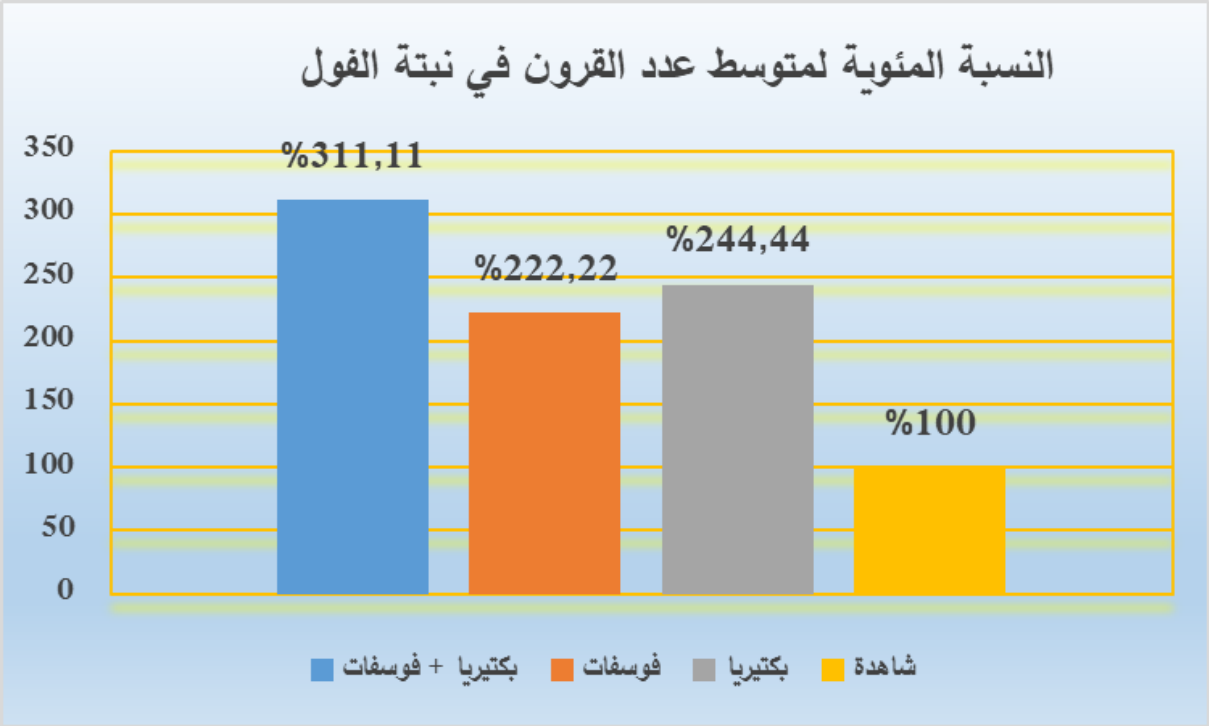
الوثيقة (15): النسبة المئوية لسرعة انبات بذور الفول

يمثل المنحنى البياني عدد البذور المنتشة لنبات الفول بدلالة الزمن الاسابيع وهذا في حالات زرع مختلفة حيث لاحظنا تزايد عدد البذور المنتشة في العينات الاربع بمرور الزمن، وكانت الزيادة الاكبر للفول المعامل بالبكتريا وخاصة المزروعة بتربة محسنة بالفوسفات وهذا بالمقارنة بنبات الفول الشاهدة وفي نفس التحسين، كما نلاحظ ايضا ثبات في عدد البذور المنتشة للعينات الاربع خلال الاسبوع السادس حيث كانت اعلى قيمة لبذور المعاملة بالبكتريا والمزروعة بتربة محسنة بالفوسفات وهي80 بذرة منتشة، اما بالنسبة للفول الشاهد في نفس التحسين فقد كانت قيمته 56 بذرة منتشة اما الشاهدة والمعاملة بالبكتريا المزروعتان في تربة محسنة بالسماد العضوي فقط فقد كانت 50 و69 على التوالي.

ونشير الى انه يمكن للبكتريا الجذرية المعززة لنمو النبات ان تحفز نمو النباتات من حيث زيادة سعة الإنبات، فحسب دراسة قام بها (Adesemoye and Kloepper, 2009) لتجميع اهم الفوائد المستمد من تفاعلات النبات مع PGPR والتي تمثلت في تحسين في معدل وسرعة إنبات البذور، والتي تتوافق مع نتائج الوثيقة(15)، حيث تؤكد ان البكتريا يمكن ان تكون قد حفزت النبات على الإنبات من خلال تحسين تغذية النبات عن طريق زيادة امتصاص الفوسفور والذي جاء في دراسة ل(Karlidag et al, 2007).

3.1. عدد القرون في نبات الفول

تم اختيار خمس نباتات عشوائيا من كل خط زرع، وعد عدد قرون ثمار الفول فيها وتم حساب النسبة المئوية لمتوسط عدد القرون لنبة الواحدة، والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (16): النسبة المئوية لمتوسط عدد القرون في نبتة الفول

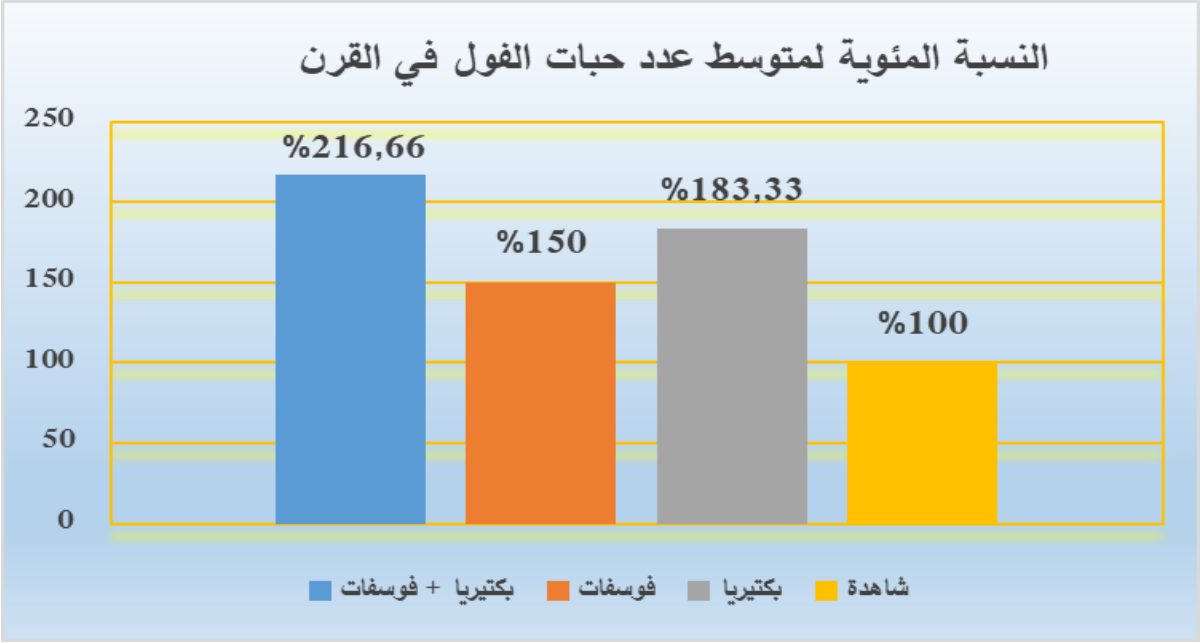
تمثل الوثيقة اعمدة بيانية تظهر النسب المئوية لمتوسط عدد القرون في نبتة الفول في حالات زرع مختلفة حيث نلاحظ ان متوسط عدد قرون نبات الفول المعامل بالبكتيريا كان اعلى في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي وكذلك في التربة المحسنة بالسماد العضوي فقط مقارنة بالنبات الشاهد الذي بلغ متوسط عدد القرون 1,8 والتي نعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الاخرى, حيث بلغ متوسط عدد قرون النبات المعامل بالبكتيريا والمزروع في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي 5,6 بنسبة 311,11% اما في التربة المحسنة بالسماد العضوي فقط فقد بلغ 4,4 بنسبة 244.44%, اما متوسط عدد القرون في نبات الفول الغير معامل بالبكتيريا في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي فكان 4 بنسبة 222.22%.

نشير الى امكانية تحسين البكتيريا الجذرية المحسنة لنمو لعدد القرون في النبات وهذا ما أظهرته دراسة قام بها (Kumar et al, 2009) والتي بينت التأثير الايجابي لبكتيريا PGPR على زيادة عدد القرون في نبات الحمص وهذا بالمقارنة مع النباتات غير الملقحة ،والتي تتوافق مع نتائج الوثيقة(16)، وفي دراسة أخرى ل (Yasmin et al.2006) التي أظهرت فوائد التلقيح ببكتريا PGPR على انتاجية نبات البطاطس وزيادة نشاط إذابة الفوسفور، حيث يمكن

أن تؤكد امكانية البكتيريا الجذرية المحسنة لنمو على اذابة الفوسفات غير العضوي وتسهيل امتصاصه من قبل النبات.

4.1. عدد حبات الفول في القرن

تم حساب عدد حبات الفول في كل قرن في الخمس نباتات السابقة وتم حساب النسبة المئوية لمتوسط عدد حبات الفول في القرن الواحد، والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (17): النسبة المئوية لمتوسط عدد حبات الفول في القرن

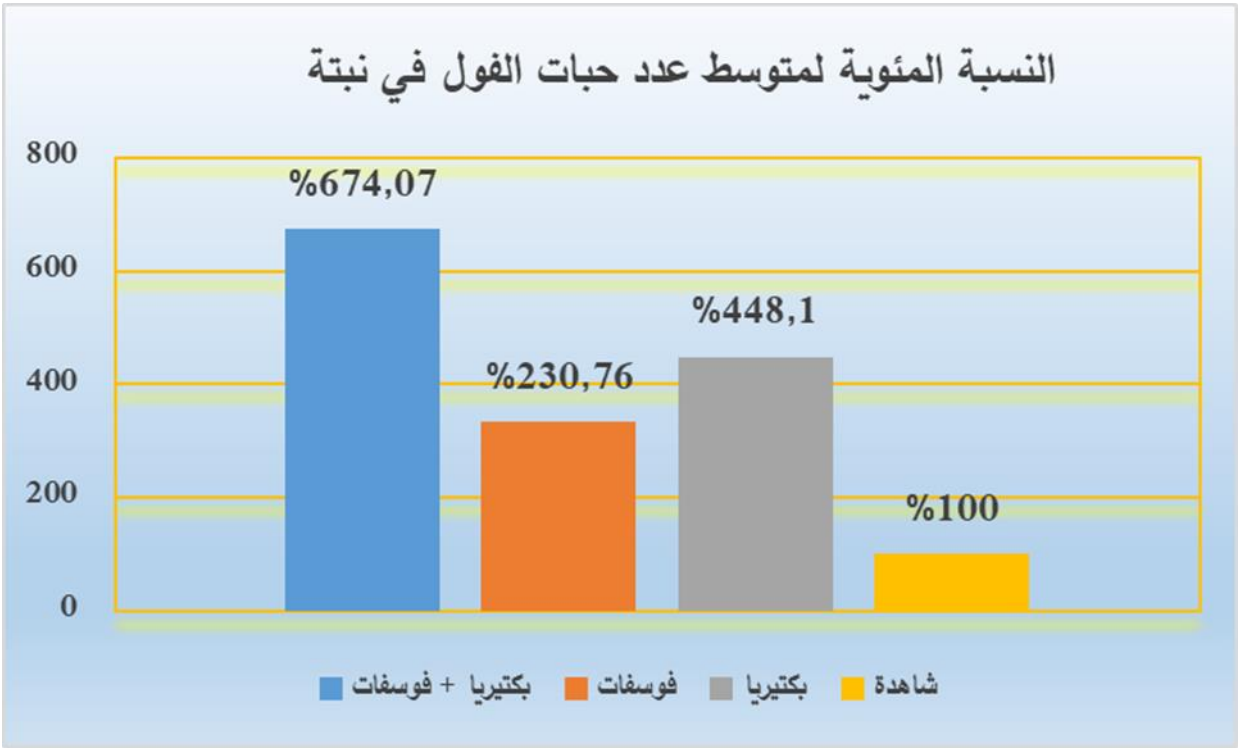
تمثل الوثيقة اعمدة بيانية تظهر النسب المئوية لمتوسط عدد حبات الفول في كل قرن لنبتة الفول في حالات زرع مختلفة حيث نلاحظ ان متوسط عدد حبات الفول في كل قرن لنبات الفول المعامل بالبكتيريا كان كذلك اعلى مقارنة بالبقية , حيث بلغ متوسط عدد الحبات في القرن عند النبات الشاهد 1,5 والتي نعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الاخرى, حيث بلغ متوسط عدد الحبات في القرن عند النبات المعامل بالبكتيريا والمزروع في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي 3,25 بنسبة 216,66% اما في التربة المحسنة بالسماد العضوي

فقط فقد بلغ 2,75 بنسبة , 183.33% اما متوسط عدد القرون في نبات الفول الغير معامل بالبكتيريا في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي فكان 2,25 بنسبة 150%.

نستنتج من الوثيقة (17) ان البكتريا حسنت بصفة معتبرة من حيث عدد حبات الفول في القرن في التربة المحسنة بالفوسفات بنسبة تحسين تصل الى66,66% مقارنة بالنباتات الشاهدة في نفس التحسينات، كما ننوه الى انه يمكن لبكتيريا PGPR أن تحسن من انتاجية النبات من حيث عدد الثمار، وهذا ما جاء في دراسة قام بها (Haffz et al, 2006)على ان التلقيح ببكتيريا PGPR زاد من عدد الحبوب وإنتاجية حبوب الذرة بنسبة 39% مقارنة بالنباتات غير الملحقة، كما أظهرت دراسات اخرى قام بها(Chen et al, 2006) والتي تمثلت نتائجها بزيادة انتاجية نبات القمح الملقح بواسطة بعض السلالات البكتيريا المذيبة للفوسفات وهذا ما يؤكد امكانية بعض اجناس بكتريا PGPR على اذابة الفوسفات واتاحته لنبات، بالإضافة الي دراسة أخرى قام بها(Kang et al, 2008) أوضحت قدرة البكتريا الجذرية المحسنة لنمو على إذابة الفوسفات الصخري وتسهيل امتصاصه من قبل النبات.

5.1. عدد حبات الفول في النبتة

تم حساب عدد حبات الفول في كل نبتة في الخمس نباتات السابقة وتم حساب النسبة المئوية لمتوسط عدد حبات الفول في النبات الواحد، والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



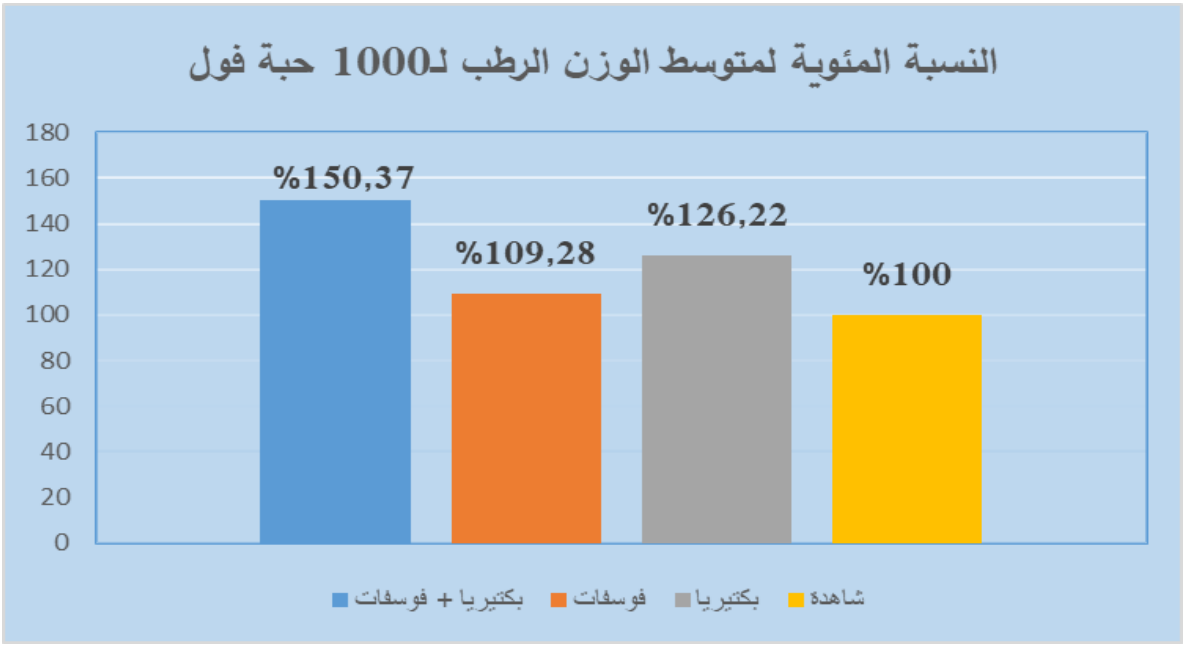
الوثيقة (18): النسبة المئوية لمتوسط عدد حبات الفول في النبتة

تمثل الوثيقة اعمدة بيانية تظهر النسب المئوية لمتوسط عدد حبات الفول لكل نبتة فول في حالات زرع مختلفة حيث نلاحظ ان متوسط عدد حبات الفول لنبات الفول المعامل بالبكتيريا كان كذلك اعلى بكثير مقارنة بالبقية , حيث بلغ متوسط عدد الحبات عند النبات الشاهد 2,7 والتي نعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الاخرى, حيث بلغ متوسط عدد الحبات عند النبات المعامل بالبكتيريا والمزروع في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي 18,2 بنسبة 674,07% اما في التربة المحسنة بالسماد العضوي فقط فقد بلغ 12,1 بنسبة , 448.1% اما متوسط عدد القرون في نبات الفول الغير معامل بالبكتيريا في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي فكان09 بنسبة 230,76%.

ونشير الى انه يمكن للبكتريا الجذرية المحسنة لنمو ان تؤثر إجابا على عدد الثمار في النبة وهذا ما أشارت له دراسة قام بها(Egamberdiyeva et al, 2004) والتي كانت نتائجها كتالي أدى التلقيح ببكتريا PGPR الى تحسين عدد العقيدات وإنتاجية الحبوب في نبات فول الصويا ما توافق مع نتائج الوثيقة(18)، مما يمكن ان يؤكد قدرة البكتريا الجذرية المحسنة لنمو علي توفير وتسهيل امتصاص المغذيات والتي من بينها الفوسفات.

6.1. الوزن الرطب

بعد نزع حبات الفول من القرون في النبة الواحدة قمنا بوزنها وتم حساب النسبة المئوية لمتوسط الوزن الرطب لـ 1000حبة فول والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (19): النسبة المئوية لمتوسط الوزن الرطب لـ 1000 حبة فول

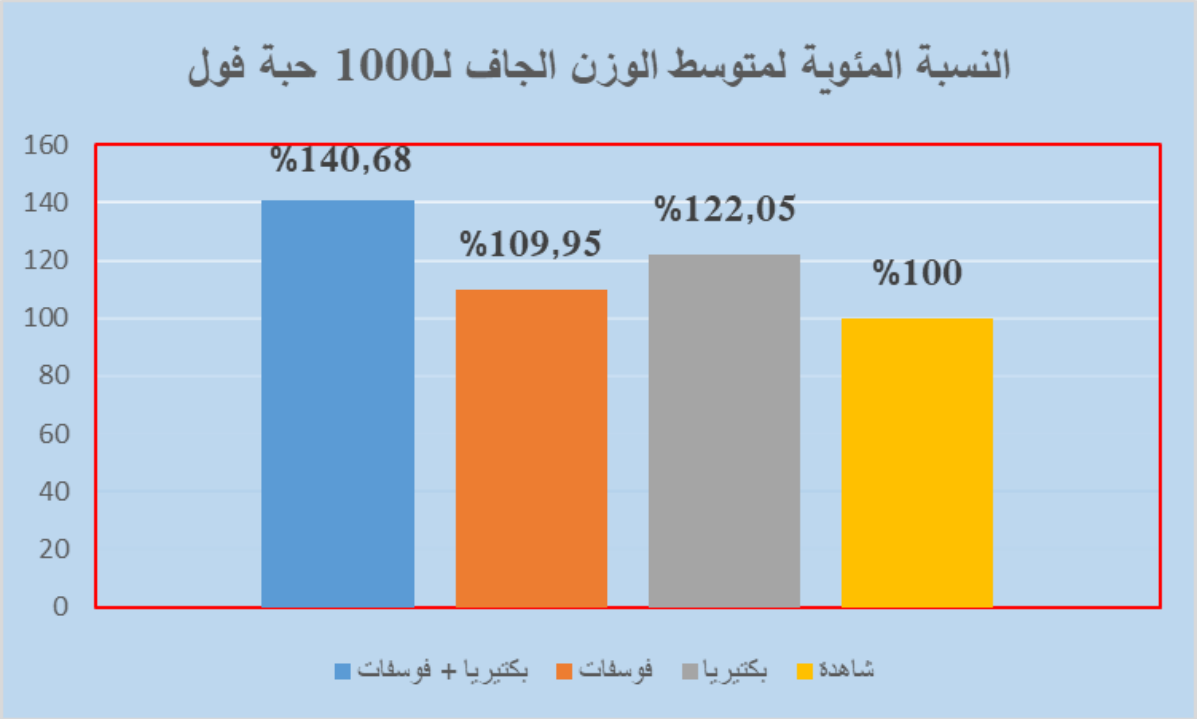
تمثل الوثيقة اعمدة بيانية تعكس نسبة متوسط الوزن الرطب لألف حبة فول لأربع حالات مختلفة من الزرع، حيث نلاحظ ان متوسط الوزن الرطب لنبات الفول المعامل بالبكتيريا كان أكبر مقارنة بالبقية، حيث بلغ متوسط الوزن الرطب عند النبات الشاهد 2,21 كلغ والتي نعتبرها 100%

للمقارنة مع النتائج الاخرى، حيث بلغ متوسط الوزن الرطب عند النبات المعامل بالبكتيريا والمزروع في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي 3,32 كلغ بنسبة 150,37% اما في التربة المحسنة بالسماد العضوي فقط فقد بلغ 2,79 كلغ بنسبة 126,22%، اما متوسط الوزن الرطب في نبات الفول الغير معامل بالبكتيريا في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي فكان 2,41 كلغ بنسبة 109,28%.

كما نلمح الى إمكانية التحسين الفعال للبكتريا الجذرية المحسنة لنمو النبات من حيث الوزن الرطب لثمار، وهذا ما جاء في دراسة قام بها(Khurana and Sharma, 2000) والتي كانت نتائجها أن القمح الملقح ببكتريا PGPR ينتج سنويا 176كغ في الهكتار نتيجة التحفيز الكبير لنمو النبات وهذه النتائج توافقت مع نتائج الوثيقة(19)، ومنه يمكن ان نعرب على قدرة البكتريا الجذرية المحسنة لنمو على اذابة الفوسفات واتاحته لنبات من اجل نمو وانتاج محصولي وفير. (Zaiadi A، 2009).

7.1. الوزن الجاف

تم الوزن بعد وضع حبات الفول في الحاضنة لمدة 48 ساعة في درجة حرارة 65 °C,وتم حساب النسبة المئوية لمتوسط الوزن الجاف لـ 1000 حبة فول والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (20): النسبة المئوية لمتوسط الوزن الجاف لـ 1000 حبة فول

تمثل الوثيقة اعمدة بيانية تمثل نسبة متوسط الوزن الجاف لألف حبة فول لأربع حالات زرع مختلفة,حيث نلاحظ ان متوسط الوزن الجاف لنبات الفول المعامل بالبكتيريا كان اكبر مقارنة

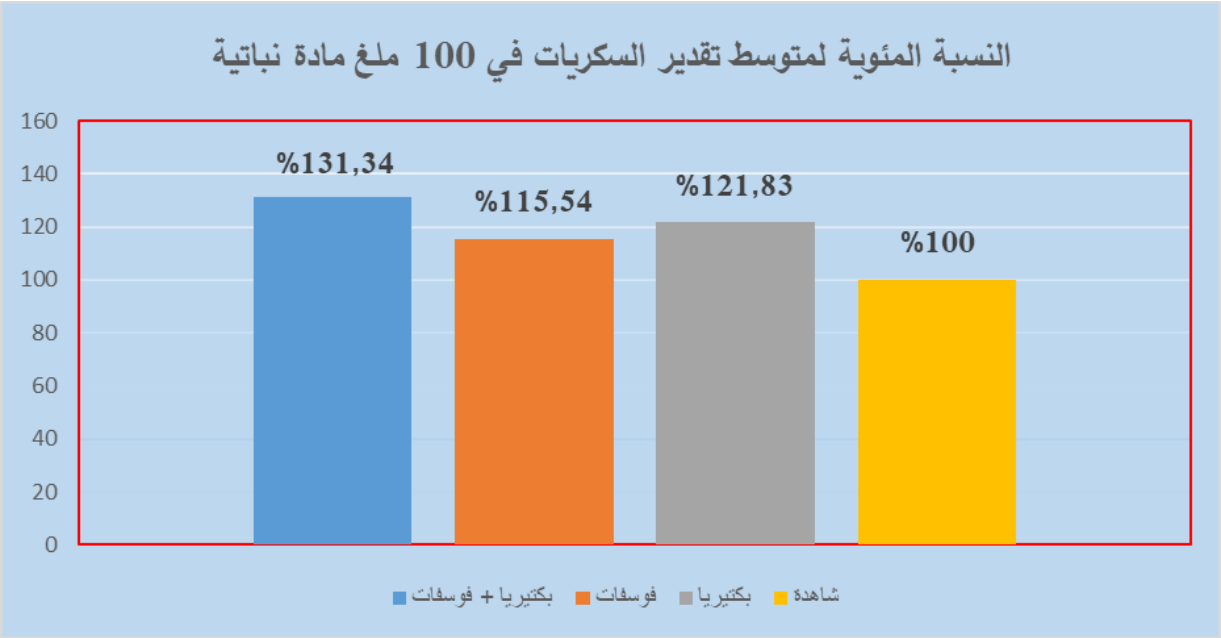
بالبقية ، حيث بلغ متوسط الوزن الجاف عند النبات الشاهد 1,45 كلغ والتي نعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الاخرى، حيث بلغ متوسط الوزن الرطب عند النبات المعامل بالبكتيريا والمزروع في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي 2,04 كلغ بنسبة 140,68% اما في التربة المحسنة بالسماد العضوي فقط فقد بلغ 1,77 كلغ بنسبة 122,05%، اما متوسط الوزن الرطب في نبات الفول الغير معامل بالبكتيريا في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي فكان 1,59 كلغ بنسبة 109,59%.

ومنه نستنتج التأثير الإيجابي للبكتريا على الوزن الجاف لثمار الفول حيث حسنت بنسبة جيدة قدرة ب 40,68% وهذا مقارنة بالشاهدة وخاصة في التربة المحسنة بالفوسفات.

يمكن للبكتريا الجذرية المحسنة لنمو ان تحسن نمو النبات من حيث الوزن الجاف، وهذا ما أفادت به دراسة قام بها(Kamar et al, 2009) والتي تمثلت نتائجها في زيادة الوزن الجاف لثمار الحمص الملقحة بالبكتريا، كما أظهرت دراسة أخرى قام بها (EL-Azouni, 2008) زيادة ملحوظة في المادة الجافة لفول الصويا في التربة الملقحة بالبكتريا، وهذا ما لاحظناه في نتائج الوثيقة (20)، ومنه يمكن ان نشير الى ان البكتريا الجذرية المحسنة لنمو بإمكانها تحفيز نمو النبات من خلال زيادة الوزن الجاف وهذا من حيث قدرتها على تسهيل امتصاص المغذيات التي من بينها الفوسفات(Meunchang et al, 2006).

8.1. تقدير الكربوهيدرات

باتباع طريقة العمل المذكورة سابقا وباستعمال المقاييس والتقديرات المناسبة للمواد والوسائل تحصلنا على النتائج المبينة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (21): النسبة المئوية لمتوسط تقدير الكربوهيدرات في 100 ملغ مادة نباتية

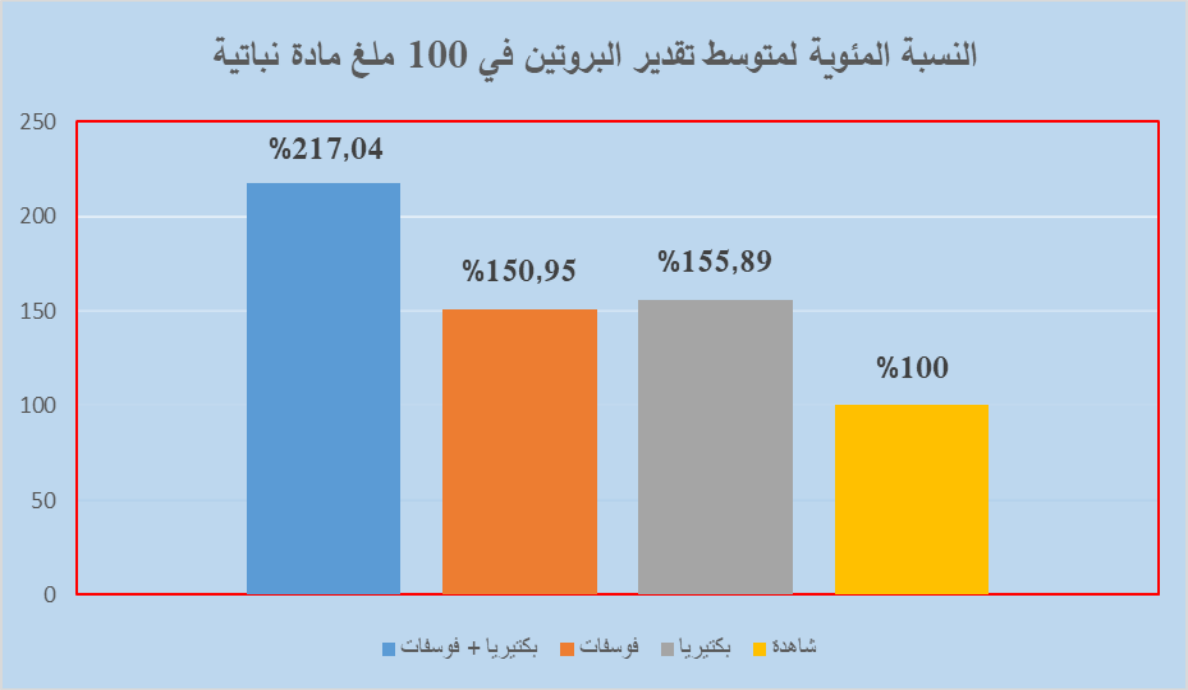
تمثل الوثيقة اعمدة بيانية للنسبة المئوية لمتوسط تقدير السكريات الذائبة في 100ملغ مادة نباتية, في أوساط زرع مختلفة حيث لاحظنا ان نسبة متوسط تقدير السكريات الذائبة في ثمار النباتات المعاملة بالبكتريا في مختلف الأوساط الزراعية كانت أعلى وهذا بالمقارنة مع الشاهدة التي بلغ متوسطها 56,6 ميكرو غ/100ملغ مادة نباتية والذي اعتبرناه 100%، ووجدنا ايضا تفوق ملحوظ في نسبة متوسط الكربوهيدرات لدى ثمار النباتات المعاملة بالبكتريا والمزروعة في تربة محسنة بالفوسفات والسماد العضوي والتي قدر متوسطها ب 74,3 ميكرو غ/100 ملغ مادة نباتية بنسبة 131,34%, اما تقدير الكربوهيدرات عند النباتات الغير معاملة بالبكتيريا والمزروعة بتربة محسنة بالفوسفات والسماد العضوي فكانت اقل حيث قدرت ب 65,4 ميكرو غ/ 100ملغ مادة نباتية بنسبة 115,54%، وقد وصل تقدير السكريات الذائبة في النباتات المعاملة بالبكتريا والمزروعة بتربة غير محسنة بالفوسفات الى 68,9 ميكرو غ/ 100ملغ مادة نباتية بنسبة 121,83%.

يمكن للبكتيريا الجذرية المحسنة للنمو ان تحفز نمو النبات من حيث زيادة نسبة السكريات الذائبة من حيث قدرتها على اذابة وتسهيل امتصاص الفوسفات وهذا حسب دراسة قام بها (Maheshwari et al,2011) والتي تبين ان هذا التحسين يكون أكثر فعالية مع النبتات

الملقحة بالبكتريا مقارنة بنباتات غير الملقحة، والتي تتوافق مع نتائج الوثيقة (21) التي تتماشى مع الابحاث السابقة التي تفيد بأن البكتريا يمكن ان تحفز النبات على انتاج السكريات الذائبة من حيث قدرتها المعروفة على إذابة وتسهيل امتصاص الفوسفات(جلال وآخرون، 2001).

9.1. تقدير البروتين

باتباع طريقة العمل المذكورة سابقا وباستعمال المقاييس والتقديرات المناسبة للمواد والوسائل تحصلنا على النتائج المبينة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (22): النسبة المئوية لمتوسط تقدير البروتين في 100 ملغ مادة نباتية

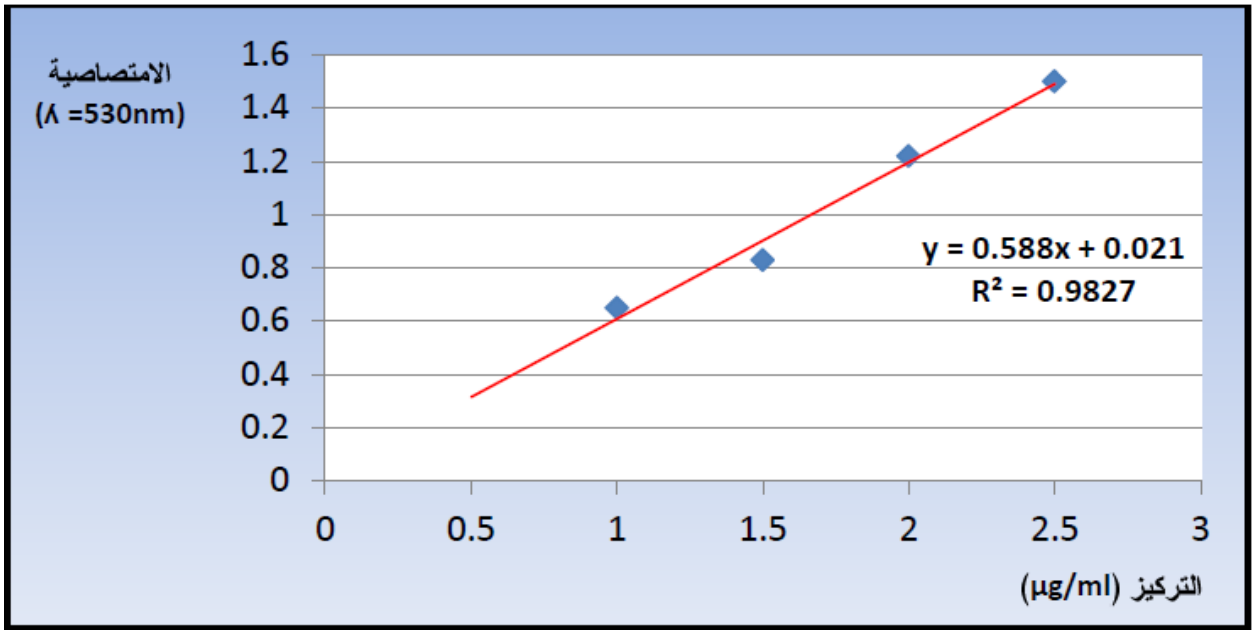
تمثل الوثيقة اعمدة بيانية تعبر عن النسبة المئوية لمتوسط تقدير البروتين في 100 ملغ مادة نباتية لثمار الفول في حالات زرع مختلفة، حيث نلاحظ ان اقل نسبة كانت لدى الشاهد والتي قدر متوسطها ب 7,9 ميكرو غ/ 100ملغ مادة نباتية والذي اعتبرناه 100%، وبالمقارنة مع النتائج الاخرى, نجد ان اكبر قيمة كانت لثمار النبتات المعاملة بالبكتريا والمزروعة بتربة محسنة بالفوسفات والسماد العضوي حيث وصلت الى 17,12 ميكرو غ/ 100ملغ مادة نباتية بنسبة 217,04%، اما ثمار النباتات المعاملة بالبكتريا وتربة بها سماد عضوي فقط فكانت

12,3 ميكرو غ/ 100ملغ مادة نباتية بنسبة 155,89%، وفيما يخص ثمار النباتات الغير معاملة بالبكتيريا والمزروعة بتربة محسنة بالفوسفات فكانت اقل وبنسبة 150,95%.

من الممكن ان يكون للبكتريا تأثير إيجابي على النبات من خلال ارتفاع كمية البروتين وذلك ما اثبتته دراسات سابقة مثل (Ahmed et al,2009) والتي أظهرت ان بكتريا PGPR تساهم في هذا التحسين ويكون اعلى في النبتات المعالجة منه في النباتات الغير معالجة، كما بينت دراسة اخرى قام بها(جلال وآخرون، 2001) لتأثير التفاعلات بين بكتريا PGPR والبقوليات والتي كان من اهم نتائجها زيادة ملحوظة في محتوى البروتينات وامتصاص الفوسفور، كما تتوافق نتائج الوثيقة (22) مع نتائج الابحاث السابقة، حيث يمكن ان تكون البكتريا حفزت النبات على زيادة محتوى البروتينات من خلال قدرة بعض أجناسها المذيبة والمسهلة لامتصاص الفوسفات

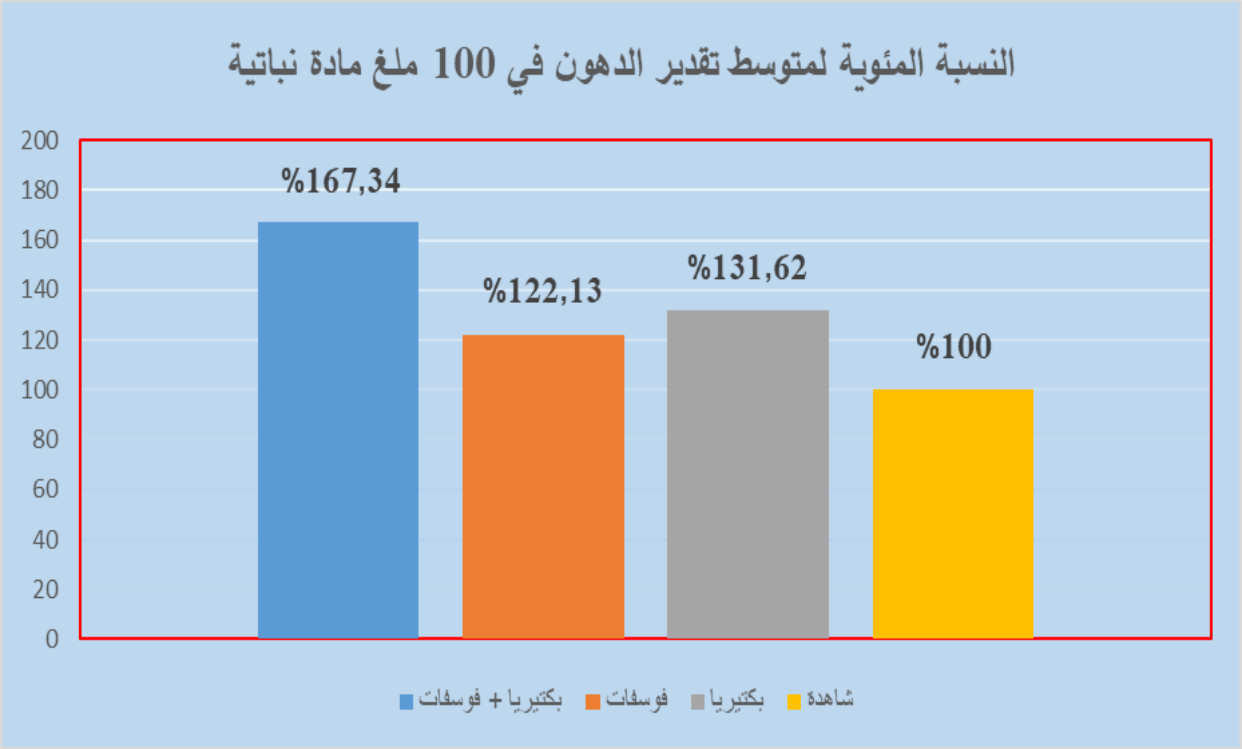
10.7. التقدير الكمي للدهون

تم تقدير الدهون وفق طريقة (Goldsworthy et al,1972) الموصوفة من طرف (Beldi,2007) حيث يعبر عن التقدير الكمي للدهون باستخدام المعادلة الخطية للمنحنى القياسي لزيت الصوجا المنجز من طرف (شرادة وعوادي,2019) والمدرج في الوثيقة (23)



الوثيقة (23): المنحنى القياسي للدهون (شرادة وعوادي,2019)

باتباع طريقة العمل المذكورة سابقا وباستعمال المقاييس والتقديرات المناسبة للمواد والوسائل تحصلنا على النتائج المبينة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (24): النسبة المئوية لمتوسط تقدير الدهون في 100 ملغ مادة نباتية

تمثل الوثيقة اعمدة بيانية للنسبة المئوية لمتوسط تقدير الدهون في 100ملغ مادة نباتية، في أوساط زرع مختلفة حيث لاحظنا ان نسبة متوسط تقدير الدهون في ثمار النباتات المعاملة بالبكتريا في مختلف الأوساط الزراعية كانت أعلى وهذا بالمقارنة مع الشاهدة التي بلغ متوسطها 0,6 ملغ/غ مادة نباتية والذي اعتبرناه 100%، بينما كانت نسبة متوسط الدهون لدى ثمار النباتات المعاملة بالبكتريا والمزروعة في تربة محسنة بالفوسفات والسماد العضوي 167,34% والتي قدر متوسطها ب1,01 ملغ/ غ مادة نباتية، اما تقدير الدهون عند النباتات الغير معاملة بالبكتيريا والمزروعة بتربة محسنة بالفوسفات والسماد العضوي فكانت اقل حيث قدرت ب 0,74 ملغ /غ مادة نباتية بنسبة 122.13%، وقد وصل تقدير الدهون في النبات المعامل بالبكتريا والمزروعة بتربة غير محسنة بالفوسفات الى 0,8غ/ غ مادة نباتية بنسبة 131,62%.

يمكن للبكتيريا تحفيز نمو النبات من حيث زيادة نسبة الدهون وهذا ما جاء كذلك في دراسة قام بها (Ahmed et al,2009) والتي أظهرت تأثير إيجابي وملحوظ لنسبة الدسم في النبتات الملقحة بالبكتريا الجذرية المحسنة لنمو، والتي تتوافق مع نتائجنا المتحصل عليها، ومنه يمكن ان تكون بكتريا PGPR قد عززت نمو النبات على انتاج الدهون وهذا من حيث قدرتها على إذابة وتسهيل امتصاص الفوسفات(Tomar et al, 1996) .

2. المناقشة العامة

في دراستنا لتأثير بكتريا PGPR على امتصاص الفوسفات المحلي (غير عضوي) من قبل نبات الفول Vicia Faba L وهذا في تحسينات مختلفة للتربة تمثلت في تحسينها بالفوسفات والسماد العضوي وتحسينها بالسماد العضوي فقط, حيث بينت النتائج ان البكتيريا عززت نمو الثمار وزادت من إنتاجيته من حيث عدد القرون في النبتة وعدد حبات الفول في القرن وكذلك الوزن الرطب والجاف لحبات الفول وهذا ما يتوافق مع دراسة ل (حفيظ وآخرون, 2006) والتي أفادت ان تطبيق الأسمدة العضوية وسلالات من بكتريا PGPR أدى إلي تحسين كبير في النمو تصل الى 39% وزيادة في إنتاجية الذرى وعدد الحبوب مقارنة بالنباتات الغير ملقحة, وكذألك في دراسة أخرى قام بها (Egamberdiyeva et al, 2004)على نبات فول الصويا الملقح بالبكتريا مما ساهم في زيادة معتبرة في إنتاجيته.

أظهرت النتائج أن النباتات المزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات المحلي والسماد العضوي والمعالجة بالبكتريا حظيت بالنسب الأعلى مقارنة مع النبتات الغير معالجة في نفس التحسين وهذا ما أشار إليه(Kloepper and Adesemoyen, 2009) إلى ان بكترياPGPR تحسن من امتصاص المغذيات بما في ذلك الفوسفات وبالتالي تحسين انتاجية النبات , كما وضحت دراستنا بأن اضافة البكتريا الجذرية المحسنة لنمو أدى الي تحفيز نمو نبات الفول وهذا بزيادة معدل وسرعة الإنبات, وهذا ما يوافق(Kloepper and Adesemeyen, 2009) حيث أظهرا من خلال تجمعهما للفوائد المستمد من تفاعلات النبات مع بكتريا PGPR أنها تحسن من معدل انبات البذور.

أما في ما يخص تحسين امتصاص الفوسفات المحلي فإنه يمكن للبكتريا إذابة الفوسفات الغير عضوي الغير قابل لذوبان وتحويله الى شكل قابل لذوبان والاستهلاك من قبل النبات

وهذا ما كشفه (Jida and Assefa, 2011) حيث أوضح قدرة بكتريا PGPR على اذابة الفوسفات العضوي, وكذا دراسة اخرى ل(Kang et al, 2008) أكدت على إمكانية البكتريا الجذرية المعززة لنمو على اذابة واتاحة الفوسفات الصخري في وسط معدل بالتربة, إن إتاحة عنصر P بصفة وفيرة لنبات ينعكس بشكل جيد على زيادة جودة وكمية الثمار المنتجة وهذا ما أبرزه (Ahmad et al, 2009), و يشير تحليل نتائج نواتج الأيض الأولي على أن المعالجة ببكتريا PGPR زادت من نسبة نواتج الأيض (الكربوهيدرات و الدسم والبروتينات) وقد كانت النسب الأعلى لدى النباتات المزروعة في تربة محسنة بالفوسفات المحلي والسماد العضوي, وهذا يمكن ان يعود إلى ان البكتريا الجذرية المحسنة لنمو قد سهلت من امتصاص الفوسفات وهذا ما توصل إليه(Tomar et al, 1996) في أن البكتريا تعمل على زيادة جاهزية العناصر الغذائية كما تشجع على زيادة امتصاصها ولاسيما الفوسفور, الذي يعتبر من أهم لعناصر الغذائية الكبرى والتي لها دور رئيسي في العمليات الحيوية التي تحدث لنبات وتشمل التمثيل الضوئي والتمثيل الغذائي للسكريات وتخزين الطاقة كما إنه عنصر حيوي لتكوين البذور(جورج, 1994; السيد, 2007), وهذا ما يمكن ان نفسر به الزيادة الملحوظة في نسب نواتج الأيض الأولي, ففي دراسة قام بها(Mia et al, 2007) بينت ان من آثار التلقيح ببكتريا PGPR على نبات الموز تراكم المغذيات في نبات الموز وزيادة في جودة ثماره من حيث محتوى البروتينات والسكريات الذائبة و الدسم وكذا زيادة انتاجية النبات بعد التلقيح, حيث يمكن ان نؤكد على فعالية البكتريا الجذرية المحسنة لنمو على تعزيز امتصاص الفوسفور من خلال قدرتها على اذابة الفوسفات المحلي, مما أدى الى زيادة في جودة وانتاجية النبات.

الخاتمة

ان استخدام أنواع خاصة من البكتيريا المفيدة والمحفزة لنمو النبات المسماة بالبكتيريا الجذرية المعززة للنمو النباتي كلقاح بيولوجي تعتبر ايكولوجيا فعالة وامنة للاستعمال كبديل للإفراط في الأسمدة والمبيدات في مختلف الميادين الزراعية خاصة على مستوى المحاصيل الزراعية الحساسة والضرورية في توفير الامن الغذائي المستديم وبهدف دراسة أثر البكتيريا المعززة لنمو النبات على امتصاص الفوسفات من خلال نمو وانتاجية نبات الفول أجريت هذه الدراسة التطبيقية حيث قمنا بزراعة بذور فول Vicia Faba L في تربة رملية مع ادخال تحسينات مختلفة لتربة من اضافة فوسفات وسماد عضوي وسماد عضوي فقط، تم أخذ قياسات لثمار الفول من عدد قرون في النبة الواحدة وعدد الحبات في القرن وكذا الوزن الرطب والجاف لحبات الفول بإضافة الى مراقبة انبات نباتات الفول بصفة أسبوعية وقياسات مخبرية قدرنا فيها كمية السكريات والبروتينات ودسم في ثمار الفول.

وبعد اخذ القياسات واجراء التجارب المخبرية وتحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها تأكد لنا التأثير الايجابي والفعال للبكتيريا PGPR على زيادة امتصاص الفوسفات من خلال تحسين النمو والزيادة المعتبرة لإنتاجيه نبات الفول وخاصة نبات الفول المزروع في تربة محسنة بالفوسفات والنتائج الاتية توضح ذلك:

- ✓ بلغت نسبة الانبات عند البذور المعاملة بالبكتيريا في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي 88,88% بينما النبات الشاهد 54,44%.
- ✓ سرعة الانبات لدى النبات المعامل بالبكتيريا في تربة محسنة بالفوسفات كانت اعلى من باقي خطوط الزرع.
- ✓ بلغت نسبة التحسين في عدد القرون وعدد الحبات في النبتة الى 211,11% و574% على التوالي مقارنة بالنبات الشاهد.
- ✓ كما كانت نسبة التحسين عند النبات المعامل بالبكتيريا في التربة المحسنة بالفوسفات في الوزن الرطب والجاف لثمار الفول 50,37% و40.68% على التوالي.

- ✓ اما فيما يخص التحسين في نواتج الايض الاولي فقد كان التحسين بنسبة 31,34% لسكريات و117% للبروتينات و67,34% للدهون.

من خلال هذه النتائج تظهر صحة الفرضيات التي طرحناها في بداية هذا العمل كما تؤكد الدراسات السابقة التي أوضحت ان البكتيريا المعززة لنمو النبات تعمل على تبسيط واذابة العناصر المغذية ومنها الفوسفات الغير عضوي وتسهيل امتصاصه من قبل النبات وهذا يفتح آفاق لأبحاث مستقبلية يمكن ان تكون:

- مقارنة بين تأثير بكتريا PGPR والبكتريا المتواجدة في السماد العضوي .
- دراسة تأثير خصائص التربة على تأثير البكتريا المحسنة لنمو على نمو النبات.

المراجع بالعربية

أ

1. **احمد عبد المنعم حسن (2002).** إنتاج المحاصيل البقولية، دار العربية للنشر، الطبعة الأولى، القاهرة، ص 346,317.

ب

2. **البحرة م، داغستاني م(2001)** التركيب الكيميائي للفول وقشرة الفول مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية ،المجلد 19 ، العدد الأول، ص 14
3. **البحرة م،الدغستاني م، (2003)** . التركيب الكيميائي للفول وقشرة الفول .مجلة جامعة دمشق الأساسية ،مجلد 19 ،العدد الأول ،ص:45

ج

4. **جوركان آق جونيش، (2020).** الحياة العضوية حياة صحية. مجموعة النيل العربية للنشر، القاهرة. مصر. ص: 12- 68.

ح

5. **حسانين م، (2014).** امراض النبات الغير معدية (امراض فيسيولوجية). دار الفجر لنشر والتوزيع، ص 129 - 130 – 152 .
6. **حسين أ،(2002).** انتاج الخضر البقولية، دار العربية للنشر، الطبعة الأولى، القاهرة، ص 346 -317
7. **حمداش ع، (2000).** مبادئ بيولوجيا وفيزيولوجيا الفول. المعهد التقني للمحاصيل الحقلية، الطبعة الأولى، ص 39 – 54.
8. **حياص، بشار، مهنا، أحمد (2007)** إنتاج محاصيل الحبوب والبقول، القسم النظري، منشورات جامعة البعث، كلية الزراعة، ص 34

خ

9. **خالد مصطفى، (2018).** الأسمدة الزراعية استخداماتها وأضرارها. الأرشيف العربي العلمي. ص: 5- 8.

ر

10. **رقية ن.، حربا ن.، (2007).** محاصيل العلف، الجزء النظري، منشورات جامعة تشرين، ص 42

11. **ريفن ب هـ، جونسون ج ب، الوسوس ج ب، ماسون ك أ، سنجر س** ر، **(2008).** علم الأحياء، سلسلة الكتيب الجامعية المترجمة للعلوم الأساسية، مكتبة العبيكان، الرياض الفصل 37 ص 754

س

12. **سعد (1994).** النباتات الزهرية، نشأتها، تطورها تصنيفها، دار الفكر العربي، القاهرة، ص 13،399،403،408،413

13. **سعد الله نجم النعيمي، (2021).** التربية السليمة وصحة الغذاء والإنسان. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع. بيروت. لبنان. ص: 4- 363.

14. **السيد ف. س. (2009).**تكلونوجيا انتاج خضر المواسم الباردة في الاراضي الصحراوية .المطبعة المصرية لطباعة والنشر والتوزيع , الطبعة الاولى,القاهرة الصفحة 408,390,189

ش

15. **شرادة,عوادي (2019).** دراسة العلاقة الفيتو كيميائية بين نباتي الارطى العائل والترثوث المتطفل الناميين في منطقة وادي سوف جامعة حمة لخضر ص 56

16. **شفشق صلاح الدين عبد الر ا زق، الدبابي عبد الحميد (2008)** انتاج محاصيل الحقل، دار الفكر العربي للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة الأولى' القاهرة مصر، ص155

ع

17. **العثمان والعساف (2009).** آثر موعد الزراعة والكثافة النباتية في إنتاجية الفول العادي (Vcia fabal L)، في محافظة دير الزور، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 25 ، العدد 2 ,ص 79،81

18. **عزمي محمد ابو ريان، (2010).** الزراعة العضوية (مواصفاتها وأهميتها في صحة الإنسان). دار وائل لنشر. عمان. الأردن. ص: 59- 158.

ق

19. **القشعم (2015).**تحديد الموعد والكثافة النباتية الأمثل لزراعة صنفين من الفول العادي تحت ظروف منطقة تدمر، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 31، العدد 2، ص 69،70 ،74.

ك

20. **كذلك م. (2001)** مقدمة في زراعة الخضروات (التقسيم، احتياجات النمو، الحصاد والتخزين) منشأة المعارف، الإسكندرية، ص 274، 276، 278

21. **كور. خ، جورشيد. ع(2001)** العلاقة بين التسميد المعدني والآزوت الحيوي وانعكاسها على نمو نبات الفول وانتاجيته. مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية، العدد 13، ص 131

22. **كيال. ح (1979)** . نباتات وزراعة المحاصيل الحقلية محاصيل الحبوب والبقول. مديرية الكتب الجامعية، دمشق، ص 203

23. **كيال. ح (1988).** انتاج محاصيل الحبوب والبقول. دار المعارف الإسكندرية 21, 25

ل

24. **لحمر نجوى، (2012).** الحماية الجنائية للبيئة. مذكرة ماجستير. جامعة قسنطينة. ص: 15

م

25. **المط م.ص. (1975).**الفول.الجمهورية العربية السورية.وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي ,مديرية الشؤون الزراعية ,قسم الارشاد الزراعي,نشرة رقم 83 ص 13,12,8.

ن

26. **ناوي ل، مالكي ف(2001)** . دراسة مقارنة لمعرفة مدى تأثير الملوحة على بعض الأصناف من الفول Faba vicia L ، مذكرة تخرج مهندس دولة في البيولوجيا، جامعة تبسة.

و

27. **وائل فرغلي، (2019)**. دليل الوقاية من المخاطر الصحية والبيئية ومعالجتها. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع. ص: 137

28. **وليد رفيق العياصرة، (2012)**. التربية البيئية واستراتيجيات تدريبها. دار أسامة للنشر والتوزيع. عمان. الأردن. ص: 187.

ي

29. **ياسر عبد الحكيم، (2020)**. المختصر المفيد في الأسمدة والتسميد (فيزيولوجيا تغذية النبات). ص: 38- 41.

المراجع باللغة الاجنبية

A

1. **Alexander, C., Alexander, I. J., and Hadley, G.** (1984). Phosphate uptake by *Goodyera repens* in relation to mycorrhizal infection New Phytol. 97:401-411.
2. **ANOUA, B., Jaillard, B., RUIZ, J., Bénet, J. C., et Cousin, B. 1997**. Couplage entre transfert de matière et réactions chimiques dans un sol. Partie 2: Application à la modélisation des transferts de matière dans la rhizosphère. Entropie, 33(207).
3. **Anton Hartmann, Michael Rothballer et Michael Schmid, 2008**.« Lorenz Hiltner, a pioneer in rhizospheremicrobialecology and soilbacteriologyresearch », Plant and Soil, vol. 312, no 1-2, novembre

4. **Arora NK, Tewari S, Singh R (2013**) Multifaceted Plant-Associated Microbes and Their Mechanisms Diminish the Concept of Direct and Indirect PGPRs
5. **Atzhorn, R., A. Crozier, C.T. Wheeler et G. Sandberg (1988).** Production of gibberellins and indole- 3-acetic acid by Rhizobium phaseoli in relation to nodulation of Phaseolus vulgaris roots. Planta 175:532–538

B

6. **Bhardwaj D, Ansari MW, Sahoo RK, Tuteja N (2014**) Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. Microb Cell Fact 13: 66.
7. **Bhattacharyya PN, Jha DK (2012)** Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. World J Microbiol Biotechnol 28: 1327-1350.
8. **Bottini, R., F. Cassanet P. Picolli (2004).** Gibberellin production by bacteria and its involvement in plant growth promotion. Appl. Microbiol. Biotechnol.65:497–503
9. **Burdman, S., E. Jurkevitchet Y. Okon (2000).** Recent advances in the use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in agriculture, In: Microbial Interactions in Agriculture and Forestry. N. S. Subba Rao and Y. R. Dommergues, eds., Science Publishers, Enfield, USA, Vol II, pp. 229-250.

C

10. **Charest. MH, Beauchamp. CJ, Antoun.H (2005).** Effects of the humic substances of deinking paper sludge on the anatagonism between two compost bacteria and pythium ultimum. FEMS Microbiology Ecology.52: 219-227.
11. **Compant S, Reiter B, Sessitsch A, Nowak J, Clément C, et al. (2005)** Endophytic colonization of Vitis vinifera L. by plant growth-promoting bacterium Burkholderia sp. strain 45. PsJN. Appl Environ Microbiol 71: 1685-1693.

12. **Coss,A., Cantor, K.P. and Reif, J.S., 2004**. Pancreatic cancer and drinking water and dietary sources of nitrate and nitrite. Am J Epidemiol. 159(7): 693-701.

D

13. **Dajoz, R. 2000**. Eléments d'écologie Ed Bordas Paris, ème édition 631 pp.
14. **Daoui, K., (2007).** Recherché de stratégies d'amélioration de l'efficience d'utilisation des phosphores chez la fève (vicia faba L.) dans les conditions d'agriculture pluviame au Maroc. Thése de doctorat, science agronomiques et ingénerie biologique. Louvin, 227pp.
15. **Dinsh K,Masheshwai,Meenu S,Agrobiology** :Crop prouctivity.springer,New York,505 p.

E

16. **Edgerton, M.D., 2009**. Increasing crop productivity to meet global needs for feed, food, and fuel. Plant Physiol. 149(1): 7-13.
17. **Fachmann, K., Kraut, M. L**., **(2006).** L'intérêt de la fève. Ed. Bourde. Paris,74pp48

F

18. **Foster RC, Rovira AD ,1978.**The ultrastructure of the rhizosphere of Trifoliumsubterraneum L. In: Microbialecology (MW Loutit, JAR Miles, eds) Springer-Verlag, Berlin.

G

19. **Glick BR (2012**) Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. Scientifica (Cairo) 2012: 963401.
20. **Gordone, M. M**., **(2004).** Haricots secs: Situation, Prospective et Agroalimentaire. Canada, 1.7.
21. **Goyoaga, C., Burbano, C., Cuadrado, C., Romero, R., Guillamone, D., Varela, A., Pedrosam, M., and Muzquiz, M**. **(2011)**. Content and distribution of protein, sugar .

H

22. **Haas D, Defago G (2005)** Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. Nat Rev Microbiol3:307–319

23. **Han HS, Lee KD (2006**) Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant Soil Environ 52: 130-136

J

24. **Jiao, W., Chen, W. and Chang, A.C., 2012**. Environmental risks of trace elements associated with long-term phosphate fertilizers application: a review. 168: 44-53.
25. **Joo, GJ., SM. Kang, M. Hamayun, Na. CI. Kim, DH. Shin et IJ. Lee (2009).** Burkholderia sp. KCTC 11096BP as a newly isolated gibberellin producing bacterium.J Microbiol.47:167–171

K

26. **Kloepper JW, Schroth MN (1981)** Relationship of in vitro antibiosis of plant growth promoting rhizobacteria to plant growth and the displacement of root microflora. Phytopathol 71: 1020-1024
27. **Kloepper JW, Schroth MN (1981**) Relationship of in vitro antibiosis of plant growth promoting rhizobacteria to plant growth and the displacement of root microflora. Phytopathology 71:1020–1024 Vessey JK (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil 255:571–586
28. **Kumar P, Dubey RC (2012)** Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Biocontrol of Phytopathogens and Yield Enhancement of Phaseolus vulgaris. J Curr Pers Appl Microbiol 1: 6-38

L

29. **Lateifa S. Assefat, 2012**. Bio fertilizer and its role in reducing water pollution problems with chemical fertilizers. Libyan Agriculture Research Center Journal international 3(S2), 1457-1466.
30. **LemanceauP, 1992.**Effetsb´en´efiques de rhizobacteries sur les plantes : exemple des Pseudomonas sppfluorescents. Agronomie, EDP Sciences
31. **Liu, C., Wang, Q. and Zou, C., 2014**. Recent trends in nitrogen flows with urbanization in the Shanghai megacity and the effects on the water environment.

M

32. **MacMillan, J (2002).** Occurrence of gibberellins in vascular plants, fungi, and bacteria.J. Plant Growth Regul.20, 387-442.

33. **Mench M ,1985** . Influence des exsudats racinaires solubles sur la dynamique des métaux dans la rhizosphère du maïs (Zea mays L). Thèse de Dr del'INPL, Univ Nancy, 109 p

34. **Miransari M, Smith DL (2014**) Plant hormones and seed germination. Environmental and Experimental Botany 99: 110- 121

O

35. **Oldroyd, GE., EM. Engstrom, SR. Long (2001).** Ethylene inhibits the Nod factor signal transduction pathway of Medicagotruncatula. Plant cell.13:1835–1849.

P

36. **Pandey P, Maheshwari DK (2007)** Two sp.microbial contortion for growth promotion. Current Science 92: 1137-1142

37. **Parmar P, Sindhu (2013)** Potassium olubilization by rhizobacteria. Journal of Microbial Research 3: 25-31

38. **Probanza.A et Lucas Garcia.JA, (2002).** Pinus pineal seedling growth and bacterial rhizosphere structure after inoculation with PGPR Bacillus. Applied Soil Ecology, 20: 75-84.

Q

39. **Qurashi AW, Sabri AN (2012**) Bacterial exopolysaccharide and biofilm formation stimulate chickpea growth and soil aggregation under salt stress. Braz J Microbiol 43: 1183-1191

S

40. **Schroth MN, Hildenbrand DC ,1964 .** Influence of plant exudates on root-infectingfungi. AnnuRevPhytopathol 2.

41. **Spaepen S, Vanderleyden J (2011**) Auxin and plant-microbe interactions. Cold Spring Harb Perspect Biol 3: a001438

42. **Suslow, T.V. 1982.** Rôle of root-colonizing bacteria in plant growth. Pages 187-222 *in* M.S. Mount et G.H. Lacy. (réds.), Phytopathogenic prokaryotes. Vol. 1. Académie Press, New York

43. **Suslow, T.V. 1982.** Rôle of root-colonizing bacteria in plant growth. Pages 187-222 *in* M.S. Mount et G.H. Lacy. (réds.), Phytopathogenic prokaryotes. Vol. 1. Académie Press, New York

V

44. **Vessey JK (2003)** PGPR as biofertilizers. Plant Soils 255: 571

W

45. **Wang, H. F., Zong, X. X., Guan, J. P., Yang, T., Sun, X. L., MA, Y., Redden, R**., **(2012).** Genetic diversity and relationship of global faba bean (vicia faba L.) germplasm revealed by ISSR markers. Theor Appl Genet. 124, 789.797.
46. **Wang, W., Fan, Y.,Xiong, G., 2012**. Nitrate in drinking water and bladder cancer: a meta-analysis. J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci. 32(6): 8-912.
47. **Ward,M.H.,Kilfoy, BA. And Weyer,PJ., 2010**. Nitrate intake and the risk of thyroid cancer and thyroid disease. Epidemiology. 21(3): 95-389.
48. **Weller DM (1988**) Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. Annu Rev Phytopathol26:379–407
49. **Weller DM (1988**) Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. Annu Rev Phytopathol26:379–407

المواقع الالكترونية:

https://2alb-atfal.com
https://planting.mawdoo3.com
https://www.biosaline.org/ar/news
https://www.google.com/url?sa
https://www.google.com/url?sa=i&url
https://www.google.com/url?sa
https://www.google.com/intl/ar/earth/about/

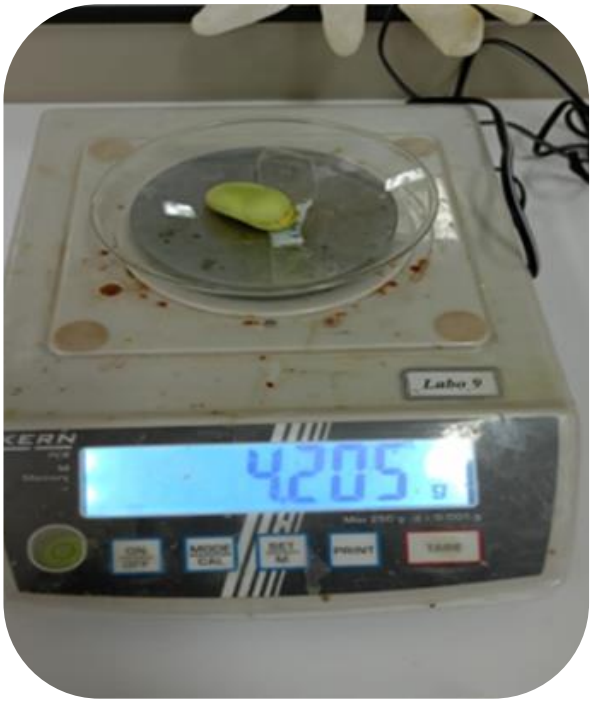
الرفش

عربة

معول

مشط الارض

الوثيقة (25): أدوات المستخدمة في الحرث



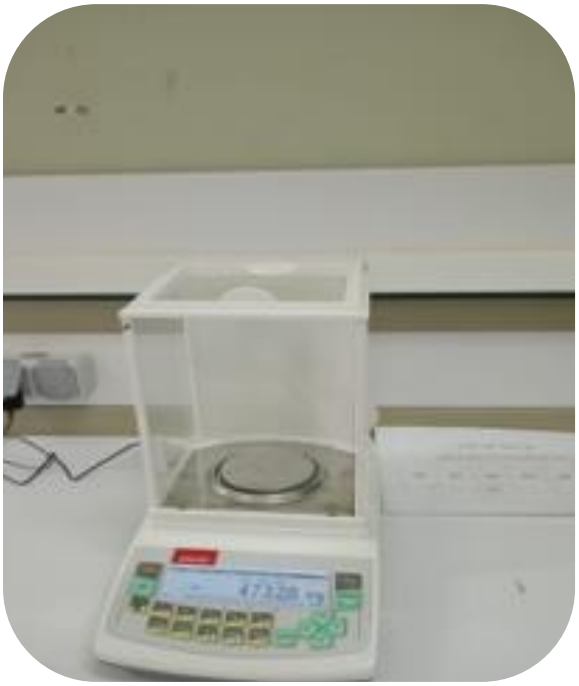
الميزان

جهاز الرج المغناطيسي

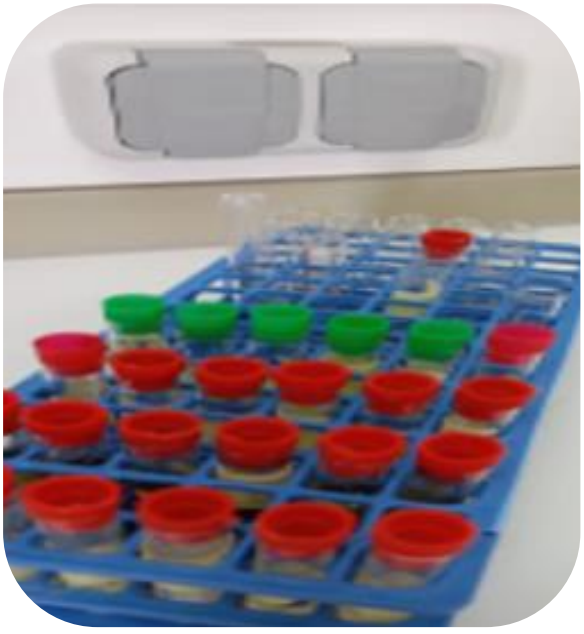
جهاز المطيافية الضوئية

جهاز الطرد المركزي

الحاضنة



الميزان الحساس



انابيب اختبار

الحمام المائي

الوثيقة (26): أدوات المستخدمة في المخبر