الجمهورية الجزائرية الدمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم بيولوجية

تخصص: التنوع البيئي الحيوي والمحيط

الموضوع

أثر بعض اجناس البكتيريا المحسنة للنمو على نبات الفول *Vicia Faba L* في منطقة وادي سوف

اعداد الطلبة:

*الجيلاني شاشة

*عبد الفتاح عوين

اشراف الأستاذ:

*د. عبد الحق جودي

الأستاذ	الجامعة	الصفة
علالي أحمد	حمه لخضر الوادي	رئيساً
خالد العايش	حمه لخضر الوادي	مناقشاً
جودي عبد الحق	حمه لخضر الوادي	مؤطراً

الموسم الجامعي: 2022 / 2023

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات الذي وفقنا

لبلوغ هذا المقام ووفقنا الى إتمام إنجاز هذا البحث

نتقدم بأسمى عبرات الشكر والعرفان الى الطاقم المشرف على إدارة

الكلية والى أساتذتنا الكرام على رحابة صدورهم وتفانيهم في إيصال

المعلومة إلينا ومرافقتنا في مشوارنا الدراسي، كما لا يفوتنا ان نشكر

مسؤولي المخابر على ما قدموه لنا من توجيهات طيلة تربصنا المخبري

ويأتي الشكر الموفور الى استاذنا الوقور الذي أشرف على تأطيرنا لإنجاز هذا

العمل الاستاذ الفاضل: عبد الحق جودي الذي جعل فترة مرافقته لنا تمضي سريعا

بفضل حسن تعامله وروحه المعنوية العالية، كما نتقدم بجزيل الشكر الجزيل

لأساتذتنا الأفاضل أعضاء لجنة المناقشة على قبولهم مناقشة هذه المذكرة.

الجيلاني *** عبد الفتاح

الإهداء

اهدي عملي هذا الى روح ابي الغالية طيب الله ثراه وأنار قبره ((العلمي حـم حمو))

والى الوالدة الكريمة اطال الله عمرها وامدها بالصحة والعافية

اهدي ثمرة جهودي الى زوجتي الغالية

وابنائي الأعزاء وبناتي الغاليات على قلبي

كما اهدي هذا العمل الى كل احبائي

والى كل من تجمعني بهم روابط المحبة الصافية والإخاء

اهديه الى كل محب للعلم

اهديه الى وطني الحبيب الجزائر رمز العزة والشموخ

رمز كل فخر

الجيلاني شاشه

الإهداء

الحمد لله الواحد المنان الذي علم الانسان على تمام الفضل والاحسان

وتوفيقه للإتمام هذا العمل .

والصلاة والسلام الأتمان الأكملان على حبيب القلب والرحمان معلم البشرية البر والإحسان

اهدي ثمرة هذا الجهد

الى من برضائهما مفتاح الجنان امي الحبيبة وابي الحنون

الى سندي ورفيقة عمري زوجتي الكريمة

الى زينة حياتي أبنائي عبد الرافع – فداء – أفنان – عبد الرحمان – عاكف عبد الرحيم .

الى أهلي وأقاربي جميعا

الى احبابي في الله ومن جمعني الطريق بهم

الى زملائي في مهنة التربية

الى أهلنا وأحبابنا في فلسطين عامة والمرابطين في ساحات المسجد الأقصى خاصة

الى كل من يعرف عبد الفتاح – خويا – عبد الفتاح

الملخص

بغرض معرفة مدى تأثير البكتيريا المعززة للنمو على نبات الفول قمنا بإجراء هذه الدراسة بزراعة بذور فول محلية *Vicia faba L* في تربة رملية بكر مع إدخال محسنات عليها ثم اخذ قياسات خضرية مع تكرار العملية ثلاث مرات في ازمنة مختلفة بفارق اسبوع بين كل قياسين متتاليين (الطول، عدد الاوراق) وقياسات خصائص التربة (EC .PH.N.P. K) واخرى مخبرية (الوزن الجاف، الرطب للمجموعين الجذري والخضري –تقدير كميات السكريات البروتين والكلوروفيل)

وبعد اخذ القياسات واجراء التجارب المخبرية وتحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها ومقارنتها بأبحاث اخرى اجريت في هذا المجال تأكد لنا تحسن نمو نبات الفول الملقح بالبكتيريا من خلال الزيادة المعتبرة، حيث بلغت نسبة التحسين في الطول وعدد الأوراق 12%، الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري 176و45% على الترتيب، والوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري 113 و98.2% على الترتيب، كمية الكلوروفيل 69.66%، السكريات الذائبة 42%، البروتين 242%. إذ عملت البكتيريا معززة النمو على تبسيط العناصر المغذية وتسهيل امتصاصها كالفوسفات الطبيعي (غير عضوي) من طرف النبات عبر تحسين وزيادة النشاط في منطقة الريزوسفير وهو ما يفسر التغيرات التي احدثتها في درجة حموضة التربة والناقلية الكهربائية

الكلمات المفتاحية:

البكتيريا المحسنة للنمو – التربة المحسنة – الفول *vicia faba L* – منطقة الريزوسفير

Summary

In order to find out the effect of growth-promoting bacteria on the bean plant, we conducted this study by planting local bean seeds, *Vicia Faba L*, in virgin sandy soil with the introduction of improvements, and then taking vegetative measurements, repeating the process three times at different times, with a week difference between each two successive measurements (length, number of Leaves) and measurements of soil characteristics (N.P.K.PH.EC) and other laboratory (dry, wet weight of the root and vegetative groups - estimation of the amounts of protein sugars and chlorophyll)

After taking measurements, conducting laboratory experiments, analyzing and discussing the results obtained and comparing them with other researches conducted in this field, it was confirmed to us that the growth of the bean plant pollinated with bacteria improved through a significant increase, as the percentage of improvement in height and number of leaves reached 12%, the wet weight of the vegetative and root groups was 176 and 45% respectively. arrangement, and the dry weight of the

vegetative and root groups 113 and 98.2%, respectively, the amount of chlorophyll 69.66%, soluble sugars 42%, protein 242%. Growth-enhancing bacteria simplified the nutrients and facilitated their uptake, such as natural (inorganic) phosphate, by the plant by improving and increasing activity in the rhizosphere, which explains the changes they caused in soil pH and electrical conductivity.

key words:

Growth-enhancing bacteria - improved soil - bean *vicia faba L* - rhizosphere

Résumé

Afin de découvrir l'effet des bactéries favorisant la croissance sur la plante de haricot, nous avons mené cette étude en plantant des graines de haricot locales, *Vicia Faba L*. dans un sol sablonneux vierge avec l'introduction d'améliorations, puis en prenant des mesures végétatives, en répétant le traiter trois fois à des moments différents, avec une semaine d'écart entre deux mesures successives (longueur, nombre de feuilles) et mesures des caractéristiques du sol (N.P.K.PH.EC) et autre laboratoire (poids sec, humide de la racine et des groupes végétatifs - estimation des quantités de sucres protéiques et de chlorophylle)

Après avoir pris des mesures, mené des expériences en laboratoire, analysé et discuté les résultats obtenus et les avoir comparés avec d'autres recherches menées dans ce domaine, il nous a été confirmé que la croissance de la plante de haricot pollinisée par des bactéries s'est améliorée grâce à une augmentation significative, car le pourcentage de l'amélioration de la hauteur et du nombre de feuilles a atteint 12%, le poids humide des groupes végétatif et racinaire était de 176 et 45% respectivement.arrangement, et le poids sec des groupes végétatif et racinaire 113 et 98,2%, respectivement, la quantité de chlorophylle 69,66%, sucres solubles 42%, protéines 242%. Les bactéries stimulant la croissance ont simplifié les nutriments et facilité leur absorption, comme le phosphate naturel (inorganique), par la plante en améliorant et en augmentant l'activité dans la rhizosphère, ce qui explique les changements qu'elles ont provoqués dans le pH du sol et la conductivité électrique.

Les mots clés:

Bactéries favorisant la croissance - sol amélioré - haricot vicia faba L - rhizosphère

المحتوى..... **رقم الصفحة**

الملخص

فهرس الجداول

فهرس الصور

قائمة المختصرات

المقدمة.....أ

1-علم الأحياء الدقيقة:.....20

1-1-تعريف الكائنات الحية الدقيقة:.....20

1-2-أنواع الكائنات الدقيقة:.....20

2-تعريف البكتيريا:.....20

2-2-أقسام البكتيريا:.....21

2-2-1-حسب شكل البكتيريا:.....21

2-2-2-حسب الاستجابة اللونية (صبغة جرام.....21

3-التمثيل الغذائي البكتيري 22

4-العوامل المؤثرة على نمو البكتيريا:.....23

5-البكتيريا والأمراض النباتية:.....23

6-أهمية البكتيريا:.....24

1-تعريف المنطقة الجذرية: **La rhizosphere**.....26

2-نشاط المنطقة الجذرية:.....26

3-البكتيريا الجذرية **La rhizobacteries**:.....26

4-البكتيريا الجذرية المحسنة لنمو النبات **(PGPR)**:.....26

5-بعض اجناس البكتيريا المحسنة للنمو **(PGPR)**:.....27

5-1-**Azospirillum**.....27

5-2-**Pseudomonas**:.....27

5-3-**Bacillus**:.....28

5-4-**Rhizobium**:.....28

5-5-**Frankia**:.....28

6-آلية عمل البكتيريا المعززة لنمو النبات**PGPR**:.....28

6-1-آلية العمل المباشر لبكتيريا الـ **PGPR**:.....29

6-1-1-تثبيت النيتروجين **fixation de l' azote**: 29
6-1-2-اذابة الفوسفات **solubilization de Phosphor**: 29
6-1-3-اذابة البوتاسيوم **solubilization de Potassium**: 29
6-1-3-انتاج حامل الحديد **production de Siderophore**: 30
6-1-4-انتاج الهرمونات النباتية: 30
6-1-4-1-حمض الإندول الخليك (**IAA**): 30
6-1-4-2-حمض الجبريليك 31
6-1-5-الإنزيمات المحللة: **Lytic enzymes** 31
6-1-6-إنتاج متعدد السكاريد أو تشكيل الاغشية الحيوية 31
1-العائلة البقولية: 33
2-نبذة تاريخية حول نبات الفول: 33
4-الفول من الناحية المورفولوجية: 34
4-1-المجموع الجذري: 34
4-2-المجموع الخضري: 35
5-دورة حياة نبات الفول **Vicia faba L** 37
5-1-مرحلة الانبات: 37
5-1-1-تأثير العوامل البيئية على الانبات: 37
5-1-2-مراحل الانبات: 38
5-2-مرحلة النمو: 38
5-3-مرحلة الازهار: 38
5-4-مرحلة الاثمار: 38
5-5-مرحلة النضج: 39
6-متطلبات زراعة الفول: 39
6-1-الحرارة: 39
6-2-التربة: 39
6-3-الرطوبة: 39
6-4-الإضاءة: 39
7-القيمة الغذائية والاقتصادية للفول: 40
7-1-القيمة الغذائية: 40

7-2-الأهمية الاقتصادية:.....41
8-أهم امراض الفول وطرق مكافحتها:.....41
9-التوزيع الجغرافي لإنتاج نبات الفول على المستوى المحلي والعالمي:.....42
9-1-على المستوى المحلي:.....42
9-2-على المستوى العالمي: 42
1-الهدف من البحث:.....45
2-مراحل التجربة:.....45
3-موقع التجربة:.....45
4-المواد والوسائل: 45
4-1-المواد: 45
4-1-1-المادة النباتية:.....45
4-1-2-الفوسفات 45
4-1-3-السماد العضوي:.....46
4-1-4-اللقاح البكتيري: 46
4-2-الوسائل والادوات: 46
5-تهيئة المزرعة وتحضير البذور:.....47
5-1-تحضير البذور: 47
5-2-تعقيم السماد العضوي:.....47
5-3-تهيئة حقل التجربة:.....47
6-عملية الزراعة:.....48
7-القياسات:.....48
7-1-القياسات الخضرية: 48
7-2-القياسات الكيميائية 49
7-2-1-تقدير الكلوروفيل:.....49
7-2-2-تقدير نواتج الأيض (الكربوهيدرات-البروتينات (:.....49
7-2-2-1-تقدير السكريات الذائبة: 50
7-2-2-2-تقدير البروتين: 50
7-2-3-قياس خصائص التربة:.....51
I-النتائج:.....53

1-نتائج القياسات الخضرية: 53
1-1-طول الساق: 53
1-2-عدد الأوراق: 54
1-3-الوزن الرطب والوزن الجاف: 55
1-3-1-الوزن الرطب للمجموع الخضري: 56
1-3-2-الوزن الرطب للمجموع الجذري: 56
1-3-3-الوزن الجاف للمجموع الخضري: 58
1-3-4-الوزن الجاف للمجموع الجذري: 58
2-نتائج القياسات الكيميائية: 59
1-تقدير الكلوروفيل: 60
2-تقدير نواتج الأيض الأولي (الكربوهيدرات-البروتينات (: 61
2-1-تقدير السكريات الذائبة: 61
2-2-تقدير البروتين: 62
3-قياس خصائص التربة: 63
3-1-العناصر الأساسية (**N**، **P**، **K**): 63
3-1-1 تقدير النتروجين (**N**): 63
3-1-2 تقدير الفوسفور (**P**): 64
3-1-3 تقدير البوتاسيوم (**K**): 64
3-2-الأس الهيدروجيني -**PH**-: 66
3-3-الناقلية الكهربائية: 66
II المناقشة العامة 68
الخلاصة 70
المراجع العربية: 71
المراجع الأجنبية: 73

فهرس الجداول

الجدول (1) :يمثل مقارنة خصائص البكتيريا موجبة الجرام وبكتيريا سالبة الجرام 6
الجدول (2) :يمثل العناصر الكيميائية المكونة لنبات الفول..... 25
الجدول (3) :الأمراض التي تصيب نبات الفول وطرق مكافحتها.....26-27
الجدول (4) :يمثل انتاج الفول لولاية الوادي..... 27
الجدول (5) :يمثل الإنتاج العالمي للفول سنة 2009-2010..... 28
الجدول (6) :الوسائل والمواد والمحاليل المستعملة..... 32

فهرس الصور

الوثيقة (1) : تمثل رسم تخطيطي لخلية بكتيرية.....5

الوثيقة (2) : صورة لنبات الفول Vicia faba L 19

الوثيقة (3) : صورة لإزهار نبات الفول Vicia faba L 20

الوثيقة (4) : مخطط حقل التجربة 34

الوثيقة (5) : جهاز Soil tester 7in1.....37

الوثيقة (6) : نسبة متوسط ساق النبات 40

الوثيقة (7) : نسبة متوسط عدد الأوراق 41

الوثيقة (8) : نسبة متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري.....42

الوثيقة (9) : نسبة متوسط الوزن الرطب للمجموع الجذري.....43

الوثيقة (10) : نسبة متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري..... 44

الوثيقة (11) : نسبة متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري.....44

الوثيقة (12) : نسبة متوسط الكلوروفيل في الأوراق 45

الوثيقة (13) : نسبة متوسط السكريات الذائبة في الأوراق 46

الوثيقة (14) : نسبة متوسط البروتين في الأوراق.....47

الوثيقة (15) : نسبة متوسط النتروجين في الريزوسفير 48

الوثيقة (16) : نسبة متوسط الفسفور في الريزوسفير.....49

الوثيقة (17) : نسبة متوسط البوتاسيوم في الريزوسفير.....50

الوثيقة (18) : نسبة متوسط درجة ال ph 51

الوثيقة (19) : نسبة متوسط الناقلية الكهربائية.....52

قائمة المختصرات

- PGPR :البكتيريا المعززة لنمو النبات
- N : النيتروجين
- P : الفوسفور
- K : البوتاسيوم
- IAA : الإندول حمض خليك
- EPS : متعدد السكاريد
- EC :الناقلية الكهربائية
- ملغ : مليغرام
- س م: سماد معقم
- س غ م: سماد غير معقم
- فو: فوسفات
- ش: شاهد

المقدمة

البقوليات من اهم المحاصيل في عالم التغذية على الصعيد المحلي والعالمي باعتبارها مصدرا غنيا بالبروتين بالإضافة الى عناصر اخرى مثل الكربوهيدرات كمصدر للطاقة إضافة الى مجال زراعتها الواسع حيث تصلح في العديد من المناطق حول العالم وبخاصة التربة الفقيرة وما لها من اهمية في عالم الزراعة من حيث دورها البارز في تحسين التربة الزراعية وهي عديدة ومتنوعة ومن اهمها محصول الفول Vicia faba L كما ان زراعة البقوليات قد تساعد في مكافحة تغيير المناخ(Nair et All.2015) و(Kumar et All2018) و(Liao et All .2023) وأيضا لها تأثير كبير على الكائنات الحية في التربة والتي تعد مكوتا مهما للنظم البيئية الأرضية (Lioa et Al.2023; Viketoft 2008) (Wardle et All2003; Zhao et All2014) ونظرا للأضرار الناجمة عن الاستعمال المفرط للأسمدة الكيمائية وما بترتب عليه من آثار سلبية على صحة الانسان وبيئته، لجأ الكثير من الباحثين إلى إجراء دراسات تناولت جوانب مختلفة من دورة حياة نبات الفول والعوامل البيئية المحيطة به والتي لها تأثير على النمو و الانتاج كما ونوعا كما تم التوصل إلى أساليب فعالة تساهم في إعادة التوازن الغذائي للتربة ،كالدورات الزراعية التي تعتمد على تنويع أو مناوبة زراعة بعض الأنواع النباتية المختلفة التي تتفاوت باحتياجاتها الغذائية ، وإدخال البكتيريا المعززة للنمو حيث يوفر استخدامها كأسمدة حيوية ميكروبية بديلا واعدا للأسمدة الكيميائية ومبيدا للأفات(Al) حيث ان لها القدرة على تثبيت النتروجين الجوي، واذابة الفسفور الذي يعمل على تقليل الأثر الضار لزيادة الأزوت في التربة كما يشجع على نمو الجذور وله دور في نضج الثمار والبذور (Meyer et All, 1960) ويلعب دورا هاما في زيادة حيوية وجودة البذور.

وعليه سعينا الى إنجاز هذا البحث والذي تضمن دراسة تأثير بعض اجناس البكتيريا الجذرية(PGPR) على نمو نبات الفول *Vicia faba L* مع ادخال تحسينات مختلفة على التربة الزراعية محل التجربة بغرض المساهمة في طرح بدائل وحلول اقتصادية وبيئية من خلال اعتماد البكتيريا محسنة النمو كسماد حيوي بديلا للأسمدة الكيماوية ذات التأثير التراكمي البيئي واللاحيوي السلبي، وكذلك التقليل من تأثير العوامل المحددة لنمو المحاصيل. والمساهمة في الحصول على منتوج بيولوجي صحي.

فما هو أثر البكتيريا المحسنة للنمو مثل (*Azospirillum brasilense, Azotobacter choococcum, Bacillus subtilis, Bacillus megaterium, Pseudominas fluorescens*) على نبات الفول *Vicia faba L* المزروع في تربة منطقة وادي سوف؟

وللإجابة على هذه الإشكالية قمنا بالدراسة والتي تضمنت جزئيين هما:

الجزء النظري والذي يحتوي على ثلاث فصول.

الفصل الأول عموميات على البكتيريا.

الفصل الثاني البكتيريا الجذرية.

الفصل الثالث عموميات حول نبات الفول.

الجزء التطبيقي ويحتوي على فصلين.

الفصل الأول المواد وطرق العمل.

الفصل الثاني التحليل والمناقشة.

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

-تأخر الحصول على اللقاح البكتيري مما أخر عملية الزرع.

-عدم توفر بعض الكواشف والمحاليل تماما او بالكمية الكافية لإنجاز التجارب الكيميائية.

-الفترة المتاحة في المخبر قصيرة ضف الى ذلك عدد الطلبة الكبير.

-العوامل المناخية وتقلبات الطقس أثر على النبات.

الجانب النظري

الفصل الأول

البكتيريا

1-علم الأحياء الدقيقة:

هو علم يدرس الكائنات الحية الدقيقة كما يغطي تخصصات متنوعة مثل الكيمياء الحيوية، وعلم الوراثة، والتصنيف، وعلم الجراثيم الطبي وعلم الفطريات

1-1-تعريف الكائنات الحية الدقيقة:

الكائنات الحية الدقيقة هي أصغر الكائنات الحية التي لا يمكن رؤيتها إلا من خلال المجهر. في هذه المجموعة الواسعة، يمكننا تضمين الفيروسات والبكتيريا والخمائر والعفن والطفيليات أحادية الخلية، بعض الكائنات الحية الدقيقة مسؤولة عن أمراض خطيرة ومن ناحية أخرى هناك كائنات مفيدة (Tortoraet al ;2010).

1-2-أنواع الكائنات الدقيقة:

الأنواع الرئيسية للكائنات الدقيقة هي :البكتيريا، الفيروسات التي يمكن العثور عليها في كل من المياه السطحية والجوفية، البكتيريا الأثرية، الفطريات، الطحالب، الطفيليات الحيوانية وحيدة الخلايا، والطفيليات الأولية التي فقط توجد في المياه السطحية .وتعد البكتيريا هي أكثر الكائنات وفرة في الطبيعة وتعيش في جميع أنواع البيئات، بما في ذلك أجسامنا، هذه الكائنات (Tortoraet al;2010).

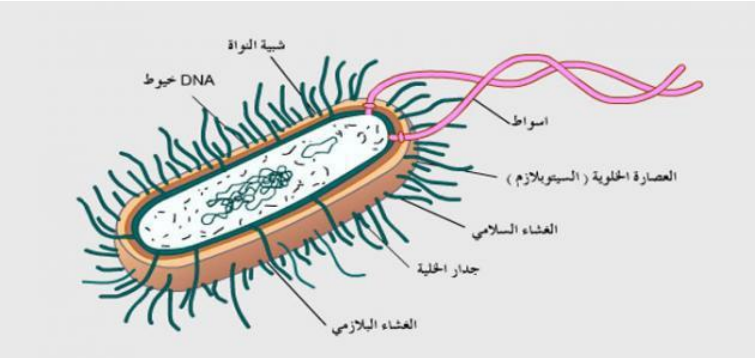
2-تعريف البكتيريا:

أبسط الكائنات الحية التي تعيش على الأرض اليوم هي البكتيريا ويعتقد علماء الأحياء الدقيقة أنها تشبه إلى حد بعيد الكائنات الحية الأولى التي تطورت على الأرض

تعتبر البكتيريا الأكثر وفرة من بين جميع الكائنات الحية وهي الوحيدة التي تتميز بالتنظيم الخلوي بدائية النواة (مشتاق ،2017).

هي كائنات أحادية الخلية مادتها الوراثية بسيطة نسبيا يمثلها كروموسوم دائري واحد لا تحتوي على غلاف نووي او منطقة نووية للخلية. ولذلك تسمى الكائنات الحية الدقيقة بدائيات النواة. (Tortora et al; 2010.)

لا يمكن أن توجد الحياة على الأرض بدون البكتيريا لأن البكتيريا تتيح العديد من الوظائف الأساسية للنظم البيئية، بما في ذلك تثبيت النيتروجين من الغلاف الجوي، وتحلل المواد العضوية لتستخدم في عملية التركيب الضوئي.



الوثيقة (01): تمثل رسم تخطيطي لخلية بكتيرية

2-2-أقسام البكتيريا:

تقسم البكتيريا حسب الشكل وطبيعة النواة

2-2-1-حسب شكل البكتيريا: غالبا ما تكون البكتيريا بسيطة في الشكل وتظهر واحدة من ثلاث هياكل أساسية:

البكتيريا العصوية .Bacillus على شكل متطاول مستقيمة

البكتيريا المكورة coccus كروية الشكل.

البكتيريا الحلزونية Spirilus: بشكل حلزوني وتسمى أيضا اللولبيات،

(طالب، 2016)

2-2-2-حسب الاستجابة اللونية (صبغة جرام):

تم تطوير صبغة جرام في عام 1884وهي واحدة من أكثر طرق التلوين فائدة حيث يتم تحديد نوع البكتيريا من خلال الكشف عن تركيب الجدار المحيط بالبكتيريا (Tortora et al ; 2010) وبذلك تم تقسيم البكتيريا إلى مجموعتين كبيرتين:

-البكتيريا موجبة الجرام

-البكتيريا سالبة الجرام.

لكل منها خصائصها الموضحة في الجدول الموالي. **(Tortora et al; 2010)**

الجدول (01): يمثل مقارنة بين خصائص البكتيريا موجبة الجرام والبكتيريا سالبة الجرام

الخصائص	موجبة الجرام	سالبة الجرام
التفاعل مع صبغة الجرام	تحتفظ البكتيريا باللون البنفسجي الكريستالي أو الأرجواني الداكن	
طبقة البيبتيدوجليكان	سميكة	رقيقة
المحيط البلازمي	غائبة	موجودة
الغشاء الخارجي	غائبة	موجودة
كمية عديدات السكاريد الدهنية	لا شيء تقريبا	مرتفعة
كمية الدهون والبروتينات	منخفضة	مرتفعة
السموم المنتجة	سموم خارجية فقط	سموم داخلية وسموم خارجية
مقاومة التمزق بواسطة العوامل الفيزيائية	عالية	منخفضة
تغيير جدار الخلية	مهمة	طفيفة
التثبيط بواسطة الأصباغ الأساسية	عالية	منخفضة
مقاومة الجفاف	عالية	منخفضة

3-التمثيل الغذائي البكتيري:

3-1-التمثيل الضوئي :تقوم العديد من البكتيريا بعملية التمثيل الضوئي، باستخدام طاقة ضوء الشمس لبناء جزيئات عضوية من ثاني أكسيد الكربون. تستخدم البكتيريا الزرقاء الكلوروفيل كصباغ رئيسي لالتقاط الضوء وتستخدم H_2O كمانح للإلكترون، مما يؤدي إلى إطلاق غاز الأكسجين كمنتج ثانوي.

3-2-التمثيل الكيميائي: تحصل بعض البكتيريا على طاقتها عن طريق أكسدة المواد غير العضوية. على سبيل المثال، تعمل على أكسدة الأمونيا أو النتريت للحصول على الطاقة، منتجة النترات التي يمتصها النباتات. تسمى هذه العملية تثبيت النيتروجين وهي ضرورية في الانظمة البيئية الأرضية حيث لا تستطيع النباتات امتصاص النيتروجين إلا في شكل نترات.

تعمل بكتيريا أخرى على أكسدة الكبريت وغاز الهيدروجين وجزيئات غير عضوية أخرى، كما تعتمد أنظمة بيئية كاملة على البكتيريا التي تؤكسد كبريتيد الهيدروجين (H_2S) أثناء تواجدها في الفتحات الحرارية. (مشتاق،2010)

4-العوامل المؤثرة على نمو البكتيريا:

تؤثر العديد من العوامل على نمو البكتيريا مثل، الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والضوء ودرجة الحموضة والرطوبة وتركيز الملح.

❖**التغذية:**

المكونات الرئيسية للخلايا هي الماء والبروتينات والسكريات، الدهون والحمض النووي والبيبتيدات المخاطية.

يمكن تصنيف البكتيريا من الناحية التغذية، بناءً على احتياجاتها من الطاقة وعلى قدرتها على تصنيع المستقلبات الأساسية.

-البكتيريا ذاتية التغذية التي يمكن أن تصنع غذاءها

-البكتيريا غير ذاتية التغذية التي لا تستطيع توليف نواتج الأيض الخاصة بها.

❖**الأكسجين:**

اعتمادًا على تأثير الأكسجين على النمو والحيوية، تكون البكتيريا مقسمة إلى الهوائية واللاهوائية تتطلب البكتيريا الهوائية وجود الأكسجين بينما قد تموت اللاهوائية حتى عند التعرض للأكسجين.

❖**الرطوبة والتجفيف:** الماء عنصر أساسي في البروتوبلازم البكتيري وبالتالي التجفيف مميت للخلايا ويختلف تأثير التجفيف باختلاف الأنواع.

❖**الضوء:** تنمو البكتيريا بشكل جيد في الظلام وهي حساسة للأشعة فوق البنفسجية والإشعاعات الأخرى باستثناء الأنواع ذات التغذية الضوئية

❖**الحموضة:** البكتيريا حساسة لتغيرات درجة الحموضة، إذ لكل نوع نطاق من الأس الهيدروجيني حيث تنمو غالبية البكتيريا المسببة للأمراض بشكل أفضل عند درجة الحموضة المحايدة أو القلوية قليلا. (مشتاق، 2016)

5-البكتيريا والأمراض النباتية:

ترتبط العديد من أمراض النباتات بالبكتيريا غير ذاتية التغذية. تقريبا كل نوع من النباتات عرضة للإصابة بنوع أو أكثر من الأمراض البكتيرية. تتنوع أعراض هذه الأمراض النباتية، لكنها تظهر بشكل شائع على

شكل بقع بأحجام مختلفة على السيقان أو الأوراق أو الزهور أو الثمار. وهناك أمراض أخرى شائعة ومدمرة للنباتات، بما في ذلك الآفات، والتعفن الطري والذبول، والتي تكون البكتيريا العامل الأساسي في ظهورها مثل آفة النار (اللفحة النارية) التي تدمر الكمثرى وأشجار التفاح وهو مثال معروفًا للأمراض البكتيرية. (مشتاق، 2016)

6-أهمية البكتيريا:

البكتيريا مسؤولة بشكل رئيسي عن خلق ترابط بين الغلاف الجوي والتربة على مدى بلايين السنين. فهي أكثر تنوعا من الناحية الأيضية من حقيقيات النوى، وهذا هو سبب قدرتها على التواجد والانتشار على نطاق واسع من الموائل حيث تساهم البكتيريا ذاتية التغذية –سواء كانت ضوئية أو مغذية كيميائية – في توازن الكربون في الموائل الأرضية، والمياه العذبة، والبحرية. كما تلعب البكتيريا غير ذاتية التغذية دورا رئيسيًا في البيئة العالمية من خلال هدم المركبات العضوية. كما لها دورا هاما في تثبيت النيتروجين من الغلاف الجوي حيث أن عددًا قليلاً فقط من أجناسها لديه القدرة على تثبيت النيتروجين من الغلاف الجوي وبالتالي جعله متاحا للاستخدام من قبل الكائنات الحية الأخرى. (مشتاق، 2016).

الفصل الثاني

عموميات حول البكتيريا الجذرية

1-تعريف المنطقة الجذرية **La rhizosphere** :

تم تقديم كلمة المنطقة الجذرية rhizosphere في عام 1904بواسطة (Anton Lorenz Hiltner. et al, 2008) وهي مساحة التربة الواقعة حول جذور النباتات وتخضع للتأثير المباشر لها، كما أنها منطقة نشاط جرثومي كبير (Anoua et al, 1997) ثراء هذه المنطقة يجعلها مواتية للاستعمار من قبل الكائنات الحية الدقيقة (Hiltner, 1904) حيث تلعب دورا مهما في مقاومة التربة للتعرية والحرائق والفيضانات...

2-نشاط المنطقة الجذرية:

يطلق النبات الإفرازات الجذرية المكونة من المواد الكربونية العضوية والنيتروجينية (السكريات والأحماض العضوية والبروتينات) (Mench, 1985). تعزز الإفرازات انجذاب وتكاثر البكتيريا والفطريات استجابةً لإمدادات الطاقة التي يمثلها إفرازات الجذر، وصولاً إلى الجذر الذي يمكن أن يصيبه أو يتطفل عليه (Schroth et Hildebrand, 1964)، وبالتالي فإن كثافة البكتيريا أعلى في منطقة الجذور منها في التربة البعيدة عن الجذور: وهذا ما يعرف بتأثير الجذور (Foster et Rovira, 1978) كما تحدد كمية وتركيب الإفرازات الجذرية طبيعة الأنشطة البكتيرية. (Lemanceau, 1992)

3-البكتيريا الجذرية **La rhizobacteries**:

هي بكتيريا قادرة على التكاثر والتنافس مع الكائنات الحية الدقيقة الأخرى لاحتلال هذه المنطقة الغنية بالمغذيات. يمكن أن يكون لها تأثير إيجابي أو سلبي أو محايد على نمو النبات. ما يقرب 5% من البكتيريا الجذرية تعزز نمو النبات مباشرة عن طريق الزيادة وامداد العناصر الغذائية من التربة وتحفيزها وإنتاجها لمنظمات نمو النبات وتفعيل آليات المقاومة الذاتية في النباتات (Beauchamp C. 1993)،. وحمايتها من مسببات الأمراض مثل البكتيريا والعفن (Suslow, 1982, Weller, 1988) والديدان الخيطية (Kloepper et al, 1992).

وتعرف البكتيريا الجذرية المتنوعة والمعروفة بالاختصار (PGPR)بالبكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات.

4-البكتيريا الجذرية المحسنة لنمو النبات (**PGPR**):

تم وصف PGPR لأول مرة بواسطة Kloepper و Schroth في عام 1978(Compant et al, 2005)، وهي معروفة بآثارها المفيدة على تطور وصحة النبات من خلال الآليات المباشرة أو غير المباشرة، هذه البكتيريا قادرة على استعمار أنظمة الجذر بشكل فعال ولها تأثير مفيد على النبات من خلال تحفيز

نموه وعن طريق الحماية ضد الالتهابات التي تسببها العوامل الممرضة للنبات (Haas et Defago, 2005) تحفز بكتيريا PGPR نمو النبات عن طريق زيادة امتصاص المغذيات النباتية وعن طريق تنشيط آليات المقاومة في النباتات(Beauchamp C, 1993)، كما يمكن أن تحفز نمو النباتات من خلال آليات مختلفة مثل تثبيت النيتروجين، وانتاج الهرمونات النباتية.(Adam, 2008) العديد من الشركات تطور الملقحات التي تحتوي على PGPRمن أجل تقليل استخدام المبيدات(Beauchamp C,1993)

5-بعض اجناس البكتيريا المحسنة للنمو (PGPR):

5-1-Azospirillum

هو جنس من البكتيريا التي تستعمر جذور النجيليات (Poaceae) على وجه الخصوص ومحاصيل مهمة مثل القمح والذرة والأرز والمحاصيل الأخرى. هي بكتيريا سالبة الجرام، عالية الحركة حلزونية مثبتة للنيتروجين تنتمي إلى رتبة، *Rhodospirillales*إلى فئة *Alphaproteobacteria* وعائلة *Rhodospirillaceae*

هذه البكتيريا لديها القدرة على تحفيز نمو الجذور والساق (Mostajeran et.al, 2007) حيث تنتج هرمونات النمو، وحمض الخليك إندول ،3حمض الجبريليك، السيتوكينينات وكذلك الفيتامينات التي تعزز الزيادة في سطح الجذر، مما يؤدي إلى زيادة في امتصاص الماء والمعادن.

بالإضافة إلى ذلك، يسمح هذا الارتباط بتثبيت النيتروجين التعايشي في الغلاف الجوي الى أمونيا بفعل النيتروجيناز، مما يعزز النمو والإنتاجية (Hamaoui et al,2001)، وقد أظهرت العديد من سلالات *Azospirillum* آثارا مفيدة على نمو نباتات المحاصيل أو الحقول في مختلف أنواع التربة والظروف المناخية.

الأنواع الرئيسية من *Azospirillum* **هي** *Azospirillum lipoferum* وAzospirillum brasilenseوالأنواع الأخرى *Azospirillum halopraeferens* و*Azospirillum amazonense*. (Blaha et al,2006).

5-2-Pseudomonas:

تنتمي ***Pseudomonas*** إلى *شعبة*Protobacteria فئة من بك تيريا Gamma Protobacteria رتبة. Pseudomonales

وهي عصيات سالبة الجرام ومستقيمة ونحيلة ذات نهايات مستديرة، ومتوسط حجمها 2 × 0.5 مايكرومتر (Pelerine, 1984) (وهي البكتيريا متحركة وقادرة على استخدام العديد من ركائز الهيدروكربون كمصادر للكربون والطاقة. تمتلك *Pseudomonas* قدرة عالية على استعمار الجذور (Höfte et de Vos, 2006).

5-3-Bacillus: هي جنس من البكتيريا موجبة الجرام ، تنتمي إلى عائلة ، *Bacillaceae* رتبة *Bacillales*، فئة *Bacilli* بعد هذا الجنس الأكثر وفرة في منطقة الجذور،(Probanza et al, 2002) تتكاثر بسهولة (Alexander, 1965) لها عمر طويل هذه البكتيريا قادرة على إنتاج أبواغ تسمح لها بمقاومة الظروف البيئية المعاكسة، وقد عرف نشاط PGPR لبعض هذه السلالات منذ عدة سنوات (Probanza et al., 2002) من المحتمل أن تكون مفيدة كعوامل مقاومة للأمراض (Nagórska et al, 2007) وقادر على إذابة الفوسفات وإنتاج ،AIA وحاملة الحديد ومضاد للفطريات (Charest et al, 2005)

5-4-Rhizobium: هي بكتيريا التربة الهوائية تنتمي إلى عائلة *Rhizobiacea* لها القدرة على التعايش مع نباتات عائلة البقوليات بتثبيت النيتروجين وبتكوين العقيدات على جذور النبات المضيف، والعقيدات هي موقع نشاط تعايشي، حيث يزود النبات البكتيريا بالمواد الكربونية، وتزود البكتيريا النبات بالمواد النيتروجينية المصنَّعة من النيتروجين الجوي (Downie, 2005) النيتروجين التكافلي يساعد النبات على البقاء والتنافس بشكل فعال على التربة الفقيرة من النيتروجين.

أن التلقيح بـ *Rhizobium sp* يسبب زيادة في النمو. بالإضافة إلى نشاطها المفيد في تثبيت النيتروجين مع البقوليات، يمكن لـ Rhizobiaتحسين تغذية النبات عن طريق تعبئة الفوسفات العضوي وغير العضوي (Akhtar et Siddiqui, 2009).

5-5-Frankia: ينتمي *Frankia* إلى رتبة *Actinomycetales* وعائلة *Frankiaceae* Actinomycete Frankia (Wall, 2000) هي بكتيريا خيطية موجبة الجرام، على عكس البكتيريا المثبتة للنيتروجين مثل، *Rhizobia* يمكن لـ *Frankia* اصلاح النيتروجين الجوي في الحالة الحرة (Pawlowski et Sprint, 2008).

6-آلية عمل البكتيريا المعززة لنمو النبات:PGPR

وفقًا لـ Kloepper و Schrothهناك العديد من الآليات التي تقوم بها PGPR لتعزيز نمو النبات وتطوره في مختلف الظروف البيئية، وبشكل عام تحفز الPGPR نمو النبات مباشرة إما بسبب قدرتها على اتاحة المغذيات (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمعادن الضرورية) أو تعديل مستويات هرمون النبات، أو

بشكل غير مباشر عن طريق تقليل التأثيرات المثبطة لمختلف مسببات الأمراض على نمو النبات (Kloepper JW et Schroth MN, 1981).

6-1آلية العمل المباشر لبكتيريا الـ PGPR: بكتيريا PGPRلها آليات مباشرة والتي تسهل امتصاص المغذيات أو تزيد من توافرها، مثل تثبيت النيتروجين، إذابة المغذيات المعدنية، وإنتاج الهرمونات (Arora NK et al, 2012; Bhardwaj D et al, 2014).

6-1-1-تثبيت النيتروجين fixation de l' azote:

النيتروجين Nعنصر أساسي لجميع أشكال الحياة وهو أهم العناصر الغذائية لنمو النبات وإنتاجيته. على الرغم من أن النيتروجين يمثل ٪78من الغلاف الجوي، إلا أنه يظل غير متوفر للنباتات ولا توجد أنواع نباتية قادرة على تثبيت ثنائي النيتروجين في الغلاف الجوي واستهلاكه مباشرة لنموها.

يتغير النيتروجين إلى الأمونيا عن طريق الكائنات الحية الدقيقة التي تثبت النيتروجين باستخدام الإنزيم المعقد المعروف باسم النيتروجيناز، (Buckley DH, Gaby JC; 2012) البكتيريا الجذرية التي تعزز نمو النبات PGPR لديها القدرة على تثبيت نيتروجين الغلاف الجوي وتزويده للنباتات عن طريق آليتين: تعايشيه وغير التعايشية:

تثبيت النيتروجين التعايشي: هو العلاقة المتبادلة بين البكتيريا والنبات. حيث تدخل البكتيريا الى الجذر ثم بعد ذلك تقوم بتثبيت النيتروجين يكون في شكل عقيدات، يتم تثبيت النيتروجين غير التكافلي عن الأسمدة غير المتوازن،

6-1-2-اذابة الفوسفات solubilization de Phosphor:

ان بعض اجناس بكتيريا التربة لها دور مهم في اذابة مركبات الفوسفات غير الذائبة وجعل الفوسفور جاهزا للنبات من خلال انتاجها احماض عضوية متعددة تسهم في خفض PH الوسط (كريم عبيد حسن، 2012) عزل البكتيريا المذيبة للفوسفات من التربة وتعيين الحوامض العضوية المنتجة منها، 2012.مجلة العلوم الزراعية العراقية، المجلد 43، العدد6.ص 71-77

6-1-3-اذابة البوتاسيوم solubilization de Potassium:

البوتاسيوم (K) هو ثالث المغذيات الكبيرة الأساسية لنمو النبات. تركيز البوتاسيوم القابل للذوبان في التربة عادة ما يكون منخفضا جدًا، أكثر من ٪90من البوتاسيوم في التربة موجود على شكل صخور غير قابلة للذوبان وسلكيات المعادن (Parmer P et Sindhu SS, 2013) علاوة على ذلك، فان نقص البوتاسيوم أحد المعوقات الرئيسية في المحاصيل الإنتاجية. فبدون البوتاسيوم الكافي، سيكون النبات ضعيفا

وتنمو الجذور ببطء وتنتج بذورا صغيرة ويكون الانتاج اقل فالبكتيريا الجذرية التي تعزز نمو النبات قادرة على تذويب صخور البوتاسيوم من خلال إنتاج وإفراز الأحماض العضوية، لتوفير مصدر كافي من البوتاسيوم في التربة للحفاظ وزيادة على إنتاج المحاصيل (Han Kumar P et Dubey RC, 2012 ;HS et Lee KD, 2006)

6-1-3-انتاج حامل الحديد **production de Siderophore**:

الحديدF هو عنصر أساسي من العناصر الصغرى لتغذية جميع الكائنات الحية في المحيط الحوي، وعلى الرغم من حقيقة أن الحديد أكثر العناصر وفرة في على وجه الأرض في التربة الهوائية فان الحديد لا يتم استيعابه بسهولة من قبل البكتيريا أو النباتات بسبب أيون الحديد(Fe^{+3}) وهو الشكل السائد في الطبيعة، القابل للذوبان فكمية الحديد المتاحة للاستيعاب من قبل الكائنات الحية منخفضة للغاية (Ma JF, 2005) طورت الكائنات الحية الدقيقة آليات متخصصة لامتصاص الحديد، بما في ذلك المعروف بإنتاج مركبات الحديد منخفضة الوزن الجزيئي مثل حامل الحديد(Siderophore) الذي ينقل هذا العنصر إلى خلاياه.(Schwyn B et Neilands JB,1987 ; Arora NK, 2013)

تنقسم حاملات الحديد إلى ثلاث عائلات رئيسية اعتمادًا على مجموعة وظيفية مميزة، وهي **الهيد وكسامات، الكاتيكولات والكربوكسيل**. في الوقت الحاضر أكثر من 500نوع مختلف من حوامل الحديد معروفة، منها 270 تم تمييزها هيكلياً (Cornelis P, 2010)

6-1-4-انتاج الهرمونات النباتية:

6-1-4-1-حمض الإندول الخليك (IAA): من بين منظمات نمو النبات، الإندول حمض الخليك (**IAA**) وهو الأكسين الطبيعي الأكثر شيوعا الموجود في النباتات وتأثيره إيجابي على نمو الجذور (Miransari M et Smith DL,2014) ما يصل إلى ٪80من 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 وتمايزها؛ يحفز البذور وإنبات 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).

6-1-4-2-حمض الجبريليك

تتميز الهرمونات النباتية باحتوائها على حمض الجبريليك الذي يحرض استطالة الخلايا النباتية وتكوين الثمار اللابذرية، وهو يتغلب على تقزم الساق الوراثي، ويزيد من إنتاج الأفرع الجانبية وخاصة الزهرية مما يزيد من عدد الأزهار والثمار فيزداد الإنتاج. يُصنع الجبريلين طبيعيًا في النَّباتات الخضراء والفطر . https://ar.m.wikipedia.org › wiki جبرلين – ويكيبيديا

6-1-5-الإنزيمات المحللة **Lytic enzymes** :

يعتبر تعزيز النمو من خلال النشاط الأنزيمي هي آلية أخرى تستخدمها البكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات يمكن أن تنتج سلالات معينة من البكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات إنزيمات مثل الكيتيناز، نازعة الهيدروجين، بيتا جلوكاناز، الليباز، الفوسفاتياز والبروتياز وما إلى ذلك ((joshi M et al , 2012 (Hayat R et al,2010)) من خلال نشاط هذه الانزيمات تلعب البكتيريا ال PGPRدور مهم للغاية في تعزيز نمو النبات وخاصة في الحماية من الضغوط الحيوية وغير الحيوية عن طريق قمع الفطريات المسببة للأمراض مثل Pythium ultimum و Phytophthora sp، Fusarium oxysporum (Nadeem SM et al,2013)

اظهرت ارقام التقارير فعالية البكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات كعامل للمكافحة الحيوية (Voisard C et al, 1989)

في السنوات الأخيرة، ظهرتPseudomonas fluorescens حيث تم اقتراحه كعامل تحكم بيولوجي محتمل نظرا لقدرته لاستعمار الجذور وحماية النباتات ضد مجموعة واسعة من الأمراض الفطرية الزراعية الهامة مثل تعفن الجذر الأسود للتبغ، تعفن جذور الخردل.(Arora NK et al, 2008; Kumar NR et al, 2002)

6-1-6-إنتاج متعدد السكاريد أو تشكيل الاغشية الحيوية :تصنع البكتيريا مجموعة واسعة من السكريات متعددة الوظائف بما في ذلك السكريات داخل الخلايا، والسكريات الهيكلية، والسكريات خارج الخلية. إنتاج السكريات الخارجية مهم بشكل عام في تكوين الأغشية الحيوية. فعليا يساعد استعمار جذور النباتات بواسطة الميكروبات المنتجة لـ EPSعلى الاحتفاظ بالفوسفور الحر من غير القابل للذوبان في التربة وتعميم المغذيات الأساسية للنبات من أجل النمو والتطور السليمين وحمايته من مهاجمة مسببات الأمراض الغريبة ومن بين الوظائف الاخرى التي تؤديها الميكروبات المنتجة لـ EPSتشكل الحماية من الجفاف والإجهاد (Qureshi Aw et Sabri AN ,2012).

الفصل الثالث

عموميات حول نبات الفول

1-العائلة البقولية:

النباتات البقولية Légumineuse من النباتات الزهرية الراقية حيث تعرف محاصيل البقوليات باسم pulse crop وهي المحاصيل التي تزرع من أجل بذورها الجافة كما تعرف أيضا باسم العائلة القرنية لكون بذورها داخل قرون.

تضم العائلة البقولية عددا كبيرا من محاصيل الخضر والمحاصيل الحقلية التي تشكل حوالي 600 جنس 1200 نوع، يستخدم ما يقارب 18 نوعا منها في التغذية الإنسانية، قسمت الى ثلاث فصائل: تحت الفصيلة الفراشية Papilionacee وتحت الفصيلة البقمية Caesalpinoideae وتحت الفصيلة الطلحية Mimosoideae (سعد، 1994)

تلعب البقوليات دورا مهما في تغذية الأنسان والحيوان، فهي تأتي بعد الحبوب من حيث الأهمية الغذائية وتعد مصدرا مهما من مصادر البروتين(Venderleyden,2003) أضافة الى أنها مصدرا جيدا للكربوهيدرات المعقدة والألياف الغذائية، وتحتوي كميات مهمة من الفيتامينات والمعادن (Tharathan et Mahadevamma,2003) تنتشر زراعتها في المناطق الاستوائية وقد اهتم الإنسان بزراعة المحاصيل البقولية منذ القدم، و ذكر (كيال ، 1976) أنه وجدت بقايا البازلاء في سويسرا تعود إلى 4500 قبل الميلاد، كما وجدت حبات الحمص في مناطق الشرق الأوسط منذ القدم

2-نبذة تاريخية حول نبات الفول:

اكتشف الفول من طرف عالم النبات لينيس Linnaeus (سعد، 1994)، يعد الفول من المحاصيل المهمة بفضل قيمته الغذائية الكبيرة (العثمان والعساف، 2009) إضافة الى أن بذوره غنية بالحديد والكالسيوم والفوسفور (7 ملغ، 10 ملغ، 391 ملغ / 100 غرام على التوالي (القشعم،2015) ويعتبر ان هذا المحصول نشأ في جنوب غرب اسيا، فقد وجد من اثاره ما يدل على انه زرع في الشام، كما عرف الفول في الصين منذ 2000 عاما، ثم انتقل الى كندا وأستراليا في العصر الحديث (كفاح واخرون،2012).

حسب (Pesson et louveaux1984، 2000، Mebarkia) فان أصل نبات الفول يرجع إلى أسيا الشرقية وامريكا الجنوبية حيث زرع في هذه المناطق ويتمركز بكثرة في منطقة حوض المتوسط (1998، Tivoli et Caubel، 2000، Mebarkia). ينتمي الفول إلى العائلة البقولية (légumineuse) حسب (كيال، 1976).

3-تصنيف نبات الفول:

يصنف الفول حسب (عمراني، 2005) كما يلي:

Regne = *Plantea*

Embranchement = *Angiospermes*

Classe =*Dicotyledomes*

S/Classe = *Dialypetales*

Ordre = *Rosales*

Famille = *Legumineuses*

S/Famille = *Papilionacées*

Genre = *Vicia*

Espèce = *Vicia faba L*

4-الفول من الناحية المورفولوجية:

الفول نبات حولي لا يتجاوز المتر علوا حسب (بوشقوف وآخرون، 1987) وهو نبات ثنائي الكروم وزوم (12=N2) (Wang et al, 2012). ويتراوح طول النبات عند الانبات ما بين 60 الى 100 سم بحسب الأصناف وظروف الزراعة. هذه العائلة تحتوي على نسبة عالية من البروتين واعلى نسبة في معظم المحتويات الغذائية (ارحيم، 2008) وهي عائلة كاسها خماسي الاسنان ملتحم السبلات، توجيها خماسي البتلات تعتبر الأوراق غير شفعية الريش، تأبير الازهار يكون ذاتي التلقيح أو خلطي التلقيح (Allogame) نحلي او دبوري، (الخطيب، 1999)، وهو من الناحية المورفولوجية كما ذكر (على والعروسي، 2012) يتشكل من مجموع خضري وأخر جذري.

4-1-المجموع الجذري:

يوجد تحت سطح التربة، ويتكون من جذر رئيسي يسمى بالجذر الابتدائي يكون عادة سميك في أجزائه

العليا ومتدرجا في السُمك، ويتفرع الجزء الابتدائي إلى جذور ثانوية وهي بدورها تتفرع إلى فروع أخرى جانبية

الوثيقة (02): صورة انبات الفول Vicia faba L (Bond et Poulsen, 1983)

4-2-المجموع الخضري:

يوجد معرض للهواء فوق سطح التربة، يتكون من الساق والتي غالبا ما تكون قائمة ومتفرقة ويحمل الساق وفروعه الأوراق والأزهار، أما مكان اتصال الأوراق بالساق فيعرف بالعقد، توجد في إبط الوراق براعم قد تكون خضرية فتعطي بنموها أفرعا خضرية وقد تكون زهرية فتعطً بنموها أزهار ونورات.

حسب (صحراوي وباقة، 2000) يتكون المجموع الخضري للفول مورفولوجيا من:

-**الساق:** عشبي قائم مضلع ذو أربع أركان أجوف أخضر اللون

-**الأوراق:** ريشة مركبة قليلة الوريقات وبداخلها يوجد خيط قصير جدا يطلق عليه اسم المعلاق

-**النورة:** عبارة عن ساق صغيرة أو محور رئيسي يسمى شمراخ النورة يحمل من 9-2 أزهار، وتكون النورة مغلقة إي ذات ذيل أو سويقة Pédicelle حسب (عمراني،2005)

-**الزهرة:** حسب (عمراني،2005) فان زهرة الفول خنثى وحيدة التناظر، محيطية كبيرة الحجم حيث يتراوح طولها بين 2-3 سم تكون مضغوطة الجانبين و ذات تناظر جيد، لونها ابيض به بقع سوداء بها كل الأعضاء الذكرية و الأنثوية لذلك فالإخصاب يحدث بصورة ذاتية أو تلقائية -التلقيح الذاتي (Autogamie)- تقوم به السداة العاشرة التي تفوق الميسم من حيث الطول، أو بواسطة الحشرات التي إذا دخلت إلى الزهرة تتحرر حبوب الطلع و تصل إلى المبيض مرورا بالميسم و القلم ليتم الإخصاب بعد مغادرة الحشرة للزهرة (بوعتروس، 2008)، يحمل ساق الفول من 50-80 زهرة مجمعة في نورات كل واحدة تمثل من 2-9 إزهار تخرج الزهرة (0.5-0.9) من الرحيق، الذي يعرف بالرحيق بين الإزهار (1984، Pesson et Louveaux)

تكون القيمة القصوى للتزهير بين 20-10 مليون زهرة متفتحة في الهكتار الواحد و 4/3 من براعم التزهير

تتفتح من 14-12 ساعة (1984، Pesson et Louveaux)

الوثيقة (03): صورة ازهار الفول Vicia faba L (Bond et Poulsen, 1983)

-**الكأس:** يحتوي على خمس سبلات من الأسفل ومستقيمة (سعد، 1994)

-**التويج:** به خمس بتلات منفصلة، أكبرها حجما الخلفية وتعرف بالقلم اما الجانبين تعرفان بالجناحين والأماميتين ملتحمتان التحاما خفيفا (بوعتروس، 2008)

-**الاسدية:** عددها عشرة، منها تسعة متجمعة داخل نسيج واحد أما السداة العاشرة منفصلة ويفوق طولها الميسم حسب (بوعتروس، 2008)

-**المتاع:** هو عضو التأنيث، يتكون من كربلة واحدة والتي تتكون من قلم منحني وميسم طويل يرتفع عن الاسدية (سعد، 1994و البومي وآخرون، 2005)

-**البيض:** وهو الجزء المنتفخ في مركز الزهرة يتصل بالكربلة الوحيدة من حجرة واحدة، يحتوي بداخله على البيضات التي تترتب على جداره حسب (سعد، 1994و البيومي وآخرون، 2000)

-**الثمرة:** عبارة عن قرون تحمل بداخلها بذور يختلف حجمها ونوعيتها حسب جودة ونوع النبات وتنتفخ طوليا من كلا الجانبين لذا فهَو من الثمار المنتفخة حسب (على ولعروسي، 1976).

-**القصرة:** تحاط البذرة بغلاف يحمي الجنين ويسمى بالقصرة، يشاهد عليه مواضع اتصال البذرة بالحبل السري الموصل للبويضة بالجدار الداخلي للثمرة نسيج المشيمة، وهذا الموضع يبقى ظاهرا ويسمى بالسرة وهو ظاهر في بذور الفول بلون اسود مستطيل مدبب الطرفين على الجانب العرضي للبذرة، (عزام ، 1977)

-**الريشة والجذير:** وهو الجزء الذي ينمو ويعطً الساق، كما ان الجذير هو الجزء المخروطي المدبب المقابل للريشة ويعطً الجذير، إما بالنسبة لموضع كل من الريشة والجذير بالنسبة للفلقات فيكون بأشكال مختلفة (عمراني ، 2002).

-**بذور الفول:** تتميز بكونها عديمة السويداء، يُشاهد على جانبيها ندبة كبيرة سوداء هي السرة Hélium تمثل مكان اتصال البذرة بالحبل السري، و الذي كان يصلها بغلاف الثمرة و قرب أحد طرفي السرة يوجد جزء صغير داكن للون يخفي تحته الجذير، و عند نهاية الجذير توجد فتحة صغيرة تسمى بالنقير microphyl يمكن رُؤية النقير بسهولة في بذرة منقوعة في الماء فإذا ضغطت ينتشر الماء منه و هناك غلافان بذريان متحدان ينشآن من النمو اللحافي للبويضة كما يشكل الجنين كامل الفراغ المتكون ضمن غلاف البذرة و هو يتألف فلقتين كبيرتين سميكتين تحتويان على مواد نشوية و بروتينية يتصلان بواسطة محور (بوعتروس ، 2008)

-**باذره الفول:** يستطيل الجذير عند الانتاش مخترقا غلاف البذرة عند النقير، إما الريشة فهي تنمو حتى تصبح ساقا تنشأ من جوانبه براعم الأوراق بالتدريج، في أولى مراحل النمو السويقة بطيء، أما السويقة

الجنينية العلوية فإنها تنمو بنشاط وتستطيل بسرعة رافعة الريشة فوق سطح التربة وتبقى الفلقتان تحت سطح التربة وتبقى الفلقتان تحت سطح التربة ولهذا يعرف بالإنبات تحت الأرضً (عمرانً، 2002.)

5-دورة حياة نبات الفول ***Vicia faba L***:

يمر نبات الفول بمرحلة موسمية تبدأ من الزراعة الى الحصاد وهي كما يلي

5-1-مرحلة الانبات:

يتم انبات بذرة الفول عند درجة حرارة ° C4 فما فوق وذلك من اليوم الثامن الى اليوم الثاني عشر بعد الزرع تحت الظروف الطبيعية (الخليفة والعثمان،2001) وهي تتعلق بتوفير الشروط الداخلية (سلالة البذرة) قدرتها على الإنبات، حجمها والخارجية (كالحرارة، الرطوبة، التهوية، نوع التربة).

5-1-1-تأثير العوامل البيئية على الانبات:

أ-درجة الحرارة: تؤثر درجة الحرارة على الأنشطة الانزيمية، نفاذية الاغشية ودخول الاكسجين وبالتالي يمكننا معرفة درجة الحرارة المثلى للإنبات والتي تحدد به نطاق التحمل. وبالتالي فان نطاق تحمل درجة الحرارة يختلف من نوع الى اخر والذي يسمح بتاريخ البذر (ANZALA, 2006).

ب-الماء تختلف كمية الماء المطلوبة لإعادة تمييه الانسجة اعتمادا على نوع البذور وطبيعة قشر البذور، من 50إلى250 % من الوزن الجاف للبذور (BEWLEY ,1997) وهذه المتطلبات المائية أعلى في البذور البروتينية منها في البذور النشوية منها فالزيتية (VALLEE, 1999) يمر الماء من خلاله بشكل سلبي تحت تأثير الامتصاص القوي الذي تمتلكه البذور، هذه القدرة تسمح لها بالنمو في التربة ذات محتوى مائي منخفض. من ناحية أخرى تختنق البذور إذا توفر لها الماء أكثر من احتياجها بسبب غياب الاكسجين. (BEWLEY, 1997).

ج-الاكسجين: هو عنصر ضروري للتنفس وإنتاج (ATP)وتركيز الاكسجين المطلوب اقل من تركيز الاكسجين في الغلاف الجوي ويمثل % 10-5ومع ذلك فان المستويات التي ينظر اليها الجنين هي اقل من تلك المشارة اليها لان الاكسجين يمر عبر طبقات متعددة من خلال اختراق الانسجة حيث وجود الفينولات القابلة للأكسدة ويمكن لمثبطات الانبات ان تمنع مروره من عدمه او الشروع في الشطف من البذور للتخلص من هذه الجسيمات المثبطة

د-الإضاءة: تؤثر الإضاءة عتى الانبات حسب الأنواع (GIMENO ET GILL, 2009) يخترق الضوء البذور على مستوى الصبغات الضوئية التي تشارك في تعديل الهرمونات الذاتية الجبريلينات وحمض الابسيسيك (SEO ET AL.2009)

5-1-2-مراحل الانبات :

أ-**المرحلة الأولى (مرحلة امتصاص الماء)**: وفيها تقوم البذور الجافة بامتصاص الماء مما يزيد من محتوى الرطوبة للبذور، ويعقب ذلك انتفاخ البذور وزيادة حجمها ويصاحب هذا الانتفاخ تمزق اغلفة 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 ATPوفي 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 والدهون والبروتينات المخزنة في الاندوسبيرم او الفلقات الى مواد بسيطة والتي تنتقل الى 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. (علي،2015).

5-2-مرحلة النمو: وتبدأ مرحلة النمو منذ ظهور البادرة فوق الارض وتمتد مدة55الى 65يوما الى تفتح اخر زهرة، وتنقسم فترة النمو الى فترة نمو خضري وفترة نمو ثمري ولا يمكن فصل احداهما عن الاخر (عابد وفتيتي، 2010)

يقصد بالنمو الزيادة في حجم النبات بواسطة انقسام واستطالة الخلايا، وهذين العمليتين متداخلتين تتبعهما عملية التمايز التي تتأثر بالعوامل البيئية والوراثية، ويقصد به أيضا الزيادة في الوزن الجاف، إذ تفحصنا نبات ما لمدة زمنية كافية يتبين حدوث نوعين من التغيرات حسب الباحث (Steward ,1969).

يبدأ النمو في أنسجة معينة ومناطق محدودة تعرف بالمرستيمات سواء القمية منها أو الجانبية أو النبيتة وعليه فالنمو قد يكون مستمرا، وقد يكون محددا، إي إن العضو ينمو إلى حد معين ثم يتوقف (بوعتروس،2008).

5-3-مرحلة الازهار: تبدأ مرحلة الازهار منذ تفتح اول زهرة على النبات حتى اخر عقد وتبلغ هذه الفترة من 25-55 يوما. وتكون هذه الفترة في الأصناف المبكرة 29-20 يوما وفي الأصناف المتأخرة 55-40 يوما (كيال، 1988).

5-4-مرحلة الاثمار: يبدا من عقد اول زهرة حتى اخر ثمرة على النبات وتتراوح مدته بين 4و 55يوم وتتداخل مع فترة الازهار وكذلك مع فترة النمو ولا يمكن فصلهم عن بعضهم البعض (البحرة ودغستاني،2003)

5-5-مرحلة النضج: تنحصر فترة النضج منذ تمام نضج اول ثمرة حتى اكتمال نضج اخر ثمرة على النبات ويبدأ هذا بظهور الاصفرار على النبات وتلك المدة تتراوح بين 45و 60 يوما، يتداخل جزء منها مع فترة الازهار والجزء الثاني مع فترة الاثمار والجزء الثالث يمتد حتى موعد الحصاد (الخليفة والعثمان،2001)

6-متطلبات زراعة الفول:

6-1-الحرارة:

يحتاج نبات الفول لدرجات حرارة محصورة ما بين 6-30°Cحيث يكون حساس في الدرجات المنخفضة الاقل من 4 درجة مئوية خاصة خلال مرحلة الازهار وتكوين البذور أما إذا تعدت الدرجة 30°Cفإنها تؤدي الى تساقط الازهار (الخليفة والعثمان،2001)

6-2-التربة:

تنجح زراعة الفول في الارض الطينية الرملية جيدة الصرف او في الارض الخفيفة الحاوية على نسبة عالية من المواد العضوية وعلى نسبة قليلة من الكلس ولا توافقه الارض المصابة بالهالوك اذ إن انتشاره بين النباتات يسبب ضعفها أو موتها لتطفله على جذورها وامتصاصه لغذائها فيكون السبب في انتاج محصول متدني رديء الصفات ان لم يكن السبب في اعدامه (البحرة ودغستاني، 2003)

6-3-الرطوبة:

يعتبر الفول من النباتات الاكثر تواجدا في المناطق الرطبة ويحتاج الى كمية مهمة من الرطوبة على مستوى التربة خاصة في الفترات الاولى من النمو (العثمان والعساف، 2001)

6-4-الإضاءة:

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

7-القيمة الغذائية والاقتصادية للفول:

7-1-القيمة الغذائية:

يعتبر الفول حسب (كيال،1979) نبات بقولي غني بالبروتين لذلك يستخدم بكثرة كقرون طازجة أو حبوب جافة للاستهلاك الإنساني والحيواني حيث يقوم بتعديل التوازن الغذائي نظرا لغناه بالبروتينات والنشويات حيث تحتوي حبوب الفول على 25 %مواد بروتينيه، 47 % مواد نشوية، 7 % سليلوز، 3 % مواد معدنية، 1.2 % مواد دهنية (عمراني، 2002)، إضافة لغناها بالحديد والكالسيوم والفوسفور (القشعم، 2015).

كما أكدت (ITCF, 1983) انه يمكن استعمال الفول كسماد جيد للتربة من جهة لان بقاياه تزود التربة بالأزوت ومن جهة أخرى قادر على تثبيت الازوت الجوي بواسطة البكتريا الجذرية المتواجدة في العقد الجذرية بالفول كما يستعمل الفول كعلف للحيوانات كالأغنام والماعز التي تتغذى عليه يزودها بإنتاج وافر للحليب (عمراني، 2002).

حسب (TINDALI, 1968) فان حبوب الفول تحتوي على نسب متفاوتة من عدة عناصر نعرضها في الجدول التالي:

الجدول (02): يمثل العناصر الكيميائية المكونة لنبات الفول

اسم المادة	الكمية
الماء	9ملل
البروتين	25غ
الدهون	1.5غ
الكربوهيدرات	57غ
الالياف	4.5غ
الكالسيوم	100ملغ
الحديد	6غ
فيتامين A	50وحدة دولية
فيتامين B_1	0.4ملغ
فيتامين B_2	0.3ملغ
فيتامين pp	2.5ملغ

7-2-الأهمية الاقتصادية:

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 (رقية واخرون،2088).

ويسهم 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 وتاداغسنتبي، 2033)

8-أهم امراض الفول وطرق مكافحتها:

الجدول التالي يوضح أهم الامراض التي تصيب نبات الفول وطرق مكافحته.

(محرزيه وحليمة، 2005)

الجدول (03): يمثل أهم الامراض التي تصيب نبات الفول وطرق مكافحتها

المرض	العامل الممرض	الاعراض	طرق المكافحة
البقع اللونية	فطر BOTRYTIS FAPAE	تظهر الإصابة على شكل بقع بنية صغيرة في الأوراق أو السيقان	-ردم عميق لبقايا الفول بعد الحصاد - مداواة الفول وقائيا بداية من فترات الازهار
الهالوك	نبات طفيلي	-العطش بالرغم من توفر نسبة كافية من الرطوبة -سرعان ما تبدأ ظهور شماريخ الهالوك فوق سطح التربة ويبدأ نبات الفول في الاصفرار وتساقط الازهار وموت العقد الصغيرة	-عدم تعطيش المحصول والري على فترات متقاربة -الإسراع بعملية تقليع نبتة الهالوك وحرقها

فيروس الموزاييك الأصفر	حشرة المن	سقوط الازهار وانخفاض المردود	-اقتلاع نباتات الفول المصابة بحشرات المن -مكافحة المن بالمبيدات الحشرية

9-التوزيع الجغرافي لإنتاج نبات الفول على المستوى المحلي والعالمي:

9-1-على المستوى المحلي: الجدول التالي يوضح مساحة الأرض المزروعة وإنتاج الفول لولاية الوادي في فترة (2017-2021)

الجدول (04): يمثل وإنتاج الفول لولاية الوادي (مديرية المصالح الفلاحية الوادي 2022)

الموسم الفلاحي	المساحة المزروعة بالهكتار	كمية الإنتاج بالقنطار
2017	380	30770
2018	395	33499
2019	378	29536
2020	326	29275
2021	270	26800

9-2-على المستوى العالمي:

الجدول (05): يمثل الإنتاج العالمي للفول سنة 2009-2010 (FAO,2010).

المركز	الدول	الإنتاج
1	الصين	1650000
2	إثيوبيا	610845
3	فرنسا	438338
4	مصر	297620
5	المغرب	153040
6	السودان	192000
7	المملكة المتحدة	100000
8	إيطاليا	97408
9	تونس	70210
10	البيرو	69634
11	الجمهورية العربية السورية	37782

الجزء التطبيقي

الدراسة الميدانية

الفصل الأول

المواد وطرق العمل

1-الهدف من البحث:

يهدف هذا البحث الى معرفة مدى تأثير البكتيريا المعززة للنمو على نمو نبات الفول *vicia faba L* النامي على تربة محسنة بالفوسفور في وجود سماد عضوي معقم أو غير معقم.

2-مراحل التجربة:

أجريت هذه التجربة على مرحلتين حيث:

-**مرحلة الأولى** الزراعة بمنطقة بوقصيصيعة بلدية حاسي خليفة ولاية الوادي.

-**مرحلة الثانية** القياس والتحاليل المخبرية بمخبر كلية علوم الطبيعة والحياة بجامعة الشهيد حمه لخضر فيفري 2023

3-موقع التجربة:

تمت التجربة في منطقة بوقصيصيعة بمزرعة الحاج عوين عبد الوهاب التي تبعد مسافة 15 كم عن مقر بلدية حاسي خليفة الواقعة شرق عاصمة الولاية بحوالي 30 كم.

بحد ولاية واد سوف شمالا شط ملغيغ وجنوبا الكثبان الرملية لولاية ورقلة، أما غربا منطقة وادي ريغ. تغطي الكثبان الرملية ثلاثة أرباع من مساحة الكلية (بن موسى. 2006).

ان مناخ منطقة وادي سوف مناخ جاف ويتميز بدرجة حرارة عالية في فصل الصيف ومنخفضة في شتاء، كما أن درجة الرطوبة الجوية ونسبة تساقط الأمطار ضعيفة (شيوخ وآخرون 2007) ولا تتعدى 100مل

4-المواد والوسائل:

4-1-المواد:

4-1-1-المادة النباتية:

استعمال 400 بذرة نبات الفول *vicia faba L*. تم جلبها من منطقة بن قشة الزراعية بولاية الوادي من أحد الفلاحين الخواص.

4-1-2-الفوسفات تم جلب كمية 90كغ من فوسفات جبل العنق بتبسة موفرة من قبل شركة مناجم الفوسفات (Somiphos).

4-1-3-السماد العضوي: سماد أغنام جاف (مر عليه أكثر من سنة)

4-1-4-اللقاح البكتيري: استخدام لقاح Vitabac وهو لقاح بكتيري للتربة والجذور لجميع أنواع النباتات، مكون من: Azospirillum brasilense, Azotobacter choococcum, Bacillus subtilis, Bacillus megaterium, Pseudominas fluorescens . موفرة من مؤسسة Bactiva GmbH

4-2-الوسائل والادوات:

الجداول التالية يوضح الوسائل والأدوات المستعملة في كل مرحلة:

جدول (06): الوسائل والمواد والمحاليل المستعملة

المرحلة	الأدوات
الزراعة	شبكة السقي بالتقطير أدوات حرث التربة قارورات مياه 0.5 ل قدر 80ل مع كسكاس موقد غاز

المرحلة	الأدوات	المحاليل	الأجهزة
اجراء القياسات	انابيب اختبار زجاجية مقص مسطرة شريط لاصق ورقي مناديل ورقية ورق ألومينيوم ماصة يدوية 2 و5 ملل ميكروبيبات	Vanillin ،Folen ،TCA الميثانول Méthanol الايثانول Ethanol حمض الكبريتيك Acid Selpherique ماء مقطر، مياه معدنية الإيثر، كلوروفورم الفينول، الاسيتون، الانثرون كبريتلت النحاس ($CuSO_4$) هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)	جهاز الرج Vertex جهاز المطيافية الضوئية (سبيكتروفوتوميتر) جهاز الطرد المركزي جهاز Soil tester 7in1 جهاز الحاضنة حمام المائي

		طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم ($KNaC_4H_4O_6$)، كربونات الصوديوم (Na_2CO_3)	

5-تهيئة المزرعة وتحضير البذور:

5-1-تحضير البذور:

-تقسيم 400 بذرة على قارورات مياه معدنية بسعة 0.5 لتر بمعدل 50 بذرة في كل قارورة، ثم إضافة 10 غرام من بكتيريا PGPR لأربعة 04 قارورات منها، ثم تضاف كمية من الماء للقارورات بما يغمر البذور غمرا تاما وبعد الرج الجيد تترك لمدة 24 ساعة مع الرج من حين الى آخر.

5-2-تعقيم السماد العضوي:

-يكون تعقيم السماد العضوي بالبخار وذلك بوضع كمية من السماد العضوي في كسكاس ووضعه على قدر به ماء يغلي وتركه لمدة 20د تحسب ابتداء من ملاحظة صعود البخار عبر السماد.

5-3-تهيئة حقل التجربة:

-اختيار مساحة أرضية جديدة غير مزروعة سابقا بمساحة 25م×10م حيث واحاطتها بمصدات الرياح جافة وخضراء (جريد النخل، نبات السورقو) ومد شبكة السقي بالتقطير بمسافة 1م بين خطوط الزرع، تقسم الى جزأين بينهما فاصل عبارة عن خطي زرع خارج مجال الدراسة، حيث الجزء الأول مخصص لزراعة البذور الشاهد والجزء الثاني مخصص لزراعة البذور المنقوعة في البكتيريا.

حيث في كل جزء:

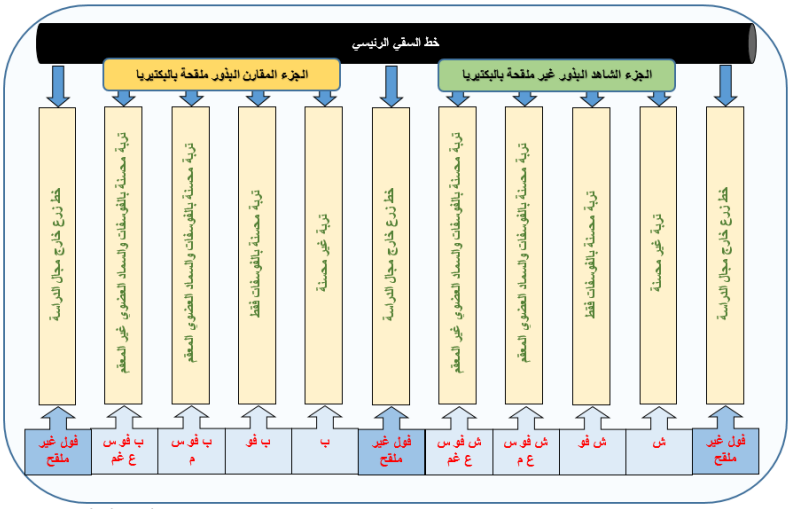
خط الزرع الأول: تركت التربة كما هي، بدون أي إضافات.

خط الزرع الثاني: تحسين التربة بالفوسفات.

خط الزرع الثالث: تحسين التربة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم.

خط الزرع الرابع: تحسين التربة بالفوسفات والسماد العضوي غير المعقم.

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



الوثيقة (04): مخطط حقل التجربة

6-عملية الزراعة:

زراعة البذور على عمق 2-5سم بتباعد مسافة 20سم بين كل البذرتين.

7-القياسات:

7-1-القياسات الخضرية:

قياسات النمو بقياس كل من:

أ-طول الساق الرئيسي (سم): يكون القياس من سطح التربة إلى القمة بواسطة مسطرة مدرجة حيث توضع شاقوليا موازية للساق الرئيسي.

ب-عدد الأوراق :عد الأوراق في المجموع الخضري لكل نبتة، وحساب المتوسط بالعلاقة: المجموع الكلي للأوراق / عدد النبتات.

ج-عدد القرون والحبات: عد القرون والحبات في القرون لكل نبتة، ثم حساب المتوسط بالعلاقة:

المجموع الكلي لعدد القرون / عدد النبتات

المجموع الكلي لعدد الحبات / عدد النبتات.

د-الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري.

الوزن الرطب: بعد نزع النبات مباشرة وتنظيفها جيدا من التربة.

الوزن الجاف: الوزن بعد وضع العينات في الحاضنة لمدة 48 ساعة في درجة حرارة 65 C°.

7-2-القياسات الكيميائية

7-2-1-تقدير الكلوروفيل:

اتبعت طريقة (Stanley et Vernon, 1966) مع بعض التعديل حسب (Hegazi *et al,1998*) لحساب تركيز الكلوروفيل الكلي في الأوراق النباتية يتم استعمال مزيج من المذيبات العضوية (75%أستون + 25%إيتانول). وذلك بغمر **0.1غ** من الجزء الأوسط من الورقة بعد تقطيعها قطع صغيرة ووضعها في انبوبة اختبار ثم اضافة 05ملل من المزيج السابق وتترك في مكان مظلم لمدة 48ساعة.

بعد انقضاء المدة يتم التخلص من البقايا الورقية والاحتفاظ بمستخلص الكلوروفيل، وتقرأ الكثافة الضوئية للمستخلص عند طول الموجتين (645،663 نانومتر) على التوالي ويحسب الكلوروفيل بالعلاقة التالية:

كلوروفيل a ميلي مول / ملغ

$$a= (12.3\times A663)-(0.86\times A645)$$

كلوروفيل b ميلي مول / ملغ

$$b= (9.3\times A645)-(3.6\times A663)$$

كلوروفيل a+b ميلي مول / ملغ = (كلوروفيل a + كلوروفيل b)

7-2-2-تقدير نواتج الأيض (الكربوهيدرات-البروتينات) :

أ-تحضير المستخلصات:

يكون استخلاص مواد الأيض الأولي من الأوراق حسب طريقة Shibko وذلك بإتباع الخطوات التالية:

- اخذ 0.1غ من الجزء الأوسط من الورقة لكل عينة وتقطيعها قطع صغيرة وضعها في انبوبة اختبار.
- إضافة 1مل (20%) TCA (Acide trichloracetipue) ثم الخلط بجهاز الرج المغناطيسي لمدة 5دقائق، فصل الخليط بجهاز الطرد المركزي لمدة 10دقائق وبسرعة 3000دورة في الدقيقة والحصول على الراسب I والطافي I الذي نقدر به السكريات الذائبة (الكربوهيدرات)
- نضيف للراسب I مقدار 2ملل من محلولEther/Chloroform (1V/1V) ، ثم فصل الخليط بجهاز الطرد المركزي لمدة 10دقائق وبسرعة 3000دورة في الدقيقة للحصول على الراسب II والطافي II.
- نضيف للراسب II مقدار 1ملل من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.1N)ويرج الخليط للحصول على الطافي III الذي نقدر به البروتين.

ب-تحضير المحاليل A.B.C.D:

المحلولA : نأخذ 10 ملل هيدروكسيد الصوديوم NaOH ونضيف 10 ملل Na_2CO_3 2%.

المحلولB : نأخذ 10 ملل $CuSO_4$ 5% ونضيف 10 ملل $KNaC_4H_4O_6$

المحلولC : نأخذ 32ملل Folen نضيف 32ملل ماء مقطر.

المحلولD : تم تحضير المحلولD من خلال مزج المحلولB والمحلولA بنسبة 50/1 على الترتيب

7-2-2-1-تقدير السكريات الذائبة:

وفق (Dubois *et* al, 1956) مع بعض التعديلات (في الكميات المستعملة)، نأخذ 0.25 ملل من الطافي 1 ونضيف له 0.25 ملل فينول 5% ونضيف 1.25ملل حمض الكبريتيك، ثم الرج لمدة 15 د ثم القراءة على جهاز المطيافية الضوئية على موجة A490.

يتم حساب تركيز السكريات وفق المعادلة:

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

7-2-2-2-تقدير البروتين:

وفق (Bradford, 1976) الموصوفة من طرف (Kruger, 2009) مع بعض التعديلات (في الكميات المستعملة)، نأخذ 0.1 ملل من الطافي 3 ونضيف له 1 ملل من المحلول D ونضيف 1ملل من المحلول C، ثم الرج جيدا ثم يترك في حرارة المخبر لمدة 30 د ثم القراءة على جهاز المطيافية الضوئية على موجة A750.

يتم تقدير البروتين وفق المعادلة:

نسبة البروتين = 6.25×100/1000× (القراءة A عند750nm/ وزن العينة)

7-2-3-قياس خصائص التربة:

استخدام جهاز مستشعر التربة (Soil tester 7in1) الخاص بقياس نسبة N، P، K، الحرارة، الرطوبة، الناقلية الكهربائية والحموضة.

الوثيقة (05): جهاز soil tester 7in 1.

الفصل الثاني

دراسة وتحليل النتائج

بعد إتمام تهيئة حقل التجربة وتحضير البذور والسماد العضوي المعقم تمت عملية زرع البذور بتاريخ 2022/11/05 حيت تم زرع 50بذرة في كل خط زرع بمسافة 20 سم بين كل بذرتين على عمق 3.5 سم والسقي المنظم والمتابعة الدورية لمراقبة عملية الانتاش وظهور المجموع الخضري ونمو النبتات.

حيث تم ملاحظة:

بداية الانتاش بتاريخ 2022/11/13.

اكتمال انتاش كل البذور 2022/11/26.

بتاريخ 2022/12/14 تم تحديد نباتات مجال اخذ القياسات حيث تم اختيار 30 نبتة من وسط كل خط زرع لتفادي الاختلالات التي قد تطرأ عند طرفي خطوط الزرع.

I-النتائج:

ش= نبات شاهد (غير ملقح بالبكتيريا) مزروع على تربة بدون تحسين.

ش فو= نبات شاهد مزروع بالتربة محسنة بالفوسفات فقط.

ش فو س م= نبات شاهد مزروع بالتربة محسنة بالفوسفات وسماد عضوي معقم.

ش فو س غم= نبات شاهد مزروع بالتربة محسنة بالفوسفات وسماد عضوي غير معقم.

ب= نبات ملقح بالبكتيريا مزروع على تربة بدون تحسين.

ب فو= نبات ملقح بالبكتيريا مزروع بالتربة محسنة بالفوسفات فقط.

ب فو س م= نبات ملقح بالبكتيريا مزروع بالتربة محسنة بالفوسفات وسماد عضوي معقم.

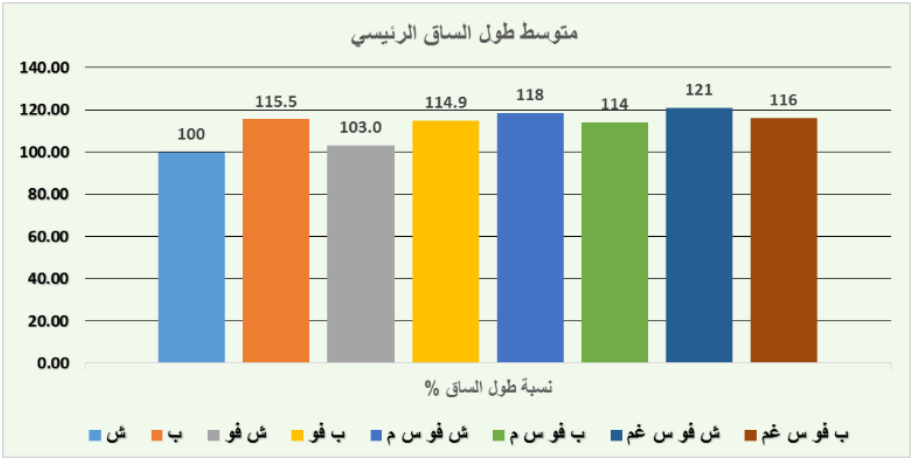
ب فو س غم= نبات ملقح بالبكتيريا مزروع بالتربة محسنة بالفوسفات وسماد عضوي غير معقم.

1-نتائج القياسات الخضرية:

1-1-طول الساق:

تم قياس طول ساق النبتات المحددة في كل خط زرع وذلك ثلاثة مرات أيام 2022/12/18 و2022/12/24 و2023/01/02.

تم حساب المتوسط، والنتائج المتحصل عليها يمثلها المخطط البياني التالي:



الوثيقة (06): نسبة متوسط طول ساق النبات

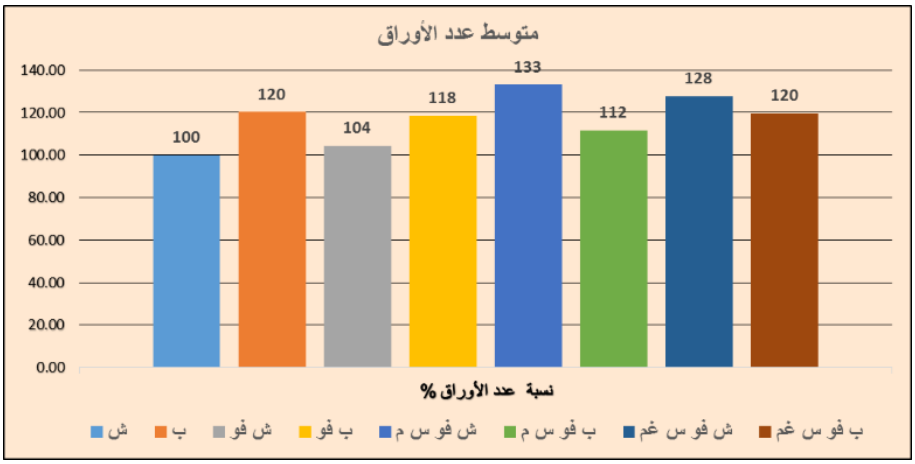
نلاحظ ان متوسط طول ساق النباتات المعاملة بالبكتيريا كان اعلى في التربة المحسنة بالفوسفات فقط وكذلك في التربة غير المحسنة تماما مقارنة بالنبتات الشاهد الذي بلغ متوسط طوله 14.88 سم ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغ متوسط طول ساق النباتات المعاملة بالبكتيريا والمزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات 17.10 سم بنسبة 114.9% ، اما في التربة غير محسنة 17.18 سم بنسبة 115.5% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم فكان 17.27 سم بنسبة 116% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم فكان 16.98 سم بنسبة 114 %.

ونشير الى أن البكتيريا حسنت نمو النبتات بصفة معتبرة من حيث طول الساق في التربة المحسنة بالفوسفات فقط بنسبة تحسين تصل الى 12% مقارنة بالنبتات الشاهد في نفس التحسينات، ذلك ان البكتيريا المعززة للنمو مثل البكتيريا مذيبة الفوسفات (Phosphate solubilizing bacteria) لها القدرة على اذابة الفوسفات غير العضوي واتاحته للنباتات بطريقة امنة بيئياً. (أشرف خليفة، 2022).

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي على النبات حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها من خلال زيادة نمو طول الساق وذلك ما أثبتته نتائج الدراسات السابقة (Alaa Fathalla Mohammed, 2018) حيث بين بأن البكتيريا حسنت من طول نبات الفول بنسبة 14% وهي مقاربة لنتائجنا.

2-1-عدد الأوراق: تم عد أوراق النبتات المحددة في كل خط زرع وذلك أيام 2022/12/18 و2022/12/24 و2023/01/02.

وتم حساب نسبة متوسط عدد الأوراق، والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (07): نسبة متوسط عدد الأوراق

نلاحظ ان متوسط عدد أوراق النباتات المعاملة بالبكتيريا كان اعلى في التربة المحسنة بالفوسفات وكذلك في التربة غير المحسنة تماما مقارنة بالنبتات الشاهد الذي بلغ متوسط عدد الأوراق 33 ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغ متوسط عدد أوراق النباتات المعاملة بالبكتيريا والمزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات 93 بنسبة 118% ، اما في التربة غير محسنة 40 بنسبة 120% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم فكان 40 بنسبة 120% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم فكان 37 بنسبة 112% .

ونشير الى أن البكتيريا حسنت نمو النبتات بصفة معتبرة من حيث عدد أوراق النباتات في التربة المحسنة بالفوسفات فقط بنسبة تحسين تصل الى 12% مقارنة بالنبتات الشاهد في نفس التحسينات، ذلك ان البكتيريا المعززة للنمو مثل البكتيريا مذيبة الفوسفات (Phosphate solubilizing bacteria) لها القدرة على اذابة الفوسفات غير العضوي واتاحته للنباتات بطريقة امنة بيئياً. (أشرف خليفة، 2022).

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي على النبات حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها من خلال زيادة عدد أوراق النباتات وذلك ما أثبتته نتائج الدراسات السابقة (افراح محمد الضليمي واخرون، 2017) حيث بين بأن البكتيريا حسنت من عدد أوراق نبات الفول قد بلغ 25 ورقة كأعلى معدل، وتعد لنتائجنا أفضل فقد بلغت 40.

1-3-الوزن الرطب والوزن الجاف:

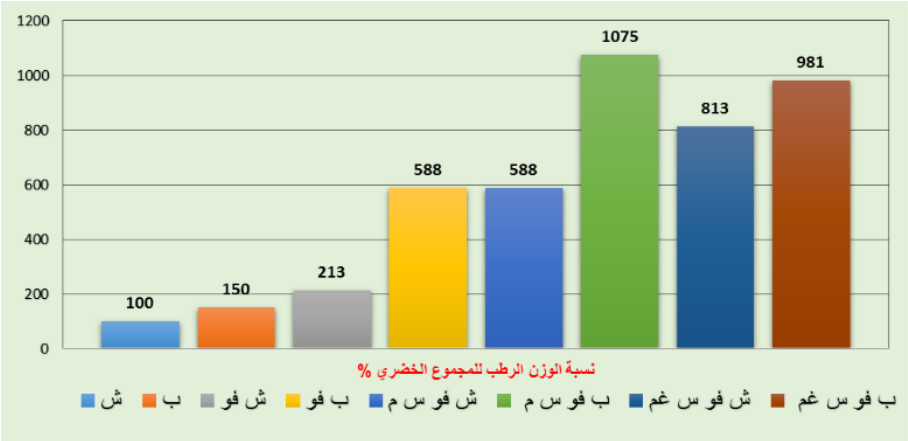
تم اختيار خمس نبتات عشوائياً من كل خط زرع حيث تم غسل المجموع الجذري جيدا بالماء لنزع التربة العالقة به، وبعدها تم تجفيفه بالهواء ومناديل ورقية لازالت ماء الغسيل العالق بالجذور ثم نزن المجموع الخضري والمجموع الجذري للحصول على الوزن الرطب.

نضع العينات في الحاضنة لمدة 48سا في درجة 65 C° وبعد التأكد من الجفاف الكلي تم وزنها مرة أخرى للحصول على الوزن الجاف.

نحسب متوسط الوزن الرطب والجاف لكل مجموع والنتائج المتحصل عليها كانت كما يلي:

1-3-1-الوزن الرطب للمجموع الخضري:

تم حساب نسبة الوزن الرطب للمجموع الخضري، والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



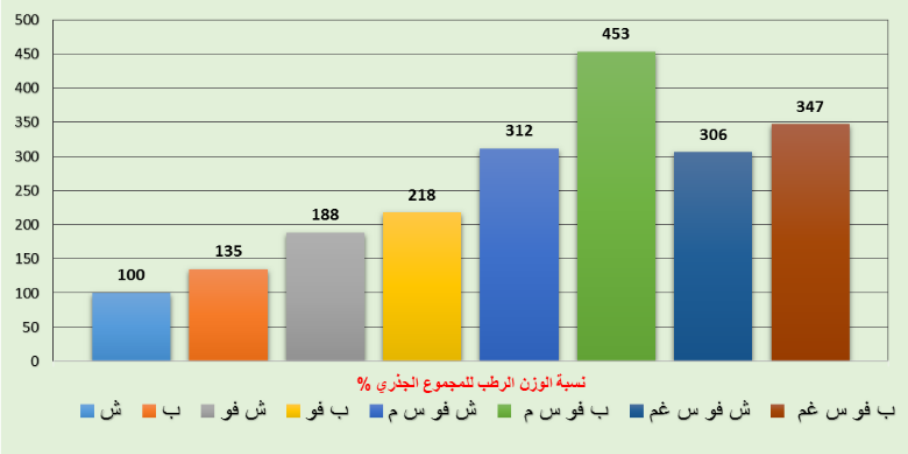
الوثيقة (08): نسبة متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري

نلاحظ ان متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري للنباتات المعاملة بالبكتيريا كان اعلى في كل الترب المحسنة مقارنة بالنبتات الشاهد الذي بلغ متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري 16غ ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغ متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري للنباتات المعاملة بالبكتيريا والمزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم 172غ بنسبة 1075% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم فكان 157غ بنسبة 981% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات فكان 94غ بنسبة 588% ، واما في التربة غير محسنة فكان 24غ بنسبة 150% .

ونشير الى أن البكتيريا حسنت نمو النبتات بصفة معتبرة من حيث الوزن الرطب للمجموع الخضري للنباتات في التربة المحسنة بالفوسفات فقط بنسبة تحسين تصل الى 176% مقارنة بالنبتات الشاهد في نفس التحسينات، ذلك ان البكتيريا المعززة للنمو مثل البكتيريا مذيبة الفوسفات (Phosphate solubilizing bacteria) لها القدرة على اذابة الفوسفات غير العضوي واتاحته للنباتات بطريقة امنة بيئياً. (أشرف خليفة، 2022).

1-3-2-الوزن الرطب للمجموع الجذري:

تم حساب نسبة الوزن الرطب للمجموع الجذري، والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي



الوثيقة (09): نسبة متوسط الوزن الرطب للمجموع الجذري

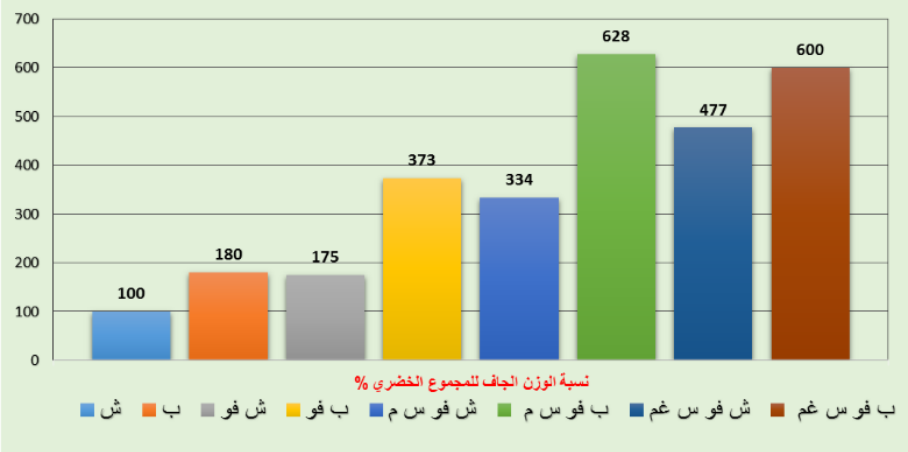
نلاحظ ان متوسط الوزن الرطب للمجموع الجذري للنباتات المعاملة بالبكتيريا كان اعلى في كل الترب المحسنة مقارنة بالنبتات الشاهد الذي بلغ متوسط الوزن الرطب لمجموعه الجذري 17غ ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغ متوسط الوزن الرطب للمجموع الجذري للنباتات المعاملة بالبكتيريا والمزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم 77غ بنسبة 453% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم فكان 59غ بنسبة 347% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات فكان 37غ بنسبة 218% ، واما في التربة غير محسنة فكان 23غ بنسبة 135% .

ونشير الى أن البكتيريا حسنت نمو النبتات بصفة معتبرة من حيث الوزن الرطب للمجموع الجذري للنباتات في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم بنسبة تحسين تصل الى 45% مقارنة بالنبتات الشاهد في نفس التحسينات، ذلك ان البكتيريا المعززة للنمو مثل البكتيريا مذيبة الفوسفات (Phosphate solubilizing bacteria) لها القدرة على اذابة الفوسفات غير العضوي واتاحته للنباتات بطريقة امنة بيئياً. (أشرف خليفة، 2022)، مع توفر مغذيات وظروف بيئية أفضل.

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي على النبات حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها من خلال زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري للنباتات وذلك ما أثبتته نتائج الدراسات السابقة مثل (عماد اسماعيل واخرون، 2016) حيث بين بأن البكتيريا حسنت من الوزن الرطب للمجموع الخضري والجذري لنباتات الفول وتكون أعلى بكثير من النباتات غير معالجة واثبت ايضا (Alaa Fathalla Mohammed, 2018) في نتائجه والتي وصلت فيها نسبة زيادة الوزن الجاف للنبات الفول الى 105.7%. وهذا ما اكدته النتائج التي تحصلنا عليها.

1-3-3-الوزن الجاف للمجموع الخضري:

تم حساب نسبة الوزن الجاف للمجموع الخضري، والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



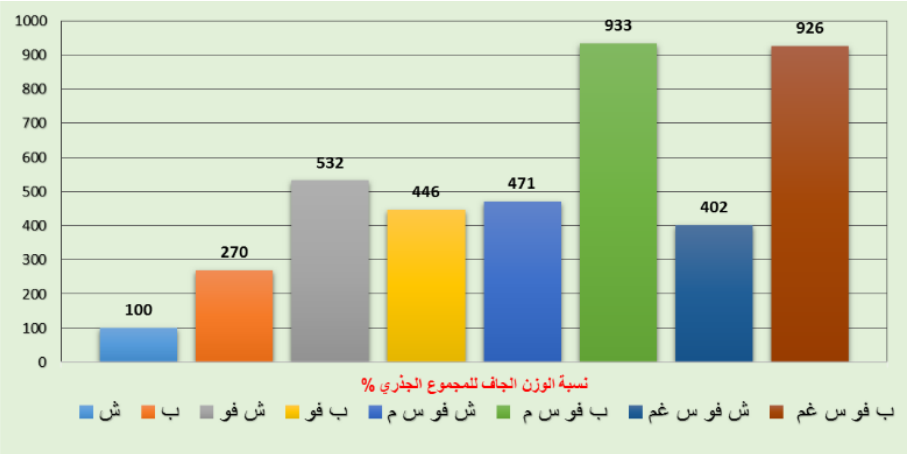
الوثيقة (10): نسبة متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري

نلاحظ ان متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري للنباتات المعاملة بالبكتيريا كان اعلى في كل الترب المحسنة مقارنة بالنبتات الشاهد الذي بلغ متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري 3.5غ ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغ متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري للنباتات المعاملة بالبكتيريا والمزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم 21.9غ بنسبة 628% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم فكان 20.9غ بنسبة 600% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات فكان 13غ بنسبة 373% ، واما في التربة غير محسنة فكان 6.3غ بنسبة 180%.

ونشير الى أن البكتيريا حسنت نمو النبتات بصفة معتبرة من حيث الوزن الجاف للمجموع الخضري للنباتات في التربة المحسنة بالفوسفات فقط بنسبة تحسين تصل الى 113% مقارنة بالنبتات الشاهد في نفس التحسينات، ذلك ان البكتيريا المعززة للنمو مثل البكتيريا مذيبة الفوسفات (Phosphate solubilizing bacteria) لها القدرة على اذابة الفوسفات غير العضوي واتاحته للنباتات بطريقة امنة بيئياً. (أشرف خليفة، 2022).

1-3-4-الوزن الجاف للمجموع الجذري:

تم حساب نسبة الوزن الجاف للمجموع الجذري، والنتائج المتحصل عليها موضحة في المخطط البياني التالي:



الوثيقة (11): نسبة متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري

ان متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري للنباتات المعاملة بالبكتيريا كان اعلى في كل الترب المحسنة مقارنة بالنبتات الشاهد الذي بلغ متوسط الوزن الجاف لمجموعه الجذري 1.2غ ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغ متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري للنباتات المعاملة بالبكتيريا والمزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم 11.4غ بنسبة 933% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم فكان 11.3غ بنسبة 926% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات فكان 6.5غ بنسبة 532% ، واما في التربة غير محسنة فكان 3.3غ بنسبة 270%.

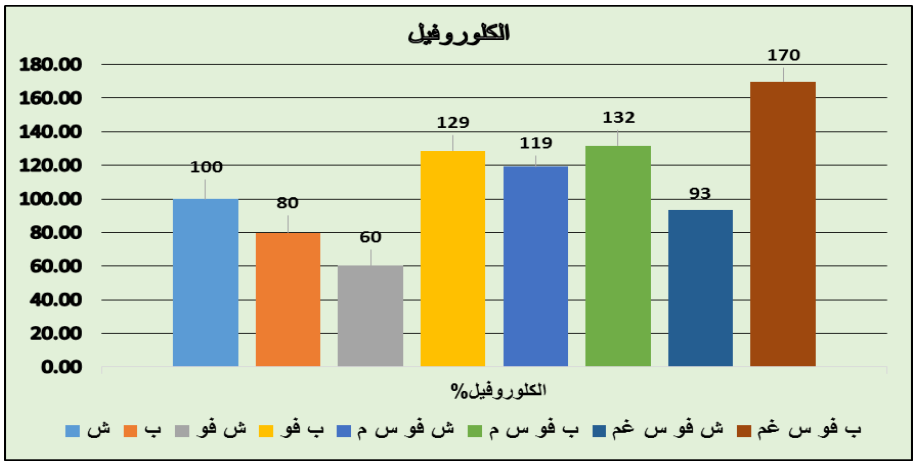
ونشير الى أن البكتيريا حسنت نمو النبتات بصفة معتبرة من حيث الوزن الجاف للمجموع الجذري للنباتات في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم بنسبة تحسين تصل الى 98.2% مقارنة بالنبتات الشاهد في نفس التحسينات، ذلك ان البكتيريا المعززة للنمو مثل البكتيريا مذيبة الفوسفات (Phosphate solubilizing bacteria) لها القدرة على اذابة الفوسفات غير العضوي واتاحته للنباتات بطريقة امنة بيئياً. (أشرف خليفة، 2022)، مع توفر مغذيات وظروف بيئية أفضل.

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي على النبات حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها من خلال زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري للنباتات وذلك ما أثبتته نتائج الدراسات السابقة مثل (عماد اسماعيل واخرون، 2016) حيث بين بأن البكتيريا حسنت من الوزن الرطب للمجموع الخضري والجذري لنباتات الفول وتكون أعلى بكثير من النباتات غير معالجة واثبت ايضا (Alaa Fathalla Mohammed, 2018) في نتائجه والتي وصلت فيها نسبة زيادة الوزن الجاف للنبات الفول الى 95%. وهذا ما اكدته النتائج التي تحصلنا عليها.

2-نتائج القياسات الكيميائية:

1-تقدير الكلوروفيل:

باتباع طريقة العمل الذكورة سابقا وباستعمال المقاييس والتقديرات المناسبة للمواد والوسائل تحصلنا على



النتائج المبينة في المخطط البياني التالي:

الوثيقة (12): نسبة متوسط الكلوروفيل في الأوراق

نلاحظ ان كمية الكلوروفيل كانت اعلى في النبتات المعاملة بالبكتيريا في مختلف التحسينات مقارنة بالنبات الشاهد الذي قدرت كمية الكلوروفيل 4.27 ملي مول/ملغ مادة نباتية ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغ كمية الكلوروفيل للنباتات المعاملة بالبكتيريا والمزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير المعقم 8.7 ملي مول/ملغ مادة نباتية بنسبة 170% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي معقم فكان 7.23 ملي مول/ملغ مادة نباتية بنسبة 132% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات فكان 5.49 ملي مول/ملغ مادة نباتية بنسبة 128.5% ، واما في التربة غير محسنة فكان 3.41 ملي مول/ملغ مادة نباتية بنسبة 80% .

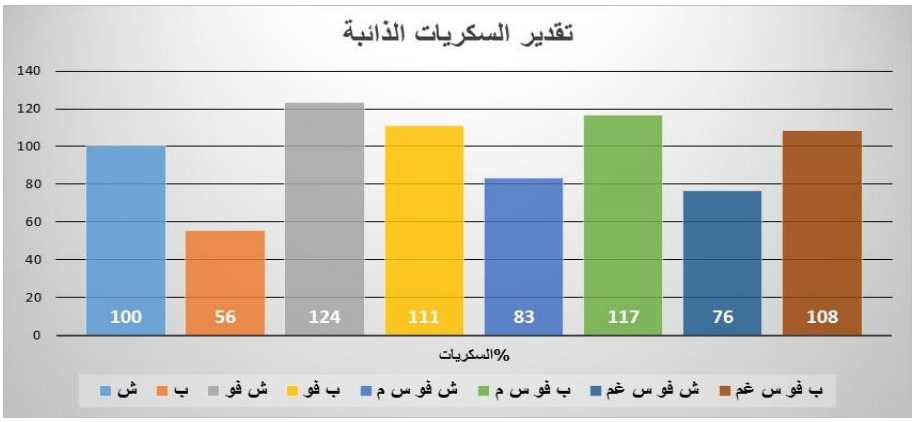
كما نشير الى ان الزيادة في نسبة الكلوروفيل كانت كبيرة عند النبتات المعاملة بالبكتيريا وقد بلغت 69.66%، 31.74%، 28.52% في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير المعقم والتربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم والتربة المحسنة بالفوسفات فقط على الترتيب مقارنة بالنبتات التي تقابلها من الشاهد.

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي على النبات حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها من خلال ارتفاع كمية الكلوروفيل للنباتات وذلك ما أثبتته نتائج الدراسات السابقة مثل (عماد اسماعيل واخرون، 2016) حيث بين بأن البكتيريا حسنت من الوزن الرطب للمجموع الخضري والجذري لنباتات الفول وتكون أعلى بكثير من النباتات غير معالجة واثبت ايضا (Elsayed Mansour, 2021) في نتائجه والتي وصلت فيها نسبة زيادة كمية الكلوروفيل للنبات الفول الى 109%. وهذا ما اكدته النتائج التي تحصلنا عليها.

2-تقدير نواتج الأيض الأولي (الكربوهيدرات-البروتينات):

2-1-تقدير السكريات الذائبة:

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



الوثيقة (13): نسبة متوسط السكريات الذائبة في الأوراق

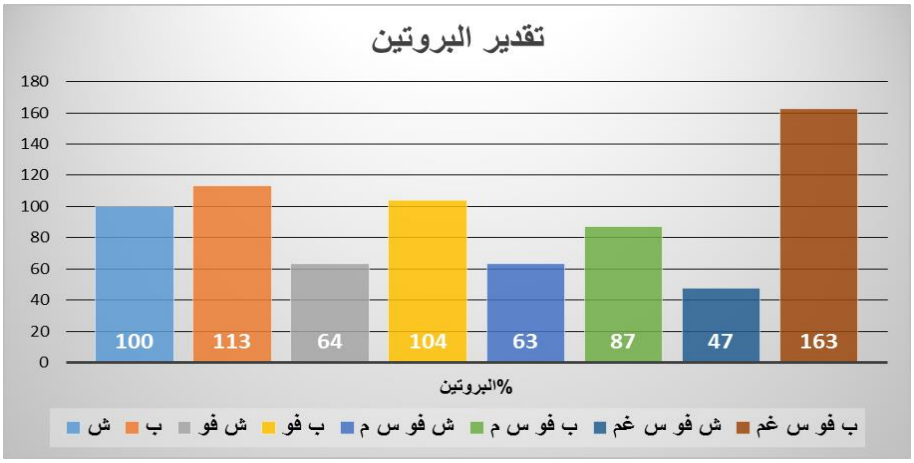
نلاحظ ان نسبة كمية السكريات كانت اعلى في النبتات المعاملة بالبكتيريا في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم وغير معقم مقارنة بالنباتات الشاهد الذي قدرت فيه بـ72 ميكرو غ/ 100 ملغ مادة نباتية ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغت نسبة كمية السكريات للنباتات المعاملة بالبكتيريا والمزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم 117% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم فكانت 108% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات فكانت 111% ، واما في التربة غير محسنة فكانت 56% .

ونشير الى ان تحسين نسبة السكريات كان اعلى وبصفة معتبرة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم والتربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم حيث بلغت نسبة التحسين 42%، 40% على الترتيب، مقارنة مع التربة الشاهد.

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي على النبات حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها من خلال ارتفاع كمية السكريات للنباتات وذلك ما أثبتته نتائج الدراسات السابقة مثل (عماد اسماعيل واخرون، 2016) حيث بين بأن البكتيريا تساهم في التحسن ويكون أعلى بكثير من النباتات غير معالجة واثبت ايضا (Elsayed Mansour, 2021) في نتائجه والتي وصلت فيها نسبة السكريات الذائبة للنبات الفول المعالج الى 112% بنسبة زيادة 12% وهذا ما اكدته النتائج التي تحصلنا عليها والتي كانت اعلى.

2-2-تقدير البروتين:

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



الوثيقة (14): نسبة متوسط البروتين في الأوراق

نلاحظ ان كمية البروتين كانت اعلى في النبتات المعاملة بالبكتيريا في مختلف التحسينات مقارنة بالنبات الشاهد والذي قدرت فيه بـ 23 ميكرو غ/ 100 ملغ مادة نباتية ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغت نسبة كمية البروتين للنباتات المعاملة بالبكتيريا والمزروعة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم 87% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم فكانت 163% ، واما في التربة المحسنة بالفوسفات فكانت 104% ، واما في التربة غير محسنة فكانت 113 %.

ونشير الى ان تحسين نسبة البروتين كان اعلى وبصفة معتبرة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم والتربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم حيث بلغت نسبة التحسين 64%، 242% على الترتيب، مقارنة مع التربة الشاهد.

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي على النبات حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها من خلال ارتفاع كمية البروتينات للنباتات وذلك ما أثبتته نتائج الدراسات السابقة مثل (عماد اسماعيل واخرون، 2016) حيث بين بأن البكتيريا تساهم في التحسن ويكون أعلى بكثير من النباتات غير معالجة واثبت أيضا (سمامة ح واخرون، 2022) في نتائجه والتي وصلت فيها نسبة البروتينات للنبات الفول المعالج الى 112% بنسبة زيادة 70% وهذا ما يدعم النتائج التي تحصلنا عليها ايضا.

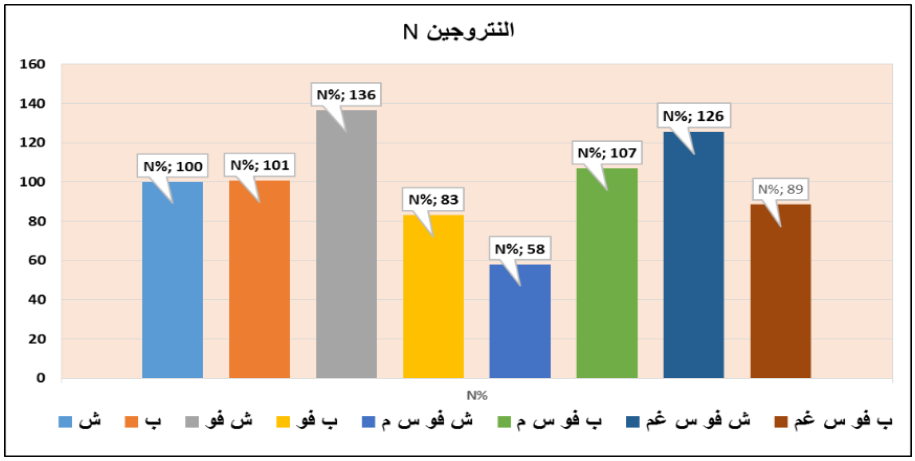
3-قياس خصائص التربة:

تم أخذ قياس كل من العناصر الأساسية (N،P ،K) وكذلك درجة حموضة والرطوبة والناقلية الكهربائية في منطقة النشاط الجذري(الريزوسفير) باستعمال جهاز Soil tester 7in1 وهذا في خمس مناطق مختلفة من كل خط زرع ثم تم حساب المتوسط القياسات.

النتائج التي تحصلنا عليها تمثلها المخططات التالية:

3-1-العناصر الأساسية (**N،P ،K**):

3-1-1 تقدير النتروجين (**N**):



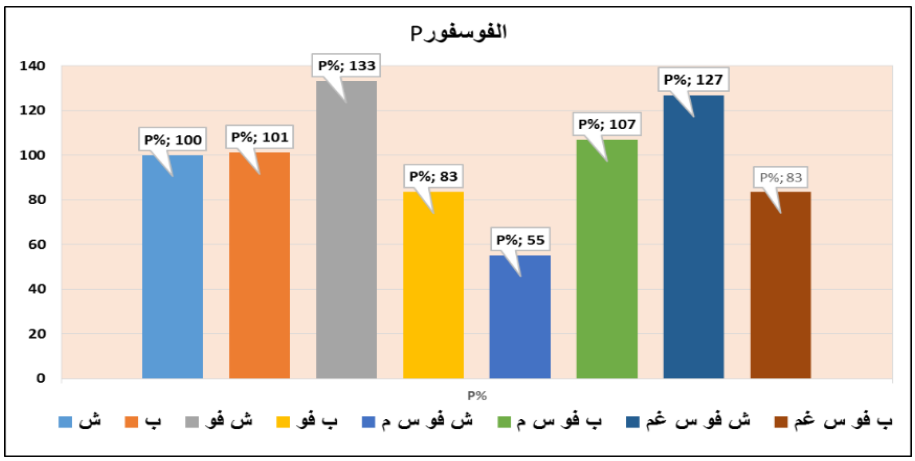
الوثيقة (15): نسبة متوسط النتروجين في منطقة الريزوسفير

نلاحظ ان نسبة النتروجين (N) انخفضت في التربة التي تم زرعنا فيها النبتات المعاملة بالبكتيريا مقارنة التربة المزروعة بالنبات الشاهد والذي قدرت فيه نسبة النتروجين (N) بـ 35.2 ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغت نسبة النتروجين (N) 83% في التربة المحسنة بالفوسفات والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، ونسبة 89% في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا ونسبة 107% في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي العقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، ونسبة 101 % في التربة غير المحسنة والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا.

ونشير الى ان اعلى نسبة لامتصاص النتروجين (N) كان بنسبة 39.17% في التربة المحسنة بالفوسفات والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، بينما كانت اعلى زيادة لنسبة النتروجين (N) كان بنسبة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم حيث بلغت نسبة التحسين 84.31%، مقارنة مع التربة الشاهد.

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي استفادة النبات من النتروجين (N) حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها سواء من خلال ارتفاع نسبة النتروجين (N) في التربة ليصبح متاحا للنباتات وذلك ما ذكره (Buckley DH،2012 ;Gaby JC) وهذا ما يدعم النتائج التي تحصلنا عليها ايضا.

3-1-2 تقدير الفوسفور (P):



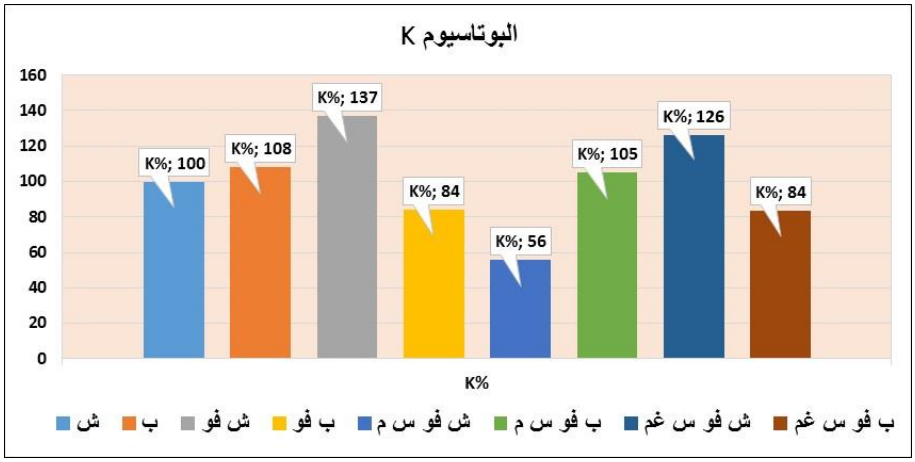
الوثيقة (16): نسبة متوسط الفوسفور في منطقة الريزوسفير

نلاحظ ان نسبة الفوسفور (P) انخفضت في التربة التي تم زرعنا فيها النبتات المعاملة بالبكتيريا مقارنة التربة المزروعة بالنبات الشاهد والذي قدرت فيه نسبة الفوسفور (P) بـ ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغت نسبة الفوسفور (P) 89% في التربة المحسنة بالفوسفات والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، ونسبة 83% في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا ونسبة 107% في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي العقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، ونسبة 101 % في التربة غير المحسنة والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا.

ونشير الى ان اعلى نسبة لامتصاص الفوسفور (P) كان بنسبة 37% في التربة المحسنة بالفوسفات والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، بينما كانت اعلى زيادة لنسبة الفوسفور (P) كان بنسبة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم حيث بلغت نسبة التحسين 93.41%، مقارنة مع التربة الشاهد.

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي استفادة النبات من الفوسفور (P) حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها سواء من خلال ارتفاع نسبة الفوسفور (P) في التربة ليصبح متاحا للنباتات وذلك ما ذكره (Downie, 2005) حيث تقوم البكتيريا بتزويد النبات بالمواد الفوسفورية المصنَّعة من الفوسفور غير العضوي مما يزيد من نشاط المجموع الخضري والجذري وبالتالي زيادة الكمية الممتصة (يوسف احمد محمود الالوسي واخرون، 2016) وهذا ما يدعم النتائج التي تحصلنا عليها ايضا.

3-1-3 تقدير البوتاسيوم (K):



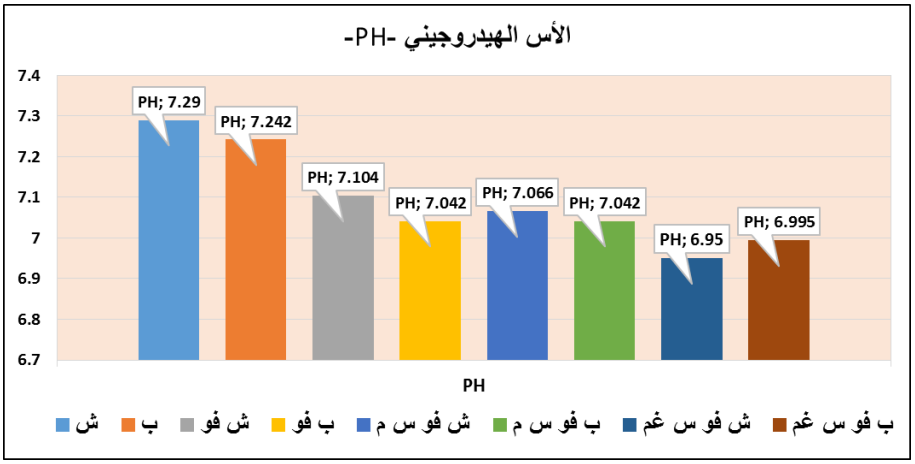
الوثيقة (17): نسبة متوسط البوتاسيوم في منطقة الريزوسفير

نلاحظ ان نسبة البوتاسيوم (K) انخفضت في التربة التي تم زرعنا فيها النبتات المعاملة بالبكتيريا مقارنة التربة المزروعة بالنبات الشاهد والذي قدرت فيه نسبة البوتاسيوم (K) بـ ونعتبرها 100% للمقارنة مع النتائج الأخرى، حيث بلغت نسبة البوتاسيوم (K)77% في التربة المحسنة بالفوسفات والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، ونسبة 84% في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا ونسبة 105% في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي العقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، ونسبة 108 % في التربة غير المحسنة والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا.

ونشير الى ان اعلى نسبة لامتصاص البوتاسيوم (K) كان بنسبة 38.6% في التربة المحسنة بالفوسفات والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، بينما كانت اعلى زيادة لنسبة البوتاسيوم (K) كان بنسبة في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم حيث بلغت نسبة التحسين 88.81%، مقارنة مع التربة الشاهد.

وننوه الى أن للبكتيريا محسنة النمو تأثير ايجابي استفادة النبات من البوتاسيوم (K) حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموها سواء من خلال ارتفاع نسبة البوتاسيوم (K) في التربة ليصبح متاحا للنباتات وذلك ما ذكره (Downie, 2005) حيث تزود البكتيريا النبات بالمواد النيتروجينية المصنَّعة من النيتروجين الجوي وهذا ما يدعم النتائج التي تحصلنا عليها ايضا.

3-2-الأس الهيدروجيني -PH-:



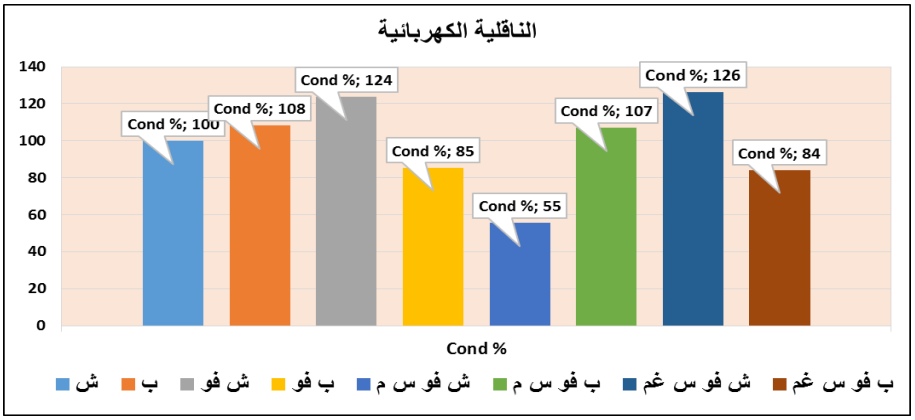
الوثيقة (18): متوسط درجة الـ PH

نلاحظ ان قيمة الأس الهيدروجيني (PH) انخفضت في كل التربة التي تم زرعنا فيها النبتات المعاملة بالبكتيريا مقارنة التربة المزروعة بالنبات الشاهد والذي قدرت فيه قيمة الأس الهيدروجيني (PH) بـ7.29 ، وقد بلغت قيمة الأس الهيدروجيني (PH) في التربة المحسنة بالفوسفات والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا7.04، اما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا 6.99 واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي العقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا7.04في التربة غير المحسنة والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا7.24.

ونشير الى ان أكثر انخفاض في الأس الهيدروجيني (PH) كان بقيمة 0.873 في التربة المحسنة بالفوسفات والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا، أي ارتفاع حموضة التربة مقارنة مع التربة الشاهد، بينما كانت اعلى زيادة في الأس الهيدروجيني (PH) كان بقيمة 0.647 في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي المعقم، أي انخفاض حموضة التربة مقارنة مع التربة الشاهد.

وننوه الى أن البكتيريا محسنة النمو عملت على زيادة حموضة التربة من خلال نشاطها مما يزيد من نشاط المجموع الخضري والجذري (يوسف احمد محمود الالوسي واخرون، 2016).

3-3-الناقلية الكهربائية:



الوثيقة (19): نسبة متوسط الناقلية الكهربائية

نلاحظ ان نسبة الناقلية الكهربائية انخفضت في التربة التي تم فيها زرع النبتات المعاملة بالبكتيريا مقارنة بالتربة المزروعة بالنبات الشاهد والذي قدرت فيه درجة الناقلية الكهربائية بـ501.4 ، وقد بلغت نسبة الناقلية الكهربائية في التربة المحسنة بالفوسفات والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا 85%، اما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا 84%، واما في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي العقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا 107%، واما في التربة غير المحسنة والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا 108%.

ونشير الى ان اعلى انخفاض في نسبة الناقلية الكهربائية كان بنسبة 22% في التربة المحسنة بالفوسفات والسماد العضوي غير معقم والمزروعة بالنباتات المعاملة بالبكتيريا مقارنة مع التربة الشاهد، بينما كانت اعلى زيادة في نسبة الناقلية الكهربائية كان بنسبة 7% في التربة المحسنة بالفوسفات مقارنة مع التربة الشاهد.

من خلال قراءتنا للنتائج لاحظنا ان أدنى نسبة لناقلية الكهربائية في التربة المزروعة بنبتات معاملة بالبكتيريا مما يعني ان البكتيريا عملت على تبسيط العناصر الغذائية مما سهل على النبات استهلاكها والاستفادة منها من خلال اذابتها وارتباطها بالماء مما يزيد من قابلية امتصاصها مع الماء فتنخفض الناقلية وتقل نسبة الماء.

II المناقشة العامة

في دراسة تأثير بكتيريا PGPR على نمو نبات الفول *Vicia faba L* محلي مزروع في تربة رملية بكر مع إدخال تحسينات عليها تمثلت في السماد العضوي المعقم والسماد العضوي غير المعقم مع إضافة الفوسفات الطبيعي (غير عضوي) بينت النتائج أن البكتيريا حسنت من طول الساق وعدد الأوراق وزن النبات بمجموعه الخضري والجذري حيث سجلنا تحسين نمو من طول الساق وعدد الأوراق للنباتات الملقحة بالبكتيريا في التربة غير المحسنة والتربة المحسنة بالفوسفات فقط مما يشير الدور الكبير للبكتيريا في النمو الطولي للساق والمتناسب طرديا مع طول الجذور وهذا ليكون للنبات سطح امتصاص اكبر ويتمكن من الوصول الى المغذيات.

اما في النبات المزروعة بالتربة المحسنة بالفوسفات والأسمدة العضوية فان النبات لا يحتاج استطالات أكبر في الطول نظرا لتوفر المغذيات فيكون دور البكتيريا في هذه الحالة زيادة النمو في شكل زيادة في الوزن بالمجموع الخضري والجذري وهذا ما يؤكده زيادة النشاط التمثيل الضوئي المتمثل في زيادة الكلوروفيل فحققت زيادة في نواتج الايض الاولي (السكريات الذائبة والبروتينات) وذلك عن طريق تحويل البكتيريا المعززة للنمو للعناصر الغذائية من الشكل غير متاح الى الشكل المتاح من خلال العمليات البيولوجية (Vessy, 2033)

يتأثر أداء البكتيريا المعززة للنمو بالعوامل البيئية مثل نوع التربة الذي له تأثير ملحوظ على نشاطها، فبعض الدراسات تشير الى أن أنواع التربة هي العامل المسيطر والمسؤول عن تنوع التجمعات البكتيرية المرتبطة بجذور النبات (لاتور وآخرون، 1996) وهذا ما يفسر تباين نتائج تحسين نمو الفول من تربة الى أخرى حسب التحسينات المدخلة عليها

ومن خلال دراسة وتحيل ومناقشة النتائج المتحصل عليها ومقارنتها بأبحاث اخرى اجريت في هذا المجال تبين لنا وجود تحسينات لنمو النبات من خلال الزيادة المعتبرة في الوزن بلغت اعلى متوسط 76% والطول21%. الكلوروفيل 69% السكريات 42 % البروتين % بنسب متباينة مع التحسينات المقدمة للتربة وكلك نواتج الايض الخلوي سكريات وبروتين وتبسيط الفوسفات الطبعي وتسهيل امتصاصه من طرف النبات من خلال تحسين وزيادة النشاط في منطقة الريزوسفير من خلال التغيرات التي احدثتها في درجة حموضة التربة والناقلية الكهربائية.

الخلاصة

الخلاصة

اجريت هذه الدراسة والمتعلقة بتاثير البكتيريا محسنة النمو على نمو نبات الفول Vicia faba L وقد اظهرت النتائج صحة الفرضيات التي سطرناها قبل بداية هذا العمل والتي تمثلت في ظهور أثر تحسينات البكتيريا في مختلف تحسينات التربة من زيادة في طول الساق وزيادة الوزن و عدد الاوراق وزيادة محتوى الكلوروفيل وبعض نواتج الايض الخلوي (الكربوهيدرات والبروتين) كما لاحظنا تقارب النتائج لمختلف التحسينات احيانا ويرجع ذلك الى عدة عوامل مثل ظروف التجربة وكذلك الى طول فترة السقي والى العوامل المناخية كالرياح ورغم ذلك النتائج تؤكد التحسين حتى في اضعف الظروف (في تربة فقيرة مع بكتيريا فقط) وهذا ما يفتح آفاق لأبحاث مستقبلية يمكن ان تكون:

-تثبيت متغيرات التحسينات

-عدد الجرعات للبكتيريا

-نوع التربة

-نوع مياه السقي

-انواع التحسينات المضافة

-طريقة ومدة السقي

-العوامل البيئية

-مقارنة بين تأثير بكتيريا PGPR والبكتيريا الموجودة بالتربة مسبقا او المتواجد في السماد العضوي.

المراجع العربية:

1. اميرة لعور وايمان دهان. 2016 تقدير كمية البروتين في المجموع الخضري لنبات الحمص المعامل بهرمون الكينتين، مذكرة ماستر جامعة ام البواقي.
2. البحرة م، الداغستاني م، 2003. التركيب الكيميائي للفول وقشرة الفول. مجلة دمشق للعلوم الأساسية، مجلد19، العدد1.
3. بلقاسم يسر وحم عيد مبروكة، 2017 المساهمة في الدراسة الفيسيولوجية لنمو الكينوا Chenopodium quinoa Willd تحت تأثير درجة الاجهاد الملحي، مذكرة ماستر، جامعة حم لخضر الوادي.
4. بوحافر ايمان، عبلي لينة. 2016. أثر منظم النمو الكينتين Kenitine على المعايير الفيزيومورفولوجية نقعا لنبات الفول Vicia faba L النامي تحت الإجهاد الملحي. مذكرة ماستر، جامعة الاخوة منتوري قسنطينة.
5. السايح عائشة، صوالح عمار آمنة. 2020. المساهمة في دراسة التغيرات الكيميائية لمحتوى لثمار النخيل التمر .Phoenix dactylifera L (دقلة نور ودقلة بيضاء) خلال مراحل تشكله. مذكرة ماستر، جامعة حم لخضر الوادي.
6. شفشق صلاح الدين عبد الرزاق، الدبابي عبد الحميد السيد (2008) إنتاج محاصيل الحقل، دار الفكر العربي للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، القاهرة –مصر.
7. عابد ي، فتيتي أ، 2010.دراسة سيرة صنفين من الفول (Vicia faba. L) مذكرة نهاية التكوين لنيل شهادة تقني سامي في الفلاحة ،معهد التكوين المهني ،ورقلة.
8. عبود و، (2017) أثر معدلات البذار وموعد الزراعة في نمو نبات الفول (Vicia faba. L) وإنتاجيته في ظروف المنطقة الغربية في محافظة حمص .مجلة جامعة البعث .المجلد، 39–العدد 27.
9. العثمان م، العساف، (2009) أثر موعد الزراعة والكثافة النباتية في إنتاجية الفول العادي (Vicia faba. L) في محافظة دير الزور. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد ،25 العدد.
10. علي، أ. م.(1998) عالم الفطريات. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.
11. فاخر ح إ، عبد الجبار ج، (1980) إنتاج الخضر لطلبة المعاهد الزراعية الفنية. مكتبة الأمير للطباعة. بغداد، العراق.
12. قرح لويزة ومسعي بلقاسم كنزة. 2021. أثر فطريات معززة النمو على نبات الفول Vicia faba L، مذكرة ماستر، جامعة حم لخضر الوادي.

13. القشعم ع ح. (2015) تحديد الموعد والكثافة النباتية الأمثل لزراعة صنفين من الفول العادي تحت ظروف منطقة تدمر. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد ،31العدد.
14. قماري اميرة ونفنوف امال. 2017. تأثير منظم النمو حامض الجبريليك GA3 على نبات الفول تحت الظروف الجافة، مذكرة ماستر، جامعة حم لخضر الوادي.
15. كريم عبيد حسن2012، عزل البكتيريا المذيبة للفوسفات من التربة وتعيين الحوامض العضوية المنتجة منها. مجلة العلوم الزراعية العراقية، المجلد 43، العدد.
16. كفاح ع د.، عزام ح.، الأحمد س (2012) قوة التهجين وقدرة الإتلاف لبعض الصفات الكمية في الفول. المجلة العربية للبيئات الجافة، المجلد ،6العدد.
17. كوحشان، خورشيد عبد الغني، (2001). العلاقة بين التسميد المعدني والازوت الجوي وانعكاسها على نبات الفول (Vicia faba. L) وإنتاجيته .مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية ، العدد 13.
18. كيال ح ،1988إنتاج محاصيل الحبوب والبقول، دار المعارف الإسكندرية.
19. محمد، ع.م. .2003الفطريات الفسيولوجي، التكاثر، وعلاقتها بالبيئة والانسان (الجزء الثاني). الطبعة الأولى–17الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.
20. مديرية المصالح الفلاحية لولاية الوادي (2018) DSA. إحصاء نبات الفول للولاية. مصلحة الإحصاء
21. منصور غ، حمد إ، القاضي ع، (2005) الفصيلة الفولية في واد القرن. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية. المجلد. 21العدد الأول.
22. منصور غ، حمد إ، القاضي ع،.2005الفصيلة الفولية في واد القرن .مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية .المجلد. العدد الأول.
23. مها خليل حمود وإيثار زكي ناجي 2017 استخلاص البروتينات من بعض أنواع البقول ودراسة خواصها الوظيفية مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية المجلد17 العدد 4.
24. عبير شيخة بلقاسم، كريمة مسعي بلقاسم. 2020. تقدير القيمة الغذائية ودراسة الفاعلية البيولوجية لنبات الخروب Ceratonia silique النامي في كل من ولاية عنابة والبليدة مذكرة ماستر، جامعة حم لخضر الوادي.

المراجع الأجنبية:

1. -Bensalem M., Etude comparative de l'adaptation à la sécheresse du blé, de l'orge et du triticale, ed INRA, Paris, colloque no 12.
2. Alaa Fathalla Mohammed، (2018) ffectiveness of exopolysaccharides and biofilm forming plant growth promoting rhizobacteria on salinity tolerance of faba bean (Vicia faba L.). African Journal of Microbiology Research. Vol. 12(17).
3. Hanan Qawwas et Al 2017 Evaluation of Four Strains of Plant Growth Promoting Rhizobacter (PGPR) to Promote Plant Growth of Tomato Plants under the Conditions of Cucumber Mosaic Virus Infection in Greenhouse. المجلة الأردنية في العلوم الزراعية المجلّد 13،العدد 3
4. S. M. Emam (2012) EFFECT OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL FERTILIZATION ON GROWTH, YIELD AND YIELD COMPONENTS OF PEANUTS (Arachis hypogaea L.). Minufya J. Res, vol, 37 No 6.
5. Abdel-Wahab Elsadek.et all (2014): Synergistic interaction of Rhizobium leguminosarum bv. viciae and arbuscular mycorrhizal fungi as a plant growth promoting biofertilizers for faba bean (Vicia faba L.) in alkaline soil.
6. Hasnaa Sammama, et Al 2021. Microbial Inoculation Improves Soil Properties, Nutrient Uptake, and Plant Growth in Soft Wheat-Faba Bean Intercropping.
7. Elsayed Mansour 2021 Enhancement of drought tolerance in diverse Vicia faba cultivars by inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria under newly reclaimed soil conditions https://doi.org/10.1038/s41598-021-02847-2
8. Van Loon, LC., PBJ. Geraatset HJM. Linthorst (2006). Ethylene as a modulator of disease resistance in plants. Trends Plant Sci. 11:184-190

9. Voisard C, Keel C, Haas D, Dèfago G (1989) Cyanide production by Pseudomonas fluorescens helps suppress black root rot of tobacco under gnotobiotic conditions. EMBO J 8: 351-358

10. Zaidi A, Khan MS, Ahemad M, Oves M (2009) Plant growth promotion by solubilizing phosphate bacteria. Acta Microbiol Immunol Hung 56.

11. Tariq M, et al. (2014) Molecular characterization and identification of plant growth promoting endophytic bacteria isolated from the root nodules of pea (Pisum sativum L.) World J Microbiol Biotechnol 30.

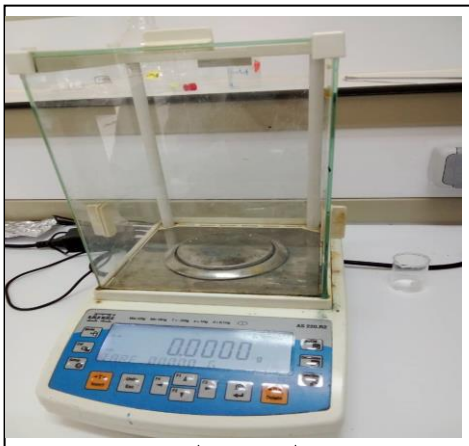
12. SOUANA, K. 2011. Réponses physiologiques et biochimiques des graines de la féve (vicia faba L.) au stress salin assoié aux gibbérellines au cours de la germination. Mémoire de magister, physiologies végétale.

13. Shilev S (2013) Soil Rhizobacteria Regulating the Uptake of Nutrients and Undesirable Elements by Plants. In: Arora NK (ed.) Plant Microbe Symbiosis: Fundamentals and Advances. Springer, India.

14. Hassan Etesami , et all(2021): Contribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Phosphate–Solubilizing Bacteria, and Silicon to P Uptake by Plant.

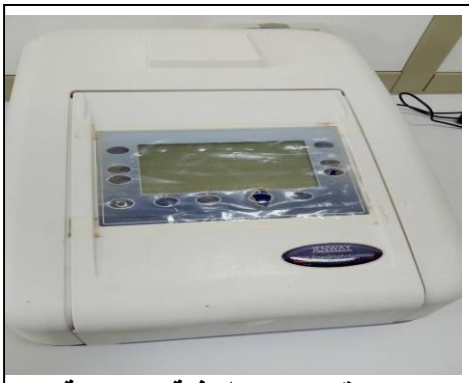
الملاحق

صور لبعض الأجهزة المستخدمة



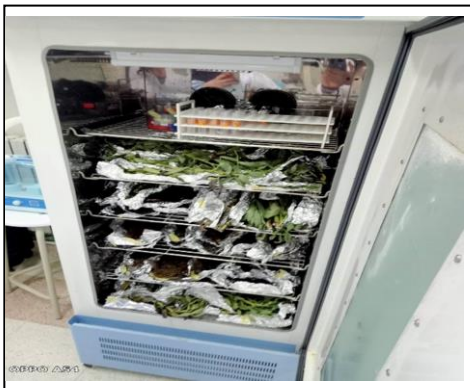
جهاز الميزان الحساس

جهاز الطرد المركزي



جهاز قياس المطيافية الضوئية

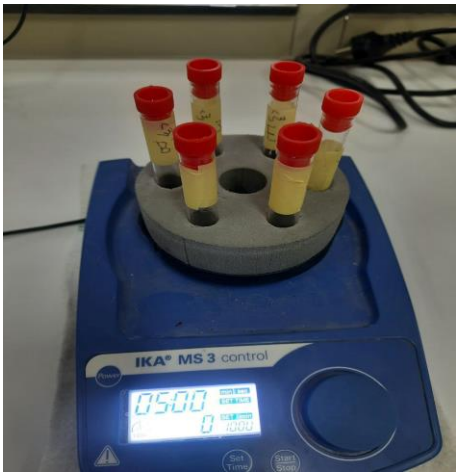
جهاز الحمام المائي



جهاز الحاضنة

تحضير العينات لنبات الفول

في احدى مراحل القياسات الكيميائية



في احدى مراحل القياسات الكيميائية

تلقيح عينات بذور الفول بالبكتيريا

عينات بذور الفول غير ملقحة بالبكتيريا

الفرق في النمو بين الملقح بالبكتيريا وغير ملقح

جداول نتائج لقياسات:

1-نتائج قياس طول الساق:

	ش	ب	ش فو	ب فو	ش فو س م	ب فو س م	ش فو س غم	ب فو س غم
02-01-2023	15.77	18.23	16.77	18.52	19.98	19.57	25.75	19.98
25-12-2022	14.88	17.18	15.33	17.10	17.63	16.98	17.98	17.27
18-12-2022	14.20	16.35	14.43	16.03	16.50	15.55	16.55	16.05
متوسط طول الساق (سم)	14.88	17.18	15.33	17.10	17.63	16.98	17.98	17.27
نسبة طول الساق %	100	115.5	103.0	114.9	118	114	121	116

2-نتائج قياس عدد الأوراق:

	ش	ب	ش فو	ب فو	ش فو س م	ب فو س م	ش فو س غم	ب فو س غم
02-01-2023	35.90	42.87	39.57	48.77	53.73	48.50	55.37	54.10
25-12-2022	33.00	39.67	34.40	39.10	43.93	36.83	42.13	39.53
18-12-2022	23.90	32.57	26.30	30.63	31.53	29.23	31.13	31.50
متوسط عدد الأوراق	33	40	34	39	44	37	42	40
نسبة عدد الأوراق %	100	120	104	118	133	112	128	120

3-نتائج قياس الوزن الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري:

	خض رطب		جذ رطب		خض جاف		جذ جاف	
الوزن	غ	%	غ	%	غ	%	غ	%
ش	16	100	17	100	3.5	100	1.2	100
ب	24	150	23	135	6.3	180	3.3	270
ش فو	34	212.5	32	188	6.1	175	5.5	446
ب فو	94	587.5	37	218	13.0	373	6.5	532
ش فو س م	94	588	53	312	11.6	334	5.8	471
ب فو س م	172	1075	77	453	21.9	628	11.4	933
ش فو س غم	130	813	52	306	16.6	477	4.9	402
ب فو س غم	157	981	59	347	20.9	600	11.4	926

4- نتائج قياس الكلوروفيل:

	الكلوروفيلa	الكلوروفيلb	الكلوروفيل	الكلوروفيل %
ش	3.81	0.46	4.27	100
ب	3.00	0.42	3.41	80
ش فو	2.31	0.26	2.57	60
ب فو	5.29	0.20	5.49	129
ش فو س م	6.16	0.39	6.55	119
ب فو س م	6.90	0.33	7.23	132
ش فو س غم	4.66	0.47	5.13	93
ب فو س غم	8.02	0.69	8.70	170

5- نتائج قياس نواتج الأيض الاولي (السكريات والبروتين):

	السكريات	السكريات	البروتين	%البروتين
	مكغ/ملغ	%	مكغ/ملغ	%
ش	72	100	23	100
ب	40	56	26	113
ش فو	89	124	15	64
ب فو	80	111	24	104
ش فو س م	60	83	15	63
ب فو س م	84	117	20	87
ش فو س غم	55	76	11	47
ب فو س غم	78	108	37	163

6- نتائج قياس بعض خصائص التربة:

N%	N	P%	P	K%	K	PH%	PH	Cond %	Cond	
100	35.2	100	49.6	100	99.6	100	7.29	100	501.4	ش
101	35.4	101	50.2	108	107.6	99	7.242	108	542.4	ب
136	48	133	66	137	136.2	97	7.104	124	620	ش فو
83	29.2	83	41.4	84	83.6	97	7.042	85	428.2	ب فو
58	20.4	55	27.4	56	55.4	97	7.066	55	278.2	ش فو س م
107	37.6	107	53	105	104.6	97	7.042	107	536	ب فو س م
126	44.2	127	62.8	126	125.8	95	6.95	126	632	ش فو س غم
89	31.2	83	41.4	84	83.4	96	6.995	84	422	ب فو س غم