الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعــة الشهيد حمه لخضر ـ الـوادي ـ
كلية العلوم الطبيعية والحياة
قسم البيولوجيا

رقم الترتيب :

رقم التسلسل :

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان : علوم الطبيعة والحياة

شعبة : علوم بيولوجية

تخصص : التنوع الحيوي والمحيط

الموضوع

تأثير فطريات محسنة النمو على نمو نبات الفول *Vicia faba.L*

من إعداد الطالبتين:

*بدرة رندة

*صالحي قدس

الأستاذ المشرف:

*جودي عبد الحق

الأستاذ	الجامعة	الصفة
جودي عبد الحق	جامعة حمه لخضر– الوادي	مشرفا و مقررا
د. قادري منيرة	جامعة حمه لخضر– الوادي	رئيسا
د. رشيد بلمسعود	جامعة حمه لخضر– الوادي	مناقشا

السنة الجامعية: 2022–2023م

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين, والصلاة و السلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا مُحَمَّد عليه وعلى آله وصحبه أفضل الصلاة و أتم التسليم، ف الشكر الكبير و الأول و الأخير إلى من يسر لنا أمرنا ووفقنا حتى الآن، ف لك الشكر والحمد ربي حتى ترضى ولك الحمد بعد الرضى. أتقدم بجزيل الشكر الى لجنة أعضاء المناقشة "قادري منيرة ورشيد بلمسعود" لحضورهم من اجل مناقشة هذا البحث واثرائه بملاحظاتهم القيمة و آرائهم . كما أتقدم بجزيل الشكر الى الأستاذ المؤطر و المشرف على سير هذا البحث "جودي عبد الحق " الذي لم يبخل علينا بتوجيهاته و نصائحه طيلة اشرافه على هذا العمل . كما نتوجه بالشكر الجزيل للسيد" بشير لملومة" و مكتبة ووراقة الابتسام "بولنوار رمزي " على مد يد العون لنا وأخيرا الى كل من ساهم في دعمنا من قريب أو بعيد.

إهداء

الحمد لله الذي وهبنا التوفيق والسداد ومنحنا الثبات واعاننا على إتمام هذا العمل نسير في دورب الحياة ويبقى من يسيطر على أذهاننا في كل مسلگ نسلكه

الى من شجعوني على المثابرة طوال عمري وبهم أعلو وارتكز "والداي العزيزان " أطال الله بعمرهم

إلى من اعتبرهم بمثابة أمي "خ ،ن " و"ف ،ت" حفظهما الله ورعاهم

الى من كان لهم أثر بالغ في كثير من العقبات والصعاب "إخوتي" واخص بالذكر ريان ويسرى . الى من كانو لي اوفياء اصدقائي جميعا

الى من ساهم في إنجاز هذا العمل المتواضع

رندة

إهداء

الحمد الله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد ونجاح . أهدي هذا العمل إلى من علمني العطاء بدون انتظار ... إلى من احمل اسمه بكل افتخار .. أرجو من الله أن يمده في عمرك ليرى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم اهتدي بها اليوم وفي الغد والدي العزيز . إلى معنى الحب والعطاء إلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائها سر نجاحي اغلى الحبايب امي الحبيبة .إلى من رافقني منذ الصغر خطوة بخطوة إلى شمعة تنير ظلمة حياتي اختي الغالية إلى اخوتي التي تحلو حياتي بهم . إلى كل من كان له الفضل في هاذا البحث إلى كل من اعانني وقدم لي المشورة والنصيحة الأصدقاء والزملاء لكم جميعا كل التقدير والشكر

قدس

الملخص

يعد استخدام الكائنات الحية الدقيقة المعززة لنمو النباتات مفيدا في استراتيجيات تسهيل نمو النبات في التربة ومن بينها التعايش بين البقوليات والفطريات الجذرية والتي تعتبر واحدة من التكافؤات البيئية الهامة و بهدف دراسة تأثير الفطريات الجذرية محسنة النمو على نمو نبات الفول *Vicia fâba* تم معالجة 50بذرة في بمعلق الفطر و50الأخرى في الماء من ثم زراعة 12 سطرا أربعة منها للشاهد و أربعة للفطر وال4 الباقين لفصل التجربة بعدها تمت دراسة التجارب والقياسات الأخرى .

حيث تحصلنا على نتائج تثبت أن للفطر تأثير إيجابي على تحسين نمو نبات الفول ويكون هذا التحسين من خلال تحسين الخصائص المرفولوجية في التربة المحسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم ,فقد حسن التلقيح بالفطر من عدد الأوراق وطول الساق بنسبة 65%و48%على التوالي كما حسن من محتوى الكلوروفيل والبروتين والسكريات بنسبة 74%و29%و39 %بالترتيب وحسن أيضا من امتصاص عناصر التربة K ,P,N في نفس التربة كما قلل من ظروف الاجهاد وخاصة الملوحة بحيث كان انخفاضها معتبر في ظل التلقيح بالفطر.

الكلمات المفتاحية :الفطريات الجذرية ,التلقيح ,تحسين نمو النبات , الفول Vicia fâba .

Résumé

L'utilisation de micro-organismes qui favorisent la croissance des plantes est utile dans les stratégies visant à faciliter la croissance des plantes dans le sol, y compris la coexistence entre les légumineuses et les champignons des racines, qui est considérée comme l'une des équivalences environnementales importantes. Pour étudier l'effet des Champignons sur la croissance de la fève *Vicia fâba*, 50 graines ont été traitées dans une suspension Le champignon et les 50 autres sont plongées dans l'eau, puis ont cultivé en 12 lignées, quatre d'entre elles pour le contrôle, quatre pour le champignon et les 4 restantes pour le séparer l'expérimentation. Nous avons obtenu des résultats prouvant que le champignon a un effet positif sur l'amélioration de la croissance de la plante de fève, et cette amélioration passe par l'amélioration des caractéristiques morphologiques du sol. Amélioré avec du phosphate local et de fumier stérilisé, l'inoculation avec le champignon a amélioré le nombre de feuilles et la longueur de la tige de 65% et 48%, respectivement, ainsi que la teneur en chlorophylle, protéines et sucres de 74%, 29% et 39% Il a également amélioré simultanément l'absorption des éléments du sol K, P et N. Le sol a également réduit les conditions de stress, en particulier la salinité, de sorte que sa diminution était significative à la lumière de l'inoculation des champignons.

Mots-clés : champignons mycorhizes, pollinisation, amélioration de la croissance des plantes, *Vicia fâba*.

Abstract

The use of microorganisms that promote plant growth is useful in strategies to facilitate plant growth in the soil, including the coexistence between legumes and root fungi, which is considered one of the important environmental equivalencies. In order to study the effect of growth-enhancing root fungi on the growth of *Vicia fâba* plant, 50 seeds were treated in a suspension The fungus and the other 50 in the water, then cultivated 12 lines, four of them for the control, four for the fungus, and the remaining 4 for the experimental isolation. After that, the experiments and other measurements were studied. We obtained results proving that the fungus has a positive effect on improving the growth of the bean plant, and this improvement is through improving the morphological characteristics of the soil. Improved with phosphate and sterilized organic fertilizer, the inoculation with fungi improved the number of leaves and the length of the stem by 65% and 48%, respectively. It also improved the content of chlorophyll, protein, and sugars by 74%, 29%, and 39%, respectively. It also improved the absorption of soil elements K, P, and N at the same time. The soil also reduced stress conditions, especially salinity, so that its decrease was significant in light of fungi inoculation.

Keywords: mycorrhizal fungi, pollination, plant growth improvement, *Vicia fâba.*

قائمة الجداول

الجدول (1) :يمثل أهم الأضرار والمنافع للفطريات من الناحية الاقتصادية 13

الجدول (2) :جدول يوضح نسبة الإنتاج والمساحة للفول على المستوى الحلي خلال(2021-2022)...31

الجدول (3) :يمثل نسب القيم الغذائية لنبات الفول حسب الوزارة الأمريكي.....32

الجدول (4) :يبين المساهمة الاقتصادية لنبات الفول خلال عشر سنوات (2013-2022)..... 33

الجدول (5) :يبين أهم أمراض الفول وطرق مكافحتها والوقاية منها 36

الجدول (6) :يبين المواد والاجهزة المستعملة في التربة 39

قائمة الوثائق

الوثيقة (1) :صورة تظهر أنواع الفطريات الجذرية 17
الوثيقة (2) :صورة تمثل أوراق نبات الفول 29
الوثيقة (3) :صورة تمثل شكل الأزهار في نبات الفول 30
الوثيقة (4) :صورة تمثل بذور نبات الفول 30
الوثيقة (5) :صورة توضح منطقة الوادي وبلديتها في حاسي خليفة 38
الوثيقة (6) :مخطط يوضح كيفية توضع لعينات في التربة 41
الوثيقة (7):مخطط يبين خطوات استخلاص الكربوهيدرات و البروتينات 44
الوثيقة (8) :صورة تمثل قياس طول النبات 47
الوثيقة (9) :أعمدة بيانية تمثل متوسط طول نبات الفول في شروط زرع مختلفة 48
الوثيقة (10): أعمدة بيانية توضح متوسط عدد الأوراق في النبات في مختلف شروط الزرع.....49
الوثيقة (11): أعمدة بيانية تبين متوسط نسبة المحتوى المائي في شروط زرع مختلفة.....50
الوثيقة (12) : أعمدة بيانية تمثل متوسط محتوى الكلوروفيل في شروط زرع مختلفة.....51
الوثيقة (13) :صورة تمثل عينات السكريات الذائبة 52
الوثيقة (14) : أعمدة بيانية تمثل متوسط محتوى السكريات في شروط زرع مختلفة.....53
الوثيقة (15) :أعمدة بيانية تمثل متوسط محتوى البروتين في شروط زرع مختلفة.....54
الوثيقة (16) :صورة تمثل جهاز Soil testeurs 7in1.....55
الوثيقة (17) :أعمدة بيانية تمثل تقدير النتروجين في التربة في مختلف شروط الزرع 55
الوثيقة (18) :أعمدة بيانية تمثل تقدير الفسفور في التربة في مختلف شروط الزرع.....56
الوثيقة (19) :أعمدة بيانية تمثل تقدير البوتاسيوم في التربة في مختلف شروط الزرع.....57
الوثيقة (20) :أعمدة بيانية تمثل تقدير الرطوبة في التربة في مختلف شروط الزرع.....58
الوثيقة (21) :أعمدة بيانية تمثل تقدير الPh للتربة في مختلف شروط الزرع.....59
الوثيقة(22) :أعمدة بيانية تمثل تقدير ملوحة التربة في مختلف شروط الزرع.....60

قائمة الاختصارات

ADN : حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين

ARN :حمض نووي ريبوزي

ATP :ثلاثي أدينوسين الفوسفات

ADP : ثنائي أدينوسين الفوسفات

NADP :نيكوتيناميد أدينين ثنائي نوكليوتيد الفوسفات

NAD :ثنائي نوكليوتيد الأدينين و أميد النيكوتين

N :النتروجين

P :الفسفور

K : البوتاسيوم

PH :الأس الهيدروجيني

Nm :وحدة قياس جهاز الطيف الضوئي

(م/سم/مل) :وحدات المتر

(غ/كغ) :الغرام والكيلوغرام

م° :درجة مئوية

فهرس المحتويات

الإهداء

الشكر

الملخص.....

قائمة الجداول.....

قائمة الوثائق.....

قائمة الاختصارات .....

مقدمة .....أ

الجزء النظري

الفصل الأول :عموميات على الفطريات

1-الفطريات.....**5**

2-توزع الفطريات في الطبيعة:.....**5**

3-تنوع الفطريات في الظروف الفسيولوجية.....**5**

3-1-الضغط الأسموزي : 5

4-الخلية الفطرية.....**6**

5-تكاثر الفطريات.....**6**

5-1-التكاثر الجنسي 7

5-2-التكاثر اللاجنسي 7

5-3-عدم التوافق الجنسي 8

6-فطريات التربة.....**8**

6-1-ادارة فطريات التربة 8

6-2-توزع الفطريات في التربة.....9

6-3-نشاط الفطريات في التربة 9

7-تأثير العوامل البيئية على فطريات التربة **10**

7-1-المادة العضوية 10

7-2-الأس الهيدروجيني(pH).....10

7-3-الرطوبة 11

7-4-الحرارة 11

7-5-التهوية.....11

8–التمثيل الغذائي والتغذية 12

9–التكافل الفطري 12

10–الأهمية الاقتصادية للفطريات 13

الفصل الثاني :الفطريات الجذرية Mycorrhizae

1–تعريف المنطقة الجذرية 15

1-1نشاطها 15

2–الفطريات الجذرية(Mycorrhizae) 15

3–أنواع المايكورايزا 15

3-1-المايكورايزا الخارجية 16

3-2-المايكورايزا الداخلية 16

3-3-المايكورايزا الخارجية الداخلية 17

4–تواجد الفطريات الجذرية 17

5–التلقيح الطبيعي للمايكورايزا 17

6–دور الفطريات الجذرية في تنظيم نمو النبات 18

7–آلية عمل الفطريات الجذرية 18

7-1-الفطريات الجذرية كسماد حيوي 18

7-2-الفطريات الجذرية والتغذية المعدنية 19

7-3-الفطريات الجذرية وعائد النبات 19

7-4-الفطريات الجذرية والضغوط الأحيائية 20

7-4-1-الجفاف 20

7-4-2-الملوحة 20

7-4-3-المعادن الثقيلة 21

7-4-4-درجة الحرارة (عالية ومنخفضة) 22

7-4-5-الفطريات الجذرية والضغوط الأحيائية المركبة 22

8–الفطريات الجذرية وألية تفكك الفسفور 23

8-1-تمعدن عضوي للفسفور 23

8-2-امتصاص الفوسفور 24

8-3-إذابة الفوسفور 25

9-الفطريات الجذرية في المقاومة الحيوية لمسببات الأمراض 25

الفصل الثالث :عموميات على نبات الفول

1-نبذة تاريخية عن الفول 28

2-الموطن الاصلي لنبات الفول Vicia faba 28

3-الوضع التصنيفي لنبات الفول 28

4-الوصف النباتي 29

4-1-المجموع الجذري 29

4-2-المجموع الخضري 29

1/-الساق: 29

2/-الأوراق 29

3/-الأزهار 29

4/-الثمار 30

5/-البذور : 30

5-التوزيع الجغرافي لنبات الفول 31

5-1-على المستوى المحلي 31

6-أهمية نبات الفول 32

6-1-الأهمية الصناعية 32

6-2-الاهمية الغذائية 32

6-3-الاهمية الزراعية 32

6-4-الأهمية الاقتصادية 33

7-دورة حياة نبات الفول 33

1/-الانبات: 33

2/-النمو: 33

3/-الإزهار 34

4/-الاثمار 34

5/-النضج 34

8-المتطلبات البيئية لزراعة نبات الفول (الخصائص البيولوجية) 34

1/-الحرارة 34

2/-الضوء.....34
3/-الرطوبة.....34
4/-التربة.....35
9-أصناف نبات الفول 35
9-1-الأصناف الكبيرة الحبة.....35
9-2- الأصناف متوسطة الحبة.....35
9-3-الأصناف صغيرة الحبة 35
10-الأمراض وطرق مكافحتها..... 36

الجـزء التطبيقي

الفصل الأول :مواد وطرق البحث

1/- الهدف من دراسة.....38
2/-المادة البيولوجية.....38
3/-منطقة الدراسة 38
3-1-مناخ منطقة الوادي 39
4- تنفيذ التجربة 39
4-1-تحضير البذور 39
4-2-تحضير التربة 40
4-3--تحضير السماد العضوي 40
4-4-عملية الغرس 40
4-5-عملية السقي 40
5-طرق التحليل في المخبر 40
5-1- القياسات المرفولوجية للعينات 40
5-2-القياسات الفيزيولوجية للعينات.....41
التقدير النسبي للماء.....41
التقدير النسبي للكلوروفيل.....42
تقدير نواتج الأيض الأولي (السكريات الذائبة – البروتينات).....42

الفصل الثاني :تحليل النتائج والمناقشة

1-حساب الشروط المرفولوجية 47

1-1-قياس طول وعدد أوراق نبات الفول.....47
1-1-1-قياس طول النبات 47
التحليل 48
المناقشة 49
1-1-2-قياس عدد أوراق النبات.....49
التحليل: 49
المناقشة 50
1-2-حساب الشروط الفيزيولوجية.....50
2-1-1-التقدير النسبي للماء 50
التحليل: 50
2-1-2-تقدير الكلوروفيل 51
التحليل: 51
المناقشة 52
2-1-3-تقدير نواتج الأيض الأولي.....52
1/- السكريات الذائبة 52
التحليل: 53
المناقشة: 53
2/- البروتين.....53
التحليل 54
المناقشة 54
1-3-أثر النباتات الملقحة بالفطر على خصائص التربة 55
1-3-1تقدير النتروجين.....55
التحليل 55
المناقشة: 56
1-3-2-تقدير الفسفور.....56
.....56
التحليل 56
المناقشة 57
1-3-3-تقدير البوتاسيوم 57

التحليل 57
المناقشة 58
1-3-4-تقدير الرطوبة 58
التحليل 58
1-3-5-تقدير الPh 59
التحليل: 59
1-3-6-تقدير التنافسية الكهربائية (ملوحة التربة) 60
التحليل 60
المناقشة 61
المناقشة الختامية 62
خاتمة 65
قائمة المراجع .....
الملاحق .....

مقدمة

مقدمة

يعتبر القطاع الفلاحي العصب الحساس في اقتصاديات بلدان العالم ، وذلك لأهميته المعتبرة فهو قطاع يؤثر على القطاعات الأخرى بدرجة كبيرة ،ويتأثر بها ويعد القطاع الفلاحي ثاني أكبر قطاع في الجزائر بعد النفط .كما يعد مصدر يعول عليه لإحداث ثورة من أجل تحقيق الأمن الغذائي .

يساهم قطاع الفلاحة في الجزائر بنسبة 12.4% من إجمالي الناتج المحلي الخام بقيمة 25مليار دولار سنويا، حيث تمكن كم تحقيق متوسط نمو في العقد الأخير وصل إلى 2.7%مع تغطية الاحتياجات الغذائية لبلاد بنسبة 73%حيث تحتل وادي سوف أكبر مساهمة في الإنتاج الزراعي الوطني ولهذا سميت بسلة غذاء الجزائر .

يشمل القطاع الفلاحي على العديد من المحاصيل الزراعية وللبقوليات مكانة مهمة في هذا القطاع ،حيث تعتبر من أكبر الفصائل النباتية لاحتوائها على أكثر من1800نوع. وتعرف بأنها مجموعة وظيفية نباتية مهمة لديها القدرة على تقديم مجموعة واسعة من الخدمات البيئية لاسيما في النظم الايكولوجية الزراعية .وقد أثبتت العديد من الدراسات التي أجريت في الماضي بأن زراعة البقوليات قد تساعد في مكافحة تغيير المناخ (Nair et All.2015وKumar et All2018وLiao et All .2023) وأيضا لها تأثير كبير على الكائنات الحية في التربة والتي تعد مكونا مهما للنظم البيئية الارضية (Lioa et All ;2023 Viketoft 2008 ; Zhao et All2014 ;Wardle et All2003) .

ومن بين هذه البقوليات الفول (Vicia faba L.) فهو عبارة عن بذور بقولية غنية بالبروتين تتكيف جيدا مع معظم المناطق المناخية وهذا واضح من خلال توزيعه في أنحاء العالم ،كما يقدم خدمات بيئية قيمة في الزراعة المستدامة .وهو ذو قيمة مهمة كدواء وغذاء وعلف ويعمل نبات الفول على تحسين التربة وتقليل استخدام الأسمدة الكيماوية للمحاصيل المستقبلية والمساهمة في الحد من التلوث البيئي في الزراعة .

بهدف زيادة الإنتاج الزراعي يلجأ الفلاحون إلى استعمال الأسمدة الزراعية والتي تعرف بأنها مواد طبيعية أو صناعية تزود النبات بعناصر غذائية ضرورية لنموه وتطوره وزيادة إنتاجيته وتعويض نقص العناصر المغذية في التربة ،التي تخضع لزراعات مكثفة على مدار العام أو في أعوام متتالية .لكن الاستعمال المفرط والعشوائي لهذه الأسمدة يسبب أضرار ونتائج كارثية على المنتوج وصحة التربة والمستعمل. ومن أجل تفادي هذه النتائج السيئة الكارثية 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 والقدرة على تثبيت النتروجين الجوي من خلال ما يعرف بالتعايش مع بعض أنواع الكائنات الدقيقة الجرثومية والتي بدورها تتمتع بقدرتها على تثبيت النتروجين

الجوي، بحيث يعمل الفسفور على تقليل الأثر الضار لزيادة الأزوت في التربة كما يشجع على نمو الجذور وله دور في نضج الثمار والبذور (1960 Meyer et All) ويلعب دورا هاما في زيادة حيوية وجودة البذور .

من هذه الدراسة يتبادر إلى أذهاننا مختلف الأسئلة فهل للمكروبات دور في تحسين نمو النبات؟ ومامدى تأثيرها ؟وما مدى تفادي إستعمال الأسمدة الكيماوية ؟

وللإجابة على تلك التساؤلات قمنا بدراسة تضمنت جزئيين هما

الجزء النظري والذي يحتوي على ثلاث فصول

الفصل الأول عموميات على الفطريات

الفصل الثاني الفطريات الجذرية

الفصل الثالث عموميات حول نبات الفول

الجزء التطبيقي ويحتوي على فصلين

الفصل الأول المواد وطرق العمل

الفصل الثاني التحليل والمناقشة .

الجزء النظري

الفصـل الأول

عموميات على الفطريات

1-الفطريات

عرفت الفطريات ضمن المملكة النباتية من زمن غير بعيد إلى أن وضعت في مملكة خاصة سميت بمملكة الفطريات (مجيد نخيلان 2007) ، فالفطريات كائنات مجهرية (أي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة) وغير مجهرية تعتبر أكبر الكائنات الحية في الطبيعة وهي كائنات حية غير متحركة على الرغم من أن بعضها تكون وحدات تكاثرية ، أما من ناحية التغذية فتعتبر الفطريات متعددة التغذية الرمية والطفيلية وهناك بعض الفطريات التي تتبادل المنفعة مع كائنات حية أخرى مثل الطحالب لتكون الأشنات. (مجيدنخيالن2009)، تلعب الفطريات دور أساسي في صيانة وتسيير النظم البيئية التي تحيط بالإنسان كاستمرار الدورة الطبيعية ،وذلك بتحويل المواد العضوية الميته (خاصة بقايا النباتات) إلى موارد قابلة للاستعمال عن طريق تحليلها بالإنزيمات المحررة بالوسط ومنذ وقت طويل وإلى يومنا هذا يستغل الإنسان هذه القوة المحللة للفطريات لاستعمالها في شتى المجالات مثل صناعة الغذاء إنتاج الأحماض والكحولات العضوية الحيوية البروتينات وغيرها وهي مجموعة متنوعة من الكائنات حقيقة النواة التي لها جدران خلوية صلبة وتفتقر إلى الكلوروفيل .تمثل الفطريات جزء كبير من الكتلة الحيوية أكثر من أي مجموعة ميكروبية أخرى في الأراضي الزراعية جيدة التهوية ،ويرجع هذا إلى غزارة نموها على شكل هيفات سميكة ومتشابكة. (Schutyser2003) .

2-توزع الفطريات في الطبيعة:

تنتشر الفطريات في الطبيعة وهذا لقدرتها على النمو في بيئات مختلفة. فهي تتواجد بأعداد كبيرة في التربة والهواء ،وهذا يرجع لطريقة التكاثر التي يكون أغلبها عن طريق تكوين الأبواغ اللاجنسية منا يسمح لها بالبقاء في بيئات غير بيئتها الأصلية .فالفطريات مسؤولة عن تكسير المواد العضوية وإطلاق الكربون والأكسجين والنتروجين والفسفور في التربة والغلاف الجوي ،لذا فهي تنتشر في كل الأوساط .

3-تنوع الفطريات في الظروف الفسيولوجية

الفطريات كغيرها من الكائنات الحية الأخرى تتأثر بالتغيرات البيئية المحيطة بها ،إذ تؤدي هذه الأخيرة إلى خلق ظروف قاسية لنمو الفطريات ، بحيث لا يقتصر التأثير على النمو فقط بل يؤدي إلى اختلاف في نمط النمو، في الغالب تحدث التغيرات في درجة الحرارة ،الPh أو الملوحة (2009 وآخرونKumar)

3-1-الضغط الأسموزي :

يحدث عن طريق إجراء تغيرات في تراكيز الجزيئات المنحلة في الوسط المحيط بالخلية والتي تسمىOsmatica ،وبالتالي التغير في المحتوى المائي المتوفر ،توجد علاقة طردية بين الضغط الأسموزي وتركيز الجزيئات المنحلة وعكسية بين تراكيز الجزيئات المنحلة والنشاطية المائية ،بحيث عندما يزداد تراكيز الجزيئات المنحلة يزداد الضغط الأسموزي

وتنخفض النشاطية المائية والجهد المائي وكلما انخفض تراكيز الجزيئات المنحلة ينخفض الضغط الأسموزي و تزيد النشاطية المائية .وذلك بسبب انتقال الماء الدائم عبر غشاء نصف منفذ من الوسط اقل تركيز إلى وسط أعلى تركيز .

يتكون الضغط الأسموزي مخبريا بإضافة NaCl أو Kcl أو Sorbitol إلى وسط النمو (Hohman et Mager 2003) .

يؤثر الضغط الأسموزي على النمو واستقلاب الفطريات بحيث يؤثر على مستوى التغيير الجيني للإنزيمات التي تلعب دور في استقلاب الدهون .هناك انواع من الفطريات التي تتحمل الحفاف والضغط الأسموزي العالي في آن واحد وتشترك في قابليتها على النمو في البيئات ذات النشاط المائي المنخفض ،على الرغم من أسباب التفرقة البيئية إلا أن الفروق الفسيولوجية بينهما ليست كبيرة .

4-الخلية الفطرية

وهي الخلية التي تتكون منها بنية الفطريات ، سواء كانت أحادية الخلية أو خيطية. الفطريات هي مجموعة من الكائنات الحية ، على الرغم من وجود خصائص مشتركة مع النباتات ، تنتمي إلى مملكة الفطريات. هذا لتميزهم بخصائص معينة لا تسمح لهم بالتجمع مع كائنات حية أخرى ، ترجع هذه الاختلافات بشكل أساسي إلى خصائص الخلايا التي تتكون منها. تحتوي الخلايا الفطرية على بعض العضيات التي لا توجد في أخرى ، بالإضافة إلى حقيقة أنها يمكن أن تكون متمردة ، ثنائية النواة وحتى مفلطحة. في الفطريات الخيطية ، تشكل هذه الخلايا الواصلة ، والتي تشكل معًا الفطريات ، والتي بدورها تشكل الجسم الثمر للفطر.

تشترك الخلايا الفطرية في العيد من الجوانب مع جميع الخلايا حقيقة الأخرى ، تتميز بشكلها المستطيلي الأنبوبي ذو الحواف المستديرة . وبما أنها حقيقة النواة تكون مادتها الوراثية في بنية نواة الخلية محددة بغشاء يتم تعبئتها في هيكل الكروموسومات ،تشبه الخلايا النباتية في كونها تحتوي على جدار للخلية ذو بنية صلبة ما يساعد في حماية الخلية ومنحها الدعم والشكل المحدد ،ويتكون جدارها من كربوهيدرات تسمى الكيتين.

5-تكاثر الفطريات

تتكاثر الفطريات عن طريق الاتصال الجنسي و / أو اللاجنسي. تتكاثر الفطريات المثالية جنسيًا ولاجنسيًا ، بينما تتكاثر الفطريات غير الكاملة لاجنسيًا فقط (عن طريق الانقسام). في كل من التكاثر الجنسي واللاجنسي ، تنتج الفطريات جراثيم تنتشر من الكائن الأصلي إما عن طريق الطفو على الريح أو ركوب حيوان. الجراثيم الفطرية أصغر حجما وأخف وزنا من البذور النباتية

5-1-التكاثر الجنسي

يقدم التكاثر الجنسي تنوعًا جينيًا في مجموعة من الفطريات. يحدث بعدة طرق وغالبًا استجابة لظروف بيئية معاكسة. أثناء التكاثر الجنسي، يتم إنتاج نوعين من التزاوج (بدلاً من "الجنسين" المتميزين، مثل الذكور والإناث).

على الرغم من وجود العديد من الاختلافات في التكاثر الجنسي الفطري ، إلا أن جميعها تشمل المراحل الثلاث التالية. أثناء تزاوج البلازما (حرفياً ، الزواج أو اتحاد السيتوبلازم) ، تندمج خليتان أحاديتان ، مما يؤدي إلى مرحلة ثنائية النواة حيث تتعايش نواتان أحاديتان في خلية واحدة. أثناء karyogamy ("الزواج النووي") ، تندمج النوى أحادية الصيغة الصبغية لتشكيل نواة زيجوت ثنائية الصبغة. أخيرًا ، يحدث الانقسام الاختزالي في أعضاء gametangia ، حيث يتم إنشاء الأمشاج من أنواع التزاوج المختلفة. في هذه المرحلة، تنتشر الجراثيم في البيئة، ويمكن أن تبدأ الدورة مرة أخرى.

5-2-التكاثر اللاجنسي

عادة في التكاثر اللاجنسي ، ينتج عن فرد واحد نسخة جينية مكررة من السلف دون مساهمة وراثية من فرد آخر. ربما تكون أبسط طريقة لتكاثر الفطريات هي تفتيت القشرة ، وهي جسم الفطر. الفطريات وحيدة الخلية ، تتكاثر عن طريق الانقسام الخلوي البسيط ، أو الانشطار ، حيث تخضع خلية واحدة لانقسام نووي وتنقسم إلى خليتين ابنتيتين؛ بعد بعض النمو، تنقسم هذه الخلايا ، وفي النهاية تتشكل مجموعة من الخلايا. بينما في الفطريات الخيطية ، قد تنقسم إلى عدد من القطاعات ، كل منها قادر على النمو إلى فرد جديد.

البراعم ، وهي طريقة أخرى للتكاثر اللاجنسي ، تحدث في معظم الخمائر وفي بعض الفطريات الخيطية. في هذه العملية ، يتطور البرعم على سطح خلية الخميرة أو الواصلة ، مع استمرار السيتوبلازم في البرعم مع الخلية الأم. ثم تنقسم نواة الخلية الأم ؛ تهاجر إحدى نوى الابنة إلى البرعم ، وتبقى الأخرى في الخلية الأم. الخلية الأم قادرة على إنتاج العديد من البراعم على سطحها عن طريق التوليف المستمر للسيتوبلازم والانقسامات النووية المتكررة. بعد أن يتطور البرعم إلى نقطة معينة وحتى قبل أن يتم فصله عن الخلية الأم ، يكون هو نفسه قادرًا على التبرعم بنفس العملية. بهذه الطريقة ، يمكن إنتاج سلسلة من الخلايا.

وعلى الرغم من أن التجزئة والانشطار والتبرعم هي طرق للتكاثر اللاجنسي في عدد من الفطريات ، إلا أن الغالبية تتكاثر لا جنسيًا عن طريق تكوين الأبواغ ، التي ينتجها أحد الوالدين فقط (من خلال الانقسام) والمطابقة

وراثيًا لذلك الوالد. تسمح الأبواغ للفطريات بتوسيع انتشارها واستعمار بيئات جديدة. قد يتم إطلاقها إما خارج الجسم أو داخل كيس تناسلي خاص يسمى sporangium.

5-3-عدم التوافق الجنسي

تنتج العديد من الفطريات البسيطة أعضاء متباينة من الذكور والإناث على نفس الشيء، لكنها لا تخضع للتخصيب الذاتي لأن أعضائها التناسلية غير متوافقة. تتطلب مثل هذه الفطريات وجود إلى من أنواع التزاوج المختلفة حتى يحدث الاندماج الجنسي. يحدث أبسط شكل من أشكال هذه الآلية في الفطريات التي يوجد فيها متعايشان، غالبًا ما يتم تعيينهما + و - (أو A و a). لا تتوافق الجاميطات التي ينتجها نوع واحد من الطور المشيجي إلا مع الأمشاج التي ينتجها النوع الآخر. يقال أن هذه الفطريات غير متجانسة. ومع ذلك، فإن العديد من الفطريات متناظرة. أي أن الأعضاء التناسلية التي ينتجها أحد الأعمدة متوافقة مع بعضها البعض، والثاني ليس ضروريًا للتكاثر

تتم مصادفة الفطريات التي لا تتطور لأعضاء جنسية غيرية التغذية ، وكذلك في الفطريات التي يسهل فيها تمييز الأعضاء التناسلية. لذلك يشير التوافق إلى التمايز الفسيولوجي والجنس إلى التمايز المورفولوجي ؛ هاتان الظاهرتان ، على الرغم من ارتباطهما ، ليستا مترادفتين

6-فطريات التربة

الفطريات جزء مهم من البيئة الميكروبية ويمكنها أن تكون مفردة الخلية أتنمو في هياكل طويلة تشبه الخيوط بحيث تفضل وتهيمن في الترب ذات حموضة منخفضة أو تربة حمضية حيث تميل إلى عدم الازعاج (Lavelle&Spain2005) كما أنها لا تعتمد على أنواع معينة من النباتات بكنها تفضل النباتات المعمرة والأشكال عالية الاستقرار من المخلفات العضوية التي تحتوي على الكربون والنتروجين بقيم عالية وهي بطيئة النمو لهذا تحتاج إلى زمن لإعادة تدوير بطئ.

6-1-ادارة فطريات التربة

إن زراعة المراعي والمحاصيل التي تدعم الفطريات الفطرية تسمح للفطريات بالتكاثر في التربة، من خلال توفير الغذاء (المواد العضوية) والماء والحد من اضطراب التربة.

ووجدنا أن للحرث تأثير كارثي على الفطريات لأنها تقطع الواصلة فعليًا وتفكك الفطريات. تعتبر مبيدات الفطريات واسعة النطاق سامة لمعظم الفطريات وستؤدي إلى انخفاض الأنواع المفيدة.

6-2-توزع الفطريات في التربة

التربة وسط معقد ،يتكون من معادن غير عضوية ومخلفات عضوية ،تعمل كروابط القنوات وثقوب تحتوي على الماء و الهواء ،حيث أن النباتات تتخلص من أنسجتها الخارجية وتفرز مواد عضوية (الكربوهيدرات ،الأحماض الأمنية ،الفيتامينات والأحماض العضوية) ،كما يسقط النبات أوراقه وفروعه الميتة فوق التربة (مُحَمَّد 2003) .كلما تعمقنا في التربة ينقص عدد الفطريات وتنوعها بصفة عامة ما ينتج عن ذلك تغيرات طبيعية وكيميائية في صفات التربة . كما يرتبط توزيع الفطريات في الطبيعة على وجود المادة العضوية بحيث يزداد التنوع والعدد على المخلفات النباتية المتحللة في الطبقة العليا بينما العكس في الطبقة السفلى كالأنواع التابعة للأجناس Trichoderma، Penicillium،Fusarium mucor وغيرها ،أما في عمق التربة يقل عدد ونوع الفطريات بدرجة كبيرة وقد يرجع ذلك إلى قلة التهوية(علي 1998).

6-3-نشاط الفطريات في التربة

تعتبر الفطريات عنصرا هاما من ضمن ميكرو فلورا التربة ،إذ تتواجد بنسبة أكبر مقارنة مع البكتيريا وتتمثل الفطريات المترجمة النسبة الأكبر من مجموع فطريات التربة (وأخرون ،.(Barratt 2003) .هناك علاقة طردية بين نشاط الفطريات وخصوبة البيئة بحيث كلما ازدادت الخصوبة يزيد النشاط وبما أنها كائنات حية غير ذاتية التغذية فإنها تعتمد في نموها على مصادر كربونية عضوية ،لذلك يرتبط نشاطها بتوزيع المادة العضوية على اليابسة (مُحَمَّد 2003).

تشكل الفطريات عوامل أساسية لتحليل المادة العضوية في التربة الجافة لكن دورها الأساسي معدنة الكربون العضوي أذ تملك قدرة عالية على تحليل كميات كبيرة من المادة العضوية التي تحتوي على كميات ضعيفة من الآزوت لأن دورها ضعيف خلال دورة الأزوت ،بحيث تكون فيها نسبةN/C عالية(Garcia et Roger 2001).ترجع هذه القدرة على التحليل لامتلاك الفطريات أنظمة إنزيمية خاصة (Deacon2006)يتدخل نشاط الفطريات في التربة مع نشاط غيرها من الأحياء الدقيقة الأخرى مثل البكتيريا والطحالب وأيضا مع جذور النباتات.ومنه يمكن تمييز مجموعتين الأولى فطريات التربة حيث تتميز بقدرتها على الاعتماد على البقايا العضوية دون المرور بمرحلة التعايش أو التطفل والثانية الفطريات الجذرية والتي يكون فيها ضرورة المرور بمرحلة التعايش والتطفل.

كما وجد أن بعض الفطريات تعتمد في نموها على النباتات وذلك لعدم قدرتها على تحليل المركبات المعقدة

كالسيليلوز والجينين واستعمالها كمصادر كربونية ،تعتبر فائدة ومشكلة في نفس الوقت بالنسبة للنبات العائل ومع ذلك أثبت أنه في التربة الفقيرة من المعادن والأزوت تعمل الفطريات على تزويد النبات بهذه الأساسيات (Smith1969).

7-تأثير العوامل البيئية على فطريات التربة

يختلف انتشار الفطريات ونشاطها الفيزيولوجي باختلاف المواقع، وبما أن الموقع الواحد تحدث فيه ذبذبة واضحة في إعداد الفطريات ونشاطها الكيميائي الحيوي الراجع إلى اختلاف الأوقات. يؤدي اختلاف نوع التربة وخواصها الكيميائية والطبيعية إلى اختلاف كثافة الميكروبات والأجناس السائدة فيها، وتعتمد مقدرة أي فطر على البقاء ومدى تأقلمه واستقراره في وسط ما على الظروف البيئية المحيطة ومن أهمها: المادة العضوية، الأس الهيدروجيني،(ph)التسميد العضوي والمعدني ،نسبة الرطوبة ، التهوية ، الحرارة ، الموقع من قطاع التربة ، فصول السنة ، نوعية الزراعة القائمة.

7-1-المادة العضوية

تعتمد الفطريات في توزيعها على مدى توفر المواد العضوية القابلة للأكسدة لأنها ذاتية التغذية، وتختلف أعداد الفطريات باختلاف محتوى التربة من المادة العضوية. تودي إضافة بقايا المحاصيل أو أي مادة كربونية أخرى للتربة إلى زيادة ملحوظة في كثافة الفطريات والتي تعتبر الأنواع السائدة حيث تنتشر على وجه الخصوص أجناس، Mucor، Penicillium Trichoderma، Aspergillus، Fusariumويبلغ التأثير المنشط للمادة العضوية على الفطريات أشده خلال الفترة الأولى لتحلل المادة العضوية التي غالبا ما تتخللها شبكة الهيفات الفطرية وتتميز بعض الأنواع بكثافة أعدادها فور إضافة المادة العضوية ثم تأخذ في النقصان السريع بعد ذلك، بينما نجد أنواع أخرى تحافظ على الزيادة في أعدادها لفترة أطول نسبيا بعد إضافة البقايا النباتية، كما يختلف تأثير المادة العضوية باختلاف التركيب الكيماوي للمادة العضوية ذاتها وباختلاف الظروف البيئية المحيطة حيث نجد أن الفطريات تسود المجاميع الميكروبية على الخصوص عقب إضافة المادة العضوية إلى أوساط بيئية حمضية ومزودة بمصادر نيتروجين كافية.

7-2-الأس الهيدروجيني(pH)

تؤثر درجة الأس الهيدروجيني على ذوبان الشوارد المعدنية في محلول التربة.حيث يزداد تحررها مع انخفاض الأس الهيدروجيني بينما يقل تيسرها عند ارتفاع الأس الهيدروجيني بسب دخولها في تكوين معقدات غير قابلة للذوبان، ويؤثر كبح هذه الشوارد على النشاط الإنزيمي الذي يحتاج إلى الأوساط المعدنية، وتتأثر النفاذية الغشائية للخلايا بسب الاختلال بين التركيز الداخلي والتركيز الخارجي.

كثير من الأنواع تنمو في نطاق أس هيدروجيني واسع ينحصر بين الحموضة الشديدة والقاعدية الزائدة وكثيرا ما يوجد بعض الأنواع لها القدرة على النمو عند أس هيدروجيني من 3-2،بينما العديد من الأنواع تحافظ على نشاطها عند أس هيدروجيني 9أو أكثر والقليل ينمو عند أس هيدروجيني أكبر من9 ، وتسود الفطريات في الأوساط الحامضية وتلعب دورا أساسيا في التحولات الكيميائية الحيوية ولا يرجع ذلك إلى أن الحموضة تمثل الظروف المثلى لنمو الفطر ولكن يرجع ذلك إلى أنه في الوسط الحامض لا يوجد تنافس على المواد الغذائية حيث أن الفطريات يمكنها تحمل الحموضة في حين أن البكتيريا و الإكتنوميسات التي تحتاج إلى نطاق أس هيدروجيني ضيق تكون حساسة لهذه الحموضة ولذلك تتوفر الظروف لسيادة الفطريات.

7-3-الرطوبة

عموما تتطلب الفطريات نسبة عالية من الرطوبة لنموها ومعظمها يفضل درجة رطوبة أكبر من 95%وينخفض نموها عند رطوبة اقل من ، 80%ويصل نشاط الفطريات الحد الأدنى عند الانخفاض الملحوظ في درجة الرطوبة إلاّ أن زيادة الرطوبة إلى درجة كبيرة له تأثير معاكس لأنه يحد من انتشار الأكسجين داخل التربة وبذلك يقل التمثيل الغذائي للفطريات وخصوصا الهوائية، غير أن بعض فطرياتMucor تناسبها هذه الظروف فتزيد أعدادها.

7-4-الحرارة

معظم الفطريات وسطية الحرارة و توجد سلالات قليلة أليفة للحرارة في الأراضي العادية وهي توجد في الأسمدة العضوية حيث يزيد عددها بارتفاع درجة الحرارة أثناء عملية التخمر حيث يمكنها أن تتكاثر على درجة 50م° وأحيانا 55م°، والفطريات التي تنمو على درجة 37م° تتمركز على سطح التربة حيث تتوفر الحرارة المناسبة خاصة خلال فصل الصيف.

من الفطريات أليفة الحر والمنتشرة في التربة بعض الأنواع التابعة لأجناس،Mucor ،Humicola ، Chaetomium Aspergillusوقد تظهر نمو فطريات على أطباق فيرى محصنه على درجة حرارة 6م ° Mucor، Penicillium،Cladosporium التي يزداد انتشارها في التربة بازدياد قطاع التربة.

7-5-التهوية

تعتبر الفطريات الخيطية كائنات دقيقة هوائية إجبارية عموما بالرغم من وجود بعض الشواذ التي تستطيع النمو بدرجة بسيطة في غياب الأكسيجين(Alexandra et Gunnar 1964)حتى إنّه بالنسبة لبعض الأنواع الهوائية إجبارا نجد أن جزءا من الغزل الفطري قد يتغلغل في بعض المناطق الخالية من الO2 ولكن غالبية كتلة

الغزل الفطري تتواجد في المناطق المتوفرة بها الـ $O2$ وقد يفسر اعتماد الفطريات على الأكسيجين تمركزها في الطبقة السطحية من التربة وغياب هذه الكائنات الحية في الطبقات العميقة بالأراضي العضوية من أصل نباتي و بأراضي المستنقعات.

8-التمثيل الغذائي والتغذية

الفطريات غيرية التغذية تستخدم مركبات عضوية معقدة كمصدر للكربون ، بدلاً من إصلاح ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي كما تفعل بعض البكتيريا ومعظم النباتات. بالإضافة إلى ذلك، لا تقوم الفطريات بإخراج النيتروجين من الغلاف الجوي ويجب أن تحصل عليه من بيئتها مثل الحيوانات.ومع ذلك، فإن الفطريات تعكس معظم الحيوانات من حيث أنها تهضم قبل تناولها. وهكذا يحدث الهضم خارج الجسم، ففي الفطريات متعددة الخلايا، أولاً، يتم نقل الإنزيمات الخارجية من الواصلة، حيث تعالج العناصر الغذائية في البيئة. ثم يتم امتصاص الجزيئات الأصغر التي ينتجها هذا الهضم الخارجي من خلال مساحة السطح الكبيرة للميسيليوم. كما هو الحال مع الخلايا الحيوانية ، فإن عديد السكاريد للتخزين هو الجليكوجين ، وليس النشا ، كما هو موجود في النباتات.

الفطريات هي في الغالب عوامل تحلل تستمد العناصر الغذائية من المواد العضوية الميتة أو المتحللة (عادة النباتات). الإنزيمات الخارجية الفطرية قادرة على تكسير السكريات غير القابلة للذوبان ، مثل السليلوز واللجنين من الخشب الميت ، إلى جزيئات جلوكوز سهلة الامتصاص.

تشكل الفطريات الأخرى أدوارًا خاصة ولا تزال طفيلية. على سبيل المثال ، يؤثر داء الدردار والدردار الهولندي على النباتات ، في حين أن قدم الرياضي وداء المبيضات (القلاع) هي عدوى فطرية مهمة من الناحية الطبية في البشر. في البيئات الفقيرة بالنيتروجين ، تلجأ بعض الفطريات إلى الافتراس عن طريق محاصرة الكائنات الحية الصغيرة الأخرى ، مثل الديدان الخيطية ، عن طريق تضييق الحلقات داخل خيوطها. الفطريات حقا تفعل كل شيء.

9-التكافل الفطري

التكافل هو التفاعل البيئي بين كائنين يعيشان معًا، ومع ذلك فإن التعريف لا يصف جودة التفاعل. عندما يستفيد كل من أعضاء الجمعية تسمى العلاقة التكافلية التبادلية. تشكل الفطريات روابط متبادلة مع العديد من أنواع الكائنات الحية ، بما في ذلك البكتيريا الزرقاء والطحالب والنباتات والحيوانات.من بين أمثلة التبادلية الفطرية للنباتات الداخلية ،الفطريات التي تعيش داخل الأنسجة دون الإضرار بالنبات المضيف. تطلق النباتات الداخلية

السموم التي تطرد العواشب ، أو تمنح مقاومة لعوامل الإجهاد البيئي ، مثل العدوى بواسطة الكائنات الحية الدقيقة أو الجفاف أو المعادن الثقيلة في التربة.

على سبيل المثال الأكثر شيوعًا ، تشكل معظم النباتات الأرضية تكون علاقات تكافلية مع الفطريات عبر جذورها. تتصل جذور النبات بالأجزاء الموجودة تحت الأرض من الفطريات التي تشكل الفطريات الجذرية.

في رابطة الفطريات الجذرية تستخدم شبكتها الواسعة من الخيوط ومساحة السطح الكبيرة الملامسة للتربة لتوجيه المياه والمعادن من التربة إلى النبات. في المقابل ، يزود النبات بمنتجات التمثيل الضوئي لتغذية عملية التمثيل الغذائي للفطر. حتى أن بعض النباتات مثل بساتين الفاكهة ، طورت ارتباطًا قويًا بالفطريات بحيث لا يمكن لبذورها عمومًا أن تنبت وتنمو بدون شريك فطري .

10-الأهمية الاقتصادية للفطريات

للفطريات دور مهم في العالم العضوي وحياه الكائنات الحية من إنسان وحيوان ونبات، و لهذه الفطريات أضرار ومنافع

الأضرار	المنافع
• الفطريات مسؤولة على 70%تقريبا من أمراض النبات لأنها تسبب لها الامراض وتصيب اقتصاد البلاد بإصابة النباتات الاقتصادية كالفواكه والحبوب والخضروات . • عند التخزين السيء تسبب الفطريات تلف في المواد المعلبة والاجبان . • تسبب الفطريات أمراض عديدة للإنسان مثل التسمم الاركوتي والامراض الجلدية كالقرع على فروة الرأس ،كما تسبب أمراض جهازية داخلية مختلفة • بعض الفطريات تنتج سموم مسرطنة أو تكون لها تأثيرات مختلفة مثل سم Aflatoxineالذي ينتجه فطر Aspergillus Favus وغيره من السموم .	• تقوم الفطريات بدور هام في التغيرات البطيئة والمستمرة للبيئة فهي المسؤولة على تحليل المخلفات العضوية إلى مركبات بسيطة وتحرير CO2 لتستخدمه النباتات في عملية التركيب الضوئي . • تستخدم الخميرة صناعياً في إنتاج الكحول كما تضاف إلى المعجنات من أجل تحسين قوامها وإنتاجها . • تستخدم بعض الفطريات في المقاومة الإحيائية لمكافحة أمراض النبات المتسببة فيها الفطريات المرضية مثل أنواع جنس Trichoderma. • إمكانية استعمال الفطريات في الدارسات الوراثية والكيمياء الحياتية ذلك لسرعة تكاثرها وتنميتها في أماكن محدودة.

الجدول(1) :يمثل أهم الاضرار والمنافع للفطريات من الناحية الاقتصادية

الفصل الثاني

الفطريات الجدرية mycorrhizae

1- تعريف المنطقة الجذرية

في عام 1904قام المهندس الزراعي وعالم فيزيولوجيا النبات الألماني لورينز هيلنر بصياغة أول مصطلح "ريزوسفير" لوصف واجهة جذر النبات ، وهي عبارة عن كلمة مشتقة جزئيا من كلمة اليونانية rhiza والتي تعني الجذر.(هارثمان وأخرون 2008) وصف هيلنر المنطقة بانها المنطقة الترابية المحاطة بالجذور النبات والتي لها تأثير مباشر عليها ،وتعرف بوجود الكم الهائل من الكائنات الحية الدقيقة والتي سميت بمنطقة النشاط الجرثومي المكثف . (Anoua et all1997)حيث تلعب هذه الكائنات دورا مهما في الحفاض على التربة من التعري والفيضانات (kraffczy et all 1984).

1-1نشاطها

تخدم الجذور العديد من الوظائف للنبات حيث انها تطلق بما يعرف باسم الافرازات تشمل هذه الافرازات الاحماض الامنية والاحماض العضوية ،الكربوهيدرات ،السكريات ،الفيتامينات والبروتينات و تعمل الافرازات كتحفيز لتفاعلات البيولوجية والفزيائية بين الجذور والكائنات التربة، وايضا يقومون بتعديل الخصائص البيو كيميائية والفزيائية للجذور والمساهمة في نمو النبات، كل هذا النشاط يجعل الجذور اكثر بيئة ديناميكية في التربة حيث تؤثر على هيكل المجتمع الميكروبي والنباتي وتؤثر ايضا بشكل كبير على مجموعة متنوعة من عمليات مستوى النظام البيئي (Vamderheigdemei al 2008 واردل 2004و بيرج واخرون 2009).

2-الفطريات الجذرية(Mycorrhizae)

تأتي كملة mycorrhizae من كلمتين يونانيتين ، mycosوتعني الفطريات ، و rihza التي تعني الجذر ، لذلك mycorrhizae حرفيا تعني " جذر الفطر" وهي عبارة عن ارتباط الفطر بالجذر وتسمى بالفطريات الجذرية حيث تتشكل بينهما علاقة تعايش ،تختلف هذه العلاقة بشكل ملحوظ عن عدوى الجذور فالفطريات الجذرية هي رابطة غير منتجة للأمراض ،وتشكل شكلا خفيف من التطفل متبادلا يعني ان كلا من النبات والفطر يستفيدان من هذا الارتباط ،تعزز الفطريات الجذرية قابلية امتصاص لدى الجذور على امتصاص الماء والاملاح المعدنية وكل عنصر ضروري لنمو نبات.

3-أنواع المايكورايزا

وفقا ل(le Tacon 1985 etDurrieu1993)إن المايكورايزا موزعة بين ثلاثة أنواع مورفولوجية رئيسية :

المايكورايزا الخارجيةEctomycorrhizae ،المايكورايزا الداخليةEndomycorrhizae ، المايكورايزا الخارجية الداخليةEcto-endomycorrhizae

3-1-المايكورايزا الخارجية

هذا النمط يحيط الفطر بالجذر بشكل محفظة ، بحيث تتجمع الخيوط الفطرية وتشكل حبال فطريه تمتد خارجا إلى التربة المحيطة ، وبنفس الوقت يمكن ان تخترق خلايا القشرة للجذر وتتفرع مشكله شبكة هارتج net Hartigوالتي التدخل إلى داخل الخلايا ، حيث يؤدي هذا إلى تغير مورفولوجي في بنية الجذر ، ويصل سمك المحفظة حتى 100 ميكرون وبالتالي ينقطع اتصال الشعيرات الجذرية مع التربة. تتواجد المايكورايزا الخارجية على جذور اشجار الغابات المعتدلة(صنوبر ، بلوط ، صفصاف ، الخ). وهي نادرة الوجود في المناطق المدارية من اهم اجناسهاEndogène، Terfezia، Armillaria

3-2-المايكورايزا الداخلية

تتواجد على نباتات شجيريه أو عشبيه حيث تشكل الخيوط الفطرية شبكه غير متماسكه تحيط بخلايا الجذر، وتخترق هذه الخيوط جذر النبات المضيف وتحدث تغيرات في خصائصها الخلوية وال تشكل محفظة فطريه . ويوجد نمطين في المايكورايزا الداخلية هما:

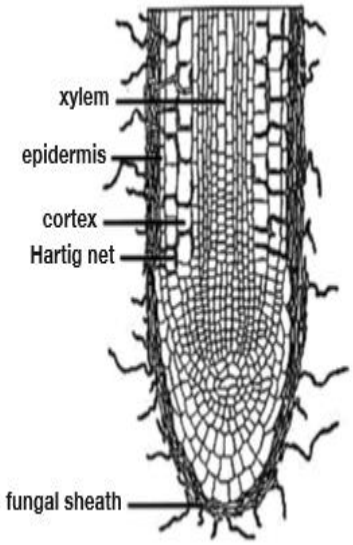
المايكورايزا الداخلية الحويصلية الشجرية(VAM) – endomycorrhizae Arbuscular Vesiculara) تخترق خيوط الفطر قشرة الجذر وتتفرع بداخله بشكل شجيري وتتفرع بين الخلايا بشكل حويصلات وهذه الفطريات تنتمي لصف Zygomycetes .

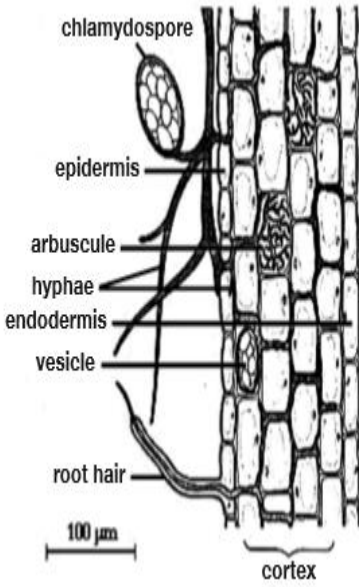
المايكورايزا الداخلية الكبيبيه المزودة بخيوط فطريه حاجزيه(endomycorrhizae septate of Coils) تخترق خيوط الفطر خلايا القشرة الجذرية ، وتتفرع بداخلها بشكل الكبيبات . تنتمي اهم اجناس الفطريات المشكلة المايكورايزا الداخلية إلى صف الفطريات Zygomycetes رتبة Glomales واهم اجناسها هي:

- Endogèneيشكل ثمار بوغيه.
- Sclerocystisويشكل نمط VAM يشكل ثمار بوغيه.
- Gigasporaيشكل نمط VAM يشكل ثمارا بوغيه.
- Acaulosporaيشكل نمط VAM يشكل ثمارا بوغيه.
- Glomusيشكل نمط VAM يشكل ثمارا بوغيه .

3-3-المايكورايزا الخارجية الداخلية

هذا النمط يحمل ميزات النمطين السابقين معا ، حيث تشكل الخيوط الفطرية محفظة وشبكة هارتج بين خلايا القشرة مع الحويصلات ، وتدخل إلى الخلايا وتتفرع بشكل شجيري . تتبع المايكورايزا الخارجية الداخلية صف الفطريات و من أهم أنواعها Cortinarius ، Thelephora ، Lactarius ، Basidomycetes.





الوثيقة (1) :صورة تظهر أنواع الفطريات الجذرية

4-تواجد الفطريات الجذرية

تنتشر فطريات المايكورايزا في كل أنواع الترب وفي مدى واسع من النظام البيئي يمتد ليشمل البيئة الصحراوية والاستوائية وبيئة الغابات وكثيراً ما تتواجد فطريات المايكورايزا في التربة الغنية بالعناصر المعدنية والمادة العضوية وتكون كثافة الفطر أكبر في النباتات النامية في المناطق المعتدلة وهناك أدلة قليلة حول إمكانية تكوين مستعمرات مايكورايزية في الترب الجافة،

5-التلقيح الطبيعي للمايكورايزا

الانتشار الطبيعي للفطريات الجذرية يعود إلى خصائص التربة حيث أن القاح الطبيعي يستغرق وقتا طويلا يستغرق عدة سنوات للاستفادة منه وذلك لان الفطرية الجذرية لها حجم كبير وثقيل لذا يجب ان يعتمد على نفس قوة التي تحرك التربة مثل الرياح القوية والمياه والديدان للهجرة إلى مكان بعيد.

6-دور الفطريات الجذرية في تنظيم نمو النبات

تلعب الفطريات الجذرية دورًا في تعزيز قدرة النباتات على التكيف مع الهيكل المتغير ، حيث يحسن تغذية النبات ، وخاصة الفوسفور ،كما يعزز الاحتفاظ بمجموعات التربة وبالتالي استقرارها هيكلها والجودة من خلال الأسمدة البيولوجية والتغذية المعدنية لنبات.

7-آلية عمل الفطريات الجذرية

هناك عدد من الآليات التي تستخدمها الفطريات الجذرية للترويج لها م ن حيث نمو النبات وتطوره. تختلف هذه الآليات باختلاف الأنواع وظروف التربة. بعض هذه الآليات تشمل إنتاج النباتات الخضرية والهرمونات والمستقبلات بما في ذلك الفيتامينات والأحماض الأمينية ، المعادن الذائبة ،تعزيز امتصاص الماء ، وتحسين بنية التربة. تخترق الفطريات الجذرية gal hyphae الخلايا القشرية وتصنع بعض الهياكل الخاصة المعروفة باسم arbuscules وأحيانًا تشكل الحويصلات. حيث انها تحدث تغييرات كبيرة في مورفولوجية الجذور. كما أو صح أربوسكو لاربان الفطر يقوم أولاً بتأسيس الاتصال ويخترق بشرة الجذر. بعد أن خيوط المرارة تتخلل أنسجة الجذر وتشكل مغذيات فطرية شبكة التبادل بين النبات والفطريات، حيث تفرز النباتات السكريات و الأحماض الأمينية والعضوية الموجودة في الجذور مما يؤدي إلى جلب فطريات التربة لاستعمار الجذور والتفاعل معها على المستوى الجزيئي.

7-1-الفطريات الجذرية كسماد حيوي

إن الدراسات البحثية المختلفة التي أجريت على مدى العقدين الماضيين سلطت الضوء على فوائد الأسمدة الحيوية لصحة التربة ونمو النبات والتنمية وكذلك غلة المحاصيل(Sadhana2014) وهي عبارة عن خليط من المواد التي تحدث بشكل طبيعي والتي تستخدم لتحسين خصوبة التربة. عكس الأسمدة الغير عضوية التي يؤدي استخدامها المستمر إلى مشاكل التربة والنباتات بما في ذلك صحة الإنسان من خلال جودة المنتجات الغذائية وصحة الهواء وأنظمة المياه (Yang et all 2004)لذلك يعتقد انه في المستقبل القريب يمكن اعتبار الفطريات الجذرية بديل للأسمدة غير العضوية ، لأن استخدامها يقلل بشكل فعال الاستخدام الكمي لمدخلات الأسمدة الكيماوية وخاصة الفوسفور (Ortas2012).

7-2-الفطريات الجذرية والتغذية المعدنية

الدور البارز لهذه العلاقة التكافلية هو نقل المغذيات، حيث أن الفطريات الجذرية تحفز النبات لامتصاص العناصر الغذائية العضوية والغير عضوية في كل النباتات تقريبا وتحفز بالتحديد الفوسفور (سميث وآخرون 2003نبيل واخرون 2010) وهذا التحفيز يؤدي إلى زيادة إنتاج التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة تراكم الكتلة الحيوية (mitra et al2017; cgen et al 2019)وفي المقابل نجد أن الفطريات الجذرية تتعايش مع الجذور النبات لكسب العناصر الغذائية الأساسية وذلك من اجل البقاء .

ان الفطريات الجذرية تقدم الدعم الغذائي لنباتات حتى في ضل ظروف الغير مناسبة والقاسية مثل الجفاف والملوحة حيث لها ألية خاصة في مقاومة هذه الظروف والتي تعمل على إنتاج هياكل فطرية مثل arbuscules والتي تساعد في تبادل المعادن الغير العضوية والمركبات الكربون ويمكنها زيادة تركيز الفوسفور بشكل كبير في نظامي الجذور والبراعم (الحمود والمومني 2017)وقد لوحظ أيضا انها تحافظ على امتصاص الفسفور والنتروجين في مستويات اعلى واقل لأنظمة الري المختلفة ويعتقد ان الفطريات الجذرية تحسن من امتصاص كل ما هو ضروري من العناصر الغذائية وتقليل امتصاص صوديوم والكلور وهذا ما يحفز على النمو (ايقلين واخرون 2012)

7-3-الفطريات الجذرية وعائد النبات

يمكن للفطريات الجذرية أن تعزز الجودة الغذائية للمحاصيل من خلال التأثير وإنتاج الكاروتينات وبعض المركبات المتطايرة(Bona et all 2017).(Hart et all2015) كما أنها تؤدي إلى تعزيز التعايش الفطر يتراكم الأنثوسيانين ، الكلوروفيل ، الكاروتينات ، الفينولات الذائبة الكلية ،توكوفيرول ، ومختلف العناصر الغذائية المعدنية (Baslam et all2011) لذا فإن الكائنات الدقيقة المفيدة في منطقة الجذور لا يمكنها فقط تحسين الحالة التغذوية للمحاصيل ، ولكن يمكن أيضًا تحسين جودة المحاصيل مثل دراسة التي اجريت على الفرأولة حيث أظهرت الفرأولة المستعمرة من طرف الفطريات الجذرية مستويات متزايدة من المستقبلات الثانوية مما ادى إلى تحسين خاصية المضادات الاكسدة (castellanos Morales et all 2010) في دراسة اخرى ابلغت عن زيادة محتوبات السكريات والاحماض العضوية والفيتامينات والفلافونويد والمعادن بسببGlomusversiforme مما ادى إلى تحسين جودة الحمضيات (zeng et all 2014)يمكن ان يعزز الفطريات الجذرية ايضا التخليق الحيوي للمواد الكيميائية النباتية القيمة في النباتات الصالحة للأكل وجعلها مناسبة لسلسلة إنتاج الغذاء الصحي (Sbranaetei all 2014 et Rouphael et all 2015)وقد

افاد (روفايل واخرون 2015)بان تخفيف الضغط الأحيائي بواسطة المايكورايزا يمكن ان يحدث من خلال الحفاظ على درجة حموضة التربة وبالتالي حماية قيمتها البستانية .

7-4-الفطريات الجذرية والضغوط الأحيائية

7-4-1-الجفاف

للجفاف تأثير على الحياة النباتية بعدة طرق. بحيث قلة الماء على الجذور يقلل من معدل النتح ويؤدي كذلك إلى الإجهاد التأكسدي(Impa et all2012؛ حسن الزمان وآخرون 2013). ويضفي تأثيرات ضارة على نمو النبات من خلال التأثير على نشاط الإنزيم وامتصاص الأيونات وامتصاص المغذيات

(Ahanger and Agarwal 2017)، يمكن ان يكون تحمل النبات لجفاف بسبب الحجم الكبير لتربة المستأصلة بواسطة جذور وخيوط الفطر عالية الجذر (Gianinazzi وآخرون 2010 ؛ Orfanoudakis et all2010. ؛جو تجارو باسكوفسكي 2013 ؛ تشانغ وآخرون آل 2016)حيث ان هناك دليل على تخفيف من الاجهاد الناتج عن الجفاف بواسطة الفطريات الجذرية في المحاصيل المختلفة مثل القمح والشعير والذرة والفول والصويا والفراولة والبصل (Mouradtalabet al2019Mena(Violanteei al 2017ruiz e ial2016 Lozano et yooyongwech 2015وتعزز ايضا الفطريات الجذرية تبادل الغازات والعلاقات وزيادة معدل النتح والتوصيل الثغري(Morte et all 2006) (mena viiolanteei et all 2006)ويمكن ان تسهل ايضا من استجابات ABAالتي تنظم عمليات الفيسيولوجية الاخرى ذات صلة (Ludwig Muller 2010).

7-4-2-الملوحة

يعتبر تملح التربة مشكلة بيئية تشكل تهديدا خطيرا للأمن الغذائي العالمي.. ومن المعروف ان إجهاد الملوحة يثبط نمو النبات من خلال التأثير على النمو الخضري ومعدل الامتصاص الصافي الذي يؤدى إلى انخفاض إنتاجية الغلة(Hasanuzzaman et all2013؛ Ahangerوآخرون 2017). كما أنه يعزز التوليد المفرط للفاعلية أنواع الأكسجين(Ahmad et all2010؛ Ahanger and Agarwal 2017؛ Ahanger et all2017؛ Ahangerوآخرون 2018).

لتحقيق إنتاج جيد في التربة المتأثرة بالملوحة بذلت مجهودات والمحاولات لاستكشاف الوسائل المختلفة لتحقيقه ومن بين هذه الوسائل المحتملة الاستخدام الحكيم والعقلاني للفطريات الجذرية للتخفيف من الآثار الضارة الناتجة

عن الملوحة ضد النباتات(Santander et all) ، أفادت العديد من الدراسات البحثية عن كفاءة الفطريات الجذرية في نقل المغذيات وزيادة الإنتاجية تحت الضغط الملوحة (النشار 2017) بان هذه الفطريات تحسن معدل النمو ، إمكانات ماء الأوراق ، وكفاءة استخدام المياه. في الآونة الأخيرة أبلغ (آيت المختار وآخرون 2019) عن ملف الآثار المفيدة لتكافل لفطريات الجذرية على البارامترات الفسيولوجية مثل معدل التمثيل الضوئي ، والتوصيل الثغري ، وعلاقات الماء الورقية تحت أنظمة المياه المالحة. حيث خففت هذه الفطريات بشكل كبير من الآثار الضارة على التمثيل الضوئي تحت إجهاد الملوحة(Sheng et all) ، وحسنت بشكل ملحوظ ،تبادل الغازات الأخرى السمات ومحتوى الكلوروفيل تحت ظروف المياه المالحة(Elhindi et all2017) .

أظهرت النباتات الملقحة بالفطر صفات نمو محسنة بما في ذلك مؤشر مساحة الأوراق ، والكتلة الحيوية الجافة في ظروف ملحية (بورد وآخرون 2010)،توصل (وانغ وآخرون2018).إلى وجود تحسن كبير في الأوزان الطازجة والجافة ، وتركيز النبتة والجذر بسبب التلقيح الفطري تحت ظروف ملحية معتدلة.

7-4-3-المعادن الثقيلة

يعتقد على نطاق واسع أن الفطريات الجذرية تدعم إنشاء المصنع في التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة ، بسبب قدرتها على التعزيز نظام الدفاع للنباتات بوساطة AMF لتعزيز النمو وتطوير. قد تتراكم المعادن الثقيلة في المحاصيل الغذائية والفواكه والخضروات ،والتربة ، مما تسبب في مخاطر صحية مختلفة (Liu et all 2013 ;Yousaf et all 2016).

هناك العديد من التقارير حول الكشف عن الآثار التي تسببها الفطريات الجذرية على تراكم المعادن في النباتات (سوزا وآخرون ، 2012). يمكن تجميد المعادن الثقيلة في خيوط فطرية من أصل داخلي وخارجي (Ouziad et all2005).، التي لها القدرة على تثبيت المعادن الثقيلة في جدار الخلية وتخزينها في الفجوة أو ربما مع بعض المواد الأخرى في السيتوبلازم .(Punamiya et all2010) ، وبالتالي تقليل سمية المعادن في النباتات. التأثيرات القوية لفطريات الجذرية على نمو النبات والنمو في ظل ظروف ضغوط شديدة هي الأكثر نجاحا في كثير من الأحيان بسبب قدرة هذه الفطريات في زيادة مورفولوجية والعمليات الفسيولوجية التي تزيد الكتلة الحيوية للنبات وبالتالي امتصاصها من العناصر الغذائية الهامة غير المنقولة مثل النحاس والزنك والفوسفور وبالتالي تقليل المعادن السمية في النباتات المضيفة (Kanwal et all2015 ;Miransari 2017) بل ويعتقد أن النمو المعزز للجذور في التربة يمكن أن يسبب تخفيف المعادن في الأنسجة النباتية (كابور وآخرون 2013 ، أوديت 2014)تربط الفطريات الفطرية الكادميوم والزنك في جدار خلية خيوط الوشاح والخلايا

القشرية ،مما يحد من امتصاصها ويؤدي إلى تحسين النمو والعائد وحالة المغذيات (Andrade and Silveira2012) (Garg and Chandel 2008).

7-4-4-درجة الحرارة (عالية ومنخفضة)

مع ارتفاع درجات حرارة التربة ، قد تكون تفاعلات المجتمع النباتي معتمدة حول تفاعلات الفطريات الجذرية من أجل إنتاج مستدام (بون وآخرون 2009).يؤثر الإجهاد الحراري بشكل كبير على نمو النبات وتطوره من خلال نقل المغذيات وفقدان قوة النبات وتثبيط إنبات البذور ، تأخر معدل النمو ،انخفاض إنتاج الكتلة الحيوية ، ذبول الأوراق وحرقها وتضرر الأعضاء التناسلية ، اختفاء الأوراق وشيخوختها ،و كذلك تغير لون الفاكهة، انخفاض في المحصول وموت الخلايا (وحيد وآخرون ، 2007 ؛ Hasanuzzaman et and all viii2013) و زيادة الإجهاد التأكسدي.

بشكل عام، تُظهر النباتات الملقحة بالفطريات الجذرية نموًا أفضل تحت الإجهاد الحراري حيث تم تلقيحها بالفطريات الجذرية(Gavito et all 2013) وتم تسجيل ارتباطها بالنباتات بشكل سريع وكبير، (مايا وماتسوبارا 2013)أبلغت عن ارتباط AMF Glomus fasciculatum بالنبات يؤدي إلى تغييرات إيجابية في النمو في ظل ظروف ارتفاع درجة الحرارة .

7-4-5-الفطريات الجذرية والضغوط الأحيائية المركبة

يمكن للفطريات الفطرية أن تخفف من الضغوط المختلفة أو مجموعة من الضغوط بما في ذلك الجفاف والملوحة ودرجة الحرارة والمغذيات والمعادن الثقيلة.بالإضافة إلى ذلك، التطبيق المشترك للجفاف والملوحة على الطماطم النباتات الملقحة بـ Scolecobasidium constrictum أظهرت تحسنًا في الكتلة الحيوية الإنتاج ، وعلاقات الأوراق المائية ، والتوصيل الثغري ، و Fv / Fmبالنسبة إلى تلك الموجودة في النباتات غير الملقحة (دوك وآخرون 2018). وبالتالي فإن الفطريات الجذرية حرجة لتحسين نمو النبات والإنتاجية تحت الضغط (عبد اللطيف 2011 ؛ Latif and Chaoxing 2011 ؛ عبد اللطيف وشأوشينغ 2011 ؛ عبد اللطيف وChaoxing 2014)كما أن تكافل المايكورايزا يحمي النباتات من مجموعة متنوعة من الضغوط الأحيائية باستخدام عمليات مختلفة مثل المحسن معدل التمثيل الضوئي وامتصاص وتراكم المغذيات المعدنية ،تراكم المواد الواقية من الأسمدة ، تنظيم الإنزيم المضاد للأكسدة النشاط والتغيير في النظام البيئي لجذور الأرض(Bárzana et all، Calvo 2015;بولانكو وآخرون 2016 ؛ يين وآخرون 2016). أظهرت العديد من الدراسات

تحسنًا الحالة التغذوية لنباتات المايكورايزا تحت ظروف الإجهاد التناضحي (Augé وآخرون 2014 ؛ ليمان وآخرون 2014 ؛Lehmann and Rillig2015) الناتج عن نقص الري أو الملوحة.

يمكن أن تؤدي التغييرات في خصائص الجذر مثل الموصلية الهيدروليكية إلى تحسين تحمل الإجهاد التناضحي لمستويات كبيرة (إيفلين وآخرون 2009). القول بأن الفطريات الجذرية لها خصائص قد ترفع من جودة التغذية للمحاصيل ويمكن أن تكون كذلك لها أهمية زراعية كبيرة لإنتاج وإدارة محاصيل مختلفة محتملة. ومع ذلك، هناك حاجة لدراسات مستفيضة للكشف عن دور الفطريات الجذرية في مواجهة آثار الضغوط مجتمعة.

8-الفطريات الجذرية وألية تفكك الفسفور

إمدادات كافية من الفوسفور خلال المراحل الأولى من تطور النبات مهم لوضع الأجزاء التناسلية للنبات. حيث ان الفوسفور يلعب دور كبير في زيادة تشعب الجذر والقوة نقل المغذيات ومقاومة الأمراض للنبات. كما أنه يساعد في تكوين البذور وفي النضوج المبكر للمحاصيل مثل الحبوب والبقوليات ، ويعتبر العنصر الرئيسي الثاني المهم بعد النيتروجين كمغذيات معدنية في شروط متطلبات النبات الكمية. و على الرغم من وفرتهم في التربة ، بصفة العضوية وغير العضوية ، يكون توافره مقيدًا لأنه يحدث في الغالب الاحيان على أشكال غير قابلة للذوبان. يبلغ محتوى الفسفور في التربة المتوسطة حوالى 0.05٪ (وزن / وزن) ولكن فقط0.1٪من الفوسفور الكلي متاح للزراعة بسبب ضعف الذوبان وقابليته للذوبان التثبيت في التربة (Biochem 1995)فقير توافر أو نقص الفوسفور (P) يقلل بشكل ملحوظ من حجم النبات ونمو. يمثل الفوسفور حوالى 0.2 - 0.8٪ من الوزن الجاف للنبات الذي يلبي المتطلبات الغذائية للمحاصيل ، وعادة ما يضاف الفسفور إلى التربة كمادة P مادة كيميائية .

8-1-تمعدن عضوي للفسفور

يشكل الفسفور العضوي جزءًا مهمًا (40-80٪) من إجمالي التربة P. النباتات التي تواجه نقص الفوسفور تزيد من إفراز إنزيمات التحلل المائي للفوسفور. بالإضافة إلى إذابة الفوسفات المتأثر بالأحماض العضوية ، فإن تفاعلات مجموعة إنزيمات الفوسفاتيز في التربة مهمة أيضًا. تلعب الفوسفاتيز دورًا مهمًا في تمعدن الفوسفور العضوي في التربة. يمكن لـ PSB تمعدن الفوسفور العضوي عن طريق إفراز الفوسفاتازات (خان وآخرون 2009 ؛ شارما وآخرون2013 ؛ إيتيسامي 2020) من المرجح أن يتم دمج الفوسفاتاز المشتق من الميكروبات مع مركبات الفوسفات أكثر من الفوسفاتازات النباتية ، كما أنها تساعد على إطلاق الفوسفات من التربة العضوية (Tarafdar et all 2001 ،P Phytate inositolhexaphosphate) هو أحد

أشكال P العضوية الرئيسية في التربة ، ويمثل أكثر من 50 ٪ من إجمالي التربة P (Osborne and Rengel، 2002). الفوسفاتيز ليست فعالة في تمعدن الفيات. يقوم الفايتيز الذي تفرزه الكائنات الحية الدقيقة بتحويل الفيتات إلى استرات P التي يمكن تكسيرها إلى Pi بواسطة الفوسفاتاز (Rengel and Marschner 2005)

يمكن أن يساعد تجميد P غير العضوي بواسطة PSB بشكل غير مباشر في إذابة P. يقوم PSB بإزالة واستيعاب P من وسط الثقافة السائلة وفقًا لنظرية الحوض ، مما يؤدي إلى تنشيط الانحلال غير المباشر للأباتيت (Guidry and Mackenzie 2003 ؛ Illmer et all1995). يمكن تفسير ذلك وفقًا لمبدأ Le Chatelier ، الذي ينص على أن خفض تركيز Pi في محلول التربة يعزز التوازن نحو إنتاج Pi (على سبيل المثال ، إطلاق Pi من فوسفات الكالسيوم). على مدى فترة طويلة من الزمن ، يمكن أن تصبح جميع البكتيريا P الميكروبية متاحة للنباتات. تم اقتراح تثبيت P في الكتلة الحيوية ليكون ألية مهمة لتنظيم إمداد الفوسفور في محلول التربة (Seeling and Zasoski1993) ، وللحفاظ على أشكال P القابلة للتغير محمية من التفاعلات مع التربة (Olander and Vitousek2004).

8-2-امتصاص الفوسفور

إن امتصاص الفسفور من قبل الفطر يتم بعدة آليات منها إفراز أنزيم Phosphatase من قبل خيوط الفطر الذي يعمل على إذابة الفسفور العضوي وتحويله إلى صور جاهزة للامتصاص من قبل النبات وكذلك إفراز أحماض كربوكسيلية التي تعمل على مسك عناصر الكالسيوم والحديد والألمنيوم تاركاً عنصر الفسفور ذائباً في محلول التربة وتعمل فطريات المايكورايزا أيضاً على زيادة نشاط البكتريا المذيبة للفوسفات نتيجة لعلاقة تبادل المنفعة هذا بدوره يؤدي إلى زيادة تركيز الفسفور الذائب في محلول التربة.

يدخل الفوسفور في تركيب الأحماض النووية ، ويلعب دور كبير في كثير من التفاعلات الإنزيمية ، فهو يدخل في تركيب كل الأحماض النووية ، مثل : (الـ DNA والـ RNA، والـ tRNAوالـ ribosomal RNA) بالإضافة إلى دخوله في تركيب الإنزيمات اللازمة لتفاعلات الطاقة المختلفة في عمليات التنفس والتمثيل الضوئي ، وكذلك يدخل في تركيب المركبات الفسفورية ذات الروابط الغنية بالطاقة (الـ ADP والـ ATP)وفي مرافقات الإنزيمات ، NAD،NADPوفي تركيب بعض الدهون ، (phospholipids)ومن ثم فإن الفوسفور عنصر أساسي في النبات ،، وأهميته نقل الطاقة غنية عن البيان ،أما مرافقات الإنزيمات

NAD،NADPفلها دورها الهام في تفاعلات الأكسدة والاختزال ، ويعتمد عليها في التفاعلات الحيوية الهامة في التمثيل الضوئي ، والتنفس ، والـ ، glycolysisوفى تمثيل الأحماض الدهنية وغيرها ، أما الـ ، Phospholipids فمن المعتقد أنها مع البروتين تشكل جزءاً هاماً من الأغشية الخلوية ويوجد الفوسفور بتركيزات عالية في المناطق المرستيمية التي يكون فيها النمو نشيطاً ، حيث يشترك الفوسفور في تمثيل البروتينات النووية .ويعمل الفوسفور على تقليل الأثر الضار لزيادة الأزوت في التربة ، لأن وفرة الفوسفور تقلل من امتصاص النيتروجين غير العضوي ، وهو يبكر في النضج وبذلك فهو يضاد التأثير الضار لزيادة عنصر الأزوت الذى يؤدى إلى اتجاه النبات نحو النمو الخضري ، هذا .. ويشجع الفوسفور على نمو الجذور، خاصة الجذور العرضية والليفية، ويتراكم جزء كبير من الفوسفور الذي يمتصه النبات في البذور والثمار حيث أن له دور في نضج الثمار والبذور ويلعب دوراً هاماً في زيادة حيوية وجودة البذور.

8-3-إذابة الفوسفور

تلعب فطريات المايكورايزا دور فعال في تجهيز وإمداد النبات و التربة بالفوسفور خاصة النباتات المتعايشة معها تكافليا وذلك حيث أن الفوسفور الذى يضاف للتربة يتحول بسرعة كبيرة للصور الغير ميسرة للنبات وعليه يكون من الضروري إضافة لقاح المايكورايزا وغيرها من الميكروبات المذيبة للفوسفات للتربة حيث يمكنها تحويل الفوسفات المثبتة إلى الصور الأحادية التي يستطيع النبات امتصاصها لأن فطريات المايكورايزا تفرز إنزيمات الفوسفاتيز وبذلك يتم إذابة الصور المعقدة للفوسفات إلى صور ميسرة يستطيع النبات إمتصاصها.وإن علاقة المنفعة بهذا التعايش هو المساعدة على النمو بالنسبة لكلا النوعين من حيث تجهيز العناصر الغذائية اللازمة للنمو وخصوصا عنصر الفسفور وبعض العناصر الصغرى.

9-الفطريات الجذرية في المقاومة الحيوية لمسببات الأمراض

للفطريات الجذرية دور كبير ومهم في تقليل الإصابة بالمسببات المرضية التي تنتشر في التربة حول الجذور وقد فسّر كثير من الباحثين دور المايكورايزا من خلال أليات عدة توضح طريقة الحماية التي توفرها للعائل النباتي الذي تستعمره إحدى هذه الآليات تتمثل في إحداث المنافسة بينها وبين المسببات المرضية التي تنتشر معها في التربة.وتكون هذه المنافسة على المركبات الكيميائية التي تفرز من قبل النبات وعلى المادة العضوية ومن الآليات الأخرى لحماية النبات والتي توفرها فطريات الجذرية هي السيطرة على الكثافة العددية للأحياء المسببة للأمراض من خلال المنافسة على مواقع الإصابة في جذور نبات العائل حيث تأتي المنافسة نتيجة الكثافة العالية لخيوط

الفطر التي تستعمر نسبة كبيرة من المجموع الجذري مقارنةً بالأحياء الأخرى المرضية وأيضا ألية أخرى للحماية تتمثل بتنافس الفطريات الجذرية مع المسببات المرضية على نواتج التركيب الضوئي التي تفرزها الجذور في منطقة الرايزوسفير وتكون المنافسة كبيرة عندما يتواجد أكثر من نوع من فطر المايكورايزا في منطقة الرايزوسفير. ومن جهة أخرى تعمل فطريات الجذرية على زيادة سمك جدار الخلايا من خلال زيادة مادة اللجنين و السكريات المتعددة نتيجة تحفيز دفاعات النبات والتي تقلل من نسبة الإصابة بالمسببات المرضية التي تصيب الجذور . ومن جهة أخرى تعمل فطريات الجذرية على زيادة سمك جدار الخلايا حيث تعمل على زيادة انزيمات البولي فينول أوكسديز والبيروكسديز السيليوليز المهمة في دفاعات النبات ايضا.

الفصل الثالث

عموميات على نبات الفول

1-نبذة تاريخية عن الفول

تعد البقوليات légumineuse من النباتات الزهرية الراقية حيث تعرف محاصيل الخضر البقولية باسم pluse croup وهي محاصيل التي تزرع لأجل بذورها الجافة وتسمى بالعائلة القرنية لوجود بذورها داخل القرنة .

ان نبات الفول vicia faba من الخضر البقولية المهمة لقيمته الغذائية المرتفعة وأهميته في مجالاته المختلفة، وينتمي إلى الفصيلة البقولية fabaeac التي تحتوي على نحو 490 جنسا ونحو 12000 نوع ، وهو من النباتات القديمة جذا زرعه قدماء المصريين والاغريقين والرومان.

2-الموطن الاصلي لنبات الفول Vicia faba

يعتبر الفول من المحاصيل البقولية الرئيسية الهامة يزرع زراعة مروية، موطنه الأصلي أسيا الغربية ودول البحر الأبيض المتوسط، عرفته الصين منذ عام 2800قبل الميلاد (نأوي ومالكي2001) وقد انتشرت زراعته في أوروبا في كل من إيطاليا وفرنسا وإسبانيا ومن ثم تأهلت زراعته وانتقلت من أوروبا إلى أمريكا الشمالية أين تطور هذا المحصول إلى محصول اقتصادي هام في الولايات المتحدة الامريكية في السنوات الاخيرة .

3-الوضع التصنيفي لنبات الفول

النطاق :حقيقيات النوى

المملكة :النباتات

الشعبة :مستورات البذور

الطائفة :ثنائية الفلقة

الرتبة :الفوليات

الفصيلة :البقولية

الجنس :البيقية Vicia

النوع :الفولFaba

الاسم العلمي: Vicia faba

4-الوصف النباتي

4-1-المجموع الجذري

نبات الفول ذو جذور وتدية تنمو في التربة إلى عمق 1-1.5م ،تتفرع من جزئها العلوي جذور جانبية هذا التفرع يساعد النبات على امتصاص غذائه من التربة كمل يساعد في تكوين العقد البكتيرية المثبتة للآزوت الجوي في أطراف الجذيريات .

4-2-المجموع الخضري

1/-الساق: ساق الفول قائمة مضلعة يتراوح ارتفاعها بين 20-180سم تتفرع مباشرة من تحت سطح الأرض إلى فرعين أو ستة فروع وهي جوفاء لونها أخضر يسود عند الجفاف.

2/-الأوراق :تكون مركبة ريشية تتكون من 2-4أزواج من الوريقات البيضاوية المتطاولة كاملة الحواف تكون الوريقة الطرفية متحورة إلى محلاق قصير ذو أذينتان صغيرتان بأسفلها تكون غدد منتجة للرحيق.

شبكة الزراعة المصرية 2017

الوثيقة(2) :تمثل شكل أوراق نبات الفول

3/-الأزهار :تتفتح أزهار نبات الفول من آباط الأوراق في نورات عنقودية مكونة من زهرتين إلى ستة أزهار بيضاء رمادية اللون تكون الزهرة فراشية خنثى بجانبها بقع سوداء ذات تلقيح ذاتي مع احتمال حدوث نسبة ضئيلة من التلقيح الخلطي .يتكون كأس الزهرة من خمس سبلات والتويج من قلح وجناحان وزورق أما الطلع فيتكون من عشر أسدية تسعة منها ملتحمة وواحدة سائبة .

لترا فلسطين 2022

الوثيقة (3) :تمثل شكل الازهار في نبات الفول

4/–الثمار :تكون ثماره قرنية طولها 4–30سم وعرضها بين 1–3.5 سم ،ذات قشرة جلدية مبطنة بزغب أبيض ،تحتوي على 4–7بذور تختلف في الشكل والحجم واللون بحسب الظروف الزراعية .يأخذ القرن شكلا مستقيما يميل إلى الانحناء قليلا أخضر يميل إلى الاسمرار عند تمام النضج.

حسني كمال

الوثيقة(4) :صورة تمثل بذور نبات الفول

5/–البذور :بذور مستطيلة الشكل مدورة ومفلطحة تشبه الكلية ذات لون بني يميل إلى الاخضرار عند بدء النضج ثم إلى اللون البنفسجي الفاتح عند التقدم في النضج وهي بذور ذات فلقتين بقشرة جلدية متجعدة أو ملساء بحسب الظروف الزراعية .

5-التوزيع الجغرافي لنبات الفول

5-1-على المستوى المحلي

البلديات	المساحة المزروعة بالهكتار	نسبة الإنتاج بالقنطار
الوادي	0	0
الرباح	0	0
قمار	10	800
كوينين	0	0
رقيبة	68	7480
الحمراية	2	220
تغزوت	10	800
دبيلة	3	300
حساني عبد الكريم	3	300
حاسي خليفة	16	1280
الطالب العربي	0	0
دوار الماء	0	0
سيدي عوين	7	700
طريفاوي	14	1120
مقرن	7	700
بن قشة	50	4000
ورماس	10	800
مجموع الولاية	200	18500

مديرية الفلاحة لولاية الوادي

الجدول(2) :يوضح نسبة الإنتاج والمساحة للفول على المستوى المحلي خلال (2021-2022)

6-أهمية نبات الفول

6-1-الأهمية الصناعية

يعد نبات الفول من المحاصيل ذات قيمة صناعية ولذلك يزرع للحصول على ثروته الخضراء أو الجافة ،ويدخل في صناعة التعليب ويضاف طحينه إلى طحين القمح بنسبة 2% بغية تحسين مواصفات الخبز وجودة الطعم ويستخدم في تحضير خلطات الأعلاف الجاهزة للدواجن والحيوانات.

6-2-الاهمية الغذائية

لنبات الفول اهمية كبيرة للإنسان وذلك لقيمة البذور الجافة التي تستعمل في التغذية والتي تتميز بارتفاع محتواها من عناصر غذائية خاصة البروتين حيث تصل نسبته في البذور إلى 30 % ونسبة الكربوهيدرات من 60 -50 %لذلك يدخل الفول في تغذية الخيول والبغال والماشية بعد جرثه وخلطه مع مواد العلفية الجافة كمصدر للبروتين من أجل تسمينها ولمعان شعرها وابرازها الحليب.

وبحسب الوزارة الأمريكية للزراعة يحتوي الفول على هاته المعلومات الغذائية:

المادة	قيمتها
السعرات الحرارية	341
الدهون	1.53
الكربوهيدرات الكلية	58.29
الألياف	25
السكر	5.70
البروتينات	26.12

الجدول(3) : يمثل نسب القيم الغذائية لنبات الفول حسب الوزارة الامريكية

6-3-الاهمية الزراعية

يساهم نبات الفول كباقي البقوليات في تحسين التربة ، وذلك بتوفير المادة العضوية في أجزائه النباتية والمادة الازوت لي جزيئاته ضمن العقد الجذرية Ryzobiun leguminosorum بجراثيم تسمى ببكتيريا التآزت Azotobacter التي تأخذ الازوت من الجو فتستهلك منه حاجتها وتجمع الباقي في جسمها فهو يستعمل في تسميد الأرض كسماد الأخضر بهدف تحسين خواص التربة الطبيعية .فإذا ما قلب الفول في التربة وهو في طور الإزهار تحلل وأكسبها تفككا إن كانت متفككة، بالإضافة إلى تزويدها بكمية كافية من الآزوت وذلك لغنى

جذوره بالعقد البكتيرية التي تثبت الآزوت الجوي حيث يغني الهكتار المزروع بالفول التربة بحو إلى 07 كغ من الآزوت العضوي الأمر الذي يسبب توفر جزء من الأسمدة الأزوتية الواجب إضافتها إليها عند التسميد.

6-4-الأهمية الاقتصادية

لقد ساهم نبات الفول في الاقتصاد الجزائري وهذا لما له من أهمية كبيرة من حيث مساهمته وطنيا ومحليا بنسبة قدرت ب0.11%وقد تطور إنتاجه خلال العشر سنوات الأخيرة وهذا ما سنبينه في الجدول التالي :

السنوات	المساحة المزروعة بالهكتار	نسبة الإنتاج بالقنطار
2013	161	12408
2014	162	12960
2015	137	12330
2016	357	28560
2017	345	27550
2018	347	26899
2019	345	26615
2020	284	21930
2021	243	22840
2022	200	18500

مديرية الفلاحة لولاية الوادي

الجدول(4): يبين مساهمة الاقتصادية لنبات الفول خلال عشر سنوات (2013-2022).

7-دورة حياة نبات الفول

1/-الانبات:يبدأ انبات البذرة في درجة حرارة تبلغ 4 م حيث تدوم هذه المرحلة من 8 إلى 12 يوما تحت الظروف الطبيعية، وتقدر قوة انباته بست سنوات في الظروف المساعدة اما بعد هذه الفترة يفقد حيوية البذور بصورة تدريجية.

2/-النمو:تبدأ فترة النمو منذ ظهور البادرة فوق الأرض، وتدوم إلى 35 -65 يوما حيث تفتح آخر زهرة، وتنقسم هذه الفترة إلى فترة نمو الخضري وفترة النمو ثمري ولا يمكن الفصل بينهما.

3/–الإزهار :تبدأ هذه الفترة منذ تفتح أول زهرة من نبات حتى آخر زهرة وتدوم من 25 إلى 55يوما حيث أنها تبدأ على درجة حرارة 10 درجة مئوية وينشط ويزداد على درجة 14 م° وتتأثر هذه الفترة بالضوء والحرارة عند زيادة الضوء والحرارة يزداد النمو والإزهار والعكس صحيح . فهناك علاقة طردية

4/–الاثمار :يبدأ منذ عقد أول زهرة حتى نضج آخر ثمرة من النبات وتمتد هذه الفترة بين 45-55 يوما وتتداخل مع فترات الاخرى ولا يمكن الفصل بينهما،

5/–النضج : تنحصر فترة النضج من نضج أول ثمرة حتى اخرة قرن في نبات . ومن علاماتها اصفرار أوراق وأجزاء النبات . حيث تتراوح بين45 إلى 65 يوما.

8–المتطلبات البيئية لزراعة نبات الفول (الخصائص البيولوجية)

يمر نبات الفول بمرحلة موسمية تبدأ من الزراعة إلى الحصاد وكغيره من النباتات يحتاج إلى نوع تربة معين بالإضافة إلى الضوء والحرارة سنوضحها كما يلي:

1/–الحرارة :بما أن الفول من البقوليات فإن الطقس الذي يلائم البقوليات يلائم الفول ألا وهو طقس دافئ يميل إلى البرودة إذ ينجح في وسط بيئة معتدلة حرارتها تتراوح بين 18-30 م° وفي الغالب تكون في الفترة الممتدة بين أكتوبر وديسمبر حيث أن الحرارة المنخفضة لا تصلح لنموه أو ازهاره وإثماره ونضجه وهذا لأن الفول محصول غير مقاوم للصقيع لأنه يوقف نموه ويبس أوراقه ،كما ان درجة الحرارة العالية تعارض سير التلقيح وتكوين الحبوب ونضج الثمار.

يبدأ الفول العادي بالإنبات عند درجة حرارة 3-4 م°لكن الدرجة المثلى لإنباته 19-25م° والدرجة المثلى للنمو الخضري 12-16م° ويحتاج في مرحلة الإزهار والعقد إلى حرارة 10-20 م° وهذه المرحلة تكون حرجة بحيث اذ ازدادت الدرجة فوق25م° تؤدي إلى جفاف الازهار وتساقطها.

2/–الضوء :يعتبر الفول من مجموعة نباتات النهار الطويل بحيث تؤدي زراعته في المناطق التي لا يتوفر فيها عدد ساعات الإضاءة الكافية إلى انخفاض كبير في الإنتاجية لأن للنهار الطويل تأثير إيجابي على نبات الفول في مرحلة النمو الخضري ويتجلى هذا في زيادة عدد العقد المتشكلة وبالتالي زيادة عدد القرون ،وكما هو الحال في مرحلة الإزهار من 8إلى 10ساعات من الإضاءة كافية لتسريع الإزهار لذا لا ينصح بزراعة الفول بين الأشجار.

3/–الرطوبة : يحتاج نبات الفول إلى توفر الرطوبة الكافية من مرحلة الإنبات حتى الإزهار فهو محصول يحب الرطوبة خاصة في مرحلتي الازهار والعقد ولا يتحمل الجفاف لأن قلة الماء تؤدي إلى ضعف نموه وانخفاض واضح غي إنتاجه كما أن الرطوبة العالية الزائدة عن اللزوم أيضا في التربة أو التساقطات المطرية ووفرة الماء تؤدي إلى نقص كبير في محصول البذور لتناقص الأزهار بسبب تساقطها وتزيد معها الأمراض والآفات.

4/–التربة :تنجح زراعة الفول في الأراضي الطينية الرملية أو في الأراضي التي تحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية وقليلة من الكلس وينصح بعدم زراعته في الترب الرملية الخفيفة أو الاراضي مرتفعة الخصوبة وهذا من أجل عدم استمرار النباتات في النمو الخضري على حساب الأزهار والعقد كما أن الترب المالحة والحمضية والقلوية وسيئة الصرف لا تناسب لزراعته .

9–أصناف نبات الفول

هناك ثلاث أصناف لنبات الفول تتمثل في

9–1–الأصناف الكبيرة الحبة

تزن ال100حوإلى 2000–2200غ نذكر منها الفول القبرصي وهو قوي النمو كثير التفرع وريقاته خضراء تميل إلى الزرقة ثماره قصيرة الرومي والرومي الأسود وهما صنفان قويا النمو يزرعان في الجزائر وسوريا ومصر ثمارهما وافرة بقرون طويلة ذات حبوب كبيرة مبططه لونها بنفسجي عند تمام النضج.

9–2– الأصناف متوسطة الحبة

تزن 1000حبة منها 1000–1500 غ مثل الساكس وهو نبات طويل 180سم لونه أخضر فاتح قرونه طويلة ورقيقة تحتوي الثمرة على 5–7حبوب محصوله وافر وثماره سريعة الجفاف لونج بون نباته متوسط الطول يمتاز بقرونه الطويلة 40سم جوليان الأخضر نباته متوسط الطول وقرونه متوسطة أيضا 10–12سم تكون بشكل منتصب ومتجمع يحتوي القرن الواحد على 3–4حبوب منتظمة الشكل وممتلئة.

9–3–الأصناف صغيرة الحبة

تزن ال1000حبة حو إلى 400–750غ حسب الصنف أشهرها الفول المصري faba vulgaris ذو قرون قصيرة وضيقة يحتوي القرن الواحد على 1–3حبوب صغيرة يظعى في مصر بالفول البلدي .

10-الأمراض وطرق مكافحتها

المرض (فيروسية ،حشرية ،زراعية ،فطرية)	العامل الممرض	أعراض المرض	طرق المكافحة والوقاية
التبقع البني (الشكولاتي)	فطر Botryatimia fabae	بقع بنية محمرة ،بقع صغيرة مستديرة ،بنية فاتحة محاطة بحاشية حمراء على الأوراق غالبا وبصفة أقل على السيقان	معاملة البذور بمبيدات فطرية متكونة من فانكلوزولين.
التبقع الألترناري	Alternaria فطر alternata	بقع على الأوراق تكون بنية رمادية محاطة بحاشية داكنة	معاملة الأوراق كيميائيا عن طريق رش المبيدات الفطرية التي تحتوي على كلورثالونيل أو مانكوزيب.
مرض الصدأ	Uromycess viciae fabae فطر	بثرات مستديرة منفردة أو بثرة وسطية لونها بني محمر وتكون في الورقة والعنق	زرع أصناف مقاومة ضد المرض
الهالوك الاسم العلمي Orobanche crenata forsk	نبات متطفل	الاصفرار والتساقط في الأزهار ،موت العقد الصغيرة ،الاحتياج إلى الماء بكثرة رغم توفره .	التسميد الآزوتي ،الرش بمبيد رواند آب (جيليفوست)، قلع النبات الممرض وحرقة
لفحة الفول	فطر Didymella fabae	بقع على الأوراق مختلفة الأشكال تكون أولا بلون بني داكن من ثم يتحول إلى رمادي فاتح ،تظهر على السيقان أيضا والقرون .	معاملة البذور بمبيدات فطرية بها كاربوكسين والأوراق بكلورثالونيل .
حشرة المن	الحشرة السوداء، الصفراء البنية ،الخضراء حسب النوع	تصيب الورقة وتمتص العصارة النباتية لتتحول الورقة إلى أصفر وتتجعد	نظافة الحقول ،المبيدات الحشرية كالفوسفات العضوي والكربامات
البياض الزغبي	فطر peronosp ora viciae	مساحات غير منتظمة كبيرة ذات لون أخضر باهت مصفر في السطح العلوي للأوراق	الرش بمبيد منخفض مثل الدياثين 45م أو ريدوميل

الجدول(5) : يبين أهم أمراض الفول وطرق مكافحتها والوقاية منها

الجـــزء التطبيقي

الفصـل الأول

طرق ومـواد البحث

طرق ومواد البحث:

1/- الهدف من دراسة

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى تأثير الفطريات محسنات نمو النبات على نبات الفول في التربة المحسنة بالفوسفات المحلي.

2/-المادة البيولوجية

- **المادة النباتية** : استعمال بذور نبات الفول.vicia faba L التي قمنا بشرائها من المتجر
- **المادة الميكروبية**: ماء +فطر(منتوج شركة Bactivaالذي يتكون من Trichoderma harzianum،T.reesei ،T.viride 10،Gliocladium virens

3/-منطقة الدراسة

تم زرع العينات بتاريخ 2022\10\22بقرية بوقصيصعة الواقعة على بعد 15 كلم شمال مركز بلدية حاسي خليفة الوادي . حيث أن دائرة حاسي خليفة تقع بين دبيلة وطالب العربي، وتبعد 30 كلم من شرق من مقر الولاية.

يحد 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).

الوثيقة(5) : صورة توضح منطقة الوادي وبلديتها حاسي خليفة

3-1-مناخ منطقة الوادي

تبعد الوادي عن البحر ب390 كم كما ترتفع عنه ب80 م وتعرف الولاية بمناخها الصحراوي الجاف الذي يتميز بقساوته، وطول مدة وايام حرارته حيث ان صيفها حار وشتاءها بارد وقلة سقوط الامطار الذي لا يتعدى معدل متوسط السنوي لسقوطها80.3 ملم ، اما درجات الحرارة عموما فهي مرتفعة جدا في فصل الصيف تصل احيانا الى 45 درجة حرارية وتنخفض في فصل الشتاء الى اقل من 8 درجات ،وتتميز وادي سوف ايضا بحركة هوائية نشطة على مدار السنة حيث تهب الرياح شمالية وشمالية غربية من فيفري الي أفريل وتهب شرقية من اوت الى أكتوبر وتهب جنوبية خلال الصيف وهي حارة ، ويتميز غطاء النباتي في المنطقة بالجفاف وكثرة الرمال ومع ذلك توجد نباتات طبيعية متنوعة ذات الجذر الطويل تنمو في الاودية واطراف الكثبان الرملية من اهمها الحلفاء الطرفاء المرخ الشيح العلندي وغيرها .

4- تنفيذ التجربة

تم احضار نبات الفول vicia faba L من وحدة بيع البذور على مستوى المنطقة بالكمية الكافية لزرع.

المواد والمحاليل والاجهزة المستعملة : تم استعمال العديد من الادوات والمحاليل والاجهزة حيث نوضحها في الجدول التالي

المواد	المحاليل	الأجهزة	الأدوات
بذور الفول رمل فوسفات سماد عضوي (معقم وغير معقم) فطر	الماء الماء المقطر معلق الفطريات (1لتر ماء +2غ فطر)	ميزان	قدر وكسكاس ولاعة، مقص وقلم أوراق بيضاء، حافظات قارورات فارغة 1 لتر شريط لاصق أدوات زراعة (نقالة وفأس)

الجدول(6) :يبين المواد والاجهزة المستعملة في التجربة

4-1-تحضير البذور

- **بذور الشاهد** : نأخذ نصف الكمية تضعها في الماء لمدة24 سا.
- **بذور الفطر** : نضع النصف المتبقي في معلق الفطريات لمدة 24 سا.

4-2-تحضير التربة

التربة هي عبارة عن الطبقة المفتتة من سطح الأرض والتي يطرأ عليها بعض تغيرات الكيميائية ويختلف بها نسب من المواد العضوية ، لقد تم قلب قطعة ارض طولها 11م وعرضها 8 م.

قمنا بتقسيم التربة إلى 12سطرا بحيث أن ال8أسطر الوسطى معنية في الدراسة باستثناء السطرين الجانبيين من كل جانب .

4-3--تحضير السماد العضوي

وهو عبارة عن مخلفات الماعز ويتم إضافته مباشرة إلى التربة (سماد غير معقم) اما في حالة تعقيمه فإننا نضع الماء في القدر ونضع عليه الكسكاس الذي بيه سماد ونضعهم فوق النار حيث يترك لمدة 30 د بعد انطلاق البخار ، وبعد هذه المدة نفرغ الغبار ونتركه قليلا ثم يستعمل للعينات الخاصة بالسماد المعقم.

4-4-عملية الغرس

نقوم بغرس بذور الفول في تربة وذلك بتشكيل حفرة بواسطة اصبع اليد يكون عمقها 1.5 سم ونضع البذرة داخلها ثم نغطيها بالتربة ، ثم نقوم بزرع 40 بذرة بكل سطر حيث البعد بين كل بذرتين 20 سم وبين كل سطر وسطر بعد قدره 75سم.

4-5-عملية السقي

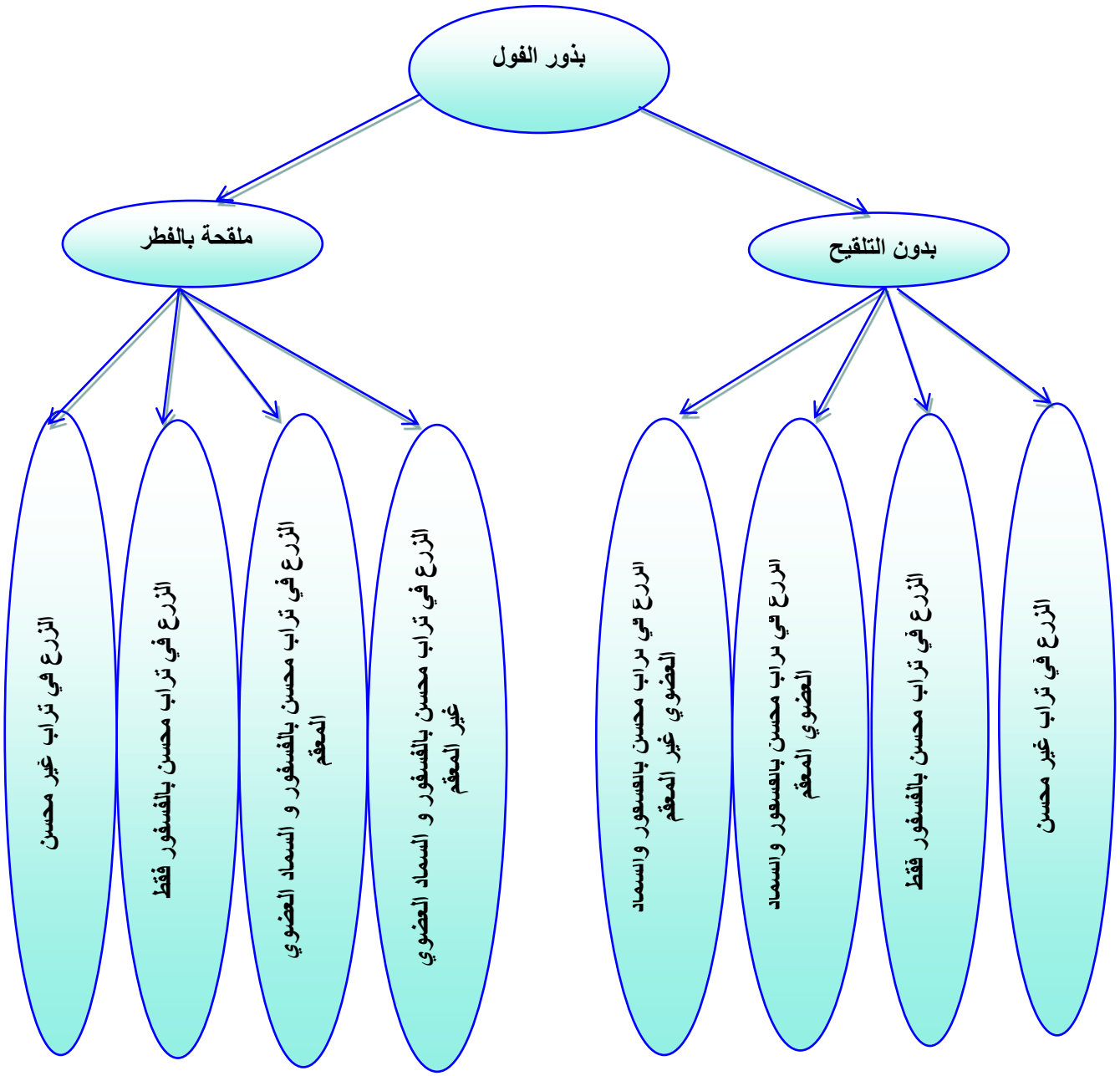
نقوم بسقي العينات كل يوم بكميات متساوية بماء البئر .

بعد عملية الانبات نقوم كل اسبوعين برش معلق الفطريات.

5-طرق التحليل في المخبر

5-1- القياسات المرفولوجية للعينات

لحساب طول النبتة كليا تم نزعها ثم غسل الجذور جيدا بالماء وقياس طول النبتة كاملة بالمسطرة بالسنتميتر وبعدها تم قياس كل جزء لوحده ،ثم تجفيف النبات بالجذور وذلك من أجل الوزن وقد تم حساب عدد الأوراق.



الوثيقة: (6) :مخطط يوضح كيفية توضع العينات في التربة

5-2-القياسات الفيزيولوجية للعينات

التقدير النسبي للماء

نقوم بأخذ أوراق من العينات الأربعة بعد أن تم وزنها و وضع كل ورقة في أنبوب اختبار يحتوي على ماء مقطر لمدة 24ساعة في درجة حرارة المخبر، وبعد مرور 24ساعة تم إخراج العينات من أنابيب الاختبار ثم وضعها في أوراق الألمنيوم و نضعها في الحاضنة في درجة حرارة 70°درجة مئوية لمدة 48 ساعة . بعدها يتم حساب التقدير النسبي للماء في جميع العينات بواسطة العلاقة التالية :

$$R= PI – PS / PPT – PS \times 100$$

حيث :

PI : وزن الورقة قبل وضعها في الماء

Ps :وزن الورقة بعد التجفيف 3

PPT :وزن الورقة بعد وضعها في الماء

التقدير النسبي للكلوروفيل

تم تحديد محتوى الكلوروفيل (أ) و(ب) والكلوروفيل الكلي لطريقة Lichtenthaler Shabala 1998 1987 et

على مستوى الأوراق قبل الأخيرة أنابيب الاختبار ،يضاف100 ملغ من العينة الطازجة ،المقطعة إلى أجزاء صغيرة ،إلى10 ml من 95% أسيتون ،ويبقى الكل في الظلام عند 4 درجات مئوية 48 ساعة . يتم تحديد تركيزات الكلورفيل(أ)و(ب)باستخدام مقياس الطيف الضوئي Type biotechpharmacia. novaspecll) عند كثافات ضوئية على التوالي تبلغ 645و 663 نانومتر .يتم معايرة الجهاز بمحلول تحكم يعتمد على 95% أسيتون ويتم حساب

تركيزات الكلورفيل(أ) و(ب)والكلوروفيل الكلي باستخدام الصيغ التالية:

علاقة حساب الكلورفيل(أ) :

$$ClA=12،(645)\times 25،(663)-2\times 79$$

علاقة حساب الكلوروفيل (ب) :

$$ClB=21،(645)\times 50،(663)\times 10-5$$

علاقة حساب الكلورفيل(أ) +(ب) :

$$CLA+B =7،(645)\times 50،(663)+18\times 71$$

تقدير نواتج الأيض الأولي (السكريات الذائبة – البروتينات)

تحضير المستخلصات

نأخذ 0.5غ من العينة نضيف لها 5مل من (20%) TCA ، ترج بجهاز الرج المغناطيسي لمدة 5دقائق ثم الطرد المركزي لمدة 30دقيقة /T3000

والحصول على الطافي 1 الذي نقدر به السكريات

أما الراسب الأول نضيف له 2مل من محلولEther /chloroform

فصل الخليط مرة أخرى بجهاز الطرد المركزي 3000دورة في الدقيقة لمدة 10دقائق.

للحصول على الطافي 2 الذي نقدر به الدهون.

أما الراسب 2 فنضيف له 5مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم NAOH ويرج الخليط بجهاز الرج ثم الفصل بالطرد المركزي 10دقائق ل 3000 دورة في دقيقة ، ثم نقدر به البروتين.

التقدير الكمي للسكريات

تم تقديرها وفقا لطريقةDubois (1956) وذلك بإتباع الخطوات التالية :

نأخذ 0.25 مل من الطافي 1 نضيف لها 0.25 مل من الفينول (5%) ، ثم نضيف 1.25من حمض الكبريت المركز.

الرج لمدة 15دثم القراءة بجهاز المطيافية عند nm490

التقدير الكمي للبروتين

تم تقدير البروتين وفق طريقة Bradford(1976)، التي تم وصفها من قبلKruger (2009) مع بعض التعديلات .وهي كما يلي :

نقوم بتحضير أربع محاليل:

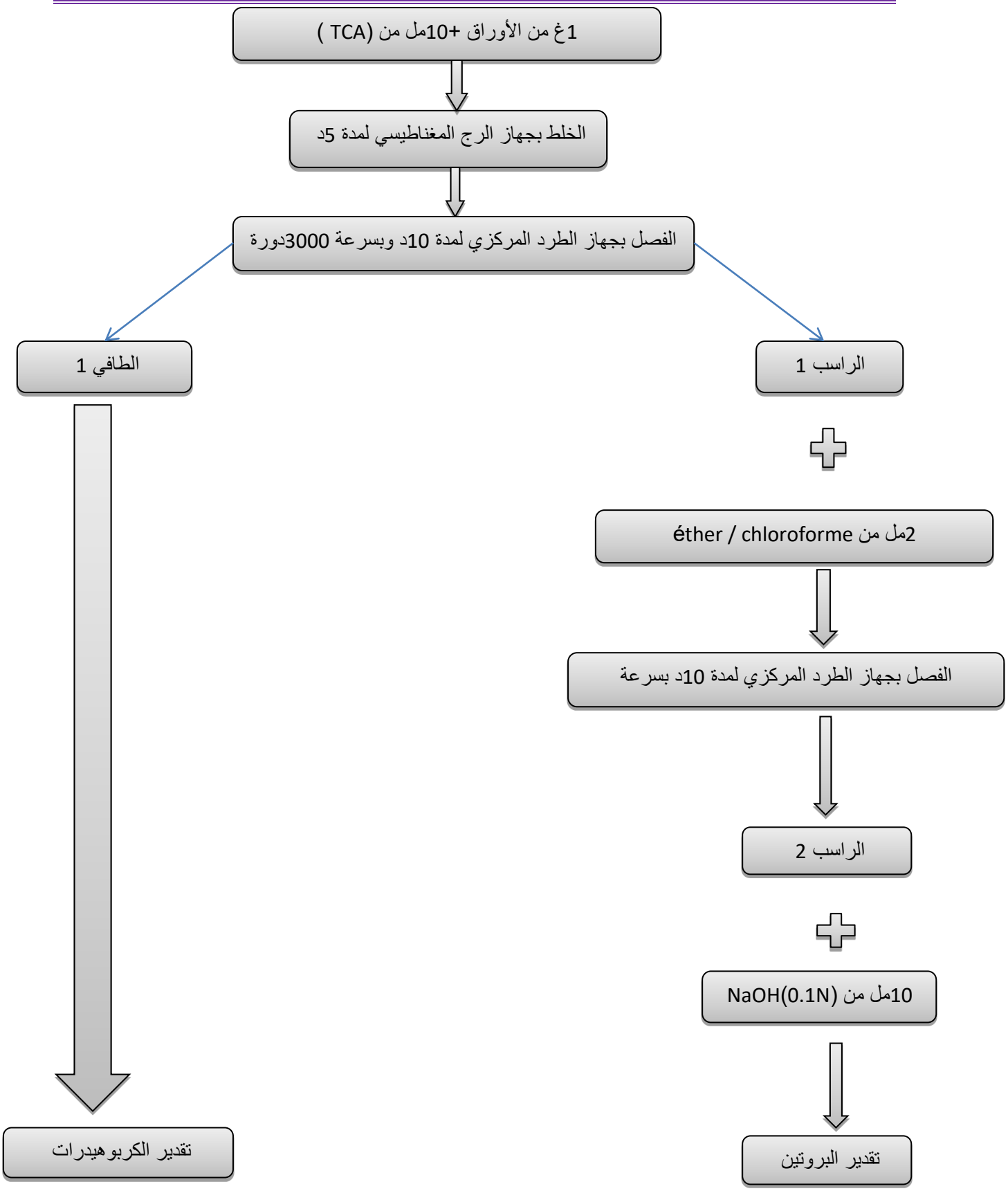
المحلول (A) NaCO3(2% + NaOH (10ml) (0.1N):

المحلول (B) CuSO4 (10ml)+KNa C4H4O6

المحلول(C) 1ml Folin +1ml E .D

المحلول(D) 1ml (A) + 1ml (B)

نأخذ 0.1 من الطافي الثالث نضيف له (C1 1ml + (ml (D) .نقوم بالرج الجيد ، يترك في حرارة المخبر نصف ساعة ثم القراءة على طول الموجة750 nm.



الوثيقة (7):مخطط يبين خطوات استخلاص الكربوهيدرات و البروتينات (BELDI .2007.Amira .2013)

الفصل الثاني

النتائج والمناقشة

تحليل النتائج والمناقشة

تمت عملية الزرع يوم 2022/10/22 حسب مخطط التجربة حيث زرع 12 سطرا بشروط مختلفة وكذلك السقي وفق المقدار المعمول به في المنطقة .بعد الزرع ب21 يوما تمت عملية الانبات في ظل الظروف الطبيعة وبعدها بأربع اسابيع بدأنا التلقيح بالفطر بالرش على فترات متساوية من ثم قمنا باقتلاع النبات من الأرض وذلك برسم حدود على بعد30سم من النبتة على شكل دائرة وغسل الجذور جيدا بالماء لتجتب اتلافها وكان ذلك يوم 2023/01/21.

1-حساب الشروط المرفولوجية

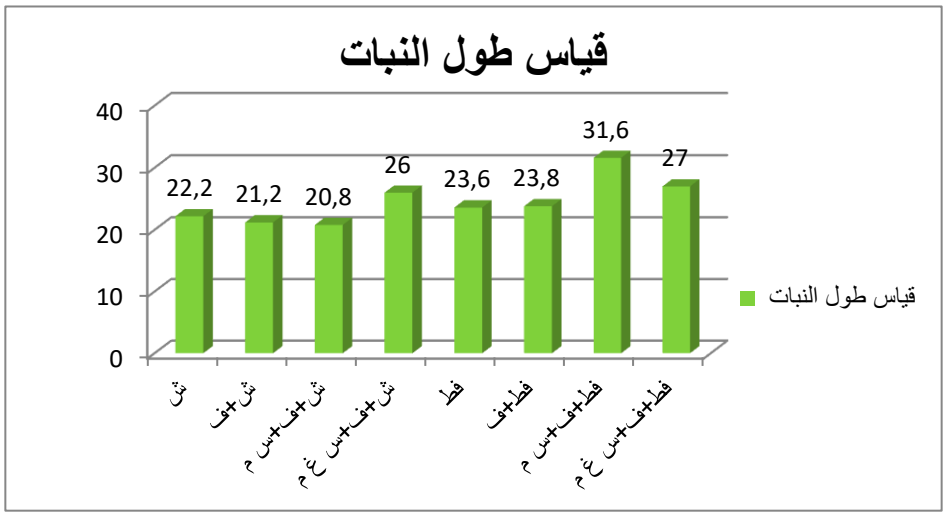
1-1-قياس طول وعدد أوراق نبات الفول

قمنا بقياس طول الساق وعدد الأوراق بعد مرور 12أسبوع في بداية مرحلة الاثمار .

الوثيقة (8) :صورة تمثل قياس طول النبات

1-1-1-قياس طول النبات

تم قياس طول النبتة الكلي باستعمال المسطرة بالسنتيمتر فكانت النتائج



ش=شاهد

ش+ف=تربة محسنة بالفسفور فقط

ش+ف+س م =تربة محسنة بالفسفور و السماد العضوي المعقم

ش+ف+س غ م =تربة محسنة بالفسفور و السماد العضوي الغير المعقم.

فط= تربة محسنة بالفطر فقط

فط+ف=تربة محسنة بالفطر والفسفور

فط+ف+س م =تربة محسنة بالفطر والفسفور والسماد العضوي المعقم

فط+ف+س غ م =تربة محسنة بالفطر والفسفور والسماد العضوي الغير معقم .

الوثيقة(9) :تمثل متوسط طول نبات الفول في شروط زوع مختلفة

التحليل

تم حساب طول نبات الشاهد حيث بلغ 22.2سم (ثبت عند 100% للمقارنة ببقية النتائج)، و تم تحسين نمو نبات الفول بواسطة الفطر بنسبة 6 .%.بلغ نمو النبات من حيث الطول في تربة محسنة بالفسفور فقط للشاهد. وقد حسن الفطر نمو النبات في هذه التربة بنسبة12%اضافية .وقد بلغ طول نبات في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم93% لشاهد اما وجود الفطر قد حسن نمو النبات بنسبة48% . في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي غير معقم بلغ طول النبات بلغت نسبته 117% ونجد أن الفطر حسن من نمو النبات بنسبة4%.

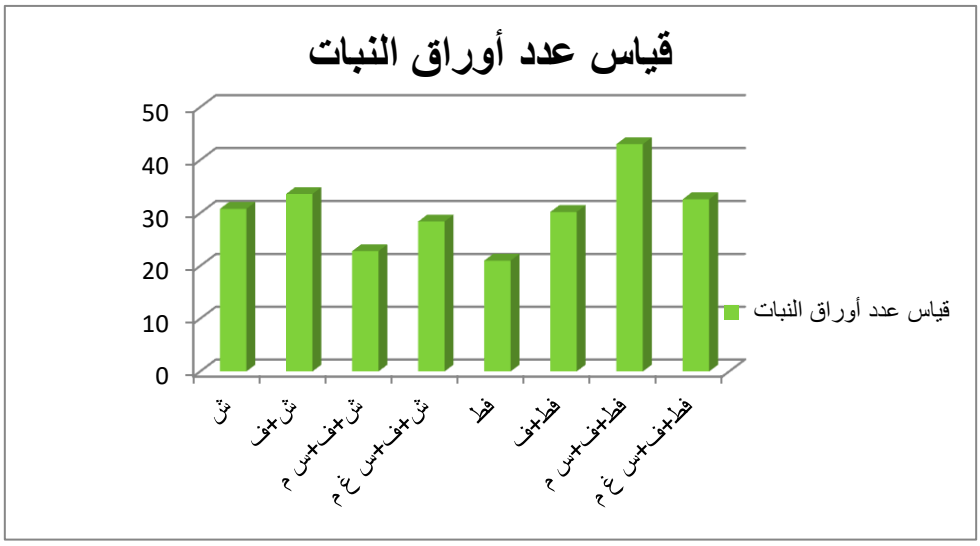
ننوه بأن الفطر قد حسن بشكل معتبر نمو نبات الفول وقد سجلت القيمة العظمى لتحسين النمو في النبات الملقح بالفطر في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم يمكن أن يعود ذلك إلى قلة المنافسة للكائنات الحية في السماد العضوي المعقم الذي يفسح المجال للفطريات المستعملة للعمل بكل أريحية عكس السماد الغير معقم الذي يمكن أن تعاني فيها الفطريات المستعملة من عناء منافسة الكم الهائل من الكائنات الحية الدقيقة التي يسخر بها السماد العضوي .

المناقشة

من المعروف أن للفطر تأثير ايجابي على النبات حيث يظهر هذا التأثير في تحسين نموه من خلال زيادة نمو الساق وذلك ما أثبتته نتائج الدراسات السابقة لMehanna ASM Morsy حيث بين بأن الفطر حسن بشكل معتبر من طول نبات الفول وفي دراسة أخرى لسمامة .ح و أخرون 2022 بحيث أدى تلقيح النبات بالفطر إلى تعزيز نمو الساق حيث بلغ أطول ساق 65.83سم ،كما أظهرت نتائجنا زيادة في ساق نبات الفول وصلت قيمة أطول ساق 40سم وهنا يظهر تأثير التلقيح بالفطر الذي يساعد في نمو النبات وزيادة في ساق النبات .

1-1-2-قياس عدد أوراق النبات

قمنا بحساب عدد الأوراق لكل خمس نباتات (عينات) في كل سطر باليد ثم حسبنا متوسط كل سطر لنتحصل على النتائج التالية



الوثيقة(10) : توضح متوسط عدد الأوراق في النبات في مختلف شروط الزرع

التحليل:

تم قياس طول نبات الشاهد حيث بلغ 30.8 سم (ثبت عند 100% للمقارنة ببقية النتائج)، وبلغت النسبة في وجود الفطر68 %.بلغ نمو النبات من حيث عدد الأوراق في تربة محسنة بالفسفور فقط نسبة 109 %و في وجود الفطر بلغت النسبة 98 %.وفي تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي المعقم بالنسبة للشاهد بلغ عدد أوراق النبات74%وقد حسن الفطر من نمو النبات في هذه التربة بنسبة 65% اضافية . وقد بلغ عدد

أوراق النبات في تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير معقم نسبة92 %وقد حسن الفطر نمو النبات في هذه التربة بنسبة13%اضافية .

ننوه بأن الفطر قد حسن بشكل معتبر من نمو نبات الفول في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم بنسبة 65%وفي تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي غير معقم بنسبة 13%.

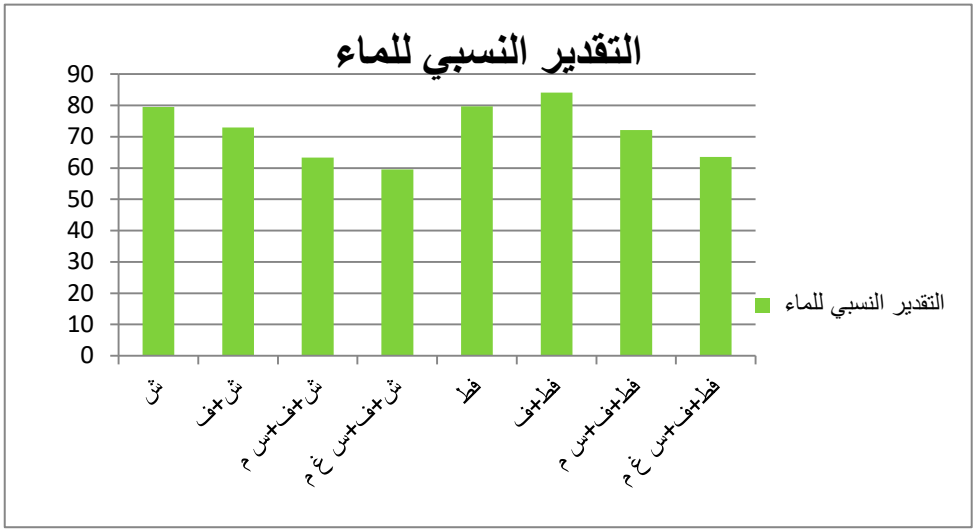
المناقشة

أشار Mehanna ASM Morsy في دراسة تم فيها اجراء تجربة لتقييم فعالية التلقيح بالفطر ومعرفة مدى تأثيره على نمو نبات الفول من خلال زيادة عدد العقد حيث بين وجود زيادة بعدد الأوراق بنسبة 19.34%و24.12%في ظل التلقيح بالفطر مقارنة بعدم التلقيح وهذا ما أكدته نتائجنا بحيث وصلت نسبة الزيادة في عدد الأوراق إلى 13%و 74%وهنا نلاحظ وجود زيادة في كلا النتائج .

2-1-حساب الشروط الفيزيولوجية

2-1-1-التقدير النسبي للماء

قمنا بأخذ خمس عينات من كل وسط (سطر) وحساب الوزن لكل ورقة على ثلاث مراحل قبل وبعد الوضع في الماء المقطر وبعد التجفيف من ثم حساب متوسط كل وسط لتظهر لنا هاته النتائج



الوثيقة (11): تبين متوسط نسبة المحتوى المائي في شروط الزرع المختلفة

التحليل:

تم تقدير المحتوى النسبي المائي لشاهد ب79.45% و في وجود الفطر كانت النسبة 79.65%

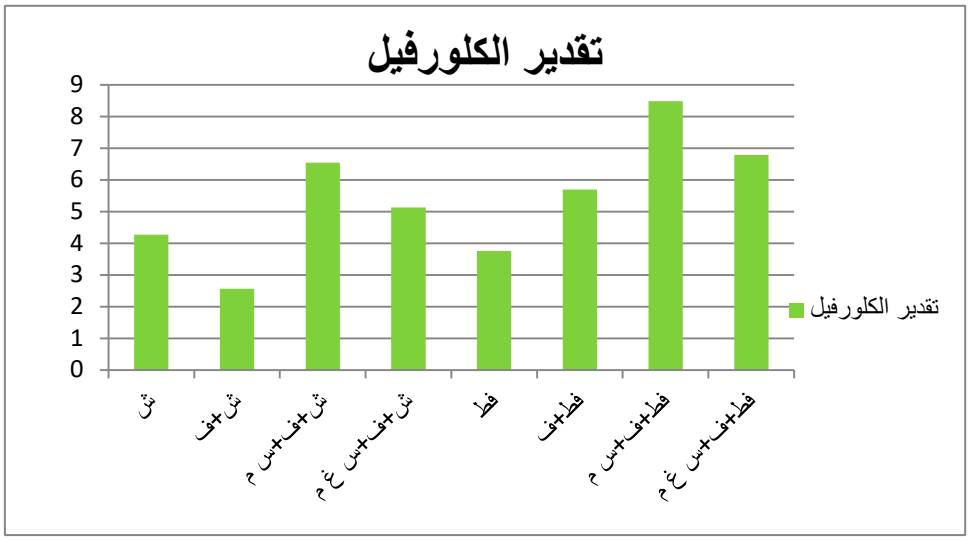
بلغ التقدير النسبي للنبات في تربة محسنة بالفوسفور فقط لدى الشاهد 72.98%،وفي وجود الفطر نجد زيادة في النسبة حيث بلغت84.13% .

بالنسبة للتقدير النسبي للماء في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم كانت النسبة 63% و في وجود الفطر كانت 72%. في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي غير معقم بلغت النسبة لشاهد 59% و بوجود الفطر بلغت 63. %

ننوه بأن الفطر حسن بشكل معتبر من نمو نبات الفول بنسبة 12% في تربة محسنة بالفسفور فقط ،أما في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم حسن ب9%.

2-1-2-تقدير الكلوروفيل

قمنا بحساب المحتوى الكمي للكلوروفيل بالمعادلة A+B حسب طريقة Lichtenthaler 1987ووجدنا النتائج كالتالي



الوثيقة(12) : تمثل متوسط محتوى الكلوروفيل في شروط زرع مختلفة

التحليل:

تم حساب الكلوروفيل للشاهد بحيث كانت النسبة 4.27و(ثبتت عند 100%و ذلك للمقارنة ببقية النتائج) .وفي وجود الفطر بلغت النسبة 87% .وقد بلغ محتوى الكلوروفيل في تربة محسنة بالفسفور فقط 59% مقارنة بالشاهد وقد حسن الفطر نمو نبات الفول في هذه التربة بنسبة 74%، وفي تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم بلغت النسبة 153% لشاهد وقد حسن الفطر نمو النبات بنسبة45 % .

كانت نسبة الكلوروفيل في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي غير معقم لشاهد119%وقد حسن الفطر بنسبة وصلت إلى 39%.

ننوه بأن الفطر حسن من نمو نبات الفول بشكل معتبر وقد لوحظ هذا التحسين في تربة محسنة بالفسفور فقط بنسبة74% وفي تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم ب45% أما تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي غير معقم ب 39% .

المناقشة

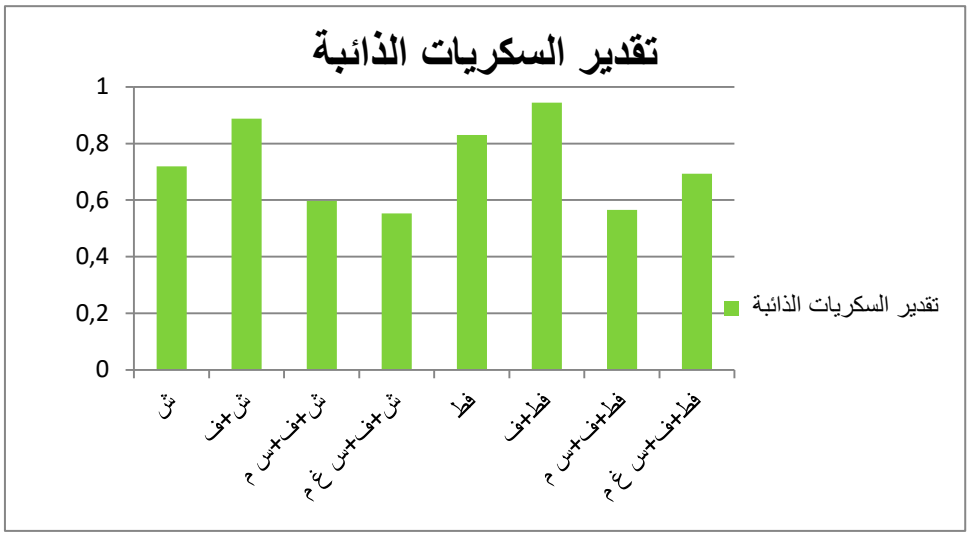
أثر الفطريات على نمو النباتات معروف بعدة آليات منها زيادة محتوى الكلوروفيل وهذا ما أظهرته نتائج الدراسات السابقة لدراسة تأثير التلقيح بالفطر لمازري . م واخرون في2022 بأن الفطر قد حسن من نمو النبات من خلال زيادة في محتوى الكلوروفيل بنسبة 26%وبالنظر لنتائجنا التي بلغت فيها الزيادة في الكلوروفيل 39%و45%و74% فان الفطر بالفعل قد حسن نمو النبات من خلال محتوى الكلوروفيل .

2-1-3-تقدير نواتج الأيض الأولي

1/- السكريات الذائبة

تم تقدير محتوى السكريات الذائبة بحسب طريقة DUBOIS 1956 فكانت النتائج

الوثيقة (13) :صورة تمثل عينات السكريات الذائبة



الوثيقة(14) : تمثل متوسط السكريات الذائبة في مختلف شروط الزرع

التحليل:

تم تقدير السكريات لشاهد بنسبة 0.71 و(ثبت عند100% من أجل المقارنة ببقية النتائج) ،وقد حسن الفطر نمو نبات الفول بنسبة 16%.كما بلغ محتوى السكريات في تربة محسنة بالفسفور فقط نسبة 123%للشاهد كما نجد ان الفطر قد حسن من نمو النبات بنسبة بلغت9 % . بالنسبة إلى تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم كانت النسبة لشاهد 83% ،وفي وجود الفطر 78% .أما في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي غير معقم كانت 77% لشاهد وقد حسن وجود الفطر بنسبة20 %.

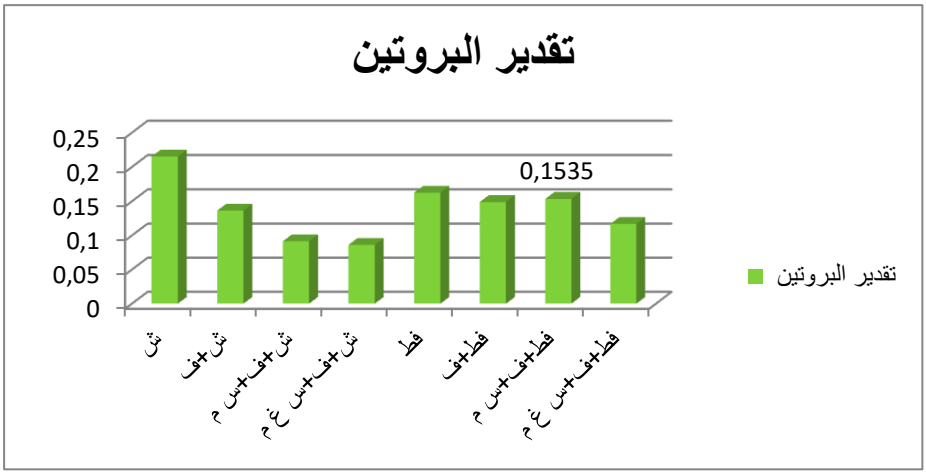
ننوه بأن الفطر حسن من نمو نبات الفول بشكل معتبر وهذا واضح في التربة المحسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير معقم حيث بلغت النسبة 20% .

المناقشة:

يأثر التلقيح بالفطر على نمو نبات الفول وتأثيره ايجابي من خلال زيادة محتوى السكريات في النبات حيث وضحت الدراسات السابقة للفدي .م.ن واخرون زيادة في نمو النبات وزيادة في محتوى السكريات والتي بلغت نسبتها 30.25%.كما أظهرت نتائجنا زيادة في محتوى السكريات بلغت 20%و هي نسبة متقاربة بعض الشئ بالنتائج السابقة ومنه نجد بأن الفطر قد أثر ايجابيا على النبات وحسن نموه .

2/- البروتين

قمنا بحساب كمية البروتين في مختلف شروط الزرع وفق طريقة Bardford1976 المشهورة فكانت النتائج



الوثيقة(15) : تمثل متوسط نسبة البروتين في نبات الفول بشروط زرع مختلفة

التحليل

تم تقدير البروتين لشاهد بنسبة قدرت ب0.21 و(ثبتت عند100%من أجل المقارنة ببقية النتائج)، وفي وجود الفطر بنسبة 76% .وبلغت نسبة البروتين في تربة محسنة بالفسفور للشاهد 61% وقد حسن وجود الفطر نمو النبات من خلال الزيادة في محتوى البروتين بنسبة 5 % .

في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم بلغت نسبة البروتين للشاهد 42.%وقد حسن الفطر النمو بشكل معتبر بنسبة 29.42% إضافية .أما بالنسبة إلى تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي غير معقم فكانت نسبة البروتين لشاهد 40% وهنا حسن الفطر نمو النبات بنسبة 15 %.

ننوه بأن الفطر قد حسن من نمو نبات الفول بشكل معتبر و يظهر هذا التحسين في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم حسن بنسبة29% وفي تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي غير معقم حسن بنسبة15%.

المناقشة

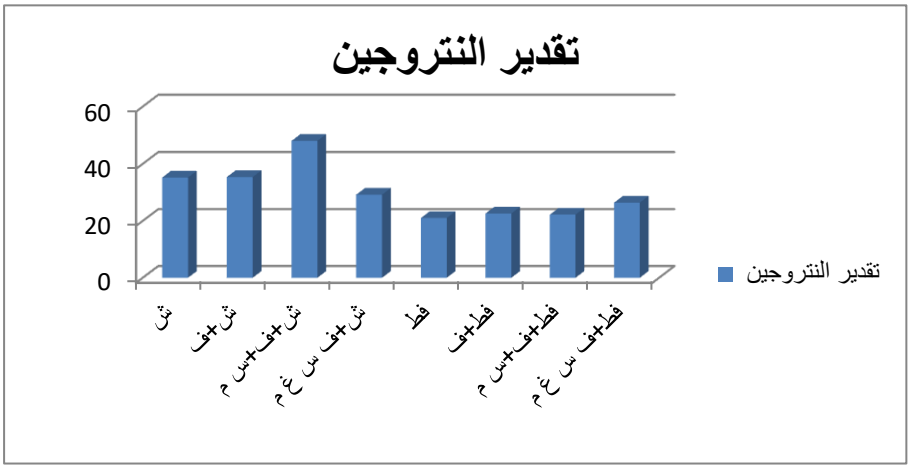
للفطريات تأثير كبير في نمو النباتات ويكون هذا التأثير من كل الجوانب حتى في زيادة محتوى البروتين وكما وضحت الدراسات الجارية لسمامة ح واخرون 2022لدراسة تأثير التلقيح بالفطر على نبات الفول حيث أشارت إلى زيادة بنسبة 70.05%من البروتين في وجود التلقيح .كما بينت نتائجنا وجود زيادة تقدر نسبها 15%و29%وهي نتائج تثبت تحسين الفطر كما في النتائج السابقة .

1-3-أثر النباتات الملقحة بالفطر على خصائص التربة

يؤثر التلقيح بالفطر على خصائص التربة من خلال زيادة الامتصاص ولمعرفة هذا التأثير قمنا بقياس نسبة الخصائص في التربة في كل الشروط بواسطة جهاز Soil testeurs 7in1 حيث تحصلنا على النتائج كما يلي

الوثيقة (16):صورة تمثل جهاز Soil testeurs 7in1

1-3-1تقدير النتروجين



الوثيقة(17) : تمثل تقدير النتروجين في التربة في مختلف شروط الزرع

التحليل

قدرت قيمة النتروجين في تربة الشاهد ب35.2 وفي وجود الفطر في نفس التربة كانت القيمة 21 ، وقد بلغ امتصاص النبات في تربة محسنة بالفسفور فقط 35.4 وفي وجود الفطر في نفس التربة بلغ 22.6. بالنسبة لتربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم بلغت قيمة النتروجين للشاهد 48. وفي وجود الفطر بنفس التربة بلغت 22.2.أما في تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير المعقم قدرت قيمة النتروجين 29.2 وفي وجود الفطر لنفس التربة 26.4 .

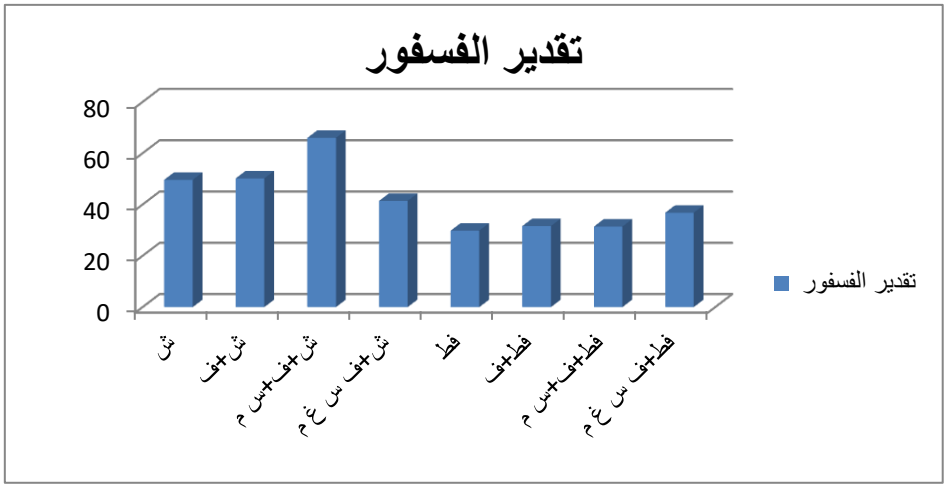
ننوه أن الفطر قد حسن من بشكل معتبر من نمو نبات الفول وذلك من خلال مساعدة النبات في امتصاص النتروجين في كل الأوساط. وقد سجلت القيمة العظمى لتحسين النمو في النبات الملقح بالفطر في تربة

محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم يمكن أن يعود ذلك لقلة منافسة الكائنات الحية في السماد العضوي المعقم الذي يفسح المجال للفطريات المستعملة للعمل بكل أريحية على عكس السماد الغير معقم الذي يمكن أن تعاني فيها الفطريات المستعملة من عناء منافسة الكم الهائل من الكائنات الحية الدقيقة التي يسخر بها السماد العضوي

المناقشة:

يأثر التلقيح بالفطر على نمو النبات بشكل ايجابي وذلك من خلال زيادة محتوى وتركيز المغذيات المعززة لنمو نبات الفول من بينها النتروجين .حيث بينت دراسات (الغندور.م. وع. المنعم 1995) و(Rosolino Ingraffia et all) بأن الفطر حسن نمو النبات بشكل معتبر من خلال زيادة امتصاص النبات للنتروجين وفيما يلي دراسة أجريت من طرف م.ن.الفدي واخرون 2022 لمعرفة مدى تحسين الفطر في امتصاصية المغذيات حيث بلغت نسبة التحسين 50.65%كما بينت نتائجنا أيضا زيادة متقاربة لها في وجود التلقيح بالفطر .

1-3-2-تقدير الفسفور



الوثيقة (18): تمثل تقدير الفسفور في التربة في مختلف شروط الزرع

التحليل

قدرت قيمة الفسفور في تربة الشاهد ب 49.6 وفي وجود الفطر في نفس التربة كانت القيمة 29.8. كما بلغ امتصاص النبات للفسفور في تربة محسنة بالفسفور فقط50.2 وفي وجود الفطر في نفس التربة بلغ 31.6.

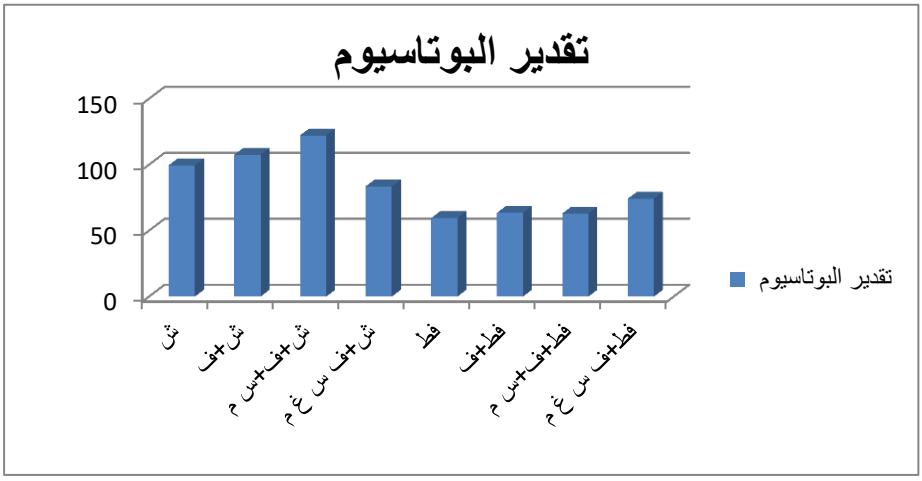
بالنسبة لتربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم بلغت قيمة الفسفور للشاهد66وفي وجود الفطر بنفس التربة بلغت 31.4.وفي تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير المعقم بلغت قيمة الفسفور41.4. وفي وجود الفطر لنفس التربة بلغ 36.8

ننوه أن الفطر قد حسن من بشكل معتبر من نمو نبات الفول وذلك من خلال مساعدة النبات في امتصاص الفسفور في كل الأوساط. وقد سجلت القيمة العظمى لتحسين النمو في النبات الملقح بالفطر في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم وذلك لقلة المنافسين في الوسط الذي يعطي الفرصة للفطريات المحسنة للنمو أن تقوم بوظيفتها عكس السماد الغير معقم الذي يتمتع باختلاف الكائنات الحية.

المناقشة

من المعروف أن الفطر يحسن نمو النبات من خلال مساعدته في امتصاص المغذيات حيث بينت نتائج دراسات سابقة لعبد المنعم والشعراوي . م.غ.1995حيث أظهروا زيادة معنوية في نسبة امتصاص الفسفور كما بين مازري واخرون 2022 أن التلقيح بالفطر قد حسن من امتصاص المغذيات خاصة الفسفور بنسبة 55.81%. كما بينت نتائجنا أيضا زيادة في محتوى امتصاص النبات للفسفور أي أن الفطر حسن نمو النبات وامتصاص المغذيات في كلا النتائج .

1-3-3-تقدير البوتاسيوم



الوثيقة(19) : تمثل تقدير البوتاسيوم في التربة في مختلف شروط الزرع

التحليل

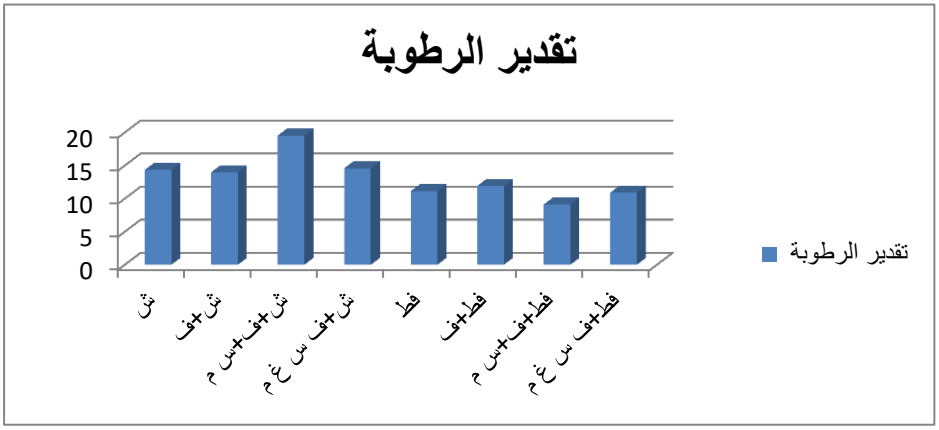
قدرت قيمة البوتاسيوم في تربة الشاهد ب 99.6 وفي وجود الفطر في نفس التربة كانت القيمة 59.6. وقد بلغ امتصاص النبات للبوتاسيوم في تربة محسنة بالفسفور فقط 107.6 وفي وجود الفطر في نفس التربة بلغ 63.4.بالنسبة لتربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم بلغت قيمة البوتاسيوم للشاهد 122.2وفي وجود الفطر بنفس التربة بلغت63. وفي تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير المعقم بلغت قيمة الفسفور83.6وفي وجود الفطر لنفس التربة بلغ 74.2.

ننوه أن الفطر قد حسن من بشكل معتبر من نمو نبات الفول وذلك من خلال مساعدة النبات في امتصاص البوتاسيوم في كل الأوساط. وقد سجلت القيمة العظمى لتحسين النمو في النبات الملقح بالفطر في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم يمكن أن يعود ذلك إلى قلة المنافسة للكائنات الحية في السماد العضوي المعقم الذي يفسح المجال للفطريات المستعملة للعمل بكل أريحية عكس السماد الغير معقم الذي يمكن أن تعاني فيها الفطريات المستعملة من عناء منافسة الكم الهائل من الكائنات الحية الدقيقة التي يسخر بها السماد العضوي .

المناقشة

يعد النبات الملقح بالفطر غني بالمغذيات وهذا بسبب مساعدة الفطر للنبات في امتصاص المغذيات كالبوتاسيوم حيث أظهرت الدراسات السابقة لسمامة واخرون 2022دور التلقيح بالفطر في مساعدة النبات في امتصاص البوتاسيوم بشكل معتبر حيث بلغت النسبة 44.05%وهذا ما بينته نتائجنا حيث ظهرت زيادة معتبرة في امتصاص البوتاسيوم من قبل النبات ما يعني أن للفطريات دور في تحسين نمو النبات من خلال امتصاصه للمغذيات بشكل كبير.

1-3-4-تقدير الرطوبة



الوثيقة (20) :تمثل تقدير الرطوبة في التربة في مختلف شروط الزرع

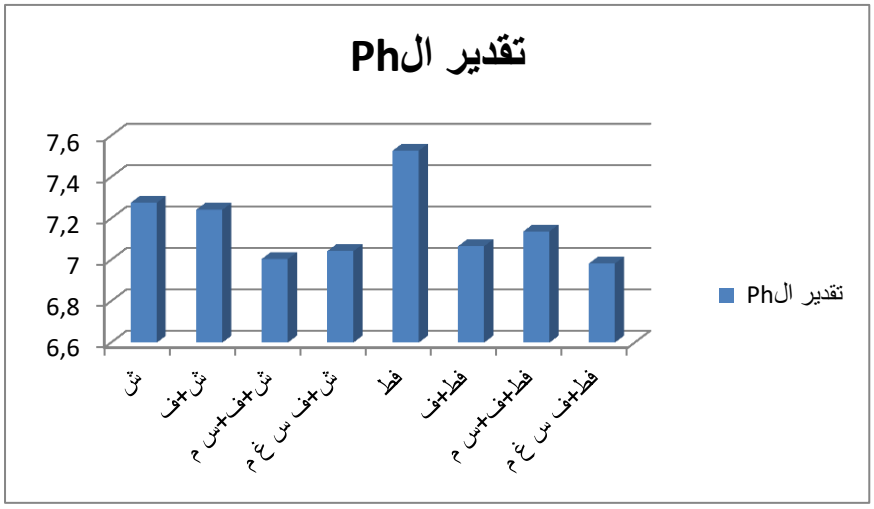
التحليل

قدرت درجة الرطوبة في تربة الشاهد ب 14.34 وفي وجود الفطر في نفس التربة كانت القيمة 11.14.كما بلغت درجة الرطوبة في تربة محسنة بالفسفور فقط14 وفي وجود الفطر في نفس التربة بلغت11.92 .وبالنسبة لتربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم بلغت درجة الرطوبة للشاهد 19.54وفي

وجود الفطر بنفس التربة بلغت9.12 ، أما في تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير المعقم بلغت درجة الرطوبة 14.6وفي وجود الفطر لنفس التربة بلغت10.9 .

ننوه أن الفطر قد حسن من بشكل معتبر من نمو نبات الفول وذلك من خلال مساعدة النبات في تعديل رطوبة التربة في كل الأوساط. وقد سجلت القيمة العظمى لتحسين النمو في النبات الملقح بالفطر في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم يرجع ذلك إلى قلة منافسة الكائنات الحية في السماد العضوي المعقم الذي يعطي المجال للفطريات المستعملة للعمل بكل أريحية عكس السماد الغير معقم الذي يمكن أن تعاني فيها الفطريات المستعملة من منافسة الكائنات الحية الدقيقة التي يسخر بها السماد العضوي .

1-3-5-تقدير الPh



الوثيقة (21) : تمثل قيمة الPhللتربة في مختلف شروط الزرع

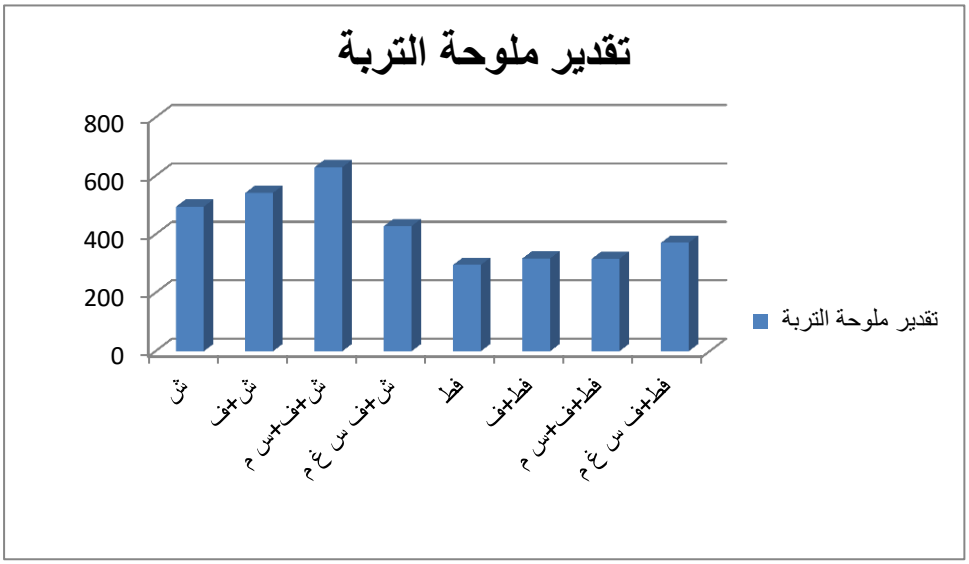
التحليل:

بلغت قيمة الأس الهيدروجيني للشاهد 7.27وفي وجود الفطر وصلت القيمة 7.52 و بالنسبة لتربة محسنة بالفسفور فقط كانت قيمة الأس الهيدروجيني 7.24 وفي وجود الفطر في نفس التربة وصلت القيمة 7.06 .

وقد بلغت قيمة ال ph للشاهد في تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم 7.04وفي وجود الفطر في نفس التربة بلغت القيمة 7.13. أما في تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير المعقم للشاهد بلغت قيمة ال 7.04phوبوجود الفطر في نفس التربة بلغت 6.28 .

ننوه بأن الفطر قد حسن من نمو النبات وذلك من خلال تحسين من قيمة ال ph في التربة خاصة في التربة المحسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير معقم .

1-3-6-تقدير التنافسية الكهربائية (ملوحة التربة)



الوثيقة(22) : تمثل قيمة ملوحة التربة في مختلف شروط الزرع

التحليل

بلغت قيمة الملوحة في تربة الشاهد 495.4 وفي وجود الفطر وصلت القيمة 295.6 وبالنسبة لتربة محسنة بالفسفور فقط كانت قيمة الملوحة 542.4بينما في وجود الفطر في نفس التربة وصلت القيمة 317.8.

وقد بلغت قيمة الملوحة للشاهد في تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم 630.2وفي وجود الفطر في نفس التربة بلغت القيمة 316.4 أما في تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير المعقم للشاهد بلغت القيمة 428.2 وبوجود الفطر في نفس التربة بلغت 371.2.

ننوه بأن الفطر قد حسن من نمو النبات وذلك من خلال التقليل في نسبة الملوحة في التربة لنبات الملقح بالفطر عكس الغير ملقح، وقد تبين التحسين الكبير في كل الأوساط وخاصة في تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم الذي كان فيه نقص كبير في نسبة التنافسية الكهربائية في وجود الفطر. ويعود هذا لقلة التنافس فيه بين الكائنات الحية الأخرى بعكس السماد الغير معقم الذي يسخر بوجود كائنات حية دقيقة متنوعة .

المناقشة

من المعروف أن العلاقة بين الفطريات والنبات تؤثر إيجابيا على نمو النبات لكنها أصبحت ضرورة من أجل اقتراح طريقة لمكافحة تملح الأراضي الزراعية وهذا ما بينته دراسات جيجالي .ب.إ.و اخرون 2020حيث أظهرت دراستهم انخفاض في معدل ملوحة التربة وهذا ما أكدته نتائجنا حيث وجدنا انخفاض ملحوظ في نسبة الملوحة خاصة في التربة المحسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم التي كانت 630.2 في غياب التلقيح ثم أصبحت 316.4 بوجود التلقيح بالفطر .

المناقشة الختامية

على مدى ملايين السينين من التطور المشترك شكلت النباتات والميكروبات لمرتبطة بها تفاعلات متطورة تساهم في نشاط نمو النبات وصحته من خلال امتصاص المغذيات المعززة والتكييف البيئي ومقاومة الأمراض .(Compant et all 2019 ;Trvedietal 2020) . بحيث يؤدي استعمار جذور النبات بواسطة الفطريات الجذرية إلى زيادة امتصاص النبات للفسفور والنتروجين والبوتاسيوم الموجود في التربة بشكل كبير .ويكون ذلك عن طريق الخيوط الفطرية الجذرية وبالمقارنة على طلب العناصر الغذائية من أجل نمو النبات نجد أن مساهمة امتصاص الفسفور أكبر من امتصاص النتروجين في النبات (ايكهارد .ج و آخرون 1995).

كما أظهرت دراسة علمية أجراها باحثون من جامعة أسوان 2018 بان العلاقات التكافلية مع الفطريات توفر تكييفا خاصا للنباتات الصحراوية مع بيئتها وتحسن أدائها ومقاومتها للضغوط الحيوية واللاحيوية من خلال إنتاج مركبات نشطة بيولوجيا تزيد من قدرتها على تحمل الظروف القاسية كالجفاف والحرارة والملوحة وتعمل على تحفيز نموها .

تفيد الفطريات الجذرية النبات بسبب مساعدتها في جعل النبات يمتص الماء والمعادن ونواتج الأيض الأولي كالسكريات والبروتين كما أن الفطريات تلعب دورا كبيرا في حماية التربة من الأمراض وهذا يساعد بحماية النبات من الموت .

يمكن أن تلعب الفطريات الجذرية دورا رئيسيا في النظم البيئية الزراعية التي تؤثر على تغذية النبات والنشاط البيولوجي للتربة وهذا ما دلت عليه الأبحاث والدراسات التي كانت تحت عنوان تأثير الفطريات الجذرية على امتصاص ما هو ضروري للنبات حيث كانت نتائج (Mehenna ASM Morsy و سمامة واخرون 2022) في الشروط المرفولوجية بأن هناك زيادة في طول وعدد أوراق النبات ما يدل على أن الفطر قد حسن من نمو النبات . وفي الشروط الفيزيولوجية ل مارزي واخرون 2022 أثبتوا تأثير الفطر على تحسين نمو النبات من خلال نسبة السكريات والبروتين والكلوروفيل .

وقد برهنت نتائجنا نتائج الأبحاث السابقة حيث وجدنا تأثير إيجابي لنمو النبات الملقح بالفطر وقد ظهر هذا التحسن في معظم التجارب المرفولوجية والفيزيولوجية حيث في الشروط المرفولوجية من خلال زيادة ساق وعدد أوراق نبات الفول وذلك بقيمة 48% و65% على التوالي في التربة المحسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم وبالنسبة للتربة المحسنة بالفسفور فقط فقد بلغت نسبة الزيادة في طول الساق 12 %وعدد الأوراق 13%في تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير معقم. أما في الشروط الفيزيولوجية فقد كانت الزيادة في نمو النبات من

خلال الزيادة في محتوى الكلوروفيل والسكريات والبروتين حيث بلغت النسب في تربة محسنة بالفسفور سماد عضوي معقم 45%و 20% و29% على التوالي أما بالنسبة لتربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي الغير معقم كانت نسب الكلوروفيل والبروتين 39%و15%على التوالي وفي تربة محسنة بالفسفور فقط لوحظت الزيادة المعتبرة في الكلوروفيل بنسبة 74%.ومنه نجد أن التحسين كان في معظم الأوساط إلا أن القيمة العظمى غالبا ما تكون في الوسط الذي يحتوي على تربة محسنة بالفسفور والسماد العضوي المعقم وهذا بطبيعة الحال راجع إلى قلة التنافس بين الكائنات الحية الذي يفسح المجال للفطريات المستخدمة في أداء عملها على عكس السماد العضوي الغير معقم الذي تكثر فيه المنافسة وذلك لاحتواء السماد العضوي بعدة كائنات حية دقيقة متنوعة .

خاتمـــــــة

خاتمة

أجريت هذه الدراسة بهدف معرفة تأثير الفطريات محسنة النمو على نمو نبات الفول في شروط زرع مختلفة في تربة وادي سوف. حيث يمثل التطور المشترك للفطريات مع النباتات تكيفيا تطوريا رئيسيا لبيئة الأرض حيث تلعب الفطريات دورا مفيدا في الزراعة من خلال الارتباط التكافلي مع العديد من المحاصيل حيث نركز بشكل أساسي على السمات المرفولوجية ودورة الحياة والسمات الأيضية .

وقد أكدت دراستنا الهدف حيث نجد أن الفطر قد حسن من نمو النبات عن طريق الزيادة في امتصاص النبات للمغذيات وسهل عملية امتصاص الفسفور كما لا ننسى دورها الفعال في التقليل من الحاجة لاستخدام الأسمدة الكيماوية. قدتم حوصلت نتائج هذه الدراسة في ما يلي :

التلقيح بالفطر حسن من نمو نبات الفول من خلال الخصائص المرفولوجية لنبات حيث بلغت نسبة تحسن في عدد الأوراق65 %في تربة محسنة بالفوسفور وسماد عضوي معقم وفي نفس التربة بلغت نسبة الطول 48 %.وقد حسن ايضا من محتوى النسبي للماء حيث بلغت نسبة التحسن 12%في تربة محسنة بالفسفور وسماد معقم .

للفطر اثر تحسين على نمو نبات الفول من حيث الخصائص الفيزيولوجية فقد وصلت نسبة الكلوروفيل في تربة محسنة بالفسفور فقط إلى 74 %اما بالنسبة إلى تقدير السكريات لوحظ اعلى نسبة في تربة محسنة بالفوسفور وسماد عضوي غير معقم حيث كانت 39%وفي تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم سجلت اعلى قيمة للبروتين حيث كانت 29%.

لقد حسن الفطر في نمو نبات الفول وذللك من خلال تسهيل امتصاص خواص التربة حيث كان تحسن امتصاص النيتروجين و البوتاسيوم والفسفور في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم وهذا راجع إلى نقص ا لمنافسة من طرف الكائنات الحية الدقيقة الموجود في السماد العضوي الغير معقم .

من اثار تحسين الفطر على نمو النبات الفول تأثيره على الملوحة حيث نجد ان الفطر قد قلل من الملوحة بشكل كبير في تربة محسنة بالفسفور وسماد عضوي معقم فقد كانت قيمتها 316.4.

من خلال ما سبق لابد من النظر إلى فعالية الفطريات مما تقدمه ممن تأثيرات إيجابية على نمو معظم النباتات والتي بدورها تقاوم الأمراض التي تصيب النبات ولا نجهل دورها في مقاومة الظروف المناخية وخاصة الملوحة.

قائمة المصادر والمراجع

المراجع العربية

1. إدريس .م.ح 2010.مراحل النمو والتطور .موسوعة فيزيولوجيا النبات .كلية الزراعة –جامعة الازهر –مصر .
2. إيمان الصادق منصور الحمادي 2014 ;التعرف على تأثير نمو النباتات المختلفة على المجتمع الميكروبي في كل من التربة والمحيط الجذري(الرايزوسفير).قسم التربة والمياه –كلية الزراعة –جامعة طرابلس ليبيا .
3. بوزيد نصراوي ,2008 : أهم الامراض الفطرية للحبوب والبقوليات في تونس. مركز النشر الجامعي
4. بونتون ، ج. 2008 : جدار الخلية للفطريات وآلية عمل anidulafungin. المجلة الأيبيرية الأمريكية لعلم الفطريات.
5. خالد مصطفى 2018: الأسمدة الزراعية استخداماتها وأضرارها /الارشيف العربي العلمي .
6. د مُحَمَّد بدوي2020: دور فطريات «المايكورايزا» في وصول 50% من الفوسفات للتربة. معهد بحوث الاراضي والمياه والبيئة –مركز البحوث الزراعية –مصر .
7. د. إيمان مسعود :أساسيات المحاصيل الحقلية و إنتاجها /السنة الثانية .جامعة حماة –كلية الهندسة الزراعية
8. د. باقة مبارك :محاضرات فيزيولوجيا الاجهاد (الغير حيوية)جامعة الاخوة منتوري قسنطينة –كلية العلوم الطبيعية والحياة –قسم بيولوجيا وعلم البيئة النباتية.
9. د. زينة مُحَمَّد 2018 رسالة الدكتوراه في الفلسفة في علوم زراعة البساتين والمناظر الطبيعية.
10. د. سفيان الشارف بن عطية ;مساهمة قطاع الفلاحة في التنويع الاقتصادي في الجزائر دراسة قياسية وتحليلية خلال الفترة 2000-2019 .جامعة أحمد زيان غليزان .الجزائر
11. د. عبد العزيز مجيد نخيلان 2009.كتاب أساسيات علم الفطريات 435 صفحة. دار دجلة للنشر والتوزيع .
12. د. مُحَمَّد علي أحمد 1998;كتاب عالم الفطريات الطبعة الاولى .القاهرة الباب الرابع.
13. د.أحمد لطفى ونس مورفولوجيا وتشريح النبات ; أستاذ علم النبات –كلية الزراعة –جامعة دمياط
14. د.باشي أحمد ;القطاع الفلاحي بين الواقع ومتطلبات الاصلاح –جامعة الجزائر
15. د.جمال صالح حمود الكبيسي ;المحاضرة الثالثة فطريات التربة .قسم التربة والموارد المائية –المرحلة الرابعة .كلية الزراعة –جامعة الانبار .
16. السعدي. مُحَمَّد .2006.خفايا واسرار النباتات الطبية والعقاقير في الطب القديم والحديث .عمان. الأردن
17. شريف .فياض مُحَمَّد 2012 :تصنيف وتقسيم الفطريات . الذاكرة للنشر والتوزيع .
18. علا العتوم ديسمبر 26, 2020. الأهمية الاقتصادية لنبات الفول.
19. علي .بتول زينل .خالد عبد الرزاق حسن وتوفيق مُحَمَّد محسن 2006 :علم الفطريات مطبعة بغداد .
20. علي.أ.م.1998 :عالم الفطريات ص 194-294 .الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة

21. مُحَمَّد. ع.م.2003 :الفطريات الفيسيولوجي والتكاثر وعلاقتها بالبيئة والانسان (الجزء الثاني).الطبعة الاولى الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة .

22. مديرية الفلاحة لولاية الوادي –الدليل الاحصائي2022.

23. نورة أحمد الخضر الحجاج (2018) : تأثير الاجهاد الملحي في إنتاش البذور والنمو واحتواء البروتين لفول الصويا . مجال علم الحياة –جامعة دمشق .

المراجع الأجنبية

1. **Abbott LK, Robson AD. (1985)**. Formation of external hyphae in soil by four species of vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist .
2. **Abd-Alla MH, El-Enany AW, Nafady NA et al (2014)** Synergistic interaction of Rhizobium legu-minosarum bv. Viciae and Arbuscular mycorrhizae fungi as a plant growth promoting biofertil-izers for faba bean (Vicia faba L.) in alkaline soil. Microbial Res .
3. **Abdel Latef A. A. (2011).** Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and copper on growth, accumulation of osmolytes, mineral nutrition and antioxidant enzyme activity of pepper (Capsicum annuum L.). Mycorrhiza .
4. **Abdel Latef A. A., Chaoxing H. (2011. a).** Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress. Sci.
5. **Abdel-Ghaffar AS (1988)** Effect of edaphic factors n biological nitrogen fixation in Vicia faba under Egyptian field conditions. In: Beck DP and Materon LA (eds) Nitrogen Fixation by Legumes in Mediterranean Agriculture. ICARDA 1988. MNP, Dordecht, Boston and Lancaster
6. **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.
7. **Ai P, Sun S, Zhao J, Fan X, Xin W, Guo Q, Yu L, Shen Q, Wu P, Miller AJ, et al. (2009)** Two rice phosphate transporters, OsPht1;2 and OsPht1;6, have different functions and kinetic properties in uptake and translocation.
8. **Alarcón A, Davies FT Jr, Autenrieth RL, Zuberer DA (2008)** Arbuscular mycorrhiza and petroleum-degrading microorganisms enhance phytoremediation of petroleum-contaminated soil. IntJPhytorem .
9. **Alejandra G. Becerra a, Nicolás Marro a b, Laura Domínguez a, Carlos Urcelay a** Soybean growth and foliar phosphorus concentration mediated by arbuscular mycorrhizal fungi from soils under different no-till cropping systems.
10. **Alqarawi A. A., Abd-Allah E. F., Hashem A. (2014. a).** Alleviation of salt-induced adverse impact via mycorrhizal fungi in Ephedra aphylla Forssk. J. Plant.
11. **Alqarawi A. A., Hashem A., Abd_Allah E. F., Alshahrani T. S., Huqail A. A. (2014. b):** Effect of salinity on moisture content, pigment system, and lipid composition in Ephedra alata Decne. Acta Biol.

12. **Angers DA, Caron J. (1998)**: Plant-induced changes in soil structure: processes and feedbacks. Biogeochemistry .
13. **Antunes P. M., Schneider K., Hillis D., Klironomos J. N. (2007):** Can the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus intraradices actively mobilize P from rock phosphates? Pedobiologia
14. **Arai Y, Sparks DL. (2007)** Phosphate reaction dynamics in soils and soil minerals: a multiscale approach. Adv Agron
15. **Armada E, Azcon R, Lopez-Castillo OM et al (2015)** Autochthonous arbuscular mycorrhizal fungi and Bacillus thuringiensis from a degraded Mediterranean area can be used to improve physi-ological traits and performance of a plant of agronomic interest under drought conditions. Plant Physiol Biochem.
16. **Artursson V., Finlay R. D., Jansson J. K. (2006).** Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. Environ. Microbiol.
17. **Arun K. Pandey,et all(2022):** The Anatomical Basis of Heavy Metal Responses in Legumes and Their Impact on Plant–Rhizosphere Interactions.
18. ASM Morsy ,HM Mehenna,2022 ; Improving growth, and productivity of faba bean cultivars grown under drought stress conditions by using arbuscular mycorrhizal fungi in sandy soil.
19. **Aziz T., Sabir M., Farooq M., Maqsood M. A., Ahmad H. R., Warraich E. A. (2014).** "Phosphorus deficiency in plants: responses, adaptive mechanisms, and signaling," in Plant signaling: Understanding the Molecular Crosstalk. Hakeem K. R., Rehman R. U., Tahir I. eds (Springer: Berlin:).
20. **Babana AH, Antoun H. (2006)** Effect of Tilemsi phosphate rock-solubilizing microorganism on phosphorus uptake and yield of field-grown wheat (Triticum aestivum L.) in Mali. Plant Soil.
21. **Baldrian P. (2003).** Interactions of heavy metals with white-rot fungi. Enzyme Microb. Technol.
22. **Barea JM and Gonzalez SB (1986)** :VA mycorrhizae as modifiers of soil fertility. Transactions of the XIII Congresses of the International Society of Soil Science. Hamburg.
23. **Baslam M., Garmendia I., Goicoechea N. (2011):** Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) improved growth and nutritional quality of greenhouse grown lettuce. J. Agric. Food Chem.
24. **Bati C. B., Santilli E., Lombardo L. (2015) :** Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and on micronutrient and macronutrient uptake and allocation in olive plantlets growing under high total Mn levels. Mycorrhiza .
25. **Battini F., Grønlund M., Agnolucci M., Giovannetti M., Jakobsen I. (2017) :** Facilitation of phosphorus uptake in maize plants by mycorrhizosphere bacteria. Sci.
26. **Brundrett (2004)**: Mycorrhizal associations et Smith & Read 1997, Peterson et al. 2004.More information about mycorrhizae.
27. **Brundrett MC. (2009):** Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis.

28. **Bucher M. (2007):** Functional biology of plant phosphate uptake at root and mycorrhiza interfaces. New Phytol .
29. **Chien SH, Cannona G, Menon RG and Heliums DT (1993)** :Effect of phosphate-rock sources on biological nitrogen fixation by soybean. Fert Res .
30. **Cofré, Noelia; Becerra, Alejandra G.; Marro, Nicolás; Domínguez, Laura; et al.Journal Article (2021**):"Soybean growth and foliar phosphorus concentration mediated by arbuscular mycorrhizal fungi from soils under different no-till cropping systems"@eng" NAL-light
31. **Condron LM, Turner BL, Cade-Menun BJ. (2005)** :Chemistry and dynamics of soil organic phosphorus. Sims JT, Sharpley AN, , Phosphorus: Agriculture and the Environment. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc., Madison,
32. **Daniel Janowski, and Tomasz Leski;** Factors in the Distribution of Mycorrhizal and Soil Fungi.
33. **David H. McNear Jr. The Rhizosphere - Roots, Soil and Everything In Between(2013):** Nature Education Citation: **McNear Jr., D. H. (2013)**: The Rhizosphere - Roots, Soil and Everything In Between. Nature Education Knowledge
34. **Dick, R. (2009):** Lecture on Soil Fungus in Soil Microbiology, Personal Collection of R. Dick, The Ohio State University School of Environment and Natural Resources, Columbus, OH.
35. **Dick, W. (2009):** Lecture on Biochemistry Process in Soil Microbiology, Personal Collection of W. Dick, The Ohio State University School of Environment and Natural Resources, Columbus, OH .
36. **Drew MC. (1975):** Comparison of the effects of a localized supply of phosphate, nitrate, ammonium and potassium on the growth of the seminal root system, and the shoot, in barley. New Phytol
37. **El-Ghandour IA (1992):** Effect of biofertilizers on the availability of nutrients to plants. PhD Thesis, Fac. Agric., Ain Shams University
38. Faezeh Zaefarian a , Mohammad Rezvani b, Mohammad Reza; Impact of Mycorrhizae Formation on the Phosphorus and Heavy-Metal Uptake of Alfalfa.
39. **Gérard Duc, Jelena M Aleksić, Pascal Marget, et all(2015) :** Grain legumes faba ,
40. **Hasnaa Sammama, Mouaad Amine Mazri, Mohamed Najib Alfedd**. Microbial Inoculation Improves Soil Properties, Nutrient Uptake, and Plant Growth in Soft Wheat-Faba Bean Intercropping.
41. **Hassan Etesami , et all(2021):** Contribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Phosphate–Solubilizing Bacteria, and Silicon to P Uptake by Plant.
42. **Hawksworth D.L. (1991):**The fungal dimension of biodiversity: Magnitude, significance, and conservation.
43. **Hawksworth D.L. (2001):** The magnitude of fungal diversity: The 1.5 million species estimate revisited.
44. **Heuzé V., Tran G., Delagarde R., Lessire M., Lebas F, (2021)** : Faba Bean (Vicia faba). Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO.
45. **Hinsinger P(2001).** Bioavailability of soil inorganic P in the Rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. Plant Soil.

46. **I. A. El-Ghandour, M. A. O. El-Sharawy & E. M. Abdel-Moniem** . Impact of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobium on the growth and P, N and Fe uptake by faba-bean.
47. **Ingham, E.R. (2009):** Soil Biology Primer, Chapter 4: Soil Fungus. Ankeny IA: Soil & Water Conservation Society.
48. **Jianbo Shen et all(2011):** Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant1
49. **Jianbo Shen, L** Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant1.
50. **Jim Deacon** Mycorrhizae, Institute of Cell and Molecular Biology, The University of Edinburgh.
51. **Katharina Schreider all(2022):**Mycorrhizal Mediated Partitioning of Phosphorus: Ectomycorrhizal (Populus x canescens x Paxillus involutus) Potential to Exploit Simultaneously Organic and Mineral Phosphorus Sources.
52. **Kelin Wang a d e et all:** Grass harvesting eliminates the beneficial effects of legume addition on soil nematode communities in a tall grass pasture.
53. **Kumar, S. and S. N. Gummadi. (2009):** Osmotic adaptation in halotolerant yeast, Debaryomyces nepalensis NCYC 3413: role of osmolytes and cation transport. Extremoph.
54. **LI Shu-Min, LI Long, ZHANG Fu-Suo**: Effect of inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobium on the P uptake in faba bean.
55. **Magdalena Frąc et all (2018):**Fungal Biodiversity and Their Role in Soil Health.
56. **Matthias C**. Rillig, Daniel L. Mummey.2006. Mycorrhizae and soil structure.
57. **Mohammad Bahram et all (2014)**:Global diversity and geography of soil fungi.
58. **Naheeda Begum et all (2019**): Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Plant Growth Regulation: Implications in Abiotic Stress Tolerance.
59. **Odum EP. (1969):** The strategy of ecosystem development. Science
60. Organismal BiologyGeorgia Tech Biological Sciences
61. Plassard C, Dell B. Phosphorus nutrition of mycorrhizal trees. Invited review: part of an invited issue on tree nutrition. Tree Physiol.
62. **Qiang-Sheng Wu;** Book Arbuscular Mycorrhizas and Stress Tolerance of Plants .
63. **Rocio, D., Jeffrey, W. C. and Calvo, A.M. (2010)**: Role of the osmotic stress regulatory pathway in morphogenesi and secondary metabolism in filamentous fungi. Toxi. .
64. **Roger, P. and J.L. Garcia. (2001)**: Intoduction à la microbiologie du sol. Laboratoire de microbiologie IRD institut de recherche pour le developpement IFR-BAIM institut fédératif de recherche en biotechnologie agro-industrielle de Marseille..
65. **Smith, G. (1969):** An introduction to industrial mycology . Sixth ed. London.
66. **Daniel Murphy(2005):**Soil Bacteria and Fungi - NSW Greg Reid and Percy Wong (New South Wales Department of Primary Industries),.
67. **Wei Zhang a b d e,et all .(2022):** Grass harvesting eliminates the beneficial effects of legume addition on soil nematode communities in a tall grass pasture.
68. **Written by Vernon ahmadjian et all (2022):** Fungi, fungi.
69. **Zaefarian, Faezeh Journal Article (2014):** Taylor & Francis Gro: "Impact of Mycorrhizae Formation on the Phosphorus and Heavy-Metal Uptake of Alfalfa"@eng

70. **Zavišić A, Yang N, Marhan S, Kandeler E, Polle A. Forest soil phosphorus resources and fertilization (2018):** affect ectomycorrhizal community composition, beech p uptake efficiency, and photosynthesis. Front Plant Sci.
71. **Žifčáková L., Vetrovský T., Howe A., Baldrian P. (2016):** Microbial activity in forest soil reflects the changes in ecosystem properties between summer and winter. Environ. Microbiol.

المواقع الإلكترونية

1. الموسوعة العربية
2. الهندسة الزراعة
3. موقع BAC online

الملاحـــق

الملحق (1) : يمثل بعض الأجهزة المستخدمة في العمل المخبري

جهاز المطيافية الضوئية Sepectrophometre Visible

جهاز الرج المغناطيسي Vortex

جهاز الطرد المركزي Centrifugeuse

الميزان الحساس Balance analogique

الميزان

الحمام المائي