



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

الرقم التسلسلي:.....

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

## مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: العلوم البيولوجية

التخصص: التنوع الحيوي والمحيط

الموضوع:

أثر فطريات معززة نمو النبات على نمونبات الفول

*Vicia faba L.*

إعداد الطالبات:

رميصاء خته

زينب طبال

كريمة طرية

بتاريخ: 2022/06/30 من طرف لجنة المناقشة:

لجنة المناقشة:

|        |              |                 |               |
|--------|--------------|-----------------|---------------|
| رئيسا  | جامعة الوادي | أستاذ محاضر     | عسيلة إسماعيل |
| مناقشا | جامعة الوادي | أستاذ محاضر (ب) | منية بن قدور  |
| مقررا  | جامعة الوادي | أستاذ مساعد (أ) | عبد الحق جودي |

الموسم الجامعي: 2022/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَدَلِّهِمْ إِلَى صِرَاطٍ مُسْتَقِيمٍ

صَدَقَ اللهُ الْعَظِيمُ

# شكر وعرفان

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

«وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنين وستردون إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون»

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك، ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعملوك، ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك، لك الحمد حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك.

فالحمد لله الذي وفقنا لإنجاز هذا البحث وهدانا وما كنا لنهتدي لولى أن هدانا الله، وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، ومصادقا لقول رسول الله ﷺ «من لا يشكر الله لا يَشْكُ الناس» ، ولقوله صلى الله عليه وسلم « من صنع إليه معروف فقال لفاعله جزاك الله خيرا فقد أبلغ في الثناء» . فكل من أسدى إلينا معروفا ولو من باب التشجيع فله تشكراتنا وعرفانا بالجميل.

قد تجف الأقلام وتختفي العبارات ويعجز اللسان عن التعبير ولا نجد سوى كلمات الشكر وأسمى عبارات التقدير نقدمها عرفانا للأستاذ المشرف « جوديعبد الحق » على الجهود الجبارة التي بدلها معنا لإنجاز هذا العمل ونصائحه التي يسرت لنا الكثير من الصعوبات وكانت لنا عوناً في إتمام هذا البحث.

كما نتوجه بالشكر الجزيل إلى الأساتذة الذين تفضلوا وقبلوا مناقشة مذكرتنا الأستاذ " عسيلة إسماعيل " و " بن قدور منية " .

كما نتقدم بالشكر الجزيل إلى جميع الأساتذة ومحذري كلية علوم الطبيعة والحياة على نصائحهم ومساعداتهم القيمة لنا في إنجاز هذا البحث.

# إهداء

الحمد لله رب العالمين وحده لا شريك له واصلي واسلم على خير خلقك وخاتم الانبياء

واشرف رسلك سيدنا محمد ﷺ بفضل الله انجاز هذا العمل اهديه :

إلى ينبوع العطاء... ورمز التضحية... إلى قدوتي ومثلي الأعلى... في الحياة إلى الذي علمني أن الحياة أخذ وعطاء إلى من ثمر عطاؤه الدائم نجاحا وتفوقا إلى من كساني رداء الخلق وحلة الأدب ليسيّر لنا أسباب الهناء والسعادة إلى من أخذ بيدي وشجعني ودعني إلى درب الحياة فكان سندي وقوتي إلى الذي أدين له كثيرا واحمل اسمه بكل فخر واعتزاز. أبي العزيز «عبد الرزاق» حفظه الله وأطال في عمره وأمدّه الصحة والعافية.

إلى الريحانة والوردة التي تعتق نفسي بأريجها الدائم... إلى من تراهن على صحتها في سبيل سعادتنا ونجاحنا... إلى الشمعة التي تحترق لتثير دروبنا... إلى من أضاءت ولا زالت تضئ حياتي ودربي... إلى من تسبق دمعته دمعتي وفرحتها فرحتي... إلى رمز الحنان... إلى القلب الدافئ إليك يا أجمل وردة عطرت أيامي ودمعتي لأصل إلى هذا المستوى... إلى رمز الحنان إلى القلب الدافئ إليك يا أغلى امرأة في الوجود... إليك يا ست الحبيب أُمي الغالية «حفيظة» أطال الله في عمرك وأمدك بالصحة والعافية.

إلى من يتسم قلبي بمجرد وجودها في حياتي إلى من أجد فيها النجوى لنفسي والصدى لروحي إلى الأعز من النور في الجفون إلى من رسمت معها الابتسامة أختي الحبيبة «زينب» .

إلى من هم أغلى ما في حياتي ، إلى من ترعرعت وقاسموني مرارة وحلاوة الحياة إلى من رافقوني جولة الحياة وعلموني الحب والخير إلى من كانوا سندي في هذه الدنيا إلى أغلى وأزكى وأطيب شاوين أخي الكبير «أيمن» و «شرف الدين» حفظهم الله ورعاهم. إلى الشمعتين المضيئتين... المشاكسين الصغيرين اللذين لا يحلو الجلوس إلا بهما أخويا الحبيين «عثمان» و «عبد القوي» حفظهما الله ورعاهما.

إلى من لا تحلو الحياة بوجودهم عائلتي الكبرى التي ترعرعت فيها إلى جدي وجدتي الحبيين وأعمامي «نور الدين» و «ابو بكر» وعماتي «ياسمين» و «فاطيمة» و «مریم» و «عائشة» و «حياة» وخالتي العزيزة «الهام» حفظهم الله جميعا . إلى من جمعني بهم القدر وأمضيت معهم أجمل اللحظات في هذا المشوار إلى أختي العزيزتين «زينب» و «كريمة» حفظهما الله ورعاهما.

مرميصاء

# إهداء

بعد بسم الله الرحمن الرحيم و الصلاة و السلام على اشرف المرسلين محمد صلى الله عليه و سلم، احمد الله رب العالمين الذي وفقني في مشواري الدراسي و أعاننا على إنهاء هذا البحث العلمي المتواضع و الخروج بيه بهذه الصورة. أما بعد فاني  
.....إلى روح أمي الحبيبة طرية فوزية و أبي الغالي طبال محمد الجموعي رحمهما الله و اسكنهما فسيح جناته.

.....إلى الذين ضفرت بهم هاذية من الأقدار إخوة فعرفو معنى الأخوة أمينة، وفاء، حنان، أسماء، يونس، سارة، أيوب، مسعودة. فمن هذا المنبر اشكرهم جزيل الشكر على دعائهم لي في صلواتهم و على وقوفهم و مسندتهم لي دائما ، داعيا الله أن يحفظهم لي،  
.....إلى خالتي وأمي الثانية مريم و خاطبي العزيز ياسين و جميع أفراد عائلته.

.....إلى صديقتي بل أختاي العزيزتين رميمصاء خته و طرية كريمة.

.....إلى كل من ساعدني في مشواري الدراسي و لو بالقليل.

.....إلى الذين علموني حب العلم و المعرفة إلى الذين ينرون درب الحياة و علموني معنى الحياة إلى أساتذتي الغاليين على قلبي.

.....إلى كل طالب علم يسعى لكسب المعرفة و تزويد رصيده المعرفي العلمي و الثقافي.

إلى كل من نسيه القلم وحفظه القلب،.....اهدي هذا العمل.

وفي الأخير لا يسعني إلا أن أرجو الله عزوجل أن يرزقني السداد والرشاد والعفاف والغنى وأن يجعلني من الهداة المهتدين.

نزيب

# إهداء

الحمد لله ذي المنة والصلاة والسلام على رسول الأمة ثم بفضل الله إنجاز هذا العمل الذي أهديته إلى من أوصى الله بهما خير والدي العزيزين أطال الله في عمرهما اللذين كان توفيقى بفضل الله إجابة لدعواتهما الصديقة التي وهبتني الحياة وسهرت الليالي من أجل نجاحي أقبل جبينك وأقول أهديك نجاحي أمي الغالية فوزية بوسبسي .

إلى من علمني أن المياه أخذ وعطاء من تعب وسهر ليقدم لنا السعادة إلى من منحني الأمل والحكمة أبي العزيز علي طرية .

إلى كل أفراد عائلتي كل باسمه لشموع الموقدة التي تنير حياتي إخوتي " لندة ، سندس ، أنفال إلى البراءة الخجولة إلى كتاكيتنا الصغار شهاب الدين ، بيلسان .

إلى أحوالي وخالاتي وأعمامي وعماتي كل من مقامه ، إلى جدي أحمد طرية و عيسى بوسبسي أطال الله في عمرهما وإلى جداتي رحمهما الله وأسكنهما فسيح جنانه ، إلى أختي ومن كانت ترافقني طيلة مشواري الجامعي صابرينة حفظها الله وأسعدها إلى كل صديقاتي خاصة رفيقات دربي رميصاء وزينب وزهرة ، نريمان وحدة ..... إلى زوج خالتي حفظه الله وأطال في عمره ، وإلى كل من ساعدني وساهم في إنجاز وإتمام هذه المذكرة من قريب أو بعيد أخص بالذكر عمال وعاملات كلية العلوم الطبيعة والحياة الأساتذة الأفاضل اللذين كان لهم العمل والمشورة في الرقي بمعلوماتنا ومكتسباتنا في التخصص التنوع الحيوي والمحيط وكل العلوم المحيطة به ، إلى كل الطاقم الإداري من الحارس إلى عميد الكلية أتوجه بخالص التحية والعرفان إلى الأستاذ المشرف جودي عبد الحق الذي كان لنا نعم الموجه وخير دليل ، إلى من هم في قلبي ولم يذكرهم قلبي أهدي ثمرة نجاحي .

كرمة

# فهرس المحتويات

| الصفحة | المحتويات                                 |
|--------|-------------------------------------------|
|        | شكر وتقدير                                |
|        | الإهداء                                   |
|        | فهرس المحتويات                            |
|        | قائمة الوثائق                             |
|        | قائمة الجداول                             |
|        | قائمة المختصرات                           |
|        | الملخص                                    |
|        | مقدمة                                     |
|        | الجزء النظري                              |
|        | الفصل الأول                               |
|        | عموميات حول نبات الفول                    |
| 6      | I. النبذة تاريخية عن نبات الفول:          |
| 6      | 1. تعريف العائلة البقولية:                |
| 7      | 2. تعريف نبات الفول <i>Vicia faba</i> L : |
| 7      | II. الموطن الأصلي لنبات الفول:            |
| 7      | 1. تصنيف نبات الفول في المملكة النباتية:  |
| 8      | 2. مورفولوجيا الفول:                      |
| 8      | 1.2. المجموع الجذري:                      |
| 8      | 2.2. المجموع الخضري :                     |
| 8      | 1.2.2. الساق                              |
| 8      | 2.2.2. الأوراق                            |
| 8      | 3.2.2. النورة                             |
| 8      | 4.2.2. الأزهار                            |

|    |                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------|
| 9  | 5.2.2. الكأس:                                                        |
| 9  | 6.2.2. التوزيع                                                       |
| 9  | 7.2.2. الأسدية:                                                      |
| 9  | 8.2.2. المتاع:                                                       |
| 9  | 9.2.2. المبيض:                                                       |
| 9  | 10.2.2. القصرة:                                                      |
| 9  | 11.2.2. الريشة والجذير:                                              |
| 9  | 12.2.2. باذرة الفول:                                                 |
| 9  | 13.2.2. الثمرة:                                                      |
| 10 | 3. لتوزيع الجغرافي لنبات الفول على المستوى المحلي والوطني والعالمي : |
| 10 | 1.3. على المستوى المحلي:                                             |
| 11 | 2.3. على المستوى الوطني:                                             |
| 12 | 1.2.3. إنتاج الفول مقارنة بباقي البقوليات في الجزائر:                |
| 12 | 3.3. على المستوى العالمي:                                            |
| 13 | 4. متطلبات زراعة الفول:                                              |
| 13 | 1.4. الحرارة:                                                        |
| 13 | 2.4. الإضاءة:                                                        |
| 13 | 3.4. الرطوبة                                                         |
| 13 | 4.4. التربة:                                                         |
| 13 | 5.4. التهوية:                                                        |
| 13 | 5. دورة حياة نبات الفول:                                             |
| 13 | 1.5. مرحلة الإنبات :                                                 |
| 14 | تعريف سكون البذرة:                                                   |
| 14 | 2.5. مرحلة امتصاص الماء:                                             |
| 14 | 1.2.5. مرحلة الهضم للمواد الغذائية:                                  |
| 14 | 2.2.5. مرحلة النمو و التطور:                                         |

|                                                                                          |                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 15                                                                                       | 3.5. مرحلة النمو:                                       |
| 15                                                                                       | 4.5. مرحلة الإزهار:                                     |
| 15                                                                                       | 5.5. مرحلة الإثمار:                                     |
| 15                                                                                       | 6.5. مرحلة النضج:                                       |
| 16                                                                                       | 6. القيمة الغذائية و الاقتصادية لنبات الفول:            |
| 16                                                                                       | 1.6. القيمة الغذائية:                                   |
| 16                                                                                       | 2.6. الأهمية الاقتصادية:                                |
| 17                                                                                       | 7. أمراض و آفات الفول:                                  |
| <p style="text-align: center;"><b>الفصل الثاني</b><br/><b>الكائنات الحية الدقيقة</b></p> |                                                         |
| 19                                                                                       | I. علم الأحياء الدقيقة:                                 |
| 19                                                                                       | 1. تعريف الكائنات الحية الدقيقة:                        |
| 19                                                                                       | 2. تعريف الفطريات:                                      |
| 19                                                                                       | 1.2. إلكيتريد <i>Chytridiomycota</i> :                  |
| 20                                                                                       | 2.2. الفطريات المترافقة <i>Zygomycota</i> :             |
| 20                                                                                       | 3.2. كيس الفطريات <i>Ascomycota</i> :                   |
| 21                                                                                       | 4.2. نادي الفطريات <i>Basidiomycota</i> :               |
| 21                                                                                       | 5.2. جلوميروميكوتا <i>Glomeromycota</i> :               |
| 21                                                                                       | 6.2. الفطريات الناقصة <i>Deuteromycota</i> :            |
| 22                                                                                       | 3. ومن خصائص الفطريات نذكر:                             |
| 22                                                                                       | 4. تعريف (الفطريات الجذرية) <i>Mycorrhizae</i> :        |
| 23                                                                                       | 1.4. أنواع الفطريات الجذرية:                            |
| 25                                                                                       | 2.4. توزع و إنتشار الفطريات في الطبيعة:                 |
| 25                                                                                       | 3.4. توزع الفطريات في التربة:                           |
| 26                                                                                       | 4.4. منطقة التفاعلات الميكروبية ( <i>rhizosphere</i> ): |
| 26                                                                                       | 5.4. العوامل المتحكمة في توزيع الفطريات:                |

|                |                                                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 27             | 6.4. نشاط الفطريات في التربة:                                         |
| 27             | 7.4. إستعمار الجذور بواسطة الفطريات                                   |
| 28             | 5. أليات تعزيز نمو النبات:                                            |
| 29             | 1.5. إذابة الفوسفات:                                                  |
| 29             | 2.5. تحليل الركيزة التمدن :                                           |
| 29             | 3.5. إنتاج الهرمونات النباتية:                                        |
| 29             | 4.5. قمع الكائنات الدقيقة الضارة بواسطة الفطريات المعززة لنمو النبات: |
| 30             | 5.5. إنتاج المركبات العضوية المتطايرة:                                |
| 30             | 6. عمليات تكاثر الفطريات:                                             |
| 30             | 1.6. التكاثر اللاجنسي:                                                |
| 31             | 2.6. التكاثر الجنسي:                                                  |
| 32             | 7. دور الفطريات:                                                      |
| 34             | 1.7. دور الفطريات في مشكلة الملوحة:                                   |
| 34             | 8. تأثيرات الفطريات الجذرية:                                          |
| 34             | 1.8. تأثيرها على التربة:                                              |
| 35             | 2.8. تأثير الفطريات الجذرية على نمو النبات:                           |
| 35             | 9. الأهمية العالمية للفطريات الجذرية:                                 |
| 35             | 10. فوائد الفطريات الجذرية ( Mychorrizae ):                           |
| 36             | 11. النباتات التي تستفيد من الفطريات الجذرية (Mychorizae):            |
| 36             | 12. زيادة الفطريات الجذرية في التربة:                                 |
| 37             | 13. مساهمة الفطريات الجذرية في مكافحة تغير المناخ:                    |
| 37             | 14. أهمية شبكات الفطريات الجذرية للتسيير في النظم البيئية:            |
| 37             | 15. تهيئة الظروف المثلى للتربة حتى تزدهر الفطريات:                    |
| الجزء التطبيقي |                                                                       |
| الفصل الأول    |                                                                       |
| 40             | 1. مواد و طرق الدراسة:                                                |

|                                                                                     |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 40                                                                                  | 1.1. الهدف من الدراسة                                             |
| 40                                                                                  | 2.1. موقع إجراء الدراسة:                                          |
| 40                                                                                  | 3.1. المواد والأجهزة المستعملة:                                   |
| 41                                                                                  | 2. طرق الدراسة:                                                   |
| 41                                                                                  | 1.2. تحضير التجربة:                                               |
| 41                                                                                  | 2.2. تنفيذ التجربة:                                               |
| 41                                                                                  | 3.2. توزيع وحدات التجربة:                                         |
| 42                                                                                  | 4. تحضير معلق الفطريات:                                           |
| 42                                                                                  | 5. المعايير المدروسة:                                             |
| 42                                                                                  | 1.1.5. المعايير المورفولوجية:                                     |
| 42                                                                                  | 2.1.5. المعايير الفيزيولوجية:                                     |
| 42                                                                                  | 1.2.1.5. جرعة أصباغ الكلوروفيل:                                   |
| 43                                                                                  | 2.2.1.5. جرعة البرولين:                                           |
| 43                                                                                  | 3.2.1.5. تحديد السكريات الذائبة                                   |
| <p style="text-align: center;"><b>الفصل الثاني</b><br/><b>النتائج والمناقشة</b></p> |                                                                   |
| 46                                                                                  | * النتائج والمناقشة:                                              |
| 46                                                                                  | 1. نسبة متوسط طول الجزء الهوائي:                                  |
| 47                                                                                  | 2. متوسط طول الجذور:                                              |
| 48                                                                                  | 3. تحليل نتائج تأثير الفطريات على الطول الكلي لنبات الفول:        |
| 50                                                                                  | 4. تحليل نتائج تأثير الفطريات محسنة النمو على وزن الجزء الهوائي : |
| 51                                                                                  | 5. تحليل نتائج تأثير الفطريات على وزن الجذور :                    |
| 52                                                                                  | 6. تأثير الفطريات على الوزن الكلي لنبات الفول:                    |
| 53                                                                                  | 7. نسبة متوسط عدد الأوراق لنبات الفول:                            |
| 55                                                                                  | 8. نسبة تقدير الكلوروفيل و الكاروتينات في نبات الفول              |
| 55                                                                                  | 1.8. الكلوروفيل Chla:                                             |

|    |                                  |
|----|----------------------------------|
| 55 | 2.8. الكلوروفيل Chl b            |
| 56 | 3.8. الكلوروفيل Chla+b           |
| 57 | 9. الكاروتينويدات: car           |
| 58 | 10. نسبة متوسط البرولين:         |
| 59 | 11. نسبة متوسط السكريات الذائبة: |
|    | – المناقشة العامة                |
|    | – الخاتمة                        |
|    | – قائمة المراجع                  |
|    | الملاحق                          |

| الصفحة | قائمة الوثائق                                                 |
|--------|---------------------------------------------------------------|
| 6      | الوثيقة 1 صورة توضيحية لبعض البقوليات                         |
| 7      | الوثيقة 2 توضيحية لنبات الفول                                 |
| 15     | الوثيقة 3 توضح دورة حياة نبات الفول                           |
| 15     | الوثيقة 4 توضح مرحلة النمو                                    |
| 15     | الوثيقة 5 توضح مرحلة الإزهار                                  |
| 15     | الوثيقة 6 توضح مرحلة الإثمار                                  |
| 15     | الوثيقة 7 توضح مرحلة النضج                                    |
| 20     | الوثيقة 8 صورة توضح فطر إيكتريد Chytridiomycota               |
| 20     | الوثيقة 9 صورة توضح الفطريات المترافقة Zygomycota             |
| 21     | الوثيقة 10 صورة توضح الكيس الفطري AScomycota                  |
| 22     | الوثيقة 11 صورة توضح الفطريات الناقصة Deuteromycota           |
| 23     | الوثيقة 12 صورة توضح الفطريات الجذرية Mycorrhiza              |
| 24     | الوثيقة 13 صورة توضح الفطريات الشجرية ( Endomycorrhizae )     |
| 24     | الوثيقة 14 صورة توضح فطريات الأغصان ( Ectomycorrhizae )       |
| 26     | الوثيقة 15 صورة توضح منطقة التفاعلات الميكروبية ( ريزوسفير ). |
| 27     | الوثيقة 16 صورة توضح إستعمار الجذور بواسطة الفطر              |
| 28     | الوثيقة 17 صورة توضح آلية تعزيز نمو النبات                    |

|    |                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------|
| 46 | الوثيقة 18 اعمدة بيانية لمتوسط طول الجزء الهوائي لنبات الفول  |
| 47 | الوثيقة 19 اعمدة بيانية توضح متوسط طول الجذور لنبات الفول     |
| 48 | الوثيقة 20 اعمدة بيانية لمتوسط الطول الكلي لنبات الفول        |
| 50 | الوثيقة 21 اعمدة بيانية لمتوسط وزن الجزء الهوائي              |
| 51 | الوثيقة 22 اعمدة بيانية لمتوسط وزن الجذور                     |
| 52 | الوثيقة 23 اعمدة بيانية لمتوسط الوزن الكلي                    |
| 53 | الوثيقة 24 اعمدة بيانية لمتوسط عدد الاوراق                    |
| 55 | الوثيقة 25 اعمدة بيانية لمتوسط الكلوروفيل a في نبات الفول     |
| 55 | الوثيقة 26 اعمدة بيانية لمتوسط الكلوروفيل b في نبات الفول     |
| 56 | الوثيقة 27 اعمدة بيانية لمتوسط الكلوروفيل a+b في نبات الفول   |
| 57 | الوثيقة 28 اعمدة بيانية لمتوسط الكاروتينات في نبات الفول      |
| 58 | الوثيقة 29 اعمدة بيانية لمتوسط البرولين في نبات الفول         |
| 59 | الوثيقة 30 اعمدة بيانية لمتوسط السكريات الذائبة في نبات الفول |

| الفصل الأول  |                                                                                               |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7            | الجدول 01 تصنيفي لنبات الفول في المملكة النباتية                                              |
| 10           | الجدول 02 مجموع الأحصاءات السنوية لزراعة الفول الأخضر في ولاية الوادي،                        |
| 10           | الجدول 03 يوضح مساحة وإنتاج الفول لولاية الوادي في فترة ( 2017 – 2018 )                       |
| 11           | الجدول 04 يبين إنتاج الفول في بعض مناطق غرب الجزائر خلال موسم 2008-2009 و 2009-2010           |
| 12           | الجدول 05 البقوليات الغذائية المزروعة في الجزائر ( المساحة ، الإنتاج ، المردود سنة 2016..)    |
| 12           | الجدول 06 يمثل الإنتاج العالمي للفول سنة 2009-2010                                            |
| 16           | الجدول 07 يوضح العناصر الكيميائية المكونة لنبات الفول                                         |
| 17           | الجدول 08 يوضح البعض من الأمراض التي تصيب الفول وطريقة مكافحتها                               |
| 24           | الجدول 09 يصنف أنواع الفطريات الجذرية                                                         |
| 33           | الجدول 10 يمثل أدوار أساسية لفطريات التربة على عمليات فزيولوجية مختلفة في نباتات مضيغة مختلفة |
| الفصل الثاني |                                                                                               |
| 40           | الجدول 11 المواد والأجهزة المستعملة                                                           |

## قائمة المختصرات

|      |                   |
|------|-------------------|
| سم:  | سنتيمر            |
| :C°  | درجة مئوية        |
| %:   | نسبة مئوية        |
| ملم: | ملمتر             |
| غ:   | غرام              |
| ملغ: | مليغرام           |
| :PH  | درجة الحموضة      |
| :EMF | فطريات خارجية     |
| :AMF | فطريات داخلية     |
| :P   | الفوسفور          |
| :C   | الكربون           |
| :N   | النيتروجين        |
| :AA  | أحماض أمينية      |
| :NPK | الأسمدة المركزة   |
| :AM  | الفطريات الشجيرية |

## الملخص:

تشكل كائنات التربة الدقيقة ومنها الفطريات الأساس البيئي لتربة صحية ومنتجة حيث تؤثر في الصفات الفيزيولوجية للعديد من المحاصيل بما في ذلك الغلة ونوعية المحصول فهي تعمل كسماد حيوي بيئي وعامل لمكافحة ممرضات الجذور .

أجريت تجارب هذا البحث في منطقة وادي ريغ بولاية المغير خلال العام الدراسي 2021-2022 بهدف دراسة أثر الفطريات المعززة لنمو نبات الفول المحلي *Vicia faba L.* حيث صممت التجربة بإختيار 80 أصيص بلاستيكية مقسمة إلى أربعة مجموعات ذات شروط زراعية محددة كل مجموعة تحتوي على 20 أصيص ، وكل مجموعة قسمت إلى قسمين قسم يحتوي على عينات شاهدة والقسم الثاني يحتوي على العينات التي تمت معاملتها بمعلق الفطريات وذلك خلال المرحلة الخضرية لنبات الفول .

بينت النتائج المتحصل عليها أن الفطريات أثرت في الصفات المدروسة للمرحلة الخضرية للنبات مرة بالإيجاب وأخرى بالسلب حسب شروط الوسط الذي زرعت فيه ، حيث لاحظنا أن العينات المعالجة بالفطريات أدت إلى زيادة طول النبات الكلي وطول جذوره وجزئه الهوائي ، ووزنه الكلي ووزن جذوره وجزئه الهوائي بخلاف الشاهدة

- كما أثرت المعاملة بالفطريات بالزيادة في محتوى الكلوروفيل والسكريات الذائبة والكاروتينات ، لكن لاحظنا إنخفاض في محتوى البرولين مقارنة بالشاهدة .

الكلمات المفتاحية : نبات الفول *Vicia faba L.* ، الميكورايزا ، التحسين .

## Abstract:

Microorganisms, including environmental foundation fungus are healthy and productive, affecting physiological qualities for many.

This research experiments were conducted in the Wadi Rig area in the state of Mughayr during the academic year 2021-2022 With a view to studying the impact of the fungi enhanced for the growth of the local plant *Vicia faba L.* The experiment is designed to choose 80 plastic pots divided into four groups with specific agricultural terms each group containing 20 pots, and each group is divided into two sections of a section containing samples and the second section containing the samples that have been treated with fungi during the vegetable phase of bean plant.

The results obtained that the fungi has affected the classrooms for the vegetable plant once positive and other with no sense .

- The treatment of fungi has also affected the increased content of chlorophyll and dissolute and carotene sugars , but we have a declined in the content of proline compared to the control.

Keywords: bean plant, *Vicia faba L.*, Mycorrhiza, improvement.

# المقدمة

## مقدمة:

عرف الإنسان محاصيل الحبوب والبقول منذ عصور ما قبل التاريخ بحيث تعتبر المادة الغذائية الرئيسية في أغلب مناطق العالم، وتغطي جزء كبير من أراضيها الصالحة للزراعة وتلعب دورا أساسيا في القطاع الاقتصادي، ومن بين هذه المحاصيل نبات الفول الذي ينتمي إلى العائلة البقولية والذي يعتبر مصدرا مهما للبروتين لعدد كبير من سكان العالم (عثمان 1996) وله أهمية غذائية وعلفية وصناعية وزراعية (رقية وآخرون 1997). ويساعد الفول في المحافظة على خصوبة التربة كما يغني الأرض بعنصر الأزوت عند قلبه في التربة بفضل الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في جذوره.

إجتهد العلماء والباحثين لزيادة إنتاج نبات الفول وتطوير الزراعة العضوية والزراعة المستدامة والإكتفاء الذاتي البيولوجي للنظام البيئي بدلا من المدخلات الخارجية من أجل الحفاظ على خصوبة التربة. تعرف خصوبة التربة بأن لها القدرة على الإحتياجات الطبيعية من المواد المغذية وكمية المياه المتاحة على تغذية النبات، حيث تتأثر خصوبة التربة بأشكال إستخدام الأرض، حيث يلعب نشاط الفطريات الجذرية دورا مهما بشكل خاص في هذه الخصوبة وزيادة إنتاج وتعزيز نمو نبات الفول.

تعتبر الزراعة الموصوفة في قانون التوجه الزراعي الصادر في 4 يوليو 1980 على أنها زراعة لا تستخدم منتجات كيميائية إصطناعية فإن أنظمة المحاصيل الزراعية البيولوجية تسلط الضوء أكثر من التقليدية، على دور العمليات الطبيعية المتأصلة في التربة (الكيميائية و البيولوجية) لتوفير العناصر التي يمكن إستيعابها بواسطة المحصول الموجود ولمكافحة الأعشاب الضارة.

جاءت دراستنا لهذا الموضوع بهدف محاولة معرفة مدى تأثير وتحفيز الفطريات لنبات الفول في ظل ظروف زراعية مختلفة والتي تعتبر كأحد العوامل المهمة في تعزيز نمو نبات الفول أثناء مراحل نموه.

تمحورت مشكلة دراستنا بشكل حول بطئ نمو نبات الفول ومن هنا تطرح تساؤل رئيسي في هذه الدراسة وهو ما أثر المعالجة بالفطريات الجذرية على تعزيز نمو نبات الفول في التراب المعزز بالفوسفات المحلي ؟ حيث إن هذا التساؤل تتفرع منه أسئلة فرعية .

ما أثر المعالجة بالفطريات الجذرية على طول الجزء الهوائي لنبات الفول وعدد أوراقه وجذوره بالإضافة إلى تأثيرها على وزنه ؟

تتألف هذه الدراسة من جزئين : الجزء الأول دراسة نظرية والجزء الثاني دراسة تطبيقية.

## \* حيث تنقسم الدراسة النظرية إلى فصلين:

الفصل الأول يتعلق بدراسة عامة حول نبات الفول.

والفصل الثاني ينطوي حول دراسة الفطريات الجذرية المحسنة لنمو النبات.

\* أما الدراسة التطبيقية فتنقسم إلى فصلين:

\* الفصل الأول يتعلق بطرق ووسائل الدراسة المستعملة بإستعراض التجارب والاختبارات المنجزة.

\* الفصل الثاني فيقوم بعرض النتائج وتحليلها ومناقشتها.

وفي الأخير حوصلنا بحثنا في خلاصة عامة.

# الجزء النظري

الفصل الأول:  
عموميات حول  
نبات الفول

## I. النبذة التاريخية عن نبات الفول:

إكتشف الفول من طرف عالم النبات لينيس Linnaeus (سعد، 1994) يعد الفول من المحاصيل البقولية المهمة في القطر العربي بفضل قيمته الغذائية الكبيرة (العثمان والعساف، 2009) إضافة إلى غناء بذوره بالحديد والكالسيوم والفسفور (7ملغ ، 10ملغ ، 391 ملغ/100 غ) على التوالي (القشعم، 2015) .

## 1. تعريف العائلة البقولية:

العائلة البقولية (Iégumineuse) من النباتات الزهرية الراقية و تعرف محاصيل الخضر البقوليات باسم pulse crop و هي المحاصيل التي تزرع لأجل بدورها الجافة ( بوشامة وبوقزوح، 2014)،تضم العائلة البقولية عددا كبيرا من محاصيل الحقلية التي تنتشر زراعتها في المناطق الإستوائية (سعد ، 1994)، لقد إهتم الإنسان بزراعة المحاصيل البقولية منذ القدم، و ذكر(كيال؛ 1988) بأنه وجدت بقايا البازلاء في سويسرا تعود إلى 4500 قبل الميلاد، كما وجدت حبات الحمص في مناطق الشرق الأوسط منذ القدم.



الوثيقة 1: صورة لبعض البقوليات

2. تعريف نبات الفول *Vicia faba L*:

الفول من نباتات العائلة البقولية يعرف بالاسم العلمي *Vicia faba L* و الذي يعد مصدرا للبروتين حيث يعمل على تحسين خواص التربة وزيادة خصوبتها و ذلك لقدرته على تثبيت الأزوت الجوى بفضل العقد البكتيرية المتشكلة على جذوره.(العثمان و العساف ؛ 2009)،(سفينة ، 2016).



## الوثيقة 2: صورة توضح نبات الفول

## II. الموطن الأصلي لنبات الفول:

يعتبر الفول من المحاصيل البقولية الرئيسية الهامة يزرع زراعة مروية (عبود 2017 ) ، موطنه الأصلي آسيا الغربية و شمال إفريقيا (حداش، 2000) ، عرفته الصين منذ عام 2800 قبل الميلاد (ناوي و ملكي ؛ 2001)، وقد إنتشرت زراعته في أوروبا في كل من إيطاليا و فرنسا و إسبانيا من ثم تأهلت زراعته و إنتقلت من أوروبا إلى أمريكا الشمالية أين تطور هذا المحصول إلى محصول إقتصادي هام في الولايات المتحدة الأمريكية في السنوات الأخيرة كما عرف عند قدماء المصريين و قدماء الإغريق و الرومان.(حسن؛ 2002)

## 1. تصنيف نبات الفول في المملكة النباتية:

## الجدول 1: يصنف نبات الفول في المملكة النباتية

| Règne              | <i>Plantae</i>                |
|--------------------|-------------------------------|
| Embranchement      | <i>Spermaphytes</i>           |
| Sous-Embranchement | <i>Angiospermes</i>           |
| Classe             | <i>Dicotylédones</i>          |
| Sous-Classe        | <i>Dialypétales</i>           |
| Ordre              | <i>Rosales</i>                |
| Famille            | <i>Fabacées(Légumineuses)</i> |

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| Sous-Famille | <i>Papilionacées</i> |
| Genre        | <i>Vicia</i>         |
| Espèce       | <i>Vicia faba</i> L  |

وفقا ل (Dajoz, 2000)

## 2. مورفولوجيا الفول:

الفول نبات حولي يتشكل من مجموعة من مجموع خضري وآخر جذري كما يلي:

### 1.1. المجموع الجذري:

يوجد تحت سطح التربة ويتكون من جذر رئيسي يسمى بالجذر الابتدائي (المط، 1975)، يكون عادة سميك في أجزائه العليا ومتدرجا في السمك ويتفرع الجزء الابتدائي إلى جذور ثانوية وهي بذورها تتفرع إلى فروع أخرى جانبية (شفق و الذبابي 2008).

### 2.2. المجموع الخضري :

يوجد فوق سطح التربة يتكون من الساق والتي غالبا ما تكون قائمة ومتفرعة ويحمل فروع الساق الأوراق والأزهار، أما مكان اتصال الأوراق بالساق فيعرف بالعقد توجد في إبط الأوراق براعم قد تكون خضرية فتعطي بنموها أفرعا خضرية وقد تكون زهرية فتعطي بنموها أزهارا نورات.

حسب (صحراوي و باقة ، 2000) يتكون الفول مورفولوجيا من:

**1.2.2. الساق:** الساق بسيطة رباعية الزوايا إرتفاعها عموما من 0.8 سم إلى 1.20 سم (Chaux ، 1994 et Foury) وتتفرع إلى الأسفل من 3 إلى 6 أفرع فوق سطح التربة (بدران ، 2015) وهي جوفاء لوها أخضر يسود عند الجفاف (عابد وفتيتي، 2010).

**2.2.2. الأوراق:** الأوراق ريشية مركبة قليلة الوريقات بيضوية الشكل (السيد، 2009)، ولوها أخضر أو رمادي مزرق (Chaux et Foury، 1994)، للورقة أذيتان صغيرتان يوجد أسفلها غدد منتجة للرحيق (حمداش 2000) (حسن ، 2002)،

**3.2.2. النورة:** عبارة عن ساق صغيرة أو محور رئيسي يسمى شمراخ النورة يحمل من 2-9 أزهار، حسب (عمراني، 2005).

**4.2.2. الأزهار:** تحمل الأزهار في نورات إبطية من 2-9 أزهار، زهرة الفول خنثى وحيدة التناظر (عمراني، 2005)، محيطية كبيرة الحجم حيث يتراوح طولها بين 2-3 سم تحتوى على كأس ب 5 سبلات. يكون لون هذه الأزهار أبيض به بقع سوداء يحمل ساق الفول 50-80 زهرة مجموعة في نورات (Brink et 2006, Belay).

**5.2.2. الكأس:** يحتوي على 5 سبلات من الأسفل ومستقيمة (سعد، 1994).

**6.2.2. التويج:** به 5 بتلات منفصلة، أكبرها حجما الخلفية وتعرف بالقلم أما الجانبين تعرفان بالجناحين أما الأماميتين ملتحمتان إلتحاما خفيفا (بوعتروس، 2008).

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

**8.2.2. المتاع:** وهو عضو التأنث يتكون من كربة واحدة والتي تتكون من قلم منحني وميسم طويل يرتفع عن الأسدية (سعد، 1994) و(البومي وآخرون 2005).

**9.2.2. المبيض:** وهو الجزء المنتفخ في مركز الزهرة يتصل بالكربة والوحيدة من حجرة واحدة (منصور وآخرون، 2005) يحتوي بداخله على بويضات التي تترتب على جداره حسب (سعد، 1994) والبومي وآخرون، (2000).

**10.2.2. القصرة:** تحاط البذرة بغلاف يحمي الجنين ويسمى بالقصرة وهو ما يطرح عند أكل الفول المنبت أو الصلب، كما يشاهد على القصرة في البذور مواضع إتصال البذرة بالحبل السري الموصول للبويضة بالجدار الداخلي للثمرة نسيج المشيمة وهذا الموضع يبقى ظاهرا ويسمى بالسرة وهو ظاهر في بذور الفول بلون أسود مستطيل مذهب الطرفين على الجانب العرضي للبذرة ويأخذ طرفي هذه الفتحة التي مرت منها الأنبوبة للحافية في دورة البويضة (عزام، 1977).

**11.2.2. الريشة والجذير:** وهو الجزء الذي ينمو ويعطي الساق، كما هو أن الجذير وهو الجزء المخروطي المذهب المقابل للريشة ويعطي الجذير، أما بالنسبة لموضع كل من الريشة والجذير بالنسبة للفلقات فيكون بأشكال مختلفة (عمراني، 2002).

**12.2.2. باذرة الفول:** يستطيل الجذير عند الإنتاش مخترقا غلاف البذرة عند النقير (إدريس ، 2010) أما الريشة فهي تنمو حتى تصبح ساقا تنشأ من جوانبه براعم الأوراق بالتدرج، في أولى مراحل النمو السويقة بطيء أما السويقة الجنينية العلوية فإنها تنمو بنشاط وتستطيل بسرعة رافعة الريشة فوق سطح التربة وتبقى الفلقتان تحت سطح التربة ولهذا يعرف الإنبات تحت الأرضي (عمراني، 2002).

**13.2.2. الثمرة:** قرنية يتراوح طولها من 10 إلى 20 سم (بدر، 2006) ومتنوعة وتحتوي على عدد متغير من البذور (4-9) حسب الصنف (حمداش، 2000) القرون خضراء ويتحول إلى اللون الأسود عند النضج (بدران ، 2015) (chaux et foury, 1994).

هذا فيما يخص الوصف المورفولوجي ومن جانب آخر فإن نبات الفول ثنائي الصيغة الصبغية  $2n=12$  صبغي (wang et al, 2012)، وبما أن الزهرة ثنائية أي بها كل الأعضاء الذكرية والأنثوية فإن بها الإخصاب يحدث بصورة ذاتية أو تلقائية تقوم به السداة العاشرة التي تفوق الميسم من حيث الطول أو بواسطة الحشرات التي دخلت إلى الزهرة تتحرر حبوب الطلع وتصل إلى المبيض مروراً بالميسم والقلم ليتم الإخصاب بعد مغادرة الحشرة للزهرة (بوعتروس، 2008).

3. التوزيع الجغرافي لنبات الفول على المستوى المحلي والوطني والعالمي :  
1.3. على المستوى المحلي :

الجدول:2 مجموع الإحصاءات السنوية لزراعة الفول الأخضر في ولاية الوادي

| العام | الفول الأخضر       |                    |
|-------|--------------------|--------------------|
|       | المساحة (بالهكتار) | الإنتاج (بالقنطار) |
| 2008  | 187                | 12675              |
| 2009  | 220                | 15180              |
| 2010  | 178                | 12290              |
| 2011  | 206                | 18169              |
| 2012  | 173                | 14713              |
| 2013  | 196                | 15334              |
| 2014  | 200                | 16000              |
| 2015  | 180                | 16200              |
| 2016  | 390                | 31200              |
| 2017  | 380                | 30770              |

(مديرية المصالح الفلاحية الوادي ; 2017)

الجدول:3 يوضح مساحة وإنتاج الفول لولاية الوادي في فترة (2017- 2018)

| المنطقة       | المساحة المزروعة بالهكتار | كمية الإنتاج بالقنطار |
|---------------|---------------------------|-----------------------|
| الوادي        | 0                         | 0                     |
| الرباح        | 0.75                      | 60                    |
| البياضة       | 1.5                       | 120                   |
| النخلة        | 0.5                       | 40                    |
| غمرة          | 25                        | 2000                  |
| الرقبية       | 173                       | 13840                 |
| الحمراية      | 8                         | 640                   |
| تغزوت         | 15                        | 1275                  |
| حاسي خليفة    | 12                        | 480                   |
| الطالب العربي | 2                         | 140                   |

|               |            |                      |
|---------------|------------|----------------------|
| 70            | 1          | دوار الماء           |
| 340           | 5          | المقرن               |
| 5600          | 70         | بن قشة               |
| 850           | 10         | ورماس                |
| 630           | 3          | المغير               |
| 3570          | 17         | أم الطيور            |
| <b>33.499</b> | <b>395</b> | <b>مجموع الولاية</b> |

(مديرية المصالح الفلاحية بالوادي; 2018)

### 2.3. على المستوى الوطني:

الجدول 04: يوضح إنتاج الفول في بعض مناطق غرب الجزائر خلال موسم 2008-2009 و 2009-2010 و 2010-2011:

| الولاية    | حملة 2009-2008   |                       | حملة 2010-2009   |                       | حملة 2011-2010   |                       |
|------------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
|            | المساحة المزروعة | كمية الإنتاج بالقنطار | المساحة المزروعة | كمية الإنتاج بالقنطار | المساحة المزروعة | كمية الإنتاج بالقنطار |
| تلمسان     | 1799             | 47900                 | 1838             | 79600                 | 1711             | 78500                 |
| معسكر      | 1544             | 57400                 | 1511             | 68395                 | 1823             | 92085                 |
| عين تموشنت | 668              | 32112                 | 947              | 44939                 | 1196             | 148900                |
| غليزان     | 640              | 19200                 | 931              | 37240                 | 1365             | 54600                 |

(وزارة الزراعة و التنمية الريفية; 2008)

### 1.2.3. إنتاج الفول مقارنة بباقي البقوليات في الجزائر:

معطيات عن المساحة المزروعة لمختلف البقوليات في الجدول التالي:

الجدول 05: البقوليات الغذائية المزروعة في الجزائر: المساحة، الإنتاج و المردود سنة 2016

| المردود | الإنتاج | المساحة | المزروعات           |
|---------|---------|---------|---------------------|
| 1.12    | 44807.4 | 39977   | الفول Féve/féverole |
| 0.98    | 24903.3 | 25497   | حمص Pois chiche     |

|      |                |              |                                     |
|------|----------------|--------------|-------------------------------------|
| 0.98 | 11050.3        | 11213        | <b>Petites pois</b> بازلاء          |
| 0.78 | 4945.4         | 6330         | <b>Lentille</b> عدس                 |
| 0.79 | 1420.7         | 1788         | <b>Haricot-sec</b> الفاصوليا الجافة |
| 1    | 265.0          | 265          | <b>Gesse</b> بازلاء                 |
|      | <b>87392.2</b> | <b>85070</b> | الإجمالي                            |

(ITGC,2016)

### 3.3. على المستوى العالمي:

الجدول 06: يمثل الإنتاج العالمي للفول سنة 2009-2010

| الترتيب العالمي | الدولة                    | الإنتاج (بالقنطار) |
|-----------------|---------------------------|--------------------|
| 01              | الصين                     | 1650000            |
| 02              | إثيوبيا                   | 610845             |
| 03              | فرنسا                     | 438338             |
| 04              | مصر                       | 297620             |
| 05              | المغرب                    | 153040             |
| 06              | السودان                   | 192000             |
| 07              | المملكة العربية           | 100000             |
| 08              | إيطاليا                   | 97408              |
| 09              | تونس                      | 70210              |
| 10              | البيرو                    | 69634              |
| 11              | الجمهورية العربية السورية | 37782              |

(FAO,2010)

### 4. متطلبات زراعة الفول:

#### 1.4. الحرارة:

يحتاج نبات الفول لدرجات حرارة محصورة ما بين  $6^{\circ}\text{C}$  -  $30^{\circ}\text{C}$  درجة مئوية حيث يكون أكثر حساسية في الدرجات المنخفضة الأقل من  $4^{\circ}\text{C}$  درجة مئوية خاصة خلال مرحلة الإزهار و تكوين البذور(العثمان

والعساف، 2009) أما إذا تعدت الدرجة  $30^{\circ}C$  فإنها تؤدي إلى تساقط الأزهار. (كور و خورشيد؛ 2001).

#### 2.4. الإضاءة:

الفول من مجموعات نباتات النهار الطويل (شفق والذبابي، 2008)، و يؤثر الضوء على نموه الخضري والإزهار حيث يزيد نموها و بزيادة الفترة الضوئية. (العثمان والعساف، 2009) (Gilles et Gimeno، 2009).

#### 3.4. الرطوبة

تحتاج بذور الفول لكمية كبيرة من الماء تقدر ب (110-120 %) من وزنها الجاف حيث تنفتح و تنبت، و بعدها تزداد الإحتياجات المائية في مرحلة الإزهار و عقد الثمار، لكن الباقلاء حساسة جدا للرطوبة المفرطة مما يؤدي إلى إتجاه النبات إلى النمو الخضري و قلة المحصول، كما إن نقصها يسبب انخفاض مهم في المردود كما و نوعا حسب (Pesson et Louveaux, 1984)، (soudi, 2013).

#### 4.4. التربة:

باستثناء التربة الرملية فإن أي تربة تلائم نمو الفول، لكنه يعطي محصولا جيدا في التربة الطينية الثقيلة الغنية بالمواد العضوية و جيدة الصرف و التي تحتفظ بصورة جيدة بالماء (البحر والداغستاني، 2003)، و تتميز بموضوعة متعادلة أو ضعيفة جدا، مع الإشارة إلى أنه لا يمكن زراعة الفول في نفس التربة إلا بعد مرور من 4-5 سنوات على الأقل حسب (بوعتروس، 2008)، (sadiki et Lazrak, 1998).

#### 5.4. التهوية:

حسب (فاخر و عبد الجبار، 1980) لابد من التهوية لأنها مهمة جدا بالنسبة للتربة و النبات سواء كانت عملية الزرع في الحقل أو داخل البيت البلاستيكي (سنجر و آخرون، 1996). إضافة إلى ما سبق ذكره هناك عوامل داخلية تخص بذرة الفول في حد ذاتها منها: سلامة البذور و خلوها من الأمراض، سن و حداثة البذور، و حجم البذور و سلامة الرشيم حسب (بوعتروس؛ 2008).

#### 5. دورة حياة نبات الفول:

يمر نبات الفول بمرحلة موسمية تبدأ من الزراعة إلى الحصاد و يمكن توضيحها كما يلي:

#### 1.5. مرحلة الإنبات :

هي مرحلة فزيولوجية التي تعبر عن الانتقال من حالة السكون إلى حالة النشاط و الحياة لتعطي بادرة صغيرة (Anazala, 2006)، و عملية الإنبات هي آلية فزيولوجية تؤدي لتفعيل الجنين قبل الإنبات إذا الإنبات هو قدرة البذور على إعطاء بادرة و إستئناف نمو الجنين بعد السكون و تعتبر حادثة مهمة للتطور المبكر (Holdsonth, 2008). و تعد مرحلة حساسة جدا في دورة حياة النبات إنطلاقا من ظهور الجذير إلى أن يعطي نبات جديد (Mnnus, 2008).

يتم إنبات بذرة الفول عند درجة حرارة  $4^{\circ}\text{C}$  فما فوق و ذلك من اليوم الثامن إلى اليوم الثاني عشر بعد الزرع تحت الظروف الطبيعية. (الخليفة و العثمان; 2001)، و يتطلب إنبات البذور توفر ثلاث عوامل:

- ✓ يجب أن تكون البذرة حية، بمعنى أن تكون الجنين حي و له القدرة على الإنبات.
- ✓ خروج البذرة من مرحلة السكون.
- ✓ توفر الظروف البيئية الضرورية للإنبات و منها الماء و درجة الحرارة و الأكسجين و أحيانا الضوء. (علي; 2015)

- تعريف سكون البذرة: السكون هو ظاهرة فسيولوجية و تعتبر مرحلة خمول البذرة الناضجة و دخولها في
- مرحلة لا تنمو حتى لو وضعت تحت ظروف الملائمة (Srivastava, 2002). و قد بين (Hilal, 2004) أنه يوجد أصناف من البذور لا تدخل في السكون إلا في الظروف الملائمة.

## 2.5. مرحلة إمتصاص الماء:

تقوم البذور الجافة في المرحلة الأولى بإمتصاص الماء عبر الفتحات الطبيعية لغللاف البذور مما يزيد محتواها الرطوبي، و ينتقل في جميع أنحاء الأنسجة هذا ما يحدث إنتفاخها و يزداد حجمها و يلي الانتفاخ تمزق هذه الأغلفة (Nivot, 2005)، و يكون مصحوبا ببداية النشاط الإنزيمي و تنتهي هذه المرحلة باختراق الجذير الأغلفة نتيجة لنشاط الخلايا (Gimeno, 2009).

## 1.2.5. مرحلة الهضم للمواد الغذائية:

في هذه المرحلة تتحول المواد الغذائية المعقدة إلى مواد بسيطة يسهل على الجنين إستغلالها في النمو و التطور و تتدخل في هذه المرحلة إنزيمات مساعدة لهضم الغذاء المخزن داخل السويداء أو الفلقتين مما يزيد حجم الجنين و نشاطه. (شحات; 2000).

## 2.2.5. مرحلة النمو و التطور:

في هذه المرحلة تنمو البادرة الصغيرة نتيجة الإنقسام الخلوي للمرستيمات الابتدائية و الثانوية، و يشمل نشاط الغشاء الجنيني التفاعلات الأيضية و تحلل المائي وكذلك سلسلة الإشارات المرسولة من طرف الهرمونات المحفزة للنمو (Kar, 2007). و يظهر الجذير من قاعدة محور الجنين و يظهر الرويشة من الناحية العلوية لمحور الجنين.

## 3.5. مرحلة النمو:

تبدأ مرحلة النمو منذ ظهور البادرة فوق الأرض و تمتد مدة 55 و 65 يوما إلى تفتح آخر زهرة، وتنقسم فترة النمو إلى فترة نمو خضري و فترة نمو ثمري ولا يمكن فصل أحدهما عن الآخر (عابد و فتيتي; 2010).



الوثيقة 4 : توضح مرحلة النمو لنبات الفول



الوثيقة 5: صورة توضيحية لمرحلة الإزهار لنبات الفول

#### 4.5. مرحلة الإزهار:

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



الوثيقة 6: صورة توضح مرحلة الإثمار لنبات الفول

#### 5.5. مرحلة الإثمار

يبدأ من عقد أول زهرة حتى آخر ثمرة على النبات و تتراوح مدته بين 4-55 يوم و تتداخل مع فترة الإزهار و كذلك مع فترة النمو و لا يمكن فصلهم عن بعضهم البعض (البحر والداغستاني؛ 2003).



الوثيقة 7 : صورة توضح مرحلة النضج لنبات الفول

#### 6.5. مرحلة النضج:

تنحصر فترة النضج منذ تمام نضج أول ثمرة حتى إكمال نضج آخر ثمرة على النبات (كيال، 1988) و يبدأ هذا بظهور الإصفرار على النبات و تلك المدة تتراوح بين 45-60 يوما، يتداخل جزء منها مع فترة الإزهار و الجزء الثاني مع فترة الإثمار و الجزء الثالث يمتد حتى موعد الحصاد (الخليفة و العثمان؛ 2001).

### 6. القيمة الغذائية و الإقتصادية لنبات الفول:

#### 1.6. القيمة الغذائية:

يزرع الفول بغرض الحصول على بذوره الجافة التي تستعمل في التغذية (الحسيني؛ 2006) و التي تتميز بإرتفاع محتواها من العناصر الغذائية خاصة البروتين (حسن؛ 2002) حيث تصل نسبته في بذور الفول إلى نحو 30 % و نسبة الكربوهيدرات من 50-60 % لذلك يدخل الفول في تغذية الإنسان بصورة مختلفة (شفق والذبابي؛ 2008).

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

الجدول 07: يمثل العناصر الكيميائية المكونة لنبات الفول

| الكمية        | اسم المادة   |
|---------------|--------------|
| 9 ملم         | الماء        |
| 25 غ          | البروتين     |
| 1.5 غ         | الدهون       |
| 57 غ          | الكربوهيدرات |
| 4.5 غ         | الألياف      |
| 100 ملغ       | الكالسيوم    |
| 6 غ           | الحديد       |
| 50 وحدة دولية | فيتامين A    |
| 0.4 ملغ       | فيتامين B1   |
| 0.3 ملغ       | فيتامين B2   |
| 2.5 ملغ       | فيتامين PP   |

(TINDALL,1968)

## 2.6. الأهمية الاقتصادية:

يبرز الدور الاقتصادي الكبير لمحصول الفول من خلال قدرته على تثبيت الأزوت الجوي عن طريق البكتيريا العقدية (رقية و آخرون; 2008) (نزبه وحرنا ،2008) المتشكلة على جذوره و يساعد الفول في المحافظة على خصوبة التربة (كور وخورشيد ;2001) وإدخار كمية من البروتين في البذور و في جميع أجزاء النبات (رقية و آخرون ;2008).

و يساهم الفول في تحويل المركبات المعدنية صعبة الإنحلال إلى مركبات سهلة و خاصة المركبات الفسفورية و ذلك نتيجة لإفراز جذوره مواد تحلل هذه المركبات و تجعلها أكثر إتاحة للإمتصاص من قبل النبات و المحصول اللاحق في الدورة الزراعية (حياص و آخرون ; 2007).

✓ إضافة لما ذكرنا سابقا من الأهمية الاقتصادية و القيمة الغذائية لهذا النبات، فيمكن الإستفادة منه أيضا صناعيا من بروتيناته لقابليتها تشكيل مواد هلامية تعتمد خواصها على قيمة الPH، و درجة الحرارة و القوة الشاردية، كما يمكن إستخدامها لإنتاج المستحلبات و صناعة المواد اللاصقة، كما أن لقشرة الفول أهمية في صناعة العلف الحيواني (البحرة و الداغستاني;2003).

✓ كما يستعمله الفراعنة لعلاج آلام المفاصل، و تعتبر زهوره مفيدة لإدرار البول و تنشيط الهضم و تهدئة آلام الكليتين ، كما يفيد لب الفول الأخضر في معالجة مرض الكليتين و إتهاب الصفراء و المثانة (البحرة و الداغستاني; 2003).

## 7. أمراض و آفات الفول:

يعتبر الفول من البقوليات الغذائية أكثر حساسية للأمراض و الحشرات. و يصيب هذا المحصول ما يزيد عن 20 مرضا طفيليا نذكر منها ما يلي:

### الجدول 08: يوضح البعض من الأمراض التي تصيب الفول و طريقة مكافحتها،

| المكافحة                                                                                                                                                                                           | المرض                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| يمكن مقاومة المرض برش المحصول عند بداية الإصابة بالمطهرات الفطرية.                                                                                                                                 | <b>الصدأ: La Rouille</b> يصيب هذا المرض الأوراق خاصة، و تساعد درجة الحرارة العالية و الجو الرطب على ظهور المرض على شكل بثرات باهتة اللون تظهر في البداية على الورق ثم تمتد إلى الساق (السيد ، 2009 ) .                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                    | <b>الأمراض الفيروسية le Maladies virales</b> : و تنتشر الأمراض الفيروسية عن طريق البذور و التربة و الآلات الزراعية و الحشرات، و من أهم الأمراض الفيروسية التي تصيب الفول في الجزائر نذكر مرض فسيفساء الفول La mosaïque de la fève و يسببه الفيروس broadbeanmottle virus. |
| تعد المكافحة الكيماوية المبكرة ضرورية لوقف الإصابة. و يمكن مقاومة المرض بإتباع ما يلي:<br>- إتباع طرق الزراعة الملائمة.<br>- الرش بالمطهرات الفطرية قبل حدوث الإصابة.<br>- زراعة الأصناف المقاومة. | <b>التبقع البني ChocolatTache La</b> : يظهر أولا في الأوراق السفلى للنبات حيث يشكل بقعا بنية اللون صغيرة و مختلفة الحجم و الشكل و ذلك على احد سطحي الورقة أو كليهما (السيد، 2009).                                                                                       |
| يمكن مقاومة نبات الهالوك كثيرا من المحاصيل النباتية و البقولية منها بصفة خاصة مثل الفول العذب... (جهاد وآخرون ، 2011)،                                                                             | <b>الهالوك Orobanch</b> : الهالوك نبات طفيلي يهاجم كثيرا من المحاصيل النباتية و البقولية منها بصفة خاصة مثل الفول العذب... (جهاد وآخرون ، 2011)،                                                                                                                         |
| ينصح برش المبيد الحشري المناسب في مرحلة متأخرة من الإزهار في بداية مرحلة امتلاء القرون للتقليل من التلف و لتحقيق زيادة معنوية في الغلة.                                                            | <b>حشرة المن الأسود AphisFabae</b> : و هو من اخطر الحشرات التي تصيب محصول الفول و تعتبر مرحلة امتلاء القرون حرجة فيما يتعلق بالأضرار التي يلحقها المن بالفول (أحمد ، 2010 ) .                                                                                            |

# الفصل الثاني: الفطريات المعززة لنمو النبات

## I. علم الأحياء الدقيقة:

هو علم يدرس الكائنات الحية الدقيقة كما يغطي تخصصات متنوعة مثل الكيمياء الحيوية، علم الوراثة و التصنيف، و علم الجراثيم و علم الفطريات (Guezlane et al.,2016).

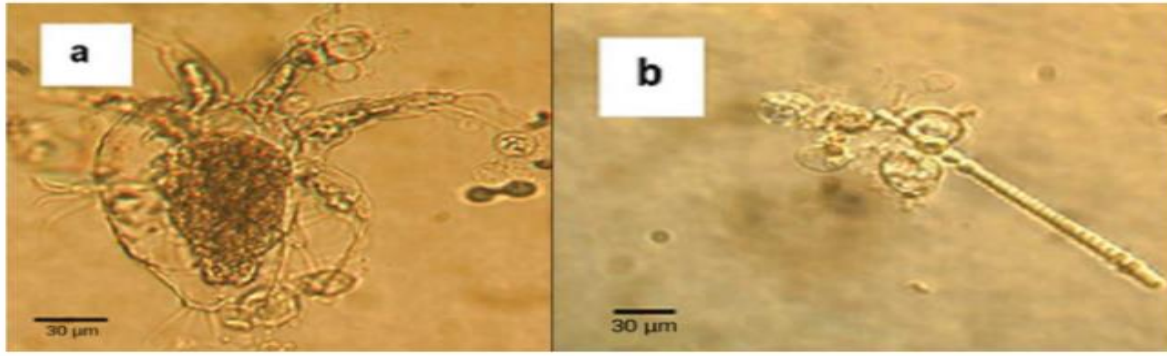
1. تعريف الكائنات الحية الدقيقة: مجموعة من الكائنات الحية الصغيرة لا ترى بالعين المجردة التي ينظر إليها بالمجهر، تعيش على هيئة مجموعات (Rybichi EP,1990)، وتسمى دراسة الكائنات الحية الدقيقة بعلم الأحياء الدقيقة، كان أنطون ليفنهورك أول من إكتشف الكائنات الحية في عام 1675 عن طريق مجهر قام بتصميمه. تتواجد الكائنات الدقيقة على نطاق واسع فهي تشمل الجراثيم، الفطريات، العتائق، الأوليات، النباتات الدقيقة (الطحالب الخضراء) (Tortora et al.,2010)، الفيروسات، الطفيليات الحيوانية متعددة الخلايا.

## 2. تعريف الفطريات:

هي مملكة من الكائنات الحية حقيقية النواة. و عبارة عن محلات أحادية الخلية أو متعددة الخلايا وهي كائنات غير ذاتية التغذية (لا تستطيع صنع غذائها)، تم التعرف عليها بعد إختراع المجهر في القرن السابع عشر (Schutyser,2003). جعل المجهر من الممكن التعرف على مجموعة كبيرة و متنوعة من الأنواع الفطرية التي تعيش على المادة العضوية الميتة أو الحية. الجزء المرئي من الفطريات بشكل عام هو الجسم الثمري بشكل كبير في Sporophores أو بوع. تختلف الحجم و الشكل و اللون و طول و العمر حسب نوع الفطر و حسب البيئة المتواجد فيها. تحتوي مملكة الفطريات على خمسة أنواع رئيسية تم إنشاؤها وفقا لطريقة التكاثر الجنسي أو باستخدام البيانات الجزيئية و هي:

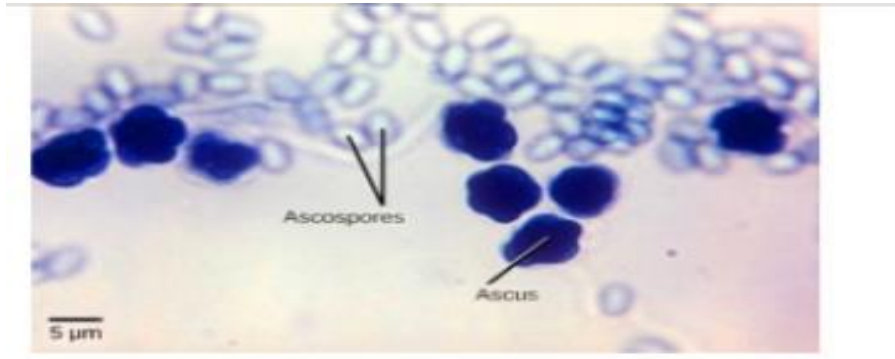
*Chytridiomycota . Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota*

1.2. الكيتريد *Chytridiomycota*: هي أبسط الفطريات، حيث أول ظهور لها كان منذ أكثر من 500 مليون سنة. تحتوي على الكينيتين في جدرانها الخلوية، معظم إلكيتريد وحيدة الخلية. عدد قليل منها تكون متعددة الخلايا والخيوط، التي ليس لها حواجز. تعيش عادة في بيئات مائية على الرغم من أن بعض الأنواع تعيش في الأرض، تشمل دورة التكاثر لها كلا من المراحل اللاجنسية أبواغ حيوانية والجنسية ثنائية الصبغة أو أحادية العدد (Adl, SM Simposion A.G.B,2005).



الوثيقة 8: صورة توضح فطر إكتريد

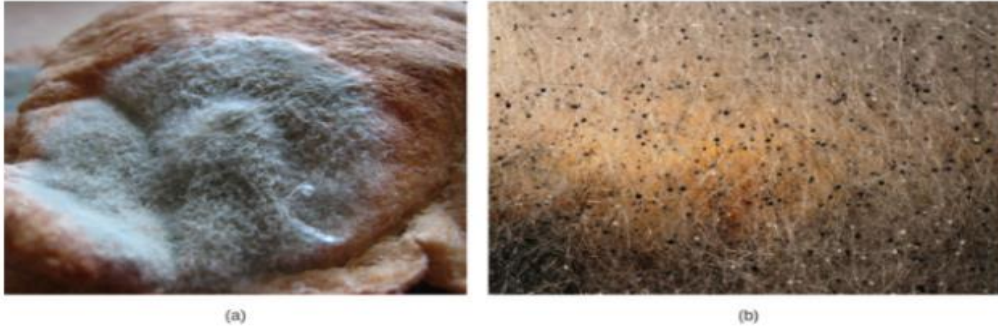
2.2. الفطريات المترافقة *Zygomycota*: هي مجموعة صغيرة نسبياً تنتمي إلى *Rhizopus*، معظم الأنواع تعيش على المواد العضوية المتحللة وهي وسيلة تخليق الهرمونات *Rhizopus* الستيرويد شبه الاصطناعية، تحتوي هذه الفطريات على خيوط تكون فيها النوى أحادية العدد عندما يكون الكائن الحي في المرحلة الخضرية. تتكاثر الفطريات عادة لا جنسياً عن طريق إنتاج الأبواغ، (Aime, Mclaughlin, M, Trome, MC, DJ, 2014).



الوثيقة 9: صورة توضح الفطريات المترافقة

3.2. كيس الفطريات *Ascomycota*: تنتمي غالبية الفطريات المعروفة إلى *Phylum* والتي تتميز بتكوين أسكوس، (جمع أسكي)، وهو هيكل يشبه الكيس يحتوي على أبواغ أسكوسية أحادية العدد، يلعب البعض دوراً مفيداً مثل الخمائر المستخدمة في الخبز والتخمير. تتطفل الفطريات الأخرى على النباتات والحيوانات، تستخدم على التوالي التكاثر اللاجنسي والجنسي.

التكاثر الجنسي متكرر وينطوي على إنتاج كونيدوفورات التي تطلق أبواغ كونيدوية أحادية الصيغة الصبغية. يبدأ التكاثر الجنسي بتطوير خيوط خاصة من أحد نوعي السلالات. أثناء التكاثر الجنسي يملا الآلاف من أسكي جسماً مثمرًا يسمى أسكارب. النواة ثنائية الصبغيات تؤدي إلى نواة أحادية الصيغة الصبغية عن طريق الإنقسام الاختزالي. يتم بعد ذلك إطلاق الأبواغ الأسكوية وتنب وتشكل خيوطاً تنتشر في البيئة وتبدأ فطريات جديدة (BarrDJS, 1992).



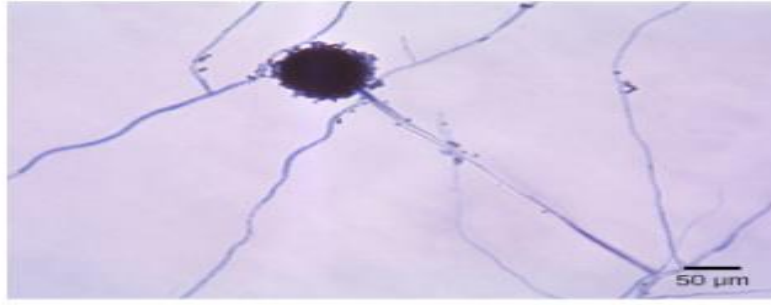
الوثيقة 10: صورة توضح الكيس الفطري

**4.2. نادي الفطريات *Basidiomycota*:** يمكن التعرف بسهولة على الفطريات تحت المجهر الضوئي من خلال أجسامها المثمرة على شكل مضرب، الخلية الطرفية المنتفخة من إحتواء القاعدية وهي الأعضاء التناسلية لهذه الفطريات، يشار أحيانا إلى القاعدية المنتجة للفطر بإسم الفطريات الخيشومية بسبب وجود هياكل تشبه الخياشيم على الجانب السفلي للغطاء. الخياشيم هي خيوط مضغوطة تتحمل عليها القاعدة. تتضمن دورة حياة الفطريات القاعدية تناوب الأجيال من خلال التكاثر الجنسي بدلا من التكاثر اللاجنسي. تحمل الباسيديوم على شكل مضرب الأبواغ القاعدية ،الباسيديوم تندمج نواتان من سلالتين مختلفتين من التزاوج مما يؤدي إلى ظهور Zygote ثنائية الصبغة يخضع للانقسام الاختزالي (Berbee, Stryllu Derrien C, 2017).

**5.2. جلوميروميكوتا *Glomeromycota*:** هي شعبة تم إنشاؤها حديثا وتضم حوالي 230 نوعا تعيش جميعها في إرتباط وثيق مع جذور الأشجار. تشير السجلات الأحفورية إلى أن الأشجار وجذورها المتكافلة لها تاريخ تطوري طويل. يبدو أن جميع أفراد هذه العائلة يشكلون الفطريات الشجرية ، تتفاعل الواصلة مع الخلايا الجذرية لتشكل إرتباطا مفيدا للطرفين حيث تزود النباتات بمصدر الكربون والطاقة في شكل كربوهيدرات للفطر ويمد الفطر المعادن الأساسية من التربة للنبات.

لا تتكاثر هذه الفطريات عن طريق الإتصال الجنسي ولا تعيش بدون جذور نباتية ، على الرغم من أن لديهم خيوط خلوية إلا أنهم لا يشكلون أبواغا ملقحة. يظهر تحليل الحمض النووي أن جميعها ربما تنحدر من سلف مشترك مما يجعلها سلالة أحادية النمط.

**6.2. الفطريات الناقصة *Deuteromycota*:** يتم تصنيف الفطريات غير الكاملة تلك التي لا تظهر مرحلة جنسية في شكل شعبة *Deuteromycota* هي مجموعة متعددة الخصائص حيث ترتبط العديد من الأنواع إرتباطا وثيقا بالكائنات الحية في الشعب الأخرى أكثر من بعضها البعض، يعيش معظم أفرادها على اليابسة مع إستثناءات قليلة للأحياء المائية. إنها تشكل فطريات مرئية ذات مظهر غامق وتعرف عموما بالعفن، إن تكاثر هذا النوع من الفطريات هو اللاجنسي تماما ويحدث غالبا عن طريق إنتاج الأبواغ المخروطية اللاجنسي قد تتحد بعض الخيوط وتشكل خيوط غير متجانسة (Queiroz K Ganthier J, 1992).



الوثيقة 11: صورة توضح الفطريات الناقصة

### 3. ومن خصائص الفطريات نذكر:

بعض الفطريات أحادية الخلية، والبعض الآخر متعدد الخلايا. تسمى الفطريات وحيدة الخلية بالخميرة. تتناوب بعض الفطريات بين الخميرة أحادية الخلية و الأشكال متعددة الخلايا اعتماداً على مرحلة دورة الحياة التي تكون فيها. تحتوي خلايا الفطريات على النواة وعضيات، مثل الخلايا النباتية و الحيوانية. و تحتوي جدران خلايا الفطريات على مادة الكيتين (وهي عبارة عن مادة صلبة) و لا تحتوي على السليلوز، و الذي عادة ما يشكل جدران الخلايا النباتية (Harley, 1978).

تحتوي الفطريات متعددة الخلايا على العديد من الخيوط (الواصلة)، و هي خيوط متفرعة لها شكل أنبوبي و تنقسم إلى حجرات Hyphae تشبه الخلايا بواسطة الجدران المعروفة باسم الحاجز. يمكن أن تحتوي هذه الخلايا على أكثر من نواة، و يمكن أن تتحرك النوى و العضيات الأخرى بينها (Masso, 1977)، (هناك بعض الجدل حول ما إذا كانت الفطريات متعددة الخلايا متعددة الخلايا حقاً، لأن العضيات و السيتوبلازم يمكن أن ينتقل من خلية إلى أخرى في عملية تسمى التدفق السيتوبلازمي. تعرف عادة باسم متعددة الخلايا، و لكنها ليست متعددة الخلايا بنفس طريقة النباتات و الحيوانات التي تحتوي على خلايا مغلقة (مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، 2017).

### 4. تعريف (الفطريات الجذرية) *Mycorrhizae*:

يعني الجذور "Rhiza" وفطر "Myco"، و يشير هذا المصطلح إلى الارتباط الوثيق و الطويل الأمد (أو التكافلي) بين النبات و الفطر الموجود في منطقة جذر النبات (الغلاف الجذور). لقد عرف العلماء عن هذه العلاقات الرائعة لأكثر من قرن من الزمان (Alesander, et al. 1989) بينما بدأ المهندسون الزراعيون و البستانيون في التعرف على الفطريات الجذرية فقط في العقود القليلة الماضية، و ذلك بفضل كتب مثل *Mycorrhizal Planet* و *Mycelium Running*، تم العثور على هذه الترتيبات التكافلية في حوالي 90% من جميع النباتات البرية، و قد طورت هذه العلاقة التكافلية على مدى مئات الملايين من السنين الماضية. تسبق هذه الفطريات تطور النباتات الأرضية، و كانت الشراكة مع الفطريات الجذرية هي التي سمحت للنباتات بالبدء في إستعمار الأراضي الجافة و خلق الحياة على الأرض كما نعرفها. من بين جميع الفطريات الجذرية، تعد

الفطريات الجذرية (AM) أكثر أنواع التكافل الأرضي إنتشارا ، و تشكل (*Glomeromycota*) علاقات مع 70-90 % من جميع أنواع النباتات البرية أهم فطريات جذرية (AM) لأغراض الزراعة. خلال تطور الفطريات (AM) فقدت قدرتها على تحليل مركبات الكربون، مما منعها من أن تصبح مسببات الأمراض للنبات المضيف، سمحت هذه السمة المثيرة للإهتمام للفطريات بتكوين علاقات مع النباتات داخل الخلية النباتية، مما أدى إلى تكافل حيث تعمل الفطريات على تحسين إمداد النبات بالمياه و المواد المغذية، مثل الفسفور و النيتروجين. في المقابل، يوفر المصنع (النبات) ما يصل إلى 20% من الكربون الثابت للفطريات، و من الناحية النظرية، يجب أن تسمح هذه المساهمة للنبات بنمو الجذور في عمق التربة، و إستعادة المزيد من العناصر الغذائية، و بالتالي السماح لها بالنمو بشكل أقوى و زيادة غلات المحاصيل (القرعاوي أ، عبد الله ع، هاشم أ ، 2014).



الوثيقة 12: صورة توضح الفطريات الجذرية (الميكورايزا)

#### 1.4. أنواع الفطريات الجذرية:

تشمل الفطريات الجذرية العديد من المجموعات الرئيسية في مملكة الفطريات، و قد تم تصنيفها في الماضي إلى مجموعتين بناءً على موضع الوصلة الفطرية بالنسبة إلى أنسجة جذور النباتات و هما *Endomycorrhizae* و *Ectomycorrhizae*

الجدول 09: يوضح أنواع الفطريات الجذرية

| الفطريات الخارجية <i>Ectomycorrhizae</i> (EMF)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | الفطريات الداخلية <i>Endomycorrhiza</i> (AMF)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>- نوع من أنواع الفطريات الجذرية وتسمى غالباً فطريات الإغماد.</p> <p>- تعيش على السطح الخارجي للنبات.</p> <p>- وجدت بشكل رئيسي بالاشتراك مع جذور الأشجار.</p> <p>- تكون علاقتها التكافلية متبادلة مع النباتات الخشبية مثل البلوط، الصفصاف، الصنوبر و خشب الزان...</p> <p>- قليلة الانتشار</p> <p>- تشكل كتلة سمكية حول جذور التغذية الدقيقة.</p> <p>- على الرغم من أن الجذور تتكاثر و تنفرع بطرق تبدو غير طبيعية، إلا أنها لا تتضرر، وفي الواقع تساعد الخيوط الفطرية.</p> <p>- ترسل الغمد الفطري فروعاً بين الخلايا السطحية للجذور من أجل تبادل العناصر الغذائية من التربة مقابل السكريات من التربة.</p> <p>- الفطريات المشاركة في هذه الرابطة الفطرية تنتمي إلى عائلات <i>Basidiomycota</i> و <i>Ascomycota</i> توجد في العديد من الأشجار في بيئات أكثر برودة على عكس أفراد عائلاتهم المتعفنة بالخشب، فإن هذه الفطريات غير مهيأة لتحلل السليلوز و المواد النباتية الأخرى؛ بدلا من ذلك، تستمد العناصر الغذائية السكريات من جذور عائلها النباتي الحي.</p> <p>مثال:</p> | <p>- نوع من بين أنواع الفطريات الجذرية وتسمى غالباً الفطريات الحويصلية الشجرية</p> <p>(Mo Y،wang,yang، 2016).</p> <p>- تخترق الخلايا النباتية (تعيش داخل النبات).</p> <p>- تشكيل خيوط داخل الجذور التي تنمو بين الخلايا الحية.</p> <p>- تمتد هذه الواصلة خارج الخلية لتشكيل شبكة واسعة تمتص الماء و المواد المغذية.</p> <p>- تشكل الخيوط أكياس تخزين صغيرة (حويصلات) بين الحين و الآخر.</p> <p>- تنفرغ الهياكل المتخصصة الدقيقة التي تسمى <i>arbuscules</i> تدخل الخلايا الحية لتبادل العناصر الغذائية.</p> <p>- الفطريات الجذرية المشقوقة هي الأكثر انتشاراً في التربة.</p> <p>- وجدت بشكل رئيسي بالاشتراك مع النباتات الوعائية.</p> <p>- الفطريات المتورطة (المشاركة) هي <i>Glomeromycota</i>.</p> <p><b><i>Arbuscular Mycorrhiza</i> (AMF):</b></p> <p>تعتبر الفطريات الشجرية أكثر أنواع الميكوريزا انتشاراً و هي معروفة جيداً بتقاربها العالي بشكل ملحوظ مع الفسفور و قدرتها على امتصاص العناصر الغذائية. إنها تشكل مواقع تبادل العناصر الغذائية مثل الفسفور و الكربون و الماء. الفطريات المشاركة في هذه الرابطة الفطرية هي أعضاء في عائلة <i>zygomycota</i> ويبدو أنها متكافلة ملزمة. بمعنى آخر، لا يمكن للفطريات أن تنمو في غياب مضيفها النباتي (U Hildebrandt، Janetta، Bothe H، Nawrath K، Reme B، Ouziad F، K، 2001).</p> <p>مثال:</p> |
|  <p>الوثيقة 14 : صورة توضح فطريات الأغماذ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <p>الوثيقة 13: صورة توضح الفطريات الشجرية</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

#### 2.4. توزع و إنتشار الفطريات في الطبيعة:

تنتشر الفطريات عموما في الطبيعة بشكل واسع، حيث يكون لها القدرة على النمو في مناطق بيئية مختلفة، سوى كانت برية أو مائية ، و تعيش الأخيرة في بيئات المياه العذبة أو البحرية. توجد أنواع المياه العذبة عادة في مياه نظيفة و باردة لأنها لا تتحمل درجات عالية من الملوحة. ومع ذلك، توجد بعض الأنواع في المياه قليلة الملوحة، و يزدهر عدد قليل منها في تيارات شديدة التلوث. توفر التربة الغنية بالمواد العضوية موطنًا مثاليًا لعدد كبير من الأنواع، تم العثور على عدد قليل فقط من الأنواع في المناطق الأكثر جفافًا أو في الموائل مع القليل من المواد العضوية أو المعدنية. حتى بدون التلقيح، يمكن العثور على الجراثيم في العديد من المواقع الصحراوية. إذا نمت النباتات المضيفة حيث توجد جراثيم من هذه الفطريات، فإن كلاهما يزدهر. قد تستمر الفطريات الجذرية في البقاء على قيد الحياة حتى بعد عدم وجود المضيف الأصلي (Rocio et al., 2010).

توجد الفطريات في جميع المناطق المعتدلة و الإستوائية في العالم حيث توجد رطوبة كافية لتمكينها من النمو. تعيش أنواع قليلة من الفطريات من المناطق القطب الشمالي و القطب الجنوبي، على الرغم من ندرة و جودها و غالبا ما توجد في حالة تكافل مع النبات أو الطحالب في شكل الأشنات أو البكتريا. تم تحديد ووصف حوالي 144000 نوع من الفطريات، لكن يقدر علماء الفطريات أنه قد يكون هناك ما بين 202 مليون و 3.8 مليون نوع.

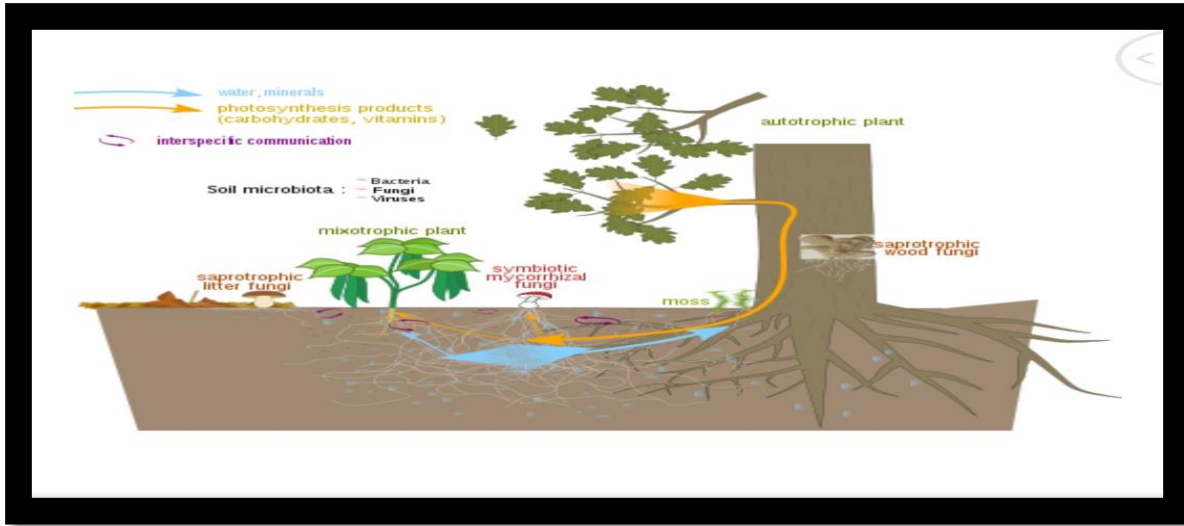
إذ تتكاثر العديد من الفطريات بشكل رئيسي عن طريق تكوين الأبواغ اللاجنسي (الكونيديا conidia أو الأبواغ الحافظة Sporangiospores)، و التي تنتقل عبر الهواء إلى مسافات طويلة مما يسمح لها بالبقاء في بيئات يمكن أن تكون مختلفة عن بيئاتها الأصلية. و بناء على هذا تكون لها القدرة على التأقلم السريع لأي بيئة خاصة تجدها نفسها فيها، لذلك فهي تنتشر في كل الأوساط سواء في التربة أو الهواء أو الماء.

#### 3.4. توزع الفطريات في التربة:

التربة: هي المنطقة الواقعة أسفل سطح الأرض و تتكون من معادن غير عضوية و مخلفات عضوية تعمل كروابط لقنوات و ثقب تحتوي على (الماء و الهواء. فجنود النباتات تتخلص من أنسجتها الخارجية و تفرز مواد عضوية خاصة الكربوهيدرات، الأحماض الأمينية، الفيتامينات، و الأحماض العضوية) كما يسقط النبات أوراقه و فروع الميته فوق التربة ( محمد ، 2003 )، يتأثر هيكلها بالمعايير الحيوية مثل الطبيعة النباتية و بنية التربة المحسنة لجذور النباتات عند جلب المادة العضوية للتربة التي تحترق مصفوفة التربة (التهوية) و الأنواع الميكروبية المكونة بالمثل على خصوبة التربة، و بالتالي قد تعدل درجة حموضة التربة ، هيكل و خصائص التربة الأخرى ذات الصلة. تقل أعداد الفطريات و تنوعها بصفة عامة كلما تعمقنا في التربة، حيث ينتج ذلك عن التغيرات الطبيعية و الكيميائية في صفات التربة. و يرتبط توزيع الفطريات في الطبيعة على وجود المادة العضوية، حيث تزداد في التنوع و العدد على المخلفات النباتية المتحللة في الطبقة العليا من التربة. بينما تقل في الطبقات السفلى يقل عدد و نوع الفطريات بدرجة كبيرة، و قد يرجع ذلك إلى قلة التهوية (علي ، 1998 ).

#### 4.4. منطقة التفاعلات الميكروبية (*Rhizosphere*):

هو المنطقة الرقيقة من التربة القريبة من جذور النباتات و تأوي قدرا كبيرا من الكائنات الحية الدقيقة و كذلك اللافقاريات. تتفاعل هذه الكائنات باستمرار مع بعضها البعض من أجل البقاء مما يؤدي إلى إنشاء روابط مختلفة (Anoua et al., 1997) مثل: التكافل، التطفل، التعايش و التنافس، وغيرها. يمكن للكائنات الحية التي تعيش في منطقة الجذور أن تؤثر بشكل كبير على نمو النباتات و تطورها و بالتالي تلعب دورا مهما في الحفاظ على النباتات.



#### الوثيقة 15: صورة توضح منطقة التفاعلات الميكروبية (*Rhizosphere*)

#### 5.4. العوامل المتحكمة في توزيع الفطريات:

تشير الدراسات الأخيرة إلى أن هناك العديد من العوامل المتحكمة في توزيع الفطريات في العالم (Sun Y, et al., 2009) لكن العامل الأساسي بالنسبة لأنواع الأكثر شيوعا هو المناخ، تؤكد هذه النتيجة على مدى عمق آثار تغير المناخ المستمر على كل من أداء النظام الإيكولوجي و سلامة الغذاء. على سبيل المثال، تظهر الفطريات الخارجية النافعة منافذ مناخية ضيقة مقارنة بمسببات الأمراض النباتية. و بالتالي يمكن أن تؤدي تأثيرات المناخ على توزيع الفطريات إلى تعطيل إنتاجية النبات بشكل خطير (Suryanarayana. T.S.kumaresan V. and Johnson J.A, 1998).

بالإضافة إلى المناخ، تم الإبلاغ مؤخرا عن تأثير المتغيرات التكوينية بالإضافة إلى سمات الغطاء النباتي على تكوين المجتمعات الفطرية. علاوة على ذلك، تم الإبلاغ عن التنوع الفطري للاستجابة لعوامل المناخ في الأراضي الجافة. يمكن أيضا أن تشكل خصائص التربة أو الغطاء النباتي و التنوع الفطري و تكوين المجتمع من خلال عوامل أخرى مثل قيود التشبث لبعض الأصناف، على الرغم من توثيق إنتشار الفطريات عبر القارات أن تأثير على توزيع و إنتشار الفطريات (Suryanarayanan T.S. Wittlinger S.K. and Faeth S.H, 2005).

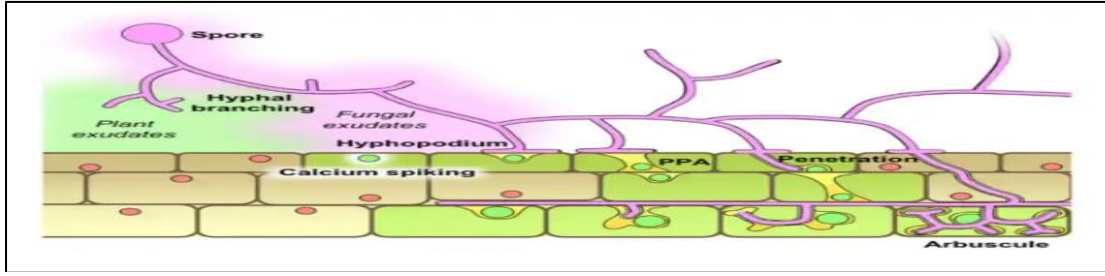
#### 6.4. نشاط الفطريات في التربة:

تعتبر الفطريات عنصراً هاماً من ضمن الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة (Barratt et al., 2003) خاصة في المناطق التي تعاني من نقص التربة في المياه و بعض العناصر الغذائية (و هي ظروف توجد في الصحراء). حتى في حالة وجود كمية كبيرة من المغذيات، فقد لا يسهل على النبات الوصول إليها (WaqasM, KhanAL, leeIJ, 2014) يسمح نظام الجذر الرئيسي بشكل كبير (أو الفطريات) للنبات بالحصول على رطوبة إضافية و مغذيات. هذا مهم بشكل خاص في إمتصاص الفسفور، و هو أحد العناصر الغذائية الرئيسية التي تحتاجها النباتات (Suryanarayanan T.S.Venkatesan G.and Murali T.S, 2003).

يمكن للنبات أن يستفيد من فائض السكريات الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي في مقابل زيادة الوصول إلى المياه و المغذيات و الحماية من مسببات الأمراض (مُجْد، 2003)، في بعض الحالات، يمكن للنباتات التي تقع بعيداً عن بعضها البعض تبادل العناصر الغذائية عبر الشبكة الفطرية التي تربطها تحت الأرض. في الغابات المعتدلة، تستفيد الأشجار الصغيرة من قدرة الأشجار الأكبر سناً و الأطول على الوصول إلى الضوء الشمس، لدرجة أن ما يصل إلى 40% من الكربون يمكن أن تأتي من عملية التمثيل الضوئي للكبار من جيرانهم عبر شبكة الخشب الفطرية الواسعة (Sesting KN.2008(Sestedt TRHobbs RJ).

عندما تكون الفطريات الجذرية موجودة، تكون النباتات أقل عرضة للإجهاد المائي. لا تساعد الخيوط الفطرية في جلب الماء و المغذيات إلى النبات فحسب، بل يمكنها أيضاً تخزينها لإستخدامها عندما يكون هطول الأمطار قليلاً و درجات الحرارة مرتفعة. عند إضافة مادة عضوية (سماد عضوي) لتحسين التربة، فإن الفطريات الجذرية مهمة في إتاحة مغذياتها. تعمل المادة العضوية المتبقية و الخيوط على تحسين بنية التربة. تشير الأبحاث الحديثة إلى أن الفطريات تساعد حتى في تكسير الصخور، مما يزيد من توفير العناصر الغذائية الأساسية في الداخل، مثل البوتاسيوم و الكالسيوم و الزنك و المغنيسيوم (WaqasM, KhanAL Lee IJ, 2014).

#### 7.4. إستعمار الجذور بواسطة الفطر:

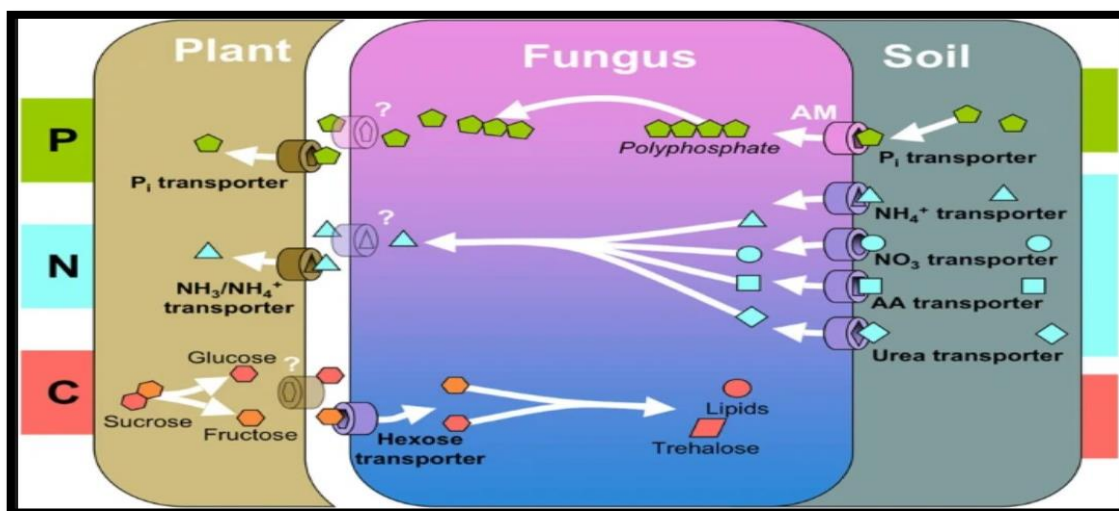


#### الوثيقة 16: رسم تخطيطي يوضح إستعمار الجذور بواسطة الفطريات

إن إدراك إفرازات النبات المنبعثة من جذر المضيف ، يؤدي إلى حدوث تفرع متكرر، مما يزيد احتمال الإتصال المباشر بين المتعايشين. في غضون ذلك ينظر الجذر إلى الإفرازات الفطرية حيث تؤدي إلى إرتفاع المشترك (SYM) الكالسيوم من خلال تنشيط مسار، يؤدي إلى نقل الإشارة إلى تنشيط الإستجابات الخلوية و النسخية (الخلايا الخضراء والنوى). يتبع التلامس بين النبات والفطر التصاق الهيوبوديوم على سطح الجذر. يؤدي هذا إلى تجمع عريض من السيتوبلازم (PPA)(أصفر) يسمى جهاز ماقبل الاختراق في خلية البشرة الملامسة والخلية القشرية الخارجية الكامنة. يتبع الإستعمار الفطري اللاحق من البشرة إلى (PPAs) داخل الخلايا بدقة طريق القشرة الداخلية. هنا يمكن أن تتطور الواسلة بين الخلايا على طول محور الجذر. ثم يتم نسخ في الخلايا القشرية الداخلية الملامسة (PPA) الية قبل دخول الفطريات وعلى نطاق اصغر المتفرعة. في نهاية المطاف تحتل شجيرة متفرعة للغاية معظم حجم الخلية، وتشكل سطحاً واسعاً لتبادل المغذيات(Suryanarayana T.S.and Kumaresan V,2000).

## 5. آليات تعزيز نمو النبات:

إن مسار تعزيز نمو النبات بواسطة الفطريات معقد يمكن غالباً أن يعزى إلى آلية واحدة. يمكن أن تكون الآليات المختلفة المعروفة بتعديل نمو النبات وتطوره إما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. يحدث تعزيز النمو المباشر عندما تسهل المواد التي تنتجها الفطريات أو المغذيات المتوفرة بها نمو النبات. من ناحية أخرى قمع مسببات الأمراض النباتية وتخفيف الضغط من الآليات الرئيسية غير المباشرة لتعزيز نمو النبات معين على نمو الفطريات المعززة لنمو النبات.



### الوثيقة 17: رسم تخطيطي يوضح آلية تعزيز نمو النبات

يتم التركيز على إنتقال الفسفور (P) في السطح والكربون (C) والنيتروجين (N) البيئي للتربة والفطر والنبات. يتم تناول الفسفور غير العضوي والأشكال المعدنية ( $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ) مثل (N) العضوية بواسطة ناقلات والأحماض الأمينية (AA) المتخصصة موجودة على الغشاء الفطري. الفطريات الخارجية من التحلل المائي (AM) الأخير في الفطريات يتم إستيراده من السطح الفوسفات المتعدد البيئي التكافلي إلى الخلايا النباتية من خلال ناقلات إنتقالية. تستورد ناقلات الهكسوز الكربون المشتق من النباتات إلى الفطريات ، بينما يتم تحديد البروتينات الناقلة التي تشارك في تصدير المغذيات من النبات أو الفطريات حتى الآن (Rajankar PN et al., 2007).

### 1.5. إذابة الفوسفات:

الفسفور هو ثاني أهم العناصر الغذائية التي تحد من نمو النبات وإنتاجيته. إنه مكون مهم للجزيئات الكبيرة الرئيسية في الخلايا الحية وبالتالي، فهو مطلوب لمجموعة واسعة من الوظائف اللازمة لبقاء الكائنات الحية ونموها على الرغم من وفرة الفسفور في التربة الزراعية إلا أن الغالبية تحدث في شكل غير قابل للذوبان (Bhattacharyya et Jha, 2012)، (Islam MT et al., 2012) ، يشكل الفسفور مركبات معقدة من خلال التفاعل مع الحديد أو الألمنيوم أو الكالسيوم غير قابل للذوبان في شكل قابل للذوبان تنتج

الفطريات إنزيمات قادرة على تذويب الفوسفات وإتاحتها للنبات مثل الفاييتيز والفوسفاتازات والأحماض العضوية والتي تحرر الفسفور من الفوسفات الغير قابل للذوبان (Smith SE, Jones MD, 2004). تمتلك الفطريات التي تعمل على إذابة الفوسفات القدرة على إذابة الفسفور خاصة في ظل ظروف التربة الحمضية مما يؤدي إلى تعزيز المحاصيل (Lowenfels J, Lewis W, 2006).

## 2.5. تحليل الركيزة التمعدن :

تتوسط الكائنات الحية الدقيقة في المقام الأول مسارات مغذيات التربة. يعد التمعدن الميكروبي للمغذيات من المواد العضوية أمراً بالغ الأهمية لنمو النبات (Hoyos-Carowth et al., 2009). تعزز بعض الهرمونات النباتية أوتذيب الفوسفات الثابت (Ruess L et al., 2004)، تتميز الفطريات بكفاءة إستيعاب ركيزة أفضل من أي ميكروبات أخرى وهي قادرة على تكسير المركبات العضوية المعقدة مثل اللجنين والأحماض الذبالية أو الفينولية وتحلل السيليلوز والنشاء (Lowenfels J, Lewis W, 2006).

## 3.5. إنتاج الهرمونات النباتية:

تشارك الهرمونات النباتية في العديد من أشكال التفاعلات بين النبات والميكروبات (Forche 2008). وهذه التفاعلات المفيدة للنباتات ناتجة عن الهرمونات النباتية التي تنتجها الفطريات هي الأكسانات والجبرلين والأكسين هو الأكثر أهمية ينظم دراسة العديد من جوانب نمو النبات (Contreras-Cornejo HA et al, 2009)، على وجه الخصوص مورفولوجيا الجذر عن طريق تثبيط إستطالة الجذر وزيادة إنتاج الجذر الجاني وتحفيز الجذور العرضية (Lowenfels J Lewis W, 2006) (Hamayun M, 2009).

## 4.5. قمع الكائنات الدقيقة الضارة بواسطة الفطريات المعززة لنمو النبات:

تتمثل الآلية الرئيسية غير المباشرة لتعزيز نمو النبات من خلال الفطريات من خلال أنشطتها كعوامل تحفيز للنبات بواسطة المكافحة الحيوية. وتمكينها من مقاومة مسببات الأمراض الضارة ونموها بشكل أفضل (Landis et al., 2004). تشمل الآليات بقمع نمو أو نشاط الفطريات من خلالها تقوم مسببات الأمراض الغازية في نباتات المحاصيل (Harveson RM et al, 2002)، المضادات الحيوية والتنافس على المغذيات والقضاء على التطفل الفطري والمقاومة الجهازية من أجناس متنوعة من الفطريات (Whipps JM, 2001). مما أدى إلى تحسين الوزن الجاف للنبات وتقليل معدل وفيات النبات وإنبات البذور والكتلة الحيوية للجذر والكتلة الحيوية الكلية وطول الجذر والطول الإجمالي (Tara Fdar et al., 1994).

## 5.5. إنتاج المركبات العضوية المتطايرة:

تتيح الكائنات الحية الدقيقة مخاليط مختلفة من مركبات الكربون في الحالة الغازية تسمى المركبات العضوية المتطايرة كجزء من عملية التمثيل الغذائي الطبيعي. أظهر التحليل المقارن للبيانات التجريبية أن المستقبلات المتطايرة تقدم مساهمة أكبر بكثير في التفاعلات الميكروبية من تلك الغير متطايرة (Kanchiswamy, 2015).

تكشف الدراسات الحديثة أن إنبعاث المركبات العضوية المتطايرة هو بالفعل خاصية شائعة لمجموعة واسعة من الفطريات تمارس المركبات العضوية المتطايرة التي تفرزها الفطريات تأثيرات تحفيزية على النبات مثل بروبانول والبوبتانول والكربوهيدرات المكونات الرئيسية التي تعزز نمو الشتلات (Naznin HA, 2014).

## 6. عمليات تكاثر الفطريات:

بعد فترة من النمو المكثف، تدخل الفطريات مرحلة التكاثر عن طريق تكوين وإطلاق كميات كبيرة من الأبواغ. عادة ما تكون الجراثيم عبارة عن خلايا مفردة يتم إنتاجها عن طريق تفتيت المقطورة. يمكن إنتاج الأبواغ إما بشكل مباشر بالطرق اللاجنسية أو بشكل غير مباشر عن طريق التكاثر الجنسي. يتضمن التكاثر الجنسي في الفطريات، كما هو الحال في الكائنات الحية الأخرى، اندماج نواتين يتم تجميعهما معا عندما تتحد خليتان جنسيتان (الأمشاج). يمكن تحقيق التكاثر اللاجنسي، بطرق مختلفة، و هو أبسط و أكثر مباشرة.

## 1.6. التكاثر اللاجنسي:

عادة في التكاثر اللاجنسي، ينتج عن فرد واحد نسخة جنينية مكررة من سلف دون مساهمة وراثية من فرد آخر. ربما تكون أبسط طريقة لتكاثر الفطريات هي تفتت جسم الفطر. مثل تكاثر الخميرة، و هي فطريات وحيدة الخلية، بطريقة بسيطة الانقسام الخلوي، أو الانشطار، حيث تخضع خلية واحدة لانقسام نووي و تنقسم إلى قسمين خلايا بنت بعد النمو، تنقسم هذه الخلايا، و في النهاية تتشكل مجموعة من الخلايا (Anderson JB, et al, 2007). في الفطريات الخيطية، قد تنقسم الفطريات إلى عدد من الخلايا، كل منها قادر على نمو إلى فرد جديد. في المختبر، تنتشر الفطريات بشكل شائع على طبقة من أجار (agar)، منتج شبيه بالجيلاتين مصنوع أساسا من الطحالب الحمراء) المغذيات الصلبة الملقحة إما بجراثيم أو بشظايا من الفطريات (مجيد نخيلان، 2007)، البراعم (Budding) و هي طريقة أخرى للتكاثر اللاجنسي، تحدث في معظم الخمائر و في بعض الفطريات الخيطية. في هذه العملية، يتطور البرعم على سطح خلية الخميرة أو الواصلة، السيتوبلازم في البرعم مستمر مع الخلية الأم. ثم تنقسم نواة الخلية الأم، تهاجر إحدى نوى الإنبات إلى البرعم، و تبقى الأخرى في الخلية الأم. الخلية الأم قادرة على إنتاج العديد من البراعم على سطحها عن طريق التوليف المستمر للسيتوبلازم و الانقسامات النووية المتكررة. بعد أن يتطور البرعم إلى نقطة معينة و حتى قبل أن يتم فصله عن الخلية الأم، يكون هو نفسه قادرا على التبرعم بنفس العملية، (Aanen D et al. 2016) بهذه الطريقة، يمكن إنتاج سلسلة من خلايا. في النهاية، تضغط البراعم الفردية على الخلية الأم و تصبح خلايا خميرة فردية. البراعم المقطوعة من خيوط الفطريات الخيطية تتصرف كجراثيم. أي أنها تنبت، كل منها يؤدي إلى تكوين هيكل يسمى الأنبوب الجرثومي، الذي يتطور إلى خيوط جديدة.

على الرغم من أن التجزئة و الانشطار و التبرعم هي طرق للتكاثر اللاجنسي في العديد من الفطريات، إلا أن الغالبية تتكاثر لا جنسيا عن طريق تكوين الأبواغ. غالبا ما يطلق على الجراثيم التي إنتاجها لا جنسي الميتوسبورات (mitospores) و يتم إنتاج هذه الجراثيم بعدة طرق (Beekman M et al, 2016).

## 2.6. التكاثر الجنسي:

يسمح التكاثر الجنسي، للفطر بالتكيف مع البيئات الجديدة. و هو مصدر مهم للتنوع الجيني، تعتبر عملية التكاثر الجنسي بين الفطريات فريدة من نوعها من نواحي كثيرة. بينما يتضمن الانقسام النووي في حقيقيات النوى الأخرى مثل الحيوانات و النباتات و الطلائعيات، انحلال و إعادة تكوين الغشاء النووي، في الفطريات يظل الغشاء النووي سليما طوال العملية، على الرغم من وجود فجوات في سلامته في بعض الأنواع. تصبح نواة الفطر مقروصة في منتصفها، و يتم تفكيك الكروموسومات ثنائية الصبغيات عن طريق ألياف المغزل المتكونة داخل النواة السليمة. العادة ما يتم الاحتفاظ بالنواة أيضا و تقسيمها بين الخلايا الأبناء

(Pontecorvo G Sermonti G, 1954).

يتكون التكاثر الجنسي في الفطريات من ثلاث مراحل متتالية: plasmogamy و karyogamy و meiosis ✓ Plasmogamy: هي حالة التكاثر الجنسي حيث تمر البروتوبلازما من خلال الإندماج و تأخذ الخلية إلى حالة أحادية الصيغة الصبغية.

✓ Karyogamy: عندما تمر النواة بعملية الإندماج تعرف هنا باسم karyogamy تدخل الخلايا الفطرية مرحلة حيث تلتقي مجموعتا الكروموسوم مع بعضها البعض، في هذه المرحلة، يطلق على الهيكل بأكمله إسم البيضة الملقحة.

✓ Meiosis: (الانقسام الاختزالي) يحدث الانقسام الاختزالي في الفطريات عندما تبدأ في تطوير الأبواغ. يتم تفكيك الكروموسومات ثنائية الصبغيات إلى خليتين إبتين، تحتوي كل منهما على مجموعة واحدة من الكروموسومات (أحادية الصيغة الصبغية). يجمع إثنين من البروتوبلاست (محتويات الخليتين)، نواتين فرديتين متوافقتين. في هذه المرحلة، يوجد نوعان نوويان في نفس الخلية، لكن النوى لم تلتحم بعد. ينتج إندماج هذه النوى الفردية و تشكيل karyogamy عن نواة ثنائية الصبغيات (أي نواة تحتوي على مجموعتين من الكروموسومات، واحدة من كل والد). تسمى الخلية باللاقحة (zygote). في معظم karyogamy المكونة من الفطريات، تكون البيضة الملقحة هي الخلية الوحيدة ثنائية النواة الصبغيات في دورة الحياة بأكملها. غالبا ما تكون الحالة ثنائية النواة التي تنتج عن تزاوج البلازما حالة بارزة في الفطريات و قد تطول على مدى عدة أجيال. عادة karyogamy في الفطريات السفلية، يتبع على الفور تقريبا. بمجرد حدوث plasmogamy الانقسام الاختزالي ( الانقسام الخلوي الذي يقلل من عدد الكروموسوم إلى مجموعة واحدة لكل خلية) يتبع بشكل عام و يعيد المرحلة الفردية. يتم دمج النوى أحادية الصبغة الناتجة عن الانقسام الاختزالي بشكل عام في جراثيم تسمى الأبواغ (Forche A J. Bennett RJ, 2008).

تستخدم الفطريات مجموعة متنوعة من الأساليب للجمع بين نواتين فرديتين متوافقتين ينتج البعض خلايا جنسية متخصصة (الأمشاج) التي يتم إطلاقها من أعضاء جنسية متباينة differentiated، في الفطريات الأخرى، يتلامس إثنان من المشيجين، و تنتقل النوى من الأمشاج الذكري إلى الأنثى، و بالتالي تفترض وظيفة الأمشاج.

في الفطريات الأخرى، قد تندمج الذرات المشيمية نفسها لتجمع نواتها معا. أخيرا لا تنتج بعض الفطريات الأكثر تقدما أي مشيج على الإطلاق، تتولى الوصلة الجسدية (الخضرية) الوظيفة الجنسية، وتتلامس، تندمج، و تتبادل النوى، الفطريات التي يحمل فيها فرد واحد كلا من الذكور و الإناث هي الفطريات الخنثوية. نادرا ما يتم إنتاج الجاميتانجيا من الجنسين من قبل أفراد منفصلين، أحدهم ذكر و الآخر أنثى. تسمى هذه الأنواع ثنائي المسكن. عادة ما تنتج الأنواع ثنائية المسكن أعضاء جنسية فقط في وجود فرد من الجنس الآخر. إن دورة حياة الفطريات معقدة للغاية بطبيعتها لأنها لا تتكاثر بطريقة واحدة، بل تعتمد على الجنسي و اللاجنسي على أساس الظروف البيئية. نظرا لطبيعته المميزة، يمكن للفطر البقاء على قيد الحياة في أي مكان (McManusBA Coleman DC,2014).

### 7. دور الفطريات:

تعتمد جميع النباتات في التربة تقريبا في تغذيتها على (ذبال العناصر الغذائية و الفوائد الأخرى مع الشبكة المعقدة من الكائنات الدقيقة في التربة و التي تعرف باسم ميكروبيوم التربة أو شبكة غذاء التربة). ضمن هذا النظام البيئي الغني تحت الأرض المكون من الديدان و الحشرات و البكتيريا و الطحالب و غيرها من الكائنات الحية المجهرية تلعب الفطريات دورين حاسمين: بعضها فريد من نوعه في قدرته على تحليل المواد الخشبية (الغنية باللجنين في حين أن البعض الآخر هي نظام نقل الغذاء للتربة (*mycorrhiza*) الذي يلعب دور مركزي في الزراعة الحديثة القائمة على العضوية و لحسن الحظ، تحتوي جذور النباتات على عدد كبير من الكائنات الحية الدقيقة المفيدة (Contreras-Cornejo HA، Lopez-Bucio J.2009).

الجدول 10: يلخص جملة من أدوار أساسية لفطريات التربة على عمليات فسيولوجية مختلفة في نباتات مضيفة مختلفة:

| التأثيرات المفيدة على الأنواع النباتية                   | استجابة بواسطة الفطريات                                  | نوع النبات                     | الأنواع الفطرية/ السلالة                                                             |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| تعبئة المغذيات                                           | تدهور (تحلل) العضوية الميتة                              | النباتات الميتة في التربة      | الفطريات AM (AM fungi)<br>Campbell A, (Hodage et al., 2001), Fitter AH, CD           |
| أزفاء الفسفور (phosphorus translocation)                 | تحلل الخشب                                               | خشب (wood)                     | Phanerochaete velutina<br>Domelly, Boddy L, (Wells M, DP, 1998)                      |
| تعبئة المغذيات (Nutrient mobilization)                   | تحلل الأوراق                                             | أوراق هيفياص (Leaves of Hevea) | Perisporiopsis lateritia<br>Gazis RO, 2010, (chaverri P)                             |
| دورة الكربون و النيتروجين                                | تحلل المواد العضوية                                      | صنوبر تايدا (Pinustaeda)       | الفطريات M (Hoorman JJ, 2011)                                                        |
| تحسين الحالة التغذوية                                    | نمو النبات                                               | Allium cepa                    | الفطريات Latr, M (Albrechtova J, Pokluda, Nedorost L, A Vosatka M, 2012), Posta K, R |
| تحسين الحالة التغذوية                                    | امتصاص المعادن                                           | Vigna unguiculata              | الفطريات (Yaseen AM, Hussaim F, 2011), Burni T, T                                    |
| حماية النبات                                             | تحلل المركبات الفينولية (phenolic compounds degradation) | أعلى أنواع نباتية              | الفطريات الخارجية (Ha TN, 2010)                                                      |
| تحسين حالة المياه المحتملة و زيادة معدل التمثيل الضوئي   | فسيولوجيا الثغور و علاقة الماء                           | الحاصلات الزراعية              | الفطريات الخارجية (Arnold Engelbrecht BMJ, 2007), AE                                 |
| إدارة المحاصيل                                           | المكافحة الحيوية                                         | الحاصلات المهمة زراعيا         | Trichoderma.sp (chalot Brun A, 1998), M                                              |
| زيادة إنتاج الكتلة الحيوية و زيادة تكوين الجذور الجانبية | Auxins dependent mechanism (آلية تعتمد على Auxins)       | Arabidopsis sp                 | Trichoderma.sp (Harman Mastouri F, 2010), G                                          |

AM= Arbuscular Mycorrhizal

### 1.7. دور الفطريات في مشكلة الملوحة:

يمكن إستخدام الفطريات لمساعدة النباتات على التغلب على الظروف البيئية القاسية مثل البيئات المالحة وقد تم العثور على العديد من الأنواع تعيش في الموائل المالحة (Shekoofe RE R,2012) (BalliuARewald,2015). هناك آليات مختلفة يمكن من خلالها أن تساعد النباتات في التغلب على الإجهاد الملحي (Aliasgharzadeh N Alizadeh A,2001) الفطريات على سبيل المثال يمكن أن تعزز إمتصاص النباتات لمغذيات التربة ويؤدي إلى زيادة تراكم الفسفور في ظل إجهاد الملوحة علاوة على ذلك يمكن أن تؤثر شوارد الكالسيوم والبوتاسيوم على التوازن الأيوني للنبات . (Asghari HR uiz-Lozano JM,2008). بالإضافة إلى أنها تحسن إنتاج الإنزيم المضاد للأكسدة وبالتالي حماية أغشية الخلايا من التلف كما يمكن أيضا تحسين إفراز أنواع مختلفة من الفطريات للهرمونات أحدها حمض الأبسيسيك)، (Ruiz-Lozano JM.Gonez M,1996) حيث يمكن لهذه الهرمونات أن تمكن النباتات من التغلب على العديد من الضغوطات البيئية. تسبب الملوحة الجفاف للنبات لذلك تساعد فطريات النباتات على زيادة إمتصاص الماء وزيادة مساحة سطح الجذور وبالتالي زيادة إمتصاص الماء من قبل النبات (JohansonNC،PFleger DL,1991).

### 8. تأثيرات الفطريات الجذرية:

#### 1.8. تأثيرها على التربة:

تهيمن الفطريات في التربة ذات درجة الحموضة المنخفضة أو التربة الحمضية القليلة حيث تميل التربة إلى أن تكون غير مضطربة. تحلل الفطريات المخلفات العضوية، يحصل النبات بشكل أساسي على الفوسفات والمعادن الأخرى مثل الزنك والنحاس من التربة، تحصل الفطريات على العناصر الغذائية مثل السكريات من جذر النبات تسمى هذه العلاقة المفيدة للطرفين بشبكة الفطريات. يمكن أن تنمو فطريات التربة في مجموعة واسعة من درجة الحموضة في التربة بسبب المنافسة الشديدة مع البكتيريا عند درجة الحموضة المحايدة. غالبية الفطريات هوائية وتفضل أن تنمو عند الرطوبة المثلى للتربة. مساهمة هذه الكائنات الحية في التحول الكيميائي الحيوي تحت الرطوبة الزائدة لا يكاد يذكر. إن منطقة الجذور هي منطقة مجاورة للأساس تهيمن عليها ميكروبات التربة حيثما تحدث العديد من المواد الكيميائية وطرق الكيمياء العضوية. تشكل فطريات التربة ما يصل إلى 10-30% من جذور التربة. قدرة الفطريات على إنتاج مجموعة من الإنزيمات خارج الخلية فهي قادرة على تكسير جميع أنواع المواد العضوية وتحلل مكونات التربة وبالتالي تنظيم توازن الكربون والمغذيات للحفاظ على صحة التربة. هذا يسمح للفطريات بسد الفجوات في التربة لنقل المغذيات لمسافات بعيدة.

## 2.8. تأثير الفطريات الجذرية على نمو النبات:

تظهر الفطريات سمات مفيدة يعد التحسن في الإنبات وحيوية الشتلات (Eldredge SD SL et al., 2016).

(Akhter Wet al., 2015)، ونمو الجذع و الأفرع (Khan AL, et al., 2011)، ونمو الجذور (Rabeendran (Hossain, 2014)، (Harman GE et al., 2004)، وكفاءة التمثيل الضوئي (Zhang, NS. 2016) (et al., 2000) والإزهار والمحصول (Chang TC et al., 1986)، (Hammad R et al., 2019) من أكثر التأثيرات شيوعاً.

## 9. الأهمية العالمية للفطريات الجذرية:

تحتاج جميع النباتات إلى الفوسفات لتنمو. في معظم أنواع التربة تجد صعوبة في الحصول على ما يكفي من الفوسفات. تساعد الفطريات الجذرية النبات على إمتصاص الفوسفات من التربة. يتم تطبيق الفوسفات على المحاصيل وفي معظم الأماكن تكون غلة المحاصيل عالية بما يكفي بدون إضافة الأسمدة الفوسفاتية. الفوسفات هو مورد محدود ولأسباب عديدة أصبحت إحتياجات الفوسفات التي تعتبر بالغة الأهمية لإطعام سكان العالم منخفضة للغاية. بسبب النمو السكاني السريع والطلب المتزايد على الغذاء هناك طلب متزايد على الأسمدة الفوسفاتية. الأكثر فاعلية طاقة للإنتاج مما يعني أن أسعارها مرتبطة بتغير أسعار النفط مما يتسبب في عدم إستقرار أسعار المواد الغذائية. نظراً لأن الفطريات الجذرية تساعد النباتات في الحصول على الفوسفات فيمكن إستخدامها لمساعدة النباتات في الحصول على ما يكفي من الفوسفات والسماح لنا بإستخدام كميات أقل من الأسمدة الفوسفاتية (Mark C Brundrett, June, 2017).

## 10. فوائد الفطريات الجذرية (*Mychorrizae*):

تسمح الفطريات الجذرية للنباتات بسحب المزيد من العناصر الغذائية و المياه من التربة، كما أنها تزيد من تحمل النبات للضغوط البيئية المختلفة. علاوة على ذلك، تلعب هذه الفطريات دوراً رئيسياً في عملية تراكم التربة و تحفيز النشاط الميكروبي (Allen M.F, 1991). وفقاً لأنواع النباتات و الممارسات و الظروف المتنامية، توفر الفطريات الجذرية فوائد مختلفة للنباتات و البيئة:

- إنتاج نباتات أكثر قوة وصحة.
- زيادة توطيد النبات و البقاء على قيد الحياة عند البذر أو الزرع.
- زيادة الغلة وجودة المحاصيل.
- تحسين إمتصاص المياه. مما يؤدي إلى زيادة مقاومة الجفاف و تقليل كميات الري.
- تعزيز الإزهار والإثمار.
- تحسين إستخدام الأسمدة وخاصة الفسفور.
- يقلل من الحاجة لمداخلات الأسمدة (و التكاليف المرتبطة بها).

- تعزيز المرونة في مواجهة الإجهاد و الحرارة و التغيرات البيئية الأخرى.
- تقليل حدوث المرض.
- المساهمة في الحفاظ على جودة التربة وتدوير المغذيات.
- المساهمة في السيطرة على إنجراف التربة.

### 11. النباتات التي تستفيد من الفطريات الجذرية (*Mychorizae*):

تستفيد جميع أنواع النباتات تقريبا من إرتباطات المايكوريزا. تعد قدرة المايكوريزا على جعل الفسفور أكثر توفرا بيولوجيا ذات قيمة خاصة لإزهار و إثمار المحاصيل البستانية مثل الطماطم و الفلفل و الكوسة و الخيار و الباذنجان و الفاصوليا و القنب و التوت و أشجار الفاكهة و المزيد. سيساعد أيضا زهور الزينة و الشجيرات على الإزدهار، بما في ذلك النباتات الحولية و المعمرة. بالإضافة إلى الزهور و الفاكهة، عززت الفطريات الجذرية نمو أكثر قوة في الأعشاب، الخس، البطاطا، الجزر، الثوم، و البصل أيضا.

تعتبر عائلة نبات البراسيكا من بين عدد قليل من النباتات التي لا تشكل روابط فطرية. و هذا يعني أن البروكلي أو الملفوف أو اللفت أو الفجل لن يستفيد من الفطريات الجذرية و لكنه أيضا لن يضرها (MathurNand A Vyas,2000)

### 12. زيادة الفطريات الجذرية في التربة:

تعد زيادة الفطريات الجذرية في التربة موضوعا مهما للعديد من البستانيين. وذلك نظرا لكون الفطريات فعالة للغاية في إمتصاص العناصر الغذائية و المياه من التربة و الفوائد التي توفرها لرفاهية النباتات. تستخدم معظم نباتات الحدائق الفطريات الجذرية (باستثناء عائلة البراسيكا).

إن تعزيز الفطريات الجذرية في التربة يتعلق بتجنب ممارسات معينة بقدر ما يتعلق بإتخاذ إجراءات. إن توفير الكثير من الفسفور بالمادة غير العضوية في سنوات تكوينها ينتج عن ذلك عدم قيامهم بتطوير علاقة فعلية مع الفطريات. يمكن قول الشيء نفسه عن مبيدات الآفات. على الرغم من أن الفطريات الجذرية تتسم بالمرونة، إلا أن معظم المبيدات الحشرية ستؤدي إلى تأكلها بمرور الوقت، لذا يجب تجنب إستخدامها إن أمكن. بعض الإجراءات أو الأساليب نذكر منها:

- **التنوع في الحديقة و التربة:** تعد إحدى أسهل الطرق لزيادة الفطريات الجذرية في التربة في ضمان وجود مجموعة متنوعة من النباتات في حديقتك. و هذا مفيد للفطريات لأنها تحب أن تكون بصحبة ميكروبات أخرى مثل البكتيريا مما يفيدھا في التربة. تعمل الفطريات الجذرية عن طريق مد خيوط إلى التربة و تجميع المياه و المغذيات من النباتات قبل نقلها مرة أخرى إلى الجذور. في المقابل، تحصل الفطريات على الطعام و المأوى من النبات، لذلك فمن المنطقي أنه كلما زاد عدد النباتات، زاد نمو الفطريات أيضا.

- **التناوب في المحاصيل:** يعد تناوب المحاصيل طريقة فعالة لمساعدة الفطريات، يجب تجنب بعض المحاصيل لأنها في الواقع ستثبط الفطريات الفطرية. و تشمل هذه الحنطة السوداء، علف، الفجل ... و غيرها

PM (Hart MM. Baumecker (Antunes, A. Lehmann, 2012).

### 13. مساهمة الفطريات الجذرية في مكافحة تغير المناخ:

بينما يتم تحديد هيمنة الفطريات الجذرية على عدة مستويات، مثل نظام الجذر وقطع الغابة، والمنطقة الإحيائية، تؤكد هذه الدراسة على أهمية النظر في تأثير الفطريات الجذرية على العمليات البيئية على مستوى قطعة الأرض الحجرية في هذا المقياس، أظهرت الدراسة أن التعايش بين إستراتيجيات الفطريات الجذرية يمكن أن يعزز التنوع النباتي، وأشار الباحثون أنه في بعض الأحيان يتجاهل علماء الأحياء الغابات التي تحتوي على مزيج من إستراتيجيات الفطريات الجذرية لأنها تعتبر أقل وفرة. ومع ذلك فقد أظهرت دراستنا أن هذا ليس هو الحال دائما وأن هذه الأنواع المختلطة، في الواقع يمكن أن تشكل جزءا كبيرا من غابات العالم.

قد تمثل هذه الغابات وسيلة حاسمة لبحوث الغابات وإدارتها التي تستهدف خدمات أكبر للنظم الإيكولوجية. تعد مكافحة تغير المناخ والتكيف معه مثالا جيدا للخدمات التي يمكن أن يوفرها النظام البيئي، لأن الغابة المزدهرة ذات التنوع الكبير للأشجار تشكل خزاناً موثوقاً للمناخ والتوازن (Bennett, and chussen A. EAT, 2020).

### 15. أهمية شبكات الفطريات الجذرية للتيسير في النظم البيئية:

تقريبا جميع النباتات منخرطة في علاقات تكافلية مع الفطريات الجذرية. يمكن أن تعزز فطريات التربة نمو النبات عن طريق توفير العناصر الغذائية المحدودة لجذور النبات مقابل إستيعاب النبات (Bibr KJW and Durall S Simard D. M, 2015).

العديد من الفطريات الجذرية ليست مضيعة محدودة ويمكن لفرد واحد من الفطريات أن يستعمر ويربط عددا كبيرا من النباتات. إن وجود ما يسمى بشبكة الفطريات الجذرية يعني أن الفطريات لديها القدرة على تسهيل نمو النباتات وتوزيع الموارد بين النباتات بغض النظر عن حجمها أو حالتها أو هويتها (Binghaun M. A and Simard S. W, 2011).

الفطريات الجذرية تلعب دورا رئيسيا في المجتمعات النباتية من خلال تسهيل إنشاء الشتلات والتأثير عليها، عن طريق تغيير التفاعلات بين النبات والنبات وعن طريق توفير العناصر الغذائية وإعادة تدويرها.

### 15. تهيئة الظروف المثلى للتربة حتى تزدهر الفطريات:

تجنب إستخدام الأسمدة المركزة (NPK): يضر الفسفور (P) في (NPK) الفطريات الجذرية. إتبع هذه القاعدة العامة، يجب أن تكون الأسمدة العضوية اقل من 5% من النيتروجين (N) ولا تحتوي على الفسفور (P). تجنب استخدام مبيدات الفطريات ومبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب واسعة النطاق: بعض أنواع هذه المنتجات آمنة الاستخدام، لكن معظمها يقتل الفطريات ويستنزف التربة.

# الجزء التطبيقى

# الفصل الأول:

## الطرق والأدوات المستعملة

## 1. المواد و طرق الدراسة:

1.1. الهدف من الدراسة: تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى تأثير نفع سقي نبات الفول بالفطريات الجذرية

على تحسين نمو نبات الفول. تم زرع نبات الفول في منطقة وادي ريغ

2.1. موقع إجراء الدراسة: تم إجراء هذه الدراسة (الزراعة) في منطقة وادي ريغ، وذلك خلال الموسم الدراسي 2021-2022.

## 3.1. المواد والأجهزة المستعملة:

الجدول 11: يصنف المواد والأجهزة المستعملة

| المادة النباتية                | المواد والمحاليل                                     | الأدوات         | الأجهزة        |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| (متوسط<br>أوراق)<br>نبات الفول | 1- معلق الفطريات                                     | 14- قارورات ماء | 15- ميزان      |
|                                | 2- الفسفور                                           | فارغة (1.5 لتر) | 16- حمام مائي  |
|                                | 3- ماء للسقي                                         | - ملعقة         | 17- جهاز       |
|                                | 4- أسيتون                                            | - دلو           | سبيكتروفوتومتر |
|                                | 5- الإيثانول 40%                                     | - مسطرة         | 18- ثلاجة      |
|                                | 6- الإيثانول 80%                                     | - مقص           | 19-            |
|                                | 7- حمض<br>الأسيتيك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )      | - ورق الألمنيوم |                |
|                                | 8- نينهيدرين<br>( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$ ) | - شريط لاصق     |                |
|                                | 9- الماء المقطر                                      | - أنابيب اختبار |                |
|                                | 10- ماء الحنفية بارد                                 | - بيبات         |                |
|                                | 11- التولوين                                         | - ميكرو بيبات   |                |
|                                | 12- انثر و ن                                         |                 |                |
|                                | 13- حمض<br>الكبريتيك<br>( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  |                 |                |

## 2. طرق الدراسة:

### 1.2. تحضير التجربة:

#### التجربة 1:

أخذنا 80 أصيص بعلو (25سم) وبقطر (8سم) تحمل كل معايير الزراعة (ثقوب من الأسفل لصرف الماء وتهوية النبات، ثم ملأت بالتربة المحضرة حيث أن التربة المستعملة تربة رملية أخذت من غابة على مستوى المنطقة، حيث قسمت أيضا حسب معايير وشروط مختلفة من الزراعة، وملأت جيدا بالتربة حتى يتسنى للنبات مواصلة العيش والنماء إلى آخر مرحلة من مراحل حياته.

### 2.2. تنفيذ التجربة:

خلال شهر نوفمبر 2021 في منطقة وادي ريغ ببلدية جامعة في المنزل قمنا بإحضار 80 أصيص بلاستيكية قمنا بزراعتها وفق لمعايير وشروط تم تقسيمها إلى أربعة مجموعات ووضعت في فناء المنزل، حيث أن هذه المنطقة ذات شروط مناخية قاسية من درجة حرارة ورياح وندرة هطول الأمطار، وأجريت باقي الإختبارات و التجارب في مخبر داخل كلية علوم الطبيعة و الحياة بجامعة حمه لخضر بولاية الوادي .

كالتالي:

المجموعة A: 20 أصيص تحتوي على تراب فقط ثم وضعت بذور الفول.

المجموعة B: 20 أصيص تحتوي على 4/5 تراب + 1/5 فوسفات ثم وضعت بذور الفول.

المجموعة C: 20 أصيص تحتوي على 3/5 تراب + 1/5 فوسفات + 1/5 غبار معقم ثم وضعت بذور الفول.

المجموعة D: 20 أصيص تحتوي على 3/5 تراب + 1/5 فوسفات + 1/5 غبار غير معقم ثم وضعت بذور الفول.

### 3.2. توزيع وحدات التجربة:

|    |   |    |   |    |   |    |   |
|----|---|----|---|----|---|----|---|
| Δn | Δ | Rn | R | cn | c | nn | n |
| A0 | ^ | B0 | B | C0 | C | D0 | D |
| Δn | A | Rn | R | cn | c | nn | n |
| Δn | A | Rn | R | cn | c | nn | n |
| Δn | A | Rn | R | cn | c | nn | n |
| A0 | A | B0 | B | C0 | C | D0 | D |
| A0 | ^ | Rn | B | C0 | C | nn | n |
| Δn | A | Rn | B | cn | c | nn | D |

|    |   |    |   |    |   |    |   |
|----|---|----|---|----|---|----|---|
| A0 | A | B0 | B | C0 | C | D0 | D |
| A0 | A | B0 | B | C0 | C | D0 | D |

المخطط: يوضح ترتيب أصص المجموعات.

المجموعات:

- A (تراب فقط) ← 
- B (تراب وفوسفات) ← 
- C (تراب محسن بالفوسفات والسماذ العضوي المعقم) ← 
- D (تراب محسن بالفوسفات والسماذ العضوي الغير معقم) ← 

العينات

- المعالجة بمعلق الفطريات ← 
- الشاهدة ← A0، B0، C0، D0

4. تحضير معلق الفطريات:

من أجل معالجة نبات الفول في شروط زراعية مختلفة قمنا في هذه التجربة بتحضير معلق الفطريات كالتالي:  
قمنا بوزن 2 غ من بودرة الفطريات ووضعها في 1 لتر من الماء ثم رجها وبذا تحصلنا على معلق الفطريات لمعالجة نبات الفول.

1.5. المعايير المدروسة:

1.1.5. المعايير المرفولوجية:

في شهر أبريل 2022 تم أخذ القياسات والمعايير لنبات الفول في مرحلة نموه الخضري، حيث أخذت القياسات والمعايير التالية:

الاطوال :

1- طول الجزء الهوائي: ( يكون القياس من سطح التربة إلى القمة بواسطة مسطرة مدرجة حيث يوضع شاقوليا موازية للساق).

2 - طول الجذور: ( يتم قياس طول الجذور بعد قلع النبات بواسطة مسطرة مدرجة).

3- الطول الكلي: (يتم القياس بعد قلع النبات بواسطة مسطرة مدرجة).

الاوزان: (يتم أخذ الاوزان بواسطة ميزان إلكتروني).

1- وزن الجزء الهوائي.

2- وزن الجذور.

3- وزن النبات الكلي.

عدد الأوراق.

### 2.1.1.5. المعايير الفيزيولوجية:

#### 1.2.1.5. محتوى الأوراق من أصباغ الكلوروفيل:

تقدير الكلوروفيل و الكاروتينات يتم تحديد محتوى الكلوروفيل أ و الكلوروفيل ب و الكاروتينات و الكلوروفيل الكلي وفقا لطريقة (LICHTENTHALER, 1987) و (SHABALA 1998) على مستوى الأوراق قبل الأخيرة. في أنابيب الاختبار، يضاف 100 ملغ من العينة الطازجة (متوسط 3/1 من الورقة)، المقطعة إلى أجزاء صغيرة، إلى 10 مل من 95% أسيتون، و يبقى الكل في الظلام عند 4 درجات مئوية لمدة 48 ساعة. يتم تحديد تركيزات الكلوروفيل أ و الكلوروفيل ب و الكاروتينات باستخدام مقياس الطيف الضوئي (TYPE PHARMACLA BIOTECH. NOVASPEC II) عند كثافات ضوئية على التوالي تبلغ 662 و 644 و 470 نانومتر. يتم معايرة الجهاز بمحلول تحكم يعتمد على 95% أسيتون، و يتم حساب تركيزات الكلوروفيل أ و الكلوروفيل ب و الكاروتينات و الكلوروفيل الكلي باستخدام الصيغ التالية:

$$\text{Chl.a} = 12.25 \times A_{662} - 2.79 \times A_{644}$$

$$\text{Chl.b} = 21.50 \times A_{644} - 5.10 \times A_{662}$$

$$\text{Chl.a} + \text{b} = 7.50 \times A_{662} + 18.71 \times A_{644}$$

$$\text{Car(x+c)} = (1000 \times A_{470} - 1.82 \times \text{chl.A} - 85.02 \times \text{chl.B}) / 198$$

#### 2.2.1.5. محتوى الأوراق من البرولين:

الطريقة المستخدمة هي طريقة LINOSLEY و TROLL في عام 1955 ، و التي تم تبسيطها بواسطة LAHRER و MAGNA في عام 1992، و تتكون من أخذ 100 مجم من المادة النباتية (متوسط 3/1 من الورقة). يضاف 2 مل من الإيثانول بنسبة 40%، و يسخن الكل في حمام مائي عند 80 درجة مئوية. بعد التبريد، يؤخذ 1 مل المستخلص، 1 مل من المستخلص 2 المكون من الخليط التالي:

300- مل من حمض الأسيتيك  $\text{CH}_3\text{COOH}$

25- مجم من نينهيدرين  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$

120- مل من الماء المقطر.

يغلي الخليط لمدة 30 دقيقة. يتحول المحلول إلى اللون الأحمر، بعد التبريد، يضاف 3 مل من التولوين إلى المحلول الذي ينقسم إلى طور علوي يحتوي على برولين و طور سفلي بدون برولين. بعد ساعتين، نأخذ الجزء العلوي و تقاس الكثافة الضوئية بمقياس طيف ضوئي بطول موجة يبلغ 528 نانومتر. يتم تحويل القيم التي تم الحصول عليها إلى محتوى برولين باستخدام منحنى قياسي تم إنشاؤه من عينات تحتوي على كميات معروفة من البرولين.

## 3.2.1.5. تحديد السكريات الذائبة

حسب طريقة SHILDS و BURNET سنة 1960 المستخدمة من قبل (KORICHI, 1992) و (REKIKA, 1997)، يتم إستخلاص الجرعات ( الجلوكونز الفركتوز و السكروز) بواسطة مذيب قادر على إذابتها و منع الأنشطة الأنزيمية التي من المحتمل أن تطلقها. تتكون هذه الطريقة من أخذ 100مجم من المادة النباتية (متوسط 3/1 الورقة) في أنابيب الاختبار، و تترك لمدة 24 ساعة في 5.25 مل من الإثانول 80%، مسبقا، يتم تخفيف المستخلص الذي تم الحصول عليه 10 مرات بإستخدام الإثانول 80%(المستخلص ا) ؛ قبل الفحص بأربعة ساعات، يتم تحضير الكاشف (المستخلص ب) بتركيز 2جم من أنثرون نقي يضاف إلى 100مل من حمض الكبريتيك ( $H_2SO_4$ ). في أنابيب زجاجية نظيفة، ضع 2مل من المستخلص أ و أضف 4 مل من المستخلص ب ، يجب حفظ الخليط في الجليد الذائب. بعد الرج توضع الأنابيب في حمام مائي عند  $92^{\circ}C$  لمدة 8 دقائق. بعد ذلك يتم تبريد الأنابيب لمدة 30 دقيقة في الظلام. تتم قراءة الإمتصاص بإستخدام مقياس طيف ضوئي بطول موجة 585 نانومتر، وأخيرا تم الإبلاغ عن نتائج الكثافات الضوئية على منحنى قياسي للسكريات الذائبة (معبرا عنها بالجلوكونز).

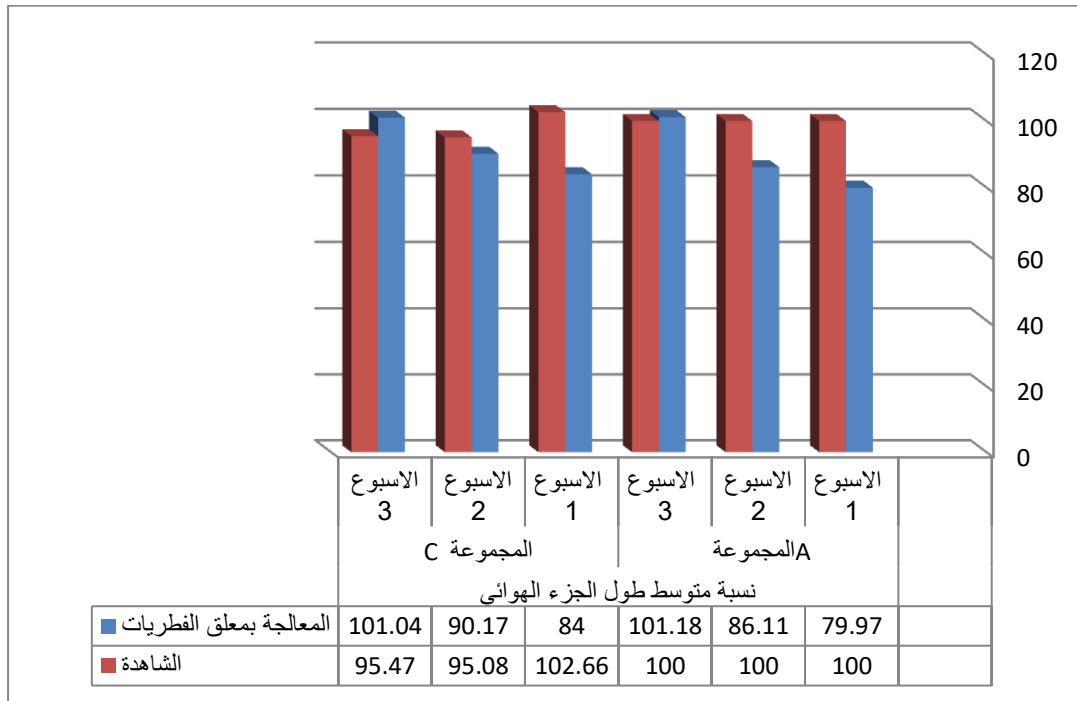
# الفصل الثاني:

## تحليل ومناقشة النتائج

\* النتائج والمناقشة:

1. نسبة متوسط طول الجزء الهوائي (cm):

لدراسة أثر الفطريات المعززة لنمو النباتات على نبات الفول قمنا بقياس أطوال الجزء الهوائي لنبات الفول أخذت القياسات بواسطة المسطرة لجميع عينات المجموعتين (A التي تحتوي على تراب فقط و C تحتوي على تراب مضاف إليه فوسفات و غبار معقم) حيث من خلال الوثيقة (18)



الوثيقة 18: أعمدة بيانية لمتوسط طول الجزء الهوائي (cm).

لوحظ أن نسبة متوسطات طول الجزء الهوائي للأسابيع الثلاثة الأولى بعد المعالجة بالفطريات محسنة النمو النباتات كان في تزايد بمرور الأسابيع للمجموعة A قدرت على التوالي ب (79.97، 86.11، 101.18) مقارنة مع العينات الشاهدة التي حددت ب 100، أما بالنسبة للمجموعة C قدرت على التوالي ب (84، 90.17، 101.04) مقارنة مع العينات الشاهدة والتي تراجعت مع مرور الأسابيع قدرت ب (95.45، 95.08، 102.66).

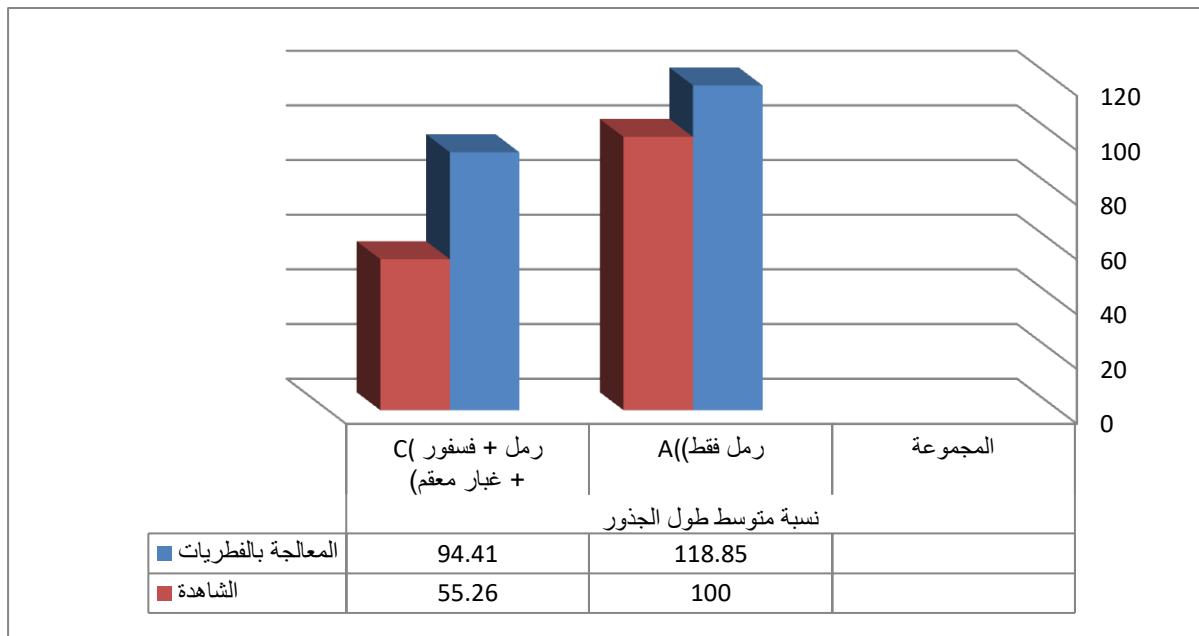
- وعليه فإننا ننوه أن الفطريات عملت على تحسين نسبة متوسط طول الجزء الهوائي لنبات الفول لكلا الوسطين، في حين أن في الأسبوع الثالث سجلنا أكبر زيادة في نسبة تحسين متوسط طول الجزء الهوائي في الوسطين، حيث بلغت أقصاها في الوسط الذي يحتوي على التراب مضاف إليه الفوسفات والغبار المعقم، أي أن الفطريات في تواجد الفوسفات والغبار المعقم تتشارك المساهمة في تحسين نسبة تعزيز متوسط طول الجزء الهوائي.

\* إن إستعمال الفطريات مع الفوسفات والغبار المعقم سبب زيادة بشكل واضح في معدل طول الجزء الهوائي هذا يعزى للتأثير المباشر للفطريات في تهيئة العناصر الغذائية وجعلها أكثر جاهزية للنبات مما يسهل ويسرع في معدل إمتصاصها ودخولها في مجرى الأيض ( التمثيل الضوئي نتيجة الزيادة الحاصلة في الوزن الخضري والجذري ) ، يرى (Veurnoux et al., 2000) الذين وجدوا أن الفطريات محسنة النمو تدخل في دورة الخلية لتطور الجذر. وكذا في تطور النبات وإنقسام الخلايا وإستطالتها ومنه زيادة طول الجزء الهوائي وهذه النتيجة تتفق مع (Potterset al., 2004) (Tokunag et al., 2005).

حيث أوضحت النتائج المبينة في الوثيقة إلى أن العينات المعالجة بالفطريات محسنة النمو أدت لزيادة معنوية في متوسط طول الجزء الهوائي لنبات الفول بمرور الأسابيع بلغت أقصاها في الأسبوع الثالث كانت متقاربة جدا قدر أعلى متوسط 101.18 بنسبة زيادة معنوية لكلى الوسطين لكن في العينات النامية في الوسط الذي يحتوي على التراب مضاف إليه الفوسفات والسماط العضوي كان التحسين أفضل وهذا نتيجة التداخل الثلاثي (الفطريات ، الفوسفات ، السماط العضوي ) وتشاركهم المساهمة في تعزيز متوسط طول الجزء الهوائي لنبات الفول

**2. متوسط طول الجذور (cm):**

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط طول الجذور لنبات الفول *Vicia faba* L. مبينة في الوثيقة (19)



**الوثيقة 19: أعمدة بيانية لمتوسط طول الجذور لنبات الفول (cm).**

من خلال نتائج الوثيقة (19) نلاحظ أن نسبة متوسط طول الجذور للمجموعة A للعينات المعالجة بالفطريات قدرت ب (118.85 %) مقارنة بالعينات الشاهدة الذي حددت نسبتها (100 %). أما فيما يخص

المجموعة C بلغت نسبة العينات المعالجة بالفطريات (94.41%) مقارنة بالعينات الشاهدة الذي بلغت نسبتها (55.26 %).

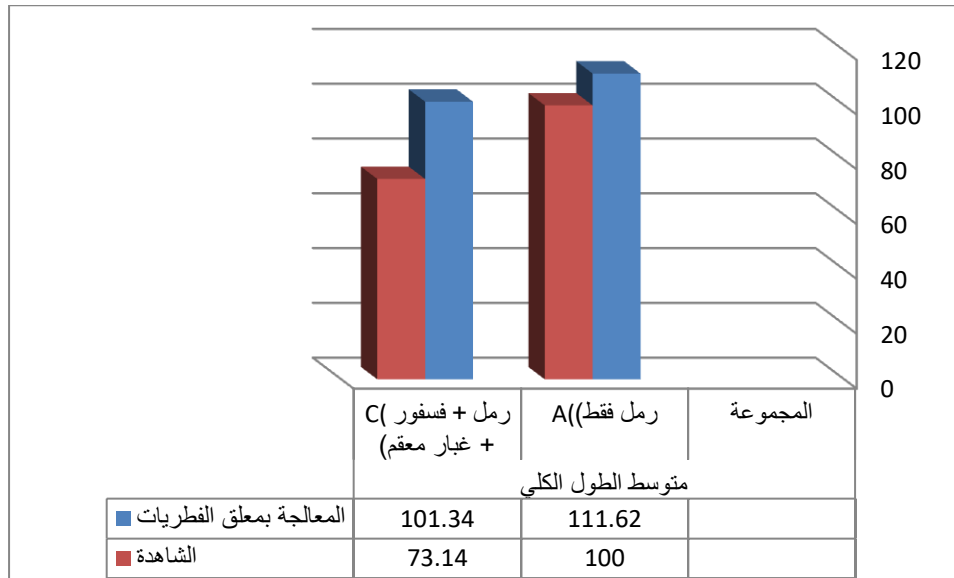
- ننوه أن الفطريات عززت نسبة متوسط طول الجذور لكلا الوسيطين، حيث أن نسبة تعزيز الفطريات لعينات المجموعة C قد تجاوزت (39%) مقارنة بالمجموعة A والتي قدرت ب (18.85 %)، وعليه يمكننا القول أن الفوسفات والغبار المعقم دعما للفطريات في تحسين أكبر لطول الجذور. كما ننوه أن نسبة متوسط طول الجذور بالنسبة للعينات الشاهدة في المجموعة C التي قدرت (55.26%) أقل من نسبة متوسط طول الجذور للمجموعة A التي حددت (100%)، وعليه فإن الفوسفات والغبار المعقم أعاقا إستطالة الجذور.

\*تمتلك الفطريات الجذرية مميزات تمكنها من تعزيز نمو المجموع الجذري لعائلها و ذلك من خلال التدخل في دورة تطور و نمو الخلايا الجذرية. حيث لاحظنا من خلال الوثيقة (19) أن الفطريات حسنت في نسبة تعزيز طول جذور نبات الفول لجميع العينات النامية حيث تراوحت هذه النسبة بين (18.85% و 49.15%). حيث أشار كل من (Shrivastava et al., 2008، soltani et al., 2010) إلى أن الفطريات تنتج هرمونات تزيد من قدرة نمو الجذور من بينها الاوكسينات مثل IAA الذي يعمل على زيادة إستطالة الخلايا وإنقسامها و تمايزها كما يعمل على زيادة تفرعات الجوانبية لجذور العائل.

\* أما فيما يخص تحسين نسبة متوسط طول الجذور للعينات الشاهدة و التي حددت ب 100% في الأوساط التي تحتوي على تراب فقط أكثر من الأوساط التي تحتوي على تراب مضاف إليه غبار معقم و الفوسفات والتي قدرت ب 55.26%، حيث يرى (Ahmad Radi et al ., 2012) إلى أن عمل وأداء الفطريات يزيد في الأوساط الفقيرة من العناصر وخاصة الفوسفات، وبما أن الوسط المزروع فيه نفوذ للمياه وسريع الجفاف فان الوصول إلى هذه المياه يحتاج إلى جذور طويلة من اجل امتصاص أكبر قدر من المياه ونقلها إلى الطبقات العليا، و هذا ما ذكره (العثمان و العساف ; 2009) بأن نبات الفول من النباتات التي تحتاج إلى الرطوبة على مستوى التربة خاصة في الفترات الأولى من النمو.

### 3. تحليل نتائج تأثير الفطريات على الطول الكلي لنبات الفول:

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب الطول الكلي لنبات الفول *VicifabaL*. مبينة في الوثيقة (20)



الوثيقة 20: أعمدة بيانية لمتوسط الطول الكلي لنبات الفول (cm).

لدراسة أثر الفطريات على نمو نبات الفول قمنا بقياس الطول الكلي وحساب متوسط الطول الكلي لنبات الفول لكل العينات حيث بلغت نسبة الطول الكلي في المجموعة A للعينات المعالجة بالفطريات (111.62%) مقارنة بالعينات الشاهدة التي حددت ب (100 %). أما بالنسبة للمجموعة C قدرت نسبة متوسط الطول الكلي للعينات المعالجة بالفطريات ب (101.34 %) مقارنة بالعينات الشاهدة (73.14%)

- كما تبين لنا أن الفطريات لعبت دورا في تعزيز نسبة متوسط الطول الكلي للنبات لكلى المجموعتين، المجموعة A، بنسبة تفوق 11% بينما يفوق 28% في المجموعة C. وعلى الرغم من هذا فإن نسبة متوسط الطول الكلي للعينات المعالجة بالفطريات للمجموعة A تفوق المجموعة C.

\*أوضحت نتائج الوثيقة (20) وجود تحسن في نسبة تعزيز الطول الكلي لنبات الفول في كلى المجموعتين (A و C) الوسط يحتوي على تراب فقط أما المجموعة C وسط الزرع يحتوي على تراب مضاف إليه غبار معقم وفوسفات) حيث قدرت نسبة التعزيز لعينات المجموعة A ب 11.62% والمجموعة C ب 29.20% وذلك يعود إلى دور الفطريات الجذرية في تعزيز نمو عائلها من خلال تحفيز عملية تكوين الجذور و طول الساق و هذا ذكره (Sun et al., 2009)، (Nimoni et al., 2010)، (Sureendar, 2009)،

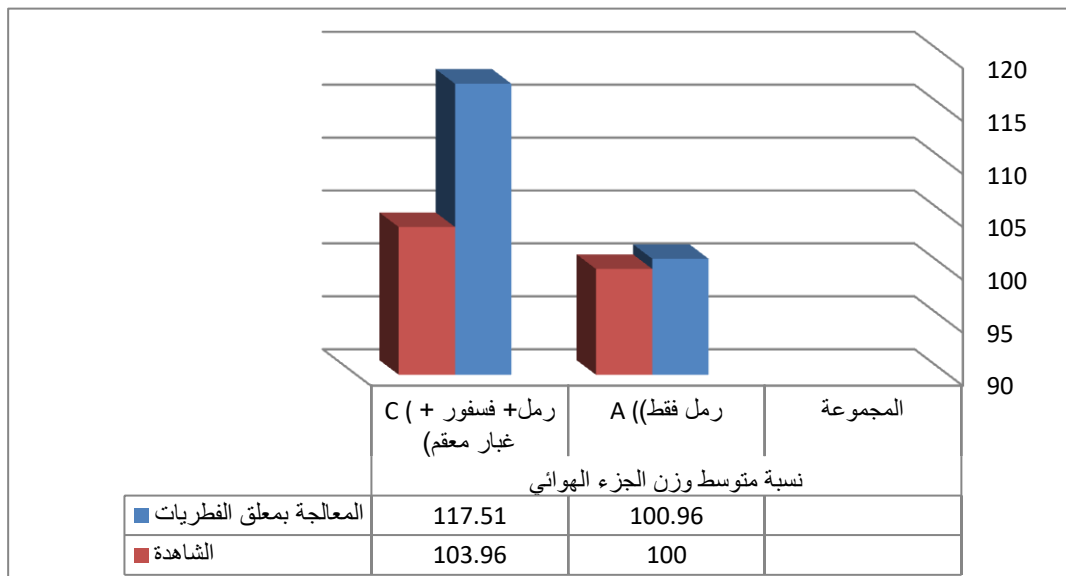
(Kannan et al., 2005) بأن الفطريات تتميز بإمكانها القدرة على تعزيز نمو عائلها أما بطريقة غير مباشرة والتي تتمثل في إنتاج عوامل المقاومة ضد الكائنات الحية الممرضة للنباتات وإما بطريقة مباشرة والتي تشمل

إنتاج الهرمونات النباتية. و كما ذكرت (Nadeem et al., 2010) بأن هذه الهرمونات لها دور في تعزيز نمو النباتات مثل الاوكسينات و الجبرولينات وهذه الأخيرة تمتلك ميزة رئيسية متمثلة في تعزيز ونمو وتطور السويقات ونضج البذور وتأخير سن الشيخوخة.

\* و أيضا ذكر كل من (Shrivastava et al., 2008)، (Soltani et al., 2010) بأن الاوكسينات تلعب دور مهم في زيادة طول النبات نذكر منها IAA الذي يعمل على تحفيز إستطالة الخلايا وإنقسامها وتمايزها كما يعمل على زيادة التفرعات الجانبية للجذور مما يسمح بإمتصاص العناصر الغذائية من طرف النبات وبالتالي زيادة في نمو الجزء الخضري للنبات.

#### 4. تحليل نتائج تأثير الفطريات على وزن الجزء الهوائي:

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط وزن الجزء الهوائي لنبات الفول *Vicia faba L*. مبينة في الوثيقة (21)



#### الوثيقة 21 : اعمدة بيانية لمتوسط وزن الجزء الهوائي لنبات الفول (g)

من خلال الوثيقة 21 نلاحظ أن نسبة متوسط وزن الجزء الهوائي للوسط الذي يحتوي على تراب فقط كانت النسب متقاربة جدا لكل العينات الشاهدة والمعالجة بالفطريات، ومن خلال نفس الوثيقة السابقة نلاحظ أن نسبة متوسط وزن الجزء الهوائي للوسط المحتوي على تراب مضاف إليه الفوسفات والغبار المعقم للعينات المعالجة بمعلق الفطريات يقدر ب (117.51 %) مقارنة بالعينات الشاهدة التي قدرت ب (103.96 %).  
\* نوه أن الفطريات أعطت تحسن ملحوظ في نسبة متوسط وزن الجزء الهوائي لنبات الفول للعينات النامية في الغبار والفوسفات بما يفوق (13 %)، أما بخصوص العينات الشاهدة في الوسط المحتوي على التراب مضاف إليه فوسفات وغبار معقم قد أبدت زيادة معنوية في متوسط الجزء الهوائي مقارنة بالعينات الشاهدة النامية في التراب فقط، وهذا يدل على أن للفوسفات والغبار المعقم ساهما في تحسين نمو وزن الجزء الهوائي.

حيث لاحظنا أن التداخل بين الفطريات والغبار المعقم والفوسفات له دور فعال في تعزيز نمو وزن الجزء الهوائي.

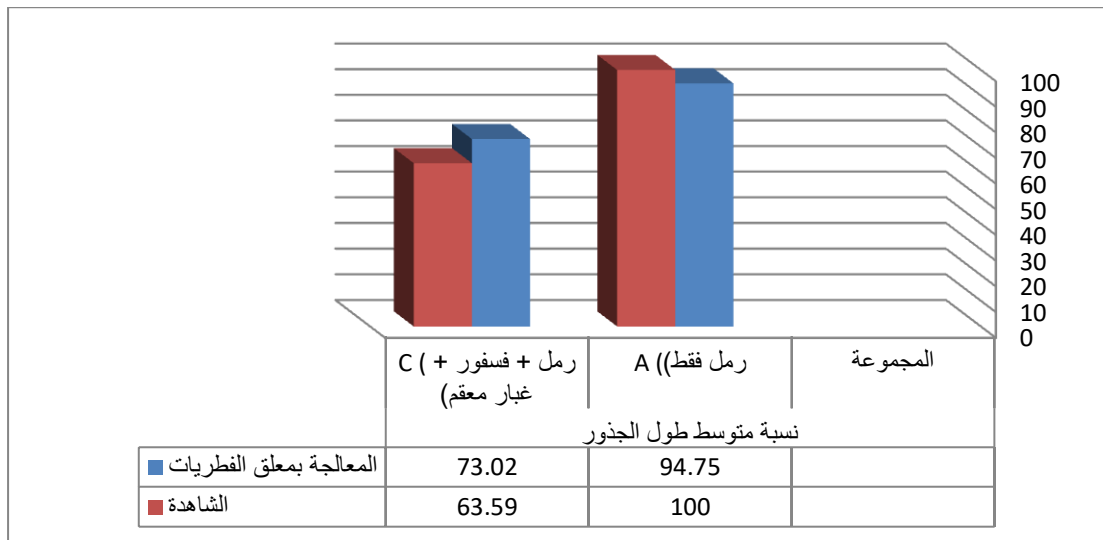
\* المايكروايزا تزيد من نمو المحاصيل وإنتاجها نتيجة تشجيعها لإمتصاص العناصر المغذية في التراب فضلا عن تأثيراتها الإيجابية في نمو النبات من حيث إفرازها للمواد المنظمة للنمو وتحسين مقدرة الأحياء على التثبيت الجوي للنيتروجين وهذه نتيجة تتفق مع (Tago and Barker, 2000)

\* أوضحت بيانات الوثيقة وجود زيادة معنوية في متوسط وزن الجزء الهوائي للعينات الغير المعالجة بالفطر فقد أعطى أعلى متوسط للوزن بزيادة مقدارها 17.51 للنباتات النامية في التراب المحسن بالفوسفات والسماذ العضوي،

\* يمكن أيضا أن يعود سبب الزيادة إلى أن الفطريات لها دور مهم في زيادة الوزن لأن التداخل الثلاثي مع الغبار المعقم والفوسفات يؤدي لتحسين حالة نمو النبات وزيادة الحاصل وتقليل الحاجات للأسمدة الكيميائية،

### 5. تحليل نتائج تأثير الفطريات على وزن الجذر: (g)

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط وزن الجذور لنبات الفول *Vicia faba* L. مبينة في الوثيقة (22)



الوثيقة 22: اعمدة بيانية لمتوسط وزن الجذور لنبات الفول (g)

من خلال نتائج الوثيقة 22 نلاحظ أن نسبة متوسط وزن الجذور للمجموعة A للعينات المعالجة بمعلق الفطريات قدر ب (94.75%) مقارنة بالعينات الشاهدة التي حددت ب(100%). أما المجموعة C فان نسبة متوسط وزن الجذور للعينات المعالجة بمعلق الفطريات قدر ب (73.02%) مقارنة بالعينات الشاهدة قدرت ب (63.59%).

\*نوه أن الفطريات في وجود الفوسفات والغبار المعقم (المجموعة C) قد أبدت زيادة في نسبة تحسين متوسط وزن الجذور لنبات الفول بما يفوق (9%) ، وعلى العكس في التراب ( المجموعة A) الفطريات لم تقم بتعزيز نسبة وزن الجذور، كما نوه أن بالنسبة الى نسبة متوسط وزن الجذور للعينات المعالجة بمعلق الفطريات في المجموعة A اكبر منه في المجموعة C حيث بلغت هذه الأخيرة 73.02% بينما المجموعة A فتجاوزت 94% .

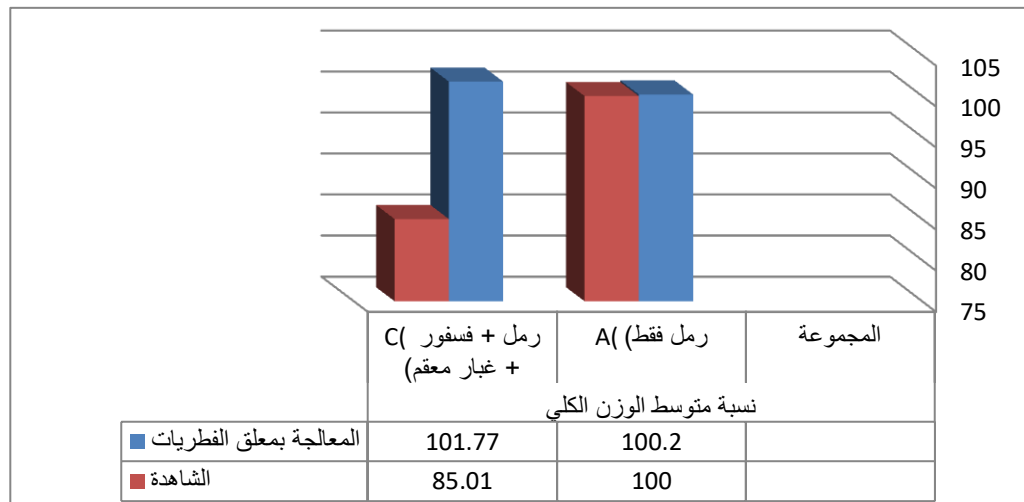
\*من خلال الوثيقة (22)لاحظنا أن الفطريات حسنت في نسبة تعزيز متوسط وزن الجذور نبات الفول في العينات النامية في التراب المضاف إليه الفوسفات والمادة العضوية المعقمة بنسبة تفوق 9% و هذا يعود إلى توفر الغذاء و الماء في الطبقات العلوية، و كما ذكر(Rillig et al., 2010) بأن العلاقة بين العائل و الفطريات الجذرية تتطور في تواجد المادة العضوية مما يؤدي هذا إلى انتشار ونمو كثيف لخيوط الفطريات الجذرية وانتشارها بين دقائق التربة وتكوين تجمعات من اجل امتصاص اكبر قدر من المغذيات و نقلها إلى النبات.

\* بينما يعود تحسين الفطريات في نسبة متوسط وزن الجذور للعينات المعالجة بمعلق الفطريات في الوسط الذي يحتوي على تراب فقط أكثر من العينات النامية في التراب مضاف إليه الفوسفات و الغبار المعقم بنسبة تفوق 21 % و هذا يعود إلى الوسط المزروع فيه، حيث ذكرت (Jingyi Huang et al.,2020) بان التربة الرملية فقيرة من العناصر الغذائية. وهذا فسره (مهدي صالح ياسر العتاني وآخرون .، 2017) بان الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لتربة يلعب دور في عمل الفطريات الجذرية، حيث تزيد قدرة وأداء الفطريات في الأوساط الرملية.

\* كما ذكر ايضا كل من (Al-AzawyTakacs et al., 2010)، (Daynes et a.,l 2013)، بأن وجود الفسفور بكميات قليلة في التربة يحسن من نشاط الخليط المايكورايزي وذلك لنقص العناصر في التربة والتي تزيد من نسبة تردد الفطريات والذي يتناسب طرديا مع زيادة وزن الجذور المايكورايزية على مستوى جذور نبات الطماطم ، و أيضا ذكر (عبد الله عبد المحسن عبد الله الصالح، 2013) أن النباتات النامية في المناطق الصحراوية ذات التربة الرملية يكون سمك جذورها سميك لتستطيع الاستحواذ على قطرات الماء وكذا يمنع النباتات القريبة من المنافسة على الاحتياجات الأساسية للنبات وهذا يؤدي بدوره إلى تحسين متوسط وزن الجذور.

## 6. تأثير الفطريات على الوزن الكلي لنبات الفول:

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط الوزن الكلي لنبات الفول *Vicia faba* *L.* مبينة في الوثيقة (23)



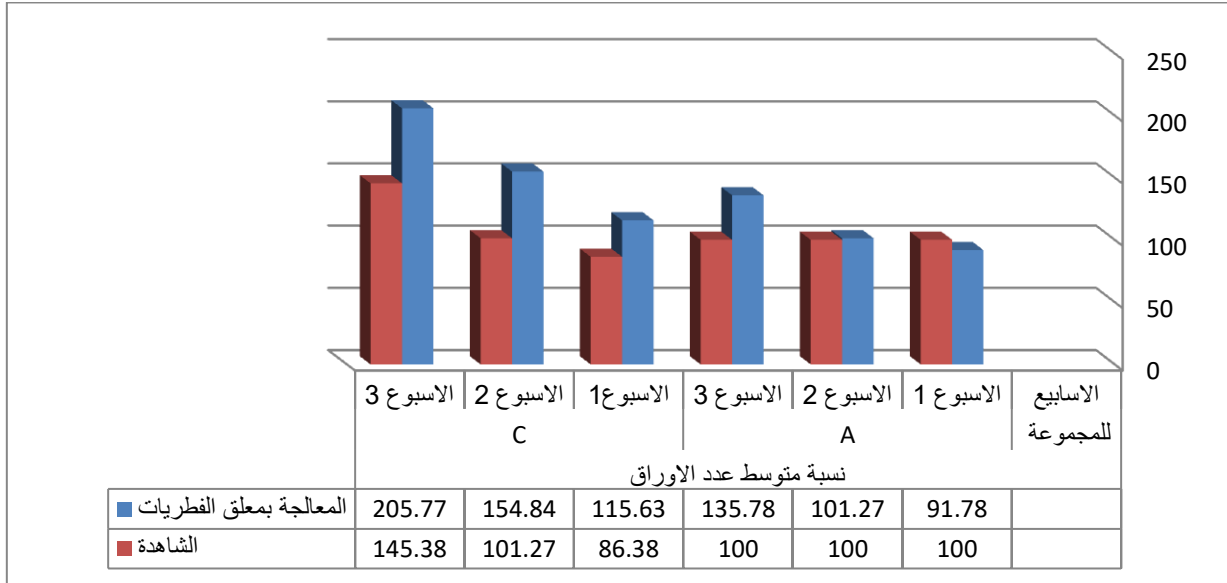
### الوثيقة 23 : اعمدة لمتوسط الوزن الكلي لنبات الفول (g)

\* من خلال الوثيقة (23) لوحظت أن نبات الفول أبدى زيادة غير محسوسة في نسبة تعزيز متوسط الوزن الكلي للعينات النامية في التراب فقط (المجموعة A) و هذا الوسط كما ذكرت (Jingi Huang, 2020) أنه يحتوي على نسبة منخفضة من العناصر الغذائية. وهذا يفسر بأن العلاقة بين الفطريات و عائلهما لم تتطور بالشكل المطلوب و كما ذكر (Rillig et al., 2010) بأن العلاقة بين العائل و الفطريات الجذرية تتطور في تواجد المادة العضوية. و بما أن هذه العلاقة لم تتطور بالشكل المناسب فإن الفطريات لم تلعب دور مهم في زيادة نسبة قدرة النبات على إمتصاص العناصر الغذائية و الماء اللازمة لنمو نبات الفول، وذلك لندرتها و لصعوبة الوصول إليها في الأوساط الرملية.

\* بينما لاحظنا الزيادة في نسبة تعزيز الفطريات في نسبة متوسط الوزن الكلي للعينات النامية في التراب مضاف إليه الفوسفات و الغبار المعقم (المجموعة C) بما يفوق 16% وبما أن هذه التربة تم زيادة قدرتها على تشكيل و الإحتفاظ بالعناصر الغذائية و الماء بعد إضافة إليها الأسمدة (فوسفات و الغبار المعقم) وكما جاء في موقع ( حكومة الولايات م 2017) أن إضافة السماد إلى التربة الرملية يزيد من تماسكها للتربة، وبالتالي زيادة قوة العلاقة بين الفطريات و نبات الفول كما ذكر (Rillig et al., 2010) أن العلاقة بين الفطريات الجذرية و عائلهما تزيد في الأوساط الغنية بالمواد العضوية، وهذا يمكن الفطريات من الوصول إلى العناصر الغذائية بسهولة في التربة و زيادة إمتصاصها بشكل كبير و نقلها إلى النبات. و بالتالي فإن هذا سينعكس بدوره على زيادة نمو نبات الفول. وهذا ما يفسر زيادة الفطريات الجذرية في تحسن نسبة تعزيز متوسط الوزن الكلي لنبات الفول.

## 7. نسبة متوسط عدد الأوراق لنبات الفول:

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط عدد الأوراق لنبات الفول *Vicia faba* L. مبينة في الوثيقة (24)



## الوثيقة 24: تأثير الفطريات المعززة لنمو النبات على نسبة متوسط عدد الأوراق لنبات الفول للمجموعتين (A و C)

\* من خلال الوثيقة التي تمثل نسبة متوسط عدد الأوراق لنبات الفول للمجموعتين A و C. حيث لاحظنا في الأسابيع الثلاثة الأولى بعد المعالجة بالفطريات التي تحسن نمو النباتات، نلاحظ أن نسبة متوسط عدد الأوراق في تزايد بمرور الأسابيع، في الوسط A حيث بلغت على التوالي ( 91.78 ، 101.27 ، 135.78 ) بالمقارنة مع العينات الشاهدة التي حددت ب (100%) والوسط C بلغت على التوالي ( 86.38 ، 101.27 ، 145.38 )، مقارنة بالعينات الشاهدة التي بلغت على التوالي ( 86.38 ، 101.27 ، 145.38 )،

\* نوه أن الفطريات عززت نسبة تحسين متوسط عدد الأوراق حيث بلغت أقصاها في الأسبوع الثالث في المجموعة A والتي قدرت ب 35.78% على الرغم من أن نموها كان اقل من العينات الشاهدة في الأسبوعين الأول والثاني. أما المجموعة C نلاحظ أن نسبة تحسين متوسط عدد الأوراق في الأسبوع الثالث قد تجاوزت الضعف، وعليه فإن الفطريات قامت بتحسين نمو وزيادة نسبة متوسط الأوراق في الغبار المعقم والفوسفات بوتيرة أسرع من المجموعة A، أن التحسين يمكن أن يعود الى أن الفطريات محسنة النمو لها. (Potters et al., 2004)،

\* يرى دور الدفاع والمحافظة على الخلايا والمشاركة في نمو النبات والسيطرة على دورة الخلية وكذا الفوسفات والغبار المعقم يعتبران كعامل تحفيز للنبات بواسطة المكافحة الحيوية وتمكينه من مقاومته للأمراض ونموها بشكل أفضل وبقائها في شكلها النشط، أوضحت النتائج المبينة في الوثيقة وجود زيادة معنوية في متوسط عدد الأوراق لنبات

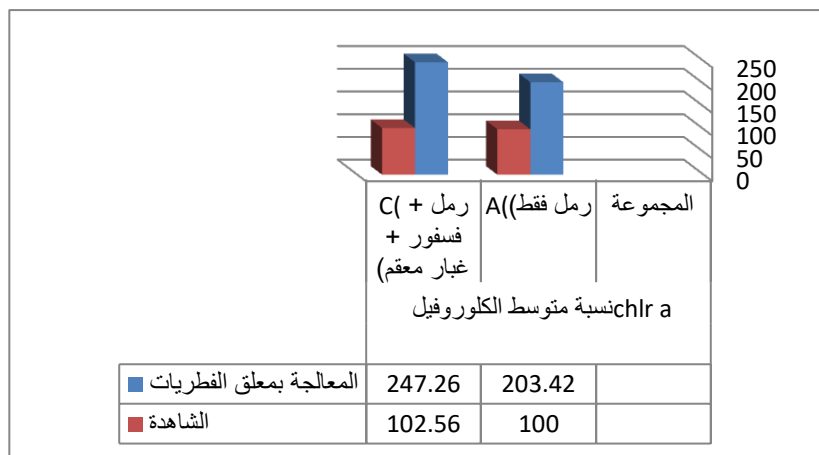
القول بمرور الأسابيع فقد أعطت أعلى متوسط للعينات المعالجة بالفطريات محسنة النمو 135.78 % في الأسبوع الثالث بنسبة زيادة مقدارها 35.78% للوسط الذي يحتوي على تراب فقط مقارنة بالشاهدة التي حددت ب 100% بالمقابل الوسط الثاني الذي يحتوي على التراب والفوسفات مضاف إليه الغبار المعقم كانت نسبة تحسين متوسط عدد الأوراق في الأسبوع الثالث قد تجاوزت الضعف، زيادة عدد الأوراق عند المعاملة بالفطريات محسنة نمو النبات في وجود الفوسفات مضاف إليه الغبار المعقم سببها التداخل بين دور الغبار والفوسفات في التنظيم والسيطرة على الفعاليات البايولوجية كالنمو والتنظيم الهرموني مثل نمو الأوراق وتنظيم زيادة أطوالها ، هذه النتيجة تتفق مع

(Vanbrensegam and Mitther .2009) (Narimaniv and Korystov. 1997).

8.نسبة تقدير الكلوروفيل و الكاروتينويدات في نبات الفول:

1.8. الكلوروفيل (Chl a):

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط الكلوروفيل (Chl a) لنبات الفول *Vicia faba L*. مبينة في الوثيقة(25)



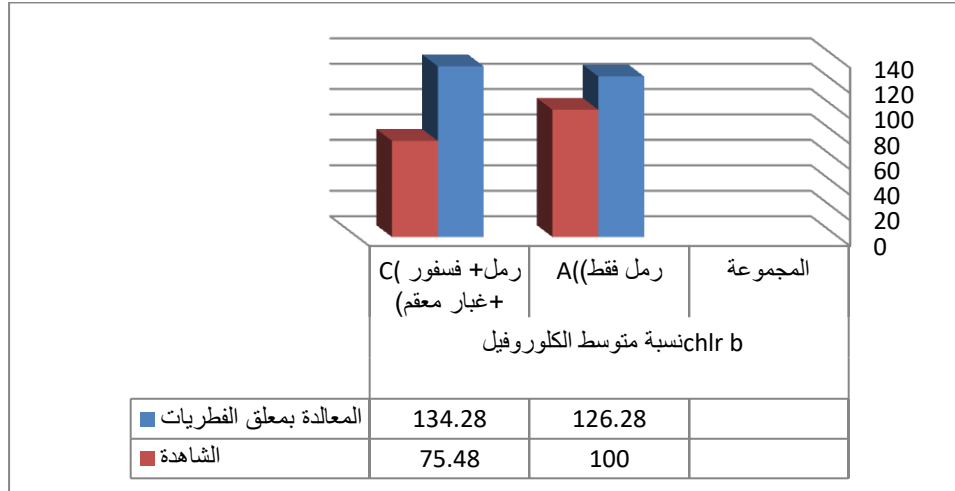
الوثيقة (25): توضح نسبة متوسط الكلوروفيل (a) بـ 100mg Mv/mg

من الوثيقة (25) التي توضح نسبة متوسط الكلوروفيل a للمجموعتين (A و C) حيث لوحظ أن نسبة متوسط الكلوروفيل (a) في المجموعة A للعينات المعالجة بمعلق الفطريات بلغت 203.42 % مقارنة بالعينات الشاهدة التي حددت ب 100%. أما في المجموعة C العينات المعالجة بمعلق الفطر بلغت 247.26% أما بالنسبة للشاهدة فبلغت 102.56%، كما لوحظ أن العينات الشاهدة بالنسبة لكلا الوسطين ذات قيم متقاربة.

\* و عليه فإننا ننوه أن الفطريات قامت بتحسين نسبة متوسط الكلوروفيل a في كلا المجموعتين بما يفوق الضعف لكن في وجود الغبار المعقم والفوسفات كان أكثر منه في الوسط الذي يحتوي على تراب فقط.

## 2.8. الكلوروفيل (Chl b)

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط الكلوروفيل (Chl b) لنبات الفول *Vicia faba L*. مبينة في الوثيقة (26)



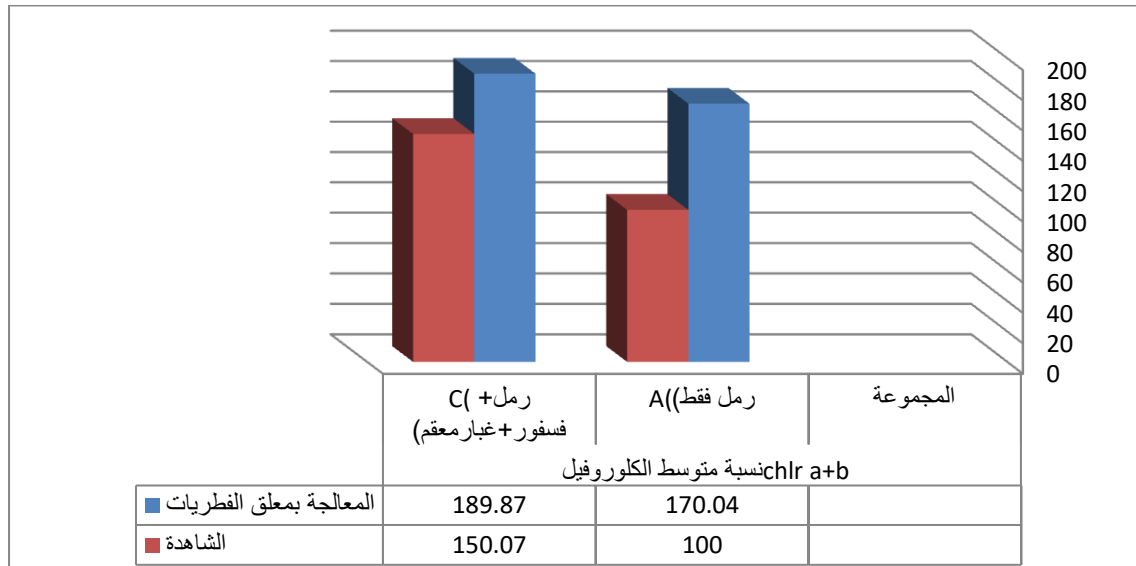
الوثيقة (26): توضح نسبة متوسط الكلوروفيل (b) ب mg/100mg Mv

من الوثيقة (26) التي توضح نسبة متوسط الكلوروفيل (b) للمجموعتين A و C حيث لوحظ أن نسبة متوسط الكلوروفيل (b) في المجموعة A للعينات المعالجة بمعلق الفطريات بلغت 126.28% مقارنة بالعينات الشاهدة التي حددت 100%، أما في المجموعة C العينات المعالجة بمعلق الفطر بلغت 134.25% أما بالنسبة للشاهدة فبلغت 75.48%، كما تبيننا من نتائج الموجودة في الوثيقة (26) أن الفرق في نسبة تعزيز الفطريات لنبات الفول تختلف من مجموعة إلى أخرى حيث بلغت في المجموعة A 26.28% أما المجموعة C فقد بلغت 34.25%.

\* و عليه فإننا ننوه أن الفطريات قامت بتحسين نسبة متوسط الكلوروفيل b في كلا المجموعتين حيث في المجموعة A قدرت ب 26.28% بينما في المجموعة C فاقت 34% ومنه عمل كل من الغبار المعقم والفوسفات على زيادة تعزيز نسبة متوسط الكلوروفيل b

### 3.8. الكلوروفيل (Chla+b)

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط الكلوروفيل (Chl a+ b) لنبات الفول *Vicia faba L*. مبينة في الوثيقة (27)



الوثيقة (27): توضح نسبة متوسط الكلوروفيل (a+b) ب mg/100mg Mv

من الوثيقة (27) التي توضح نسبة متوسط الكلوروفيل (a+b) للمجموعتين A و C حيث لوحظ أن نسبة متوسط الكلوروفيل (a+b) في المجموعة A للعينات المعالجة بمعلق الفطريات بلغت 170.04% مقارنة بالعينات الشاهدة التي حددت 100%، أما في المجموعة C العينات المعالجة بمعلق الفطر بلغت 189.87% أما بالنسبة للشاهدة فبلغت 150.07%،

\* و عليه فإننا ننوه أن الفطريات قامت بتحسين نسبة متوسط الكلوروفيل (a+b) في كلا المجموعتين حيث في المجموعة A تجاوزت 70.04% بينما في المجموعة C قدرت 39.8% ومنه عمل كل من الغبار المعقم والفوسفات على أعاققة تعزيز نسبة متوسط الكلوروفيل a+b.

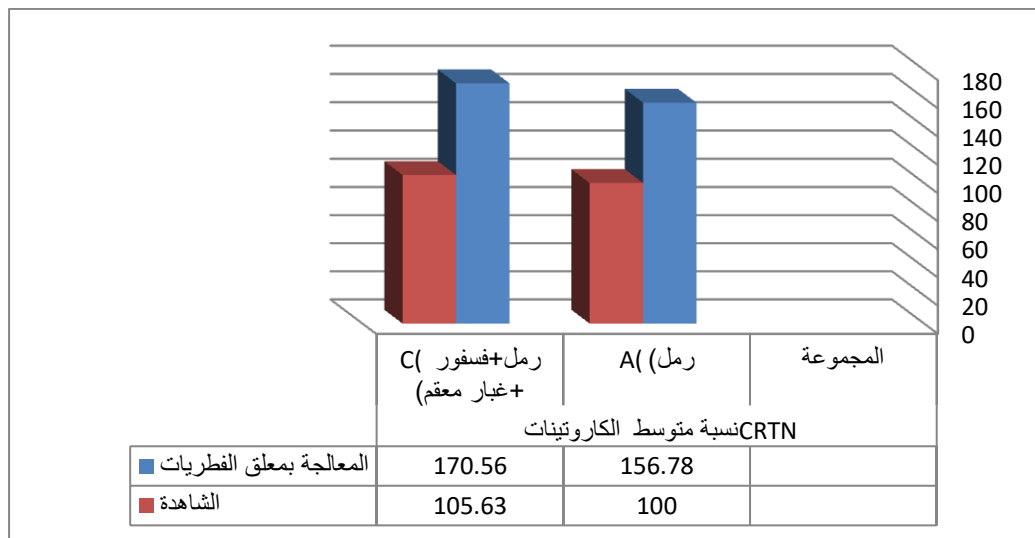
\*أوضحت النتائج المتحصل عليها أن الفطريات الجذرية ساهمت في زيادة محتوى الكلوروفيل a+b لنبات الفول لكلا الوسطين A و c، فبالنسبة للمجموعة A التي تحتوي على تراب فقط بلغت نسبة الزيادة (70.04%)، أما بخصوص المجموعة C التي تحتوي على تراب مضاف إليه فوسفات وغبار معقم فبلغت نسبة الزيادة ب (39.8%)، وهذا بفضل دور الفطريات الجذرية التي عملت على إنتاج أصبغة الكلوروفيل في نبات الفول وذلك لإمداد النبات بالعناصر اللازمة لإنتاج وهي الكربون والنيتروجين، فكما أقر (Abdel Latef; 2011) أنهما يعتبران عنصراً أساسيان في مركب الكلوروفيل وتكوينه، وحسب ما بينه (Abdel Latif; 2011) أن زيادة الفطريات لمحتوى الكلوروفيل في نبات الفول وإستعماله في عملية التركيب الضوئي يؤدي إلى إنتاج السكريات التي بدورها تمنح الطاقة اللازمة لنبات الفول وتغذيته، وهذا ما أكده أيضاً (Courty; 2015) أن الزيادة في محتوى

الكلوروفيل a+b يغذي عمليات الايض ويلعب دورا محوريا في الحفاظ على نمو وتوازن وتثبيت أغشية الخلايا لنبات الفول.

\* أما بخصوص الفوسفات والغبار المعقم اللذان ساهما بدورهما الفعال في المجموعة C في زيادة نسبة تحسين الكلوروفيل فكما أشار (Abbot ; 1984) أن الفوسفات يتم إذابته الى فوسفور بفعل الفطريات وإمداده للنبات لتحسين نموه وتغذيته، وبغض النظر عن المعالجة بالفطريات التي كان فيها تحسين الكلوروفيل قل لعدم وجود نشاط الفطريات.

### 9. الكاروتنويدات $car(x+c)$ :

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط الكلوروفيل  $car(x+c)$  لنبات الفول *Vicia faba L*. مبينة في الوثيقة(28)



الوثيقة(28): أعمدة بيانية توضح نسبة متوسط الكاروتنويدات  $car(x+c)$  لنبات الفول ب

mg/100mg Mv

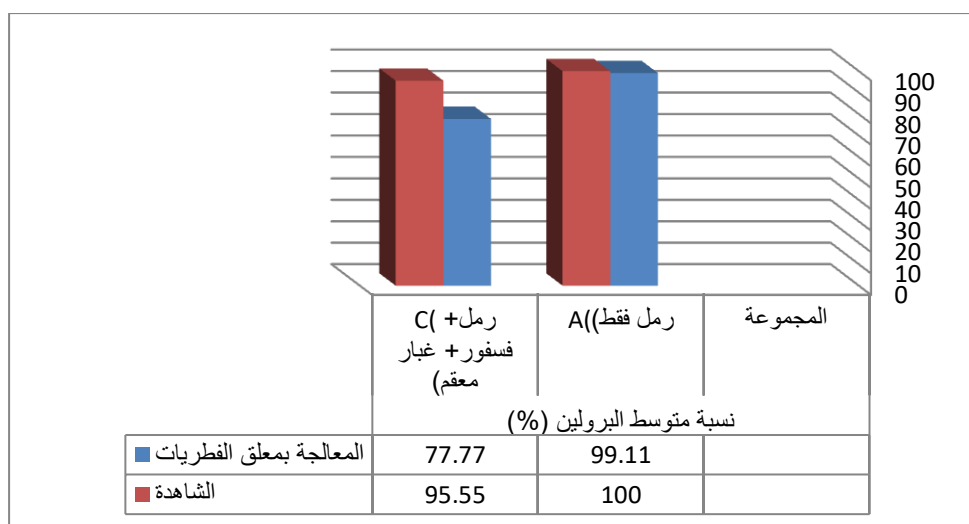
الوثيقة (28) التي توضح نسبة متوسط الكلوروفيل Chl للمجموعتين A و C حيث لوحظ أن نسبة متوسط الكاروتنويدات  $car(x+c)$  في المجموعة A للعينات المعالجة بمعلق الفطريات بلغت 156.78% مقارنة بالعينات الشاهدة التي حددت 100%، أما في المجموعة C العينات المعالجة بمعلق الفطر بلغت 170.56% أما بالنسبة للشاهدة فبلغت 105.63%، وأيضا نسبة تعزيز الفطريات للكاروتينات في المجموعة A أكبر منه في المجموعة C حيث قدر الفرق بينهما ب 13.78%. وعليه فإن الفطريات تلعب دور أحسن في تعزيز الكاروتينات في وجود الغبار المعقم و الفوسفات.

\* و عليه فإننا ننوه أن الفطريات قامت بتحسين نسبة متوسط الكاروتينات في كلا المجموعتين حيث في المجموعة A قدرت ب 56.78% بينما في المجموعة C فاقت 64% ومنه عمل كل من الغبار المعقم والفوسفات على زيادة تعزيز نسبة متوسط الكاروتينات.

\* اوضحت النتائج المتحصل عليها أن الفطريات الجذرية ساهمت في زيادة محتوى الكاروتينات في نبات الفول لكلا المجموعتين A و C، فبالنسبة للمجموعة A التي تحتوي على تراب فقط قدرت نسبة الزيادة في محتوى الكاروتينات ب ( 56.78%)، أما بخصوص المجموعة C التي تحتوي على رمل مضاف إليه فوسفات وسماد عضوي ففاقت نسبة الزيادة ب (64%)، وهذا راجع لدور الفطريات الذي أكدته (Niygi KK ;2013) بأن الفطريات الجذرية تساهم في إنتاج الكاروتينات من عمليات الأيض وإمدادها لنبات الفول، حيث أنها تعتبر ضرورية للنبات ذات وضائف متنوعة في التمثيل الضوئي والحماية الضوئية، والتصبغ وتخليق الهرمونات النباتية والتأثيرات البيئية والتنموية، وكما أشار أيضا (Ohmiy A ; 2019) إن تعرض أوراق النبات الفول الى الضوء العالي يؤدي إلى إنتاج نسب عالية من الكاروتينات كإشارة لإجهادات عالية، وكما أكد (Osaurusian ;2019) أنها تعمل كسلائف للهرمونات النباتية وحمض الأبسيسيك من خلال تعزيز الاستجابة المناعية، بالإضافة إلى الدور للفوسفات والسماد العضوي في تحفيز الفطريات على إنتاج الكاروتينات. وبغض النظر عن المعالجة بالفطريات الجذرية في العينات الشاهدة كانت الزيادة في محتوى الكاروتينات أقل من العينات المعالجة بالفطريات وذلك لعدم وجود نشاط الفطريات بها.

#### 10. نسبة متوسط البرولين:

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط البرولين لنبات الفول *VicafabaL* مبينة في الوثيقة (29)



الوثيقة (29): تأثير المعالجة بمعلق الفطريات المعززة لنمو النبات على نسبة متوسط البرولين لنبات الفول للمجموعتين (A و C).

من خلال الوثيقة 29 التي تمثل نسبة متوسط البرولين للمجموعتين (A و C)، لاحظنا أن نسبة متوسط البرولين في تناقص لكلا المجموعتين، حيث في المجموعة A بلغت نسبة متوسط البرولين 99.11% بالنسبة للعينات المعالجة بالفطريات مقارنة مع العينات الشاهدة والتي حددت نسبة 100%.

أما بالنسبة للمجموعة C فقد بلغت نسبة متوسط البرولين 77.77% بالنسبة للعينات المعالجة بالفطر مقارنة بالعينات الشاهدة التي بلغت نسبته 95.55%

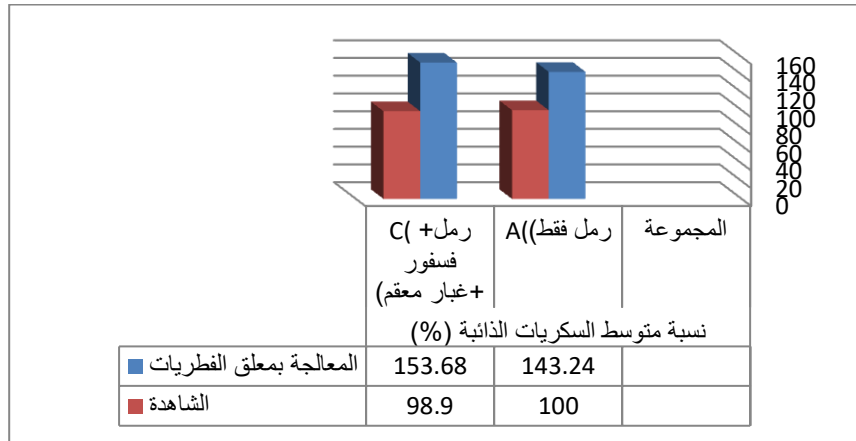
\* وعليه فقد تبين لنا أن الفطريات أدت إلى تناقص نسبة البرولين في نبات الفول، حيث سجلنا أكثر تناقص في الوسط C الذي يحتوي على تراب مضاف إليه فوسفات وغبار معقم، كانت نسبة التناقص معتبرة حيث قدرت ب 17% وعليه فإن الغبار المعقم والفوسفات والفطريات ساهما في تراجع نسبة البرولين.

\* أوضحت النتائج المتحصل عليها أن هناك تناقص في محتوى البرولين عند المعالجة بالفطريات الجذرية لكلا المجموعتين (A و C)، حيث بلغ نسبة متوسط محتوى البرولين في المجموعة A التي تحتوي على تراب فقط (99.11%)، أما بخصوص المجموعة C التي تحتوي على تراب مضاف إليه فوسفات و سماد عضوي فقد بلغت نسبة متوسطه (77.77%)، فكما بين (Abdelgawad; 2015) أن الفطريات الجذرية تمتلك عددا من التراخيص لإمتصاص الأحماض الأمينية ومن بينها البرولين الذي تستخدمه كمصدر جيد للكربون والنيتروجين الذي يساعدها في عملية التثبيت البيولوجي للنيتروجين، وكما أشار (Ebdelhaamid; 2013) أن الفطريات بفعل إمتصاص البرولين يؤهلها إلى تبادل الإشارات الخلوية وتقسيم الخلايا والتمايز والمشاركة في العديد من العمليات التي تحفز من نمو نبات الفول وتطوره.

أما بغض النظر عن المعالجة بالفطريات الجذرية فلاحظنا زيادة في محتوى البرولين للعينات الشاهدة وذلك لتراكمه وعدم إمتصاصه من طرف الفطريات الجذرية.

### 11. نسبة متوسط السكريات الذاتية:

تأثير المعاملة بالفطريات الجذرية *Mycorrhiza* على نسب متوسط السكريات لنبات الفول *VicafabaL* مبين في الوثيقة (30)



**الوثيقة 30:** تأثير المعالجة بالفطريات المعززة لنمو النبات على نسبة متوسط السكريات الذائبة لنبات الفول للمجموعتين (A و C).

من خلال الوثيقة 30، التي تمثل نسبة متوسط السكريات الذائبة للمجموعتين (A و C)، لاحظنا أن نسبة متوسط السكريات الذائبة لكلا المجموعتين في تزايد، حيث في المجموعة A بلغت نسبة متوسط السكريات الذائبة 120.46% مقارنة بالعينات الشاهدة التي حددت نسبتها 100%. أما بالنسبة للمجموعة C فبلغت نسبة متوسط السكريات الذائبة 114.8% مقارنة بالعينات الشاهدة التي بلغت نسبتها 98.9%.

\* و عليه فإننا ننوه أن الفطريات قامت بتحسين نسبة متوسط السكريات الذائبة في كلا المجموعتين حيث في المجموعة A فاقت 20% بينما في المجموعة C قدرت 15.9% ومنه عمل كل من الغبار المعقم والفوسفات على زيادة تعزيز نسبة متوسط السكريات الذائبة.

\* نفس النتائج المتحصل عليها أن الفطريات الجذرية ساهمت في زيادة محتوى السكريات الذائبة في نبات الفول لكلا الوسطين A و C، فبلغت نسبة الزيادة في المجموعة A التي تحتوي على تراب فقط والتي فاقت (20%)، أما بالنسبة للمجموعة C التي تحتوي على تراب مضاف إليه فوسفات والسماذ العضوي فقد قدرت نسبة الزيادة ب (15.9%)، وهذا بفضل الدور الفعال للفطريات الجذرية، فقد بين (Blankenship ; 2014) أن الفطريات لها دور فعال في عملية التركيب الضوئي التي من خلالها يتم إنتاج السكريات وذلك لإنتاجها الكربون الفطري الذي يعتبر عنصراً أساسياً في عملية التركيب الضوئي، وكما أشار (Bidlack ; 2003) أن وجود السكريات الذائبة بمستوى عال في أنسجة النبات يؤدي إلى تعزيز مقاومة النبات وهي الركيزة الأولية التي توفر الطاقة للنبات من أجل قيامه بمختلف الوظائف الحيوية والاستجابات الدفاعية، إلى جانب أن (Reece ; 2013) أقر أن السكريات تؤثر على جميع مراحل دورة حياة نبات الفول وتتفاعل مع الهرمونات في عملية نمو النبات وتطوره.

\* إضافة إلى دور الفوسفور والسماذ العضوي اللذان أديا دور فعال في المجموعة C في إمداد النبات بالعناصر الغذائية اللازمة من أجل إنتاج السكريات والقيام بالوظائف الحيوية.

# الخلاصة العامة

## الخلاصة العامة:

أثر الفطريات محسنة النمو على نبات الفول معروف بعدة آليات منها مساعدة النبتة على زيادة طول الكلي وطول الجذور والجزء الهوائي وزنه الكلي ووزن الجزء الهوائي ووزن الجذور وعدد الأوراق، إن أهمية الفطريات بالنسبة للنباتات المضيفة (الفول) لم تعد أمراً يقبل الجدل، فهي تحسن نمو النبات وزيادة محتوى الكلوروفيل والكاروتينات والسكريات الذائبة فالمقابل تناقص البرولين بالنسبة للعينات المعالجة بالفطريات المزروعة في وسط به غبار معقم وفوسفات مقارنة بالعينات الشاهدة، وهذا ما لمسناه في تجربتنا حيث أن الفطر المستعمل حسن في الطول والوزن بالنسبة للنبات وكذا جرعة الكلوروفيل والسكريات الذائبة والكاروتينويدات وإنقاص جرعة البرولين للنبات المعالج بالفطر، فقد كانت نسبة التحسين واضحة وجلية في النباتات من حيث الوزن (الكلي لنبات، الجذور، الجزء الهوائي) ومن حيث الطول (الكلي للنبات، الجزء الهوائي، الجذور) كانت في تزايد بمرور الأسابيع لثلاث بعد المعالجة حيث بلغت أقصاها في الأسبوع (3) للمجموعة المعالجة التي زرعت في وسط به غبار معقم وفوسفور وكذا بالنسبة لطول الجذور، عدد الأوراق، إلا أن نموها كان أقل في العينات الشاهدة للمجموعتين. وهذا راجع إلى أن النبات لم يتغذى بشكل جيد وهذا ما جعل فرصته في تحسين النمو ضعيفة وغير قادرة على المقاومة أما بالنسبة للنباتات المعالجة بالقطر تحسن بها النمو بنسبة جيدة لأن الفطريات حمت النبتة وجعلت قدرتها على إمتصاص المغذيات والعناصر من التربة بشكل جيد وهذا بزيادة الطول والوزن وجرعة الكاروتينويدات والكلوروفيل والسكريات الذائبة وتناقص جرعة البرولين. نشير إلى أن العينات النامية في وسط محسن بالفوسفات والسماط العضوي المعقم والمعالجة بالفطريات الجذرية قد أبدت تفوق واضح في نسب التحسين مقارنة بالمجموعة النامية في التراب فقط، حيث النتائج كالتالي :

- طول الجذور تجاوزت نسبة التحسين بها 39%.
- الطول الكلي فاق نسبة 28%.
- وزن الجزء الهوائي تجاوز نسبة تحسين 13%.
- وزن الجذور تجاوز نسبة تحسين 9%.
- الوزن الكلي تعدى نسبة تحسين 16%.
- عدد الأوراق تعدى نسبة تعزيز 205%.
- جرعة الكلوروفيل a+b تجاوز نسبة تعزيز 39%.
- جرعة الكاروتينويدات فاق نسبة تعزيز 13%.
- محتوى السكريات الذائبة تجاوز نسبة تعزيز 15%.

جرعة البرولين أبدى إنخفاض محسوس في نسبة التعزيز قدر بنسبة 17%.

إن نبات الفول تختلف إستجابته لمعلق الفطريات الذي أضفناه حسب الشروط الزراعية التي زرع فيها، وقد دلت النتائج المسجلة أن المعاملة بمعلق الفطريات بطريقة إستعماله أدى إلى زيادة تحسين نمو النبات .

ومنه نستنتج أن الفطريات تستعمل في تحسين وتعزيز نمو النبات ولها تأثير إيجابي على صحة النبات وهذا ما أكدته (بسمة سعيد وآخرون 2005) أن الفطريات تلعب دورا هاما في حياة بعض النباتات خاصة أشجار الغابات التي تعتمد على هذه النامية في غياب هذه الفطريات وهذا بتشجيع البعض على تلقيح التربة بالجدور الفطرية، خاصة التقنيات الحديثة في الزراعات التي تعتمد على الوسائل المستدامة لإستعمال الفطريات والبكتيريا لأنها تساعد على مقاوم العدوى بفطريات وبكتيريا أخرى وهذا راجع إلى أن النبات أو الكائنات الدقيقة تنتج مركبات تمنع العدوى بمسببات الأمراض.

وختاما يمكننا القول في هذه الدراسة إننا إستعملنا الفطريات المعززة لنمو النباتات على نبات الفول فقط وفي شروط زراعية مختلفة، وعليه فإننا نرى من الضروري إجراء دراسات يتم من خلالها إستعمال هذا النوع من الفطريات على أصناف أخرى من أجل توفير المحاصيل الزراعية الإقتصادية للوصول إلى الإكتفاء الذاتي.

# قائمة المصادر والمراجع

## قائمة المراجع العربية:

1. احمد 2016: تسميد محاصيل الخضر دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى ، القاهرة- مصر، ص 47- 75- 76.
2. احمد مُحمَّد وآخرون 2004: النبات العام، الناشر مكتبة الانجلو المصرية- القاهرة ص 23.
3. إدريس 2010. مراحل النمو والتطور، موسوعة فيزيولوجيا النبات، كلية الزراعة جامعة الأزهر، مصر، الجزء الأول: 118، 125.
4. إنتاج الفول مقارنة بباقي البقول في الجزائر 2016 ITGC.
5. البحرة والدغستاني 2003، التركيب الكيميائي للفول، مجلة جامعة دمشق الأساسية، مجلد 19.
6. بدر 2006: تصنيف النباتات الزهرية، دار الأندلس للنشر ص 235.
7. بدران 2015: تأثير المعاملات الأولية في صفات الجودة للفول المجدد، رسالة أعدت لنيل الماجستير في الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، ص 9.
8. بوشامة وبقرزوح 2014: أثر الإجهاد الملحي على أصناف العائلة البقولية والعائلة النيجلية المعاملة نقع بالكنتين أثناء مرحلة الإنبات، مذكرة لنيل الماجستير، تخصص القواعد البيولوجية للإنتاج النباتي، جامعة قسنطينة 1.
9. بوعتروس 2008: دراسة مورفولوجية وفيزيولوجية لنبات بقولي *Vicia fabal*.L النامي تحت إجهاد ملحي ومعامل بمنظمات النمو: الكينيتين، الجبريلين، الامكولون، الامينوغرين خارج البيوت البلاستيكية. شهادة DES في بيولوجيا وفيزيولوجيا النبات بكلية علوم الطبيعة والحياة جامعة منتوري قسنطينة.
10. البومي 2005: أساسيات علم النبات. دار العربية للنشر والتوزيع ص 195.
11. حسان كور وخور شيد عبد الغني 2001: العلاقة بين التسميد المعدني والآزوت الجوي وانعكاسها على نبات الفول ( *Vicia fabal* L. ) وإنتاجيته، مجلة باسل للعلوم الهندسية، العدد 13، ص 131.
12. حسن 2002: إنتاج الخضر البقولية، دار العربية للنشر، الطبعة الأولى، القاهرة، ص 317، 346.

13. حياص وآخرون 2007: إنتاج محاصيل الحبوب والبقول، القسم النظري، منشورات جامعة البعث، كلية الزراعة.
14. الخليفة والعثمان 2001: تأثير طريقة الزراعة ومعدل البذور في إنتاجية نبات الفول الصويا في الأحوال البيئية لمحافظة دير الزور، مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية، العدد 17، ص: 25.
15. رقية وآخرون 2008: محاصيل العلق، الجزء النظري، منشورات جامعة تشرين، ص 429.
16. ريفن وآخرون 2008: علم الاحياء سلسلة الكتب الجامعية المترجمة للعلوم الاساسية ، مكتبة العبيكان، الرياض، الفصل 37، ص 754.
17. سعد 1994: النباتات الزهرية، نشأتها، تطورها، تصنيفها، دار الفكر العربي، القاهرة، ص 413، 13، 399، 403، 408.
18. السيد 2009: تكنولوجيا الإنتاج الخضر لمواسم الباردة في الأراضي الصحراوية، المكتبة المصرية والنشر والتوزيع، ط1، القاهرة، ص 189، 390، 408، 412.
19. شحات 2000: الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية الدار العربية للنشر والتوزيع، ص 577-547-681-238-191.
20. شفق والذبابي 2008: إنتاج محاصيل الحقل، دار الفكر العربي لطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، القاهرة، مصر، ص: 155.
21. صحراوي وباقه 2000: مورفولوجيا مدى استجابة نبات الفول للملوحة باستعمال منظمات النمو شهادة الدراسات العليا في بيولوجيا النبات، قسم علوم الطبيعة والحياة كلية العلوم ، جامعة منتوري قسنطينة.
22. عابد وفيتي 2010: دراسة سيرة صنفين من الفول (*Vicia faba* L.). مذكرة نهاية التكوين لنيل شهادة تقني سامي في الفلاحة، معهد التكوين المهني ورقلة، ص 18.
23. عبد المجيد حمداش 2000: زراعة البقوليات الغذائية المطرية (الحمص، الفول، العدس، الفاصوليا) المعهد التقني للمحاصيل الحقلية، الطبعة الأولى، الجزائر، ص 340.
24. عبود 2017: أثر معدلات البذر وموعد الزراعة في نمو نبات الفول (*Vicia faba* L.) وإنتاجيته في ظروف المنطقة الغربية في محافظة حمص، مجلة جامعة البعث، المجلد 39، العدد 27، ص 140-137.

25. عثمان 1996: تأثير طريقة الزراعة ومعدل البدار في إنتاجية فول الصويا في الأحوال البيئية لمحافظة دير الزور، مجلة باسل، الأسد للعلوم الهندسية، العدد 17، كانون الثاني ص 25.
26. العثمان والعساف 2009: أثر موعد الزراعة والكثافة النباتية في إنتاجية الفول العادي ( Vicia fabal L. ) في محافظة دير الزور، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 25، العدد 2، ص 79، 81.
27. عزام 1977: أساسيات إنتاج المحاصيل الحقلية، محاصيل الحبوب والبقول - دمشق.
28. على المستوى العالمي 2010 - FAO شارة التحدي الخاصة منظمة الاغذية والزراعة للأمم المتحدة.
29. علي 1998: ا.م 98 عالم الفطريات. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة ص 194 - 294.
30. علي 1998: عالم الفطريات، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، ص 194، 294.
31. علي الحياي 2015: نبات البذور و إكثار نبات، دراسات عليا. جامعة ديلا.
32. عمراني 2002: اثر التسميد الكيميائي (NPK) والحيوي ومنظم النمو TAA على النمو الخضري والكيميائي والعقد الجدرية لنبات الفول (Vicia fabal.L) (صنف Aquadulce ، شهادة DES في بيولوجيا النبات ، معهد علوم الطبيعة والحياة، جامعو الإخوة منتوري - قسنطينة.
33. عمراني 2005: النمو الخضري والتكاثري، المحتوى الكيميائي للفول Vicia fabal.L (صنف Aquadulce) المعاملة بمنظمي النمو الكينيتين والامينوعزين 2 النامي تحت الإجهاد الملحي، مذكرة لنيل شهادة الماجستير، كلية علوم الطبيعة والحياة جامعة منتوري قسنطينة.
34. فاخرو عبد الجبار 1980، إنتاج الخضر لطلبة المعاهد الزراعية الفنية، مكتبة الأمير للطباعة، بغداد، العراق ص: 300..262.8.4.
35. القرعاوي ا- عبد الله: هاشم ا. الايفيدرا افلا فورسك مجلة التفاعلات النباتية 2014 ، ص 810-802: (1) 9.
36. القشعم 2015: تحديد الموعد والكثافة النباتية الأمثل لزراعة صنفين من الفول العادي تحت ظروف منطقة تدمر، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 31، العدد 2، ص 69، 70، 74.
37. كفاح وآخرون 2012: قوة التهجين وقدرة الإلتلاف لبعض الصفات الكمية في الفول، المجلة العربية لنباتات الجافة، المجلد 6، العدد 2، ص 7.

38. كيال ح 1988: إنتاج محاصيل الحبوب والبقول، دار المعارف الإسكندرية، ص 25، 21.
39. مجاهد وآخرون 1996: النبات، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ص 23، 966.
40. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية ، المجلد 17، العدد 3 -2017 / 1646 -1813 -NSSN.
41. مجيد نخيلا ن 2007: الفطريات ط 1، دار دجلة، الأردن.
42. مُجَّد 2003: الفطريات الفيزيولوجية، التكاثر وعلاقتها بالبيئة والإنسان جزء (2) الطبعة (1) 17 الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة.
43. مديرية المصالح الفلاحية لولاية الوادي 2017 (DSA) احصاء نبات الفول للولاية. مصلحة الاحصاء.
44. المط 1975: الفول، الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الشؤون الزراعية، قسم الإرشاد الزراعي، نشرة رقم 83، ص 13، 12، 8.
45. منصور وآخرون 2005: الفصيلة الفولية في واد القرن، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد 21، العدد الأول، ص 68، 67.
46. مهدي صالح ياسر العتايي 2017 ، تأثير نوع ومدة تعايش المايكورايزا الشجرية في نمو نبات الطماطة ، مجلة الزراعة العراقية البحثية (عدد خاص) مجلد 22 عدد 9 .
47. ناوي ومالكي 2001: دراسة مقارنة لمعرفة مدى تأثير الملوحة على بعض الأصناف من الفول مذكرة تخرج مهندس دولة في البيولوجيا، جامعة تبسة.
48. نزيه وحر يا 2008: محاصيل العلق، الجزء النظري، منشورات جامعة تشرين، ص 429.
49. وزارة الزراعة والتنمية الريفية 2008.

#### المراجع الأجنبية:

1. AanenD , Beekman M , Kokko H,(2016). Weird sex:the underappreciated diversity of sexual reproduction. Phil. Trans.R.Soc.B371,20160262 (10.1098/rstb.2016.0262).
2. Abbatt.L.K.Robsoh, Adde Boer, G, (1984) Effect of phosphorons on the formation of hyphae in soil by my fungus.
3. AbdelatefA.A.Choxing.H,(2011).A arbuscular mycorrihzal influence on growth, photosynthetic pigment. Osmotic adjustment and oxidative stress in tomato plant.

4. **Abdelatef A.A. Choxing. H, (2011).** Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes.
5. **Abdelgawad, H, De, Vos, D, Zinta, G, (2015).** Domaglska M. A. Beemester. Asrd, H Grassland species defferenally regulate proline concentration un der future climte conditions.
6. **Abdelhamid. M. Rady. M. M, (2013).** Exogenons application of proline alleviates salt indnced oxidative stress in phasolus vulagaris L: plants.
7. **Adl , SM , Simposon A. G. B , (2005)** the new higher level classification of Eukaryotes with emphasis on the taxonomof Eukaryotic Miceobiology.
8. **Ahmad Radi Waakub , (2012)** . Mycorrhiza : a natural resource assists plant growth under varied soil conditions .
9. **Aine , MC , Tirome , M, Mclaughlim, DJ, (2014).** Pucciniomycotima , In, the Mycota Systematiecs and Evolution.
10. **Akhter W, Bhuiyan MKA , Sultana F , Hossain MM, (2015).** Integrated effect of microbial antagonist , organic amendment and fungicide in controlling seedling mortality ( Rhizoctonia solani ) and improving yield in pea (Pisum sativum L ). Comptes Rendus Biologies; 338: 21-28
11. **Al-Azawy , A. Q. W, ( 2010)** Efficiency of interaction between Azotobacter sp and arbuscular mycorrhizal fungi for their potential to stimulate tomato plant resistance (Lycoperscon esculentum Mill.) to root rot disease. Ph.D. Thesis. University of Baghdad: 112 pp
12. **Albrechtova J , Latr A , Nedorst L , Pokluda R , Posta K , Vosatka M, (2012).** Dual inoculation with mycorrhizal and saprotrophic fungi applicable in sustainable cultivation improves the yield and nutritive value of onion. Scientific World Journal: 1-8
13. **Alexander. C. et al., ( 1989):** Phosphate uptake by Goodyera repens in relation to mycorrhizal infection New Phytol , 97: 401-411.
14. **Aliasgharzadeh N , Rastin SN , Towfighi H , Alizadeh A, (2001).** Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soilscof the Tabriz Plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. Mycorrhiza; 11: 119-122

15. **Allen ,M.F,(1991).**Ecology of Mycorrhizae ( Cambridge studies in Ecology ). Cambridge university press.Cambridge , Uk.
16. **Anderson JB , Kohn LM,(2007).**Dikaryons , diploids , and evolution. In Sex in fungi: molecular determination and evolutionary implications ( eds Heiman J , Kronstad JW , Taylor JW , Casselton LA ) , pp. 333-348.Washington , DC: ASM Press.
17. **Anoua et al.,( 1997):**couplage entre transfert de matière et reactions chimiques dans un sol , Partie 2: Application à la modélis des transferts de matière dans la rhizosphère , Entropie.33(207).
18. **Antumes , PM , Lehmann , A, Hart MM.. Baumecker , M and Rillig.M.C,(2012).**Zong.term effects of soil nutrient deficiency on arbuscular mycorrhizal communities.
19. **Arnold AE , Engelbrecht BMJ,( 2007).**Fungal endophytes nearly double minimum leaf conductance in seedlings of a neotropical tree species. Journal of Tropical Ecology;23:369-372
20. **Asghari HR ,Marschner P ,Smith SE , Smith FA,(2005).**Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity levels.Plant and Soil;273:245-256
21. **B inghaun M.A and Simard ,S.W ,(2011).**Do mycorrhizal network benefits to survival and growth of interior Douglas fir seedlings increase with soil moisture stress Ecol.
22. **Balliu A ,Sollaku G , Rewald B,(2015).**AMF inoculation enhances growth and improves the nutrient uptake rates of transplanted , salt-stressed tomato seedlings.Sustainability;7:15967-15981
23. **Barr DJS,(1992) ,**The evolution of the kingdoms of living organisms from the perspective of the world of fungi , microbiology.
24. **Barratt et al.,( 2003):**Fungi are The predominant micro-organisms responsible for degradation of soil.buried polyester polyurethane over range of soil water holding capacities ,J.A.PPI.Microbiol.95:78-85.
25. **Beekman M ,Nieuwenhuis B, Ortiz-Barrientos D, Evans JP,(2016).** Sexual Selection in hermaphrodites , Sperm and broadcast spawners , plants and fungi. Phil.Trans.R.Soc.B 371 ,20150541 (10.1098/rstb.2015.0541 ).

26. **Beibr ,K.J Simard , S.W and Durall , D.M, (2015)** Topology of tree-mycorrhizal fungus interaxtionneturoksinxic and mesic Douglas.fir forests.
27. **Berbee ML, James TY ,StrylluDerrien C, (2017).**Early fung of Diversity and impact on the Dawn of Earth life , Annual , Reviers of Microbiology.
28. **Beunett , A.E and classeu ,A.T,(2020)** climate change influence myocrrhizalfungal. Plant interaction ,but conclusions are limited by geographical staudybuas.Ecology.
29. **Bhadraich, B.kakadurga. V.V.Ramrao, p. Manoharachary, C,(1999).** Effect of fungi and rock phosphate on phosphatase activities.
30. **BhallacharyyaPN,Jha,DK,(2012):** Pl growth, promoting rhizobacteria (PGPR) ,emergence in agriculture , world J MicrobiolBiotechnol 28: 1327-1350.
31. **Bidlack.J.E , stern.K.R.Janky.S,(2003)** introductory plant Biology.
32. **Blankenship.R.E,(2014)** Molecular mechanisms of photosynthesis (2<sup>nd</sup>.ed).
33. **Brink et Belay,(2006):** ressources végétales de l'Afrique tropical.générales et légumes seces ,prota ,Paysbus PP:221-223.
34. **Chang YC , Baker R , Kleifeld O , Chet I,( 1986).** I ncreased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. Plant Disease;70:145-148
35. **ChanlotM ,Brun A,(1998).** Physiology of organic nitrogen acquisition by ectomycorrhizal fungi and ectomycorrhizas. FEMS MicorobiologyReviews;22:21-44
36. **ChaverriP ,Gazis RO,(2010).**perisporiopsislateritia , a new species on decaying leaves of *Hevea* spp. from the Amazon basin in Peru.Mycotaxon;113:163-169
37. **Chux et foury,(1994):** Production légumière ,légumineuses potagères ,legumes fruits , Lavoisier , Paris.4,8 PP.
38. **Contreras-Cornejo HA , Macias-Bucio J,(2009).**Trichoderma virens , a plant beneficial fungus , enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arbidopsis*. American Society of Plant Biologists;149:1579-1592

39. **Courty ,P.E; Smith, P, Koegel, S; Redecker; D, Wipt.(2015).**D.Inorganic nitrogen uptake and transport in beneficial plant root-microbe interactions
40. **DajozR,( 2006):**Elements d'écologie ,Ed dunod ,Paris , 8<sup>e</sup> édition , 631pp.Deacon ,J ,Fungal biology , Fourthed , Black well publishing L td , Australia , pp: 142-158.
41. **Daynes ,C.N.D.J.Field ; J.A.Saleeba ; M.A.Cole and P.A.McGee(2013).** Development and stabilization of soil structure via interactions between organic matter , arbuscular mycorrhizal fungi and plant roots. soil Biol. And Bi ,57:683-694
42. **De Queiroz k ,Ganthier J(1992).** phylogenetic taxonomy , annual reviews of ecology , and Systematics.
43. **Eldredge SD, Geary B , Jensen SL,(2016).** Seed isolates of *Alternaria* and *Aspergillus* fungi increase germination of *Astragalus utahensis*. Native Plants;17(2):89-94
44. **ForcheA , Alby K , Schaefer D , Johnson AD , Berman J , Bennett RJ,( 2008)**The parasexual cycle in *Candida albicans* provides an alternative pathway to meiosis for the formation of recombinant strains.PLoS Biol.6,e 110 ( 10.1371/journal.pbio.0060110).
45. **Guezlane et al,( 2017):** Microbiologie addition 8.130.
46. **Guillemin, JP.oragco, Mo. Gim=aminazz. Pearson.V.Glaninazzi.S.(1995).** Effect of phosphate fertilization on phosphatase in bean root fungi.
47. **Ha TN,(2010).** Using *Trichoderma* species for biological control of plant pathogens in Vietnam.Jouranl of ISSAAS;16:17-21
48. **HamayunM , Khan SA , Khan MA , Khan AL , Kang SM , Kim SK , et al,(2009).**Gibberlin production by pure cultures of a new strain of *Aspergillus fumigates*. world Journal of Microbiology and biotechnology;25:1785-1792.
49. **Hammad R ,Elbagory M,(2019).** Using plant growth-promoting fungi ( PGPF ), as a biofertilizer and biocontrol agents against *Tetranychuscucurbitacearum* on Nubian watermelon ( *Citrullus Lanatus* L.). Journal of Advances in Microbiology; 16(2):1-15
50. **Harley ,J, L,(1978).**Ectomycorrhizas as nutrient absorbing orgns proc Roy ,Soc , London.B.203: 1-21.
51. **Harman G ,Mastouri F,(2010).**The role of *Trichoderma* in crop management systems. Phytopathology;100-16

52. **Harman GE, Petzoldt R, Comis A, Chen J, (2004).** Interactions between *Trichoderma harzianum* strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of this interaction on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. *Phytopathology*;94:147-153
53. **Harveson RM, Kimbrough JW, Hopkins DL. (2002).** Novel use of a pyrenomycetous mycoparasite for management of fusarium wilt of watermelon. *Plant Disease*;86(9):1025-1030
54. **Hildebrandt U, Janetta K, Ouziad F, Renne B, Nawarath K, Bothe H, (2001).** Arbuscular mycorrhizal colonization of halophytes in central European salt marshes. *Mycorrhiza*;10:175-183
55. **Hodge A, Campbell CD, Fitter AH, et al., (2001).** An arbuscular mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic matter. *Nature*;413:297-299
56. **Hoorman JJ, (2011).** The Role of Soil Fungus (report no. SAG-14-11). Columbus, Ohio, USA / Ohio State University.
57. **Hossain MM, Sultana F, Miyazawa M, Hyakumachi M, (2014).** The plant growth promoting fungi *Penicillium* spp. GP15-1 enhances growth and confers protection against damping-off and anthracnose in the cucumber. *Journal of Oleo Science*;63(4):391-400.
58. **Hoyos-Carvajal L, Orduz S, Bissett J, (2009).** growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. *Biological Control*;51:409-416.
59. **Jahromi F, Aroca R, Porcel R, Ruiz-Lozano JM, (2008).** Influence of salinity on the in vitro development of *Glomus intradices* and on the in vivo physiological and molecular responses of mycorrhizal lettuce plants. *Microbial Ecology*;55:45-53
60. **Jinyi Huany, (July 2020).** Soil and environmental issues in sandy soils, *Earth-Science Reviews* 208(3):103295 DOI:10.1016/j.earsciev.
61. **Johnson NC, Zak DR, Tilman D, Pfleger DL, (1991).** Dynamics of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi during old-field succession. *Oecologia*;86:49-58
62. **Jones MD, Smith SE, (2004).** Exploring functional definitions of mycorrhizas are mycorrhizas always mutualisms? *Canadian Journal of Botany*;82:1089-1109
63. **Kanchiswamy CN, Malnoy M, Maffei ME, (2015).** chemical diversity of microbial volatiles and their potential for plant growth and productivity. *Frontiers in Plant Science*. 2015;6:151. DOI:10.3389/fpls.00151

64. **Khamna S, yotoka A. and LumyongS,(2009).** Actinobacteria isolated from medicinal plant rhizosphere soils: diversity and Screening of antifungal compounds , indole -3-acetic acid and siderophore production. *World J Microbiol Biotechnol*;25:649-655.
65. **Khan AL, Hamayun M, Kim YH, Kang SM, Lee JH ,LeeIJ.Gibberellins producing endophytic Aspergillus fumigates sp,(2011).** LH02 influened endogenous phytohrmonallevels , plant growth and isoflavone biosynthesis in soybean under salt stress. *Process Biochemistry*; 46:440-447.
66. **Landis FC ,Gargas A , Givnish TJ,(2004).** Relationships among arbuscular mycorrhizal fungi , vascular plants and environmental conditions in oak savannas. *The New Phytologist*;164:493-504
67. **LowenfelsJ , Lewis W,(2006).** Teaming with Microbes A gardener's Guide to the Soil Food Web , Chapter 3: Bacteria. Portland , Oregon: Timber Press .
68. **Mark C B RUNDRETT ( JUNE 2017)** University of western Australia , in book: Biogeography of Mycorrhizal Symbiosis.
69. **Martinez-Medina A, Rolda'nA , Albacete A, Pascual JA,(2011).** The interaction with arbuscular mycorrhizal fungi or Trichoderma harzianum alters the shoot hormonal profile in melon plants. *Phytochemistry*;72:223-229
70. **Mathur ,N.andA.Vyas,(2000).** Influence of arbuscular mycrrhizae on biomass production , nutrient uptake and physiological changes in Ziziplusmauritiana
71. **McManus BA , Coleman DC(2014).** Molecular epidemiology , phylogeny and evolution of Candida albicans. *Infect. Genet. Evol.*21 , 166-178 (10.1016 /j.meegid.2013.11.008).
72. **Mo Y, Wang Y , Yang R , Zheng J , Liu G ,Li H , et al,(2016).** Regulation of plant growth , photosynthesis , antioxidation and osmosis by an arbuscular mycorrhizal fungus in watermelon seedlings under well-watered and drought conditions. *Frontiers in Plant Science*;7:644
73. **Mosse ,B,(1977).**Theories' of mycorrhiza in legume nutrition on marginal Soils ,(whitney ,A,S. and Bose , J. Eds ) univ , of Hawaii , College Tropical Agriculture Mist , Publ.no 145.P.147.
74. **Nadeem A, HamayunM , Khan S.A , Khan A.L ,Lee I.J and Shin D.H,2010.**Gibberelliproducing endophytic fungi iolated from Monochoriavaginalis. *JMicrobiol Biotrchnol*;20:1744-1749

75. **NazninHA ,Kiyohara D , Kimura M , Miyazawa M, Shimizu M , Hyakumachi M,(2014).** Systemic resistance induced by volatile organic compounds emitted by plant growth-promoting fungi in *Arabidopsis thaliana*. *PloS One*;9(1):e86882
76. **NimnoiP ,PongsilpN.andLumyoung S,(2010).** Endophytic actinomycetes isolated from *Aquilaria crassna* Pierre ex Lec and screening of plant growth promoters production. *World J Microbiol Biotechnol*;26:193-203
77. **Niyogi KK.Truong TB.(2013).** Evolution of flexible non-photochemical refrigeration mechanisms regulating light harvesting in photosynthesis.
78. **OhmiyaA.KatoM.Shimada T. Na shima K Kishimoto. S, Nagata M.(2019).** Molecular basis of carotenoid accumulation in horticultural crops.
79. **Osaurusian(2019).** Role of the orange gene in carotene accumulation, chromoplasty manipulation, and color receptor .
80. **Pontecorvo G, SermoniG.(1954).** Parasexual recombination in *Penicillium chrysogenum*. *Microbiology* 11 ,94-104 ( 10.1099/00221287 – 11 – 94 ).
81. **Rabeendran N, Moot DJ , Jones EE, et al,(2000).** Inconsistent growth promotion of cabbage and lettuce from *Trichoderma* isolates. *New Zealand Plant Protection*;53:143-146
82. **RajankarPN ,Tambekar DH , Wate SR,(2007).** Study of phosphate solubilization efficiencies of fungi and bacteria isolated from saline belt of Purna river basin. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*;3(6):701-703.
83. **ReeceJ.B et. al. (2013).** Campbell Biology Benjamin Cummings
84. **Rillig.M.C;N.F.Mardatin ;E.F Leifheit and P.M.ANTUNS (2010)** Mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi increases soil water repellency and is sufficient to maintain water-stable soil aggregates. *Soil Biol. And Bio*;42:1189-1191
85. **Rocio et al 2010:** Role of The osmotic stress regulatory pathway in morphogenesis and secondary metabolism in filamentous fungi , *Toxi* ,2:367-381.
86. **RuessL , Ferris H, (2004).** Decomposition pathways and successional changes. In: *Proceeding of the fourth international Congress of Nematology*. Vol.2.pp.547-556.

87. **Ruiz-Lozano JM ,Azcon R , Gomez M,(1996).** Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal Glomus species in Lactuca sativa plant. *Physiologia Plantarum*;98:767-772
88. **Rybicki EP(1990).** The classification of organisms at the edge of life , or problems with virus systematic
89. **Sadiki et Lazrak (1998):** La fève et la féverol.fiche technique. Instit Agronomique et vétérinaire hassan 2(eds).P31.
90. **SChutyser2003:** Mixed solid –state Fermentation , Numerical modeling and experimental Validation ,Ph,D,The Netherlands ,pp: 7-9.
91. **SeastedtTR , Hobbs RJ , Suding KN,(2008).** Management of novel ecosystems are novel approaches required ? *Frontiers in Ecology and the Environment*;6:547-553
92. **ShekoofehE ,Sepideh H , Roya R,(2012).** Role of mycorrhizal fungi and salicylic acid in salinity tolerance of Ocimum basilicum resistance to salinity. *Journal of Biotechnology* (9):2223-2235
93. **Soltani A.A, khavazi K, Asadi-RahmaniH ,Omidvari M, Dahaji P,(2010).** A. and Mirhoseyni H. PLANT growth promoting characteristics in some flavobacterium spp. Isolated from soil of Iran. *Journal of Agricultural Science* ;2:106-115.
94. **Soudi,(2013):** caractérisation et évaluation agronomique des populations locales de vicia faba.L ,mémoire de master sciences et technique.université sidi mohamed ben abdellah.p:12.
95. **Sun Y, Cheng Z, and Glick B.R,(2009).** The presence of a l-aminocyclopropane-l-carboxylate ( ACC) deaminase deletion mutation alters the physiology of the endophytic plant growth-promoting bacterium Burkholderia phytofirmans PsJN. *FEMS Microbiol Lett* ;296:131-136
96. **SuryanarayananT.S.and KumaresanV,(2000).** Endophytic fungi of some halophytes from an estuarine mangrove forest. *Mycological Research*;104:1465-1467.
97. **SuryanarayananT.S.and KumaresanV.and Johnson J.A,(1998).** Foliar endophytes from two species of the mangrove Rhizophora. *can J Microbiol*; 44:1003-1006
98. **SuryanarayananT.S.Venkatesan G. and Murali T.S,(2003).** Endophytic fungal communities in leaves of tropical forest trees: Diversity and distribution patterns. *Current Science*;85:489-92

99. **Suryanarayanan T.S. Wittlinger S.K, (2005).** and Faeth S.H. Endophytic fungi associated with cacti in Arizona. *Mycol Res*;109:635-639
100. **Takacs ,T.I. Biro ;A. Anton and H.E chaoxing (2006) :** Inter and Intraspecific variability in Infectivity and Effectiveness of five *glomus* sp. STRAINS AND Growth Response of Tomato Host. *Agrokemia es Talajtan* , 55(1):251-260
101. **Tarafdar JC ,Marschner H. (1994).** Efficiency of VAM hyphae in utilization of organic phosphorus by wheat plants. *Soil Science e Plant Nutrition*;40:593-600
102. **Wang et al (2012):** Genetic diversity and relationship of global Faba bean (*vicia faba* L) germplasm revealed by ISS P markers , *theor App 1 Grmet* , 124.789.797.
103. **Waqas M, Khan AL , Lee IJ, (2014).** Bioactive chemical constituents produced by endophytes and effects on rice plant growth. *Journal of Plant Interactions*;9:478-487
104. **Wells JM , Boddy L , Donnelly DP, (1998).** Wood decay and phosphorus translocation by the cord forming basidiomycete *Phanerochaete velutina*: The significance of local nutrient supply. *The New Phytologist*;138:607-617
105. **Whipps JM, (2001).** Microbial interactions and biocontrol in rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*.;52:487-511
106. **Yaseen T, Burni T hussain F, (2011).** Effect of Arbuscular mycorrhizal inoculation on nutrient uptake , growth and productivity of cowpea (*Vigna unguiculata* ) varieties. *African Journal of Biotechnology*;10:8593-8598
107. **Zhang S, Gan Y, Xu B, (2016).** Application of plant-growth-promoting fungi *Trichoderma longibrachiatum* t6 enhances tolerance of wheat to salt stress through improvement of antioxidative defense system and gene expression. *Frontiers in Plant Science*; (7):1405.

ملاحق

الملحق 1 : متوسطات القيم الإحصائية لطول الجزء الهوائي لثلاث أسابيع لنبات الفول للمجموعتين (A و C) .

| طول الجزء الهوائي |              |              |              |              |              |                                       |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------------|
| الشاهدة           |              |              | المعالجة     |              |              | المجموعة                              |
| الاسبوع<br>3      | الاسبوع<br>2 | الاسبوع<br>1 | الاسبوع<br>3 | الاسبوع<br>2 | الاسبوع<br>1 | A                                     |
| 43                | 38           | 30           | 40           | 34           | 82           |                                       |
| 43                | 38           | 30           | 39           | 32           | 25           |                                       |
| 40                | 38           | 30           | 36           | 30           | 24           |                                       |
| 36                | 34           | 28           | 36           | 28           | 23           |                                       |
| 35                | 31           | 27           | 36           | 27           | 20           |                                       |
| 34                | 30           | 27           | 35           | 27           | 20           |                                       |
| 23                | 29           | 28           | 35           | 27           | 20           |                                       |
| 36.28             | 34           | 28.57        | 36.71        | 29.28        | 22.85        | متوسط<br>طول<br>A                     |
| 37                | 34           | 30           | 38           | 31           | 42           | C                                     |
| 34                | 32           | 29           | 36           | 31           | 24           |                                       |
| 34                | 31           | 29           | 36           | 30           | 24           |                                       |
| 35                | 32.33        | 29.33        | 36.66        | 30.66        | 24           | متوسط<br>طول<br>الجزء<br>الهوائي<br>C |

الملحق 2 : متوسطات القيم الإحصائية لطول الجذور والطول الكلي لنبات الفول

للمجموعتين (A و C) .

| المجموعة |                | طول الجذور       |                 | الطول الكلي      |                 |
|----------|----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| A        | متوسط طول<br>A | العينات المعالجة | العينات الشاهدة | العينات المعالجة | العينات الشاهدة |
|          |                | 48               | 45              | 88               | 88              |
|          |                | 39               | 42              | 78               | 85              |
|          |                | 33               | 30              | 69               | 70              |
|          |                | 40               | 38              | 76               | 74              |
|          |                | 35               | 20              | 67               | 54              |
|          |                | 39               | 28              | 74               | 62              |
|          |                | 37               | 25              | 67               | 48              |
|          |                |                  |                 | 67               | 44              |
|          |                | 38.71            | 32.57           | 73.25            | 65.62           |
| C        | متوسط طول<br>C | 54               | 23              | 83               | 60              |
|          |                | 26               | 20              | 62               | 54              |
|          |                | 30               | 17              | 66               | 51              |
|          |                | 22               | 12              | 55               | 72              |
|          |                | 30.75            | 18              | 66.5             | 48              |

الملحق رقم 3 : متوسطات القيم الإحصائية لوزن الجزء الهوائي والوزن الكلي لنبات  
الفول للمجموعتين (A و C) .

| الأوزان            |                     |                    |                     |                    |                     |                     |
|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| الوزن الكلي        |                     | وزن الجذور         |                     | وزن الجزء الهوائي  |                     | المجموعة            |
| العينات<br>الشاهدة | العينات<br>المعالجة | العينات<br>الشاهدة | العينات<br>المعالجة | العينات<br>الشاهدة | العينات<br>المعالجة | A                   |
| 65.18              | 65.51               | 40.39              | 43.1                | 24.79              | 22.41               |                     |
| 64.6               | 57.8                | 36.64              | 30.55               | 29.02              | 26.49               |                     |
| 60.23              | 55.15               | 33.51              | 25.81               | 25.2               | 28.28               |                     |
| 59.15              | 55                  | 35.64              | 34.34               | 22.55              | 20.56               |                     |
| 45.51              | 52.22               | 25.4               | 28.87               | 24.42              | 29.13               |                     |
| 44.99              | 50.07               | 31.08              | 0.763               |                    |                     |                     |
| 44.01              | 43.19               | 28.09              | 5.182               |                    |                     |                     |
| 39.65              | 5.224               |                    |                     |                    |                     |                     |
| 52.91              | 53.02               | 32.96              | 31.23               | 25.196             | 5.3742              | متوسط<br>الوزن<br>A |
| 69.12              | 59.23               | 28.26              | 30.4                | 39.62              | 7.852               | C                   |
| 48.55              | 52.39               | 20.53              | 18.43               | 26.19              | 33.99               |                     |
| 17.27              | 49.93               | 14.11              | 23.4                | 12.18              | 26.99               |                     |
| 44.98              | 53.85               | 20.96              | 24.07               | 26.20              | 29.61               | متوسط<br>الوزن<br>C |

الملحق 4 : متوسطات القيم الإحصائية لعدد الأوراق لنبات الفول لكلا المجموعتين (A و C) .

| العينات الشاهدة |           |           | العينات المعالجة بمعلق الفطريات |           |           |                           |
|-----------------|-----------|-----------|---------------------------------|-----------|-----------|---------------------------|
| الاسبوع 3       | الاسبوع 2 | الاسبوع 1 | الاسبوع 3                       | الاسبوع 2 | الاسبوع 1 |                           |
| 69              | 52        | 60        | 67                              | 54        | 59        | المجموعة<br>A             |
| 33              | 50        | 54        | 55                              | 40        | 36        |                           |
| 50              | 48        | 51        | 78                              | 41        | 36        |                           |
| 48              | 43        | 40        | 68                              | 48        | 50        |                           |
| 43              | 49        | 54        | 42                              | 59        | 63        |                           |
| 39              | 44        | 48        | 67                              | 33        | 28        |                           |
| 31              | 32        | 36        | 48                              | 37        | 30        |                           |
| 69              | 45.42     | 36        | 60.71                           | 46        | 43.14     | المتوسط<br>عدد<br>الأوراق |
| 50              | 63        | 60        | 110                             | 71        | 69        | المجموعة<br>C             |
| 80              | 33        | 29        | 115                             | 33        | 30        |                           |
| 65              | 42        | 38        | 51                              | 77        | 71        |                           |
| 65              | 46        | 42.33     | 92                              | 60.33     | 59.66     | المتوسط<br>عدد<br>الأوراق |

الملحق 5 : متوسطات القيم الإحصائية لمحتوى الكلوروفيل والكاروتينات لنبات الفول لكلا

المجموعتين (A و C) .

| العينات الشاهدة |         |        |        | العينات المعالجة بمعلق الفطريات |         |        |        | المجموعة              |
|-----------------|---------|--------|--------|---------------------------------|---------|--------|--------|-----------------------|
| CRTN            | Chlra+b | Chlr b | Chlr a | CRTN                            | Chlra+b | Chlr b | Chlr a |                       |
| 0.461           | 0.846   | 0.843  | 0.562  | 0.435                           | 0.816   | 0.677  | 0.132  | المجموعة<br>A         |
| 0.723           | 1.138   | 0.526  | 0.592  | 0.221                           | 1.422   | 0.812  | 2.39   |                       |
| 0.253           | 0.149   | 0.321  | 0.599  | 0.771                           | 1.389   | 0.644  | 1.039  |                       |
| 0.47            | 0.71    | 0.56   | 0.58   | 0.47                            | 1.20    | 0.71   | 1.18   | المتوسط<br>الكلوروفيل |
| 0.538           | 1.176   | 0.363  | 2.819  | 1.086                           | 3.648   | 0.995  | 0.787  | المجموعة<br>C         |
| 0.658           | 0.958   | 0.443  | 0.498  | 0.574                           | 3.053   | 0.148  | 2.819  |                       |
| 0.322           | 1.864   | 0.47   | 0.711  | 0.791                           | 1.22    | 1.27   | 0.726  |                       |
| 0.50            | 1.33    | 0.42   | 1.34   | 0.81                            | 2.64    | 0.75   | 1.44   | المتوسط<br>الكلوروفيل |

**الملحق 6 : متوسطات القيم الإحصائية لمحتوى السكريات الذائبة لنبات الفول لكلا المجموعتين (A و C).**

| العينات المعالجة بمعلق الفطريات | العينات الشاهدة |                  |
|---------------------------------|-----------------|------------------|
| 26                              | 18              | المجموعة A       |
| 35                              | 22              |                  |
| 2                               | 4               |                  |
| 21                              | 14.66           | المتوسط السكريات |
| 19                              | 17              | المجموعة C       |
| 45                              | 1.5             |                  |
| 3.2                             | 25              |                  |
| 22.4                            | 14.5            | المتوسط السكريات |

**الملحق 7 : متوسطات القيم الإحصائية لمحتوى البرولين لنبات الفول لكلا المجموعتين (A و c).**

| العينات المعالجة بمعلق الفطريات | العينات الشاهدة |                  |
|---------------------------------|-----------------|------------------|
| 2                               | 2.1             | المجموعة A       |
| 2.4                             | 2.4             |                  |
| 2.3                             | 1.1             |                  |
| 2.23                            | 1.86            | المتوسط البرولين |
| 1.3                             | 2               | المجموعة C       |
| 2.2                             | 2.3             |                  |
| 1.2                             | 0.3             |                  |
| 1.56                            | 1.53            | المتوسط البرولين |



صورة تمثل جهاز تسخين العينات



صورة تمثل جهاز حفظ العينات



صورة تمثل جهاز الحمام المائي التي وضعت فيه العينات



صورة تمثل جهاز امتصاص الموجات الضوئية



صورة تمثل ميزان إلكتروني





صورة تمثل معلق الفطريات المستعمل في معالجة نبات الفول

صورة تمثل إنبات نبات الفول في الأصص



صورة تمثل تحضير العينات لنبات الفول