



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة

تأثير المعاملة بفطور الميكوريزا الشجيرية والتريكوديرما في تحسين المواصفات المورفولوجية والفيزيولوجية لشتول نبات الخرنوب

Effect of Treatment with Mycorrhizal Fungi and
Trichoderma harzianum in improving the
Morphological and Physiological characteristics
of Carob Seedlings (*Ceratonea Siliqua. L*)

رسالة علمية أعدت لنيل درجة الماجستير باختصاص (البيئة) في قسم الموارد
الطبيعية المتجددة والبيئة

إعداد الطالبة

شذى كريم أبو حلاوة

الدكتور. رامي وطفة (مشرفاً علمياً)

الدكتور. محمد عماد خريبه (مشرفاً مشاركاً)

قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة

قسم التنوع الحيوي - محور التعايش

كلية الهندسة الزراعية - دمشق

الهيئة العامة للتقانة الحيوية - دمشق

العام الدراسي 2021\2022

تصريح:

أصرح بأن البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان:

(تأثير المعاملة بفطور الميكوريزا والتريكوثيرما في تحسين المواصفات المورفولوجية والفيزيولوجية لشتول نبات الخرنوب).

لم يسبق أن قُدم للحصول على أية درجة جامعية أخرى، وغير مقدم حالياً لذلك، وأن الأعمال، والنتائج المذكورة كافة هي جهودي الشخصية، وبتوجيه من المشرف العلمي، وأية معلومات أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة

شذى كريم أبو حلاوة

Declaration

To Whom It May Concern, I declare that the present research work entitle

" Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and *Trichoderma harzianum* Treatment on Morphological and Physiologic Specifications of Carob Seedlings (*Ceratonea Siliqua. L*)

It's a new research work, and that has never been studied by any other degree, and currently it is not submitted by any one for any degree .All the mentioned results are my own efforts, and done by the direct supervision of my guide.

All the referred is cited, and well-documented in the list of references.

Candidate

Shaza karem abo halawa

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الأطروحة؛ نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة شذى أبو حلاوة بإشراف الدكتور رامي وطفة المدرس في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، والدكتور محمد عماد خريبه الباحث في الهيئة العامة للتقانة الحيوية -قسم التنوع الحيوي- دمشق سورية، وإن أية مراجع أخرى بحثت في هذه الرسالة موثقة في النص.

المرشحة

المشرف المشارك

المشرف العلمي

م.شذى كريم أبو حلاوة

د. محمد عماد خريبه

د. رامي وطفة

Certificate

We certify that the work described in this thesis is the result of a scientific research carried out by the candidate shaza Abu Halawa under the supervision of Dr. Rami Watfa, a teacher in the Department of Renewable Natural Resources and the Environment, and Dr. Muhammad Imad Khraibeh, a Researcher at the Public Authority for Biotechnology, Department of Biodiversity, Damascus, Syria, and that any other references were searched in This message is documented in the text.

Candidate: Shaza Karem Abu Halawa

Co-Supervisor: Dr. Muhammad Imad Khraibeh

Scientific Supervisor: Dr. Rami watffa

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة. كلية الزراعة - جامعة دمشق.

This thesis has been submitted as a partial of the requirements for master degree in Department of renewable natural resources and the environment faculty of Agriculture, Damascus University.

نوقشت وأجيزت هذه الرسالة بتاريخ:

يوم الأربعاء 2022/ 5 /18

لجنة الحكم:

الدكتور: رامي وطفة

الدكتورة: رجاء الصالح

الدكتور: فهد البيسكي

شكر وتقدير

من أعظم روائع القدر أن يضع الله في دربك من ينيرون لك الطريق، أسمى كلمات الشكر والاحترام مصحوبة بالتقدير والمحبة لمن كانا النور في درب علمي، وفي طريقي كانا المرجع، ومصدر النجاح من خلال عطائهما من وقتهما وجهدهما وعلمهما :

الدكتور: رامي وطفة

الدكتور: محمد عماد خريبه

والشكر الجزيل أيضاً لأعضاء لجنة التحكيم :

الدكتور: فهد البيسكي و الدكتورة: رجاء الصالح

والشكر موصول لكل من قدم لي يد العون المادي والمعنوي والنفسي.

وشكر كبير للهيئة العامة للتقانة الحيوية بدمشق

والشكر الأكبر لكل أعضاء الهيئة التدريسية في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة -كلية الزراعة - جامعة دمشق الذين لم يتوانوا عن مساعدتي، وتسخير بعض التجهيزات الضرورية لقياس بعض الصفات، والتوجيهات الكريمة التي قدموها لي.

إلى من أحمل اسمه فخورة مرفوعة الجبين

إلى من أجله حتى القداسة – مصدر قوتي واعتزازي

إلى الفكر المتوقد – منارتي وقدوتي

أبي

إلى سر نجاحي – وأعلى ما في الوجود

إلى من زينت حياتي برشدها ونصائحها ودعواتها

إلى نقطة بدايتي ونهايتي وقوتي وضعفي

أمي

إلى أروع من جسد الحب بكل معانيه (صبر – عطاء – احتواء)

إلى من كان لي في الحياة ملاذي و ملجأ

زوجي

إلى الوجوه الجميلة التي أرى النور من عيونهم ومعهم أمضي أجمل لحظاتي

إلى مصدر البسمة والفرح والحياة

(سنا – نايا – سيلينا – مصطفى)

إلى من كان وجودهم حولي كل السعادة – العون – المحبة

إلى من لازموني بأصعب الأوقات وأنسوني هموم الحياة

(ريم – لوريس – هلا)

إلى من وسعهم قلبي ولم تسعهم صفحتي

أصدقائي

الفهرس:

فهرس المحتويات Index of contents		
رقم الصفحة	المحتويات	
2	1- المقدمة	الفصل الأول
4	1-2- مشكلة البحث.	
4	1-3- تساؤلات البحث.	
5	1-4- فرضيات البحث.	
5	1-5- مسلمات البحث.	
6	1-6- أهداف البحث.	
6	1-7- أهمية موضوع البحث.	
7	1-8- محدوديات البحث.	
7	1-9- مبررات البحث.	
8	2- الدراسة المرجعية.	الفصل الثاني
9	1-2- التصنيف العلمي والوصف النباتي للخرنوب	
16	2-2- لقاح التريكوديرما.	
17	2-3- لقاح الميكوريزا.	
22	2-4- المؤشرات البيوكيميائية.	
24	2- مواد البحث ومستلزماته	
25	3-1- مستلزمات البحث.	
27	3-2- طرائق البحث.	
27	3-1-2- الموقع وجمع العينات.	
27	3-2-2- مكان تنفيذ البحث.	
28	3-2-3- مكان وزمان تنفيذ البحث.	
29	3-2-4- مخطط البحث والمعاملات المدروسة.	
29	3-3- استخراج أبواغ الميكوريزا.	
30	3-4- الكشف عن فطور الميكوريزا.	
31	3-5- التوصيف المورفولوجي لفطور الميكوريزا الشجيرية.	

31	3-6- اللقاح الميكوريزي.	
33	3-7- تقدير نسبة المكروزة في القطع الجذرية لشتول نبات الخرنوب ضمن اللقاح الميكوريزي.	
34	3-8- دراسة الإصابة بالميكوريزا مجهرياً.	
34	3-9- تأثير فطور الميكوريزا الداخلية والتريكوثيرما في معايير النمو المختلفة.	
35	3-10- المؤشرات المدروسة.	
35	مؤشرات النمو الشكلية.	
38	مؤشرات النمو البيوكيميائية.	
40	التصميم التجريبي والتحليل الإحصائي.	
الفصل الرابع		
41	3- النتائج والمناقشة.	
42	1- المؤشرات الشكلية:	
42	تأثير المعاملة (فطريات الميكوريزا والتريكوثيرما والميكوريزا+التريكوثيرما) في مؤشرات النمو لشتول نبات الخرنوب من خلال:	
42	1-1- تأثير اللقاح في مؤشر طول نبات الخرنوب (سم):	
42	1-2- تأثير اللقاح في مؤشر متوسط عدد أوراق نبات الخرنوب:	
43	1-3- تأثير اللقاح في متوسط الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري (غ) لنبات الخرنوب:	
45	1-4- تأثير اللقاح في متوسط طول الجذور والكتلة الحية لنبات الخرنوب:	
46	تقدير النسبة المئوية للاعتماد الميكوريزي (% M.D).	
47	الكشف عن البنى الداخلية لوجود فطريات الميكوريزا المتعايشة على جذور نبات الخرنوب:	

49	تقدير نسب المكروزة في القطع الجذرية لشتول نباتات الخرنوب من خلال:	
51	2- المؤشرات البيوكيميائية:	
51	1-تأثير اللقاح (فطريات الميكوريزا والتريكوديرما والميكوريزا+التريكوديرما) في محتوى نبات الخرنوب من الكلوروفيل a,b والكاروتينات:	
52	2-تأثير اللقاح بالميكوريزا والتريكوديرما والميكوريزا+التريكوديرما في متوسط محتوى أوراق نبات الخرنوب من جزيئات الكاروتينويدات (مغ . غ-1 وزن رطب):	
الفصل الخامس		
53	الاستنتاجات.	1-4
56	التوصيات والمقترحات.	2-4
الفصل السادس		
57	المراجع.	6
58	المراجع العربية.	1.6
59	المراجع الأجنبية.	2.6
67	الملحقات	
73	Abstract	
الرقم	فهرس الأشكال	الرقم
الصفحة	العنوان	
10	الشكل العام لشجرة الخرنوب.	1

2	الوصف النباتي لشجرة الخرنوب.	11
3	صورة توضيحية لأهمية شجرة الخرنوب.	15
4	الفرق بين الجذور مع ميكوريزا A ، ودون ميكوريزا B.	17
5	دورة حياة فطور الميكوريزا الداخلية.	19
6	لقاح التريكوديرما.	26
7	لقاح الميكوريزا.	27
8	عملية الزراعة وتنظيم المعاملات في صفوف منتظمة.	28
9	خطوات الكشف عن تركيب الفطريات داخل أنسجة الجذور بعد صبغها.	31
10	اللقاح الميكوريزي الخليط (أنواع أبواغ فطور الميكوريزا الداخلية مجهرياً).	32
11	العينات المأخوذة لدراسة تطور المجموع الجذري مع الميكوريزا مجهرياً.	34
12	قياسات معايير النمو المدروسة.	37
13	مقياس الطيف الضوئي Spectrophotometer.	38
14	مراحل استخلاص محتوى الكلوروفيل a,b والكاروتينات من نبات الخرنوب المدروس.	39
15	مقطع تشريحي في جذر نبات الخرنوب المتعايش مع فطور الميكوريزا والتريكوديرما.	47
16	مقطع تشريحي في جذر نبات الخرنوب المتعايش مع فطور الميكوريزا.	47
17	مقطع تشريحي في جذور نبات الخرنوب الشاهد.	48
رقم الجدول	فهرس الجداول Index of tables	رقم الصفحة
	العنوان	
1	مخطط البحث والمعاملات المدروسة.	29

43	تأثير اللقاح في مؤشر متوسط طول النبات (سم) وعدد الأوراق لنبات الخرنوب.	2
45	تأثير اللقاح في مؤشر متوسط الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الخرنوب.	3
46	تأثير اللقاح في مؤشر متوسط طول الجذور (سم) والكتلة الحية (غ) لنبات الخرنوب.	4
50	النسبة المئوية لطول جذور نباتات الخرنوب المستعمرة RLC بفطور الميكوريزا الداخلية والتريكوديرما +الميكوريزا.	5
51	متوسط النسبة المئوية لتواجد الهيفات، والتفرعات، والحوصلات الفطرية في المعاملات المكرزة.	6
52	تأثير اللقاح بالميكوريزا و التريكوديرما والميكوريزا+التريكوديرما في محتوى أوراق نبات الخرنوب من جزيئات الكلوروفيل b و a و الكاروتينويدات (مغ . غ-1 وزن رطب).	7

الإختصارات Abbreviations		
الإختصار	المقابل بالإنكليزي	المترادف العربي
-	Mycorrhizae	الميكوريزا
AMF	Arbuscular Mycorrhizal Fungi	الميكوريزا الداخلية الشجرية
	Ectomycorrhizae	الميكوريزا الخارجية
-	<i>Trichoderma harzianum</i>	التريكوديرما
M	Mycorrhization	المكرزة
M.D	Dependency Mycorrhizal	الاعتماد الميكوريزي

الملخص

أجريت تجربة حقلية في مزرعة أبي جرش في كلية الهندسة الزراعية بجامعة دمشق حيث أحضرت الشتول من مشتل الهنادي في اللاذقية، مدة البحث 1-2 عام، تم زراعة الشتول في أصص بلاستيكية قطرها (20) سم، ووضع نايلون من البولي إيثيلين على كامل مساحة التجربة لمدة ستة أشهر. لدينا 4 معاملات، وكل معاملة 3 مكررات، وكل مكرر 5 نباتات؛ وذلك لدراسة تأثير فطور الميكوريزا الداخلية والتريكوديرما في تحسين بعض مؤشرات النمو الشكلية لشتول نبات الخرنوب (ارتفاع النبات-عدد الأوراق الناشئة-الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري - طول الجذور - الكتلة الحية/biomass). وكذلك في مؤشرات النمو البيوكيميائية من حيث محتوى النبات من الكلوروفيل A,b والكاروتينات.

استخدم لقاح ميكوريزي خليط من ستة أنواع من فطور الميكوريزا الداخلية التابعة للجنس *Glomus*، ولقاح التريكوديرما نوع *harzianum* وعوملت الشتول باللقاحين، وقدر أثرهما بمقارنة معايير النمو المختلفة بين شتول نباتات الخرنوب المعاملة بكل لقاح على حدة وباللقاحين معا وغير المعاملة.

وبالفحص المجهرى للبنى الداخلية لجذور الخرنوب في المعاملات الممكرزة، تلونت البنى الداخلية باللون الأزرق الغامق؛ نتيجة صبغتها بصبغة التريبان الأزرق، ولم تتلون البنى الداخلية للجذور غير الممكرزة باللون الأزرق.

وقد بلغت نسبة الاعتماد الميكوريزي لنباتات التجربة 54.33%.

أظهرت النتائج التأثير الإيجابي للقاح الميكوريزا والتريكوديرما في المؤشرات الشكلية المدروسة وظهر ذلك في زيادة في طول النباتات، حيث تفوقت المعاملة بالميكوريزا معنوياً بمتوسط وقدره (78.52 سم) على معاملة التريكوديرما والميكوريزا بمتوسط وقدره (69.53 سم) تليها التريكوديرما بمتوسط وقدره (67.92 سم) على معاملة الشاهد بمتوسط وقدره (65.48 سم).

بلغت نسبة الزيادة في عدد الأوراق للنباتات المعاملة بالميكوريزا بمتوسط يبلغ (70 ورقة) خلال فترة الزراعة تليها معاملة الميكوريزا والتريكوديرما بمتوسط قدره (53 ورقة) تليها التريكوديرما بمتوسط وقدره (47 ورقة) بالمقارنة مع الشاهد بمتوسط (45 ورقة).

تفوقت المعاملة بالميكوريزا والميكوريزا والتريكوديرما معنوياً في صفة طول الجذور بمتوسط (48.40c.m، 42.8c.m على التوالي) مقارنة بالشاهد.

تفوقت الميكوريزا معنوياً على بقية المعاملات في صفة وزن المجموع الخضري الرطب بمتوسط (97.20غ)؛ مقارنةً بالشاهد، وفي صفة وزن المجموع الخضري الجاف بمتوسط (46.79غ)؛ مقارنة مع الشاهد.

تفوق الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على بقية المعاملات في صفة الوزن الرطب للجذر بمتوسط (63غ) مقارنة بالشاهد. وبالنسبة للوزن الجاف للمجموع الجذري تفوق الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على الشاهد بمتوسط (21.10غ).

بلغت الكتلة الحية biomass للنباتات المعاملة بالميكوريزا بنهاية التجربة 160.21غ، وللنباتات المعاملة بالميكوريزا والتريكوديرما 131.20غ وللنباتات المعاملة بالتريكوديرما 81.6غ، ولنباتات الشاهد 89.72غ .

بالنسبة للمؤشرات البيوكيميائية تفوقت المعاملات الممكزة على نظيراتها غير الممكزة في محتواها من الكلوروفيل b,a . على التوالي بمتوسط وقدره (5.86) ، (5.06) مغ . غ-1 وزن رطب على معاملة الشاهد.

تفوقت معاملة الميكوريزا معنوياً بمتوسط وقدره (5.12) مغ . غ-1 وزن رطب على معاملة الشاهد في محتوى الأوراق من جزيئات الكاروتينويدات (مغ . غ-1 وزن رطب).

الكلمات المفتاحية: فطور الميكوريزا الداخلية، الخرنوب، التريكوديرما، المواصفات الشكلية والبيوكيميائية.

أولاً - الكود الرقمي المقترح Suggested digital code:

الرسالة تسجيل										المشرف	الشعبة	القسم	الكلية	فرع الجامعة	الجامعة
الطالب		درجة		السنة			الشهر		2	0	0	1	0	1	0
6	0	5	1	2	0	2	8	0							

ثانياً -التعريفات Definitions :

الميكوريزا Mycorrhizae :

يشق المصطلح (Mycorrhiza) من الكلمتين (myco و rhiza) اللتين تعنيان (فطر، جذر). وكان العالم Frank عام 1885 أول من طرح هذا المفهوم للتعبير عن العلاقة المتبادلة الحاصلة بين الفطر وجذور النبات. الميكوريزا هي فطريات جذرية، وتشكل علاقة منفعة متبادلة مع النبات العائل، وتقسّم إلى فطريات داخلية وفطريات خارجية، (Smith and Read, 2008) وتنتشر الميكوريزا على طول الجذر مشكلةً نقاط اختراق، وتنمو في التربة المحيطة مشكلةً شبكةً واسعةً من هيفات الميسليوم، وتؤدي فطريات الميكوريزا دوراً مهماً في زيادة مساحة سطح الجذور، مما يحسن من امتصاص العناصر من التربة. وتخرق هيفات (الميكوريزا الخارجية) المسافة بين خلايا القشرة في الجذر؛ بينما تدخل هيفات (الميكوريزا الداخلية) الخلايا الجذرية، وتسهم في امتصاص العناصر بواسطة العائل النباتي. ومن فوائد الميكوريزا زيادة إتاحة عنصر الفوسفور في التربة، وإفراز إنزيم الفوسفاتيز، وزيادة مقاومة النبات للأمراض الجذرية، وتحمل العوامل البيئة كالجفاف، والملوحة، وإفراز منشطات النمو (الزعيبي، 2011).

التريكوديرما Trichoderma:

إن فطر التريكوديرما من الفطريات الزقية واسعة الانتشار في التربة، واستخدم هذا الفطر في مكافحة الحيوية بصورة واسعة لتعدد آلياته في مكافحة التي تشمل التطفل الفطري، والتضاد الحيوي، وإنتاج الإنزيمات، والتنافس، وتعزيز نمو الجذور، وتطور النباتات من خلال زيادة جاهزية العناصر الغذائية في التربة (Muhammad and Amusa, 2003). يعد النوع *Trichoderma harzianum* من أهم الأنواع التابعة للجنس *Trichoderma* المستعمل في مكافحة الحيوية لأمراض النبات. يتميز بأنه نوع متكامل *Species aggregate* والذي يحوي وفرة كبيرة من السلالات التي يمكن أن تستعمل كعوامل مقاومة حيوية ضد الفطريات الممرضة للنبات.

الاستعمار الميكوريزي (المكرزة): Mychorrzation

يعتمد على الفحص المجهرى، للتعرف إلى وجود فطر الميكوريزا في جذور النباتات، وللتأكد من وجود هيفاته وحوصلاتته الشجرية داخل الأنسجة.

الفصل الأول :المقدمة

INTRODUCTION

ثالثاً - المقدمة Introduction:

تعدُّ شجرة الخرنوب من أهم الأشجار الحراجية المثمرة المنتشرة في منطقة حوض البحر المتوسط؛ فضلاً عن كونها موطناً أصلياً لهذه الشجرة (Battle, 1997; Talhouk., 2005).

ينتشر هذا النوع في سورية في المنطقة الساحلية، وينتمي نبات الخرنوب إلى الطابق النباتي المتوسطي الحار، يتمتع نبات الخرنوب بالقدرة على تحمل الجفاف، لذلك يمكن أن يحتل المكان الرئيس في التشجير الحراجي؛ وخصوصاً في ترقيع الغابات الجفافية الصنوبرية؛ لأنه يقاوم الجفاف (Battle وزملاؤه 1997؛ ولهذا يفسر الاهتمام الواضح بشجرة الخرنوب في سورية.

إن الخرنوب من العائلة البقولية لكن لا تحتوي جذوره على عقد بكتيرية تعايشية لتثبيت الآزوت الجوي (1985, Martin Loacao)، إلا أنه لوحظ أنه يمكن أن تنمو على جذوره فطور ميكوريزي داخلية Endomycorrhizal من النمط الشجيري Arbuscular تساهم في رفع القدرة على امتصاص الآزوت والفوسفور والماء من التربة.

أظهرت الدراسات والبحوث العلمية أن الاعتماد على المبيدات والأسمدة الكيميائية المصنعة كانا وراء كثير من الأمراض الخطيرة التي أصابت الإنسان والحيوان، وشوهت البيئة تشوهاً كبيراً؛ مما جعلت العالم يتجه إلى استعمال أسلوب يعتمد الزراعة النظيفة أو الزراعة الحيوية (الزعي، 2011).

ظهرت حديثاً دعوات كثيرة للتخلي عن استعمال الأسمدة الكيميائية وجميع الإضافات الصناعية والاهتمام الكبير بنوعية المنتج الغذائي، وتفاقم ظواهر تلوث البيئة ببقايا الأسمدة والمبيدات الكيميائية التي تؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي؛ لذا ينبغي الاهتمام بحماية البيئة من التلوث؛ ولهذا يعدُّ الاستعمال الأمثل لفعالية الأحياء الدقيقة ونشاطها الحيوي في التربة بديلاً آمناً بيئياً في توافر العناصر الغذائية الأساسية؛ مقارنة بالأسمدة الكيميائية. وذلك لمواصلة عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية والاهتمام الكبير بنوعية المنتج الغذائي (Hamedan وزملاؤه، 2006).

يطلق على الكتلة الحيوية (Biomass) الناتجة عن إكثار الكائنات الحية الدقيقة والتي تضاف إلى التربة بغرض استغلال نشاطها الحيوي في إمداد النباتات ببعض احتياجاتها الغذائية بالأسمدة الحيوية

(Bio-fertilizers) (طه، 2007) ويعد التسميد الحيوي واحداً من أهم إنجازات التقنية الإحيائية، ويتمثل بعزل أحياء دقيقة مختلفة، وإكثارها بطرائق مختلفة لحين استعماله كلقاح، فهو إما أن يخلط مع البذور قبل الزراعة، أو تغمر به جذور البادرات، أو يضاف مباشرة في الحقل بالقرب من جذور النباتات النامية (Lakshmama، 2000).

لذا كان من الضروري تبني استراتيجيات حديثة للإقلال من استخدام الأسمدة الكيميائية واستبدالها بأساليب أخرى آمنة بيئياً. ومنها استخدام فطور الترايكوديرما وفطور الميكوريزا التي تعد من أهم التقانات البديلة السليمة والصديقة للبيئة من جهة، والتي تؤدي إلى زيادة الإنتاجية من جهة أخرى، فهي بذلك تحقق إنتاجاً مستديماً؛ إذ توجد علاقة منفعة تبادلية بشكل طبيعي بين 90% من نباتات العالم، وهذه الفطور متخصصة بإقامة مستعمراتها على التعايش مع جذور النباتات. (Szekeres وزملاؤه، 2004).

تعد الميكوريزا التي تتعايش مع جذور النبات أحد أهم الفطور التي استخدمت في مكافحة الحيوية فهي تؤدي دوراً مهماً في تحفيز نمو النبات وتسهم في حمايته من الأمراض المحمولة بالتربة التي تسبب له أمراض الذبول وأعفان الجذور من خلال تفعيل الاستجابة الدفاعية والتي تتجلى بتنشيط إفراز بعض الهرمونات (كميثيل الجاسمونيك) والإنزيمات الدفاعية (كالبيروكسيداز) (khriea، 2012).

تنشأ علاقة تكافلية بين فطريات (AM) وجذور النباتات تعمل على زيادة مقاومة الجفاف عن طريق إحداث تغييرات في النبات على المستوى الشكلي، مثل: تغييرات في مورفولوجيا الجذور بتشكيل خيوط إضافية جذرية؛ ومن ثم زيادة مساحة سطح الشعيرات الجذرية التي تعمل على امتصاص الماء، والمواد المغذية للنبات. (Dar ZM وزملاؤه، 2018).

يؤدي فطر *Trichoderma* دوراً مهماً في تحسين صفات التربة، وتثبيت النتروجين الجوي، وزيادة جاهزية، وامتصاص العناصر الغذائية كالفسفور والبوتاسيوم والعناصر الصغرى ومن ثم تحسين الحالة الغذائية للنبات (Szekeres وزملاؤه، 2004).

إن لبعض عزلات فطر *Trichoderma harizanum* تأثيراً محفزاً لنمو النباتات؛ بسبب إفراز منظمات نمو نباتية شبيهة بالأوكسينات التي تعمل بالتوافق مع زيادة جاهزية، وامتصاص العناصر الغذائية؛ فضلاً عن قدرته على مكافحة مسببات المرضية الفطرية المختلفة التي تصيب النبات (Hunter and Keith، 2002).

يُعد تركيز الكلوروفيل Chlorophyll من المؤشرات البيوكيميائية المهمة التي توضح حالة التمثيل الضوئي في النبات.

تؤدي الكاروتينات دوراً أساسياً في تحسين تحمل النباتات لظروف الإجهاد (Jaleel وزملاؤه، 2009). وهي أصبغة نباتية ذوابة في الدهون، تشكل جزءاً رئيساً من منظومة الدفاع المضادة للأكسدة النباتية، وتُعد من أهم مضادات الأكسدة.

رابعاً - مشكلة البحث : Research problem

تتعرض غراس الخرنوب المزروعة بالأكياس في المشاتل من أجل أعمال التشجير إلى إخفاقات عند زراعتها بالأرض الدائمة، فالخرنوب يعاني من بطء نمو، لاسيما في سنواته الأولى.

إن لنبات الخرنوب القدرة على مقاومة الحرائق حيث يستخدم كخطوط نار، وبلدنا في الأزمنة تعرضت للحرائق، ودخل الخرنوب في مرحلة التدهور، والخرنوب يمكن أن يحتل المكان الرئيس في أعمال التشجير الحراجي وخصوصاً في أعمال ترقيع الغابات الجفافية الصنوبرية، وهو مهم في الأنظمة الزراعية، وله أهمية اقتصادية كمشروع إنتاجي.

بدأت مشكلة تلوث التربة في الأراضي الزراعية تظهر نتيجة الإفراط في استعمال الأسمدة الكيميائية، وبشكل خاص الأسمدة الأزوتية، إذ إن لاستخدام الأسمدة الكيميائية المصنعة كثيراً من الآثار السلبية الخطيرة على سلامة البيئة، وصحة الإنسان؛ فهي تُغسل بسهولة من التربة لتتسرب إلى المياه الجوفية أو مياه الأنهار والبحيرات، وتؤدي إلى تعريض التربة للتعرية الريحية والمائية؛ مع المحتوى العضوي المنخفض للتربة خاصة؛ لكونها تقضي على الكائنات الحية الدقيقة الموجودة فيها؛ الأمر الذي يؤدي إلى إفقار بنيتها وإضعاف مساميتها؛ ومن ثم انخفاض المغذيات المتاحة، كما أنّ ازدياد الاعتماد عليها يؤدي إلى زيادة الكمية المطلوبة سنوياً للحصول على الإنتاجية نفسها؛ فضلاً عن الأخطاء الشائعة في استخدامها كالخطأ في نوع العناصر المضافة أو إضافة كميات زائدة من الأسمدة؛ مما يسبب الإخلال في توازن العناصر المعدنية أو الخلل في امتصاصها؛ وذلك يخفض أو يفقد إنتاجية التربة. لذلك كان من الضروري التحول نحو تبني استراتيجيات حديثة واستبدالها بأساليب أخرى آمنة بيئياً، ومنها استخدام فطريات الميكوريزا والتريكوديرما.

خامساً - تساؤلات البحث : Research Question

أ - هل يعاني نبات الخرنوب من بطئ النمو في سنواته الأولى؟

- هل تعد إضافة الأسمدة أحد الحلول الممكن اتباعها في عملية الإسراع بالنمو؟

ب - هل تعد إضافة الفطريات (ميكوريزا وتريكوديرما) جزءاً من حل لمشكلة بيئية أو زراعية؟ وهل يجوز عدّ التغييرات الحاصلة عند إضافة الفطريات دلالة على تحسن نمو شتول نبات الخرنوب، لا سيما في سنواته الأولى؟

- وهل لتلك الإضافات علاقة وثيقة بمعدل تحسين الموصفات الشكلية والبيوكيميائية لشتول نبات الخرنوب؟

ث-كيف يمكن أن تؤثر بعض التغيرات في الصفات الشكلية؛ نتيجة إضافة هذه الفطريات في نمو شتول نبات الخرنوب ؟

سادساً - فرضيات البحث : Research Assumes

أ -إن اختيار الفطريات الجذرية (الميكوريزا و التريكوديرما) من شأنه أن يؤثر في زيادة نسبة النمو لشتول نبات الخرنوب؛ ومن ثم ستكون النتائج البحثية أكثر إيجابية.

ب -هل يؤثر استخدام هذه الأسمدة على التغيرات الشكلية والبيوكيميائية وهل له دلالة إيجابية أو سلبية على الهدف المرجو من التجربة العلمية، باعتبار أن الفطريات الجذرية المستخدمة للزراعة ذات التأثير الأكبر في نسبة ومعدل النمو.

ت -وجود هذه الفطريات في التربة تعطي زيادة في معدل النمو لشتول الخرنوب.

ج -يمكن أن تشكل هذه الإضافات (الميكوريزا و التريكوديرما) آلية منطقية وعملية لحل مشكلة بيئية (مثل مشكلة استخدام الأسمدة الكيميائية) وذلك بتحويلها لأساليب أخرى آمنة بيئياً. وكذلك تحسن من بنية التربة.

ح -تعد المشاكل البيئية عائقاً حقيقياً في المجال الزراعي، ولا سيما أن الزراعة مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالظروف البيئية المحيطة.

خ -لا يمكن نفي الفائدة العملية لإضافة الأسمدة العضوية الصديقة للبيئة للنباتات من ناحية التأثير الإيجابي على معدل النمو النباتي، وإن نقص التغذية يؤثر سلباً في النبات.

سابعاً - مسلمات البحث : Research Bostulates

أ -إن لنبات الخرنوب قدرة على مقاومة الحرائق حيث يستخدم كخطوط نار.

ب -الزراعة في الظروف البيئية السليمة الخالية من الأسمدة الكيميائية ووجود الأسمدة الحيوية تعطي أفضل النتائج، كما ونوعاً، وتحسن من بنية التربة.

ثامناً - أهداف البحث : Research Objectives :

يهدف البحث إلى تقدير كفاءة فطور الميكوريزا الداخلية التابعة للجنس Glomus والتريكوديرما في تحسين صفات النمو الشكلية والبيوكيميائية لشتول نبات الخرنوب والحصول على غراس أكثر جودة، وأكثر كفاءة لنجاح زراعتها في مواقع التشجير الدائمة.

تاسعاً - أهمية موضوع البحث : Research relevance :

يتميز البحث بأهمية عالية؛ إذ إن التوجه العالمي الحديث يتمحور حول الزراعة النظيفة، لما لها من أثر إيجابي على الصعيد البيئي؛ كالتخلص من استخدام الأسمدة الكيميائية التي تسبب أضراراً للإنسان كمسببات الأمراض الخبيثة، وانخفاض الجودة الغذائية؛ فضلاً عن أن البحث يسلط الضوء حول أحد الأسمدة المستخدمة والصديقة للبيئة وهي الميكوريزا والتريكوديرما والتي تسهم بالتخلص من مشكلة إضافة الأسمدة الكيميائية وحماية البيئة من التلوث، ولا سيما أن عدداً من الدراسات المرجعية تكلم على تلك الفوائد، وأن البحث سلط الضوء على استخدام هذا النوع من الأسمدة على نوع نباتي حراجي مهم جداً في أراضي الجمهورية العربية السورية؛ وهو نبات الخرنوب الذي يمتلك قيمة طبية غذائية عالية. ويُعد الخرنوب من المواد الأولية الزراعية المستخدمة بإنتاج وقود حيوي بديل نظيف. تُعد شجرة الخرنوب من الأشجار التي تحمي التربة، وتساعد على الحد من تهديد الجفاف، والتقليل من أضرار العواصف، كما أنها توفر الغذاء والسكن لكثير من الحيوانات، هذا عدا عن كونها تحافظ على المناظر الطبيعية. كما أن هذه الشجرة تستخدم للزينة في الحدائق، وتؤمن الظل، ولشجرة الخرنوب دور كبير في الوقاية من الحرائق؛ إذ يزرع كخطوط نار، فضلاً عن فوائد النبات الطبية والبيئية.

وسيعود البحث بالفائدة على عدد من الجهات؛ كوزارة البيئة والزراعة من خلال إكثار نبات الخرنوب بفطريات أو لقاح الميكوريزا في المشاتل، لاسيما في سنواته الأولى، وزيادة التوعية البيئية والصحية للمزارعين، وذلك من خلال تقليل استخدام الأسمدة الكيميائية، كذلك سيفيد المشاتل، وذلك من خلال تحسين الشتول الناتجة كمياً ونوعاً وأيضاً سيضيف قيمة علمية إذ إن الأبحاث حول استخدام الميكوريزا والتريكوديرما في النباتات الحراجية ولاسيما نبات الخرنوب قليلة جداً.

عاشراً - محدوديات البحث : Research Limitations :

الحدود المكانية : نُفذ البحث في مزرعة أبو جرش في كلية الهندسة الزراعية بجامعة دمشق التي ترتفع 720م عن سطح البحر.

الحدود الزمانية : نُفذ البحث في مزرعة أبو جرش في كلية الهندسة الزراعية بجامعة دمشق وفي مخابر جامعة دمشق واللاذقية في 2020-2021

الحدود الزراعية : دُرِسَ نوعٌ نباتي واحد فقط، وهو نبات الخرنوب بإضافة الفطريات الجذرية (الميكوريزا و التريكوديرما).

الحدود الموضوعية : دُرِسَتْ فائدة الزراعة بإضافة الفطريات الجذرية (الميكوريزا و التريكوديرما) لنبات الخرنوب، وبيان أهمية هذه الفطريات في تحسين معايير النمو المختلفة لشتول نبات الخرنوب وبيان أثر الزراعة العضوية النظيفة لما لها من فوائد كبيرة جداً على الصعيد البيئي والزراعي.

الحادي عشر - مبررات البحث : Research justification :

تُعَدُّ الزراعة أحد أعمدة بناء الإقتصاد الوطني؛ لذلك يجب السعي دائماً من أجل تطويرها، وإدخال التقنيات الحديثة لها، ولاسيما تلك التقنيات التي تعود بالمنافع المتعددة على الإنسان والبيئة.

1. تتعرض غراس الخرنوب المزروعة بالأكياس في المشاتل من أجل أعمال التشجير إلى إخفاقات عند زراعتها بالأرض الدائمة. فالخرنوب يعاني من بطء في النمو، لاسيما في سنواته الأولى.
2. نبات الخرنوب له قدرة على مقاومة الحرائق حيث يستخدم كخطوط نار، وبلدنا في الأزمة تعرضت للحرائق، ودخل الخرنوب في مرحلة التدهور والخرنوب يمكن أن يحتل المكان الرئيس في أعمال التشجير الحراجي، وخصوصاً في أعمال ترقيع الغابات الجفافية الصنوبرية وهو مهم في الأنظمة الزراعية، وله أهمية اقتصادية كمشروع إنتاجي.
3. تحسين بنية التربة من خلال استخدام أساليب آمنة بيئياً كسماد حيوي، مثل: الميكوريزا والتريكوديرما.
4. ندرة الدراسات لتأثير المعاملة بفطور الميكوريزا الشجيرية AMF والتريكوديرما *Trichoderma harzianum* في الموصفات الشكلية والبيوكيميائية لشتول نبات الخرنوب.
5. لذا كان من الضروري دراسة تأثير الميكوريزا في نمو هذا النبات الذي يُعدُّ أكثر الكائنات الحية الدقيقة المحفزة على النمو والإنتاج.

الفصل الثاني :الدراسة المرجعية

LITERTURE REVIEW

2- الدراسة المرجعية Literature Review :

1-2- التصنيف العلمي والوصف النباتي للخرنوب Scientific classification and botanical description of carob:

الخرنوب (*Ceratonia Siliqua*).

الاسم اللاتيني: . *Ceratonia Siliqua* L .

الاسم بالإنكليزية : Carob.

الاسم الفرنسي : Caroubier.

لصف مستورات البذور Angiospermopsida.

رتبة البقوليات Leguminales.

ويتبع للعائلة: (Fabaceae) Cesalpinaceae.

وجنس الخرنوب *Ceratonia spp.* ممثل في الحالة الطبيعية في سورية بنوع وحيد هو الخرنوب القرني *C. siliqua* (Nahal, 1962).

الاسم العلمي لشجرة الخرنوب *Ceratonia siliqua* L. مشتق من الكلمة اليونانية "kera" التي تتعلق بالشكل القرني لشكل الثمرة، والكلمة اللاتينية *siliqua* تشير إلى صلابة القرون وشكلها (Papaefstathiou وزملاؤه، 2018)

تتميز شجرة الخرنوب بحساسيتها العالية للبرودة، وتحمل الجفاف والرياح القوية والملوحة، وتعيش في الأراضي الصخرية الوعرة، وفي التربة الرملية الفقيرة سواء أكانت حمضية أم قليلة القلوية على أن تكون تربتها جيدة التصريف، وتكتفي شجرة الخرنوب بمعدل (300) ملم من الأمطار السنوية. وهذه من الأسباب التي جعلتها متكيفة للعيش في مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط ومعظم بلدان الشرق الأوسط، وتعيش شجرة الخرنوب من (200-300) سنة، وتزهر عادة ابتداءً من منتصف شهر آب ولغاية تشرين الثاني كما تزهر في مواسم أخرى إذا ما توافرت لها ظروف بيئية مناسبة.

- الوصف النباتي للخرنوب Botanical description of carob:

أ- الشكل العام للشجرة General shape of the tree:

الخرنوب شجرة مستديمة الخضرة، شكلها شبه كروي، يصل ارتفاعها ما بين (10 - 15) م، ساقها شديدة الصلاب، ويصل قطرها وسطياً حتى (2) م (Nahal, 1962) الشكل رقم (1).



الشكل رقم (1): الشكل العام لشجرة الخرنوب.

ب- الأوراق Leaves:

جلدية مركبة ريشية غالباً، وتربة مزدوجة يتراوح طولها من (10 - 20) سم، والورقات بيضوية ذات لون أخضر لمّاع على السطح العلوي وأخضر فاتح مسمّر على السطح السفلي طولها من (3 - 7) سم، ويتراوح عدد الأزواج من (4 - 10) أزواج، الأذينات متساقطة. (Tous، Batlle، 1997). الأوراق لا تتساقط في الخريف، وتجدد جزئياً في فصل الربيع (نيسان وأيار). الشكل رقم (C-2)

ج- الأزهار Flowers:

الأزهار ذات لون مخضر إلى أصفر محمر، صغيرة جداً وعديدة بطول (6 - 12) مم، وذات أعناق قصيرة تتجمع في عنقود إبطي متطاوّل منتصب (Nahal، 1962).

تنمو الأزهار على الأغصان القديمة، وليس على الأغصان الحديثة، يتميز الخرنوب بفترة إزهار طويلة، وتظهر الأزهار في فصل الخريف (أيلول، تشرين الأول) وأحياناً في فصل الصيف بعد دخول شهر حزيران أو في آب (Retana وزملاؤه، 1994)، حيث إن وقت الإزهار وطول مدته يعتمد على الظروف المناخية المحلية؛ إذ لُحِظَ في الأماكن الحارة إزهاراً كاملاً على الأشجار المذكرة والمؤنثة خلال شهر حزيران. الشكل رقم (D-2).

د- الثمار Pods:

قرنية لمساء لمّاعة صلبة مستقيمة أو مقوسة أو ملتفة قليلاً، غير قابلة للتفتح، طولها من (10 - 30) سم وعرضها من (1.5 - 3.5) سم وسماكتها بحدود 1 سم، ذات نهاية حادة أو شبه حادة، خضراء اللون ذات طعم قابض قبل النضج تصبح بنية اللون وبطعم حلو عند النضج في نهاية الصيف، وبداية الخريف

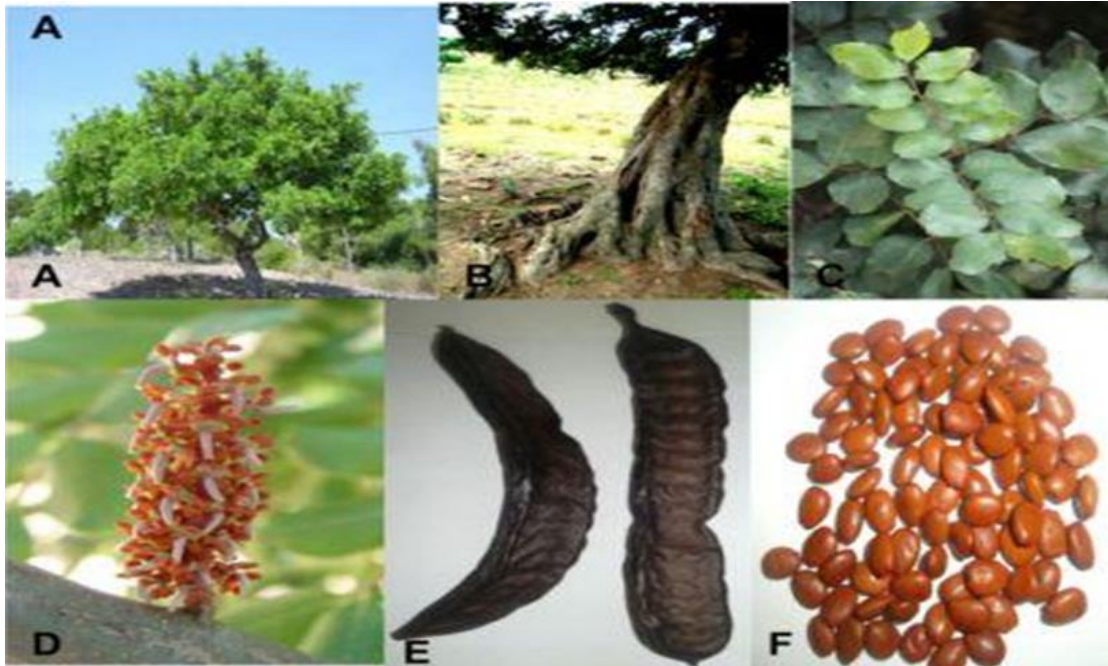
يحتوي القرن غير الناضج على نسبة مرتفعة من التانينات تعطي له المذاق القابض، وعند جفاف القرن يصبح المذاق حلوًا. وتحتوي قرون الخروب الجافة على نكهة عطرية وترجع إلى محتويات القرن من حمض الإيزوبيوتريك حيث تبلغ نسبته حوالي 1.3% (Dakia وزملاؤه، 2007).

لب الثمار عالي المحتوى من السكر الإجمالي (48 – 56)% يتضمن بشكل رئيس سكروز، غلوكوز، فركتوز والمالتوز (Tous، Batlle، 1997). الشكل رقم (E-2)

هـ- البذور Seeds:

البذور ذات لون بني غامق أو باهت، لامعة ذات غلاف صلب غير نفوذ للماء، طولها من 8 - 10 مم، عرضها من 7 - 8 مم وسماكتها من 3 - 5 مم. البذور سائبة قبل اكتمال القرن، وتصبح ذات خشخشة بعد جفاف القرن (Tous، Batlle، 1997).

تقسم بذرة الخرنوب حسب الوزن إلى: (30 – 33)% غلاف بذرة، (42 – 46)% اندوسبرم والجنين (23 – 25)% ويحتوي غلاف البذرة على مضادات أكسدة. الشكل رقم (F-2).



(الشكل رقم (2): الوصف النباتي لشجرة الخرنوب (*Ceratonia Siliqua*))

A: الشكل العام للشجرة، B: ساق الشجرة، C: الاوراق، D: الزهرة، E: قرون الخرنوب،

F: بذور الخرنوب).

– طرائق إكثار نبات الخرنوب:

يتكاثر الخروب جنسياً بالبذرة وخضرياً بالتطعيم، وبالعين والقلم القمي، والعقلة وزراعة الأنسجة، وتزرع شتلات الخروب في الحقل أو المكان المستديم خلال النصف الثاني من شباط أو أوائل شهر آذار، وهي أنسب مواعيد لزراعة الخروب. وقد تزرع خلال أيلول وتشرين الأول، وتزرع الأشجار في الحقل على مسافات كبيرة فيما بينها (7-9 م) في كل الاتجاهات.

– الانتشار الجغرافي للخرنوب Geographical distribution of carob:

أ – الانتشار في حوض المتوسط:

نمت شجرة الخرنوب منذ العصور القديمة في معظم بلدان البحر الأبيض المتوسط (Mitrakos, 1986)، مثل سورية، ولبنان، وفلسطين، وجنوب الأردن، وتركيا، وشبه الجزيرة العربية، وتونس وليبيا (Nahal, 1962).

خارج منطقة البحر الأبيض المتوسط، يمكن العثور على تجمعات أصغر من الشجرة في عدد من البلدان، مثل: الولايات المتحدة الأمريكية (كاليفورنيا)، والمكسيك، وأستراليا، ونيوزيلندا، وجنوب إفريقيا، وباكستان (Wilson, Esbenshade, 1986).

تنمو شجرة الخرنوب في المغرب في السهول، وفي الجبال متوسطة الارتفاعات (نحال، 2003)، كما تنتشر طبيعياً في الجزائر وتونس مع الزيتون وبطم اللانتيك (Rejeb, 1992)، كما يتواجد في فلسطين على ارتفاعات (300 – 600 م) (Nahal, 1962).

في الأردن يتواجد الخرنوب على ارتفاع يتراوح ما بين (100 – 600 م) عن سطح البحر في منطقة اليرموك مع البطم الأطلسي والبلوط الرومي، حيث تشكل أشجار الخرنوب (10 – 30%) في المنطقة (نحال وزملاؤه، 1996).

ب – الانتشار في سورية:

في سورية يشكل الخرنوب مجتمعاً نباتياً خاصاً في شرق المتوسط في المنطقة الساحلية وهو مجتمع الخرنوب والبطم الذي يظهر على السفوح الغربية ذات الترب الحمراء بجوار البحر وحتى ارتفاع 300 م، ويعد الخرنوب عنصراً مرافقاً ضمن مجتمع السنديان العادي دائم الخضرة الذي يُعدُّ من أوسع التشكيلات الشجرية انتشاراً (Nahal, 1962)، لكنه شوهد طبيعياً على ارتفاعات تزيد عن 500 م في سورية.

أمّا في المنطقة الداخلية، فيوجد الخرنوب طبيعياً بشكل مبعثر وإفرادي؛ مما يدلّ على تقلص رقعته الجغرافية بفعل التعديلات، فضلاً عن خشيته من القارية. ويشاهد على السفوح الشرقية للجبال الساحلية

المتاخمة لسهل الغاب، وعلى الطريق الواصلة ما بين مصياف ووادي العيون، وديكيش، وما بين حارم، وسلقين (Nahal, 1962).

وحسب الوضع الحالي لمناطق انتشار الخرنوب في سورية، فإنّ الخرنوب لا يشكل على الإطلاق تجمعاً حراجياً نقياً إلا أنّه يوجد بشكل بقايا في غابات الطابق المتوسطيّ الحراريّ مع بطم اللانتيسك والزيتون البري، كما يتسرب بشكلٍ إفرادي إلى الطابق النبتي المتوسطيّ الحقيقي.

يصنّف الخرنوب حالياً بأنّه من الأنواع المهددة بالانقراض، وقد بينت نتائج Talhouk وزملاؤه (2005) أن أشجار الخرنوب المتبقية قليلة جداً، وتشمل تجمعات قليلة العدد في القطر اللبناني، وكذلك في سورية. كما أشار Nahal (1962) إلى تدهور شجرة الخرنوب، وتقلص مساحتها نتيجة العوامل البشرية والطبيعية.

– أهمية الخرنوب:

أ– الأهمية الاقتصادية والزراعية:

يقدر الإنتاج العالمي من الخرنوب بحوالي 315.000 طن/1 سنة منتجة من 200.000 هكتار، وهذا يعتمد على الصنف، وأعمال الخدمة الزراعية (Kefalas، Makris، 2004). تأتي إسبانيا في مقدمة الدول المنتجة، ويقدر إنتاجها بحدود 42% من الإنتاج العالمي، تليها إيطاليا بنسبة 16%، ثم البرتغال 10%، والمغرب 8%، واليونان 6.5%، وقبرص 5.5%، وتركيا 4.8% (Tous وزملاؤه، 1996). يعد الخرنوب من الأنواع الاقتصادية المهمة، لكونه شجرة متعددة الأغراض، وتبرز أهمية النوع في المجالات الآتية:

ب– الأهمية الغذائية Nutritional importance:

تؤكل الثمار طازجة في كثير من البلدان؛ بسبب محتواها العالي من السكر، ويستخرج منها الدبس ذو القيمة الغذائية العالية؛ فضلاً عن استخدامه لتحضير الحلويات والوجبات الغذائية (Owen وزملاؤه، 2005).

يستخدم مسحوق القرون كبديل للسكر في تصنيع الشوكولا وعددٍ من المنتجات الغذائية التي يدخل في صناعتها الكاكاو (إنتاج شوكولا خالية من الكافيين) (Rogers، 1998). كما يستخدم في تصنيع المشروبات الباردة والساخنة، ويضاف إلى الحليب (Morton، 1987)، كما ويمكن خلط مسحوق القرون مع العسل للحصول على نكهة جيدة (Rogers، 1998)، ويُستخدَم مسحوقُ القرون بنتائج ممتازة في أنواع عدة من الكيك والبسكويت والحلوى (Emam وزملاؤه، 2000).

تنتج البذور المطحونة دقيقاً ذا قيمة غذائية كبيرة، وهناك مخازن تصنع نوعاً من الخبز يحتوي على 25 % من دقيق الخرنوب، وفي ألمانيا تستخدم البذور المحمصة كبديل عن القهوة وبالنكهة نفسها تقريباً (Tous، Battle، 1997).

ت- الأهمية الطبية Medical importance:

توصي عددٌ من الدراسات بتدعيم الغذاء في حالة ارتفاع مستوى كولسترول الدم بكميات عالية من قرون الخرنوب (Nissim وزملاؤه، 2006). فضلاً عن أهميته في خفض حدوث الأمراض المتعلقة بالقلب والأوعية الدموية (Owen وزملاؤه، 2005).

كما أكد Kapoor ، Srivastava (2005) أهمية قرون والخرنوب وصمغه في معالجة قرحة المعدة. يستخدم مسحوق القرون في تصنيع منتج Arbore لعلاج حالات الإسهال الحادة عند الأطفال، كما أنّ لبعض المستخلصات من أوراق الخرنوب وثماره فعالية في تثبيط الخلايا السرطانية (Corsi وزملاؤه، 2002).

يستعمل شراب الخرنوب في الطب الشعبي؛ لتخفيف حدة السعال حيث يعمل على ترطيب والشعاب التنفسية وتوسيعها. ويستعمل لحاء شجرة الخروب في وقف النزيف؛ وذلك لاحتوائه على التانين القابض للأوعية الدموية (Thomas، 2000).

ث- الأهمية الصناعية Industrial importance:

في الوقت الحالي يزرع الخرنوب بشكل أساسي للحصول على صمغ الخرنوب Carob Bean Gum (CBG) الذي يستخلص من أندوسبرم البذور. يتصف صمغ الخرنوب بأنه عديم الرائحة تقريباً لونه أبيض إلى أبيض مصفر (Santos وزملاؤه، 2005)، لا تتأثر خصائص صمغ الخرنوب عموماً بدرجة الحموضة PH أو الأملاح، أو المعاملات الحرارية، لأنه غير أيوني (Pollard وزملاؤه، 2010 El Batal وزملاؤه 2012). حسب البروتوكول الأوروبي في صناعة الأغذية فإن (CBG) مقبول بشكل كامل كإضافات غذائية عضوية المنشأ صالحة للاستخدام البشري تحت رمز (E 410).

كما يستخدم مسحوق القرون في الصناعات الغذائية كالحلويات والشوكولا؛ كونه يحوي نسبة عالية من السكر الطبيعي (Mariana وزملاؤه، 2005)، فضلاً عن إمكانية خلط مسحوق قرون الخرنوب بدقيق القمح وذلك للحصول على مواصفات عالية الجودة للخبز من حيث النكهة واللون والنضج.

ج- الأهمية الرعوية Grazing importance:

استخدمت قرون الخرنوب لقرون عدة كعلف للحيوانات؛ كونها ذات قيمة علفية تعادل ما يتمتع به الشعير؛ أي إنّ كل 1 كغ من الثمار الجافة يعادل وحدة علفية كاملة (نخال، 2012). حيث أشار Marakis (1996) إلى أن عدد من الحيوانات؛ كالماشية والماعز والأغنام تتغذى على الأوراق السفلية وأغصان شجرة الخرنوب. كما يسهم الخرنوب في إغناء مراعي النحل بأزهاره الحقيقية ولاسيما أنه يزهر في الخريف في الوقت الذي لا يوجد فيه إلا القليل من الأنواع الحقيقية المزهرة.

- الدور الحراجي والبيئي Forest and environmental role:

أ- الغابات Forests:

تمتاز شجرة الخروب بمقاومتها العالية للحرائق بفضل مقدرتها العالية على إعطاء خلفات بعد الحريق؛ لذلك يمكن استخدامها في عمليات التحريج الاصطناعي، ولاسيما في عمليات ترقيع الغابات الجفافية الصنوبرية (نحال، 2012)؛ فضلاً عن إلى أن خشبها متين، ويصلح للنجارة والوقد (Tous ، Battle ، 1997)، وفي صناعة الموبيليا والأثاث (نحال، 2012).

ب- النظم الزراعية- الحراجية Agricultural- forest systems:

تستخدم شجرة الخروب في النظم الزراعية الحراجية بالمنطقة الساحلية ضمن نظام (خروب + أشجار مثمرة + محاصيل متنوعة) وهو نظام تقليدي في المنطقة الساحلية متعدد الوظائف والمنافع، ويؤمن منتجات متنوعة حراجية ومثمرة وخضرية وعلفية (نحال، 2012).
لقد أشار Tous ، Battle (1997) إلى إمكانية استخدام أشجار الخروب للنظم الزراعية - الحراجية، ولتزيين الطرقات، والحدائق العامة، وفي تنقية الهواء من الغبار، وفي إنشاء الحواجز الوقائية للحد من سرعة الرياح؛ ولتخفيف الضجيج.



- مقاومة للرياح و الملوحة



- مقاومة عالية للحرائق



- حواجز وقائية لتخفيف الضجيج



- شجرة تزيينية هامة

شكل رقم (3): صورة توضيحية لأهمية شجرة الخروب

2-2- لقاح التريكوديرما:

يعتبر *Trichoderma.ssp* من الفطريات الشائعة في التسميد الحيوي. وقد اكتشف هذا الفطر العالم person منذ حوالي 200 عام؛ معتمداً على الطور اللاجنسي الذي عزل من التربة والمواد العضوية، ويتميز هذا الفطر بسهولة عزله، ونموه في الأوساط الغذائية، وعدم حاجته إلى متطلبات غذائية خاصة؛ وفضلاً عن ذلك أكدت بعض الدراسات الحديثة كفاءة هذا الفطر ضد كثير من المسببات المرضية (2000، Prasad، Rangshwaran)

ينتمي الفطر *Trichoderma.sp* للعائلة *Moniliaceae*، ورتبة *Moniliales* وصف الفطور الناقصة *Deuteromycetes*، ويضم الجنس *Trichoderma* أنواعاً عدة، معظمها مستخدم في مكافحة *T. harzianum*، *T. viride*، *T. virens*، *T. koningii* ومنها الإحيائية.

وجد السامرائي وزملاؤه (2003) أن التلقيح بمستويات مختلفة لعزلات فطر التريكوديرما لشتلات النارج أدت إلى زيادة جاهزية العناصر الغذائية للنبات، وزيادة طول الساق والجذر والوزن الرطب والجاف. أشار Hunter، Keith (2002) إلى أن التأثير الإيجابي لبعض عزلات فطر التريكوديرما في تحفيز نمو النباتات يعود إلى إفراز منظمات نمو نباتية تعمل بالتوافق مع آليات أخرى، منها: زيادة جاهزية العناصر المغذية للنبات وامتصاصها.

إن فطر التريكوديرما (*Trichoderma*) موجود في التربة، فهو جزء من مكونات الرايزوسفير الذي له القابلية على النمو والتكاثر فيه والتنافس مع أنواع الأحياء المجهرية الأخرى؛ لذا فإن دورها لا يتوقف عند مكافحة الإحيائية؛ بل أصبح لها دور إيجابي في تدعيم تغذية النبات، وزيادة نسبة الإنبات والإنتاج؛ إذ إن الدراسات الحديثة أدت دور فطر التريكوديرما في زيادة جاهزية العناصر الغذائية ومن ثم زيادة الإنتاج (Altomare وزملاؤه، 1999).

معظم أنواع جنس *Trichoderma* تنمو بسرعة على البيئة الغذائية الصناعية، وتنتج أعداداً كبيرة من الجراثيم الكونيدية الصغيرة الخضراء أو البيضاء من خلايا تسمى *Conidi-ogenous* تقع في نهايات التفرعات العديدة للحوامل الكونيدية، إن هذه العزلات تنمو بسرعة على كثير من المواد الغذائية المختلفة، وتنتج مضادات حيوية تكون نتيجة التمثيل الغذائي، كذلك فإن هذه العزلات يمكن أن تكون متطفلات على

الفطريات الأخرى *Mycoparasitic* ضد مجال واسع من الكائنات الممرضة. هناك تطبيقات تكنولوجية حديثة تستعمل فيها هذه الفطور كعوامل مقاومة حيوية، كلها اعتمدت على الأبحاث السابقة التي ذكرها (Al-Tamimi وزملاؤه، 2005).

بين (Yedidia وزملاؤه، 2001) أنه عند إضافة فطر التريكوديرما إلى تربة مزروعة ببذور الطماطم (البندورة) بتركيز 1%-2% إضافة مزدوجة للفطر مع السماد NPK بنسب 1:1، 2:2 أظهرت النتائج بعد ثلاثة أسابيع من الزراعة وجود زيادة معنوية لجميع الصفات المدروسة في كل من نسبة الإنبات وطول

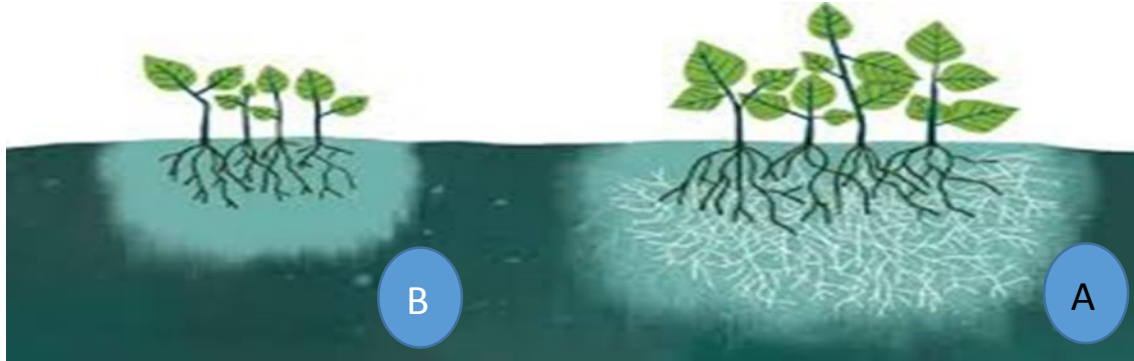
البادرات والوزن الرطب والجاف في حال استخدام فطر *Trichoderma harzianum* مع السماد. وهذا يدل على أن الفطر له دور إيجابي في دعم النبات وتغذيته، وزيادة نمو وإنتاجية المحصول.

إن معاملة التربة بفطر *T.harzianum* أدت إلى نتيجة إيجابية في نسبة الإنبات للطماطم، وطول البادرات والوزن الرطب والجاف، مقارنة بالعينة الضابطة؛ مما يدل على أن الفطر له دور إيجابي في دعم النبات وتغذية وزيادة نسبة الإنتاج. وهذا ما أثبتته الدراسة (Al-Tamimi وزملاؤه، 2005) و (Altomare وزملاؤه، 1999)، حيث وجد أيضاً أن الفطر قد أسهم في زيادة الطول، والكتلة الحية. وهذا ما يحفز استخدام فطر التريكوثيرما بدلاً من استعمال الأسمدة الكيميائية.

2-3- لقاح الميكوريزا:

يطلق مصطلح الميكوريزا Mycorrhizae على مجموعة من الفطور التي تتعايش مع جذور بعض النباتات؛ إذ تحصل الفطور بالحصول على المواد العضوية عن طريق جذور النبات بالمقابل يمدُّ النبات العائل بالأملاح المعدنية؛ فضلاً عن مساعدته على زيادة تحمل الاجهادات البيئية الإحيائية واللاإحيائية، كما يمكن للميكوريزا أن تشكل عاملاً مهماً في مكافحة الحيوية.

(Kakde ،Pawaar ،2012) ، وأن تسهم جزئياً في حماية النبات من الممرضات المحمولة بالتربة ، وتزيد تحمله للإصابة بفطريات الذبول وأعفان الجذور، مثل: *Rhizoctonia solani* ، *Fusarium oxysporum* (Abdel-Fattaha وزملاؤه، 2011)



الشكل رقم (4): الفرق بين جذور مع ميكوريزا A، ودون ميكوريزا B.

تصنف مجتمعات الميكوريزا إلى صنفين أساسين، هما: الميكوريزا الخارجية (Ectomycorrhizae) والميكوريزا الداخلية (Endomycorrhizae). تترافق الميكوريزا الخارجية عادة مع جذور النباتات الخشبية المعمرة الكبيرة؛ إذ تكون غلافاً فطرياً حول الجزء الخارجي من الجذر يسمى Mantle ، كما تكون خيوطاً فطرية بين خلايا قشرة الجذر، تسمى شبكة هارتج (Hartig net) أما الميكوريزا الداخلية، فتتصف بتكوين نوات فطرية تخترق

الخلايا الجذرية للنبات المضيف، وتنقسم بدورها إلى ثلاث مجموعات أساسية، هي: ميكوريزا السحليبيات Orchidaceous، ال ericoid ، والشجيرية arbuscuiar. تنتمي المجموعتان الأولى والثانية منهما (وهما داخليتا التغذية) إلى الفطور الراقية. يضاف لما سبق مجموعة أخرى من الفطريات صنفّت ضمن مجموعة منفصلة متوسطة تنمو في خلايا القشرة الخاصة بالجذور؛ فضلاً عن نموها حول خلايا القشرة مكونة الشبكة، وتسمى هذه المجموعة الميكوريزا الخارجية الداخلية Ectendo mycorrhizae (Khalique وزملاؤه، 2010).

تختلف هذه النماذج في تشكيلاتها، وتركيباتها الفطرية، ومكان توضعها، وطريقة انتشارها، وتوزعها، وغزارتها، وتاريخ تطورها، وعوائلها النباتية الفطرية، لكنها تشترك جميعاً في أنها كائنات متعايشة مع النبات.

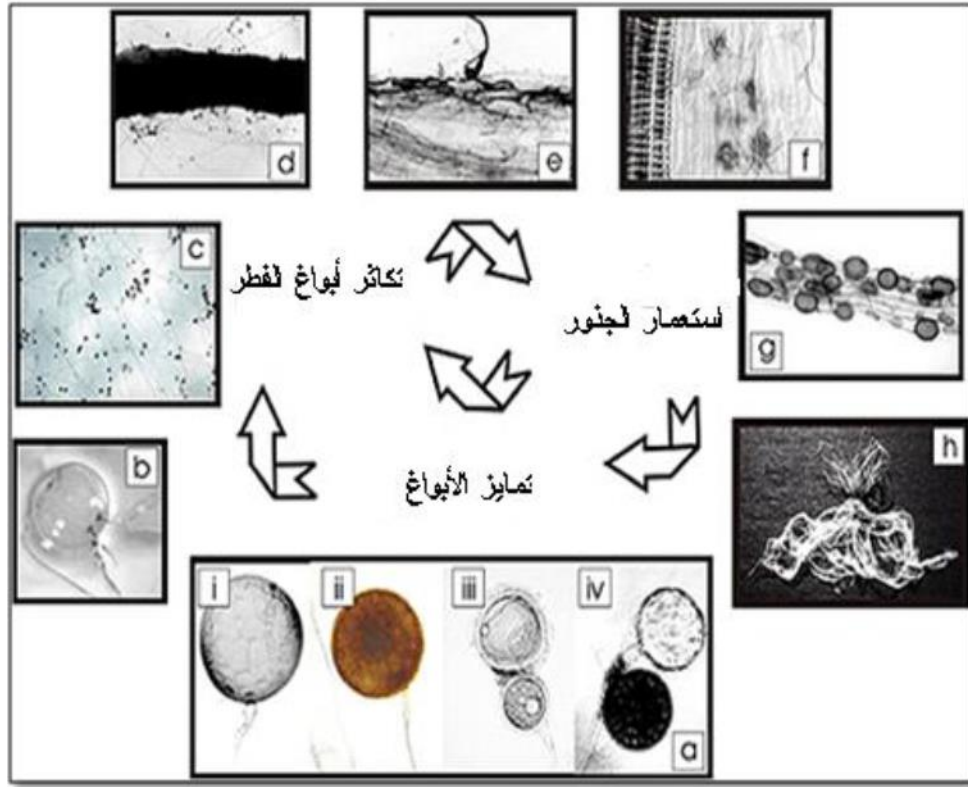
ركز كثير من الباحثين في بداية هذا القرن على فطر الميكوريزا، لاسيما الداخلية منها. حيث يتشعب هذا النوع من الفطور داخل التربة في المنطقة المحيطة بالجذور، ويقوم مقام الشعيرات الجذرية في زيادة سطح الامتصاص للجذور، حيث يمتصّ الماء والعناصر الغذائية ويخزنها وينقلها إلى النبات، بينما يزودّ النبات الفطر بمركبات الكربون (Turk وزملاؤه، 2006) و

(Hodge، Campell، 2001)، مما يؤدي إلى زيادة في إنتاجية هذا النبات قد تصل إلى الضعفين أو أكثر. (Koide, 1991) من أهم الأجناس التي تنتمي لمجموعة الميكوريزا الداخلية الجنس Glomus الذي يضم حوالي 90 نوعاً وهو أكبر هذه الأجناس وأكثرها انتشاراً، ولذلك فقد نال النصيب الأكبر من الدراسات والتطبيقات العملية (Schwarzott وزملاؤه، 2001).

من صفات هذا الفطر أن له تفرعات عدّة من الخيوط الفطرية، والتي تتشكل داخل التربة من جهة، وتتصل بنقاط معينة بجذور النبات العائل من جهة أخرى، ولهذه الخيوط الفطرية دور مهم في امتصاص بعض العناصر الغذائية لتزود بها النبات، وتعتمد على النبات في تحصيل الكربوهيدرات الضرورية لها مكونة علاقة تعايشية. وتنمو هذه الخيوط الفطرية في مناطق الاتصال بالجذور داخل الخلايا اللحائية للجذور، وعادة يعطي نوعين من التراكيب: التركيب الحويصلي (Vesicles)، وهو عبارة عن انتفاخ في الخيط الفطري نفسه الذي ينمو داخل الخلايا اللحائية أو بينها، ثم ينتهي بتركيب ذي تفرعات متعددة، وفيه تتكون مناطق الاتصال والحركة السيتوبلاسمية، وهي عملية انتقال العناصر الغذائية من الخيط الفطري إلى الجذور، وكذلك انتقال الكربون من النبات إلى الفطر، وتسمى مجموعة هذه التفرعات Arbuscules (Natheer، sanders، 1991).

- دورة حياة فطور الميكوريزا الشجيرية:

تبدأ دورة حياة فطور الميكوريزا الشجيرية (AMF) من الأبواغ أو من أجزاء الجذور الممكزة الموجودة في التربة، حيث تخرج الهيفات من هذه الأبواغ أو من أجزاء الجذور، وتتمو باتجاه جذور النباتات الأخرى، وينتفخ طرف الهيفاء، وبشكل تركيبياً ما يسمى عضو الالتصاق appersorium ، تخترق الهيفا جدر الخلايا الجذرية في البشرة، وتسمى النقطة التي تدخلها الهيفا بنقطة الدخول الأولية. تنمو المشيعة داخل الجذور وتشكل تركيباً مختلفاً مثل التفرعات الشجيرية لتبادل الغذاء مع خلايا النبات، والحوصلات التي تكون بمنزلة أعضاء ادخارية مخزنة للكربوهيدرات تعيش أبواغ الميكوريزا لفترة محددة في التربة تتراوح من أشهر عدة إلى سنة (Piche ،Mandelbaum، 2000) الشكل رقم(5).



الشكل رقم (5): دورة حياة فطور الميكوريزا الداخلية

a : تمايز الأبواغ، b: إنبات البوغ، c: تشكيل المشيعة المرتبطة مع الجذر، d: تكاثر الفطور، e : تشكل التفرعات الشجيرية، f : استعمار الجذور (المكزة) وتشكيل الحوصلات الدخارية، g : تشكيل الأبواغ، h: جذور مستعمرة بالميكوريزا (Dalpe ، 2004، Monreal)

- أما الوظيفة الأخرى التي تؤديها فطريات ال AM فهي إنتاج هرمونات نمو النبات يمكن أن تعمل الهرمونات النباتية المختلفة، وتؤثر إيجاباً أو عكسياً (سلبياً) في التكافل الفطري. قد تتحكم الهرمونات النباتية في مستوى التكافل الفطري ونوعيته؛ وفقاً لذلك من المحتمل أن يعزز كفاءة التعايش الفطري تحت الضغط من خلال التحكم في مستوى هرمونات النمو (Duc وزملاؤه، 2017).

تستعمر الميكوريزا الداخلية جذور بعض أشجار الغابات، وتدخل ضمن قشرة الخلايا الجذرية، وتوفر حوالي 30-40 % من الكربون. ومن هذه الأشجار: (الأرز *Cedrus* - السرو *Cupressus* - العرعر *Juniperus* - القيقب *Acer* - الجميز *Ficus Sycomore* - الحور الأصفر *Populus*) (Cram وزملاؤه، 2012).

تتعايش فطور الميكوريزا الخارجية بكثرة مع الأشجار الحراجية ومنها أشجار الصنوبر والبلوط والأوكالبتوس). (Cripps وزملاؤه، 2008).

تُعد فطريات الميكوريزا مفتاح مكونات الأنظمة البيئية الطبيعية، وتُعدُّ ضرورية لعمل الأنظمة البيئية؛ لأنها تسهم في خصوبة التربة وصيانتها والتنوع الحيوي في المجتمعات النباتية. إن النجاح لأي برنامج للتقريب يعتمد على توفر الفطر المناسب المتعايش مع النباتات (Younes وزملاؤه، 2006) ويعد التلقيح بالميكوريزا من الخطوات المهمة في تأسيس مشاتل إنتاج الغراس تحت ظروف الحقل، حيث يساعد التلقيح في تحسين حالة النبات من أوجه عدة، مثل: تحسين النمو، ونجاح التطعيم، وتحسين امتصاص الماء والعناصر المغذية (Ibrahim ortas , 2017).

وجد (Schenck ، Kellam ، 1980) أن فطور الميكوريزا الشجرية (Arbuscular (AMF mycorrhizal fungi تؤثر في القدرة الغذائية والفيزيولوجية للنباتات التي تتعايش مع جذورها والتي تؤدي إلى زيادة معنوية في وزن المجموع الخضري والجذري، حيث ظهر تأثير هذه الفطور في نباتات فول الصويا، والتبغ، والذرة البيضاء، والقمح، والبنندورة، والبادنجان.

أظهرت نتائج (خريبه وآخرون ، 2016) أهمية فطور الميكوريزا في تحسين معايير النمو والإنتاج كافة بعد تلقيح الشتول بخليط من فطور الميكوريزا يغلب تكوينه الجنس *Glomus*، وكما تحرض الميكوريزا المقاومة الجهازية للنبات من خلال تحفيزها لإفراز إنزيمات مثبطة للنمو، ومحللة لجدران خلايا الفطر.

كذلك أشار كل من (Woyessa، Assefa، 2011) إلى أن فطر الميكوريزا يزيد من كمية منظمات النمو المتحررة في وسط النمو (الأوكسينات والجبرلينات والساييتوكاينينات) التي تعمل على تحفيز نمو الشعيرات الجذرية.

أوضح (Srivastava, 2001) أن تلقيح التربة؛ باستخدام فطريات VAM أدى إلى زيادة في عدد الأوراق في نبات المانجو الصينية *Mangifera indica*.

أشار (Rajendran وزملاؤه، 2003) إلى أن التلقيح بفطريات VAM أدى إلى زيادة في ارتفاع النبات والكتلة الحية بالنسبة لنبات الكازورينيا (*Casuarina equisetifolia*).

ذكر (Stalin وزملاؤه، 1993) أن تلقيح التربة بالميكوريزا VAM والفوسفوباكتيريوم أعطيا أفضل إنبات ونمو للشتلات وامتصاص المواد الغذائية في نبات البلوط الفضي (*Grevillea robusta*).

كما ذكر (Read، Smith، 2008) أنه يمكن لفطور الميكوريزا الشجيرية أن تشكل عاملا مهما في مكافحة الحبيبة.

وأثبت كل من (Daft، Nicolson، 1966) ان هناك تأثيراً مباشراً في زيادة نمو النباتات الملقحة بالميكوريزا؛ مقارنة بالنباتات غير الملقحة في الترب ذات المستوى الخصوبي القليل، ويعود السبب في ذلك لكون النباتات الملقحة بفطور الميكوريزا لديها القابلية على امتصاص العناصر الغذائية؛ لأن الخيوط الفطرية عند امتدادها داخل التربة تحتل أكبر مساحة سطحية للتربة من المساحة التي تحتلها المجموعة الجذرية للنباتات غير المصابة بفطور الميكوريزا والتي تكون مساحتها السطحية محدودة وأقل كفاءةً على امتصاص العناصر الغذائية الموجودة في التربة مقارنة بالنباتات الملقحة .

تعد العلاقة بين فطريات الميكوريزا وجذور النبات العائل نوعاً من أنواع التعايش، ولم تعد أهمية الميكوريزا بالنسبة للنباتات المضيضة أمراً يقبل الجدل، فهي تحسن من تغذية النباتات المضيضة بالماء، والعناصر المعدنية قليلة الحركة في التربة كالفوسفور والنحاس خاصة. (Alexander وزملاؤه، 1984) كما أنها تحمي الجذور من العوامل الممرضة في التربة (Borowicz, 2001) وتحسن من البنية الفيزيائية والكيميائية للتربة، وتشجع على تشكيل العقد الأزوتية عند النباتات البقولية، ومن ثم وبشكل غير مباشر تثبت الآزوت الجوي (Azcon، El-Atrash، 1997) كما أنها تزيد من مقاومة النباتات المضيضة

للظروف البيئية القاسية؛ كالجفاف والملوحة العالية (Allen، Cunningham، 1983) والترب الملوثة بالعناصر الثقيلة (Del Val وزملاؤه، 1999). كما أظهرت كثير من البحوث أهميتها في مكافحة الحيوية ضد الديدان الخيطية Nematode الموجودة في التربة خاصة (Hussey، Williamson، 1996) أوضح (Kakde، Pawaar، 2012) أن الميكوريزا تعد من الكائنات المفيدة في التربة والتي تتفاعل مع النبات، وتؤثر في صفاته الفيزيولوجية، بما في ذلك الإنتاج ونوعيته، ويمد النبات العائل بالأملاح المعدنية، ولاسيما الفوسفور، كما تساعده على زيادة تحمل ظروف الإجهادات البيئية والإحيائية. وجد (Khalil وزملاؤه، 1994) أن النباتات تختلف بدرجة استجابتها للتعايش مع فطور الميكوريزا، ومدى استفادتها منها، وهذا ما يعرف بالاعتماد الميكوريزي (Mycorrhizal Dependency) الذي يقيم من خلال معرفة نسبة تحسن نمو النبات بفعل الميكوريزا). أشار (Osorio، Habte، 2001) أنه يعتمد على الفحص المجهرى لمعرفة وجود فطر الميكوريزا في جذور النباتات، وللتأكد من وجود هيفاته داخل الأنسجة، وهذا ما يعبر عنه بالاستعمار الميكوريزي المكروزة (Mycorrzation) بين (Parmar وزملاؤه، 2013) (Sonika وزملاؤه، 2013) أن أهم الخصائص المطلوبة للعائل المستخدم لإنتاج اللقاح الميكوريزي هو إمكانية العالية للتعايش مع فطور الميكوريزا وتعزيز نموها وتبوغها، تعد الذرة الصفراء (Zea mays) من أهم العوائل المستخدمة لإنتاج اللقاح الميكوريزي. تعتمد شجرة الخرنوب في نموها على فعالية التفاعلات مع فطريات التربة (AFM) (Jadrane وزملاؤه 2021)

2-4- المؤشرات البيوكيميائية:

يُعد تركيز الكلوروفيل Chlorophyll من المؤشرات البيوكيميائية المهمة التي توضح حالة التمثيل الضوئي في النبات، حيث بين الباحثان Joachim، Makoi (2009) أن العوامل المرتبطة بالإجهاد يمكن أن تحدث ازدياداً في عكس الأوراق للأشعة الضوئية؛ نتيجة الانخفاض في محتوى الكلوروفيل؛ الأمر الذي يؤثر سلباً في أدائها الوظيفي ودورها المهم في عملية التمثيل الضوئي. ويسهم تقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيل في غربلة Screening الأنواع النباتية المحتملة للجفاف.

تعد الأصبغة اليخضورية Photosynthetic pigments مهمة للنباتات؛ لأنها تعمل على حصد الطاقة الضوئية الضرورية لتصنيع المركبات الغنية بالطاقة خلال تفاعلات الضوء (ATP، NADPH). وتتضرر كل من جزيئات كلوروفيل a (CHLa) وجزيئات كلوروفيل b (CHLb) بشكل كبير عند تعرض النباتات للجفاف. لكن للكاروتينات (الأصبغة البرتقالية) دوراً إضافياً، فهي فضلاً عن كونها أصبغة مرافقة للأصبغة اليخضورية، فهي تنظم وصول الطاقة الضوئية على جزيئات اليخضور بما يتناسب مع كفاءة استعمال

الضوء للحيلولة دون حدوث التثبيط الضوئي إذا ما تراجعت كفاءة استعمال الضوء في البيئات المجهدة (Farooq وزملاؤه، 2009). ويسبب تعرّض النباتات للجفاف إحداث تغيير في نسبة كلوروفيل a إلى كلوروفيل b.

تشكل الكاروتينات جزءاً رئيساً من منظومة الدفاع المضادة للأكسدة النباتية، وتُعد من أهم مضادات الأكسدة، فهي المسؤولة عن إزالة 102 لتجنب أكسدة الليبيدات والضرر التأكسدي، ويتمتع فيتامين A من الكاروتينات بمقدرة إضافية في إزالة الأوكسجين المفرد (Mozzo وزملاؤه، 2008).

وجد Yanqiong وزملاؤه (2007) أنّ محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي، والبرولين، والسكريات الذوّابة ازداد تحت ظروف العجز المائي.

وجد (Buba , Muhammad, 2020) تأثيراً إيجابياً لفطور الميكوريزا في مستويات الكلوروفيل للمحاصيل البقولية والحبوب.

أدى إضافة لقاح AFM إلى زيادة في محتويات الكلوروفيل a,b لنبات الخرنوب مقارنة بالشاهد وهذه الزيادة ناتجة عن امتصاص العناصر المعدنية وخاصة المغنيزيوم (Chandrasekaran وزملاؤه، 2019).

الفصل الثالث: مواد البحث ومستلزماته

MATERIALS AND METHODS

3-1 - مواد البحث ومستلزماته: استخدمت المواد المساعدة الآتية:

• شتول الخرنوب.
• لُقّاح التريكوديرما.
• لُقّاح الميكوريزا.
• تراب.
• أدوات زراعية,
• أكياس بولي إيثيلين
• مسطرة قياس.
• متر قياس معدني (5.5م).
• فورمالين
• ميزان حساس.
• مجفف.
• حمام مائي.
• بياشر.
• دوارق زجاجية.
• ملاقط.
• مقص.
• سائرات.
• علبة لحفظ المحضرات.
• مجهر ضوئي موصول بكاميرا رقمية موصولة إلى حاسوب.
• مناخل ذات قياسات مختلفة بأقطار ثقبها.
• صنبور ماء.
• أنابيب اختبار.
• ماصات.
• أقماع زجاجية .
• جهاز المطياف الضوئي

1- لقاح التريكوديرما:

اللّقاح متوفر كمنتج تجاري، حيث ينتج المبيد الحيوي في معمل المبيدات الحيوية في حماة وحمص وطرطوس واللاذقية، ويتوافر المبيد في المحافظات السورية كافة، في منافذ بيع تابعة لمديريات الزراعة -دوائر المكافحة الحيوية. الشكل رقم (6).

التريكوديرما مبيد فطري حيوي على شكل مسحوق قابل للبلل.

آلية التأثير: يتواجد الفطر في منطقة انتشار الجذور، ويعمل على:

- 1- تنشيط عمل الفطريات الممرضة في التربة.
- 2- تحسين الحالة العامة للنبات حيث يساعد النبات على زيادة امتصاص الماء، والعناصر الغذائية.
- 3- استيطان التربة والأجزاء النباتية الميتة والمواد العضوية؛ مما لا يسمح بتكاثر الفطريات الممرضة.



الشكل رقم (6): لقاح التريكوديرما من معمل المبيدات الحيوية في حماة

2- تركيب لقاح الميكوريزا:

لقاح الميكوريزا: هو عبارة عن خليط من الجنس *Glomus*، واللّقاح: عبارة عن المحيط الجذري لنبات الذرة الذي يحتوي على الأبواغ وبقايا الجذور المستعمرة بالميكوريزا التي تحوي هيفات وأجساماً ادخارية.(خريبيطة وزملاؤه، 2013). الشكل رقم (7)



الشكل رقم (7): لقاح الميكوريزا من مركز التقانات الحيوية في اللاذقية.

3-2- طرائق البحث:

3-2-1- الموقع وجمع العينات:

نُفِّذَت التجربة الحقلية في مزرعة أبي جرش في كلية الهندسة الزراعة بجامعة دمشق، سورية.

3-2-2- مكان تنفيذ البحث:

نُفِّذَ البحث في مخابر:

- قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة _ مخبر الأخشاب.
- مخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية بدمشق.
- مركز التقانة الحيوية بجامعة تشرين.

3-2-3- مكان وزمان تنفيذ البحث::

نُفذَ البحث (التجارب الحقلية) في مزرعة أبو جرش في كلية الهندسة الزراعية بجامعة دمشق التي ترتفع 720 م عن سطح البحر. حيث أجريت تجربة حقلية في المزرعة وأحضرت الشتول من مشتل الهناري في اللاذقية. وزُرعت للفترة الزمنية الممتدة من 2020-2021 م في أصص بلاستيكية قطرها (20) سم، ووُضِعَ نايلون من البولي إيثيلين على كامل مساحة التجربة.

3-2-3-1- عملية تحضير التربة والزراعة والخدمة:

بعد تجهيز التربة يرش الفورمالين التجاري ذو تركيز 40% على سطح التربة بتركيز 2%؛ أي باستعمال جزيئين من الفورمالين لكل 100 جزء ماء، وسقيت التربة بـ 125 ليترًا من المحلول لكل 1 م حتى يصل المحلول لعمق 25-30 سم. وبعد 20-40 يوماً تكون التربة جاهزة للزراعة. ثم عبأت بالأصص حيث زُرعت شتول الخرنوب في أصص بعد أن عوملت الجذور بلقاح بالميكوريزا، وأصص أخرى أيضاً بعد معاملتها بالتريكوديرما، وأصص تمت معاملتها بالميكوريزا والتريكوديرما، وأصص للشاهد خالية من أي لقاح الشكل رقم (8) قُسمت المعاملات على الشكل الآتي:



(الشكل رقم 8): عملية الزراعة، وتنظيم المعاملات في صفوف منتظمة.

3-2-4- مخطط البحث والمعاملات المدروسة: قُسمَت المعاملات على الشكل الآتي، حسب الجدول رقم (1)

الجدول رقم (1): مخطط البحث والمعاملات المدروسة

المعاملات المدروسة	مخطط البحث
ميكوريزا فقط (M)	25 غ ميكوريزا لكل 1 كغ تربة
تريكوديرما فقط (T)	25 غ تريكوديرما لكل 1 كغ تربة
ميكوريزا+تريكوديرما (M+T)	25 غ تريكوديرما لكل 1 كغ تربة+ 25 غ ميكوريزا لكل 1 كغ تربة.
تربة معقمة فقط (شاهد - C)	تربة خالية من الفطور (شاهد)

لدينا 4 معاملات، ولكل معاملة 3 مكررات وكل مكرر 5 نباتات. وبالنتيجة 60 شتلة خرنوب بعد مرور ستة أشهر من الزراعة من تاريخ 2020/9/1، حيث كانت النباتات تروى بمعدل 3 مرات أسبوعياً؛ فضلاً عن عمليات التعشيب والتفريد. وبعدها دُرِسَت المواصفات الشكلية والبيوكيميائية للنباتات، وأجريت التحاليل اللازمة.

3-3- استخراج أبواغ فطريات الميكوريزا الشجيرية:

استخدمت طريقة المناخل الرطبة والتثقيب بالسكروز؛ لاستخراج أبواغ الميكوريزا (Quilambo، 2003) حيث يُخلَط 200 غرام من كل عينة تربة مركبة مع لتر واحد من الماء المقطر بواسطة خلاط كهربائي لمدة 10 دقائق تقريباً، تختلف المدة تبعاً لطبيعة التربة، تترك العينات حتى تترسب الأجزاء الثقيلة من التربة، ثم يمرر معلق التربة المائي عبر سلسلة من المناخل المعدنية متباعدة بأقطار فتحاتها، تبدأ بـ710 ميكرومتر؛ لإزالة الأجزاء الكبيرة من المادة العضوية والسماح للأبواغ بالمرور عبرها، ثم تمرر الرشاحة والبقايا المحتجزة عبر منخل بفتحات 250 ميكرومتر، ثم 100 ميكرومتر؛ بعد ذلك يمرر الطمي والأبواغ الصغيرة الباقية على منخل بفتحات 50 ميكرومتر. جمعت البقايا والرشاحة الناتجة عن المناخل المختلفة كافة وُنُقِلَ على سرعة 2000 دورة/د، لمدة 5 دقائق. يُؤخذ الراسب ويستبعد السائل ثم يضاف لأنابيب

الطرد المحتوية على الراسب محلول بتركيز 50% من السكر، ويعرض للتثقيل ثانية بسرعة 2000 دورة/د، ثم يستبعد السائل، ويغسل الراسب بالماء فوق منخل 45 ميكرومتر، وتوضع نواتج كل أنبوب في طبق بتري؛ تمهيداً لفحصها بالمجهر الضوئي.
(Schenck ، Perez ، 1990) (Morton ، 2002).

3-4- الكشف عن فطريات الميكوريزا الشجيرية:

أُكشِفَت تركيبات الفطريات داخل أنسجة الجذور وذلك بتلوين عينات الجذور بأزرق التريبيان، حسب طريقة (Phillips ، Hayman ، 1970) في مخبر الأمراض الفطرية والنيوماتودا بمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية بجامعة تشرين.
وذلك حسب الخطوات الآتية : (الشكل رقم 9).

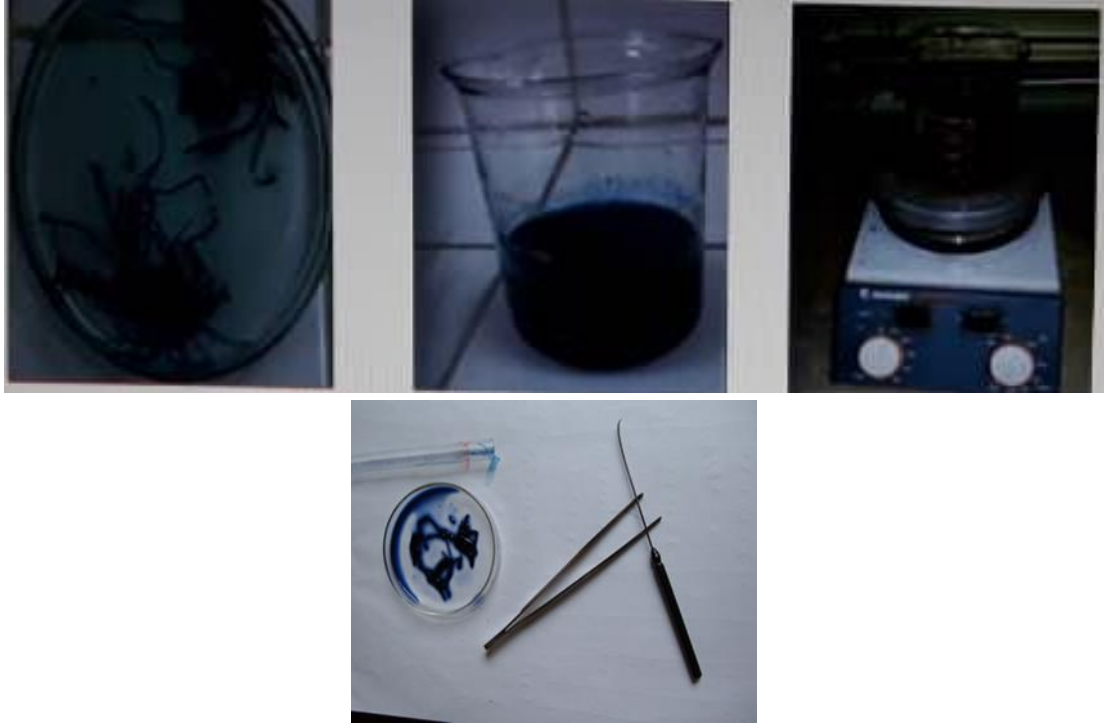
1- تقطع الجذور الرفيعة للنبات (الخرنوب) بطول 1سم-2سم ونظفت بهدوء بالماء ثم تُوضَع في وعاء يحوي ماءات البوتاسيوم /10% وتسخن لمدة 30 د-60د ثم توضع في حمام مائي على درجة حرارة 80-90 م°.

2- تُغسَل قطع الجذور بالماء المعقم قبل إضافة حمض كلور الماء بتركيز 2% لمدة 5 د.

3- تُحضَّر صبغة أزرق التريبيان بإذابة 6 مل أزرق التريبيان في 2 مل من حمض اللاكتيك ثم يضاف 400 مل من الغليسيرين، ويكمل المحلول إلى 1 لتر بالماء المقطر.

4-تضاف صبغة أزرق التريبيان بتركيز 0,06 % إلى قطع الجذور وتوضع في حمام مائي على درجة حرارة 80-90 م° لمدة 5-10 د.

تركبت المقاطع الجذرية لمدة 12 ساعة في محلول الصبغة، ثم غُسِلَت الجذور المصبوغة بالماء مرات عدّة، ووضعت في طبق بتري يحوي مادة اللاكتيك والغليسيرين كمادة حافظة لحين فحصها.



(الشكل رقم 9): خطوات الكشف عن تراكيب فطريات الميكوريزا داخل أنسجة جذور نباتات الخرنوب بعد صبغها

3-5- التوصيف المورفولوجي لفطور الميكوريزا الشجرية:

تم الحصول على اللقاح من مخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية / قسم التنوع الحيوي (خريبه وزملاؤه، 2013)، حيث سُطِّ اللِّقَاح؛ باستخدام تقنية زراعة الأصص Pot culture ؛ بالاعتماد على نبات الذرة الشامية Zea mays (Habt، Osorio، 2001، Ferguson) وزملاؤه، 1982)

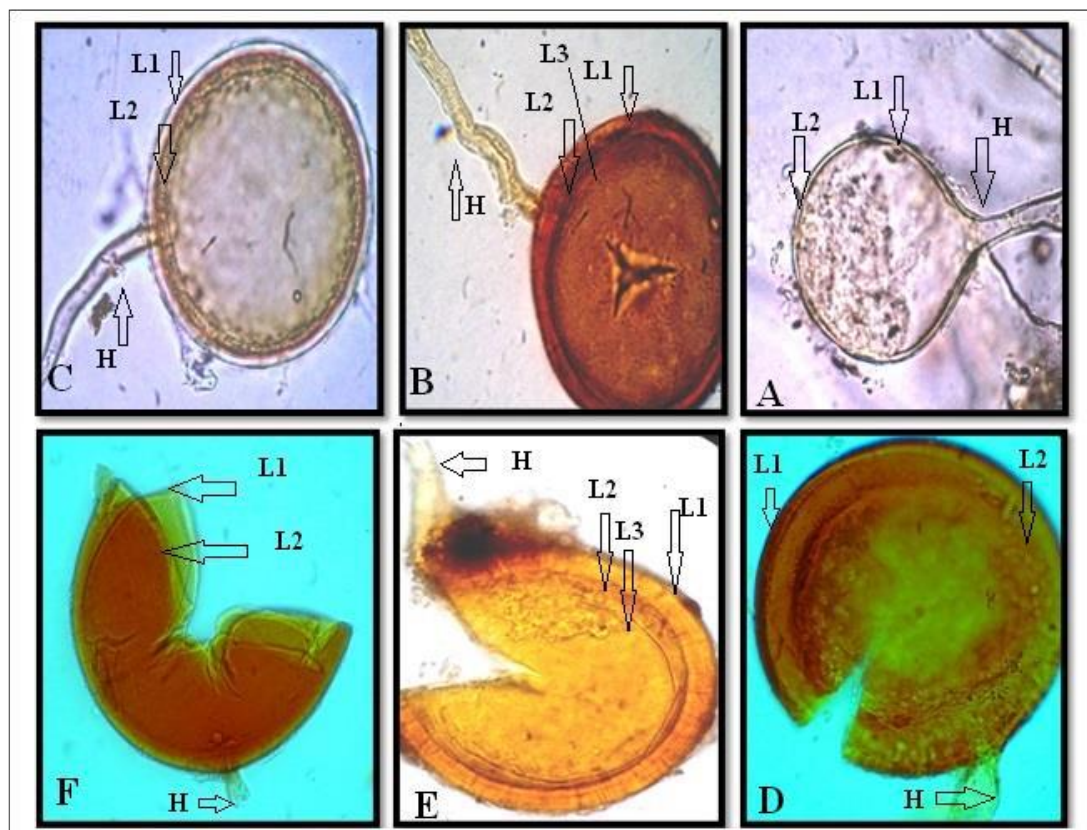
3-6- اللِّقَاح الميكوريزي:

يتكون اللقاح الميكوريزي من نوع معين من الفطور أو يكون خليطاً من أنواع عدة: (عودة وزملاؤه، 2011) (Ortas, 2010).

يتكون اللقاح من جذور نباتات الذرة المتعايشة مع فطور الميكوريزا والتربة المحيطة بالجذر وهو عبارة عن لقاح خليط بنسب مختلفة من أنواع فطور الميكوريزا الشجرية الموصفة سابقاً والذي يحتوي على ± 129 بوغ / 100 غ من اللِّقَاح، وبنسبة استعمار ميكوريزي لجذور نباتات الذرة الشامية قدرها 54,4% وهو يحوي الأنواع الأتية : (الشكل رقم 10).

- *Glomus hoi* Berch and Trappe. sp. nov.
- *Glomus fasciculatum* (Thaxt.) Gerd. and Trappe.
- *Paraglomus laccatum* Morton and Redecker.

- *Glomus constrictum* Trappe.
- *Glomus etunicatum* W.N. Becker and Gerd.
- *Glomus clarum* Nicolson and Schenck



الشكل رقم (10): مكونات اللقاح الميكوريزي الخليط (أبواغ أنواع فطور الميكوريزا الداخلية المكونة للقاح الميكوريزي) (تكبير 300X تقريباً) L1: الطبقة الخارجية الأولى، L2: الطبقة الثانية، L3: الطبقة الثالثة للجدار، H: الهيفات. A النوع *Glomus hoi* ، B النوع *Glomus fasciculatum* ، C النوع *Paraglomus occultum* ، D النوع *Glomus constrictum* ، E النوع *Glomus etunicatum* ، F النوع *Glomus clarum* .

3-7- تقدير نسب المكرزة في القطع الجذرية لشتول نباتات الخرنوب ضمن اللقاح

الميكوريزي:

أُختبرت عشر نباتات خرنوب من كل معاملة من أصل 60 نباتاً: اختير من كل نبات خمسة جذور بطول 10سم، وقُسم كل جذر الى عشرة أجزاء بطول 1 سم للقطعة نُظِّفَت بالماء ثم صُبِغَت بمحلول أزرق تريبان (Phillips وزملاؤه، 1970).

وقد شملت العينة أجزاء من جذور نباتات الخرنوب والتربة المحيطة بها، وحُفِّظَت في أكياس من البولي إيثيلين، ووضعت عليها بطاقة تعريف ثم نُقِلَت إلى المختبر حيث جُفِّفَت هوائياً في درجة حرارة الغرفة (C25-24) لمدة 24 ساعة. وضعت كل 5 قطع جذرية مصبوعة على شريحة زجاجية، وغطت بالساترة وفُحِّصَت بالمجهر الضوئي بتكبير X400 المزود بكاميرا رقمية موصولة بحاسب وبرنامج لعرض الصور الملتقطة لمشاهدة درجات التعايش بفطور الميكوريزا الداخلية حيث إن مشاهدة خيوط الفطر أو الحويصلات الفطرية في حال تكوينها من قبل الفطر أو التفرعات الشجرية داخل خلايا قشرة الشعيرات الجذرية يعني تعايشها مع فطور الميكوريزا الداخلية (Habte وزملاؤه، 2001).

واعتماداً على ذلك قُدِّرَت نسبة الاستعمار الميكوريزي (المكرزة) من خلال معايير عدّة:

3-8-1- النسبة المئوية لاستعمار جذور نباتات الخرنوب بفطور الميكوريزا الداخلية (PRC)

تُحَسَّب النسبة المئوية للجذور المستعمرة بالميكوريزا؛ وفق المعادلة: (Phillips et al., 1970)

- النسبة المئوية للجذور المستعمرة بالميكوريزا (PRC) =

عدد المقاطع الجذرية المستعمرة بالميكوريزا / العدد الكلي للمقاطع الجذرية المدروسة * 100

- النسبة المئوية لطول الجذور المستعمرة بفطور الميكوريزا الداخلية (RLC%)

حسبت النسبة المئوية لطول جذور شتول الخرنوب المستعمرة بفطور الميكوريزا الداخلية من خلال

المعادلات الآتية (McGonigle وزملاؤه 1990) :

$$RLC\% = (G - N) / G \times 100$$

$$HC\% = H / G \times 100$$

$$AC\% = A / G \times 100$$

$$VC\% = V / G \times 100$$

حيث إن N = لا يوجد شيء، A = تفرع شجري، V = حويصل، H = خيوط فطرية.

HC%: النسبة المئوية للإستعمار الهيفي للجذور.

AC%: النسبة المئوية للإستعمار بالتفرعات الشجرية.

النسبة المئوية للإستعمار بالحويصلات: VC%

G= N+A+V+H: مجموع البنى الداخلية للميكوريزا حيث (G)

8-3 - دراسة الإصابة بالميكوريزا مجهرياً:

جمعت عينات جذور من المعاملات المختلفة لنبات الخرنوب وبعد ستة أشهر من الزراعة، أُخِذَت عينتان من النباتات المعاملة بالميكوريزا والنباتات المعاملة بالميكوريزا+التريكوديرما والشاهد من مواقع الزراعة مزرعة أبي جرش _ كلية الزراعة-جامعة دمشق عام 2020.

شملت العينة أجزاء من جذور النبات والتربة المحيطة بها على عمق 30 سم و 0.5 كغ لكل عينة (Diagen وزملاؤه، 2001). خُلِطَت العينات بشكل جيد لتمثيل عينة مركبة خاصة بالموقع، وحُفِظَت في أكياس من البولي إيثيلين، ووضعت عليه بطاقة تعريف الشكل رقم (11).



الشكل رقم (11): العينات المأخوذة لدراسة تطور المجموع الجذري مع الميكوريزا مجهرياً

ثم نُقِلَت عينات شتول الخرنوب المذكورة سابقاً الشكل رقم (11) إلى مخبر التقانات الحيوية في كلية الزراعة جامعة تشرين وعُمِلَ عليها.

9-3- تأثير فطور الميكوريزا الداخلية والتريكوديرما في معايير النمو المختلفة:

زُرِعت الشتول في أصص، حيث أضيف 25 غ ميكوريزا لكل 1 كغ تربة و 25 غ تريكوديرما لكل 1 كغ تربة و 25 غ ميكوريزا + 25 غ تريكوديرما لكل 1 كغ تربة وأصص للشاهد حيث قدمت عمليات الخدمة كافة لمدة ستة أشهر بدءاً من 1-9-2020. وأُخِذَت قراءات نصف شهرية لمعايير النمو المختلفة وقدر في

نهاية التجربة الوزن الرطب والجاف لكل من المجموعين الخضري والجذري والكتلة الحية وطول الجذور، حيث كانت النباتات تروى بمعدل 3 مرات أسبوعياً فضلاً عن عمليات التعشيب والتفريد، وبعد التأكد من استعمار الجذور من قبل الميكوريزا والتريكوديرما أخذنا عينات من الجذور لخمس نباتات من كل معاملة وتلوينها بصبغة تريبيان الأزرق، ثم فحصها مجهرياً لمشاهدة البنى الداخلية المميزة لفطور الميكوريزا والتريكوديرما معاً والميكوريزا في الجذر. بعد التأكد من وجود الفطر في الجذور أوقفت عملية ربيها لمدة أسبوعين لتحريض الفطور على إنتاج أبواغها ونثرها في التربة المحيطة بالجذر، قلعت النباتات بهدوء مع المحافظة على المجموع الجذري والخضري.

3-10- المؤشرات المدروسة:

3-10-1 مؤشرات النمو الشكلية:

أُخِذَت قراءات أطوال النباتات بشكل دوري (كل 15 يوماً) وعدد الأوراق، وبعد مرور 6 أشهر من بدء أخذ القراءات أُخْرِجَ النبات من التراب، وغُسِلَ مجموعته الجذري بالماء؛ للتخلص من بقايا التراب، ثم وُزِنَ النبات كاملاً بعد تركه فترة بسيطة للتخلص من الماء العالق على الجذور في أثناء غسلها ثم قُصَّ النباتُ عند العنق الجذري إلى جزأين (أرضي - جذري، وهوائي - خضري) وُوزِنَ كل من المجموع الخضري والجذري على حدة (غ) وأُخِذَ طول النبات (سم) ثم جُفِّت الأجزاء النباتية الخضرية والجذرية للنباتات المدروسة في المجفف الحراري (بدرجة حرارة 70 °C لمدة 48 ساعة) وُوزِنَ المجموع الخضري والجذري بعد التجفيف. الشكل رقم 12، ومن المؤشرات النمو المدروسة:

1. طول النبات:

قيس طول النبات بواسطة مسطرة قياسية مدرجة من الارتفاع الصفري للساق الرئيسة حتى أعلى نقطة وصل لها، ويحسب متوسط الطول من العلاقة:

متوسط طول النبات = مجموع طول النبات الكلي / عدد النباتات الكلي.

2. عدد الأوراق:

عُدَّت الأوراق مرة كل أسبوعين في كل المعاملات وحُسِبَ المتوسط لكل معاملة حسب

العلاقة: متوسط عدد الأوراق = مجموع الأوراق الناشئة لجميع النباتات / عدد النباتات الكلي.

3. الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ):

أُخِذَت النباتات عند نهاية التجربة، وُجِّمَ المجموع الخضري في أكياس ورقية، وحُسِبَ الوزن الرطب باستخدام ميزان حسّاس بقراءة صفرين بعد الفاصلة.

4. الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ):

جُفِّفَ المجموع الخضري المجموع (بدرجة حرارة 70 °C لمدة 48 ساعة)، ووُزِنَ المجموع الخضري الجاف؛ باستخدام ميزان إلكتروني حسَّاس بقراءة 0,001.

5. الوزن الرطب للمجموع الجذري (غ):

أُخِذَت النباتات عند نهاية التجربة، ونُظِّفَ المجموع الجذري بالماء الجاري من الأوساط المزروع بها جيداً، وجمع المجموع الجذري في أكياس ورقية، وحُسِبَ الوزن الرطب، باستخدام ميزان إلكتروني حسَّاس بقراءة 0,001.

6. الوزن الجاف للمجموع الجذري (غ):

جُفِّفَ المجموع الجذري المجموع (بدرجة حرارة 70 °C لمدة 48 ساعة)، ووُزِنَ المجموع الجذري الجاف؛ باستخدام ميزان إلكتروني حسَّاس 0,001.

7. طول المجموع الجذري (سم):

قيسَ الطول بوساطة مسطرة قياسية مدرجة من منطقة التقاء المجموع الجذري بالخضري حتى أعلى نقطة وصل لها، ويُحَسَّب متوسط طول الجذر من العلاقة:
متوسط طول الجذر = مجموع طول النباتات في المعاملة / عدد النباتات الكلي.

8. الوزن الرطب للمجموع الخضري والجذري (غ):

أُخِذَت النباتات عند نهاية التجربة، وُجِّمَ المجموع الخضري والجذري في أكياس ورقية، وحُسِبَ الوزن الرطب؛ باستخدام ميزان إلكتروني حسَّاس 0,001.

9. الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري (غ):

بعد حساب الوزن الرطب جُفِّفَ النباتات (بدرجة حرارة 84 °C لمدة 48 ساعة) ووُزِنَ وقُسِمَ الناتج على عدد النباتات لمعرفة المتوسط

وتحسب المادة الجافة % = الوزن الجاف / الوزن الرطب $\times 100$

10. تقدير الكتلة الحية للنبات (غ) والاعتماد الميكوريزي (M.D %) :

قُدِّرَ الوزن الرطب والجاف ب (غ) لكل من المجموع الخضري (الهوائي) والجذري (الأرضي) وللنبات ككل.

كما حُسِبَت نسبة الاعتماد الميكوريزي (M.D %)؛ وفق المعادلة الآتية:

الاعتماد الميكوريزي (M.D %) = (الوزن الجاف للنباتات الملقحة بالميكوريزا - الوزن الجاف للنباتات غير الملقحة بالميكوريزا $\times 100$ / الوزن الجاف للنباتات الملقحة بالميكوريزا (Gerdemann , 1975).



الشكل رقم (12): بعض قياسات معايير النمو المدروسة.

3-10-2- مؤشرات النمو البيوكيميائية:

1- تقدير محتوى الكلوروفيل a,b والكاروتينات في الأوراق:

قُدِّر محتوى الكلوروفيل a و b، والكاروتينات بواسطة قياس درجة الامتصاصية بواسطة مقياس الطيف الضوئي Spectrophotometer. الشكل رقم (13).



الشكل رقم (13): مقياس الطيف الضوئي Spectrophotometer

PG T 85 -

طريقة العمل: الشكل رقم (14)

أخذ 1 غ من الأوراق من كل معاملة ومكرر، ثم سُحِّقَتْ في هاون زجاجي لاستخلاص محتواها من الكلوروفيل وسُحِّقَتْ في 4 مل من الأسيتون تركيز 80% في جفئات خزفية، وفُصِّلَ المستخلص في جهاز الطرد المركزي بسرعة 4000 دورة/د مدة 5 دقائق. وُقِّلَ الطور الطافي إلى أنابيب اختبار

جديدة، وقيست درجة الامتصاصية بواسطة مقياس الطيف الضوئي Spectrophotometer، عند طول الموجتين 647، 664 نانومتر لتقدير تركيز الكلوروفيل a و b، وعند طول الموجة 470 نانومتر لتقدير تركيز الكاروتينات الكلية. وفُدّر محتوى الأوراق من الكلوروفيل a و b والكاروتينات الكلية حسب المعادلات الرياضية الآتية : (Buschmann ، Lichtenthaler ، 2001):

للكلوروفيل a:

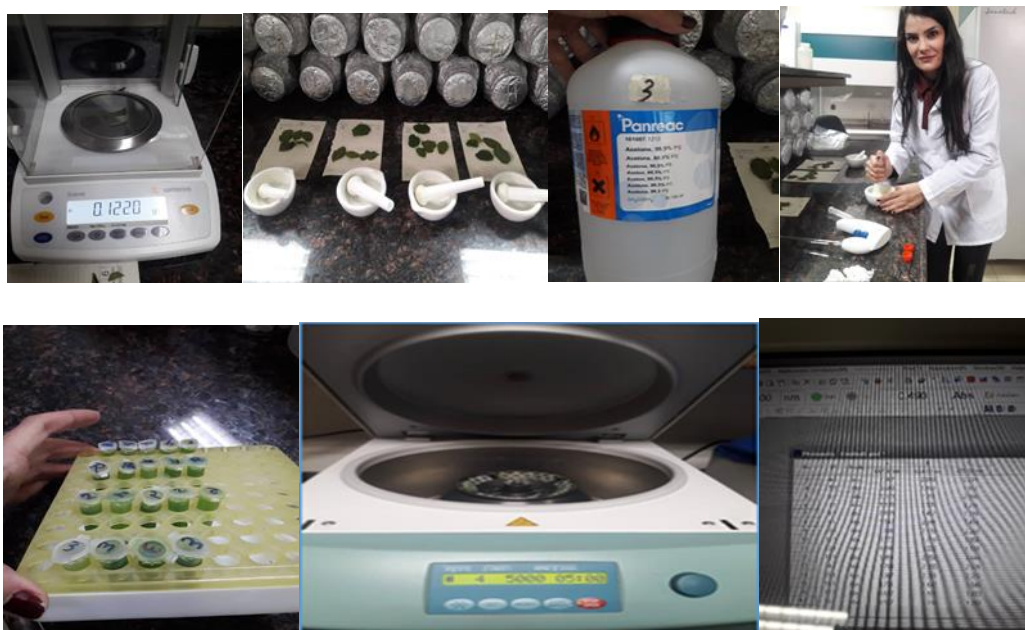
$$\text{Chl.a } (\mu\text{g.g}^{-1}) = 12.25 A_{664} - 2.79 A_{647}$$

للكلوروفيل b:

$$\text{Chl.b } (\mu\text{g.g}^{-1}) = 21.50 A_{647} - 5.10 A_{664}$$

للكاروتينات:

$$C(x+c) (\mu\text{g.g}^{-1}) = (1000 A_{470} - 1.82 C_a - 85.02 C_b) / 198$$



الشكل رقم (14): مراحل استخلاص محتوى الكلوروفيل A, b والكاروتينات الكلية من نبات الخرنوب المدروس.

التصميم التجريبي والتحليل الإحصائي: Experimental design and statistical analysis

تم تنفيذ البحث وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Design (R.C.D)

بوجود أربع معاملات (نباتات ملقحة بالميكوريزا، ونباتات ملقحة بالتريكوديرما، ونباتات ملقحة بالميكوريزا والتريكوديرما، ونباتات غير ملقحة (شاهد) وثلاثة مكررات لكل معاملة، تضمن كل مكرر 5 نباتات

تم تحليل المعطيات باستخدام البرنامج الإحصائي (CO STAT 6.4 -
(<http://www.cohort.com>) GENSTAT اختبرت الفروق بين المتوسطات حسب اختبار أقل
فرق معنوي (L.S.D) Least Significant Difference Test عند مستوى ثقة 95%

الفصل الرابع :النتائج والمناقشة

RESULTS AND DISCUSSION

النتائج والمناقشة : Results and Discussion

1- المؤشرات الشكلية:

1- تأثير اللقاح (فطريات الميكوريزا والتريكوديرما والميكوريزا+التريكوديرما) في مؤشرات

النمو لشتول نبات الخرنوب:

1-1- تأثير اللقاح في مؤشر طول نبات الخرنوب (سم):

يُلاحظ من الجدول رقم (2) أنه مع تقدم النباتات في العمر خلال أشهر الدراسة يزداد طولها عموماً، لكن تباين الطول بين المعاملات يزداد بزيادة عمر النبات مقارنة مع الشاهد، حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق المعاملة بالميكوريزا معنوياً فقط بمتوسط وقدره (78.52 سم) على الشاهد. و التريكوديرما والميكوريزا متوسط وقدره (69.53 سم) لم يلاحظ أي تفوق معنوي على الشاهد وعلى التريكوديرما. وهذا ما يرفع من الجدوى الاقتصادية لمكرزة شتول الخرنوب خلال حياة النبات الكلية، ولاسيما في ظروف المناطق الجافة. ولعل ذلك مرتبط بزيادة طول النباتات الممكرزة، وتناسب عدد الأوراق مع طول النبات للعلاقة الطردية بين المسطح الورقي وحجم النبات عموماً ولاسيما طوله. وهذا يتفق مع ماتوصل إليه (Soriano وزملاؤه، 2009) على نبات الزيتون (*Olea europaea*)

وهذا يتوافق مع زيادة ارتفاع شتلات نبات الرغل *Atriplex nummularia* عند معاملتها بفطور الميكوريزا حسب (Asghari وزملاؤه، 2005). و يتوافق أيضاً مع ما أورده Caglar وAkgun (2006) حول التأثير الإيجابي للتلقيح الميكوريزي في مؤشر طول نباتات البطم.

1-2- تأثير اللقاح في مؤشر متوسط عدد أوراق نبات الخرنوب:

يبين الجدول رقم (2) تأثير اللقاح في مؤشر متوسط عدد الأوراق حيث يُلاحظ أنه كلما تقدمت النباتات بالعمر يزداد عدد الأوراق، لكن الزيادة في عدد الأوراق متباينة بتباين المعاملات حيث تفوقت معاملة الميكوريزا معنوياً فقط على معاملة التريكوديرما والشاهد بمتوسط (70 ورقة) خلال فترة الزراعة. ولم يلاحظ أية فروق معنوية بالنسبة لبقية المعاملات.

وهذا يتوافق مع نتائج (Bhoopander وزملاؤه، 2003) في زيادة عدد الأوراق لشجرة الأكاسيا *Acacia auriculiformis* عند معاملتها بالميكوريزا مقارنة مع الشاهد.

الجدول رقم(2): تأثير اللقاح في مؤشر متوسط طول النبات (سم) وعدد الأوراق لنبات الخرنوب:

المعاملات	متوسط عدد الأوراق	متوسط طول النبات /سم
الشاهد	45b	65.48b
التريكوديرما	47b	67.92b
الميكوريزا	70a	78.52a
تريكوديرما + ميكوريزا	53ab	69.53ab
%5L.S.D	21.89	11.36

*لأحرف المتشابهة في العمود الواحد تعني عدم وجود فرق معنوي عند مستوى ثقة 95%

3-1- تأثير اللقاح في متوسط الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري(غ) لنبات الخرنوب:

3-1-1 تأثير اللقاح في متوسط الوزن الرطب للمجموع الجذري (غ):

يبين الجدول رقم (3) تفوق الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على بقية المعاملات في صفة الوزن الرطب للجذر بمتوسط (63غ)، كما تفوقت معنوياً الشتول المعاملة بالميكوريزا والتريكوديرما على الشاهد وعلى معاملة التريكوديرما فقط بمتوسط (48.8غ)، وتفوقت الشتول المعاملة بالتريكوديرما معنوياً على الشاهد بمتوسط وقدره (32.00غ) بينما سجل الشاهد أدنى القيم بمتوسط (19.52 غ).

3-2-1 تأثير اللقاح في متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري (غ):

يبين الجدول رقم (3) تفوق الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على الشاهد والتريكوديرما من حيث الوزن الجاف للمجموع الجذري بمتوسط (21.10غ)، وتفوقت معنوياً الشتول المعاملة بالميكوريزا +التريكوديرما على الشاهد والتريكوديرما من حيث الوزن الجاف بمتوسط (16.88) غ. ولم يلحظ فروق معنوية بين الشاهد والتريكوديرما. وهذا يتوافق ما أشار إليه (Elmostapha Outamamat وزملاؤه، 2021) على نبات الخرنوب *Ceratonia siliqua*. وعلى أهمية (AFM) في تحسين المواصفات الشكلية لنبات الخرنوب

1-3-3 تأثير اللقاح في متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ):

يبين الجدول رقم (3) تفوق الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على الشاهد، وعلى بقية المعاملات في صفة متوسط وزن المجموع الخضري الرطب (97.20 غ)، وتفوقت معنوياً الشتول المعاملة بالميكوريزا + التريكوديرما و المعاملة بالتريكوديرما على الشاهد بمتوسط وقدره (82.40 غ)، (70.20 غ) على التوالي. وهذا يتوافق مع زيادة الوزن الرطب للأوراق على شتول الكازورينيا (*Casuarina equisetifolia*) بحسب (Rajendran وزملاؤه، 2003).

1-4-3 تأثير اللقاح في متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ):

يبين الجدول رقم (3) تفوق الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على الشاهد وعلى معاملة التريكوديرما في صفة وزن المجموع الخضري الجاف بمتوسط (46.79 غ)، تليها المعاملة بالميكوريزا + التريكوديرما بمتوسط (40.18 غ) على الشاهد. وتفوقت معنوياً التريكوديرما بمتوسط (34.10 غ) على معاملة الشاهد الذي سجل أدنى قيمة (24.46 غ) .

وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Zaefarian, 2011) إلى زيادة معنوية للوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري عند تلقيح نبات الشعير بفطريات الميكوريزا.

وتوافقت نتائج الدراسة (Soleimanian وزملاؤه ، 2016) و (Shamshiri وزملاؤه ، 2014) التي

أجريت على الفستق الحلبي وهذا مرتبط بتأثير الميكوريزا

في نشاط امتصاص الماء والغذاء من التربة وتأثيره في زيادة حجم النبات ومسطحه الورقي الذي يصطنع الغذاء ومن ثم يشكل مادة غذائية تراكمية تدخر في جسم النبات. وهذا يعكس الأثر الإيجابي للميكوريزا في زيادة الوزن الرطب، والجاف للجزء الهوائي للنباتات الممكزة.

ويتفق أيضاً مع ما توصل إليه (الشبلي وزملاؤه ، 2019) بالزيادة المعنوية للوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري، والجذري على نبات البطم الأطلسي *Pistacia atlantica* عند استخدام الميكوريزا.

الجدول (3): تأثير اللقاح في متوسط الوزن الرطب، والوزن الجاف للمجموع الخضري

والجذري (غ) لنبات الخرنوب:

المعاملات	الوزن الرطب للمجموع الجذري (غ)	الوزن الجاف للمجموع الجذري (غ)	الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ)	الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ)
الشاهد	19.52 d	6.54 b	49.60 c	24.46 c
التريكوديرما	32.00 c	11.12 b	70.20 b	34.10 b
الميكوريزا	63 a	21.10 a	97.20 a	46.79 a
تريكوديرما + ميكوريزا	48.8 b	16.88 a	82.40 b	40.18 ab
%L.S.D	11.06	5.27	13.35	6.84

*الأحرف المتشابهة في العمود الواحد تعني عدم وجود فرق معنوي عند مستوى ثقة 95%

4-1- تأثير اللقاح في متوسط طول الجذور والكتلة الحية لنبات الخرنوب:

يبين الجدول رقم (4) تأثير اللقاح في متوسط طول الجذور (غ) حيث تفوقت الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على الشاهد، وعلى معاملة التريكوديرما في مؤشر متوسط طول الجذر (48.40سم). لم يلحظ أية فروقات معنوية بين باقي المعاملات بالنسبة لمتوسط طول الجذور في حين سجل الشاهد متوسط وقدره (31.8سم) وهو الأدنى معنوياً .

كذلك يبين الجدول رقم (4) تأثير اللقاح في متوسط الكتلة الحية (غ) أن زيادة عدد الأوراق على النبات يزيد من مساحة المسطح الورقي؛ الأمر الذي ينعكس إيجابياً على حجم النبات وكتلته الحية. حيث تفوقت الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على بقية المعاملات، وعلى معاملة التريكوديرما في صفة وزن الكتلة الحيوية بمتوسط (160.2غ)، في حين تفوقت معنوياً الشتول المعاملة بالميكوريزا + التريكوديرما على معاملة التريكوديرما وعلى معاملة الشاهد بمتوسط (131.2غ) ، في حين لم يلحظ أية فروق معنوية بين معاملة التريكوديرما والشاهد.

الجدول رقم (4). تأثير اللقاح في متوسط طول الجذور (سم) والكتلة الحية (غ) لنبات الخروب:

المعاملات	طول الجذر (سم)	الكتلة الحية (غ)
الشاهد	31.8 b	81.6 c
التريكوديرما	37.00 b	89.72 c
الميكوريزا	48.40 ba	160.2 a
تريكوديرما ميكوريزا	42.4 ab	131.2 b
L.S.D 5%	10.88	14.86

*الأحرف المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

- تقدير النسبة المئوية للاعتماد الميكوريزي (% M.D):

بعد تطبيق المعادلة حُسبت النسبة المئوية للاعتماد الميكوريزي لكل من النباتات المعاملة بالميكوريزا والنباتات المعاملة بالميكوريزا+التريكوديرما تبين ما يأتي:

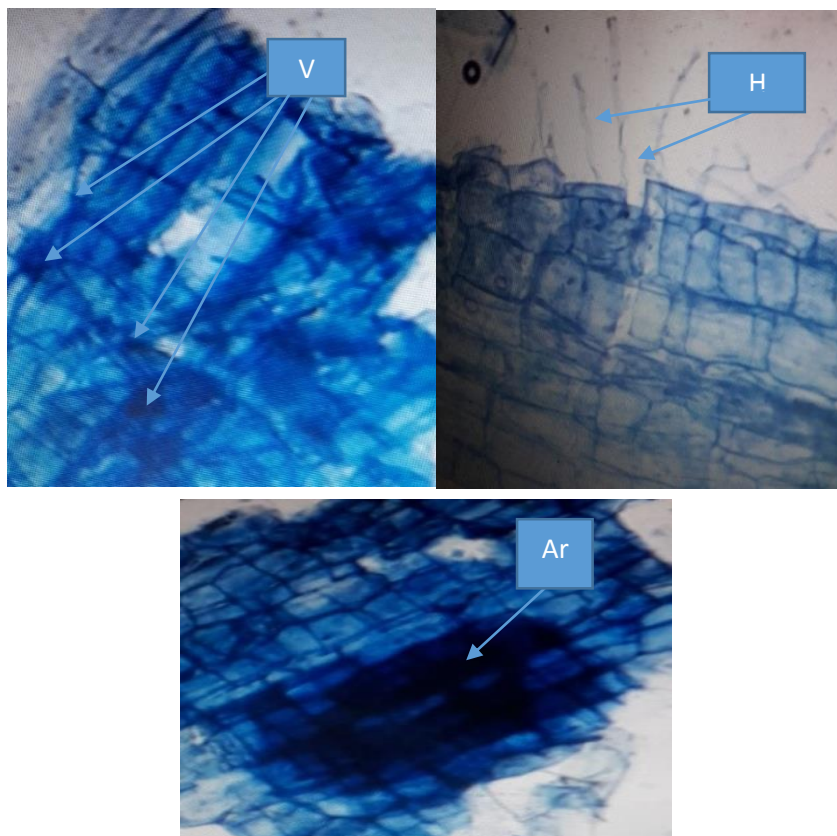
- الاعتماد الميكوريزي للشتول المعاملة بالميكوريزا = $67.89 / 100 \times (31 - 67.89) = 54.33\%$

- الاعتماد الميكوريزي للشتول الميكوريزا+التريكوديرما = $57.06 / 100 \times (31 - 57.06) = 45.67\%$

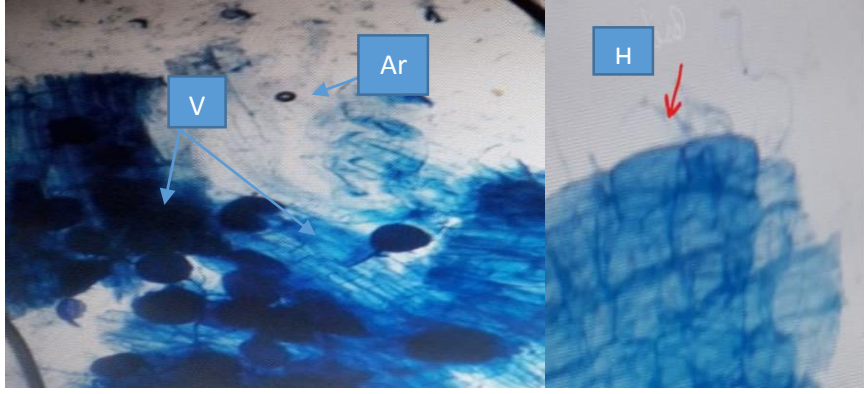
بالنتيجة كانت نسبة الاعتماد الميكوريزي لنباتات التجربة المعاملة بالميكوريزا (54.33%) ونسبة الاعتماد الميكوريزي لنباتات التجربة المعاملة بالميكوريزا+التريكوديرما (45.67%) وتتفق نتائج هذه الدراسة مع ما توصل إليه (الشبلي وزملاؤه، 2019) على نبات البطم الأطلسي *Pistacia atlantica*

2- الكشف عن البنى الداخلية لوجود فطريات الميكوريزا المتعايشة على جذور نبات الخرنوب:

تم الكشف عن تركيبات فطريات الميكوريزا داخل خلايا قشرة الجذور وبينها عن طريق صبغها بأزرق التريبان، وتم رصد تركيبات فطريات الميكوريزا (حويصلات وهيئات) داخل أنسجة جذور النباتات الملقحة الشكلان رقم (15-16). وكانت نباتات الشاهد خالية من تركيبات فطريات الميكوريزا الشكل رقم (17). ويتوافق مع نتائج الشبلي وزملاؤه (2019) على نبات البطم *Pistacia atlantica* عند معاملتها بالميكوريزا.



الشكل (15): مقطع تشريحي في جذر نبات الخرنوب المتعايش مع فطور الميكوريزا والتريكوثيرما (الهيئات H- الحويصلات V-تفرعات شجيرية Ar) بقوة تكبير 400 X.



الشكل (16): مقطع تشريحي في جذر نبات الخرنوب المتعايش مع فطور الميكوريزا (الهيفات H التفرعات الشجرية Ar - الحويصلات V) بقوة تكبير X400.



الشكل (17): مقطع تشريحي في جذور نبات الخرنوب للشاهد خالية من الميكوريزا بقوة تكبير X400.

3- تقدير نسب المكروزة في القطع الجذرية لشتول نباتات الخرنوب من خلال:

أ- النسبة المئوية لطول جذور شتول الخرنوب المستعمرة (RLC%) بفطور الميكوريزا الداخلية:

يبين الجدول رقم (5) متوسط النسبة المئوية لطول جذور شتول نباتات الخرنوب المستعمرة بفطور الميكوريزا + التريكوديرما (RLC) (69.79%) وللشتول المعاملة بفطور الميكوريزا (80.15%). وبلغ متوسط النسبة المئوية لتواجد الهيفات للميكوريزا+ التريكوديرما و للميكوريزا على التوالي (31.90%) - (32.00%). وبلغت متوسط النسبة المئوية للإستعمار بالتفرعات الشجرية على التوالي (18.03% - 19.12%). وبلغت متوسط النسبة المئوية للإستعمار بالحويصلات على التوالي (30.71% - 39.36%).

وهذا يتوافق مع (Abbaspourم وزملاؤه، 2011) وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج

(Damodaran وزملاؤه 2012) على نبات القطن حيث تختلف قيمة RLC% باختلاف أنواع فطور

الميكوريزا المستخدمة لتحضير اللقاح، ونوع النبات العائل وطريقة تحضير اللقاح.

أشار Veiga وزملاؤه (2011) أن متوسط النسبة المئوية لطول جذور بعض النباتات المستعمرة بفطور الميكوريزا الداخلية (RLC) ، في الذرة كان (86%) وفي القمح (75%) وفي البرسيم (45%) ، كما أشار أيضاً إلى أن النسبة المئوية لتواجد التفرعات الشجرية في الذرة كانت (23%) وفي القمح (16%) وفي البرسيم (8%) ، أما النسبة المئوية لتواجد الاجسام الادخارية (الحويصلات) كانت في الذرة (44%) وفي القمح (19%) وفي البرسيم (8%).

الجدول رقم (5): النسبة المئوية لطول جذور نباتات الخرنوب المستعمرة. RLC بفطور الميكوريزا

الداخلية والتريكوديرما والميكوريزا معاً:

RLC %	AC %	VC %	HC %	G	H	V	A	N	المعاملة
72.37	36.73	49.32	33.15	181	60	36	35	50	ميكوريزا+ تريكوديرما
73.18	35.60	32.65	40.22	179	72	25	34	48	ميكوريزا+ تريكوديرما
72.47	34.88	31.60	34.27	178	61	36	32	49	ميكوريزا+ تريكوديرما
60.41	36.67	34.88	21.74	138	30	23	30	55	ميكوريزا+ تريكوديرما
65.75	35.87	31.90	23.97	146	35	31	30	50	ميكوريزا+ تريكوديرما
70.37	33.63	30.49	28.89	135	39	35	21	40	ميكوريزا+ تريكوديرما
68.96	31.25	29.15	32.41	145	47	33	20	45	ميكوريزا+ تريكوديرما
82.87	40.10	26.44	38.36	146	56	45	20	25	ميكوريزا+ تريكوديرما
75.29	42.38	28.65	38.82	170	66	32	30	42	ميكوريزا+ تريكوديرما
63.2	40.54	26.67	27.20	125	34	25	20	46	ميكوريزا+ تريكوديرما

69.79	36.76	30.71	31.90	154.3	50	32.1	27.2	45	المتوسط
79.59	46.96	33.33	30.61	245	75	80	40	50	ميكوريزا
79.2	45.81	40.00	32.80	250	82	79	50	39	ميكوريزا
77.20	45.51	40.00	30.23	215	65	75	40	35	ميكوريزا
75.23	61.59	28.57	31.43	210	66	67	35	42	ميكوريزا
78.02	54.79	33.33	33.63	223	75	68	49	31	ميكوريزا
82.6	45.19	50.00	37.22	223	83	65	40	35	ميكوريزا
85.57	44.83	60.00	42.31	208	88	55	35	30	ميكوريزا
80.72	30.82	50.00	31.25	192	60	55	40	37	ميكوريزا
81.42	42.35	25.00	30.95	210	65	56	50	39	ميكوريزا
81.98	52.80	26.20	24.77	222	55	77	50	40	ميكوريزا
80.15	47.06	39.36	32.00	219	71.4	67.7	42.9	37.8	المتوسط

العدد الكلي للقطع الجذرية 50 قطعة لكل نبات حيث $N =$ لا يوجد أي نمو للفطر $A =$ تفرع شجري $V =$ جسم ادخاري $H =$ خيوط فطرية $G =$ مجموع البنى الداخلية الهيفي للجذور. $AC\%$ = النسبة المئوية للاستعمار بالتفرعات الشجرية. $VC\%$ = النسبة المئوية للاستعمار بالحوصلات. $HC\%$ = النسبة المئوية للاستعمار الهيفي للجذور. $RLC =$ النسبة المئوية لطول الجذور المستعمرة بالميكوريزا.

ب- النسبة المئوية للمكرزة في جذور نبات الخرنوب:

بين الجدول رقم (6) بالنسبة للتفرعات الشجرية تفوق معاملة الميكوريزا معنوياً ب (80 تفرع شجري) على معاملة الميكوريزا+التركوديرما بمتوسط قدره (72) تفرع شجري. وبالنسبة لمتوسط الأجسام ادخارية: تفوق معاملة الميكوريزا معنوياً بمتوسط قدره (67.7 جسم ادخاري)، على متوسط معاملة الميكوريزا+التركوديرما بمتوسط قدره (32.00 جسماً ادخاريًا). وبالنسبة لمتوسط الخيوط الفطرية (الهيفات): فقد تفوق معاملة الميكوريزا معنوياً بمتوسط قدره (71) هيفا على معاملة الميكوريزا+التركوديرما بمتوسط قدره (50) هيفا. كما يبين الجدول رقم (6) مجموع البنى الداخلية للمعاملات : حيث تفوقت معاملة الميكوريزا معنوياً بمتوسط قدره (219.8) على معاملة الميكوريزا+تركوديرما بمتوسط قدره (154.3).

الجدول رقم (6): متوسط النسبة المئوية لتواجد الهيفات، والتفرعات، والحوصلات الفطرية في المعاملات الممكزة:

المعاملات	الهيفات %	الحوصلات %	التفرعات %	مجموع الداخلي البنى
تريكوديرما+الميكوريزا	31.90 a	30.71 b	36.76 b	154.3 b
الميكوريزا	32.00 a	39.36 a	47.06 a	219.8 a
L.S.D %5	7.63	6.86	6.10	13.51

*الأحرف المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%

2- المؤشرات البيوكيميائية:

1- تأثير اللقاح (فطريات الميكوريزا والتريكوديرما والميكوريزا+التريكوديرما) في محتوى

نبات الخرنوب من الكلوروفيل a,b والكاروتينات:

بينت النتائج من الجدول رقم (7) تفوق معاملات الميكوريزا ومعاملة التريكوديرما والميكوريزا+التريكوديرما معنوياً من حيث متوسط محتوى الأوراق من جزيئات الكلوروفيل a على الشاهد بمتوسط (5.86)، (5.20)، (5.01) مغ . غ-1 وزن رطب على التوالي. في حين سجل الشاهد أدنى القيم (2.02 مغ . غ-1 وزن رطب). كما بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول رقم (7) إلى تفوق معاملة الميكوريزا من حيث متوسط محتوى الأوراق من جزيئات الكلوروفيل b معنوياً على الشاهد بمتوسط (5.06 مغ . غ-1 وزن رطب). لم يلاحظ أية فروقات معنوية بين المعاملات الأخرى حيث سجل الشاهد أدنى قيمة له (2.09 مغ . غ-1 وزن رطب).

وهذا يتوافق مع ماتوصل إليه (Giri and Mukerji (2004) على شجرة السيسبان

(Sesbania aegyptica and Sesbania grandiflora)

ويتوافق أيضاً مع (Sedeghi Moghadam and Mirzaie (2008) بأن إضافة الميكوريزا يؤدي بدوره إلى زيادة امتصاص الضوء، ومستوى التمثيل الضوئي في الأوراق، ومن ثمَّ زيادة محتوى الكلوروفيل.

2- تأثير اللقاح بالميكوريزا والتريكوديرما والميكوريزا+التريكوديرما في متوسط محتوى أوراق نبات

الخرنوب من جزيئات الكاروتينويدات (مغ . غ⁻¹ وزن رطب):

يبين الجدول رقم (7) من حيث متوسط الأوراق من جزيئات الكاروتينويدات (مغ . غ⁻¹ وزن رطب) لتفوق معاملة الميكوريزا معنوياً ومعاملة التريكوديرما معنوياً على الشاهد بقيمة بلغت (5.12)، (5.00) مغ . غ⁻¹ وزن رطب على التوالي. لم يلحظ أية فروقات معنوية بين باقي المعاملات . بينما سجل الشاهد أدنى القيم (2.00 مغ . غ⁻¹ وزن رطب) .

حيث تؤدي الكاروتينويدات دوراً أساسياً في تحسين تحمل النباتات لظروف الجفاف من خلال دورها كأصبغة مرافقة، وكصمام أمان حيوي، يُنظّم وصول كمية من الأشعة الضوئية إلى الأصبغة اليخضورية بما يتناسب مع كفاءة عملية التمثيل الضوئي.

وهذا يتوافق مع ما توصل إليه. (2004) Giri and Mukerji على شجرة السيسبان

Sesbania aegyptica and *Sesbania grandiflora*.

وأيضاً يتوافق مع ما أشار إليه (Elmostapha Outamamat وزملاؤه ، 2021) على نبات الخرنوب

Ceratonia siliqua . في الزيادة المعنوية في محتوى الكلوروفيل عند مقارنة الشتلات الملقحة مع الشاهد.

الجدول رقم (7). تأثير اللقاح بالميكوريزا و التريكوديرما والميكوريزا+التريكوديرما في محتوى أوراق

نبات الخرنوب من جزيئات الكلوروفيل b و a والكاروتينويدات (مغ . غ⁻¹ وزن رطب):

المعاملات	كلوروفيل a (مغ . غ ⁻¹ وزن رطب)	كلوروفيل b (مغ . غ ⁻¹ وزن رطب)	الكاروتينات (مغ . غ ⁻¹ وزن رطب)
الشاهد	2.02 b	2.09 b	2.00 b
التريكوديرما	5.20 a	4.50 ab	5.00 a
الميكوريزا	5.86 a	5.06 a	5.12 a
تريكوديرما + ميكوريزا	5.01 a	2.80 ab	2.95 b
L.S.D %5	3.10	2.70	3.01

*الأحرف المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%

الفصل الخامس:

الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات

CONCLUSIONS AND SUGGESTION

4. الاستنتاجات والمقترحات (CONCLUSIONS AND SUGGESTION):

الاستنتاجات:

1. إتضحت كفاءة تنفيذ طريقة الزراعة بالأصص لنبات الذرة الصفراء وسهولة تنفيذها كعائل لإنتاج اللقاح الميكوريزي.
2. تفوقت نباتات الخرنوب الملقحة بفطريات الميكوريزا أبواغ فطر جنس *Glomus* (خليط لسته أنواع من أبواغ فطريات الميكوريزا الداخلية الشجيرية) بمؤشر طول النبات مقارنة بالنباتات غير الملقحة (الشاهد). حيث أظهرت نتائج البحث تفوق معاملة الميكوريزا معنوياً بمتوسط وقدره (78.52 سم) على معاملة التريكوديرما والميكوريزا بمتوسط وقدره (69.53 سم) تليها التريكوديرما بمتوسط وقدره (67.92 سم) بالمقارنة مع الشاهد بمتوسط (65.48 سم).
3. أظهرت النتائج تفوق معاملة الميكوريزا في الزيادة بعدد الأوراق معنوياً على بقية المعاملات بمتوسط يبلغ 70 ورقة خلال فترة الزراعة تليها معاملة الميكوريزا والتريكوديرما بمتوسط قدره 53 ورقة تليها التريكوديرما بمتوسط وقدره 47 ورقة مقارنة مع الشاهد.
4. استجابة المجموع الجذري لشتول الخرنوب للمكرزة بأبواغ فطر الجنس *Glomus* تحت الظروف المخبرية. وتفوق النباتات الملقحة بفطريات الميكوريزا النباتات الملقحة بالميكوريزا + التريكوديرما بأوزانها الخضرية والجذرية الرطبة والجافة مقارنة بالنباتات غير الملقحة (الشاهد).
5. تفوقت الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على بقية المعاملات في صفة وزن المجموع الخضري الرطب بمتوسط (97.20 غ)؛ مقارنةً بالشاهد (70.20 غ)؛ وفي صفة وزن المجموع الخضري الجاف بمتوسط (46.79 غ)؛ مقارنة مع الشاهد (34.10 غ).
6. تفوق الشتول المعاملة بالميكوريزا معنوياً على بقية المعاملات في صفة الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الجذري بمتوسط (63 غ ، 21.10 غ على التوالي) مقارنة بالشاهد.
7. تفوقت الشتول المعاملة معنوياً على الشاهد، وعلى معاملة T في صفة وزن الكتلة الحيوية بمتوسط (160.2 غ)، وتفوقت معنوياً الشتول المعاملة (M + T) على معاملة T بمتوسط (131.2 غ)، وسجلت التريكوديرما أدنى قيمة (81.6 غ).
8. تفوقت الشتول المعاملة بفطور الميكوريزا بمتوسط النسبة المئوية لطول جذور نباتات الخرنوب المستعمرة (RLC) بمتوسط وقدره (80.15). مقارنة بالشتول المعاملة بفطور الميكوريزا + التريكوديرما (69.79).

9. تفوقت المعاملات الممكزة على نظيراتها غير الممكزة في محتواها من الكلوروفيل b,a . على التوالي بمتوسط وقدره (5.86) ، (5.06) مغ . غ-1 وزن رطب على معاملة الشاهد.
10. كذلك تفوقت معاملة الميكوريزا معنوياً بمتوسط وقدره (5.12) مغ . غ-1 وزن رطب على معاملة الشاهد في محتوى الأوراق من جزيئات الكاروتينويدات (مغ . غ-1 وزن رطب).

التوصيات والمقترحات:

1. إضافة اللقاح الميكوريزي فقط لشتول نبات الخرنوب بالمشاتل لما له من دور كبير في تحسين صفات النمو ومقاومته لمرضات التربة.
2. عدم خلط اللقاح الميكوريزي مع التريكوديرما لأنه لم يعطى بأغلب الأحيان فروق معنوية وذلك يدل على وجود تنافس عند وضع اللقاحين معاً. وعليه نقترح:
 1. استمرار العمل والتجارب حول استخدام الميكوريزا والتريكوديرما وتطبيقها على نباتات أخرى ذات أهمية اقتصادية. والتركيز على استخدام الأسمدة الحيوية المذكورة بشكل خاص لما لها من تأثير إيجابي في مؤشرات النمو لدى نبات الخرنوب، فضلاً عن الأهمية البيئية.
 2. القيام بمزيد من الأبحاث تتضمن إدخال الأسمدة الحيوية بما يحقق أفضل إنتاج كمّاً ونوعاً، واعتماد استراتيجيات مناسبة لتطبيق استخدام اللقاح الميكوريزي في ظروف الحقل والمشتل بشكل ناجح. لإنتاج غراس أعلى جودة، وأكثر قدرة على النجاح في مواقع التشجير.
 3. دراسة تأثير أجناس أخرى من الميكوريزا وتكثيف الدراسات حول نبات الخرنوب والحث على زراعته لأهميته الغذائية والبيئية.

الفصل السادس:

المراجع العلمية Bibliograph

(عربي - إنكليزي)

6. المراجع العلمية Bibliography

1.6. المراجع العربية:

1. الزعبي، منهل. (2011). مجلة الزراعة والمياه في الوطن العربي. أكساد صفحة 32-37.
2. السامرائي، إسماعيل خليل. (2003). التداخل بين فطريات المايكورايزا والترايكوديرما في تكوين السبورات في التربة مزروعة بالنباتات المايكروزية. مجلة الزراعة العراقية. 8(2) - 25-30.
3. الشبلي، ووفاء ، قريصة، محمد، الأشقر، وكمال. (2019). دراسة تعايش فطريات الميكوريزا مع البطم الأطلسي Pistacia atlantica L. وأثر ذلك في نمو بادراته، رسالة ماجستير. قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة. كلية الهندسة الزراعية. جامعة دمشق. دمشق. سورية. عدد الصفحات: 68.
4. خريبه، محمد عماد، وابتسام غزال، وفواز العظمة، ووفاء شومان . (2013). عزل وتحديد فطور جذرية (ميكوريزا) متعايشة مع البندورة في الساحل السوري . مجلة جامعة تشرين للعلوم البيولوجية، المجلد 35 ، العدد 7
5. خريبه ،محمد عماد، وابتسام غزال ، وفواز العظمة، ووفاء شومان.(2016). عزل وتحديد فطور جذرية (ميكوريزا) متعايشة مع البندورة في الساحل السوري . مجلة جامعة تشرين للعلوم البيولوجية ،المجلد 35، العدد 7
6. طه ، الشحات محمد رمضان. (2007). دار الفكر العربي، الأسمدة الحيوية والزراعية ، كلية الزراعة -جامعة عين شمس - جمهورية مصر العربية.
7. عودة - محمود،و إسماعيل المحمد، وحيدر الحسن. (2011). تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا في كفاءة امتصاص نبات الذرة الصفراء للفوسفور وإنتاجه للمادة الجافة. المجلة العربية للبيئات الجافة 89-101 5 .
8. ناصر، سامر (2019). دراسة سلوكيات نمو وتطور الجهاز الجذري لبادرات الخرنوب Ceratonia Siliqua L. وتنوعه الوراثي لمعالجة مشاكل زراعته بناحية البسيط في محافظة اللاذقية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة - جامعة تشرين، 154 صفحة.
9. نحال إبراهيم، ورحمة أديب، وشبلي نبيل. (1996). الحراج والمشاتل الحراجية، كلية الزراعة منشورات جامعة حلب ،600.
10. نحال، إبراهيم (2003). علم الشجر. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، 630 صفحة.
11. نحال، إبراهيم (2012). موسوعة الثروة الحراجية في سورية (ماضيها-حاضرها-آفاق مستقبلها). منشورات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، دمشق - سورية، 480 صفحة.

2.6. المراجع الأجنبية:

1. Abdel-Fattaha, G.M; S.A. El-Haddadb; Y.M. Hafezcrashadd_(2011). **Induction of defense responses in common bean plants by arbuscular mycorrhizal fungi. Microbiological Research.** 166: 268-
2. Abbaspour. H, Saeidi- sar. S and H.Afshari. (2011). **Improving drought tolerance of *pistacia vera* L.Seedlings by arbuscular mycorrhiza under greenhouse conditions.**Journal of Medicinal plants Research vd.5(32).7065-7072.
3. Alexander, C., Alexander, I. J., and Hadley, G. (1984). Phosphate uptake by Goodyear repens in relation to mycorrhizal infection New Phytol. 97:401-411.
4. Allen, E. B., Cunningham, G. L. (1983). **Effect of vesicular- arbuscular mycorrhizae on *Distichlis spicata* under three salinity levels.** New Phytol.93:227-236.
5. Al-Tamimi, F. M. S. (2005). **Effect of Interactions between Biocides and Chemical and Biological Fertilizers on Wheat Plant. PhD these Agricultural mechanism.** Baghdad University. (inArabic)
6. Altomare, C., W. A. Norvell., T.,Bjorkman. and G. E .,Harman(.1999). **Solubili.zation of phosphates and micronutrients by theplant growth Promoting and biocontrol furgus *Trichoderma harzinum*.** Rifai Strain 1295-22.Appl. Environ. Microbial. 65(7): (1984-1993)
7. Asghari, H. R.; Marschner, P.; Smith, S. E. and Smith, F. A. (2005). **Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity level.** Plant and Soil, 273(1-2): 245-256.
8. Azcon, R., El-Atrash, F. (1997). **Influence of arbuscular mycorrhizae and phosphorus fertilization on growth, nodulation and N₂ fixation (15N) in *Medicago sativa* at four-salinity leveles.**Biol.fertil.soils, 24(1):81-86.
9. Batlle ET TOUS, (1997). **Carob tree *Cratonia siliqua* L. institute de Recerce I Tecnologia Agroa limentaries (IRTA) Bove Reu,** Spain 1997,92
10. Bhoopander, Giri.; Kapoor, R. and Mukerji, K. G. (2003). **Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth. biomass_ and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*.** Biology and Fertility of Soils, 38(3): 170-175.
11. Borowicz, V. A. (2001). **Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plantpathogen relation? Ecology.** 82(11): 3057-3068.

12. Buba, T., and Muhammad, S. Y (2020). **Combine Effects of soil Nutrient Levels and Mycorrhiza Inoculums from soil under parkia Biglobosa and Tamarindus Indica On Chlorophyll Content of Some Cereal and Legume Crops.** Scientific African Vol 8, July 2020,00369.p15
13. Caglar.S and A.Akgun. (2006). **Effects of vesicular-arbuscular (VAM) fungi on the seedling growth of three Pistacia species** 27(3)485-489(2006).
14. Cavallaro, V.; barbera, A.C.; MAUCIERI, C.; GIMMA, G.; SCALISI, C.; and C. PATANE, (2016). **Evaluation of variability to drought and saline stress through the germination of different ecotypes of carob (Ceratoniasiliqua L.) using a hydrotime model.** Elsevier volume 95. Pages 557-566.
15. Chandrasekaran, M., Chanratana, M., Kim, K., Seshadri, S., Sa, T, (2019). **Impact of arbuscular mycorrhizal fungi on photosynthesis, water status, and gas exchange of plants under salt stress—a meta-analysis.** Front. Plant Sci. 10, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00457>.
16. Correia, P.J.; and A.M. MARTIN-LOUÇÃO, (2005). **The use of macronutrients and water in marginal Mediterranean areas: the case of carob-tree.** Field Crops Res. 91: 1–6.
17. Corsi, L.; AVALONE, R.; COSENZA, F.; BARALDI, C.; FAVINA, F.; and M. BARALDI, (2002). **Antiproliferative effects of (Ceratoniasiliqua L.) on mouse hepatocellular. Carcinoma cell line .** Fitoterapia .73:8, 648 - 674.
18. Cram, Michelle M.; Dumroese R. Kasten. (2012) **Mycorrhizae in Forest Tree Nurseries.** Forest nursery pests. Agriculture Handbook. 650,rev.p.20-23.
19. Cripps, C., Smith, L., Carolin, C., and T.J. Lapp. (2008). **Ecto mycorrhizal fungi with white bark pine.** Nutcracker Notes. 14: 12-14.
20. Daft,M.J.and Nicolson,T.H.(1966). **Effect by endogon, mycorrhizae on plant growth,** New phytologist. 5.1:343-350
21. Diagne, O.; K. Ingleby; J.D. Deans; D.K. Lindley; I. Diaite; and M. Neyra (2001). **Mycorrhiza inoculum potential of soils from alley cropping plots in Senegal.** Forest Ecol. Manage., 146: 35-43.
22. Dakia, P.A.; WATHELET, B.; and M. PAQUOT, (2007). **Isolation and Chemical Evaluation of Carob (Ceratoniasiliqua L.) Seed Germ.** Food Chemistry.102:1368-1374.
23. Dalpe, Y., and M, Monreal. (2004). **Arbuscular Mycorrhizae Inoculum to Support Sustainable Cropping Systems,** online [http:// www. Plant management network org/ pub /cm /review/ 2004/ am fungi](http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/review/2004/amfungi).

24. Damodaran, P.N., Udaiyan k., and K.S. Roh. (2012). **Mycorrhizal Dependency in Certain Indian Cotton Cultivars**. Research in Plant Biology. 2: 55-66.
25. Dar ZM, Masood A, Asif M, Malik MA (2018) **Arbuscular Mycorrhizal Fungi: An Approach to Overcome Drought Adversities in Plants**. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7(3): 1040-1049
26. Duc NH, Mayer Z, Pék Z, Helyes L, Posta K (2017). **Combined inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi, *Pseudomonas fluorescens* and *Trichoderma spp.*** for enhancing defense enzymes and yield of three pepper cultivars. Applied ecology and environmental research 15(3): 1815-1829.
27. El batal, H.; HASIB, A.; OUATMANE. A.; JAOUAD, A.; and M. NAÏMI, (2012). **Rheology and influence factor of Locust Bean Gum solution**. *Revue de génie industriel*, 8: 55-62.
28. Elmostapha Outamamat a, Hanane Dounas a, Faissal Azizb, Adnane Barguaz c , Robin Duponnois d , Lahcen Ouahmane a (2021). **The first use of morphologically isolated arbuscular mycorrhizal fungi single-species from Moroccan ecosystems to improve growth, nutrients uptake and photosynthesis in *Ceratonia siliqua* seedlings under nursery conditions**. Saudi Journal of Biological Sciences. DOI:10.1016/j. November, 29(7)
29. Emam, A.A.R.; MAGDY, A.; SHALLAN, F.A.G.; and A.M. MAHAMOUD, (2000). **Effects of Chocolate Colorant and Flavorant as Food Additives on Energy Metabolism of Albino Rats**. Egyptian J. of Nutrition .xv.1 ,109 – 127. Experimental Botany 32: 295–305.
30. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., and Basra, S. M. A. (2009). **Plant drought stress: effects, mechanisms and management**. *Agron. Sustain. Dev.* 29, 185–212.
31. Ferguson, J.J. and S.H. Woodhead. (1982). **Production of endomycorrhizal Muculum, An increase and maintenance of Vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. In methods and Principles of mycorrhizal**. Reserch (ed. Schenck, N.C), APS. Press. St. Paul. A.N;47-
32. Gerdemann, J.W.; and T.H. Nicolson (1975). **Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soils by wet-sieving and decanting**. Trans. Br. Mycol. Soc.,
33. Giri, B., and Mukerji, K. G. (2004). **Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptica* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake**. Mycorrhiza, 14(5): 307-312.

34. Habte, M., and N.W. Osorio. (2001). **Arbuscular Mycorrhizas: Producing and Applying Arbuscular Mycorrhizal Inoculum. College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR), University of Hawaii at Manoa**
35. Hamedan, M. Z. Riad, and Jannat. O. (2006). **Effect of different levels of organic fertilization in the marvona category. Journal of studies. Tishreen University. Solanum tuberosum Growth and production of potatoes and scientific research. A series of biologic sciences. Volume 28 Issue (in Arabic)**
36. Hodge, A., and C. Campell. (2001). **An Arbuscular Mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material.** Nature. 413: 297-299.
37. Hoeksema. D. Jason. (2005). **Plant-plant interactions vary with different mycorrhizal fungus species.** Biology letters, 2005. royal society publishing.org, 1, 439-442.
38. (<http://WWW.Cohort.com>) **Genstat.**
39. Hunter, M. and B. Keith. (2002). **Fils: Imycra .htm. Beneficial microbes in soil Less potting media.**
40. Ibrahim Ortas. (2017). **Effect of mycorrhizal Symbioses on Tree plant Nutrition. University of Cukurova, Adana-Turkey.**
41. Jadrane, I., Al feddy, M.N., Dounas, H., Kouisni, L., Aziz, F., Ouahmane, L., (2021). **Inoculation with selected indigenous mycorrhizal complex improves Ceratonia siliqua's growth and response to drought stress.** Saudi J. Biol. Sci. 28 (1), 825832. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.->
42. Jaleel, C.A., Manivannan, P. Wahid, A. Farooq, M. Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. (2009). **Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition.** International Journal of Agriculture and Biology, 11: 100–105.
43. Joachim, H. J. and Makoi, R. (2009). **Seed flavonoid concentration in cowpea genotypes and the effect of plant density on growth, N₂ Fixation and rhizosphere phosphatases and grain yield of cowpea intercropped with Sorghum.** Ph. D. Faculty of Applied Science, CAPE PENINSULA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Cape Town.
44. Kellam, M.K. and N.C. Schenck. (1980). **Interaction between a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus and root-knot nematode on soybean.** Phytopathology, 70:293-296.
45. Khalil, S., T.E. Loynachan and M.T. Tabatabai. (1994). **Mycorrhizal dependency and nutrient uptake by improved and unimproved corn and soybean cultivars.** Agron. J, 86: 949 - 958.

46. Khaliq, A., D. J. Bagyaraj and M. Alam. (2010). **Advances in Mass Production Technology of Arbuscular Mycorrhiza**. Science Publishers.
47. Khriea, M. I. (2012). **Mycorrhizae's Role in Plant Nutrition and Protection from Pathogens**. **Current Investigations in Agriculture and Current Research**. (8)1:1037-1045.
48. Koide, R. (1991). **Nutrient supply, nutrient demand and plant response to Mycorrhizal infection**. New Phytol. 117: 365-386.
49. Lakshmana, M. (2000). **Azotobacter inoculation and crop productivity**. In: **Azotobacter in Sustainable Agriculture**. Ch. 11 (ed.) Neeru Narula. India.
50. Lichtenthaler, H. K. and Buschmann, C. (2001). **Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy**. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, Unit F4.3:
51. Makris, D. P.; and P. Kefalas, (2004). **Carob pods (*Ceratonia siliqua* L.) as a source of polyphenolic antioxidants**. Food Technology and Biotechnology, 42. 105-108.
52. Mandelbaum, C. I., and Y. Piche. (2000). **The role of root exudates in arbuscular mycorrhizae initiation**. In mycorrhizal biology. Edited by K. G. Mukerji, B. P. Chamola and J. Singh. Kluwer Academic / Plenum Publishers. New York, PP. 153 – 172.
53. Marakis, S. G. (1996). **Carob bean in food and feed: status and future potentials – A critical appraisal**. Journal of Food Science and Technology, 33(5): 365-383.
54. Martin-Loucao, M. A. (1985). **Estudos fisiologicos emicro biologicos da associacao da alfarrobeira (*Ceratonia siliqua* L) com bacterias de Rhizobiaceae**. PHD Thesis, Univ. of Lisbon, Portugal.
55. Mariana, S.; ALIRIO, R.; and A. T. JOSE, (2005). **Production of Dextran and Fructose from Carob Pod Extract and Cheese whey by *Leuconostoc Mesenteroides***. NRRL B512 (f). Biochemical Engineering Journal. 25:1-6.
56. McGonigle, T. P., M. H. Miller., D. G. Evans., G. L. Fairchild., and J. A. Swan. (1990). **A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi**. New Phytol. 115: 495–501.
57. Mitrakos, K. (1986). **The carob (*Ceratonia siliqua* L.)**. Report to Tate and Lyle, Reading. 30 p.
58. Morton, J. F. (1987). **Carob. In Fruits of warm climates**. C F Dowling, Jr. (ed.). Miami, Fl. PP 121 – 124.

59. Morton JB, Redecker D (2002) Tow new families of Glomales, Archaeosporaceae and paraglomaceae, with two new genera Archaeospora and paraglomus, based on concordant molecular and morphological characters. Mycologica 93:181-195.
60. Mozzo, M., L. Dall'Osto, R. Hienerwadel, R. Bassi and R. Croce. (2008). Photoprotection in the Antenna Complexes of Photosystem II: Role of individual xanthophylls in chlorophyll triplet quenching. Journal of Biological Chemistry. 283: 6184-6192
61. Muhammad, S. and N.A. Amusa (2003). In-Vitro inhibition of growth of some seed blight inducing pathogens by compost inhabiting microbes-African-j- Biot. 6(:161-164).
62. Nahal, I. (1962). Contribution à l'étude de la végétation dans le Baer-Bassit et le Djebel Alaouite de Syrie. Webbia, vol XIV, n° 2, Fienze. pp: 477-641.
63. Natheer, A.M. and Sanders, F.E. (1991). Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, phosphorus, Zinc and copper in some crops of semi arid regions.
64. Nissim, S.; SERGE, L.; DITI, O.; DORIT, K.; ISRAEL, B.; and N. ZAFRIRA, (2006). Analytical Approach and Effects of Condensed Tannins in Carob Pods (Ceratonia siliqua) on Feed Intake, Digestive and Metabolic Responses of Kids. Livestock Science. 99
65. Ortas, I.(2010). Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in cucumber production under field conditions. Spanish Journal of Agricultural Research. 8: 116-122.
66. Owen, R.H.; Haubner, R.; Hull, W.E.; Erben, G.; Parvathy, K.S.; Susheelamma, N.S.; Tharanathan, R.N.; and A.K. Gaonkar, (2005). A simple non-aqueous method for carboxymethylation of galactomanans. Carbohydrate Polymer, 62: 137–141.
67. Papaefstathiou, E.; Agapiou, A.; Giannopoulos, S.; and R. Kokkinofa, (2018). Nutritional characterization of carobs and traditional carob products. Food Sci Nutr. 6:2151–2161.
68. Parmar, N., B. Gami, and B. Patel. (2013). Evaluation of soil compositions and hosts for sporulation of VAM vesicular arbuscular mycorrhiza) JASA, 2: 67 - 71.
69. Pawaar, J.S. and U.B. Kakde (2012). Study of Arbuscular mycorrhiza associated with some important medicinal plants in suburban area of Mumbai. Online International Interdisciplinary Research Journal. 2: 16-12
70. Philips, J . M . and Hayman , D . S . (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular

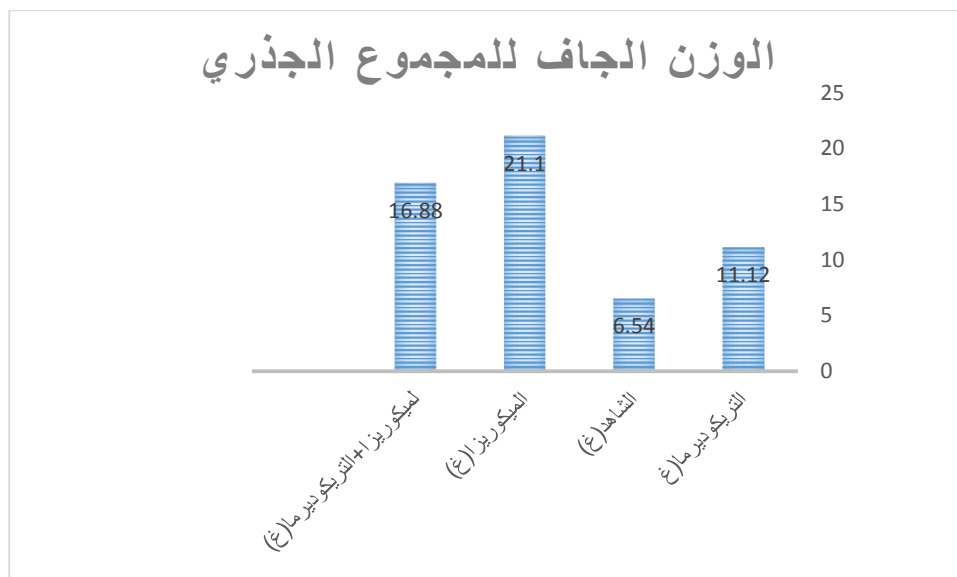
- mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection** Trans. Br. Mycol. Soc., 55: 158-162.
71. Pollard, M.A.; EDER, B.; FISCHER, P.F.; and E.J. WINDHAB, (2010). **Characterization of galactomannans isolated from legume endosperms of Caesalpinioideae and Faboideae subfamilies by multidetection aqueous SEC**. Carbohydrate
 72. Prasad, R.D. and Rangesh waran , (2000) .**An improved medium for mass production of the biocontrol fungus Trichoderma harzianum .J. Mycol. Pathol. , (30)2 : 2000**
 73. Quilambo, O.A. (2003). **The vesicular- arbuscular mycorrhizal symbiosis**. African Journal of Biotechnology, 2 , 12 , 539-546.
 74. Rajendran, K.; Sugavanam, V. and Devaraj, P. (2003). **Effect of microbial inoculation on quality seedling production of Casuarina equisetifolia**. Journal of Tropical Forest Science, 15(1): 82-96.
 75. Rejeb, M. (1992). **Etude des Mecanismes de Resistance a La Secheresse du Caroubier (Ceratoniasiliqua L.) en Tunisie. These de doctorat d'etat es Scinces Naturelles**. Agric Food Chem. 52:26, 7925-7930.
 76. Retana, J.; Ramoneda, J.; Garcia DEL PINO, F.; and J. Bosch. (1994). **Flowering phenology of carob Ceratonia siliqua L. (Caesalpinaceae)**. J. Hort. Sci. 69:97-103.
 77. Rogers, P. (1998). **Mood and Chocolate Craving**. "Chocolate and Confectionery International". 2 :1, 10 -13.
 78. Santos, M.; Rodringus, A.; and J.A. Teixeira, (2005). **Production of dextran and fructose from carob pod extract and cheese whey by Leuconostoc mesenteroides NRRL . B512(f)**. Biochemical Engineering Journal, 25(1), p.1-
 79. Schenck, N.C., and Y. Perez. (1990). **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi**. 3rd ed. Synergistic publications, Gainesville, Fla. Pp.286
 80. Schwarzott, D., Walker, C., and A. Schubl. (2001). **Glomus, The largest genus of the Arbuscular Mycorrhizal fungi (Glomales), is non-monophyletic**. Molecular Phylogenetics and Evolution. 21: 190-197.
 81. Sedghi Moghadam, M., Mirzaei, M. (2008). **The Effect of Urban Waste Compost on the Quantitative and Qualitative Characteristics of Pumpkin (Cucurbita Moschata Duch. Ex Poir.)**. – Third National Recycling Congress and the Use of Renewable Organic Resources in Agriculture, Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Isfahan, pp1-7.

82. Shamshiri.M.H.,F.Pourizadi and H.R.Karimi(.2014). **Role of mycorrhizal symbiosis Growth and salt Avoidance of Pistachio plants. Journal of stress physiology and Biochemistry**,:155-167.
83. Simpson, D and M.J. Daft. (1990). **Interactions between water-Stress and different Mycorrhizal inocula on Plant growth and Mycorrhizal development in maize and Sorghum.** Plant and Soil.121:179-186.
84. Smith, S.E. and D.J. Read. (2008). **Mycorrhizal- Symbioses.** Academic Press, London, UK, 589 pp.
85. Soleimanian. S.,H.Abbaspour and A.R.Mohammedi Na fchi.(2016). **Contributions of Arbuscular Mycorrhizal fungi to Growth,Biomass and Nutrient status of *Pistachio* seedlings under saline conditions.** Journal of Nuts 7(1):67-74.
86. Sonika, C, K., B, sunita and A. Neena ashok. (2013). **Inoculum production of acaulospora laevis using fresh and decomposed apple - pomace as substrate.** International research journal of biological sciences, 8: 32 - 36.
87. Soriano, A., Martin, M., Piedra, A., Azcon, R. (2009). **Arbuscular micorrhizal fungi increased growth, nutrient uptake and tolerance to salinity in olive trees under nursery conditions.** – Journal of Plant Physiology 166: 1350-1359.
88. Srivastava, K. K.; Mohan, V. and Neelam, Verma. (2001). **Impact of VAM inoculation on some semi-arid tree species.** Indian Forester, 127(8): 936-940.
89. Srivastava, M.; and V.P. Kapoor, (2005). **Seed Galactomannans: An Overview.** Chemistry and Biodiversity, 2, 295–317.
90. Stalin, P.; 'Fhambnraj, S.; Parthiban, S. and Vasudevan, P. (1993). **Preliminary studies on the effect of biofertilizers on growth and nutrient uptake of silver oak (*Grevillea robusta* L.) .** South Indian Horticulture, 41(3): 155-158.
91. 18- Szekeres, A., L, Kredic; Z, Antal; FKevei,. and L, Manczinges. (2004). **Isolation and charecterization of protease overproducing mutant of Trichoderma and harzianum** FEMS Microbiol. Lett .
92. Talhouk, S.N.; Breugel, P.; Zurayk, R.; Al-khatib, A.; Estephan, J.; Ghalayini, A.; Debian, N.; and D. Lychaa, (2005). **Status and prospects for the conservation of remant seminatural carob *Ceratonia siliqua* L.** populations in Lebanon. Forest Ecol. Manage. 206: 49–59.
93. Thomas, P. (2000). **Trees: their natural history.** Cambridge University Press, Cambridge, U.K.124-135.

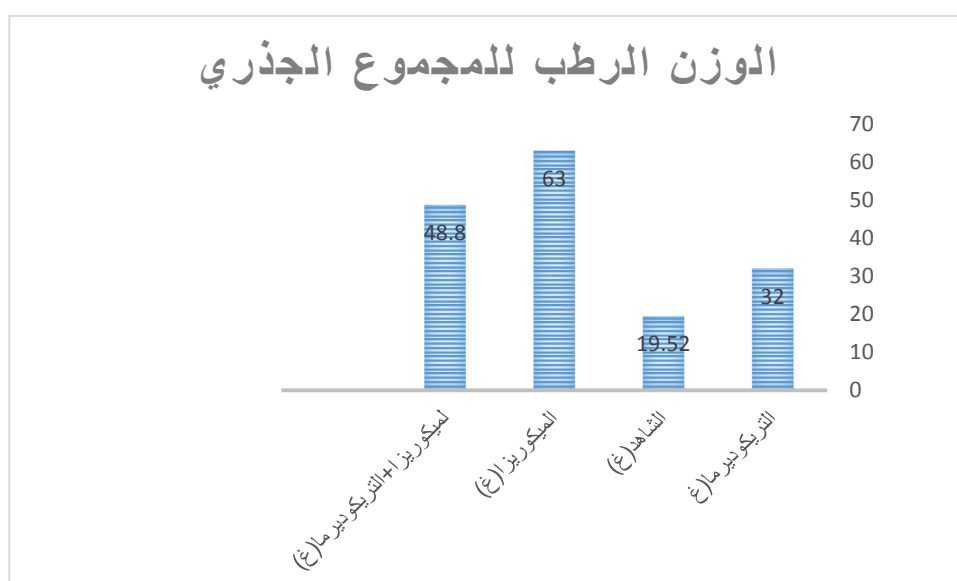
94. .Tous, J.; Romero, A.; Plana, J.; and I. Batlle, (1997). **Current situation of carob plant material.** In: Proc. Third International Carob Symposium (Tavira, Portugal), University of Lisbon: Portugal
95. Turk, M.A., Assaf, T.A., Hameed, K.M., and A.M. Al-Tawaha. (2006). **Significance of mycorrhizae. World Journal of Agricultural Sciences.** 2: 16-20.
96. Veiga, R.S.L., Jansa, J., Frossard, E., and van M.G.A der Heijden. (2011). **Can Arbuscular Mycorrhizal Funqi Reduce the Growth of Agricultural Weeds?** PLoS ONE. 6: e27825.
97. Williamson, V. M., Hussey, R. S. (1996). **Nematode pathogenesis and resistance in plant.** Cell 8:1735-1745.
98. Woyessa, D. and F. Assefa (2011). **Effect of plant growth promoting rhizobacteria on growth and yield of Tef (Zucc tef Eragrostis Tef zucc . Trotter) under greenhouse condition.** Res. J. Microbia. 16: 343-355.
99. Yanqiong, L., Xingliang, L., Shaowei, Z., Hong, C., Yongjie, Y., Changlong, M. and Jun, L. (2007). **Drought-resistant physiological characteristics of four shrub species in arid valley of Minjiang River, China.** Acta Ecol Sin 27: 870-877.
100. Yedidia, I.; A.K. Srivastva.; Y. Kapulnik and I. Ctet. (2001). Effect of Trichoderma harzianum an microelement concentration and increased growth of cucmber plants. Plant and Soil, 235'. 2,235-242.
101. Younes Abbas,Marc Ducousso, Mohamed Abourouh,Rosario Azcon,Robin Duponnois.(2006). Diversity of mycorrhizal fungi in Tetraclinis articulata (Vahl)Masters Woodlands in Morocco,63:285-291p.
102. Zaefarian, F., M. Rezvani, M. R. Ardakani and F. Rejali. (2011). Effect of different mycorrhizal inoculums on some physiological aspect of barley (Hordeum vulgare L.). World Academy of Science, Engineering and Technology, 73: 699 – 700.

ملاحق البحث

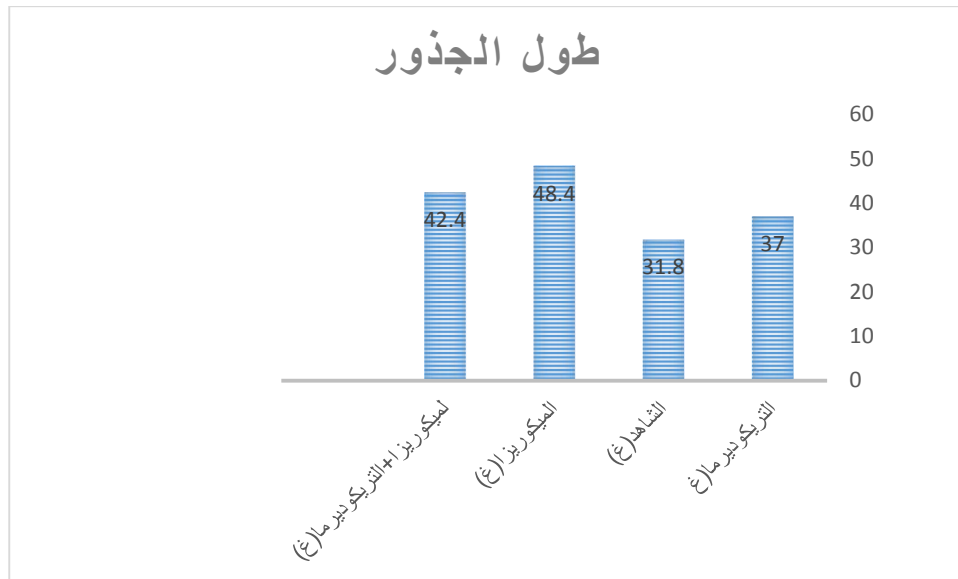
Appendices



متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري في المعاملات الأربعة خلال أشهر الزراعة



متوسط الوزن الرطب للمجموع الجذري في المعاملات الأربعة خلال أشهر الزراعة



متوسط طول الجذور في المعاملات الأربعة خلال أشهر الزراعة







Summary

A field experiment was conducted in Abu Jarash farm at the Faculty of Agricultural Engineering at Damascus University, where the seedlings were brought from the Al-Hanadi nursery in Lattakia. The research duration is 1-2 years. The seedlings were planted in plastic pots with a diameter of (20) cm, and polyethylene nylon was placed over the entire area of the experiment. For six months. We have 4 treatments, and each treatment has 3 replicates, and each replicate has 5 plants; In order to study the effect of the mycorrhizal fungi and Trichoderma in improving some morphological growth indicators of carob seedlings (plant height - number of emerging leaves - wet weight and dry weight of the vegetative and root system - length of roots - biomass / biomass). As well as in the biochemical growth indicators in terms of the plant's content of chlorophyll A, b and carotenoids.

Mycorrhizal inoculum was used a mixture of six types of endomycorrhizal fungi belonging to the genus *Glomus*, and *Trichoderma harzianum* inoculum.

By microscopic examination of the internal structures of the carob roots in marked transactions, the internal structures were colored in dark blue; As a result of dyeing them with trypan blue dye, the internal structures of the non-adherent roots were not colored blue.

The percentage of mycorrhizal dependence of the experimental plants was 54.33% .

The results showed the positive effect of the Mycorrhizal and Trichoderma vaccine on the studied morphological indicators and this appeared in an increase in the height of the plants, where the treatment with Mycorrhizae significantly with an average of (52.78 cm) over the treatment of Trichoderma and Mycorrhizal with an average of (69.53 cm), followed by the Trichoderma with an average of (67.92 cm) over the treatment The witness has an average of 65.48 cm.

The percentage of increase in the number of leaves for plants treated with Mycorrhiza reached an average of (70 leaves) during the cultivation period, followed by the treatment of Mycorrhizal and Trichoderma with an average of (53 leaves), followed by Trichoderma with an average of (47 leaves) compared to the control with an average of (45 leaves).

Treatment with Mycorrhiza, Mycorrhiza and Trichoderma was significantly superior in root length characteristic with an average of (48.40c.m, 42.8c.m, respectively) compared to the control.

Mycorrhiza significantly outperformed the rest of the treatments in terms of wet shoot weight, with an average of (97.20 g); Compared to the control, and in the characteristic of dry shoot weight, with an average of (46.79 g); comparison with the witness.

The seedlings treated with mycorrhiza were significantly superior to the rest of the treatments in root wet weight with an average of (63 g) compared to the control. Regarding the dry weight of the root system, seedlings treated with mycorrhiza were significantly superior to the (control with an average of (21.10 g).

The biomass of the plants treated with mycorrhizalgia reached 160.21 g at the end of the experiment, and that of the plants treated with mycorrhiza and Trichoderma 131.20 g, the plants treated with Trichoderma 81.6 g, and the control plants 89.72 g.

Regarding biochemical indicators, the labeling treatments outperformed their non-marking counterparts in their content of chlorophyll b, a, respectively, with an average of (5.86) and (5.06) mg. G-1 wet weight on the treatment of the witness.

Mycorrhiza treatment was significantly superior with an average of (5.12) mg. g-1 wet weight on the control treatment in the leaves content of (carotenoid particles (mg. g-1 wet weight).

Keywords: endomycorrhizal fungi, carob, trichoderma, morphological and biochemical characteristics.

**Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education
Damascus University ,Faculty of Agriculture
Renewable Natural Resources
and the Environment**



**Effect of Treatment with Mycorrhizal Fungi and
Trichoderma harzianum in improving the Morphological
and Physiological characteristics of Carob Seedlings
(Ceratonea Siliqua. L)**

**This Thesis has been submitted in partial fulfillment of Master Degree
(Renewable Natural Resources and the Environment)**

**Prepared by:
Shaza abo halawea**

**Supervised
Dr. Rami watffa
Department of Renewable
Natural Resources
and the Environment
Faculty of Agriculture**

**Damascus University
co-supervisor
Dr. Muhammad Khraibe
Biodiversity Department –
Coexistence Center
General Authority for
Biotechnology - Damascus**

2021-2022

