وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخضر –الوادي
كلية العلوم الطبيعية والحياة
قسم علوم فلاحية

عنوان

دراسة تأثير الفحم الحيوي على النبات ونشاط الميكوريزا في التربة الرملية : تجربة ميدانية على نبات الطماطم *Lycopersicon esulentum*

مذكرة تخرج تدخل ضمن متطلبات نيل شهادة ماستر انتاج نباتي
تخصص: انتاج نباتي

إعداد الطالبتان:
- عبادي أمنة
- قدور وصال

إشراف الأستاذ:
- باباو إسماعيل محفوظ

تمت مناقشة المذكرة في:2023/10/05

أمام اللجنة المكونة من الأساتذة:

محده إسماعيل	أستاذ محاضر –أ-	رئيسا	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي
العايش خالد	مساعد أستاذ محاضر –أ-	مناقشا	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي
باباو إسماعيل محفوظ	أستاذ محاضر –أ-	مؤطرا	جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي

السنة الجامعية: 2023/2022

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

في هذا اليوم المميز بالنسبة إلينا قد انطوت صفحة حياتنا الدراسية حاملة بين طياتها أجمل الذكريات والتي ستبقى ذكرى وذكرى في عالم النسيان.

الحمد لله الذي يحب من دعاه خفيا ويحب من نجاه نجيا ويكرم من كان له وفيا ،ويهدي من كان صادق الوعد رضيا.

الحمد لله الذي أكرمنا من فيض كرمه وواسع رحمته ومنّ علينا بتحقيق حلمنا الذي كنا نسعى إليه منذ سنوات عدة.

والصلاة والسلام عل من اصطفاه ربه وأختاره رسولا هاديا للبشرية أما بعد/:

نتقدم بشكر سعادة أستاذنا الفاضل **بابا إسماعيل محفوظ** على توجيهه لنا خطوة بخطوة ،وشيئا فشيئا وتحمله أعباء الإشراف علينا لإنجاز هذا العمل.

كما نشكر السيد **محمد ناموسه** على تقديمه لنا يد المساعدة ،دون أن ننسى أستاذ المخبر عمر خنوفه لكلية العلوم الطبيعية والحياة على توجيهه لنا ووقفته معنا ،

كما نتقدم بجزيل الشكر إلى الأهل والاصدقاء وكل من دعى لنا بالتوفيق والرقي.

إهداء

بسم الله والصلاة والسلام على رسول الله خاتم الأنبياء والمرسلين

وبفضل الله وصلت إلى مقامي هذا والحمد لله على ما أتاني من فضله وبهذه المناسبة

أهدي ثمرة جهدي إلى أعز الناس وأقربهم إلى قلبي

إلى والدي العزيز ووالدتي الغالية حفظهما الله ورعاهما وأطال في عمرهما

اللذان كان سندا وعون لي، ولدعائهما المبارك الأثر العظيم في تسيير هذا العمل

إلى صديقاتي الغاليات حفظهم الله، إلى أساتذتي الكرام

وكل من له الفضل في تظليل الصعاب في طريق العلم

إلى كل هاؤولاء أهدي هذا العمل المتواضع راجية من المولى عز وجل

أن يجد القبول والنجاح والتوفيق.

عبادي أمنة

إهداء

أهدي شهادتي إلى أبي الذي إذا أدمعت عينايا يتوقف كل العالم صامت أمام نصب عينيه

إلى من آثر من يحب على ما يحب، إلى من عاش من أجل أن نحيا حياة كريمة،

إلى أمي التي مهما كبرت سأظل في نظرها طفلتها الصغيرة أهدكما شهادة تخرجي التي يعترف فيها كل حرف وكل عبارة بأنكما سبب وجودها وسبب خلودها في مناهج العلم بإذن الله

فقد كان إرضاؤكما جزء من طموحي وجزء من سيري في طريق الماجستير حتى

تريا ثمرة جهدكما وطيب غرسكما وقد أرضاني الله بكما فهل لا رضيتما عني.

وإلى سندي ومسندي وضلوعي الثابتة التي لا تميل أخوتي الأعزاء كل باسمه

وإلى أجدادي أطال الله بعمرهم ورحم من مات منهم وإلى خلاتي وخالي الذي كان دائما بجانبي وعماتي وأعمامي حفظهم الله ورعاهم وإلى عمي الذي تمنيت حضوره كي يشاركني

فرحتي لهذا اليوم المنتظر.

قدور وصال✍

الملخص

التربة الرملية هي تربة منخفضة العناصر المغذية للنباتات وكذلك الفطريات الجذرية التي تساهم في تعزيز وتطور إنتاجية النبات مثل فطريات الميكورايزا.
لذلك يهدف بحثنا إلى تقييم تأثير الفحم الحيوي على نبات الطماطم واختبار تركيزات مختلفة من الفحم على خصائص التربة الرملية.

أجريت التجربة في إحدى المزارع الخاصة بمنطقة قمار من أوائل شهر سبتمبر إلى جانفي 2023. صنع الفحم الحيوي من بقايا النخيل باستعمال تقنيات البرميل ،ثم تم طحنه يدويا ،بعد ذلك تم خلط الفحم الحيوي مع السماد العضوي مخلفات الأغنام بتراكيز مختلفة .تم وضع الخليط في التربة وفقا لبروتوكول التجربة ،قمنا بغرس 4 شتلات من الطماطم لكل مربع.وضعنا حالتين وشاهد في دراستنا ،أجرينا 3 معالجاتT0الشاهد ، T1 4)طن/هكتار+40طن/هكتار من مخلفات الاغنام(،16) T2طن/هكتار+40طن/هكتار) مع القيام بالتحليل الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي للتربة وتقدير تركيز الكلوروفيل واللايكوبين وبيتا كاروتين والكربوهيدرات في نبات الطماطم.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها من خلال هذه الدراسة التأثير الإيجابي للفحم الحيوي على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة حيث ازداد مستوى الرطوبة وانخفض معدل الحموضة ، كما زاد من النشاط البيولوجي لفطريات الميكورايزا عند. T1 كما تبين أن تأثير الفحم الحيوي غير ملحوظ على النبات من ناحية طول الساق .تركيز الفحم الحيوي في T1له تأثير إيجابي على مردودية النبات بالإضافة إلى رفع محتوى الكلوروفيل وباقي القياسات كما كان التحسن أيضا في محتوى الكربوهيدرات بنسبة بلغت 37%

الكلمات المفتاحية : الفحم الحيوي، الفطريات الجذرية، التربة الرملية ، نبات الطماطم.

Résumé

Un sol sablonneux est un sol pauvre en éléments nutritifs pour les plantes ainsi qu'en champignons racinaires qui contribuent à la promotion et au développement de la productivité des plantes‹ tels que les champignons mycorhiziens.

Par conséquent‹ notre recherche vise à évaluer l'effet du biochar sur les plants de tomates et à tester différentes concentrations de charbon sur les propriétés des sols sableux.

L'expérience a été menée dans l'une des fermes privées de la région de Qamar de début septembre à janvier 2023. Le biochar a été fabriqué à partir de résidus de palmier dattier en utilisant des techniques de baril‹ puis il a été broyé à la main‹ après quoi le biochar a été mélangé avec du fumier organique et des moutons. déchets à différentes concentrations. Le mélange a été placé dans le sol. Selon le protocole expérimental‹ nous avons planté 4 plants de tomate par carré. Nous avons mis deux cas et un témoin dans notre étude‹ nous avons effectué 3 traitements T0‹ témoin‹ T1 (4 tonnes /ha + 40 tonnes/ha de fumier de mouton)‹ T2 (16 tonnes/ha + 40 tonnes/ha) ainsi que l'analyse physique‹ chimique et biologique du sol et l'estimation de la concentration de chlorophylle‹ lycopène‹ bêta-carotène et glucides dans le plant de tomate. Les résultats obtenus grâce à cette étude montrent l'effet positif du biochar sur les propriétés physiques‹ chimiques et biologiques du sol‹ où le niveau d'humidité a augmenté‹ le taux d'acidité a diminué et l'activité biologique des champignons mycorhiziens a augmenté à T1. que l'effet du biochar n'est pas perceptible sur la plante d'une part.Longueur de la tige.La concentration de biochar dans T1 a un effet positif sur le rendement de la plante‹ en plus d'augmenter la teneur en chlorophylle et le reste des paramètres.L'amélioration a été également dans la teneur en glucides de 37%.

Mots-clés :Biochar‹ champignons mycorhiziens‹ sol sablonneux‹ plant de tomate.

Abstract

Sandy soil is a soil that is low in nutrients for plants as well as root fungi that contribute to the promotion and development of plant productivity، such as mycorrhiza fungi.

Therefore، our research aims to evaluate the effect of biochar on tomato plants and to test different concentrations of charcoal on sandy soil properties.

The experiment was conducted on one of the private farms in the Qamar area from early September to January 2023. Biochar was made from date palm residues using barrel techniques، then it was ground by hand، after that the biochar was mixed with organic manure and sheep waste at different concentrations. The mixture was placed in the soil. According to the experimental protocol، we planted 4 tomato seedlings per square. We put two cases and a control in our study، we conducted 3 treatments T0، control، T1 (4 tons/ha + 40 tons/ha of sheep manure)، T2 (16 tons/ha + 40 tons/ha) along with carrying out physical، chemical and biological analysis of the soil and estimating the concentration of chlorophyll، lycopene، beta-carotene and carbohydrates in the tomato plant. The results obtained through this study show the positive effect of biochar on the physical، chemical and biological properties of the soil، where the moisture level increased، the acidity rate decreased، and the biological activity of mycorrhizal fungi increased at T1. It was also found that the effect of biochar is not noticeable on the plant on the one hand. Stem length. The concentration of biochar in T1 has a positive effect on plant yield، in addition to raising the chlorophyll content and the rest of the parameters. The improvement was also in the carbohydrate content by 37%.

Keyword: Biochar، mycorrhizal fungi، sandy soil، tomato plant.

فهرس الجداول

الجدول رقم 01 تطور الانتاج والعائد في ولاية الوادي مابين 2013.2022.....15

الجدول 02 المساحات المزروعة وقدرة الانتاج 16

الجدول رقم 03: التصنيف النباتي للطماطم.....17

الجدول رقم 04: يوضح الأدوات والمحاليل والأجهزة المستخدمة في دراسة. 21

الجدول 05 خصائص ومكونات الفحم الحيوي المستخدم في التجربة.....24

جدول رقم 06: مخطط تصميمي يشرح تجربة 25

جدول رقم 07: يوضح المقاييس المورفولوجية لطول وقطر الساق 26

جدول رقم 08: يوضح درجة الحموضة والرطوبة.....26

جدول رقم 09 : تحليل anova لقياس الرطوبة 31

جدول رقم 10 : تحليل post hoc tukey لقياس الرطوبة 32

الجدول رقم 11 : تحليل anova لقياس الحموضة للتربة 32

الجدول رقم 12 : تحليل post hoc tukey لقياس الحموضة للتربة.....33

جدول رقم 13: يوضح شدة الاستعمار الفطري.....34

جدول رقم 14:يوضح تقديرنسبة الكربوهيدرات عند المعاملات T0.T1.T2 لنبات الطماطم 36

جدول15: تحليل anova لقياس طول الساق 37

جدول 17: تحليل anova لقياس قطر الساق 38

جدول رقم :18 تحليل post hoc tukey لقياس قطر الساق 39

جدول رقم 19: تحليل anova لقياس المردودية 39

جدول رقم 20: تحليل post hoc tukey لقياس المردودية 40

فهرس الوثائق

وثيقة رقم 01: Terra Prêta 6

وثيقة رقم 01: Le Bio-Charbon 7

وثيقة رقم 03: تمثل موقع التجربة 22

وثيقة رقم 04: قطع بقايا النخيل ووضعها في البرميل وبداية عملية الاحتراق 22

وثيقة رقم 05: توضح فحم مطحون 23

وثيقة رقم 06: تقسيم الأرض إلى مربعات وتوزيع السماد والفحم الحيوي في كل مربع 24

وثيقة رقم 07 : شتلات الطماطم..... 25

وثيقة رقم 08: صورة تمثل تقدير فطريات الميكورايزا 27

وثيقة رقم 09: صورة تزضح طحن اوراق الطماطم..... 28

وثيقة 10: تقدير الليكوبين والبيتا كاروتين لنبات الطماطم 28

وثيقة رقم 11: تقدير كربوهيدرات بجهاز المطيافية الضوئية 29

وثيقة رقم 12 : نتائج قياس الرطوبة 31

وثيقة 13 : نتائج قياس الحموضة 33

وثيقة رقم 14: أعمدة بيانية تمثل نسب متوسط كل من الكلوروفيلa و b وليكوبين وبيتا كاروتين لنبات الطماطم. 36

وثيقة رقم 15 :اعمدة بيانية تمثل متوسط طول الساق 37

جدول رقم 16: تحليل post hoc tukey لقياس طول الساق 37

وثيقة رقم 16 :اعمدة بيانية تمثل متوسط قطر الساق..... 38

وثيقة رقم 17 :اعمدة بيانية تمثل متوسط المردودية 39

فهرس المحتويات

شكر وتقدير .....

إهداء I

فهرس الجداول.....I

فهرس الوثائق.....II

فهرس المحتويات III

المقدمة 1

الجزء النظري

الفصل الاول

الفحم الحيوي Biochar

1. تاريخ الفحم الحيوي.....6

2. تعرف الفحم الحيوي 6

3.صناعة الفحم الحيوي 7

4.خصائص الفحم الحيوي 7

1.4. الخصائص الفيزيائية.....7

2.4. الخصائص الكيميائية 8

5.تأثير الفحم الحيوي على النبات 8

6. تأثير الفحم النباتي على الخصائص الميكرو بيولوجية للتربة 8

الفصل الثاني

الميكوريزا

1.مفهوم الميكوريزا 11

3.الآليات التي تستخدمها الميكوريزا الداخلية في المكافحة الحيوية 11

4. تأثير فطر الميكوريزا على نبات الطماطم 12

5.الفطريات الجذرية كأسمدة حيوية 12

الفصل الثالث

عموميات حول

نبات الطماطم 14

1.تاريخ الطماطم في الوادي 15

2.تصنيف نبات الطماطم.....16
3. أصناف الطماطم 17
4.أهم أمراض وآفات الطماطم وطرق مكافحتها 17
1.4.بياض دقيقي.Powdery Mildew 17
2.4. عفن رمادي.Gray Mold 17
3.4. مرض ذبول الفيوزاريوم. Fusarium Wilt 18
4.4.عفن عين الضبى. Buckeye rot 18
5.4.حافرة الطماطمTuta absolute 18
الجزء التطبيقي
الفصل الأول
الأدوات المستعملة وطرق البحث
1.طرق وموارد البحث 21
1.1.المادة النباتية 21
1.2. الأدوات والمحاليل والأجهزة المستعملة.....21
2. طرق الدراسة 22
1.2. مكان تنفيذ التجربة 22
2.2مراحل تحضير الفحم الحيوي Biochar 22
3.2.تحضير الفحم الحيوي للاستخدام في التجربة.....23
4.2.مراحل زراعة الطماطم 23
1.4.2.الحساب.....23
2.4.2.تحضير الطماطم للزراعة 24
3.4.2. تصميم تجريبي.....25
4.4.2.العلاجات 26
5.2.المقاييس المرفولوجية.....26
6.2.الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة 26
7.2.الخصائص المرفولوجية للتربة.....26
1.7.2.تقدير الميكوريزا 26
8.2.الخصائص البيو كيميائية 27
1.8.2.قياس الكلوروفيل أ و ب: 27

2.8.2. قياس اللايكوبين والبيتا كاروتين: 28
3.8.2.تقدير الكربوهيدرات 29
الفصل الثاني
النتائج والمناقشة
1.الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكرو بيولوجية 31
1.1.التحليل الفيزيائي 31
1.1.1. نتيجة قياس الرطوبة 31
2.1.التحليل الكيميائي 32
1.2.1.نتيجة قياس الحموضة 32
3.1.التحليل الميكروبيولوجي 34
1.3.1. الميكوريزا 34
2.الخصائص البيوكيميائية 36
1.2.قياس الكلورفيل A و B و الليكوبين وبيتا كاروتين 36
2.2.قياس الكربوهيدرات 36
3.الخصائص المرفولوجية لنبات الطماطم 37
1.3.قياس طول الساق 37
2.3.قياس قطر الساق: 38
3.3.المردودية 39
الخاتمة 41
قائمة المصادر والمراجع 43

المقدمة

تعتبر الطماطم أحد النباتات الزراعية الأساسية التي تزرع على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم ويعتبر محصول الطماطم من أهم محاصيل الخضر الغذائية في ولاية الوادي ، لما يمثله من أهمية نسبية من حيث المساحة المزروعة وكمية الإنتاج، حيث تم جني محصول الطماطم لسنة 2022 على مساحة مزروعة تقدر ب4 ألاف هكتار، سجلت إنتاج حوالي 3 ملايين قنطار من محصول الطماطم بحيث حققت زيادة معتبرة في المنتوج تجاوزت 11% مقارنة بالموسم الفلاحي المنقضي 2021 كما يحظى محصول الطماطم باهتمام كبير من طرف الفلاحين ويعود ذلك إلى كونه من محاصيل التكثيف الزراعي ذات العائد السريع والمرتفع **[9]**.

التربة الرملية هي تربة خفيفة وجافة بطبيعتها، عادة ما تكون منخفضة العناصر الغذائية، نتيجة لامتلاكها مسام مفتوحة بسبب احتوائها الحجم الكبير لحبيبات الرمل وترتيبها الفضفاض، قد تعاني أيضا من تصريف غير منتظم للمياه يؤدي إلى عدم استفادة النباتات بشكل كافٍ. لذا تعتبر جودة التربة والنشاط الميكروبيولوجي فيها عوامل محورية لنمو و إنتاجية النباتات **[8]**.تمثل التحسينات المستدامة في جودة التربة والزيادة في إنتاجية الطماطم تحديا هاما للمزارعين والعلماء ،في هاذا السياق يأتي الفحم الحيوي كحلا محتملا ، حيث يعتبر الفحم الحيوي بقايا كربونيه تنتج من خلال الانهيار الحراري للمواد العضوية في ضل ظروف خالية من الأكسجين. يستخدم في مختلف المجالات، بما في ذلك الزراعة والبيئة، حيث يساهم في الاحتفاظ بالماء والقدرة على امتصاص وتخزين العناصر المغذية وتحريرها تدريجيا للنباتات ويعمل على تعزيز ترابط الجسيمات الترابية وتحسين تهوية التربة مما يساعد في توفير بيئة أفضل لنمو النباتات وتطورها.. **[44]**.

كما يتمتع بخصوص فريدة تؤثر على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة ، ومن بين هذه الخصائص تأثيره على درجة الحموضة و النشاط الميكروبيولوجي في التربة.

فطر الميكورايزا هو نوع من الفطريات التي تشكل تعاونا مع جذور النبات ، وهو معروف بقدرته على تحسين نشاط الميكروبات في التربة وتعزيز نمو النباتات، يتم ذلك من خلال تكوين شبكة معقدة من الشعيرات الفطرية التي تندمج مع جذور الطماطم مكونه ما يعرف بالميكورايزا. يعزز فطر الميكورايزا امتصاص المغذيات من التربة ونقلها إلى النبات مما يساهم في تعزيز نمو نبات الطماطم وزيادة إنتاجيتها **[47]**.

❖ **الإشكالية:** كيف يؤثر الفحم الحيوي على النشاط الميكروبيولوجي للتربة؟ وماهو تأثيره على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لها ؟

❖ **الهدف من الدراسة:**

1- اختبار تركيزات مختلفة من الفحم الحيوي المخلوط بالسماد على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للتربة.

2- قياس تأثير الفحم الحيوي على نبات الطماطم

3- المساهمة في استدامة النظم الزراعية الصحراوية من خلال تثمين مخلفات النخيل في إنتاج الفحم الحيوي ودمجها في التربة.

الجزء النظري

الفصل الاول

الفحم الحيوي Biochar

1. تاريخ الفحم الحيوي

يعود أصل الفحم الحيوي إلى الممارسات الزراعية لسكان الأمازون، منذ حوالي 6000سنة، اكتشف الأمريكيون الأصليون الذين يعيشون في غابة الأمازون أن إضافة الفحم إلى التربة يجعلها أكثر خصوبة، وتم تسميه هذه الأرض بـ تيرا بريتا **[53]**.

تيرا بريتا هي تربة خصبة غنية بالفسفور والكالسيوم و المغنزيوم كما تحتوي على سبعين ضعفا من الكربون تتكون هذه التربة السميكة أحيانا (1م) من خليط من التربة في مكانها وجزيئات صغيرة من الفحم ورماد الخشب المعدني والمواد العضوية المرطبة.

وثيقة رقم 01: Terra Prêta

2. تعرف الفحم الحيوي

الفحم الحيوي أو الفحم البستاني هو فحم من أصل نباتي تم الحصول عليه عن طريق الانحلال الحراري للكتلة الحيوية في درجة حرارة عالية في بيئة بها القليل من الأكسجين أو انعدامه، وهو كذلك نوع غير معالج من الكربون يتم استعماله لتحسين خصوبة التربة وتخفيف من أثار تغير المناخ.

الفخم الحيوي ينتج عن طريق الكربنه الحرارية للمواد الخام النباتية مثل الخشب والمخلفات الزراعية في ظروف منخفضة الأكسجين.

يولد هذا الانحلال الحراري 50% من الكربون على شكل فحم حيوي يستعمل أساسا كتعديل للتربة ومن 50% أخرى منه على شكل طاقة حيوية مثل الغازات الاصطناعية أو زيتا يمكن استخدامه لإمداد الحرارة **[31]**.

وثيقة رقم 01: Le Bio-Charbon

3. صناعة الفحم الحيوي

الفحم الحيوي عبارة عن بقايا صلبة غنية بالكربون تنتج عن تحلل الحراري للكتلة الحيوية النباتية أو الحيوانية في ضل ظروف محدودة من الأكسجين وعند درجات حرارة (300-700 درجه مئوية) **[37]**.

في العملية الصناعية يتم إعادة تدوير ثاني أكسيد الكربون كطاقة تمكن من القضاء أو الحد على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

ينتج الانحلال الحراري للفحم سوائل (زيت حيوي) يسمح باستخدامه كطاقة ومنتجات غازية (غاز تخليقي) يتم استعماله كوقود **[15]**.

يختلف تشكيل الفحم الحيوي حسب اختلاف المادة الأولية المستعملة حيث يتم إنتاجه من مجموعة واسعة من مصادر الكتلة الحيوية مثل: مخلفات الزراعية، روث الحيوانات، مخلفات خضراء **[37]**.

4. خصائص الفحم الحيوي

الخواص الفيزيائية والكيميائية للفحم الحيوي تختلف استنادا إلى مصادر المواد الأولية وظروف الإنتاج (الأكسجين، درجة الحرارة، الضغط وغيرها)

1.4. الخصائص الفيزيائية

تؤثر درجة حرارة الانحلال الحراري على مسامه أثناء تشكيل الفحم الحيوي.

تتشكل الفراغات على شكل مسام صغيرة (ميكرومتر) ومتوسطة (50-2 ميكرومتر) ومسام كبيرة (50 ميكرومتر)، والمسؤولة عن زيادة مساحة السطح هي نسب كبيرة من المسام صغيرة فطرها 3ميكرو متر مما يعني ان الفحم الحيوي عبارة عن مادة مسامية **[16]**.

كثافة الفحم الحيوي قليلة جدا ولها بنية مسامية تتكون من الماكرو والمسام الدقيقة.

ترتبط الكثافة الظاهرية ارتباط مباشر بالمسامية كلما ارتفع عدد الفراغات الموجودة في الفحم كلما انخفضت كثافة الظاهرية **[18]**.

2.4. الخصائص الكيميائية

يعتمد الرقم الهيدروجين للفحم على نوع المادة الأولية وهو قلوي بشكل عام درجة الحموضة أكبر من 7.

تحتوي المواد الأولية المختلفة مثل: الخشب الصلب، الفحم حيوي من روث دجاج، خشب البلوط.. وغيرها على مستويات مختلفة من الأس الهيدروجيني، كما تؤثر المواد الخام ودرجة الحرارة المستعملة في الانحلال الحراري على قدرة تبادل كاتيوني وهو أمر مهم لخصوبة التربة حيث انه كلما انخفضت درجة حرارة الانحلال الحراري انخفض cec والعكس صحيح، وكلما زادت درجة حرارة داخل التربة ارتفعت جودتها **[34]**.

- تؤدي الزيادة في درجة حرارة الانحلال الحراري إلى تحفيز إنتاج الرماد وزيادة محتوى الكاتيون الأساسي (كالسيوم، مغنزيوم، بوتاسيوم، صوديوم) التي ترتبط ارتباطا مباشرا بالفحم الحيوي **[50]**.

لا يمكن اعتبار الفحم الحيوي كأسمدة نيتروجية نضرا لان النيتروجين (N) يتطاير بشكل عام أثناء الانحلال الحراري، فإننا نجد تركيزات منخفضة جدا من (N) اقل من 6 % في الفحم الحيوي **[12]**.

5. تأثير الفحم الحيوي على النبات

أكدت المباحث العلمية أن للفحم الحيوي تأثير نافع على نمو النبات، إن إضافة الفحم البستاني إلى نبات مزروع بأصيص أو وعاء يعزز نمو نبات وصحته**[2]**، أظهرت دراسة تجربة بيوت بلاستيكية عن زيادة كبيرة في إنتاج الفجل أثناء تطبيق الفحم الحيوي من فضلات دواجن.

أدى استخدام الفحم المشتق من روث البقر إلى زيادة محصول الذرة بنسبة 98- 150%.كما لوحظ أيضا زيادةمعنوية في منتوج القمح بنسبة 30-20 %في علاج مطبق بفحم الحيوي **[37]**.

لفحم الحيوي المتوسط يعزز إنتاجية الكتلة الحيوية على سطح الأرض والمحاصيل الزراعية.

6. تأثير الفحم النباتي على الخصائص الميكرو بيولوجية للتربة

استنادا ل**[43]** يعتبر الفحم الحيوي مناسبا للتربة المتدهورة والفقيرة حيث وضح في إجراء تقييم علمي :

- تحفيز النشاط البيولوجي للتربة (+40% الفطريات الفطرية)،
- تحسين الاحتفاظ بالمغذيات (+50% تبادل الكاتيونات)،

- زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه(تصل إلى +18%)،
- زيادة الرقم الهيدروجيني للتربة الحمضية (نقطة واحدة أكثر)،
- زيادة أيضا في المواد العضوية داخل التربة
- تكشف العديد من الدراسات عن التأثير الإيجابي للفحم الحيوي عن زيادة في كتلة الحيوية المكروبية في مجموعة من فئات نسيج التربة **[24]**.
- في دراسة أخرى أظهرت أنه يمكن للفحم الحيوي أن يحفز نشاط الكائنات الحية الدقيقة والجراثيم الفطرية وتكافلها في التربة **[31]**.

وفقا ل**[27]** تطبيق الفحم الحيوي يزيد من نشاط الميكروبات في التربة ويحسن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.

الفصل الثاني

الميكوريزا

1.مفهوم الميكوريزا

على مستوى الجذر يمكن للنباتات الأرضية اقامة تكافل مع العديد من الكائنات الحية الدقيقة من خلال إرتباطها بالفطريات الجذرية لتشكيل ما يسمى بـ mycorrihzae **[48]**.

Mycorrihzae مشتق من الكلمة اليونانية makes (للفطر و rhiza للجذر وهو الارتباط التكافلي للفطر مع جذور نبات) **[21]**.

الميكورايزا هي فطريات خيطية خلوية تستعمر الجذور والتربة**[14]**. يمكن أن تعيش لبضع سنوات بفضل احتياطات الكربوهيدرات**[21]**. تنتج فطريات الميكورايز جراثيم كبيرة (يصل قطرها إلى 500 ميكرون) وجدران سميكة ومتعددة الانوية غنية بالدهون المخزنة وبعض الكربوهيدرات والكيتين **[23]**. يحيط الفطر نهاية الجذور بنسيج سميك من الخيوط تسمى (mycelim) وهكذا يظهر الغلاف الفطري ويختلف شكل الجذور الفطرية من فطر لآخر حسب نباتات المضيفة **[21]**.

ووفقا للاختبارات المختلفة بين النبات والفطريات يتم تصنيق الفطريات الجذرية إلى ثلاثة مجموعات:

- فطريات داخليةEndomycorrhizae
- فطريات خارجيةEctomycorrihizae
- فطريات خارجية _داخلية Ecto_endomycorrhizae

2.وظائف ميكوريزا

- تبادل العناصر الغذائية: من خلال توفير المغذيات مثل النيتروجين N والفسفور P ،بالمقابل تزويد الشجر الفطريات بالسكريات**[21]**.يحدث هذا التبادل للمغذيات من خلال الواجهات التكافلية التى تتطور عندما يتعمر الفطر نضام الجذر**[22]**.
- امتصاص العناصر الغذائية المعدنية ونقلها إلى النبات **[20]**.

3.الآليات التي تستخدمها الميكوريزا الداخلية في المكافحة الحيوية

أظهرت فطور الميكوريزا شجيرية فاعلية جيدة في مكافحة ممرضات النبات التي تستوطن التربة. الميكوريزا هي ميكروبات تعزز نمو نبات وتلعب دورا مهما في التحفيز لها علاقة تكافلية مع النباتات**[27]**.

تساهم في صنع المضادات الحيوية مما يزيد من القوة الدفاعية للنباتات ضد مسببات الأمراض، زيادة سطح امتصاص الجذور وتسهيل امتصاص المعادن من قبل النبات المضيف ،تنتج نباتات الملقحة بلميكوريزا كتلة حيوية أكبر كنتيجة مباشرة لتحسن أنشطة تمثيل الضوئي ، تحافظ الهياكل الجذرية الفطرية على الكربون في التربة **[29]**.

كما تنتج الميكوريزا بروتين جليكو هو غراء قوي يسمى ب جلومالين ،يؤدي ترسب جلومالين على جزيئات التربة إلى تشكيل ركام .يؤدي إلى توافر المياه في التربة تحت ظرف الإجهاد المائي .تساعد أيضا في تعويض نقص الغذاء و تشجيع النمو النباتي من خلال زيادة معدلات نيتروجين والفسفور داخل النبات.

تستمر إمكانيات الفطرية الجذرية للتربة لسنوات عديدة مما يؤدي إلى تحسين الحفاظ على الأرض وجودة المحاصيل.

وفي النهاية قد ثبت أن فطريات الميكوريزا يمكن أن تحفز إفراز المضادات الحيوية ، وتفعيل الاستجابة الدفاعية في النبات وبالتالي زيادة قدرة النبات في مكافحة الأمراض الموجودة داخل التربة

بالنضر إلى أهمية فطور الميكوريزا للنباتات ،فهي تزودها بالمواد المغذية وتزيد من مقاومتها للإجهاد وتعزز التماسك الميكانيكي للتربة.

4. تأثير فطر الميكوريزا على نبات الطماطم

تشجع فطور الميكوريزا على زيادة امتصاص العناصر الغذائية ،كالفسفور و الازوت، مما ينشط أنزيمات نقل الطاقة التى تساهم في زيادة ارتفاع النبات وعدد الأوراق وعدد العناقيد الزهرية وعدد الثمار وقطرها ووزنها**[6]**.أظهرت دراسة أجريت على نبات الطماطم ، الدور الإيجابي الكبير لتلقيح بفطور الميكوريزا في تحسين معايير نمو وإنتاجية الطماطم ضمن الأصص .

أثبتت تجارب أخرى زيادة في الصفات المدروسة لنباتات الطماطم الملقحة بالميكوريزا قياسا على نباتات الغير ملقحة **[3]**.

توصلت نتائج في دراسة على تأثير فطور الميكوريزا على مرض ذبول الطماطم المتسبب عن فطر Fusarium oxysporum ، انخفاض في شدة الذبول ،زيادة معنوية في طول النبات وعدد الأوراق والوزن الرطب للمجموع الخضري والجذري والوزن الجاف للمجموع الجذري ، عند نباتات معاملة بالميكوريزا والفيوزاريوم معا مقارنة مع النباتات المعاملة بالفيزاريوم فقط **[10]**.

5.الفطريات الجذرية كأسمدة حيوية

الأسمدة الحيوية خليطا من المواد الطبيعية التي تساهم في تحسين خصوبة التربة وتعزيز صحة النباتات وتطورها .ومن الجدير بالذكر ان فطور الميكوريزا يمكن أن تكون بديلا فعالا للاستخدام المستمر للأسمدة الكيميائية في المستقبل . حيث يمكن لتطبيق الميكوريزا ان يخفض الحاجة إلى المدخلات الكيميائية وبالأخص الفسفور . يتسبب الاستخدام المتكرر للأسمدة الغير عضوية ومبيدات الأعشاب والفطريات بأضرار على التربة والنباتات وصحة الإنسان، ويؤثر على جودة المنتجات الغذائية وأنظمة الهواء والماء، ومن المتوقع أن تقلل الفطريات الجذرية استخدام الأسمدة الكيميائية بنسبة

تصل إلى 50% لتحقيق إنتاج زراعي ممتاز، ولكن يتوقف ذلك على الأنواع النباتية والأنظمة المسببة للضغط السائدة **[56]**.

الفصل الثالث

عموميات حول

نبات الطماطم

1. تاريخ الطماطم في الوادي

تعرف زراعة الطماطم انتشارا واسعا على مستوى أقاليم ستة (6) بلديات (حاسي خليفة والدبيلة والمقرن والطريفاوي والرقيبة والطالب العربي) وهي البلديات ذات الطابع الفلاحي التي تتوفر على مساحات خصبة ذات قدرات إنتاجية عالية في إنتاج هذه المادة الغذائية ذات الاستهلاك الواسع والجدول يبين تطور الانتاج والعائد في ولاية الوادي مابين 2013.2023 **[9]**.

الجدول رقم 01 تطور الانتاج والعائد في ولاية الوادي مابين 2013.2022.

السنة	الإنتاج	العائد	المساحة المزروعة
2013	477.660	478.9483711	**997**
2014	537.440	476.4370058	**1.128**
2015	940.800	483.4035556	**1.946**
2016	1.683.664	700.6800117	**2.403**
2017	2.057.770	702.3585228	**2.930**
2018	2.103.990	691.5355515	**3.042**
2019	2.339.010	709.2250408	**3.298**
2020	2.627.210	687.1253413	**3.823**
2021	3.292.230	754.271693	**4.365**
2022	2.550.000	692.9347826	**3.680**

وتنفرد ولاية الوادي بإنتاج محصول الطماطم خلال شهري أوت وسبتمبر ويتم جنيها خلال ثلاثة أشهر (ديسمبر ويناير وفبراير) فهي بهذا تتصدر المرتبة الأولى في إنتاج الطماطم الحقلية التي تسوق على مستوى كامل ولايات الوطن.

يذكر أن المساحة الإجمالية للأراضي الفلاحية المستغلة بغرض الإنتاج النباتي بالولاية تقدر ب 1،5ر5 ألف هكتار والتي تعرف زيادة سنويا بين 1و5 بالمائة، وفق معطيات مديرية المصالح الفلاحية.

الجدول 02 المساحات المزروعة وقدرة الانتاج

المناطق	المساحات المزروعة	الإنتاج
حساني عبد الكريم	61	**44.300**
حاسي خليفة	336	**207.500**
طالب العربي	42	**29.880**
دوار الماء	4	**2.520**
سيدي عون	625	**449.200**
طريفاوي	216	**132.500**
المقرن	1.775	**1.290.543**
بن قشة	9	**6.120**
ورماس	13	**7.500**
عقلة	14	**8.600**
ميه ونسة	33	**19.875**
المجموع	**3.680**	**2.550.000**

2. تصنيف نبات الطماطم

الطماطم نبات عشبي سنوي شجيري**[36]**، يتطور بطريقة زاحفة أو شبه منتصبة أو منتصبة**[42]**، ينتمي إلى الفصيلة الباذنجانية Solanacene (عنب الثعلب أو ظل الليل Nightshade) وجنس Solanum والذي يضم سبعة أنواعبرية أخرى يطلق عليها علميا ***Solanum. hcopersicum .L*** ، تم حسب **[54]** تصنيف الطماطم علميا كما في الجدول :

الجدول رقم 03: التصنيف النباتي للطماطم

Règne	Plantae	النباتات	المملكة
Division	Magnoliophyta	نباتات زهرية	**الطائفة**
Classe	Magnoliopsida	ثنائية الفلقة	**الصف**
Sous classe	Asteridae	النجمية	**تحت الصف**
Ordre	Solanales	باذنجانية	**الرتبة**
Famille	Solanaceae	الباذنجانية	**العائلة**
Genre	Solanum	باذنجانية	**الجنس**
Espèce	Lycopersicum	الطماطم	**النوع**
الاسم العلمي Solanum Lycopersicum			

3. أصناف الطماطم

فمن بين الأصناف الأكثر استعمالا في الوادي نذكر منها ما يلي :

تعد الطماطم واحدة من أهم المحاصيل الزراعية في العالم، حيث تتوفر بعدة أصناف مختلفة ، تتميز بتنوعها الكبير واختلافها في الشكل والحجم واللون ، فمن بين الأصناف :

جولانار، جود، جدة، كونيا، ندى، سليمة ،فريدة ،ايبيزة ،ميركير و بترا

4.أهم أمراض وآفات الطماطم وطرق مكافحتها

يعتبر محصول الطماطم من المحاصيل الاقتصادية الهامة في مختلف البلدان وبرغم من ازدهار زراعة هاذا المحصول إلا أن يواجه العديد من العوائق ،تؤثر في نموه و إنتاجه ومن بينها تعرضه للإصابة بالآفات والممرضات النباتيه ومن بين هذه الأمراض والآفات نذكر ما يلي :

1.4. بياض دقيقي.Powdery Mildew

- المسبب : Leviellula Tauricia
- الأعراض : تظهر العدوة الأولية على شكل بقع خضراء فاتحة إلى صفراء على أسطح الأوراق العلوية . تتسع البقع حتى تعم الورقة عند اشتداد الاصابة وتموت الأنسجة وتتحول إلى اللون البني.
- مقاومة : رش بالمبيدات الفطرية أو الكبريت ، تنظيف أدوات العمل **[49]**.

2.4. عفن رمادي.Gray Mold

- المسبب : Botrytis Cinerea

- الأعراض : يهاجم نباتات من خلال الجروح على السيقان، تظهر الأعراض البدائية على شكل بقع بيضوية مبللة بالماء تتطور تحت رطوبة مرتفعة إلى نمو رمادي متعفن يقتل نبات .
- مقاومة : تهوية جيدة للبيوت البلاستيكية etude de base sur la tomate)

3.4. مرض ذبول الفيوزاريوم. Fusarium Wilt

- المسبب : Fusarium Oxysporum F.Sp Lycopersici
- الأعراض : اصفرار الأوراق ثم ذبولها ثم جفافها ثم تمتد إلى أعلى حتى تصل إلى قمة النبات فيذبل كله ويموت .
- مقاومة : زراعة أصناف مقاومة ، تخلص من النباتات المريضه أثناء الزراعة ، إتباع دورة زراعية.

4.4. عفن عين الضبى. Buckeye rot

- المسبب المرضي : Phytophthora Parasitic
- الأعراض : تشمل الأعراض تعفن جذور جميع أجزاء نبات الطماطم وتبدأ الأعراض في الفاكهة على شكل بقع رمادية مبللة بالماء تتوسع بسرعة وتشكل حلقات بنية .
- المقاومة : تناوب المحاصيل ، تصريف مياه بعيدا عن جذور **[49]**.

5.4. حافرة الطماطم Tuta absolute

تعتبر هذه الحشرة واحد من آفات الطماطم الرئيسية يمكن أن تسبب خسائر كالتالي :

على الأوراق: تخترق اليرقات نسيج الورقة تاركة تجاويف تتحول لاحقا إلى بقع جافة.

على السيقان: اختراق اليرقات للسيقان والبراعم الحديثة، حيث تظهر بقع و نخرات سوداء.

على الثمار: تهاجم اليرقات الثمار تاركة وراءها المخلفات اليرقية مما يعرض الثمرة للإصابة ببعض الفطريات وأيضا تظهر نخرات في مختلف أنحاء الثمرة حيث تصبح الثمار غير قابلة للبيع وغير صالحة للاستهلاك.

- المقاومة : القضاء على النباتات المصابة.

  ضمان تهوية جيدة للتربة

  استخدام مصائد المياه.

  استعمال مصائد فرمونية**[49]**.

الجزء التطبيقي

الفصل الأول

الأدوات المستعملة وطرق البحث

1. طرق وموارد البحث

أجريت هذه التجربة بهدف معرفة مدى تأثير الفحم الحيوي على النبات ونشاط الميكوريزا في التربة الرملية .

1.1. المادة النباتية

نعتمد في هذه الدراسة على نبات الطماطم ***Lycopersicon esulentum*** التي تنتمي إلى العائلة الباذنجانية

1.2. الأدوات والمحاليل والأجهزة المستعملة

الجدول رقم 04: يوضح الأدوات والمحاليل والأجهزة المستخدمة في دراسة.

الأدوات	المحاليل والمواد	الأجهزة
قياس الكلوروفيل		
أنابيب اختبار حامل الأنابيب Micropipette Honne	أوراق الطماطم المطحونة ماء مقطر	**جهاز المطيافية الضوئية (spectrophotometers)** **ميزان حساس**
قياس اللايكوبين والبيتا كاروتين		
أنابيب اختبار حامل الأنابيب Micropipette Honne	أستون.هكسان عصير الطماطم الناضجة	**جهاز المطيافية الضوئية (spectrophotometers)** **جهاز الطرد المركزي**
تقدير الكربوهيدرات		
أنابيب اختبار زجاجية حامل الأنابيب اختبار Micropipette spatulaملعقة بيشر Becher	مستخلصات نباتية غلوكوز حمض الكبريت ماء مقطر TCAحمض	**جهاز المطيافية الضوئية (spectrophotometers)** **ميزان حساس**
تقدير الميكوريزا		
أنابيب اختبار زجاجية حامل الأنابيب بيشرBecher Micropipette شريحة بلاستيكية (Lam/lamer) سكين/ملقط	مادة النباتية(جدور) KOH HCL ماء مقطر Lacticacid ازرق الميثانول	**موقد حراري (حمام مائي)** **الميكرو سكوب الضوئي**
الفحم الحيوي		
برميل كبير سعة 200 لتر. برميل صغير سعة 100لتر. غربال 2ملمتر.	.بقايا نخيل(قواعد جريد و العراجين) .سماد عضوي مخلفات الأغنام	

2. طرق الدراسة

1.2. مكان تنفيذ التجربة

أنجزت هذه التجربة في إحدى المزارع الخاصة بمنطقة قمار ولاية الوادي.

وثيقة رقم 03: تمثل موقع التجربة

2.2 مراحل تحضير الفحم الحيوي Biochar

❖ **الفحم الحيوي :** هو منتج غني بالكربون، يتم الحصول عليه عن طريق الانحلال الحراري للكتلة الحيوية للمواد العضوية مثل السماد الطبيعي ،بقايا النخيل ،الخشب وغيرها في بيئة خالية من الأكسجين. يتم استخدامه لتحسين جودة التربة في الزراعة

لقد أنتجنا من تجربتنا الفحم الحيوي من بقايا النخيل وفق الإجراء التالي:

❖ **إعداد الموقد :** تجهيز برميلين الأول سعته 100لتر والثاني سعته 200 لتر ،ثم نقوم بعمل عدة ثقوب صغيرة من الجهات العلوية والسفلية في البرميل الأصغر، وعمل ثقوب على طول البرميل الأكبر لدخول الأكسجين وذلك لضمان الحصول على جودة عالية للفحم المنتج

- أخذ بقايا النخيل (العراجين و قواعد الجريد ..) ، تقطيعها إلى قطع صغيرة ثم وضعها في البرميل الصغير ،يتم غلق البرميل بإحكام ،بعد ذلك يتم وضع البرميل الصغير داخل البرميل الكبير وملئ الفراغ بينهما بقطع من بقايا النخيل ليتم حرقها كما هو مبين في الصورة ،ثم نغلق البرميل الكبير جيدا ونشعل البقايا الموجودة بين البرميلين ،حيث يتم تحويل المواد العضوية من البقايا إلى فحم حيوي عالي الجودة.

وثيقة رقم 04: قطع بقايا النخيل ووضعها في البرميل وبداية عملية الاحتراق

3.2.تحضير الفحم الحيوي للاستخدام في التجربة

نقوم بطحن الفحم الحيوي يدويا بواسطة عصا خشبيه بعد ذالك نقوم بغربلته في غربال 2ملم لنتحصل على فحم مسحوق رطب.

وثيقة رقم 05: توضح فحم مطحون

4.2. مراحل زراعة الطماطم

1.4.2. الحساب

استعملنا لكل 2.16م٢ ، 0.864 كغ عند T1 و 3.456كغ عند T2 من الفحم الحيوي .

عند T1 استعملنا 4 طن اي :

10000 م __ 4000كغ

2.16 م ___ كغX

X= 2.16×4000/10000

X= 0.864كغ.

عند T2 استعملنا 16 طن اي:

10000 م ____16000كغ

2.16م ___ كغY

Y=2.16×16000/10000

Y = 3.456كغ

2.4.2. تحضير الطماطم للزراعة

بدأنا تجربتنا في أوائل شهر سبتمبر ، حيث قمنا بتجهيز الكمية اللازمة من الفحم الحيوي ،ثم بدأنا بإعداد التربة قمنا بالحرث حتى أتممنا تسوية التربة.

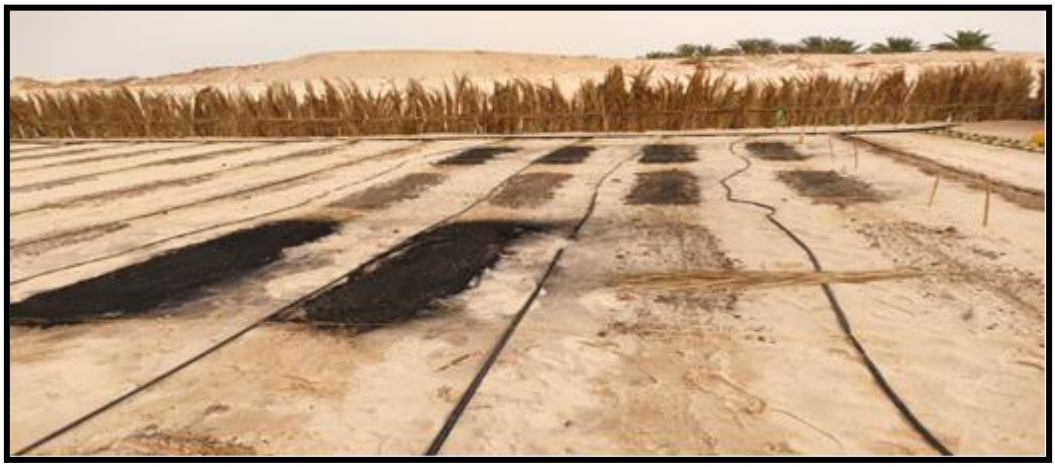
أضفنا الفحم الحيوي إلى التربة وفق معدلات الإضافة المحددة بعد طحنه إلى مسحوق .

أن الفحم المستخدم في التجربة ذو pH قلوية وناقليته الكهربائية عالية .كما أن محتواه من المادة العضوية مرتفع ،كما هو مبين في الجدول .

الجدول 05 خصائص ومكونات الفحم الحيوي المستخدم في التجربة

الفحم الحيوي النباتي	pH_{H2O}	Electrical conductivity	Total C	Total N	C/N ratio
		EC (mS/cm)	(%)	(%)	
الفحم الحيوي النباتي من مصدر النخيل	9.3	6.53	59	0.65	91

وضعنا السماد العضوي من مخلفات الأغنام مع الفحم الحيوي على سطح التربة، بعد هذا قمنا بتقليبها على عمق cm18 ،ثم قسمنا الأرض إلى مربعات حسب بروتوكول المربع اللاتيني المناسب للدراسة.



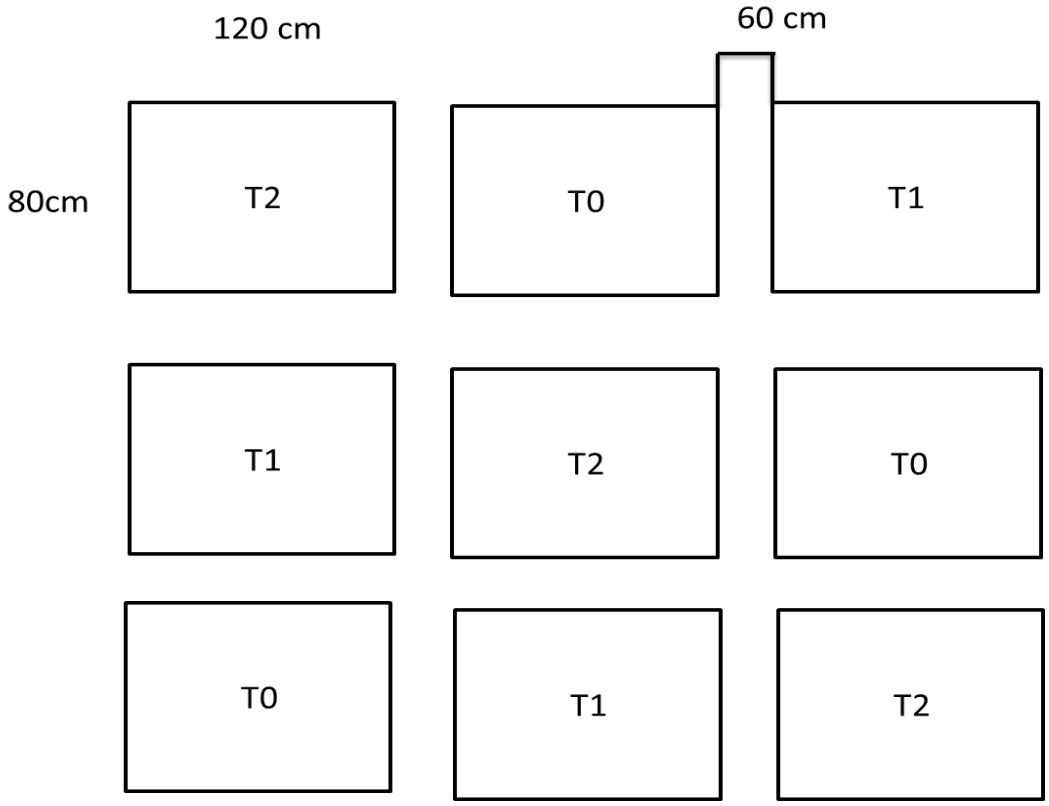
وثيقة رقم 06: تقسيم الأرض إلى مربعات وتوزيع السماد والفحم الحيوي في كل مربع

بعد ذالك قمنا بغرس الشتلات التي أحضرناها من المشتلة. في كل مربع زرعنا 4 شتلات.
طبقنا نضام ري بالتقطير في السقي.

وثيقة رقم 07 : شتلات الطماطم

3.4.2. تصميم تجريبي

جدول رقم 06: مخطط تصميمي يشرح تجربة



4.4.2.العلاجات

كانت العلاجات على النحو التالي:

T0=0مخلفات الأغنام و0 فحم حيوي.

T1= 0 ،864من الفحم الحيوي+40 طن/ه من مخلفات الأغنام .

T2 = 3.456من الفحم الحيوي +40 طن/ه من مخلفات الأغنام.

5.2. المقاييس المرفولوجية

جدول رقم 07: يوضح المقاييس المورفولوجية لطول وقطر الساق

المعاملات	طول الساق (سم)	قطر الساق (مم)	طول الساق بعد25 يوم (سم)	قطر الساق بعد 25 يوم (مم)
T0	37	7.63	80	10.32
T0	24	7.28	72	10.7
T0	44	7.35	69	12.26
T1	26	6.19	70	11.89
T1	34	7	70	12
T1	38	6.87	84	13.8
T2	27	6.97	73	13.97
T2	47	8.6	73	14
T2	40	7.96	76	14.5

6.2.الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة

جدول رقم 08: يوضح درجة الحموضة والرطوبة

المعاملات	pH درجة الحموضة			الرطوبة بعد 6 ساعات من الري%		
T0	6.4	6.2	6.5	79	81	81
T1	6.1	6	6.1	81	87	83
T2	5.8	6	6	87	89	90

7.2. الخصائص المرفولوجية للتربة

1.7.2. تقدير الميكوريزا

1- تم غسل الجذور من التربة بماء الحنفية .

2 -نضع الجذور في أنابيب اختبار ثم نضيف لها محلول بوتاسيوم هيدروكسيد10% إلى أن تتغطي الجذور.

3 - تحضير الحمام المائي.

4- وضع الأنابيب في الحمام المائي لمدة 10دقائق في درجة 93°.

5- نزع محلول بوتاسيوم هيدروكسيد عن الجذور وغسلها عدة مرات بماء الحنفية

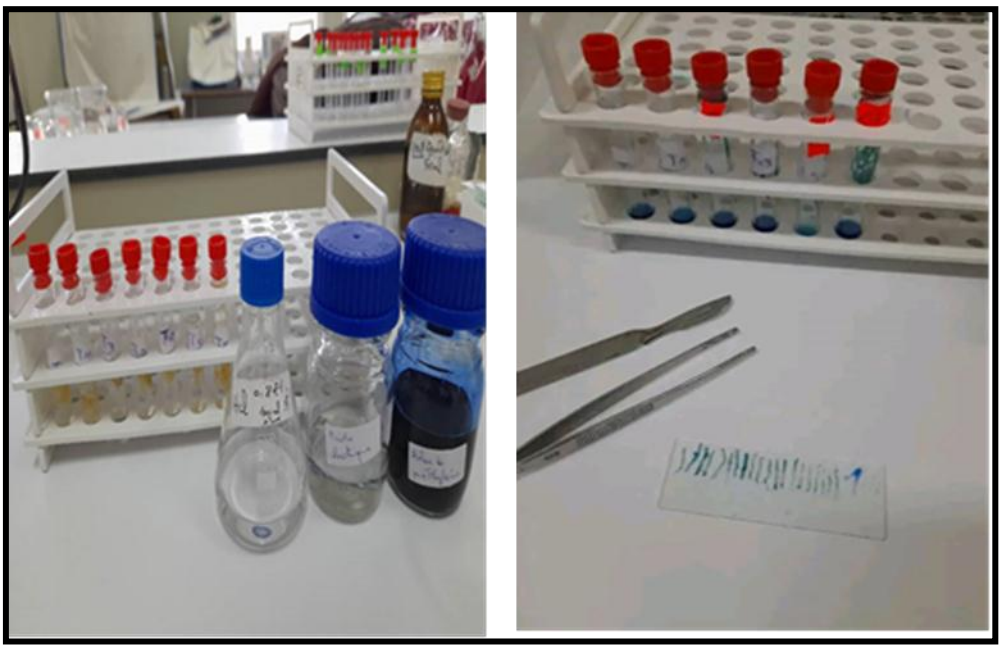
6 - نضيف محلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز0.1 معيارية لمدة 3دقائق بحرارة الغرفة

7- فصل حمض الهيدروكلوريك وتغطية الجدور بملون الميثانول في حمض اللاكتيك ولمدة من 10الى 15 دقيقةفي درجة الغليان 93°ووضعها في الحمام المائي

8-نزع اقصى قدر ممكن من الملون

9-نضع قطع الجدور الى شرائح طولها 1سنتمتر

10-نضع حوالي 30 قطعة من الجذور ورؤيتها في المجهر الضوئي



وثيقة رقم 08: صورة تمثل تقدير فطريات الميكورايزا

8.2. الخصائص البيو كيميائية

1.8.2. قياس الكلوروفيل أ و ب :

يتم إذابة 50 مجم من النبات في 50 مل من الماء المقطر ، وبعد ذلك يتم قياس الامتصاصيةعند 450 و 645 و 663 نانومتر.

مع مراعاة ضبط الجهاز بواسطة الشاهد (الماء) .وفق العلاقة التالية:

Chl a= 12.7)A663(−2.69)A645(

Chl b=22.9)A645(−4.68)A663(

Total chloropyll=20.2)A645(−8.02)A663(

Total cartenoid=4.07A450−[(0.0435×chl.a)+(0.367×chl.b)]

وثيقة رقم 09: صورة تزضح طحن اوراق الطماطم

2.8.2. قياس اللايكوبين والبيتا كاروتين:

1-تحضير المحلول الدي يتكون من 40استون و60هكسان مع عصير الطماطم

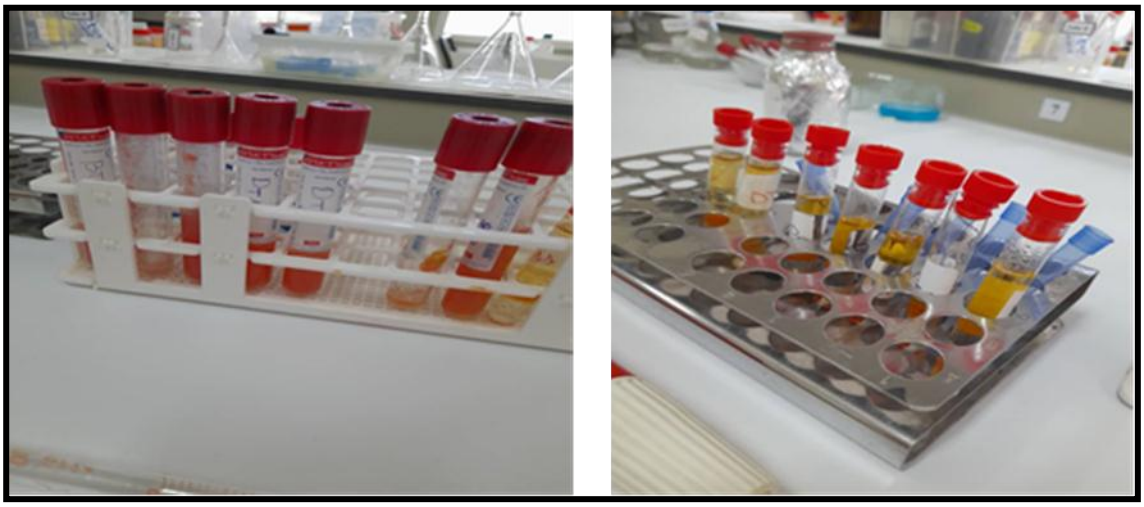
2- وضع المحلول في جهاز طرد المركزي لمدة 20دقيقة عند4930.38جم

3-تم قياس كثافة ضوئية للمادة الطافية عند663.645.505.453 نانومتر باستخدام جهاز المطيافية الضوئية

مع مراعاة ضبط الجهاز بواسطة الشاهد (الاسيتون_ هكسان) .وفق المعادلات التالية:

Lycopene=-0.0458)A663(+0.204)A645(+0.372)A505(+0.0806)A453(

β−carotene=-0.216)A663(-1.22)A645(-0.304)A505(+0.452)A453(



وثيقة 10: تقدير الليكوبين والبيتا كاروتين لنبات الطماطم

3.8.2. تقدير الكربوهيدرات

1- تحضير المحلول القياسي للغلوكوز ودلك بإذابة 5 ملغ في 5 مليلترمن حمض الكبريت دو تركيز ومنه تم تحضير سلسلة المحلول القياسي دو تراكيز(0.25.100.200)

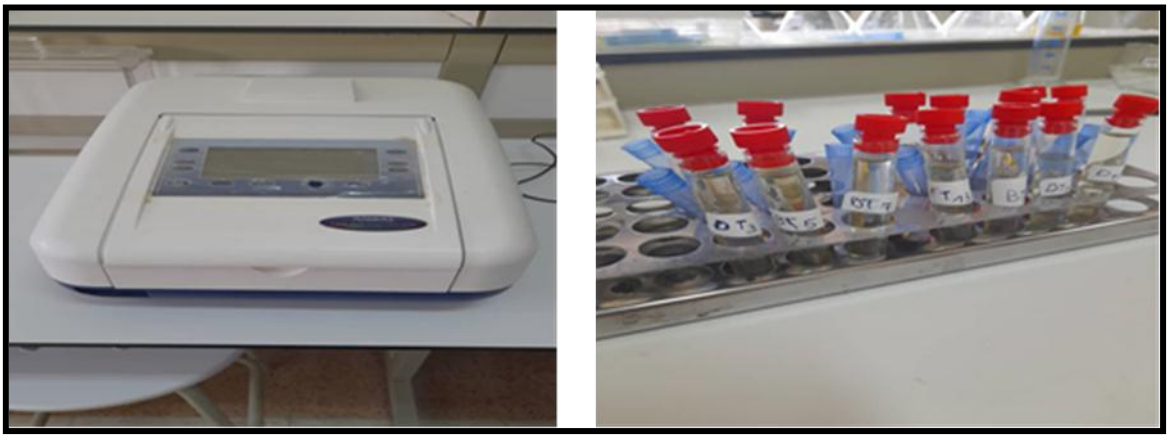
2- وضع1مليلتر من سلسلة المحلول القياسي المحضرة وكداك من مستخلص العينات في انابيب اختبار زجاجية

3 - إضافة 1مليلتر من الفينول ثم 5 مليلتر من حمض الكبريت المركز

4 -رج وترك العينات لمدة 15 دقيقة

5-قراءة شدة الامتصاصية الضوئية عند طول الموجة 490 نانومتر بواسطة المطيافية الضوئية

تركيز السكريات=1.24×97.44 (القراءة 490x)



وثيقة رقم 11: تقدير كربوهيدرات بجهاز المطيافية الضوئية

الفصل الثاني

النتائج والمناقشة

في هذا الفصل، سنعرض النتائج ومناقشتها التي تستند إلى بيانات التي تم جمعها من خلال دراسة تأثير الفحم الحيوي على النشاط الميكروبيولوجي، حيث سنركز على تحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية في التربة، وتفسير تأثيرها على نمو نبات الطماطم.

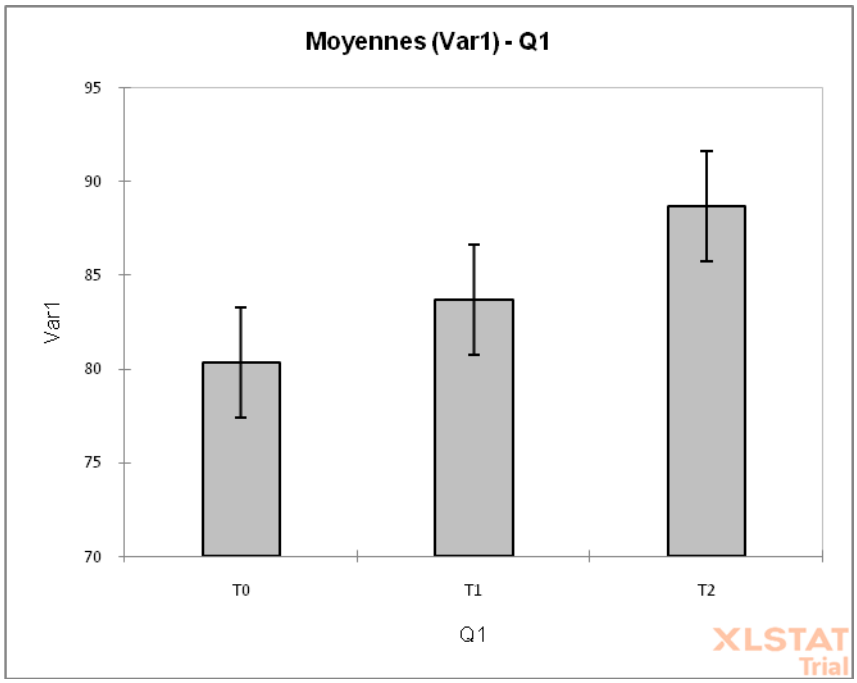
1. الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكرو بيولوجية

1.1. التحليل الفيزيائي

1.1.1. نتيجة قياس الرطوبة

جدول رقم 09 : تحليل anova لقياس الرطوبة

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
T2 vs T0	333،8	903،4	068،3	**006،0**	Oui	118،3	548،13
T2 vs T1	000،5	942،2	068،3	058،0	Non	215،-0	215،10
T1 vs T0	333،3	961،1	068،3	203،0	Non	882،-1	548،8



وثيقة رقم 12 : نتائج قياس الرطوبة حيث T0 فيها (0 الفحم الحيوي+ 0 من مخلفات الأغنام) وT1 (4طن/ه من الفحم الحيوي + 40طن/ه من مخلفات الأغنام) و T2 (16طن/ه من الفحم الحيوي +40طن/ه من مخلفات الأغنام)

جدول رقم 10 : **تحليل** post hoc tukey **لقياس الرطوبة**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	000،2	556،105	778،52	179،12	**008،0**	**
Erreur	000،6	000،26	333،4			
Total corrigé	000،8	556،131				

نلاحظ من خلال الشكل أعلاه زيادة تدرجية في درجه الرطوبة لتصل إلى نسبة حوالي 80%في T0 و 83% في T1 و 88%فيT2 حيث انه يوجد فروق ذات دلالة إحصائية في مجموعهT2 VS T0 .

أوضحت هذه النتائج الدور الإيجابي للفحم الحيوي على رطوبة التربة، اتفقت هذه النتيجة مع **[38]**.حيث شاهد أن هناك علاقة بين نسبة الفحم الحيوي والزيادة في مستوى الرطوبة .

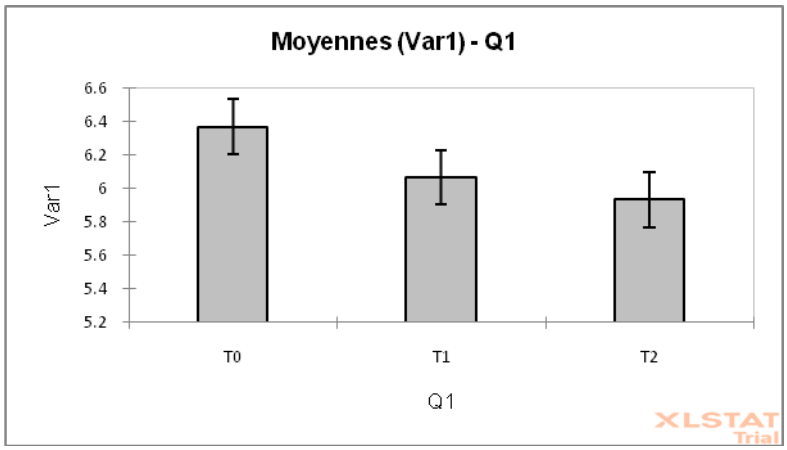
من المحتمل أن التحسن في درجة الرطوبة راجع إلى احتباس الماء، عندما تجف التربة على السطح يعمل الفحم الحيوي بمثابة حاجز للرطوبة ويوفر الماء .كلما زادت حمضية التربة ،زادت فعاليتها **[43]**.حيث صرح **[7]**. في دراسته أن إضافة الفحم الحيوي للتربة الرملية تفتح مساحة مساميه أكبر للمياه ،مما يجعلها أكثر ندرة على الاحتفاظ بالماء.

2.1. التحليل الكيميائي

1.2.1. نتيجة قياس الحموضة

الجدول رقم 11 : **تحليل** anova **لقياس الحموضة للتربة**

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
T0 vs T2	433،0	596،4	068،3	**009،0**	Oui	144،0	723،0
T0 vs T1	300،0	182،3	068،3	**043،0**	Oui	011،0	589،0
T1 vs T2	133،0	414،1	068،3	392،0	Non	156،-0	423،0



وثيقة 13 : نتائج قياس الحموضة حيث T0 فيها (0 الفحم الحيوي+ 0 من مخلفات الأغنام) وT1 (4طن/ه من الفحم الحيوي + 40طن/ه من مخلفات الأغنام) و T2 (16طن/ه من الفحم الحيوي +40طن/ه من مخلفات الأغنام)

الجدول رقم 12 : تحليل post hoc tukey لقياس الحموضة للتربة

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	000،2	296،0	148،0	083،11	**010،0**	**
Erreur	000،6	080،0	013،0			
Total corrigé	000،8	376،0				

من الشكل أدناه تبين أن هناك انخفاض في قيمة الاس الهيدروجيني بين المجموعاتT0 ،T1، T2 كما نلاحظ أنه في غياب الفحم الحيوي يكون رقم الاس الهيدروجيني مرتفعا علاقة عكسية أي ينخفض مع ارتفاع معدلات استخدام الفحم الحيوي.

نستنتج ان الفحم الحيوي له تأثير على pH وهاذا التأثير له فروق ذات دلالة إحصائية ما بين T2vsT0 ، . T1vsT0حسب تحليل post hoc Tukey .

أوضحت نتائجنا مع نتائج الدراسات السابقة أن تطبيق الفحم الحيوي يقلل من مستوى الاس الهيدروجيني . اتفقت هذه النتيجة مع **[38]** في حالة عدم وجود الفحم الحيوي يكون رقم الهيدروجيني مرتفع 7.4 وينخفض عند وجوده . وجد**[35]** في تجربته على تربة قلوية ،أنه لم يؤدي تطبيق الفحم الحيوي القلوي إلى زيادة رقم الهيدروجيني للتربة بل أنتج اتجاها متناقصا فيه خاصة عند نسبة عالية من الفحم الحيوي. على النقيض **[56]** أظهرت نتائجه زيادة في درجة الحموضة باستخدام الفحم الحيوي. على الرغم من ان بعض الدراسات الاخرى أشارت إلى أن الفحم الحيوي قلوي أي قدرته على زيادة

Ph، إلا أن في دراستنا لاحظنا تراجعا في الرقم الهيدروجيني عند تطبيق الفحم الحيوي. ومن المتوقع أن المواد الحمضية الناتجة عن أكسدة الفحم الحيوي والمواد العضوية قد تؤدي إلى انخفاض الرقم الهيدروجيني **[35]**.

3.1. التحليل الميكروبيولوجي

1.3.1. الميكوريزا

جدول رقم 13: يوضح شدة الاستعمار الفطري حيث 0) T0من الفحم الحيوي+ 0 من مخلفات الأغنام) وT1 (4طن/ه من الفحم الحيوي + 40طن/ه من مخلفات الأغنام) و T2 (16طن/ه من الفحم الحيوي +40طن/ه من مخلفات الأغنام)

العينات	T0		T1		T2	
1	1	A0	0	A0	0	A0
2	0	A0	2	A0	0	A0
3	0	A0	0	A0	2	A0
4	1	A0	0	A0	2	A1
5	0	A0	0	A0	0	A0
6	0	A0	1	A0	0	A0
7	0	A0	2	A1	0	A0
8	0	A0	1	A1	0	A0
9	0	A0	0	A0	0	A0
10	0	A0	0	A0	0	A0
11	0	A0	0	A0	0	A0
12	0	A0	1	A0	0	A0
13	0	A0	1	A0	0	A0
14	0	A0	0	A0	0	A0
15	0	A0	1	A0	0	A0
16	0	A0	2	A2	0	A0
17	0	A0	0	A0	0	A0
18	0	A0	1	A0	0	A0
19	0	A0	1	A0	0	A0
20	0	A0	2	A1	0	A0

تمثل الخانات الاولى شدة الفطريات الفطرية حيث:

0 ⬅ 0%

1 ⬅ 1%>

2 ⬅ 10%>

3 ⬅ 30%>

4 ⬅ 50%<

5 ⬅ 90%<

وتمثل الخانات الثانية وفرة Arbuscule في الجزء الجذري حيث:

لايوجد A0 ➡

قليلة A1 ➡

متكرر A2 ➡

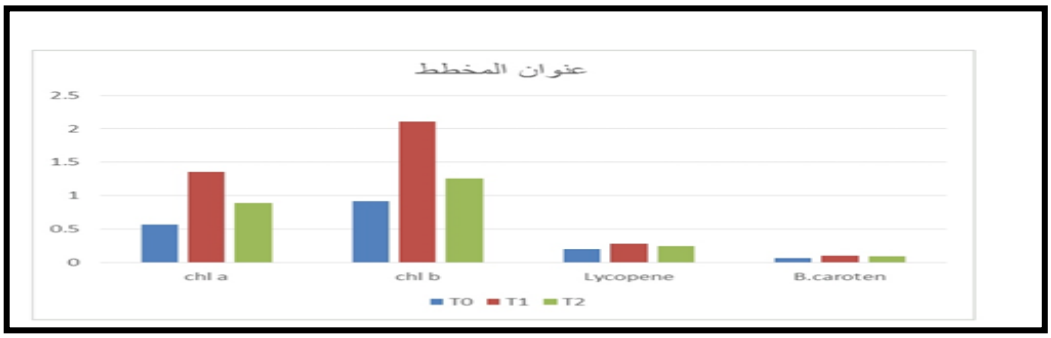
وفيرة A3 ➡

أوضحت النتائج وجود الميكورايزا في المعاملةT1 على عكس المعاملة T2 كانت نسبة التعايش الميكوريزي فيها شبه منعدمة. وتوفرArbuscule في المعاملة T1 بزيادة على المعاملة T2.

هذا يرجع الى معدل تركيز الفحم الحيوي أي ان التركيز الأكبر من الفحم الحيوي يأثر سلبا على توفر الميكورايزا.

2.الخصائص البيوكيميائية

1.2.قياس الكلورفيل A و B و الليكوبين وبيتا كاروتين



وثيقة رقم 14: أعمدة بيانية تمثل نسب متوسط كل من الكلوروفيلa و b وليكوبين وبيتا كاروتين لنبات الطماطم.

أظهرت النتائج أن إضافة الفحم للتربة كان له أثر ايجابي على النبات بالمقارنة مع الشاهد T0 حيث نلاحظ أن أعلى قيمة سجلت لدى المعاملة T1 وذلك بالنسبة للكلوروفيل a و b والأيكوبين وبيتا كاروتين أما المعاملةT2 ، كان هناك تناسب عكسي بالنسبة للتركيز المستخدم. اذ ان زيادة تركيز الفحم ترافقها نقص في معدلات الكلوروفيل والبيتا كاروتين والايكوبين على نبات الطماطم تتفق هذه النتائج مع ملاحظات **[5]** ،حيث وجد أن هناك تأثير في الفحم الحيوي على محتوى الكلوروفيل لنبات الفريزيا .

2.2.قياس الكربوهيدرات

جدول رقم 14:يوضح تقديرنسبة الكربوهيدرات عند المعاملات T0.T1.T2 لنبات الطماطم حيث (T0 0من الفحم الحيوي+ 0 من مخلفات الأغنام) وT1 (4طن/ه من الفحم الحيوي + 40طن/ه من مخلفات الأغنام) و T2 (16طن/ه من الفحم الحيوي +40طن/ه من مخلفات الأغنام)

	T0	T1	T2
تركيز السكريات	26,0872	37,09792	20,43568

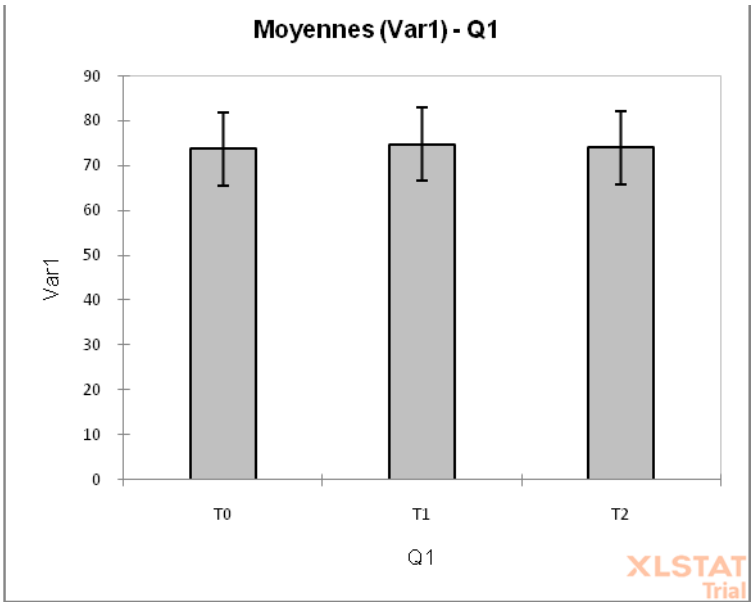
يمثل الجدول الموالي نسب تركيز السكريات في معاملات على توالي T0 ، T1،T2، أظهرت النتائج أن هناك زيادة في تركيز الكربوهيدرات عند معاملة T1 مقارنة ب T0 الشاهد، وانخفاض في تركيز الكربوهيدرات عند معاملة.T2 .حيث نستنتج ان التركيز العالي من الفحم الحيوي يؤثر بالنقص على تركيز السكريات.

3.الخصائص المرفولوجية لنبات الطماطم

1.3.قياس طول الساق

جدول15: تحليل anova لقياس طول الساق

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	000‹2	556‹1	778‹0	023‹0	977‹0	°
Erreur	000‹6	333‹201	556‹33			
Total corrigé	000‹8	889‹202				



وثيقة رقم 15 :اعمدة بيانية تمثل متوسط طول الساق حيث T0فيها (0 الفحم الحيوي+ 0 من مخلفات الأغنام) وT1 (4طن/ه من الفحم الحيوي + 40طن/ه من مخلفات الأغنام) و T2 (16طن/ه من الفحم الحيوي +40طن/ه من مخلفات الأغنام)

جدول رقم 16: تحليل post hoc tukey لقياس طول الساق

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
T1 vs T0	000‹1	211‹0	068‹3	976‹0	Non	512‹-13	512‹15
T1 vs T2	667‹0	141‹0	068‹3	989‹0	Non	845‹-13	179‹15
T2 vs T0	333‹0	070‹0	068‹3	997‹0	Non	179‹-14	845‹14

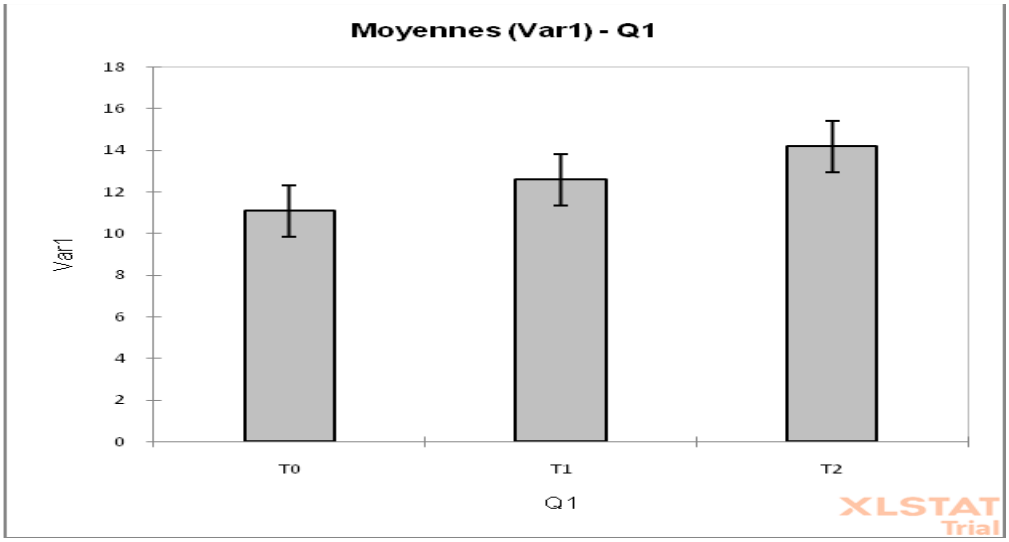
سجلت نتائج طول الساق قيم متقاربة، حيث أظهر تحليل Anova أنه ليس هناك فرق معنوي بين المجموعات وعليه لم يكن لإضافة الفحم الحيوي تأثير إيجابي في مؤشرات النمو من ناحية طول الساق.

ربما يعود ذلك إلى درجه pH المرتفعة للفحم المستخدم في التجربة ،ما انعكس سلبا في إتاحة العناصر الغذائية وأدى إلى الحد من انتشار الجذور وهاذا يتفق مع أبحاث**[25]**،حيث وجد أن إضافة الفحم إلى وسط النمو الفقير من العناصر الغذائية أو المادة العضوية كانت ضعيفة التأثير في نمو نبات .

2.3.قياس قطر الساق:

جدول 17: **تحليل** anova **لقياس قطر الساق**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	000،2	084،14	042،7	203،9	**015،0**	*
Erreur	000،6	591،4	765،0			
Total corrigé	000،8	675،18				



وثيقة رقم 16 :اعمدة بيانية تمثل متوسط قطر الساق حيث T0 فيها (0 الفحم الحيوي+ 0 من مخلفات الأغنام) وT1 (4طن/ه من الفحم الحيوي + 40طن/ه من مخلفات الأغنام) و T2 (16طن/ه من الفحم الحيوي +40طن/ه من مخلفات الأغنام)

جدول رقم :18 تحليل post hoc tukey لقياس قطر الساق

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
T2 vs T0	063،3	289،4	068،3	**012،0**	Oui	872،0	255،5
T2 vs T1	593،1	231،2	068،3	144،0	Non	598،-0	785،3
T1 vs T0	470،1	058،2	068،3	179،0	Non	721،-0	661،3

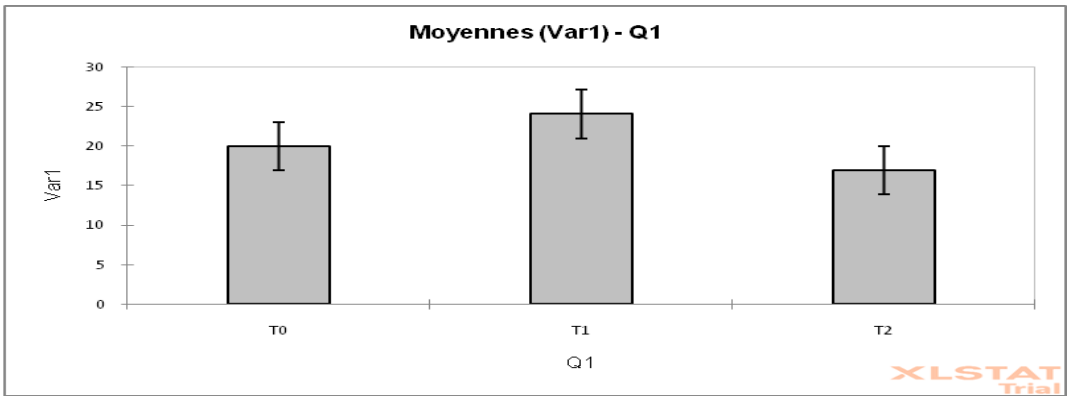
تضح من خلال الشكل الوارد أن هناك زيادة في قطر الساق بين المجموعات، مع وجود فرق ذو دلالة إحصائية في المجموعة T2 vsT0 حسب تحليل. post hoc Tukey حيث نلاحظ تفوق المجموعة T2 على باقي المجموعات يعود إلى الأثر الإيجابي للفحم الحيوي ، هذا التأثير يزداد مع زيادة معدل المعالجة بالفحم الحيوي، علاقة طردية أي كلما زادت كمية الفحم الحيوي زاد قطر الساق.

قد نفترض أن هذه الزيادة ناتجة عن توفير الفحم الحيوي للعناصر المغذية اللازمة للنبات مما أدى إلى الزيادة في قطر الساق.

3.3.المردودية

جدول رقم 19: تحليل anova لقياس المردودية

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	000،2	379،76	190،38	044،8	**020،0**	*
Erreur	000،6	487،28	748،4			
Total corrigé	000،8	866،104				



وثيقة رقم 17 :اعمدة بيانية تمثل متوسط المردودية حيث T0 فيها (0 الفحم الحيوي+ 0 من مخلفات الأغنام) وT1 (4طن/ه من الفحم الحيوي + 40طن/ه من مخلفات الأغنام) و T2 (16طن/ه من الفحم الحيوي +40طن/ه من مخلفات الأغنام))

جدول رقم 20: تحليل post hoc tukey لقياس المردودية

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr >Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
T1 vs T2	113،7	998،3	068،3	**017،0**	Oui	654،1	571،12
T1 vs T0	053،4	278،2	068،3	135،0	Non	405،-1	512،9
T0 vs T2	059،3	720،1	068،3	273،0	Non	399،-2	518،8

تبين من خلال الشكل أعلاه أن هناك زيادة في T1 ونقصان في T2مقارنة بالشاهدT0 ، بحيث انه ليس هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعة T1 vs T0 و T2vsT0 حسب تحليل post hoc Tukey. فمن خلال تجربتنا توضح لنا أن كمية الفحم الحيوي المضافة في T1(4 طن /هكتار) أثرت إيجابيا على مردودية المحصول، والقيمة المضافة في المجموعة T2 (16 طن /هكتار) أحدثت تراجع في المردودية..

تعتمد نتيجة إضافة الفحم الحيوي على إنتاجية النبات على الكمية المضافة.

أبلغت العديد من الدراسات عن التأثير الايجابي لاستخدام الفحم الحيوي على غلة المحاصيل بمعدلات 5-50(لكل هكتار) مع إدارة المغذيات المناسبة **[28]** على عكس التجارب التي أجراها **[46]**. أدى إلى إنخفاض في غلة المحاصيل في تجربته مع تربة ناقصة المغذيات تم تعديلها بالفحم الحيوي بمعدل 165طن للهكتار. وبالتالي فإن التحكم في معدل تطبيق الفحم الحيوي ضروري لمنع التأثير السلبي له **[28]**.

الخاتمة

جاء بحثنا في دراسة تأثير الفحم الحيوي على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وكذا الميكروبيولوجية .وتسليط الضوء على أهميته على النبات.

كان النموذج النباتي الذي تم اختباره هو نبات الطماطم. أجريت التجربة في إحدى المزارع الخاصة بمنطقة قمار تشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن الفحم الحيوي يؤثر على الخصائص الفيزيائية للتربة عن طريق تخزين الماء في التربة والاحتفاظ بالرطوبة. كما يؤثر على الطبيعة الكيميائية للتربة عن طريق تعديل درجة الحموضة في التربة خاصة عند المعاملة T2 بها أقل نسبة، حيث أن الزيادة في كمية الفحم الحيوي لها تأثير أكبر على مستوى حموضه التربة. وعلى نبات الطماطم من حيث قطر الساق فكلما زادت المعالجة بالفحم الحيوي زاد قطر ساق النبات في حين لم يؤثر هذا الأخير على طول الساق أما بالنسبة للمردودية حققت زيادة عند المعاملةT1.

ومن اجل الخصائص الميكروبيولوجية للتربة ،تأثير الفحم الحيوي مهم في زيادة عدد المستعمرات من الفطريات وتنشيط الحياة الميكروبيولوجية . ،بحيث يوفر لها بعض الاحتياجات من كربون ورطوبة التي بدورها تساهم في تعزيز النبات ونموه.

كما يؤثر تركيز T1 في الخصائص البيو كيميائية لنبات الطماطم بحيث أن هناك زيادة في نسبة الكلوروفيل واللايكوبين والبيتا كاروتين وزيادة في نسبة الكربوهيدرات.

تشير هذه النتائج أن الفحم الحيوي له تأثير مثالي على مستوى الأس الهيدروجيني ورطوبة التربة وفطريات الميكورايزا بالإضافة إلى أن التركيز العالي من الفحم الحيوي يؤدي إلى نقص في إنتاجية نبات الطماطم و الخصائص البيوكيميائية لها.

وفي ضوء ما توصل إليه البحث من نتائج فأننا نوصي بما يلي:

- بمواصلة دراسة استخدامات وتطبيقات الفحم الحيوي على التربة لفهم تأثيره على خصائصها.
- التحقق من التركيز الأمثل للفحم الحيوي للخلط مع السماد.
- وتسليط الضوء على تأثير الفحم الحيوي على الخضر الورقية.

قائمة المصادر والمراجع

❖ **المصادر والمراجع بالعربية:**

[1] أثر السعة المزرعية على الكفاءة الإنتاجية والاقتصادية لمحصول الطماطم الشتوي في محافظة الوادي الجديد. قسم الدراسات الاقتصادية - شعبةالدراسات القتصاديةوالجتماعية-مركز بحوث الصحراء ،(10) ، p 447-78.

[2] **أحمد شيته** ،2022 ،ما هو فحم البستنه وكيف تستخدمه؟(الفحم الحيوي Biochar، عالم الزراعة)

[3] **خريبة، محمد عماد وغزال، إبتسام والعظمة، محمد فواز والعظمة، محمد فواز وشومان، وفاء**. 2016. تأثير المعاملة بلقاح من الميكوريزا الداخلية Endo-mycorrhizaeفي مؤشرات النمو و الإنتاج لنبات البندورة. المجلة العربية للبيئات الجافة،مج. 9، ع. 1-2، ص ص. 142-151 .

[4] **د.مهابه عبد المعطى السيد أحمد مهابه؛ د. محمد على محمد سكر**،2021 .

[5] **رنا سميع قاسم .د. مازن نصورا.د. سوسن هيفا**،2021. تأثير إضافة ماء الجفت والفحم الحيوي في نمو وإزهار وإنتاج الكورمات لنبات الفريزيا Freesia hybrida مجلة جامعة حماة ،vol.4 -No.21.

[6] **عباس حافظ إبراهيم** 2002، تشجيع نمو نبات الطماطم Lycopersicom esculentumبتلقيحها بنوعين من فطريات الميكوريزا، مجلة العلوم الزراعية العراقية 7: 74 - 82.

[7] **عبد الحكيم محمود** ،(2020) الفحم الحيوي يوفر مياه الري في التربة ويزيد خصوبتها. https://arsco.org/ article-detail-1765-8-0

[8] **عزة عبد الله** 2016.خصائص التربة ، كلية الآداب- جامعة بنها.

[9] مديرية المصالح الفلاحية لولاية الوادي 2023

[10] المغربي ص.، طويلم .و رزقب. (2013). دراسة تأثير فطور الميكورايزا على مرض ذبولورة المتسبب عن الفطر .Fusarium oxysporum مجلة جامعة تشرين - سلسلة العلوم البيولوجية ، العدد 35 (7).

[11] **وسام شاهين** .2023،ما هو الفحم الحيوي؟ وما فوائده الزراعية والاقتصادية والبيئية؟،تكنولوجيا الصناعةالحيوية.Biosystems

❖ **المصادر والمراجع باللغة الأجنبية:**

[12] **Allaire SE، Lange SF، Auclair IK، Quinche M، Greffard L (The Char Team)** (2015) Rapport : Analyse des propriétés de biochars. CRMR-2015-SA-3. Centre de Recherche sur les Matériaux

[13] Centre de Recherche sur les Matériaux Renouvelables، Université

[14] **Dalpé، Y**. (2005). Les mycorhizes: un outil de protection des plantes mais non une panacée. Phytoprotection، 86(1)، 53-59.

[15] **Day D، Evans RJ، Lee J W and Reicosky D**، 2005. Economical CO2، SOx، nd NOx capture from fossil-fuel utilization with combined renewable hydrogen production and large-scale carbon sequestration. Energy، 30، 2558-2579.

[16] **DJEMAI .A**،2018.EFFET DU BIOCHAR SUR QUELQUES PROPRIETES PHYSICO CHIMIQUESDES SOLS SALES.Tiaret ، Algeria ،Université Ibn Khaldoun-Tiaret Mém Magistèr ،e en Science

[17] DOI : 10.13140/RG.2.2.25450.41924.

[18] **Downie، A.، Crosky، A.، and Munrore، P**.، 2009 : Physical Properties of Biochar.

[19] du sol.

[20] **Duponnois، R.، Founoune، H.، Masse، D. & Pontanier، R**. (2005) Inoculation of Acacia holosericea with ectomycorrhizal fungi in a semi-arid site in Senegal: growth response and influences on the mycorrhizal soil infectivity after 2 years plantation. Forest Ecology and Management، 207: 351-362

[21] **Egli، S.، Brunner، I**. (2002). Les mycorhizes : Une fascinante biocénose en forêt. Notice pour le praticien، 35 : 1-8.

[22] **Ferrol، N.، Pérez-Tienda، J**. (2009). Coordinated nutrient exchange in arbuscular mycorrhiza. In Mycorrhizas-functional processes and ecological impact (pp. 73-87). Springer، Berlin، Heidelberg.

[23] **Gianinazzi – Pearson، V.; Dumas – Gaudot، E.; Gollotte، A.; Tahiri – Al – aoui، A. . Gianinazzi، S**. 1996. Cellular and molecular defense – related root responses to invasion by arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol. 133: 45-57.

[24] **Gul، S.، Whalen، J.K.، Thomas، B.W.، Sachdeva، V.، Deng، H**.، 2015. Physicochemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: Mechanisms and future directions. Agriculture، Ecosystems and Environment 206، 46–59

[25] **Helliwell .R**، 2015.Effect of biochar on plant growth،Arboricultural Journal 37(4):238-242،DOI:10.1080/03071375.2015.1125601.

[26] **In Gregory، P. J.** (2008). Plant roots: growth، activity and interactions with the soil. John Wiley & Sons، 318P.

[27] Jabborova، D.; Annapurna، K.; Paul، S.; Kumar، S.; Saad، H.A.; Desouky، S.; Ibrahim، M.F.M.; Elkelish، A.2021. Beneficial Features of Biochar and Arbuscular Mycorrhiza for Improving Spinach Plant Growth، Root Morphological Traits، Physiological Properties، and Soil Enzymatic Activities. J. Fungi 2021، 7، 571 jof7070571.

[28] **Jyoti ،R، J، Saxena ،Pankaj ،S** .(2019). Biochar: A Sustainable Approach for Improving Plant Growth and Soil Properties. Doi:10.5772 intechopen.82151

[29] **Krishnakumar،S; Balakrishnan، N; Muthukrishnan،R;Kumar ،S،R**. (2013).Myth and mystery of soil mycorrhiza.African Journal of Agricultural Research، 8(38)، pp. 4706-4717.10.5897/AJAR2013.7490

[30] **Lange SF، Allaire SE، Charles A.، Auclair، I.، Bajzak CE** (2018)

[31] **Laurin-Lanctôt،S**، 2015. Effet de l'amendement en biochar des sols biologiques pour une culture de tomates sous serre :Rétention en nutriments، activité biologique et régie de fertilisation.Mémoire،Maîtrise ès sciences (M.Sc.

[32] Laval et GECA Environnement، Québec، Qc، Canada، 60 p.

[33] **Lehmann J.** (2007) Bio-energy in the black. Front. Ecol. Environ 5:381-387.

[34] **Lehmann، J.، DUTHIL J.**، 1973. Elément d'écoligie et d'agronomie. Tome 2. Ed. Bailliére. 392p

[35] **Liu، X.H.; Zhang، X.C.**2012. Effect of Biochar on pH of Alkaline Soils in the Loess Plateau: Results from Incubation Experiments. Int. J. Agric. Biol. ، 14، 745–750

[36] **Loannou L.، Ghoul M.**، 2013 - prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables، universite de Lorraine، france

[37] **M. Kaleem Abbasi*، Ahsan Ali Anwar** ،2015.Ameliorating Effects of Biochar Derived fromPoultry Manure and White Clover Residues on Soil Nutrient Status and Plant growthPromotion - Greenhouse Experiments. Department of Soil & Environmental Sciences، Faculty of Agriculture، The University of Poonch، Rawalakot،Azad Jammu and Kashmir، Pakistan.

[38] **MEHDA .Y، BEDRA.A ،FEZZAI.S ،GHEDIERI.M**،2022.The influence of biochar amendment to sandy soils on the plant development.

ELOUED،AlgeriaUNIVERSITY Echahid Hamma Lakhdar – ELOUED،Mém Magistère in Crop production.

[39] **Miller. P**.، 1731 - The Gardeners DictionaryFirst editio ،n، London.

[40] **Muchovej، R. M.** 2002. Importance of Mycorrhizae for agricultural crops. Institute of Food and Agricultural Sciences، University of Florida. http: // www. edis. ifas. ufl. edu.

[41] **-Nedorost، L.، and R. Pokluda**. 2012. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on tomato yield and nutrient uptake under different fertilization levels. Acta univ. agric. et silvic Mendel، Brun، 8: 181-186

[42] **Nuez F**.، 1995 - Situación taxonómicadomesticació ،n y difusión de/ tomate.lD: Nuez، F. E cultivo de tomate.Madrid، Mundi-Prensa793. ،

[43] **Pro-Natura International.**2016. POUR UNE AGRICULTURE TRES PRODUCTIVE ET ECOLOGIQUE AVEC LE BIOCHAR [02/2016] Agriculture-biochar.pdf.

[44] Propriétés physicochimiques de 43 biochars. CRMR-2018-SA1.

[45] Renouvelables، Université Laval، Québec، Canada، 61 p

[46] **Rondon M، Lehmann J، Ramírez J، Hurtado M.**2007. Fixation biologique de l'azote par les haricots communs (Phaseolus vulgarisL.) augmente avec les ajouts de bio-char. Biologie et Fertilité des Sols. ;43:699-708.

[47] **Sadhana، B.** (2014). Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) as a biofertilizers—a review. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 3 (4)، 384–400

[48] **Sahraoui، A. L.** (2013). La Mycorhize à arbuscules: quels bénéfices pour l'homme et son environnement dans on contexte de développement durable?. Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie، 26، 06-19

[49] **Seminis،De Ruiter،(** 2017). TOMATO DISEASE FIELD GUIDE.

[50] Singh، R.، Babu، J.N.، Kumar، R.، Srivastava، P.، Singh، P.، Raghubanshi، A.S.، 2015. Multifaceted application of crop residue biochar as a

tool for sustainable agriculture: An ecological perspective. Ecological Engineering 77، 324–347.

[51] **Singh، R.، Babu، J.N.، Kumar، R.، Srivastava، P.، Singh، P.، Raghubanshi، A.S.،** 2015. Multifaceted application of crop residue biochar as a tool for sustainable agriculture: An ecological perspective. Ecological Engineering 77، 324–347.

[52] **Smith، S.E.، Read، D.J.** (1997) Mycorrhizal Symbiosis، 2nd edn. Academic Press، London، 605P.

[53] **Sohi، S. P**. (2012). Carbon storage with benefits. Science 338: 1034-1035

[54] **Toundou O**.، 2016 - Evaluation des caractéristiques chimiques et agronomiques de cinq composts de déchets et étude de leurs effets sur les propriétés chimiques du sol، la physiologie et le rendement du maïs (Zea mays L. Var. Ikenne) et de la tomate (Lycopersicum esculentum L. Var. Tropimech) sous deux régimes hydriques au Togo، Thèse Docteur، Universite De Lome En Cotutelle Avec L'universite De Limoges، Français.

[55] **Xie Z، Xu Y، Liu G، Liu Q، Zhu J، Tu C، et al**.2013. Impact of biochar application on nitrogen nutrition of rice، greenhouse-gas emissions and soil organic carbon dynamics in two paddy soils of China. Plant and Soil ;370(1-2):527-540

[56] **Yang، S.، Li، F.، Malhi، S. S.، Wang، P.، Dongrang، S.، Wang، J.** (2004). Long term fertilization effects on crop yield and nitrate nitrogen accumulation in soil in Northwestern China. Agron. J. 96، 1039–1049. doi: 10.2134/agronj2004.1039