وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جـــامعـــــــــة ديـــــالى
كليـــــة التربية للعلوم الصرفــة
قســــــم علـــــوم الحيـــاة

تأثير التسميد الحيوي بفطر *Glomus mosseae* وبكتريا *Bacillus subtilius* واضافة الكربون الحيويBiochare في نمو وحاصل نبات الشوندر *Beta vulgaris* L.

رسالة مقدمة إلى

مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة ديالى

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الحياة

من الطالب

احمد حامد فالح

بكالوريوس علوم الحياة /كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة بغداد 2001

بإشراف

أ.د رباب مجيد عبد

1446هـ **2025م**

الخلاصة

نفذت تجربة حقلية في أحد الحقول الزراعية التابعة قسم تربية و تحسين النبات / مركز البحوث الزراعية /هيئة البحث العلمي /وزارة التعليم العلمي والبحث العلمي , الواقعة في منطقة التويثة – قضاء المدائن خلال الموسم الشتوي 2023 , بهدف دراسة تأثير التسميد الحيوي بفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* وبكتريا *Bacillus subtillus* وأضافة الكربون الحيوي والتداخل بينهم في نمو وحاصل نبات الشوندر .L *Beta vulgaris* النامي ضمن ظروف الحقل . نفذت التجربة على وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized complete Block Design (RCBD) ، اذ تضمنت 8 معاملات 3مكررات لكل معاملة اي 24 وحدة تجريبية وكانت نتائج التجربة كمايأتي:

1–الصفات الحيوية: العوامل التسميد الحيوي, أظهر فطر المايكورايزا*G. mosseae* مقدرة واضحة على استيطان جذور نبات الشوندر، اذ كانت نسبة إصابة الجذور بفطر المايكورايزا 27.67% وشدة الإصابة 40.67%, وكانت عدد الابواغ لفطر المايكورايزا في التربة 31.0 بوغ.10غم تربة$^{-1}$.ازدادت جميع الصفات المايكورايزية المدروسة عند تداخل فطر المايكورايزا مع بكتريا *B. subtillus* وكانت 48.33% و 62.33% و, 70.0 بوغ.10غم تربة$^{-1}$ على التوالي. انخفضت الأعداد الكلية لبكتريا *B. subtillus* عند إضافة فطر المايكورايزا أو الكاربون الحيوي وذلك بالمقارنة بمعاملة إضافة البكتريا فقط .

2–صفات النمو الخضري: أظهرت النتائج التأثير الايجابي للتسميد الحيوي بفطر المايكورايزا *G. mosseae* وبكتريا *B. subtillus* والتسميد العضوي بالكاربون الحيوي والتداخل بينهم في صفات النمو الخضري لنبات الشوندر، إذ سجلت معاملة التداخل الثلاثي أعلى زيادة في ارتفاع النبات و المساحة الورقية و الوزن الطري والجاف للأجزاءالخضرية 75.92سم و 8558 سم^{2} و 702.3 غم. نبات$^{-1}$ و 72.70 غم. نبات$^{-1}$ على التوالي وذلك بالمقارنة مع معاملة السيطرة التي كانت 43.00 سم و 1325

سم^2 و 193.7غم. نبات$^{-1}$ و 18.44 غم. نبات$^{-1}$ على التوالي , فيما حققت معاملة التداخل بين فطر المايكورايزا والبكتريا أعلى متوسط في عدد الأوراق وكانت 29.30 ورقة.نبات$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة السيطرة التي سجلت 16.00 ورقة.نبات$^{-1}$

3-صفات النمو الجذري: أظهرت النتائج التأثير الايجابي للتسميد الحيوي بفطر المايكورايزا *G. mosseae* و بكتريا *B. subtillus* والتسميد العضوي بالكاربون الحيوي والتداخل بينهم في صفات النمو الجذري لنبات الشوندر , وحققت معاملة التداخل الثلاثي أعلى قيمة في طول الجذر و الوزن الطري الجذري 31.67 سم و 759.9 غم.نبات$^{-1}$ على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة التي كانت 17.37سم و 153.1 غم.نبات$^{-1}$ على التوالي ،أما معاملة اضافة الكربون الحيوي فقد حققت أعلى قيمه لقطر الجذر وكانت 132.0 ملم مقارنة بمعاملة السيطرة التي كانت 52.9 ملم ،أما صفة الوزن الجاف الجذري فقد حققت معاملة التداخل بين فطر المايكورايزا والبكتريا أعلى قيمة للوزن الجاف للجذر وكانت 68.20 غم.نبات$^{-1}$ مقارنة بمعاملة السيطرة التي كانت 16.65 غم.نبات$^{-1}$.

4-صفات الحاصل : كان قطر الجذور ضمن المقياس القابل للتسويق وقد سجلت جميع معاملات التسميد الحيوي وتداخلها مع التسميد العضوي مقياس 3 والذي يمثل الحجم الكبير للجذر الذي هو أكبر من 6.25 سم علما أن اقطار الجذور تراوحت بين 6.03 سم الى 13.20 سم . فيما يخص وزن الجذر فقد سجلت معاملة التداخل الثلاثي أعلى متوسط لوزن الجذر وحاصل الوحدة التجريبية و الحاصل الكلي وكانت 759.90 غم.نبات$^{-1}$ و 2279.70 غم.5م^2 و 1139.85 كغم. دونم$^{-1}$ على التوالي .مقارنة بمعاملة السيطرة التي كانت 126.60 غم.نبات$^{-1}$ و 379.80 غم.5م^2 و 189.90 كغم. دونم$^{-1}$ على التوالي .

5-الصفات الفسيولوجية : تشير النتائج إلى حصول انخفاض معنوي في تركيز الأوراق من الكلوروفيل الكلي عند التسميد الحيوي بفطر المايكورايزا *G. mosseae* و بكتريا *B. subtillus* والتسميد العضوي بالكاربون الحيوي والتداخل بينهم , بالمقابل ازدادت صبغة البيتاسيانين في الأوراق لبعض المعاملات وحققت معاملة تداخل فطر المايكورايزا مع الكاربون الحيوي أعلى تركيز لصبغة البيتاسيانين وكانت 29.05 ملغم.غم$^{-1}$, كذلك سجلت معاملة التداخل الثلاثي أعلى تركيز للصبغة في الجذور وكانت 40.45 ملغم.غم$^{-1}$ مقارنة بمعاملة السيطرة التي كانت 12.77 ملغم.غم$^{-1}$ ، كذلك أن نسبة الكربوهيدرات في الجذور لم تتأثر معنويا عند التسميد الحيوي أو العضوي أو التداخل بينهم , فيما ازدادت نسبة البروتين الكلي في الجذور, وقد تفوقت معاملة تداخل الكربون الحيوي مع البكتريا معنويا على بقية المعاملات وسجلت نسبة 17.84 % ، مقارنة بمعاملة السيطرة التي كانت 11.16 % ، اما محتوى الجذر من العناصر الغذائية الصغرى. فتشير النتائج إلى أن معاملة التداخل الثلاثي سجلت أعلى محتوى للحديد وكانت 209.9 ملغم.غم$^{-1}$ ، مقارنة بمعاملة السيطرة التي سجلت 164.0 ملغم.غم$^{-1}$ ، أما معاملة التسميد بالبكتريا سجلت أعلى تركيز للزنك وكانت 25.10 ملغم.غم$^{-1}$ مقارنة بمعاملة السيطرة وكانت 21.27 ملغم.غم$^{-1}$ ، أما المنغنيز فقد سجلت معاملة تداخل الكربون الحيوي مع البكتريا أعلى تركيز له في الجذور ، وكانت 72.67 ملغم.غم$^{-1}$ ، مقارنة بمعاملة السيطرة التي سجلت 23.70 ملغم.غم$^{-1}$.

1- المقدمة

إن نبات الشوندر أو ما يعرف باسم الشوندر *Beta vulgaris* L. ، من المحاصيل الزراعية التي تزرع على نطاق واسع في العالم، وهو من المحاصيل الشتوية التي تزرع لأجل الحصول على جذورها ، ويصنف ضمن المحاصيل الجذرية ،رغم ان الجزء الذي يؤكل ،عبارة عن سويقه جينية سفلى متضخمة (hypocotyl) وهي الجزء العلوي من الجذر الوتدي ، لما له ، من قيمة غذائية وصحية فهو يحتوي على الكربوهيدرات والأملاح المعدنية والأحماض العضوية و الفيتامينات منها C, B1, B2, B5 , B6, P والكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والماليك والستريك والأوكساليك واللاكتيك ، إلى جانب أحماض البيوتين والفوليك ، والأهم من ذلك أن الشوندر يحتوي على البوتاسيوم بنسبة مناسبة للبشر, فضلا عن العديد من المركبات ذات الفوائد الطبية ، اذ يعُد علاجاً فعالاً لحالات فقر الدم ،كذلك يدخل في العديد من الصناعات الغذائية والتجميلية (Ceclu و Nistor , 2020).

إن الزيادة الحاصلة في عدد سكان العالم والتي من المتوقع ان يصل الى 9 مليار نسمة بحلول عام 2023وفقا لتقرير منظمة الغذاء والزراعة Food and Agricultural Organization (FAO). ونتيجة لذلك يجب توفير كمية كافية من الغذاء والأعلاف والمنتجات الزراعية. ولسد النقص الحاصل في المنتجات الزراعية ،لذا يلجا المزارعون إلى استخدام الأسمدة الكيمياوية من أجل زيادة نمو النبات بكفاءة وسرعة لتلبية الطلب الغذائي إلا أن الاستخدام المفرط للأسمدة الكيميائية يؤدي إلى التلوث البيئي و تغير المجتمع الحيوي و التركيب الفيزيائي و الكيميائي للتربة وانخفاض الإنتاجية الزراعية ، وفضلا عن تسببها في العديد من المخاطر الصحية (Harman وآخرون ,2021 ; Chaudhary وآخرون ,2023) .لذلك انتشر في العقود الاخيرة استعمال الأسمدة الحيوية والتي تعد أحد المكملات السمادية التي اثبتت نجاحها وفعاليتها في تحسين نمو وحاصل النبات ، مع المحافظة على النظام البيئي من التلوث أو

حصول أي تغير سلبي فيزيائي أو كيميائي أو حيوي بوصفها صديقة للبيئة ، كذلك فأنها غير مكلفة اقتصاديا (Pahalvi وآخرون ,2021).

أن الأسمدة الحيوية المايكورايزية المتمثلة بفطريات المايكورايزا الشجيرية Arbuscular Mycorrhizae والتي تعرف اختصارا بفطريات AM ، يعدُ أفضل مثال للأسمدة الحيوية التكافلية Biofertilizers Symbiotic ، التي يتم إنتاجها بصورة طبيعية ، وتكون فطريات المايكورايزا الشجيرية واسعة الانتشار في مختلف البيئات الزراعية ، وهي جزءاً من النظام البيئي الزراعي (السامرائي والتميمي, 2018) . تعمل فطريات المايكورايزا على تجهيز النباتات بالعناصر الغذائية الكبرى والصغرى بصورة مباشرة وغير مباشرة ، وتحسين نموه في الترب الفقيرة بالمغذيات ولاسيمًا الفسفور، كذلك تعمل على تأمين حماية النبات من الإصابة بالمسببات المرضية (Shafiei وآخرون,2022; Al-Zubaidi و Al-Naji ; 2023, Shammari وآخرون ,2024).

كذلك تعُد البكتريا المحفزة لنمو النبات Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). من أكثر الأسمدة الحيوية استخداما في مختلف انحاء العالم و تضم العديد من الانواع المستوطنة في رايزوسفير التربة ، ومنها بكتريا *Bacillus subtilis* المعروفة بقدرتها على تحرير البوتاسيوم من معادن السليكا في التربة ، فضلا عن قدرتها على تحسين نمو وانتاجية العديد من المحاصيل الزراعية بشكل مباشر، من خلال تعزيز امتصاص العناصر الغذائية N, P, K, وغيرها من العناصر الغذائية وإنتاج الهرمونات النباتية ، أو بصورة غير مباشرة من خلال تثبيط مسببات الأمراض واستحثاث مقاومة النبات (Verma وآخرون,2017; Vishwakarma وآخرون,2024) .

في لدراسات الحديثة يعُد الفحم الحيوي او الكاربون الحيوي Biochar من الإضافات الفعالة للتربة لأنه يزيد من الإنتاجية الزراعية ، كذلك يسهم في التقليل من سمية المعادن الثقيلة في التربة بالتالي تعزيز نمو النباتات التي تتعرض للإجهاد بسبب المعادن الثقيلة (Khan وآخرون, 2022 ; Kotby وآخرون , 2023). أشارت عدة دراسات إلى أن إضافة الكربون الحيوي إلى التربة تعُد خياراً جيداً لإصلاح عدة

مشاكل في الترب منها التأكل والتعرية نتيجة قلة الغطاء النباتي وانخفاض محتوى التربة من الكاربون ، فضلا عن تعديل حموضة التربة وزيادة خصوبتها وتحسين جودة التربة ونسجتها (Ahmad وآخرون ,2016; Palansooriya وآخرون ,2019) . كذلك وجد أن إضافة الكربون الحيوي إلى التربة يسهم في تحسين نمو النبات سواء النامي ضمن الظروف الطبيعية أو النامي تحت الاجهاد الحيوي و اللاأحيائي من خلال عدة اليات منها تعزيز التنوع الميكروبي ، وزيادة جاهزية المغذيات في التربة ، و تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة أو تحفيز الانتشار الميكروبي ،و تحسين دفاعات النبات المضادة للأكسدة وهي ميزة واضحة لنمو النبات في ظل ظروف الإجهاد (Martínez-Gómez وآخرون ,2022) .

ونظرا لعدم وجود دراسات عن تطبيقات التسميد الحيوي وإضافة الكربون الحيوي Biochar في نمو نبات الشوندر في العراق هدفت الدراسة الحالية إلى :-

1- دراسة استيطان فطر المايكورايزا *G. mosseae* وبكتريا*B. subtillus* لرايسوسفيروجذور نبات الشوندر . *Beta vulgaris* L. .

2- دراسة تأثير التسميد المنفرد بفطر المايكورايزا *G. mosseae* وبكتريا *B. subtillus* و التداخل مع الكربون الحيوي في صفات نمو وحاصل نبات الشوندر *Beta vulgaris* L. .

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University of Diyala
College of Education for Pure Science

Department of biology

Effect of biofertilization with *Glomus mosseae* fungus, *Bacillus subtilis* bacteria and adding Biochar and their interaction on the growth and yield of *Beta vulgaris* L. plant

Athesis

Submitted to the council College of Education for Pure Sciences/university / of Diyala as Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of master in Biology

By

Ahmed Hamed Faleh

Bachelor of Life Sciences / College of Education for Pure Sciences / University of Baghdad 2001

Supervised by

Prof. Dr. Rabab Majead Abed

2025A.C **1446A.H**