تأثير نوع ومدة تعايش المايكورايزا الشجيرية في نمو نبات الطماطة

مهدي صالح ياسر العتابي* ثامر عبد الشهيد محسن**

الملخص

هدفت الدراسة الحالية، الى تقويم تأثير ثلاثة أنواع من فطريات المايكورايزية الشجيرية (*Glomus etunicatum*، *G. leptotichum* ، *Rhizophagus intraradices*) وخليطيهما الثنائي والثلاثي والمادة العضوية باستعمال الأصص في البيت البلاستيكي في نمو نبات الطماطة بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة. بينت نتائج المحددات المايكورايزية زيادة معنوية في النسبة المئوية للتردد المايكورايزي والوزن الجاف للجذور المايكورايزية (غم. نبات$^{-1}$) والمادة العضوية في معاملات المايكورايزا المفردة وخليطها الثنائي والثلاثي والمادة العضوية جميعها بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة، وكانت أعلى نسبة مئوية للتردد المايكورايزي وزيادة الوزن الجاف للجذور المايكورايزية والمادة العضوية في معاملة الخليط المايكورايزي الثلاثي مقارنة مع باقي المعاملات وكذلك النتائج بعد ثمانية أسابيع زراعة أعلى من أربعة أسابيع. واظهرت دراسة الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري (غم) والمادة العضوية وجود زيادة معنوية في المعاملات المفردة وخليطهما الثنائي والثلاثي بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة مقارنة مع معاملة السيطرة ، وكانت أعلى زيادة في الوزن للمجموعتين الخضري والجذري للنبات في معاملة الخليط المايكورايزي الثلاثي والمادة العضوية مقارنة مع باقي المعاملات وبعد ثمانية أسابيع زراعة أعلى من أربعة أسابيع من الزراعة. كما تسببت معاملات المايكورايزا المفردة وخليطها الثنائي والثلاثي والمادة العضوية جميعها بعد ثمانية أسابيع من الزراعة زيادة معنوية أيضا في عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم (NPK) وكذلك البروتين في جذور نبات الطماطة وكانت معاملة الخليط الثلاثي للعناصر والبروتين كافة أعلى من باقي المعاملات.

المقدمة

ان أهمية إستعمال الأسمدة الحيوية **Biofertilizers** تأتي لتقليل استعمال الأسمدة الكيميائية وتكتسب أهمية بيئية خاصة في العراق، إذ تتصف معظم ترب البلاد بمحتواها العالي من كاربونات الكالسيوم وارتفاع **pH** نسبياً ولهذا فإن من خصائص هذه الترب قابليتها العالية على تثبيت الفوسفات في التربة بشكل فوسفات الكالسيوم التي تؤدي بالنتيجة الى إرتفاع نسبة الفسفور الكلي وانخفاض الفسفور الجاهز في التربة، ونتيجة لذلك فإن معظم الفسفور المضاف كأسمدة فوسفاتية يتحول الى فسفور غير جاهز ومثبتاً في التربة (**17**). إن من اهم الأسمدة الحيوية الفطرية هي فطريات المايكورايزا (**16**). تساهم المايكورايزا في زيادة جاهزية العناصر الغذائية وخاصة الفسفور في الترب التي تعاني من نقص الفسفور فضلاً عن عملها في القيام بتحسين المجموع الجذري للنبات بزيادة حجم ووزن الجذر والشعيرات الجذرية وبالتالي تحسين امتصاص الماء والاملاح المعدنية والنايتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت والحديد والمنغنيز والنحاس والزنك (**25**،**29**). مما يحسن من معايير النمو وبالتالي يساعده في مقاومة الممرض (**9**)، بالاضافة الى عملها في تحفيز النبات على احداث تغييرات مظهرية في الجذور وتكوين حواجز دفاعية تركيبية مثل اللكنين والبرولين والمركبات الفينولية ومركبات أخرى وزيادة في نشاط الانزيمات المختلفة مما يؤدي الى خفض معنوي في شدة المرض (**10**).

*دائرة البستنة، وزارة الزراعة،بغداد،العراق.

**كلية التربية للعلوم الصرفة (إبن الهيثم) ، جامعة بغداد،بغداد،العراق.

إن لفطريات المايكورايزا عملاً مهماً في تحسين العلاقات المائية والاقتصاد بكمية مياه الري من خلال زيادة كفاءة الجذور في امتصاص المياه من التربة فضلاً عن عملها في زيادة مقاومة النبات العائل للجفاف والملوحة (28).

هنالك العديد من الدراسات أجريت بصدد فعالية المايكورايزا الشجيرية في تحسين تغذية النباتات بصورة عامة ونبات الطماطة بالذات من خلال زيادة طول النبات ووزنه الجاف والطري وزيادة مساحة الأوراق وغيرها من مؤشرات النمو الأخرى (25). أوضح Ramakrishnan وSelvakumar (21) ان الخليط المايكورايزي يزيد من عملية البناء الضوئي وسحب العناصر من المايكورايزا والتربة وهذه تؤدي الى تغيرات تركيبية وكيموحيوية في النبات عموما وخلايا الجذر خصوصا مما يؤدي الى زيادة التاثير. كما أكد Manila (16) وجود زيادة معنوية لعدد من مؤشرات النمو في النبات عند أستعمال اكثر من نوع مايكورايزي. وأشار Amerian وجماعته (3) ان وجود الخليط المايكورايزي يزيد من معدل تثبيت Co_2 مما يؤدي الى زيادة البناء الضوئي والنسبة المئوية للاصابة المايكورايزية. أظهرت دراسة Takacs وجماعته (26) في البيت الزجاجي زيادة العناصر الغذائية NPK في نباتات الطماطة المايكورايزية باستعمال انواع مختلفة من جنس *Glomus* فضلاً عن زيادة المحددات المايكورايزية F% و وجذور نباتات الطماطة المايكورايزية. أظهرت النتائج زيادة معنوية في ارتفاع النبات وطول الجذر والوزن الطري والجاف للجزء الخضري والجذور عند استعمال جنسين من المايكورايزا الشجيرية (2).

تعمل اضافة المادة العضوية والمايكورايزا الى التربة المزيجية الطينية على زيادة ثباتية تجمعات التربة وزيادة نشاط وفعالية المايكورايزا (8)، كما ان اضافة المادة العضوية للتربة وتلقيح النباتات بالمايكورايزا تؤدي الى تطور العلاقة بين العائل والمايكورايزا مما يؤدي الى انتشار ونمو كثيف للخيوط المايكورايزا وانتشارها بين دقائق التربة وتكوين تجمعات ثابتة بالاضافة الى عمل المايكورايزا في تحليل المواد العضوية وتكوين مركبات مختلفة تكون مصدر لتغذية النبات (22).

ونظراً للعمل الحيوي التي تقوم به الأنواع المختلفة من المايكورايزا الشجيرية والمادة العضوية في تحسين بيئة التربة الذي ينعكس ايجابياً على نمو النباتات وتحسين الانتاج لذا أثرنا ان تكون دراستنا الحالية في بعض المحددات المايكورايزية وبعض الصفات الفسلجية للنبات وعناصر NPK والبروتين.

المواد وطرائق البحث

تنشيط واكثار المايكورايزا

أجريت هذه الدراسة في موقع الزعفرانية للمدة من عام 2015 لغاية 2016 م وتم الحصول على السماد الحيوي(البادىء الفطري) لثلاثة أنواع من المايكورايزا الشجيرية (AM) *Glomus etunicatum*، *G. leptotichum* و *Rhizophagus intraradices* من قسم البحوث والدراسات / دائرة البستنة / وزارة الزراعة، أحتوى هذا السماد على أبواغ وغزل فطري وجذور مصابة في تربة مزيجية جافة مفحوصة مسبقاً، تم فحص اللقاح (السماد الحيوي) للتأكد من وجود الأبواغ الفطرية بطريقة النخل الرطب والتصفية حسب طريقة Gerdemann وNicolson (11). حضرت تربة مزيجية من شاطىء دجلة في منطقة الزعفرانية وتم غسلها حسب طريقة Davies وLinderman (5) للحصول على تربة فقيرة بالمغذيات ، وعقمت التربة بافرن الكهربائي لمدة ساعتين بدرجة حرارة 160 م° حسب طريقة Louis وLime (13) للتخلص من الأحياء المجهرية وأجناس المايكورايزا المستوطنة فيها. تم تنشيط الأنواع المايكورايزية الثلاثة عن طريق وضع 50 غم من اللقاح الخليط طبقة الوسادة منها في أصص حاوية على تربة معقمة وفقيرة المغذيات وحاوية على صخر فوسفاتي مركز وزرعت فسقة البصل المعقمة لمدة ثلاثة أشهر وحسب طريقة Pairunan وجماعته (20)، ثم أضيف المحلول المغذي المحضر وحسب طريقة Davies وجماعته

(7)، سقيت الأصص بالماء المعقم على أساس 50% من السعة الحقلية، صبغت جذور نبات البصل بصبغة الفوكسين الحامضي للتأكد من الأستيطان المايكورايزي للجذور وتنشيطها وحسب طريقة **Kormanik** وجماعته (12).

التجربة في البيت البلاستيكي

تمت تهيئة 120 كغم تربة معقمة بواسطة الفرن الكهربائي بدرجة حرارة 160 °م وزعت في 24 أصيص وبمعدل ثمانية 8 معاملات مع السيطرة وبثلاثة مكررات لكل معاملة، ثم أضيف السماد الفطري المحضر مسبقاً لكل أصيص بطريقة الوسادة بعمق 3 سم حسب ماذكره **Owusu-Bennoah** و**Mosse** (19)، وذلك باضافة 50 غم من السماد الفطري للمايكورايزا لكل أصيص بلاستيكي معقم ومثقب وحاو على 4.900 كغم تربة مزيجية معقمة بعد خلطه مع 5 غم من صخر الفوسفات $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$ بتركيز 12%، وتم خلط المادة العضوية (البتموس) المعقمة بنسبة 1.5% على اساس الوزن بكمية 75غرام للأصيص الواحد ، ثم غطيت بوزن مماثل من التربة المعقمة لكل أصيص قبل الزراعة لثلاثة أنواع وهي ***G.etunicatum*** و ***R.intraradices*** و ***G. leptotichum*** بصورة منفردة ومختلطة ثنائياً وثلاثياً ، أما معاملة السيطرة فقد مزج 5 غم من صخر الفوسفات مع 50 غم من التربة المزيجية المعقمة، ثم أضيف المحلول المغذي الخالي من الفسفور الى المعاملات جميعها بحجم 25 مل قبل يومين من الزراعة وخلط جيداً مع التربة، وبعد أسبوعين من الزراعة أضيف الحجم نفسه من المحلول المغذي لكل أصيص (30)، زرعت بذور الطماطة وبمعدل 20 بذرة لكل أصيص بعد تعقيمها، ثم غطيت بـ 50 غم من التربة المزيجية المعقمة، وسقيت الأصص بكمية 750 مل من الماء المعقم لكل منها (نصف السعة الحقلية)، وتمت متابعة النباتات وسقيت كلما دعت الحاجة لضمان بقاء التربة رطبة، وخضعت النباتات تحت ظروف البيت البلاستيكي.

حساب المحددات المايكورايزية واختبار كفاءة الإصابة

أخذت ستة نماذج جذور من كل معاملة بعد أربعة أسابيع (4W) وثمانية أسابيع (8W) زراعة ، وفحصت الجذور المصابة بالمايكورايزا بأخذ 30 قطعة عشوائية من الجذور (لكل معاملة مايكورايزية) وبطول 1سم وصبغت بصبغة **Acid Fuchsin** وحسبت النسبة المئوية للاصابة المايكورايزية ووزن الجذور المايكورايزية وكما يأتي:

أ– النسبة المئوية للإصابة المايكورايزية للنظام الجذري

قُدرت النسبة المئوية للإصابة المايكورايزية للنظام الجذري (4) بالاعتماد على القانون التالي:

$$\text{النسبة المئوية للإصابة} = \frac{\text{عدد القطع الجذرية المصابة بالمايكورايزا}}{\text{العدد الكلي للقطع الجذرية}} \times 100$$

ب–وزن الجذور الجافة المايكورايزية (غم. نبات$^{-1}$)

حسبت من حاصل ضرب النسبة المئوية للإصابة المايكورايزية × الوزن الجاف للمجموع الجذري غم . نبات$^{-1}$(20).

دراسة الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري للنبات وقياس NPK والبروتين

أ– الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري (غم)

أخذ الوزن الطري للمجموع الخضري والجذري للنباتات المنتخبة من كل وحدة تجريبية كلا على حدة (أربعة اسابيع وثمانية أسابيع) ووضعت بعدها في درجة حرارة 70°م لحين ثبات الوزن ولمدة 72 ساعة، حسب بعدها الوزن الجاف للنباتات وقسم على عددها واستخرج المعدل.

ب–تقدير النسبة المئوية للعناصر الكبرى (NPK) في الجذور

أخذت العينات النباتية بعد ثمانية أسابيع زراعة من الجذور بالماء الإعتيادي ثم بالماء المقطر وجففت على درجة حرارة 70^0م باستعمال المجفف الكهربائي حتى ثبات الوزن ثم طحنت وخلطت بصورة متجانسة وهضمت حسب الطريقة المقترحة من قبل **Agiza** وجماعته (**1**)، وقُدرت العناصر حسب طريقة **Tandon** (**27**).

تقدير النسبة المئوية للبروتينات في الاوراق والجذور

قدرت النسبة المئوية للبروتين في الجذور بعد ثمانية أسابيع زراعة على أساس النتروجين.

التحليل الإحصائي

تم تحليل البيانات باستعمال البرنامج **SAS– Statistical Analysis System** (**23**) لدراسة تأثير العوامل المدروسة وفق تجارب عامليه بالتصميم العشوائي الكامل للصفات المدروسة وذلك باختلاف التجارب التي تم تطبيقها في هذه الدراسة، وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار أقل فرقاً معنوياً (**Least significant difference-LSD**).

النتائج والمناقشة

الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة

أشارت النتائج ان قيمة الرقم الهيدروجيني **(pH)** كانت متعادلة (**7.05**) والايصالية الكهربائية في عجينة التربة كانت **(0.4)** ديسيمول. مل$^{-1}$، في حين كانت النسبة المئوية منخفضة للمادة العضوية والنتروجين الكلي والفسفور الكلي ،اذ بلغت **(0.24** و **0.070** و**0.075%**) على التوالي ، كذلك الحال بخصوص الايونات الجاهزة كالنتروجين والفسفور والبوتاسيوم فقد كانت منخفضة إذ سجلت قيم (**15** و**20** و**96**) ملغم. كغم$^{-1}$ تربة على التتابع وكذلك الأيونات الموجبة الذائبة (كالسيوم ومغنيسيوم وصوديوم) والأيونات السالبة الذائبة (بيكاربونات وكبريتات وكلوريدات) إذ بلغت (**1.5**، **1.0**، **2.83**، **1.0**، **1.0** و **4.1**) مليمول. لتر$^{-1}$ على التوالي، بينما مفصولات التربة للطين والغرين والرمل فكانت (**100** و **20** و **880**) غم. كغم$^{-1}$ تربة على التوالي.

ان غسل التربة قد قلل من معظم الأملاح الموجودة مما أدى إلى إن قيمة الايصالية الكهربائية بلغت (**0.4**) ديسيمول. مل$^{-1}$ وتكون مناسبة لمعظم المحاصيل الزراعية وهذا ما اشار اليه **Liao** وجماعته (**14**)، اما عناصر النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم فكانت منخفضة جداً بسبب غسل التربة قبل الزراعة وهذا يعطي فرصة لنمو المايكورايزا الشجيرية وكذلك الحال بخصوص العناصر الأخرى مثل الصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والبيكاربونات، إذ ان استخدام التربة بدون غسل قد يؤدي الى تثبيط فطريات المايكورايزا في الاصابة والنمو (**6**)، وقد عدلت كمية العناصر وخاصة الفسفور عند اضافة المحلول المغذي اثناء الزراعة لضمان توفير كمية مناسبة من العناصر لضمان السيطرة على كمية المغذيات وهذا يتفق مع **Yildiz** (**30**)، وذلك لان التربة بعد الغسل أصبحت اكثر ملائمة للاستيطان المايكورايزي من التربة قبل الغسل وهذا يتفق مع ما توصل اليه **Utobo** وجماعته (**29**) الذين اكدوا ان المايكورايزا تفضل النمو في الترب الفقيرة بالعناصر الغذائية وخاصة نقص عنصر الفسفور.

تأثير المعاملات المايكورايزية الشجيرية والمادة العضوية في بعض المحددات المايكورايزية

تمت دراسة تاثير المعاملات المايكورايزية الشجيرية والمادة العضوية في بعض المحددات المايكورايزية التي تضمنت النسبة المئوية للاصابة المايكورايزية ووزن الجذور الجافة المستوطنة بالمايكورايزا لنبات الطماطة بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة.

اشارت نتائج جدول (1) حصول زيادة معنوية في النسبة المئوية للاصابة المايكورايزية والمادة العضوية في معاملات فطريات المايكورايزا الشجيرية المفردة كافة وخليطها الثنائي والثلاثي أربعة وثمانية أسابيع زراعة اذ بلغت أعلى النسب في الخليط الثلاثي (*R. intraradices + G.leptotichum +G.etunicatum*) تلاه الخليط الثنائي (*G.leptotichum + R.intraradices*) وكانت أقل النسب في المعاملة المفردة (*G. etunicatum*) وظهرت النسب (95.44 و 87.15 و64.69 %) على التوالي بعد ثمانية أسابيع (8W) مقارنة بالمعاملات نفسها التي بلغت (66.89 و 59.11 و37.55 %) على التوالي بعد أربعة أسابيع زراعة (4W).

جدول 1: تأثير معاملات المايكورايزا الشجيرية في النسبة المئوية للاصابة المايكورايزية في جذور نبات الطماطة بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة

أنواع المايكورايزا	عدد أسابيع	الزراعة	تاثير أنواع المايكورايزا
	أربعة أسابيع زراعة	ثمانية أسابيع زراعة	في التربة المخلوطة بالمادة العضوية
G.etunicatum	37.55	64.69	51.12
R. intraradices	45.15	73.88	59.52
G.leptotichum	42.33	68.99	55.66
G. etunicatum+ R. intraradices	56.44	84.33	70.39
G. etunicatum+G. leptotichum	48.59	76.11	62.35
G. leptotichum + R. intraradices	59.11	87.15	73.13
G. etunicatum + G. leptotichum + R. intraradices	66.89	95.44	81.17
LSD(0.05)	10.546		4.487
معدل عدد الاسابيع	50.87	78.66	
LSD (0.05)	7.836		

تتفق هذه النتائج مع عدد من الدراسات التي أشارت الى اختلاف فعالية واستيطان الأنواع المختلفة من فطريات المايكورايزا المفردة وخليطها وأشارت أغلب هذه الدراسات الى كفاءة الخليط المايكورايزي الشجيري مقارنة بالمعاملات المفردة للانواع المايكورايزية والذي يعود الى الدور التازري بين الأنواع وزيادة في تزويد النبات بالعناصر مثل NPK وCu وZn وغيرها من العناصر وكذلك الماء وتاثيره في زيادة الاستيطان المايكورازي مما يعود بالفائدة على النبات اكثر مما يؤديه النوع المايكورايزي المفرد وبالتالي زيادة عملية البناء الضوئي وتزويد المايكورايزا بالكاربون العضوي بكميات اكبر من الأنواع المفردة بالاضافة الى امتلاك الأنواع المختلفة من المايكورايزا الشجيرية تاثيرات مختلفة على نمو النبات المضيف مما يؤدي الى زيادة المستعمرات المايكورايزية (8)،(21) و(25) ، كما ان غسل التربة قد قلل من محتواها للعناصر الغذائية وخاصة الفسفور مما حسن من أداء وعمل المايكورايزا ، فضلاً عن ان تعقيم التربة قد يكون له عمل في تنشيط المايكورايزا بسبب قتل الاحياء التي قد تنافس المايكورايزا على الغذاء او المكان مما قد يؤدي بالنهاية الى زيادة النسبة المئوية للاصابة المايكورايزا (3) و(16) ، وان اضافة المادة العضوية مع الخليط المايكورايزي قد زاد من الاستيطان المايكورايزي وهذا ماشار اليه Oehl وجماعته (18).

إن تاثير المعاملات المايكورايزية المختلفة في وزن الجذور الجافة المايكورايزية اتضح من جدول (2) وجود زيادة معنوية في الوزن الجاف للجذور المايكورايزية الشجيرية (غم. نبات$^{-1}$) طماطة والمادة العضوية للمعاملات المفردة والخليط الثنائي والثلاثي، إذ أعطت المعاملات المفردة إلى اقل الأوزان مقارنة بمعاملات الخليط الثنائي ومعاملة الخليط الثلاثي، فقد أعطت المعاملة المفردة *G. etunicatum* اقل وزنين وصلا الى (0.160 و 0.919)

غم على التوالي مقارنة بمعاملة الخليط الثلاثي الذي سجل أعلى وزنين وصلا الى (**0.805** و **4.890**)غم على التوالي بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة.

جدول**2**: تأثير معاملات المايكورايزا الشجيرية في وزن الجذور الجافة المايكورايزية (غم. نبات$^{-1}$) طماطة بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة

أنواع المايكورايزا	أربعة أسابيع زراعة	ثمانية أسابيع زراعة	معدل تاثير أنواع المايكورايزا في التربة المخلوطة بالمادة العضوية
G.etunicatum	**0.160**	**0.919**	**0.540**
R. intraradices	**0.265**	**1.630**	**0.948**
G.leptotichum	**0.222**	**1.190**	**0.706**
G. etunicatum+ R. intraradices	**0.466**	**2.750**	**1.583**
G. etunicatum+G. leptotichum	**0.339**	**1.866**	**1.103**
G. leptotichum + R. intraradices	**0.599**	**3.655**	**2.127**
G. etunicatum + G. leptotichum +R. intraradices	**0.805**	**4.890**	**2.848**
LSD(0.05)	**1.026**		**0.382**
معدل عدد الاسابيع	**0.408**	**2.414**	–
LSD(0.05)	**0.831**		–

يعزي زيادة وزن الجذور الجافة المايكورايزية في الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي مقارنةً بالثنائي والمفرد للمايكورايزا الى ان الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي يزود النبات بالعناصر الغذائية الأساس مثل **NPK** وغيرها من العناصر والمواد الأخرى بكميات كبيرة ويحسن نمو النبات ويزيد من عملية البناء الضوئي وغيرها من العمليات الحيوية الأخرى في النبات وبالمقابل يحصل على كميات اكبر من الكاربون العضوي فتزداد المستعمرات المايكورايزية في الجذور وتزويد النبات بالعناصر الغذائية والماء وغيرها وبالتالي زيادة في النسبة المئوية للتردد المايكورايزي والتي تنعكس ايجابياً على زيادة وزن الجذور المايكورايزية لوجود علاقة طردية بينهما وللاسباب المذكورة سابقاً يزداد وزن الجذور المايكورايزية في الخليط اكثر من باقي الأنواع، كذلك غسل التربة قد أدى الى وجود الفسفور بكميات قليلة مما حسن من نشاط الخليط المايكورايزي وذلك لنقص العناصر في التربة والتي تزيد من نسبة التردد المايكورايزي والذي يتناسب طردياً مع زيادة وزن الجذور المايكورايزية وهذا يتفق مع ما ذكره **Al-Azawy** (**2**)، **Daynes** وجماعته (**8**) و**Takacs** وجماعته (**26**)، وعموماً فقد أكد **Maherali** و**Klironomos** (**15**) ان الفعاليات التي تقوم بها المايكورايزا تختلف باختلاف نوع وجنس الفطر المايكورايزي فضلاً عن ذلك فان جمع أكثر من نوع مايكورايزي يعطي فاعلية أعلى للنبات العائل من الفطر المايكورايزي المفرد ، وقد أزداد الوزن الجاف للجذور المايكورايزي عند اضافة المادة العضوية نتيجة تطور العلاقة بين العائل والمايكورايزا مما يؤدي الى انتشار ونمو كثيف للخيوط المايكورايزا وانتشارها بين دقائق التربة وتكوين تجمعات ثابتة بالاضافة الى عمل المايكورايزا في تحليل المواد العضوية وتكوين مركبات مختلفة تكون مصدراً تغذية النبات وهذا ماأكده **Rillig** وجماعته (**22**).

المعاملات المايكورايزية الشجيرية والمادة العضوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري

دُرس تأثير المعاملات المايكورايزية الشجيرية والمادة العضوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والوزن الجاف للمجموع الجذري لنبات الطماطة بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة وكما يأتي:

أظهرت نتائج جدول (3) زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم) لنبات الطماطة والمعامل بالمايكورايزا الشجيرية المفردة والثنائية والثلاثية والمادة العضوية مقارنة مع معاملة السيطرة خلال مدة التجربة، وصلت القيم في الخليط الثلاثي أقصاها طول مدة التجربة (2.80 و 8.00) غم في اثناء الأسابيع (4W و 8W) على التوالي مقارنة بأقل القيم في معاملة السيطرة (1.10 و 2.80) غم على التوالي واثناء الاسابيع نفسها.

جدول3: تأثير معاملات المايكورايزا الشجيرية في الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم) لنبات الطماطة بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة

أنواع المايكورايزا	عدد أسابيع أربعة أسابيع زراعة	الزراعة ثمانية أسابيع زراعة	معدل تاثير أنواع المايكورايزا في التربة المخلوطة بالمادة العضوية
Control	1.10	2.80	1.95
G.etunicatum	1.48	3.75	2.62
R. intraradices	1.75	5.20	3.48
G.leptotichum	1.62	4.44	3.03
G. etunicatum+ R. intraradices	2.20	6.30	4.25
G. etunicatum+G. leptotichum	1.90	5.77	3.84
G. leptotichum + R. intraradices	2.55	7.10	4.83
G. etunicatum + G. leptotichum +R. intraradices	2.80	8.00	5.40
LSD(0.05)	0.703		0.271
معدل عدد الاسابيع	1.93	5.42	
LSD(0.05)	0.544		

كما أظهر جدول (4) وجود تأثير معنوي للمعاملات المايكورايزية الشجيرية والمادة العضوية في الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم) في نبات الطماطة للمعاملات المفردة والخليطين الثنائي والثلاثي، إذ سجلت معاملة الخليط الثلاثي والمادة العضوية أعلى الوزنين وصلا الى (1.77 و 7.07) غم على التوالي بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة تلته معاملة الخليط الثنائي (*G.leptotichum + R. intraradices*) والمادة العضوية وكمايأتي (1.55 و5.70) غم على التوالي مقارنة مع معاملة السيطرة التي كانت (0.30 و1.00) غم على التوالي وللمدة نفسها.

ان تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي في بعض مقاييس النموالخضري والجذري هذه والتي أعطت أعلى القيم مقارنة بالمعاملات المايكورايزية الأخرى ومعاملة السيطرة قد تعزى الى التاثير التازري للانواع المايكورايزية في زيادة مقاييس النمو وتزويد النبات بالعناصر الغذائية والماء وغيرها من المواد فضلاً عن زيادة تثبيت Co_2 والذي يزيد من عملية البناء الضوئي اكثر من الخليط المايكورايزي الثنائي والمفرد ومعاملة السيطرة وتتفق هذه النتائج مع ما اوضحه كل من Al-Azawy(2)،Amerian وجماعته (3) وDaynes وجماعته (8) الذين بينوا ان الخليط المايكورايزي أدى الى زيادة في عدد من الصفات المظهرية مقارنة مع الأنواع المايكورايزية ومعاملة السيطرة ، اما اضافة المادة العضوية فقد زاد من مقاييس النمو الخضري والجذري وهذا مافسره Rillig وجماعته (22) والموضح في القفرة السابقة.

تأثير المعاملات المايكورايزية الشجيرية في النسبة المئوية للنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والبروتين

دُرس تأثير المعاملات المايكورايزية الشجيرية والمادة العضوية في النسبة المئوية للنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والبروتين في جذور نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة وكمايأتي:

أشار جدول (**5**) إلى وجود تأثير معنوي للمعاملات المايكورايزا الشجيرية المفردة والخليطين الثنائي والثلاثي والمادة العضوية في النسبة المئوية لتركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والبروتين في جذور نبات الطماطة مقارنة بمعاملة السيطرة بعد ثمانية أسابيع زراعة وقد ظهرت أعلى زيادة في النسبة المئوية في معاملة الخليط الثلاثي للنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والبروتين في الجذور وصلت الى (**4.55** و **1.67** و **5.19** و **28.44**)% على التوالي مقارنة باقل النسب في معاملة السيطرة بلغت (**1.94** و **0.40** و **3.14** و **12.13**)% على التوالي.

جدول4: تأثير معاملات المايكورايزا الشجيرية في الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم) لنبات الطماطة بعد أربعة وثمانية أسابيع زراعة

أنواع المايكورايزا	عدد أسابيع	الزراعة	معدل تاثير أنواع المايكورايزا في التربة المخلوطة بالمادة العضوية
	أربعة أسابيع زراعة	ثمانية أسابيع زراعة	
Control	**0.30**	**1.00**	**0.65**
G.etunicatum	**0.61**	**1.85**	**1.23**
R. intraradices	**0.88**	**2.97**	**1.93**
G.leptotichum	**0.63**	**2.43**	**1.53**
G. etunicatum+ R. intraradices	**1.29**	**4.40**	**2.85**
G. etunicatum+G. leptotichum	**1.07**	**3.69**	**2.38**
G. leptotichum + R. intraradices	**1.55**	**5.70**	**3.63**
G. etunicatum + G. leptotichum +R. intraradices	**1.77**	**7.07**	**4.42**
LSD(0.05)	**0.622**		**0.241**
تاثير عدد الاسابيع	**1.01**	**3.64**	–
LSD (0.05)	**0.480**		–

تعزى زيادة النسبة المئوية الى جاهزية النتروجين، الفسفور، البوتاسيوم والبروتين في الجذور في الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية مقارنة مع باقي المعاملات المايكورايزية ومعاملة السيطرة الى كفاءة الخليط الثلاثي في تزويد النبات بعناصر غذائية اكثر من باقي المعاملات وذلك لعملها التآزري وزيادة عملية البناء وتحسن مقاييس النمو الخضري والجذري كلها مما ادى الى زيادة تزويد المايكورايزا بكمية اكبر من الكاربون وزيادة افرازات الجذور نوعاً وكماً الذي زاد من نشاط الخليط المايكورايزي وهيأ العناصر الغذائية وخاصة **NPK** وان توفر كمية عالية من النيتروجين ادى الى زيادة بناء البروتين في النبات فضلاً عن ان غسل وتعقيم التربة قد وفر ظروف مناسبة للمايكورايزا لتنشيطها وزيادة في تزويد النبات بالعناصر مما انعكس على زيادة تركيزه في انسجة النبات وهذا ما اكده الباحثان **Daynes** وجماعته (**8**) و**Takacs** وجماعته (**26**). وكذلك ازدادت النسبة المئوية للعناصر باضافة المادة العضوية والخليط المايكورايزي وهذا يعود الى العمل التازري بينهما الذي ينعكس ايجابياً زيادة العناصر ثم على النبات وهذا ماوضحه **Rillig** وجماعته (**22**).

جدول 5: تأثير معاملات المايكورايزا الشجيرية والمادة العضوية في النسبة المئوية لتركيز عناصر النتروجين ، الفسفور، البوتاسيوم والبروتين في جذور نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة

معدل تاثير أنواع المايكورايزا في التربة المخلوطة بالمادة العضوية	البروتين (%)	البوتاسيوم (%)	الفسفور (%)	النتروجين (%)	أنواع المايكورايزا
4.40	12.13	3.14	0.40	1.94	Control
4.96	13.75	3.43	0.47	2.20	*G.etunicatum*
5.86	16.50	3.71	0.60	2.64	*R. intraradices*
5.50	15.38	3.60	0.55	2.46	*G.leptotichum*
7.30	20.75	4.22	0.90	3.32	*G. etunicatum+ R. intraradices*
6.90	19.50	4.13	0.83	3.12	*G. etunicatum+G. leptotichum*
8.08	23.06	4.44	1.11	3.69	*G. leptotichum + R. intraradices*
9.96	28.44	5.19	1.67	4.55	*G. etunicatum + G. leptotichum +R. intraradices*
0.948	2.346				LSD (0.05)
-	18.69	3.33	0.82	2.60	معدل العناصر والبروتين
-	1.577				LSD (0.05)

المصادر

1-Agiza, A. H.; El-Hineidy, M. T. and M. E. Ibrahim (1960). The determination of the different fractions of phosphorus in plant and Soil. Bull. FAO. Agric. Cairo Univ., 121.

2-Al-Azawy, A. Q. W. (2010). Efficiency of interaction between *Azotobacter sp.* and arbuscular mycorrhizal fungi for their potential to stimulate tomato plant resistance (*Lycoperscon esculentum* Mill.) to root rot disease. Ph.D. Thesis. University of Baghdad: 112 pp.

3-Amerian, M. R.; W. S. Stewart and H. Griffiths (2001). Effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, assimilation and leaf water relations in maize (*Zea mays*). Asp. Appl. Biol., 63:73–76.

4-Biermann, B. and R. G. Linderman (1981). Quantifying vesicular-arbuscular mycorrhizae: A proposed method towards standardization. New Phytol., 87: 63-67.

5- Davies, F. T. and R. G. Linderman (1991). Short-term effects of phosphorus VA-mycorrhizal fungi on nutrition, growth and development of *Capsicum annuum* L. Sci. Horticulturae, 45: 333-338.

6-Davies, F. T. (2005). Texas A. and M. Univ. http://aggie horticultureedu/faculty/davies/index.htm1.

7-Davies, F. T.; J. D. Purgear; R. J. Newton; J. N. Egilla and J. A. Saraiva (2002). Mycorrhizal fungi increase chromium uptake by sunflower plants: Influence on tissue mineral concentration, growth, and gas exchange. J. Plant, Nutrition, 25(11): 2389-2407.

8-Daynes, C. N.; D. J. Field; J. A. Saleeba; M. A. Cole and P. A. McGee (2013). Development and stabilisation of soil structure via interactions between organic matter, arbuscular mycorrhizal fungi and plant roots. Soil Biol. and Bi., 57: 683-694.

9-El- Khallal, S. M. (2007a). Induction and modulation of resistance in tomato plants against *Fusarium* Wilt disease by bioagent fungi (Arbuscular Mycorrhiza) and/or hormonal elicitors (Jasmonic Acid and Salicylic Acid):1- Changes in Growth, Some Metabolic Activities and Endogenous Hormones Related to Defense Mechanism. Aust. J. Basic and Applied Sci., 1(4): 691-705.

10-El- Khallal, S. M. (2007 b). Induction and modulation of resistance in tomato plants against *Fusarium* wilt disease by bioagent fungi (arbuscular mycorrhiza) and/or hormonal elicitors (Jasmonic acid and Salicylic acid):1- Changes in the antioxidant enzymes, phenolic compounds and pathogen related- proteins. Aust. J. Basic and Applied Sci., 1(4): 717-732.

11-Gerdemann, J. W. and T. H. Nicolson (1963). Spores of mycorrhizal Endogone extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc., 46: 235-244.

12-Kormanik, P.; P. Bryan; W. Craig and R.C. Schultz (1980). Procedures and equipment for staining large numbers of plant root samples for endomycorrhizal assay can. J. Microbial., 26: 536-538.

13-Louis, I. and G. Lime (1988). Differential response in growth and mycorrhizal colonization of soybean to inoculation in soils of different availability. Plant and Soil, 112: 37 – 43.

14-Liao, J. P.; X. G. Lin; Z. H. Cao; Y. A. Shi and M. H. Wong (2003). Interaction between arbuscular mycorrhizae and heavy metals under sand culture experiment. Chemosphere, 50(6): 847-853.

15-Maherali, H. and J. N. Klironomos (2007). Influence of pathogeny on fungal community assembly and ecosystem functioning. Sci., 316: 1746-1748.

16-Manila, R. and R. Nelson (2013). Nutrient uptake and promotion of growth by Arbuscular Mycorrhizal fungi in Tomato and their role in Bio-protection against the tomato wilt pathogen. J. Microbiol. Biotech. Res., 3 (4):42-46.

17-Moharana, PC.; DR. Biswas (2016). Assessment of maturity indices of rock phosphate enriched composts using variable crop residues. j.biortech, 222:1-13.

18-Oehl, F.; E. Sieverding; K. Ineichen; P. Mader; T. Boller and A. Wiemken (2003). Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystem of Central Europe. Applied Environ. Microbial, 69:2816-2824.

19-Owusu,-Bennoah, E. and B. Mosse (1979). Components of VA mycorrhizal inoculum and their effects on growth of onion. New Phytol., 83: 671-680.

20-Pairunan, A. K.; A. D. Robson and L. K. Abbott (1980). The effectiveness of Vesicular – arbuscular mycorrhiza increasing growth and phosphorus uptake of subterranean clover from phosphorus sources of different solubilities. New Phytol. 84: 327-338.

21-Ramakrishnan, K. and G. Selvakumar (2012). Influence of AM fungi on plant growth and nutrient content of Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Internat. J. Res. Bot., 2(4): 24-26.

22-Rillig, M. C.; N. F. Mardatin; E. F. Leifheit and P. M. Antunes (2010). Mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi increases soil water repellency and is sufficient to maintain water-stable soil aggregates. Soil Biol. and Bio., 42: 1189-1191.

23-SAS. (2012). Statistical Analysis System, User's Guide. Statistical. Version 9.1th ed. SAS. Inst. Inc. Cary. N.C. USA.

24- Siddiqui, I. A.; S. S. Shaukat; I. H. Sheikh and A. Khan (2006). Role of cyanide production by *Pseudomonas fluorescences* CHA0 in the suppression of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* in tomato. World J. Microb. And Biotech., 22:641–650.

25-Tahat, M. M.; S. Kamaruzaman; O. Radziah; J. Kadir and H. N. Masdek (2008). Response of (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to different arbuscular mycorrhizal fungi species. Asian J. Plant Sci., 7(5): 479-484.

26-Takacs, T.; I. Biro; A. Anton and H. E. Chaoxing (2006). Inter and Intraspecific Variability in Infectivity and Effectiveness of Five *Glomus sp.* Strains and Growth Response of Tomato Host. Agrokemia es Talajtan, 55(1):251-260.

27-Tandon, H. L. S. (1998). Methods of analysis of soil, plants, water and fertilizers. Fertiliser Development and Consultation Organisation, New delhi, India: 143 pp.

28-Thangadurai, D.; C. Busso and M. Hijri (2010). Mycorrhizal Bio., 100: 1-211.

29-Utobo, E. B.; E. N. Ogbodo and A. C. Nwogbaga (2011). Techniques for Extraction and Quantification of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Libyan agric. Res. Center J. Int., 2(2):68-78.

30-Yildiz, A. (2010). A native *Glomus* sp. from yields in Aydın province and effects of native and commercial mycorrhizal fungi inoculants on the growth of some vegetables. Turk. J. Bio., 34: 447-452.

STUDY THE EFFECT OF THE TYPE AND PERIOD OF MUTALISTIC WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZA AND SOIL FERTILITY IN THE GROWTH OF TOMATO PLANT

M. S. Y. Alattabi* T. A. Muhsen**

ABSTRACT

The current study was conducted to evaluate the effect a mixture of three species of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus etunicatum, G. leptotichum* and *Rhizophagus intraradices*) double and triple mixture and organic matter by using plastic pots in the greenhouse at some mycorrhiza and physiological limitations characteristics in tomato plant after four and eight weeks of cultivation. The results of the determinants mycorrhiza significant increase the percentage of mycorrhizal frequency F% dry weight of roots mycorrhiza (g.plant^{-1}) and organic matter in all mycorrhiza single, double and triple mixture after four and eight weeks cultivation treatments. The highest percentage of mycorrhizal frequency and increase the dry weight of the root in the treatment of the mixture mycorrhiza triple and organic matter compared with the other treatments as well as the results after eight weeks cultivation higher than four weeks. The study showed that the total shoot and root dry weight and organic matter presence a significant increase in the total dry weight of shoot and root in single treatments and double and triple mixture and organic matter after four and eight weeks cultivation compared with the control treatment, and appeared the higher total dry weight of shoot of the plant in the treatment of the triple mycorrhiza mixture compared with other treatments and eight weeks after planting higher than four weeks Agriculture. Also caused all single, double and triple treatments mycorrhiza mixture and organic matter after eight weeks of Agriculture is also a significant increase in the elements nitrogen, phosphorus and potassium, as well as protein in the roots of tomato plants were treated triple mixture of all the elements and protein is higher than other treatments.

*** Horticulture Office , Ministry of Agric., Baghdad,Iraq.**

****College of Education , Ibn-Al-Haitham, Baghdad Univ., Baghdad,Iraq.**