الكشف عن بعض العناصر الكبرى والبروتين في نبات الطماطة *Lycopersicon esculentum* المصابة بمرض الذبول الفيوزارمي والمعاملة بفطريات المايكورايزا الشجيرية

أ.م. د. ثامر عبد الشهيد محسن الإبراهيمي **أ.د. بتول زينل علي**

جامعة بغداد/ كلية التربية للعلوم الصرفة (إبن الهيثم)، قسم علوم الحياة

الخلاصة

هدفت الدراسة الى تقييم تأثير خليط ثلاث أنواع من فطريات المايكورايزية الشجيرية (*Rhizophagus intraradices* ، *G . leptotichum*، *Glomus etunicatum*) في التاثير على النسبة المئوية لعناصر NPK والبروتين في أوراق وجذور نبات الطماطة المصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* المسبب لمرض الذبول الفيوزارمي بعد 8 أسابيع زراعة وبوجود المادة العضوية البتموس (O^+) وإستعمال الأصص في البيت البلاستيكي . بينت النتائج زيادة معنوية في النسبة المئوية للعناصر NK والبروتين في معاملة السيطرة (C) بينما النسبة المئوية لعنصر P كان بعد أربعة أسابيع من الإصابة بالممرض ($4W^+$) . كما تسبب الخليط المايكورايزي الشجيري والمادة العضوية والممرض زيادة معنوية في المعاملات المفردة والمتداخلة ثنائياً وثلاثياً في النسبة المئوية للعناصر NPK والبروتين في أوراق وجذور الطماطة ، وكانت أعلى نسبة في المعاملة ($M^+ \times O^+ \times C$) لعناصر NK والبروتين تلتها معاملة التداخل الثلاثي ($M^+ \times 4W^+ \times O^+$) اما عنصر P فكانت أعلى نسبة في معاملة التداخل الثلاثي ($M^+ \times 4W^+ \times O^+$) تلتها معاملة التداخل الثنائي ($M^+ \times 4W^+$) بينما كان أقل أنخفاض في النسبة للعناصر والبروتين ولجميع المعاملات في تلويث الممرض عند الزراعة ($0W^+$) ، وعموماً أظهرت الدراسة زيادة في النسبة المئوية للعناصر NPK والبروتين في الأوراق اكثر من الجذور.

الكلمات المفتاحية: خليط مايكورايزي ثلاثي، *Fusarium oxysporum*، نبات الطماطة، العناصر الغذائية NPK ،البروتين ، المادة العضوية .

المقدمة

يعد نبات الطماطة *Lycopersicon esculentum* من الخضراوات الستراتيجية ومن أكثر محاصيل الخضر إنتشارا في العالم وتعود إلى العائلة الباذنجانية Solanaceae ولها قيمة غذائية عالية حيث تحتوي ثماره فيتامينات A و B1 و B2 و B6 و C وبروتينات وكاربوهيدرات ودهون وبعض المعادن مثل الكالسيوم والفسفور والحديد ، أنتشرت زراعتها في العالم وفي المناطق

الشمالية والوسطى والجنوبية من العراق وتزرع على مدار السنة (ديوان ، 1994) . تتعرض نباتات الطماطة إلى العديد من الأمراض الفطرية من أهمها مرض الذبول الفيوزارمي المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* وهو من الأمراض الخطيرة التي تسبب خسائر كبيرة وفي جميع أنحاء العالم (Ojha *et al*., 2012) . أستعملت العديد من الستراتيجيات للسيطرة والحد من خطورة هذا المرض، منها المبيدات الفطرية (Amini and Sidovich, 2012). أو إستعمال البكتريا النافعة PGPR مثل *Bacillus* و *Pseudomonas* وبعض الفطريات المضادة Antagonistic fungi مثل *Trichoderma virids* و *T. harzianum* (فياض واخرون ، 2012). وعلى الرغم من ظهور مبيدات فطرية كيميائية كثيرة ومتنوعة وذات فعالية عالية ضد الفطريات الممرضة ولكن لهذه المبيدات تأثيرات سلبية كثيرة وخطيرة لصحة الإنسان والبيئة ، فضلا عن ظهور سلالات مقاومة من الفطريات اتجاه هذه المبيدات (Agrios, 2004)) . وللأسباب المذكورة سابقا إتجهت الدراسات الحديثة إلى إيجاد بدائل لهذه المواد بإستعمال عوامل سيطرة إحيائية (El-Khallal, 2007). ومنها فطريات المايكورايزا الشجيرية Arbuscular Mycorrhiza (AM) والتي تتكافل إجبارياً مع مايزيد عن 80% من النباتات الأرضية الراقية (Hathout *et al*., 2010) .

تلعب فطريات المايكورايزا دوررئيسي في زيادة جاهزية بعض العناصر المغذية الكبرى مثل الفسفور وذلك من خلال آليات مختلفة , منها تقليل المسافة التي يقطعها الفسفور بالانتشار وزيادة المساحة السطحية للامتصاص (ذياب ،2012). وكون عنصر الفسفور غير متحرك في التربة فإن انتقاله الى الجذور يتم عن طريق الانتشار ، لذا فأن دور فطريات المايكورايزا يكون كبيراً في زيادة امتصاص الفسفور والعناصر الاخرى قليلة الحركة التي تنتقل عن طريق الانتشار كالزنك وغيرها (Cooper and Tinker, 1981). كذلك تشير كثير من البحوث والدراسات الى الاستفادة من فطر المايكورايزا لاتنحصر في عملية زيادة جاهزية الفسفور في الترب التي تعاني من نقص الفسفور وانما هناك فوائد اخرى لفطر المايكورايزا ، ويستطيع فطر المايكورايزا امتصاص النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت والحديد والمنغنيز والنحاس والزنك من التربة ويعمل على نقل هذه العناصر الى النبات عن طريق الجذور، ومن اهم التاثيرات الغذائية المهمة هو تحسين امتصاص العناصر غير المتحركة مثل الفسفور والنحاس والزنك كذلك يفرز فطر المايكورايزا انزيم الفوسفتيز الذي يوجد في المكونات الحويصلية والهايفات الداخلية للفطر والذي يوفير الفسفور الجاهز للنبات (Utobo *et al*.,2011 ;Nirmalnath, 2010) . فضلاً عن ان الخيوط الفطرية للمايكورايزا

تمتلك مساحة سطحية اكبر بكثير مما تملكه الشعيرات الجذرية وتمتد خارجيا حول الجذور لتصل الى ابعد من مناطق استنزاف المغذيات مما يساعد في زيادة كفاءة امتصاص النتروجين والعناصر الصغرى مثل Zn, Cu, Fe وكذلك يساعد في سحب وامتصاص المغذيات غير المتحركة مثل الفوسفور (Smith and Read, 2008) .

تؤدي المايكورايزا دوراً كبيرا في تحفيز نمو النبات تحت ظروف نقص بعض العناصر المغذية، فضلاً عن دورها في المنافسة مع ممرضات التربة على الغذاء و/ أو المكان،كما تحفز النبات على احداث تغييرات مورفولوجية في الجذور وتكوين حواجز دفاعية تركيبية مثل اللكنين وبروتينات جدار غنية بالهيدروكسيل مثل البرولين فضلاً عن إنتاج الأنزيمات (Hathout *et al*., 2010). ان المادة العضوية المستخدمة في تسميد التربة التي تضاف إلى النباتات المختلفة هي مخلفات عضوية إما أن تكون نباتية أو حيوانية تتحلل إلى حامض الهيومك وحامض الفوليك والهيومين ومواد أخرى وقد أشارت دراسات كثيرة إلى دورها المهم والفعال في تحسين نوعية التربة وتوفير العناصر الغذائية بصورة جاهزة لإمتصاصها من قبل النباتات وزيادة النفاذية للإغشية الخلوية وتوفيرالفيتامينات وتحسين الإنقسام وإستطالة الخلايا وزيادة إنتاج ومحصول النباتات (Pettit, 2004). ان استعمال الاسمدة العضوية واضافتها الى الترب قبل الزراعة يؤدي الى رفع محتوى التربة من المواد العضوية ويحسن من خواصها الفيزيائية والكيميائية ويقلل من مشاكل استخدام الاسمدة الكيميائية ، فضلاً عن تشجيعه لنشاط الكائنات المجهرية في التربة ومنها المايكورايزا التي لها تأثيرات ايجابية في ثباتية تجمعاتالتربة، فضلاً عن قابلية فطر المايكورايزا على زيادة امتصاص العناصر المغذية NPK وغيرها من قبل النبات بوجود السماد العضوي(Hanafy *et al*., 2002 ; Caravaca *et al*., 2002 ; Neweigy *et al*., 1997) .

ان اهمية استعمال الاسمدة الحيوية Biofertilizers لتقليل الاسمدة الكيميائية تكتسب اهمية خاصة في العراق ، اذ تتصف معظم ترب القطر بمحتواها العالي من كاربونات الكالسيوم وارتفاع pH نسبياً ولهذا فإن من خصائص هذه الترب قابليتها العالية على تثبيت الفوسفات في التربة بشكل فوسفات الكالسيوم والتي تؤدي بالنتيجة الى ارتفاع نسبة الفسفور الكلي وانخفاض الفسفور الجاهز في التربة ، ونتيجة لذلك فإن معظم الفسفور المضاف كأسمدة فوسفاتية يتحول الى فسفور غير جاهز مثبت في التربة، ولهذا فأن هذه الترب لاتزال موضوع دراسة من قبل العديد من الباحثين لايجاد الوسائل الكفيلة لتوفير هذا العنصر بشكله الجاهز للنبات وبالكميات الكافية (سلمان ، 2003). لذلك أستهدفت الدراسة الحالية إختبار كفاءة خليط ثلاثة أنواع من المايكورايزا الشجيرية في السيطرة على مرض الذبول الفيوزارمي على الطماطة المتسبب عن الفطر

Fusarium oxysporum f.sp.*lycopersici* وتحسين نمو النبات من خلال قياس النسبة المئوية لعناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والبروتين في الأوراق والجذور تحت ظروف مختلفة من المعاملات.

طريقة العمل:

-تنشيط المايكورايزا وتحضير التربة

تم الحصول على السماد الحيوي (البادىء الفطري) لثلاثة أنواع من المايكورايزا الشجيرية AM (*Glomus etunicatum*، *Glomus leptotichum* ، *Rhizophagus intraradices*)، من قسم البحوث والدراسات / دائرة البستنة / وزارة الزراعة، يحتوي هذا السماد على أبواغ وغزل فطري وجذور مصابة في تربة مزيجية جافة مفحوصة مسبقاً، تم فحص السماد للتأكد من وجود الأبواغ الفطرية بطريقة النخل الرطب والتصفية حسب طريقة (Gerdemann and Nicolson, 1963) .

حضرت تربة مزيجية من شاطىء دجلة في منطقة الزعفرانية وغسلت حسب الطريقة المذكورة في (Davies and Linderman, 1991) للحصول على تربة فقيرة بالمغذيات،وعقمت حسب طريقة (Louis and Lime, 1988) للتخلص من الأحياء المجهرية وأجناس المايكورايزا المستوطنة فيها.

تم تنشيط الأنواع الثلاثة المايكورايزية عن طريق وضع طبقة Pad (السماد المايكورايزي) منها في أصص حاوية على تربة معقمة وفقيرة بالمغذيات وحاوية على صخر فوسفاتي مركز وزرعت فسقة البصل المعقمة وحسب الطريقة الموصوفة في (Owusn-Bennoah and Mosse, 1979) ، ثم أضيف المحلول المغذي المحضر وكما جاء في (Davies *et al*., 2001) ، وسقيت الأصص بالماء المعقم على أساس 50% من السعة الحقلية (الطائي ، 2010) ، صبغت جذور نبات البصل بصبغة الفوكسين الحامضي للتأكد من الأصابة المايكورايزية للجذور وتنشيطها وحسب طريقة(Kormanik *et al*., 1980) .

-تنشيط الفطر الممرض وإختبار الإصابة

تم الحصول على عزلة الفطر الممرض *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* من مركز البحوث الزراعية / وزارة الزراعة ، ونشط الفطر الممرض على وسط PDA ، وتم تأكيد التشخيص للفطر أعلاه إعتمادا على الصفات التصنيفية حسب (Leslie and Summerell, 2006 ; Booth, 1971) ، وأختبرت حساسية بذور الطماطة للإصابة بالفطر الممرض حسب طريقة (Amran, 2005) وذلك بظهور بقع بنية اللون أو necrosis على الجذور، لوثت بذور

الدخن المحلي المعقمة بالممرض لغرض إكثار الفطر الممرض وإستعماله في التجربة اللاحقة وحسب طريقة (Dewan, 1989)) .

-التجربة في البيت البلاستيكي:

نفذت التجربة في البيت البلاستيكي حيث خلط البتموس (الماني المنشأ) المعقم مسبقاً مع التربة المزيجية الفقيرة والمعقمة وبنسبة 1.5% (75 غم للأصيص الواحد)على أساس وزن التربة (5 كيلو غرام في كل أصيص) ثم أضيف 50 غم من الخليط المايكورايزي للأنواع الثلاثة مع 5 غم من صخر الفوسفات (تركيز 12%) ، واضيف 25 مل من المحلول المغذي عند الزراعة وبعد أسبوعين زراعة، وأضيف 50 غم بذور دخن ملوثة بلقاح الفطر *F. oxysporum* إلى التربة المزيجية (نسبة 5% وزن/ وزن) (Dewan, 1989) لأصص المعاملات الملوثة وبثلاث مراحل (عند الزراعة$^{+}$0W، وبعد أسبوعين $^{+}$2W، وأربعة أسابيع زراعة $^{+}$4W)، كما أضيف 50غم بذور دخن معقمة فوق التربة المزيجية لكل أصيص سيطرة، ثم أضيفت لجميع المعاملات (20) بذرة طماطة لكل أصيص بعد تعقيمها بمحلول هايبوكلورات الصوديوم وبتركيز 3.5% بحيث تلامس بذور الدخن وطبقة (pad) المايكورايزية والتربة، وغطيت جميع المعاملات ب50غرام من التربة المزيجية المعقمة. وبثلاثة مكررات لكل معاملة (تم إجراء 16 معاملة مختلفة من الخليط المايكورايزي الثلاثي والبتموس والممرض وتداخلاتها فضلا عن معاملة السيطرة)، وسقيت الأصص بكمية 750 مل من الماء المعقم لكل منها (نصف السعة الحقلية)، وتمت متابعة النباتات وسقيت كلما دعت الحاجة لضمان بقاء التربة رطبة، نفذت التجربة لمدة 8 أسابيع.

تقدير النسبة المئوية للعناصر الكبرى (NPK) في الاوراق والجذور:

أخذت العينات النباتية بعد ثمانية أسابيع زراعة للتجربة الأولى وعشرة أسابيع زراعة للتجربة الثانية من الجذور والأوراق (الورقة الخامسة من أسفل القمة النامية كونها مكتملة النمو وفي أوج نشاطها الفسيولوجي) وقد تم اختيارها بصورة عشوائية من كل وحدة تجريبه (الصحاف ، 1989) ، غسلت الجذور والأوراق كلاً على حدة بالماء الاعتيادي ثم بالماء المقطر وجففت على درجة حرارة 70^{0}م باستعمال المجفف الكهربائي حتى ثبات الوزن ثم طحنت وخلطت بصورة متجانسة وهضمت حسب الطريقة المقترحة من قبل (Agiza *et al.*, 1960) ، وقُدرت العناصر في المختبر المركزي/ كلية العلوم/جامعة بغداد وكالآتي:

قدر النتروجين باستعمال جهاز (Micro Kjeldahl)، قدر الفسفور الكلي باستعمال مولبيدات الأمونيوم وقيس باستعمال جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) وعلى طول موجي

882 نانوميتراً، قدر البوتاسيوم بوساطة جهاز Atomic Absorption Spectrometry (Tandon, 1998).

تقدير النسبة المئوية للبروتينات في الاوراق والجذور.

قدرت النسبة المئوية للبروتين في الاوراق والجذور للتجربة الأولى بعد ثمانية أسابيع زراعة والتجربة الثانية بعد عشرة أسابيع زراعة على أساس النتروجين وبضرب النتروجين البروتيني بالثابت 6.25 (المرجاني ، 2011) كالاتي:

النسبة المئوية للبروتين = 6.25 x %N

- التحليل الاحصائي

تم تحليل البيانات باستعمال البرنامج SAS– Statistical Analysis System (2012) (SAS, 2012) لدراسة تأثير العوامل المدروسة وفق تجارب عاملة بتداخلات ثلاثية او ثنائية او تأثير عامل واحد بدون تداخل وفق تصميم عشوائي كامل في الصفات المدروسة وذلك باختلاف التجارب التي تم تطبيقها في هذه الدراسة، وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي (Least significant difference-LSD).

النتائج والمناقشة

1–تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض وتداخلاتها في النسبة المئوية للعناصر الكبرى (NPK) والبروتين في الأوراق:

أظهرت نتائج الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض وتداخلاتها الثنائية والثلاثية تأثيرا معنوياً في النسبة المئوية للنتروجين في أوراق نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة (جدول 1) ، سجلت المعاملة ($M^+ \times O^+ \times C$) اعلى زيادة في النسبة من جميع المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية إذ بلغت 3.35% مقارنة مع المعاملة ($M^- \times O^- \times 0W^+$) التي سجلت اقل زيادة في النسبة من جميع المعاملات إذ بلغت 1.03 % ، كذلك سجلت زيادة في معاملة السيطرة (C) تلته المعاملة ($4W^+$) إذ أعطت (2.80 و 1.60)% مقارنة مع المعاملة ($0W^+$) وصلت الى 1.34% ، كما وجدت زيادة في النسبة المئوية للمعاملة (M^+) تلته المعاملة (O^+) إذ سجلت (2.08 و 2.00)% على التوالي مقارنة مع المعاملة (M^-) والمعاملة (O^-) إذ بلغت (1.56 و 1.63)% على التوالي، وجدت زيادة في المعاملة ($M^+ \times C$) تلته المعاملة ($O^+ \times C$) ثم المعاملة ($M^+ \times O^+$) إذ أعطت (3.14 و 3.04 و 2.26)% على التوالي مقارنة بزيادة قليلة في النسبة للمعاملة ($M^- \times 0W^+$) والمعاملة ($O^- \times 0W^+$) والمعاملة ($M^- \times O^-$) إذ بلغت (1.17 و 1.20 و 1.37)% على التوالي.

جدول (1): تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l.* وتداخلاتها في النسبة المئوية للنتروجين N% في أوراق نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة.

الخليط المايكورايزي الثلاثي	مادة عضوية	فطر ممرض *F.o.l.*				تداخل مايكورايزي×عضوي M x O
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	2.18	1.03	1.13	1.14	1.37
	O^+	2.73	1.31	1.44	1.48	1.74
M^+	O^-	2.93	1.36	1.60	1.68	1.89
	O^+	3.35	1.67	1.93	2.08	2.26
LSD(0.05)		0.670				0.630
تداخل مايكورايزي × ممرض *F.o.l.* M x						تأثير مايكورايزي
	M^-	2.46	1.17	1.29	1.31	1.56
	M^+	3.14	1.52	1.77	1.88	2.08
LSD(0.05)		0.436				0.234
تداخل عضوي × ممرض *F.o.l.* O x						تأثير مادة عضوية
	O^-	2.56	1.20	1.37	1.41	1.63
	O^+	3.04	1.49	1.69	1.78	2.00
LSD(0.05)		0.628				0.234
تأثير الممرض *F.o.l.*		2.80	1.34	1.53	1.60	
LSD(0.05)		0.334				

اما عنصر الفسفور فاوضحت نتائج الجدول (2) وجود تأثير معنوي في الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض وتداخلاتها الثنائية والثلاثية في النسبة المئوية للفسفور في أوراق نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة ، اظهرت معاملة التداخل الثلاثي ($M^+ \times O^+ \times 4W^+$) اعلى زيادة في النسبة مقارنة مع جميع المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية إذ اعطت 1.66% مقارنة مع المعاملة ($M^- \times O^- \times C$) إذ سجلت 0.64 % ، بينما سجلت المعاملة ($M^- \times O^- \times 0W^+$) اقل النسب من جميع المعاملات إذ بلغت 0.22 % ، كذلك اظهرت المعاملة (M^+) زيادة في النسبة المئوية للفسفور تلته معاملة السيطرة (C) وأخيراً المعاملة (O^+) وصلت الى (1.18 و 1.05 و 0.95)% مقارنة مع المعاملة (M^-) والمعاملة($0W^+$) والمعاملة(O^-) إذ بلغت (0.51 و 0.43 و0.74)% على التوالي ، كذلك وجدت زيادة في معاملة التداخل الثنائي ($M^+ \times 4W^+$) تلته المعاملة ($M^+ \times O^+$) ثم المعاملة ($O^+ \times C$) إذ أعطت (1.50 و 1.29 و 1.18)% على التوالي مقارنة بزيادة قليلة في المعاملة ($M^- \times 0W^+$) والمعاملة ($M^- \times O^-$) والمعاملة ($O^- \times 0W^+$) إذ بلغت (0.30 و0.41 و 0.36)% على التوالي.

اما عنصر البوتاسيوم فقد بينت نتائج الجدول (3) وجود زيادة معنوية في المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية والثلاثية في النسبة المئوية للبوتاسيوم في اوراق نبات الطماطة وكالاتي، أظهرت معاملة السيطرة (C) زيادة في النسبة المئوية للبوتاسيوم تلته المعاملة ($4W^+$) مقارنة مع المعاملة ($0W^+$) التي وصلت الى (4.34 و 2.74 و2.37)% على التوالي، كذلك ظهرت زيادة في النسبة للمعاملة (M^+) تلته المعاملة (O^+) إذ كانت (3.43 و 3.22)% على التتابع مقارنة مع المعاملة (M^-) والمعاملة (O^-) إذ أعطت (2.61 و 2.83)% على التوالي ، في حين ظهرت زيادة في النسبة للمعاملة ($M^+ \times C$) تلته المعاملة ($O^+ \times C$) ثم المعاملة ($M^+ O^+$) إذ أعطت (4.91 و 4.60 و 3.63)% على التوالي مقارنة بزيادة قليلة في النسبة للمعاملة ($M^- \times 0W^+$) والمعاملة ($O^- \times 0W^+$) والمعاملة ($M^- \times O^-$) وصلت الى (2.10 و2.20 و 2.41)% على التوالي، سجلت المعاملة ($M^+ \times O^+ \times C$) اعلى زيادة في النسبة مقارنة مع جميع المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية بعد عشرة أسابيع زراعة إذ أعطت 5.13% مقارنة مع المعاملة ($M^- \times O^- \times 0W^+$) التي أعطت اقل نسبة مئوية من جميع المعاملات إذ بلغت 1.94%.

جدول (2): تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l.* وتداخلاتها في النسبة المئوية للفسفور P% في أوراق نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة.

الخليط المايكورايزي الثلاثي	مادة عضوية	فطر ممرض *F.o.l.*				تداخل مايكورايزي×عضوي M x O
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	0.64	0.22	0.37	0.40	0.41
	O^+	0.95	0.37	0.54	0.58	0.61
M^+	O^-	1.22	0.49	1.21	1.34	1.07
	O^+	1.40	0.62	1.46	1.66	1.29
LSD(0.05)	0.283					0.270
تداخل مايكورايزي × ممرض M x *F.o.l.*						تأثير مايكورايزي
	M^-	0.80	0.30	0.46	0.49	0.51
	M^+	1.31	0.56	1.34	1.50	1.18
LSD(0.05)	0.188					0.100
تداخل عضوي × ممرض O x *F.o.l.*						تأثير مادة عضوية
	O^-	0.93	0.36	0.79	0.87	0.74
	O^+	1.18	0.50	1.00	1.12	0.95
LSD(0.05)	0.534					0.100
تأثير الممرض *F.o.l.*		1.05	0.43	0.90	1.00	
LSD(0.05)	0.142					

جدول (3): تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l.* وتداخلاتها في النسبة المئوية للبوتاسيوم K% في أوراق نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة.

الخليط المايكورايزي الثلاثي	مادة عضوية	فطر ممرض *F.o.l.*				تداخل مايكورايزي×عضوي M x O
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	3.47	1.94	2.09	2.14	2.41
	O^+	4.06	2.25	2.40	2.52	2.81
M^+	O^-	4.68	2.45	2.88	2.95	3.24
	O^+	5.13	2.83	3.21	3.34	3.63
LSD(0.05)		0.693				0.761
تداخل مايكورايزي × ممرض *F.o.l.* M x						تأثير مايكورايزي
	M^-	3.77	2.10	2.25	2.33	2.61
	M^+	4.91	2.64	3.05	3.15	3.43
LSD(0.05)		0.455				0.240
تداخل عضوي × ممرض *F.o.l.* O x						تأثير مادة عضوية
	O^-	4.08	2.20	2.49	2.55	2.83
	O^+	4.60	2.54	2.81	2.93	3.22
LSD(0.05)		0.706				0.240
تأثير الممرض *F.o.l.*		4.34	2.37	2.65	2.74	
LSD(0.05)		0.344				

اشارت نتائج الجدول (4) الى وجود زيادة معنوية في المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية والثلاثية في النسبة المئوية للبروتين في الأوراق، سجلت المعاملة ($M^+ x O^+ x C$) اعلى زيادة في النسبة مقارنة مع جميع المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية بعد ثمانية أسابيع زراعة إذ أعطت 20.94% مقارنة مع المعاملة ($M^- x O^- x 0W^+$) التي اعطت اقل الاوزان من جميع المعاملات وصلت الى 6.44%، كذلك اظهرت معاملة السيطرة (C) زيادة في النسبة المئوية تلته المعاملة ($4W^+$) مقارنة مع المعاملة ($0W^+$) التي وصلت الى (17.49 و 9.97 و8.39)% على التوالي ، ايضا وجدت زيادة في النسبة للمعاملة (M^+) تلته المعاملة(O^+) إذ بلغت (12.97 و 12.49)% على التتابع مقارنة مع المعاملة (M^-) والمعاملة (O^-) إذ كانت (9.72 و 10.20)% على التوالي، في حين وجدت زيادة في المعاملة ($M^+ x C$) تلته المعاملة($O^+ x C$) ثم المعاملة($M^+ x O^+$) إذ أعطت (19.63 و 19.00 و 14.11)% على التوالي مقارنة بزيادة قليلة في المعاملة ($M^- x 0W^+$) و المعاملة ($O^- x 0W^+$) والمعاملة ($M^- x O^-$) وصلت الى (7.32و7.47 و 8.57)% على التوالي .

جدول (4): تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l.* وتداخلاتها في النسبة المئوية للبروتين في أوراق نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة.

الخليط المايكورايزي	مادة عضوية	فطر ممرض *F.o.l.*				تداخل
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	

الثلاثي						مايكورايزي×عضوي M x O
M^-	O^-	13.63	6.44	7.06	7.13	8.57
	O^+	17.06	8.19	9.00	9.25	10.88
M^+	O^-	18.31	8.50	10.00	10.50	11.83
	O^+	20.94	10.44	12.06	13.00	14.11
LSD(0.05)	4.193					3.942
تداخل مايكورايزي × ممرض M x *F.o.l.*						تأثير مايكورايزي
	M^-	15.35	7.32	8.03	8.19	9.72
	M^+	19.63	9.47	11.03	11.75	12.97
LSD(0.05)	2.735					1.464
تداخل عضوي × ممرض O x *F.o.l.*						تأثير مادة عضوية
	O^-	15.97	7.47	8.53	8.82	10.20
	O^+	19.00	9.32	10.53	11.13	12.49
LSD(0.05)	0.628					1.464
تأثير الممرض *F.o.l.*		17.49	8.39	9.53	9.97	
LSD(0.05)	2.091					

2–تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض وتداخلاتها في النسبة المئوية للعناصر الكبرى (NPK) والبروتين في الجذور:

اما فيما يتعلق بتأثير المعاملات في النسبة المئوية للنتروجين في جذور نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع جدول (5)، فاظهرت معاملة السيطرة (C) زيادة في النسبة المئوية للنتروجين تلته المعاملة ($4W^+$) مقارنة مع المعاملة ($0W^+$) وصلت الى (2.48 و 1.15 و0.88)% على التوالي ، كذلك اعطت المعاملة (M^+) زيادة في النسبة تلته المعاملة(O^+) إذ بلغت (1.66 و 1.56)% على التتابع مقارنة مع المعاملة (M^-) والمعاملة (O^-) إذ كانت(1.12 و1.22)% على التوالي ،في حين ظهرت زيادة في النسبة للمعاملة($M^+ x C$) تلته المعاملة ($O^+ x C$) ثم المعاملة ($M^+ x O^+$) إذ أعطت (3.00 و 2.73 و 1.86)% على التوالي مقارنة بزيادة قليلة في النسبة للمعاملة ($M^- x 0W^+$) والمعاملة ($O^- x 0W^+$) والمعاملة ($M^- x O^-$) وصلت الى (0.73 و0.78 و 0.98)% على التوالي ، سجلت المعاملة ($M^+ x O^+ x C$) الى اعلى زيادة في النسبة مقارنة مع جميع المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية إذ أعطت 3.26% مقارنة مع المعاملة ($M^- x O^- x 0W^+$) التي سجلت اقل زيادة في النسبة من جميع المعاملات المفردة والثنائية إذ كانت 0.64% ، وبينت جميع المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية والثلاثية وجود تأثير معنوي في النسبة المئوية للنتروجين في الجذور. .

جدول (5): تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l.* وتداخلاتها في النسبة المئوية للنتروجين %N لجذور نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة.

الخليط المايكورايزي الثلاثي	مادة عضوية	فطر ممرض *F.o.l.*				تداخل مايكورايزي×عضوي M x O
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	1.70	0.64	0.74	0.82	0.98
	O^+	2.20	0.81	0.99	1.06	1.27
M^+	O^-	2.74	0.91	1.05	1.13	1.46
	O^+	3.26	1.17	1.43	1.57	1.86
LSD(0.05)		0.555				0.507
تداخل مايكورايزي × ممرض M x *F.o.l.*						تأثير مايكورايزي
	M^-	1.95	0.73	0.87	0.94	1.12
	M^+	3.00	1.04	1.24	1.35	1.66
LSD(0.05)		0.345				0.190
تداخل عضوي × ممرض O x *F.o.l.*						تأثير مادة عضوية
	O^-	2.22	0.78	0.90	0.98	1.22
	O^+	2.73	0.99	1.21	1.32	1.56
LSD(0.05)		0.478				0.190
تأثير الممرض *F.o.l.*		2.48	0.88	1.05	1.15	
LSD(0.05)		0.270				

كذلك الحال بالنسبة لعنصر الفسفور في جذور نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة، اذ سجلت نتائج جدول (6) وجود تأثير معنوي في المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية والثلاثية في النسبة المئوية للفسفور في جذور نبات الطماطة ، اعطت المعاملة (M^+) زيادة في النسبة تلته معاملة السيطرة (C) ثم المعاملة (O^+) إذ كانت (1.04 و 0.91 و 0.79)% مقارنة مع المعاملة (M^-) والمعاملة ($0W^+$) و(O^-) إذ بلغت (0.34و 0.28 و0.59)% على التوالي ، كذلك وجدت زيادة في معاملة التداخل الثنائي ($M^+ \times 4W^+$) تلته المعاملة ($M^+ \times O^+$) ثم المعاملة ($O^+ \times C$) إذ أعطت (1.38 و 1.16 و 1.02)% على التوالي مقارنة بزيادة قليلة في النسبة المئوية لعنصر الفسفور في الجذور للمعاملة ($M^- \times 0W^+$) والمعاملة ($M^- \times O^-$) والمعاملة ($O^- \times 0W^+$) إذ بلغت (0.20 و0.26 و 0.20)% على التوالي، وسجلت معاملة التداخل الثلاثي ($M^+ \times O^+ \times 4W^+$) اعلى زيادة في النسبة مقارنة مع جميع المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية التي بلغت 1.51% مقارنة مع المعاملة ($M^- \times O^- \times C$) التي وصلت الى 0.50 % ، في حين سجلت المعاملة ($M^- \times O^- \times 0W^+$) اقل النسب من جميع المعاملات إذ أعطت 0.13 % .

اما بالنسبة لعنصر البوتاسيوم في الجذور فقد اشارت نتائج الجدول (7) الى وجود تأثير معنوي في المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية والثلاثية في النسبة المئوية للبوتاسيوم في جذور

نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة ، اظهرت المعاملة ($M^+ x O^+ x C$) اعلى زيادة في النسبة مقارنة مع جميع المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية إذاعطت 4.38 % مقارنة مع المعاملة ($M^- x O^- x 0W^+$) التي سجلت اقل النسب من جميع المعاملات إذ بلغت 1.70 % ، أظهرت معاملة السيطرة (C) زيادة في النسبة المئوية تلته المعاملة ($4W^+$) مقارنة مع المعاملة ($0W^+$) وصلت الى (3.84 و 2.56 و2.13)% على التوالي ، كذلك أعطت المعاملة (M^+) زيادة في النسبة تلته المعاملة (O^+) التي كانت (3.11 و 2.94)% على التتابع مقارنة مع المعاملة (M^-) والمعاملة (O^-) إذ أعطت (2.37 و 2.55)% على التوالي ، في حين اظهرت المعاملة ($M^+ x C$) زيادة تلته المعاملة ($O^+ x C$) ثم المعاملة ($M^+ x O^+$) إذ بلغت (4.22 و 4.04 و 3.30)% على التوالي مقارنة باقل زيادة في المعاملة ($M^- x 0W^+$) والمعاملة ($x O^- 0W^+$) والمعاملة ($M^- x O^-$) وصلت الى (1.83 و1.97و 2.17)% على التوالي.

جدول (6): تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l.* وتداخلاتها في النسبة المئوية للفسفور P% في جذور نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة.

الخليط المايكورايزي الثلاثي	مادة عضوية	فطر ممرض *F.o.l.*				تداخل مايكورايزي×عضوي M x O
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	0.50	0.13	0.20	0.21	0.26
	O^+	0.75	0.26	0.33	0.36	0.43
M^+	O^-	1.10	0.27	1.08	1.25	0.93
	O^+	1.29	0.45	1.37	1.51	1.16
LSD(0.05)		0.232				0.222
تداخل مايكورايزي × ممرض *F.o.l.* M x						تأثير مايكورايزي
	M^-	0.63	0.20	0.27	0.29	0.34
	M^+	1.20	0.36	1.23	1.38	1.04
LSD(0.05)		0.155				0.086
تداخل عضوي × ممرض *F.o.l.* O x						تأثير مادة عضوية
	O^-	0.80	0.20	0.64	0.73	0.59
	O^+	1.02	0.36	0.85	0.94	0.79
LSD(0.05)		0.437				0.086
تأثير الممرض *F.o.l.*		0.91	0.28	0.75	0.83	
LSD(0.05)		0.113				

جدول (7): تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l.* وتداخلاتها في النسبة المئوية للبوتاسيوم K% في جذور نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة.

الخليط المايكورايزي الثلاثي	مادة عضوية	فطر ممرض *F.o.l.*				تداخل مايكورايزي×عضوي M x O
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	3.24	1.70	1.82	1.92	2.17

2.58	2.40	2.24	1.96	3.70	O^+	
2.92	2.78	2.62	2.24	4.05	O^-	M^+
3.30	3.15	3.04	2.62	4.38	O^+	
3.920	3.710					LSD(0.05)
تأثير مايكورايزي						تداخل مايكورايزي × ممرض M x *F.o.l.*
2.37	2.16	2.03	1.83	3.47	M^-	
3.11	2.97	2.83	2.43	4.22	M^+	
1.272	2.433					LSD(0.05)
تأثير مادة عضوية						تداخل عضوي × ممرض O x *F.o.l.*
2.55	2.35	2.22	1.97	3.65	O^-	
2.94	2.78	2.64	2.29	4.04	O^+	
1.272	3.834					LSD(0.05)
	2.56	2.43	2.13	3.84		تأثير الممرض *F.o.l.*
	0.290					LSD(0.05)

اما تاثير المعاملات في النسبة المئوية للبروتين في جذور نبات الطماطة، فاظهرت نتائج الجدول (8) وجود تأثير معنوي في المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية والثلاثية في النسبة المئوية للبروتين بعد ثمانية أسابيع زراعة ، سجلت معاملة السيطرة (C) زيادة في النسبة المئوية تلته المعاملة ($4W^+$) مقارنة مع المعاملة ($0W^+$) وصلت الى (15.47 و 7.16 و5.52)% على التوالي ، كذلك اظهرت المعاملة (M^+) زيادة في النسبة المئوية للبروتين تلته المعاملة (O^+) إذ بلغت (10.36 و 9.76)% على التتابع مقارنة مع المعاملة (M^-) والمعاملة (O^-) وصلت الى (7.00 و 7.60)% على التوالي ، في حين أظهرت المعاملة ($M^+ \times O^+ \times C$) اعلى زيادة في النسبة مقارنة مع جميع المعاملات المفردة وتداخلاتها الثنائية إذ اعطت 20.38% مقارنة مع المعاملة ($M^- \times O^- \times 0W^+$) التي سجلت اقل زيادة في النسبة من جميع المعاملات التي بلغت 4.00 % ، وظهرت زيادة في المعاملة ($M^+ \times C$) تلته المعاملة ($O^+ \times C$) ثم المعاملة ($M^+ \times O^+$) إذ أعطت (18.76 و 17.07 و 11.61)% على التوالي مقارنة بزيادة قليلة في المعاملة ($M^- \times 0W^+$) والمعاملة ($O^- \times 0W^+$) والمعاملة ($M^- \times O^-$) وكانت (4.53 و4.85 و 6.10)% على التوالي .

جدول (8): تأثير الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l.* وتداخلاتها في النسبة المئوية للبروتين لجذور نبات الطماطة بعد ثمانية أسابيع زراعة.

الخليط المايكورايزي الثلاثي	مادة عضوية	فطر ممرض *F.o.l.*				تداخل مايكورايزي×عضوي M x O
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	10.63	4.00	4.63	5.13	6.10
	O^+	13.75	5.06	6.19	6.63	7.91
M^+	O^-	17.13	5.69	6.56	7.06	9.11

11.61	9.81	8.94	7.31	20.38	O^+	
0.507	0.555					LSD(0.05)
تأثير مايكورايزي						تداخل مايكورايزي × ممرض *F.o.l.* M x
7.00	5.88	5.41	4.53	12.19	M^-	
10.36	8.44	7.75	6.50	18.76	M^+	
0.190	0.345					LSD(0.05)
تأثير مادة عضوية						تداخل عضوي × ممرض *F.o.l.* O x
7.60	6.10	5.60	4.85	13.88	O^-	
9.76	8.22	7.57	6.19	17.07	O^+	
0.190	0.478				LSD(0.05)	
	7.16	6.58	5.52	15.47	تأثير الممرض *F.o.l.*	
	0.270				LSD(0.05)	

أظهرت نتائج الجداول (1 و3 و4 و5 و7 و8) ان اعلى زيادة في النسب المئوية للنتروجين والبوتاسيوم والبروتين في الأوراق والجذور في معاملة الخليط الثلاثي المايكورايزي والمادة العضوية وعدم وجود الممرض ($M^+ \times O^+ \times C$) وهذا يتفق مع دويني (2012) ; Ramarkrishnan and Selvakumar, (2012) ; جاسم واخرون (2014) ; Quinones *et al.*,(2015) الذين أكدوا ان وجود المايكورايزا لها دور أساسي في زيادة تجهيز النبات بالفسفور والذي يؤثر على زيادة وتجميع النتروجين (نتيجة زيادة النترات المختزلة) وزيادة الفعالية العالية لانزيم النايتروجينيز في جذور النباتات المايكورايزية ، والبوتاسيوم وخاصة عند سحب المغذيات من خارج منطقة الاستنفاذ وتحسين المجموع الجذري وبالتالي زيادة اكبر للعناصر ، كما ان بعض الهرمونات مثل حامض الجاسمونك له دور اساسي في تجميع النتروجين في الجذور والأوراق كما ان حامض الساليسلك يعمل على زيادة مستوى البوتاسيوم ، فضلاً عن ذلك فان للبوتاسيوم دور مهم في تقوية جدار الخلايا النباتية مما يحسن من النمو ويزيد من مقاومة النبات للممرض، ان اضافة المادة العضوية الى التربة تؤدي الى تحسين صفاتها من خلال جاهزية العناصر الغذائية للنبات وزيادة الرطوبة والاحتفاظ بالماء وزيادة تهويتها ولها دور أساسي في زيادة نمو المجموع الجذري من خلال تحسين التربة الفيزيائية والكيميائية وزيادة جاهزية العناصر في التربة وتوفير بيئة مناسبة لنمو الجذور كما تعمل على تجهيز البوتاسيوم والنتروجين للنبات من خلال خفض الاس الهيدروجيني وزيادة درجة الحرارة مما يزيد من اذابة المعادن وتحرير البوتاسيوم والنتروجين وقد يلعب حامض الهيومك دور فعال في زيادة نفاذية النبات للبوتاسيوم من خلال زيادة نفاذية الاغشية الخلوية ، اما اضافة كميات قليلة من المادة العضوية للتربة تؤدي الى تحسين نمو المستعمرات المايكورايزية داخل النبات وزيادة عدد الشجيرات التي تزود النبات بعناصر النتروجين

والبوتاسيوم وبالتالي زيادتها في الانسجة وانتاج كميات كبيرة من البروتين ، كما أشار (Romheld and Kirkby, 2010) ان للبوتاسيوم دور في عدة وظائف تدعم النبات منها الحماية ضد ازالة الماء من انسجة المجموع الخضري وتنظيم الية غلق وفتح الثغور مع تحسين كفاءة استعمال الماء ونقل نواتج عملية البناء الضوئي وتدعيم قوة تعمق الجذور وكبح سمية أنواع الاوكسجين الفعال.

بينت الجدول (2 و6) ان أعلى زيادة في النسبة المئوية للفسفور في الأوراق والجذور في معاملة الخليط المايكورايزي الشجيري الثلاثي والمادة العضوية واصابة الممرض للنبات بعد أربعة أسابيع زراعة ($4W^{+}$) وتتفق هذه النتيجة مع الدراسات التالية (El-Khallal, 2007 ; ; Al-Askar and Rashad, 2010 ; Ramarkrishnan and Selvakumar, 2012 ;Manila and Nelson, 2014 ;Quinones-Aguilar *et al*., 2015) كون المايكورايزا تجهز النبات بكميات كبيرة من عنصر الفسفور من التربة عن طريق ناقل الفوسفات الموجود في الهايفات الخارجية مقارنة مع عدم وجودها ، اما بوجود الممرض فان كميات تجهيز الفسفور للنبات تزداد عن طريق زيادة عدد الشجيرات التي تزود النبات بالعناصر من المايكورايزا لتقليل الامراضية وذلك عن طريق امكانية تعبير جينات الدفاع التي تتحسس بمستوى الفسفور في الجذور وتحفز الجينات المسئولة عن تكوين انزيمات الدفاع ضد الممرض مثل انزيمات الكتاليز والكايتينيز والكلوكانيز ثم زيادة عدد الشجيرات وتحسين المجموع الجذري للنبات من خلال طول الجذر وزيادة كثافة الشعيرات الجذرية مما يحسن امتصاصية النبات للعناصر الغذائية الأساسية كما تقوم الهايفات الخارجية بسحب العناصر من خارج منطقة الاستنفاذ Depletion zone وبالتالي زيادة في مقاومة الممرض، بجانب دور فطريات المايكورايزا وهرمونات الجاسمونك والساليسلك في مقاومة الممرض كلاً على حدة ، فقد يكون زيادة الهرمونات مثل الجبريلين والسايتوكاينين والساليسلك والجاسمونك قد حفزت المقاومة ضد الفيوزاريم اذ خفضت من حدوث الاصابة وزيادة النمو وتنشيط عملية الايض واخذ كميات كبيرة من المغذيات وموازنة الهرمونات ربما بسبب التعاون بين المايكورايزا والهرمونات ولاسيما الجاسمونك في تحفيز وتنظيم مقاومة المرض، كما ان زيادة الكتلة الحية والبناء الضوئي الناتج عن زيادة العناصر له دور في مقاومة الممرض حيث تحافظ الهايفات المايكورايزية على المغذيات وتمنع فقدانها في التربة عن طريق افراز Glomalin كما انها تزود النبات بالماء من أماكن بعيدة لاتصل اليها الجذور وكذلك تقتصد بكمية الماء (Thangadurai *et al*., 2010) ، ان غسل التربة قد حسن من نمو ونشاط المايكورايزا وذلك لتقليل العناصر الغذائية في التربة وخاصة الفسفور الذي يزيد من نشاط المايكورايزا وبالمقابل فان نقص العناصر الغذائية تضعف من

نمو الممرض ومن قابليته على الإصابة(Manila and Nelson, 2013) ، اما اضافة المادة العضوية أدت الى توفير الفسفور من خلال تكوين مركبات تحمي الفسفور من الترسيب وتعمل على اطالة تيسره للنبات ، وكذلك زيادة الكتلة الحية وبالتالي زيادة تحرر Co_2 وتكوين حامض الكربونيك (H_2CO_3) الذي يذوب في الماء ويخفض الاس الهيدروجيني في التربة وزيادة ذوبانية المركبات الفوسفاتية المترسبة ثم تحرر الفسفور ، كما يعمل حامض الهيومك على زيادة فعالية انزيم الفوسفاتيز في التربة ويذوب المركبات الفوسفاتية وتصبح جاهزة للنبات ، وعند اضافة كميات قليلة من المادة العضوية (التي تحوي كميات قليلة من الفسفور) تعمل على تنشيط المايكورايزا وزيادة عدد الشجيرات وبالتالي توفر العناصر الضرورية للنبات مما يحسن نموها ومقاومتها (دويني ، 2012). ان الجذور المصابة بالمايكورايزا تطرح كميات من غاز CO_2 مما يؤدي الى زيادة سالبية الجهد المائي في محيط الجذور وهي نتيجة طبيعية لزيادة معدلات سرعة التنفس التي تؤدي الى تكوين احماض كربونية (H_2CO_3) وجذور حامضية (COOH) على سطوح حبيبات التربة في محيط الجذور مما يتسبب في انطلاق الفسفور الايوني وامتصاصه من قبل جذور النبات (Javot *et al.*, 2007 ; Bucher, 2007). كذلك بين (Kapoor, 2008). ان الدراسات الأولية اشارت الى تثبيط المرض بواسطة المايايكورايزا الشجيرية المرتبطة بتأثير المغذيات التي تزودها المايكورايزا للنبات وخاصة تركيز الفسفور في حين ان الدراسات الحديثة بينت تثبيط المرض لا يرتبط بصورة كاملة بالمغذيات المزودة من المايكورايزا وزيادة محتوى الفسفور والوزن الجاف وانما يرتبط الى جانب اخذ المغذيات والتنافس على المكان والغذاء وتأثير منطقة الرايزوسفير المايكورايزية Mycorrhizosphere فضلاً عن تنشيط ميكانيكيات الدفاع لنبات الطماطة (تحفيز المقاومة الموضعية والجهازية) المسئولة عن تثبيط المرض وخفض شدة الاصابة بالفطر *F.o.l.* بوساطة المايكورايزا مثل زيادة انزيم PAL وتركيز الفينول وكثافة الترايكوم (trichome density) وهرمون الجاسمونك .

أشارت جميع الجداول اقل النسب للنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والبروتين في الأوراق والجذور في معاملة اصابة الممرض عند الزراعة وعدم وجود المايكورايزا والمادة العضوية قد يعود الى مهاجمة الممرض جذور الطماطة إذ يؤثر في قابلية اخذ الماء والعناصر من التربة ويقلل من نسبها في النبات، كما ان الفطر الممرض *F.o.l.* يفرز انزيمات تؤثر في امتصاص البوتاسيوم ووظيفة الثغور وبالتالي عدم السيطرة على عملية النقل وخسارة كميات كبيرة من الماء التي تسبب في ذبول النبات بالاضافة الى ان نقصان البوتاسيوم يؤدي الى ضعف في جدار الخلايا في الجذور مما يسهل من عملية اختراق الممرض، فضلاً عن ذلك فان من أسباب نقص العناصر في

النبات هو دخول الفطر الممرض داخل النسيج النباتي عن طريق اختراقه للجدران الخلوية عن طريق النقر او الجروح ويسبب انسداد للانسجة الوعائية وبالتالي يحصل نقص في العناصر الغذائية وانخفاض مستوى الهرمونات النباتية مثل IAA و GA و Cytokinin وزيادة مستوى ABA وقد يكون السبب المباشر في تقليل انقسام و / او استطالة الخلية مما يؤدي الى ضعف النمو ، اما الأسباب الأخرى لضعف نمو النبات ربما يعود الى غسل التربة مما يؤدي الى انخفاض في تركيز العناصر الموجودة في التربة والجاهزة للامتصاص وخاصة الفسفور فضلاً عن ان تعقيم التربة قد يتسبب في قتل جميع الاحياء المجهرية بما فيها المفيدة التي تزود النبات بالعناصر الغذائية وتنافس الممرض وتضعف قابليته على الامراضية وهذا ما اكده El-Khallal, (Huang *et al*., 2012 ; Ramarkrishnan and Selvakumar, 2012 ; 2007) .

وقد أظهرت الدراسة زيادة في نسبة العناصر والبروتين في الأوراق اكثر من الجذور بعد ثمانية أسابيع زراعة إذ ان العناصر الرئيسية مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم لها دوراً مهماً اذ تدخل هذه في بناء الكلوروفيلات والسايتوكرومات ومركبات الطاقة (ATP) والمرافقات الانزيمية مثل $NADH_2$ و$NADPH_2$ فضلاً عن زيادة نشاط العديد من الانزيمات ، كما يدخل النتروجين والفسفور في بناء عدد من المركبات العضوية المهمة في العمليات الحيوية داخل النبات حيث يدخل في تركيب الاحماض النووية DNA و RNA والاحماض العضوية التي لها دوراً مهماً في عملية الاكسدة والاختزال التي تحدث خلال عملية البناء الضوئي وكل هذه العمليات تحدث في الأوراق بالاضافة الى ان مرحلة الازهار والاثمار في هذه الفترة تكون بحاجة ضرورية الى هذه العناصر في الأوراق من اجل تكوين الازهار والثمار في حين ان معظم هذه العمليات لاتحصل في الجذور وخصوصا المتعلقة بالبناء الضوئي والازهار والاثمار وهذا يتفق مع (El-Khallal, 2007 ; ; Kapoor, 2008 ; الخليل ، 2011) .

المصادر

1- ديوان ، مجيد متعب (1994) . تقدير الكثافة العددية للفطريات المرضية وغير المرضية لجذور الطماطة. مجلة البصرة للعلوم الزراعية . 7 (3) : ص 32-39 .

2-Ojha, S. and Chatterjee, N. C. (2012). Induction of resistance in tomato plants against *Fusarium oxysporum* F. sp. *Lycopersici* mediated through salicylic acid and *Trichoderma harzianum*. J. Plant Prot. Res., 52(2): 220-225.

3- Amini,J. and Sidovich,D.F.(2010).The effect of fungicides on *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* associated with *Fusarium* wilt of tomato.J.Plant Prot.Res.,50:172-178.

4- فياض، محمد عامر؛ الكوراني، جوادين طالب؛ مانع، علاء عودة ؛ عبود،هادي مهدي وهدوان، حميد علي (2012) . تأثير بعض العوامل الإحيائية في مقاومة مرض موت وذبول بادرات الطماطة المتسبب عن الفطر

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* . مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 25 (2) : 47-57 ص

.

5- Agrios, G. N. (2004). Plant pathology. 5th edition Elsevier, Academic Press: 922 pp.

6- El-Khallal, S. M. (2007). Induction and modulation of resistance in tomato planta against *Fusarium* wilt disease by bioagent fungi (Arbuscular mycorrhiza) and/or hormonal elicitors (Jaasmonic acid and salicylic acid): 1-Changes in growth, some metabolic activities and endogenous hormones related to defense mechanism. Aust. J. Basic & Appl. Sci., 1(4): 691-705.

7- Hathout, T. A.; Felaifel, M. S.; El-Khallal, S. M.; Abo-Ghalia, H. H. and Gad, R. A. (2010). Biocontrol of *Phaseolus vulgaris* root rot using arbuscular mycorrhizae. Egypt. J. Agric. Res., 88(1): 15-29.

8- ذياب، نعيم سعيد (2012). استخدام صخر الفوسفات والسوبر فوسفات واضافة المخصبات الفطرية والبكتيرية في نمو وحاصل البطاطا. أطروحة دكتوراه، قسم البستنة، كلية الزراعة، جامعة بغداد: 152 صفحة.

9-Cooper , K.M. and Tinker, P.B. (1981). Translocation and Transfer of nutrients in VA-mycorrhizas. IV. Effect on environments variables on movement of phosphorus. Newphytol. 88: 327-329.

10-Nirmalnath, P.(2010). Molecular Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and pink pigmented facultative methylotrophic bacteria and their influence on grapevine *(vitis vinifera).* University of Agricultural Sciences. Dharwad, India .

11-Utobo, E. B.; Ogbodo, E. N. and Nwogbaga, A. C. (2011). Techniques for Extraction and Quantification of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Libyan agric. Res. center j. internat., 2(2):68-78.

12- Smith. S. E. and Read, D. J. (2008) . Mycorrhizal symbiosis . (2nd ed) . London . Academic press, San Diogo, California. U.K. 650pp.

13- Pettit, R. E. (2004). Organic matter, Humus, Humate, humic acid and humin: Their importance in soil fertility and plant health (Online). www.humate.com.pdf/organicmatte.

14-Neweigy, N.A.; Ehsan, A.; Hanafy, A.; Zoghloul, R.A. and El-Sayoda, H. (1997) . Response of sorghum to inoculation with *Azospirillum* , organic , and inorganic fertilization in the presence of phosphate solublizing microorganisms. Annals of Agric. Sci., Moshtohor , 35 (3) : 1383-1401.

15-Caravaca, F.; Hernandez, T.; Garcia, C. and Roldan, A. (2002). Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition . Geoderma 108: 133-144.

16-Hanafy, A.H.; Nesiem, M.R.A.; Hewedy, A.M. and Sallam, H.E.E. (2002) . Effect of organic manures, biofertilizers and NPK mineral fertilizers on growth, yield, chemical composition and nitrate accumulation of sweet pepper plants. Recent Technologies in Agriculture. Proceedings of the 2nd congress. Faculty of Agriculture , Cairo University 4: 932 – 955.

17- سلمان،نريمان داوود(2003). تأثيرفطريات المايكورايزا في امتصاص الفسفورمن السوبرفوسفات والصخرالفوسفاتي وعلاقته بنموووحاصل التبغ (*Nicotiana tabacum*).أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد: 176.

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

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

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

21- Owusn,-Bennoah, E. and Mosse, B. (1979). Components of VA mycorrhizal inoculum and their effects on growth of onion. New phytol., 87; 355-361.

22- Davies, F.T.; Puryear, J.D.; Neuton, R.J.; Janathan, N.E. and Saraiva Cross, J.A. (2001). Mycorrhizal fungi enhance accumulation and tolerance of chromium in sunflower (*Helianthus annuus*). J. Plant Physiol., 158: 777-786.

23- الطائي، فزع محمود (2010). تأثير فطريات المايكورايزا الحوصلية- الشجيرية (VAM) في نمو محصولي الذرة الصفراء وفول الصويا. مجلة علوم الرافدين، المجلد 18، العدد 2، 8-15.

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

25- Booth. C. (1971). The Genus Fusarium common wealt.Commomwelth Institute, Kew, Surrey, England.

26- Leslie, J. F. and Summerell,B. A. (2006). The *Fusarium* laboratory manual.Blackewll publishing.U.K.

27- Amran, M.(2005). Pathognicity test of *Fusarium verticillioides* on corn and formulation of *Bacillus subtilis* BS10 for seed treatment as biological control agent. Prosiding Seminar Nasional Jagung., 474-481.

28- Dewan, M. M. (1989). Identity and frequency of occurrence of fungi in roots of Wheat and rye grass and their effect on take-all and host growth. Ph.D. thesis, Univ. Wes. Australia. 210 pp.

29- الصحاف، فاضل حسين (1989). تغذية النبات التطبيقي، بيت الحكمة، جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق: 258 صفحة.

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

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

32-المرجاني، علي حسين فرج (2011). تاثير اضافة بعض الاحماض الامينية مع ماء الري وبالرش في نمو وحاصل الطماطة Mill *Lycopersicon esculentum* في تربة الزبير الصحراوية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد: 177 صفحة.

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

34- دويني، صادق جعفر حسن (2012). الاستصلاح الحيوي لتربة متأثرة بالأملاح باستعمال الزراعة الثنائية والمايكورايزا والمادة العضوية. أطروحة دكتوراه، قسم علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة بغداد: 189 صفحة.

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

36-جاسم، أحمد عبد الجبار والعامري نبيل جواد وفرج حسين عرنوص (2014). استجابة محصول الطماطة للتسميد الفوسفاتي والعضوي والحيوي. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 6(1): 30-47 .

37-Quinones-Aguilar,E.E.;Rincon-Enriquez,G.;Hernandez-Cuevas,L. V. and Lopez-Perez, L. (2015). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen concentrations on *Carica papaya* plant growth. Internat. J. Agri. & Biol., 17:119-126.

38-Romheld, V. and Kirkby, E. A. (2010). Research on potassium in agriculture: needs and prospects. Plant & Soil., 335: 155-180.

39-Al-Askar,A.A. and Rashad,Y.M.(2010).Arbuscular mycorrhizal fungi: Abiocontrol agent against common Bean *Fusarium* root rot disease. Plant Pathol. J., 9(1): 31-38.

40-Manila, S. and Nelson, R. (2014). Biochemical changes induced in tomato as a result of arbuscular mycorrhizal fungal colonization and tomato wilt pathogen infection. Asian J. Plant Sci. & Res., 4(1): 62-68.

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

42-Manila, R. and Nelson, R. (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.

43-Bucher, M. (2007) . Functional biology of plant phosphate uptake at root and mycorrhizae interfaces. New Phytol.173: 11-26.

44-Javot, H.; Pumplin, N. and Harrison, M. J. (2007). Phosphate in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: transport properties and regulatory roles.Plant Cell Environ. 30: 310-322.

45-Kapoor, R. (2008). Induced Resistance in Mycorrhizal Tomato is correlated to Concentration of Jasmonic Acid. J. Biolog. Sci., 8(3): 49-56.

46-Huang, C. H.; Roberts, P. D. and Datnoff, L. E. (2012). *Fusarium* diseases of tomato. In: Gullin, M. L., Katan, J. & Garibaldi, A. (eds). *Fusarium* wilts of greenhouse vegetable and ornamental crops. Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul: 145-158.

47-الخليل، شيرين مظفر علي (2011). تأثير التكامل بين التسميد المعدني والعضوي والحيوي في إنتاجية محصول الطماطة *Lycopersicon esculentum* Mill في البيوت البلاستيكية. رسالة ماجستير، علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة بغداد: 118 صفحة.

Detection of some major elements and protein in Fusarium wilt disease infected tomato(*Lycopersicon esculentum*) treated with Arbuscular mycorrhizal fungi

Assist.Prof. Thamer, A. A. Muhsen and Prof. Batool, Z. Ali.
Department of Biology, College of Education / Ibn-Al-Haitham,
Baghdad University .

Abstract

The present study was Conducted to evaluate the effect of amixture of three species of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus etunicatum* , *G. leptotichum* and *Rhizophagus intraradices*) in Influence on the percentage of the components of NPK and protein of tomato leaves and roots infected with *Fusarium oxysporum* f.sp. *Lycopersici* wich cause Fusarial wilt disease , planted for 8 weeks in the presence of the organic matter (peatmose) , using pot cultures in aplastic green house , Results indicated significant increase in the percentage of the elements of NK and protein of tomato leaves and roots In the control treatment (C), While the percentage of the element P was after infection with the pathogen 4 weaks after mycorrhizal colonization in all treatments (single , dual and trial interactions) . on the other hand mycorrhizal colonization of the leaves and roots in the presence of organic matter and pathogen after 4 weaks of pathogen infection resulted in significant increase in the percentage of the elements of NK and protein of leaves and roots in all treatment (single , dual and trial interaction) . The treatment ($M^+ \times O^+$ x C) Showed the highest Percentage followed by the trial ($M^+ \times 4W^+$ x O^+) , The P element was the highest in the treatment of trial interaction ($M^+ \times 4W^+$ x O^+) followed by the dual (M^+ x $4W^+$), whereas the lowest decline in the ratio of the elements and protein for all treatments was shown at the time of plantation (OW^+) in the presence of the pathogen . Overall, the study showed an increase in the percentage of the elements of NPK and protein in the leaves than the roots.

Key words: Maxture Arbuscular Mycorrhiza, *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* , Tomato, NPK nutrients and protein, Organic matter.