كفاءة فطريات المايكورايزا الشجيرية (AM) في تحفيز مضادات الأكسدة غير الأنزيمية في جذور الطماطة المصابة بالفطر ***Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici***

أ.د بتول زينل علي

م. ثامر عبد الشهيد محسن

جامعة بغداد/ كلية التربية للعلوم الصرفة (إبن الهيثم)

الخلاصة

هدفت الدراسة الحالية تقييم تأثير خليط ثلاث أنواع من فطريات المايكورايزية الشجيرية (*Glomus etunicatum*، *G. leptotichum*، *Rhizophagus intraradices*) في تحفيز مضادات الأكسدة غير الأنزيمية Non-Enzymatic Antioxidants في جذور الطماطة المصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* المسبب لمرض الذبول الفيوزارمي بعد 10 أسابيع زراعة وبوجود المادة العضوية البتموس (O) وإستخدام الأصص في البيت البلاستيكي . وبينت النتائج خفضاً معنوياً للنسبة المئوية لحدوث وتطور المرض بعد أربعة أسابيع من الإصابة بالممرض ($4W^+$) . كما تسبب الخليط المايكورايزي الشجيري والمادة العضوية والممرض زيادة معنوية في المعاملات المفردة والمتداخلة ثنائياً وثلاثياً في محتوى البرولين ، الفينول الكلي ، المالون داي الديهايد ، الكلوتاثيون وبيروكسيد الهيدروجين في جذور الطماطة ، وكان أعلى محتوى لجميع مضادات الأكسدة غير الأنزيمية في معاملة التداخل الثلاثي (M×*F.o.l* .×O) تلتها معاملة التداخل الثنائي (M×*F.o.l* .) بينما كان أقل أنخفاض في المحتوى ولجميع مضادات الأكسدة غير الأنزيمية ولجميع المعاملات في تلويث الممرض عند الزراعة ($0W^+$) .

الكلمات المفتاحية: خليط مايكورايزي شجيري ثلاثي، *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*، مادة عضوية ، نبات الطماطة ، مضادات أكسدة غير أنزيمية .

المقدمة

تعد نباتات الطماطة *Lycopersicon esculentum* من الخضراوات الستراتيجية ومن أكثر محاصيل الخضر إنتشارا في العالم وتعود إلى العائلة الباذنجانية Solanaceaeولها 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 وطوال السنة (Rick, 1978 ; 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 and Chatterjee, 2012) . أستخدمت العديد من الستراتيجيات للسيطرة والحد من خطورة هذا المرض، منها إستخدام المبيدات الفطرية (Amini and Sidovich, 2012) . أو إستخدام البكتيريا النافعة PGPR مثل *Bacillus* و *Pseudomonas* وبعض الفطريات المضادة Antagonistic fungi مثل *Trichoderma virids* و*T. harzianum* (فياض وأخرون ، 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 تجاه هذه المبيدات(Agrios, 2004). وللأسباب المذكورة سابقا إتجهت الدراسات إلى إيجاد بدائل لهذه المواد بإستخدام عوامل سيطرة إحيائية (Al-Khallal, 2007) . ومنها فطريات المايكورايزا الشجيرية Arbuscular Mycorrhiza (AM) والتي تتكافل إجبارياً مع مايزيد عن 80% من النباتات الأرضية الراقية (Hathout *et al*.; 2010) .

ان الاستفادة من فطريات المايكورايزا لاتنحصر في عملية زيادة جاهزية الفسفور في الترب التي تعاني من نقص الفسفور وانما هناك فوائد أخى لهذه العلاقة وتستطيع فطريات المايكورايزا بالقيام بعمل الشعيرات الجذرية حيث تقوم بامتصاص الماء والاملاح المعدنية والنايتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت والحديد والمنغنيز والنحاس والزنك وبالمقابل تأخذ الفطريات احتياجاتها الغذائية المعقدة كالأحماض الامينية والفيتامينات (مثل فيتامين B) والكربوهيدرات من النبات العائل (Utobo *et al*.;2011 ; Kierheilig *et*

(*al*.; 2001). إن إضافة المايكورايزا الشجيرية تحفز النبات على إحداث تغيرات مظهرية في الجذور وتكوين حواجز دفاعية تركيبية مثل اللكنين وبروتينات جدار غنية بالهيدروكسيل مثل البرولين وكذلك إنتاج أنزيمات (Hathout *et al* .; 2010) . إن إضافة المايكورايزا الشجيرية لجذور نباتات الطماطة قد حفز الدفاعات ضد الممرض وزيادة إنتاج أنواع الأوكسجين الفعال (ROS) مثل Hydrogen Peroxide وزيادة الفينول والمالون داي الديهايد malondialdhyde (MDA) في أوراق الطماطة إضافة إلى زيادة نشاط الأنزيمات التي لها دور أساسي في تكوين اللكنين lignification مثل أنزيمات POD و PPOوPAL (El-Khallal ,2007) . لقد وضح Fierro-Coronado *et al* (2013) إن الفطر المايكورايزي *Rhizophagus intraradices* قلل من دليل تعفن الجذور root rot index (RRI) في النباتات الطماطة المصابة بالممرض *Fusarium oxysporum*. وفي دراسة قام بها Hage-Ahmed *et al*. (2013) على الطماطة لاحظ زيادة في المستعمرات المايكورايزية وزيادة الكتلة الحية للطماطة وإنخفاض النسبة المئوية لحدوث المرض Disease incidence وشدته Disease severity بالفطر *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* . كما أظهرت دراسة إنخفاض في شدة الإصابة وزيادة في الكتلة الحية لنباتات الطماطة والفينول الكلي في الجذور المصابة بالفطر *F. oxysporum* (Kapoor, 2008) . وأشار الباحثان Manila and Nelson (2014) إن إستخدام الفطر المايكورايزي والممرض *F. oxysporum* أدت إلى زيادة معنوية في محتوى الفينول وزيادة في فعالية أنزيم POD و PPO في الجذر. ولقد وجدت زيادة تدريجية خلال الأسابيع 1–7 في محتوى الكلوتاثيون Glutathione content في الجزء الخضري وفي الكلوتاثيون الكلي للجزء الخضري والجذور لنباتات الطماطة المايكورايزية *Glomus intraradices* مقارنة بالنباتات الغير مايكورايزية (Klug, 2006) . إن فطريات المايكورايزا الشجيرية يمكن إستخدامها في المكافحة الحيوية ضد الفطر الممرض في البيوت المحمية والحقل حيث أظهر خفض معنوي لدليل الإمراضية disease index وشدة الإمراضية disease severity (Kareem and Hassan, 2014).

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).

أستهدفت الدراسة الحالية إختبار كفاءة خليط ثلاثة أنواع من المايكورايزا الشجيرية في السيطرة على مرض الذبول وتعفن جذور الطماطة المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* من خلال قياس حدوث وتطور المرض على الجذور والكشف عن مضادات الأكسدة غير الأنزيمية تحت ظروف مختلفة من المعاملات .

المواد وطرائق العمل

- تنشيط المايكورايزا وتحضير التربة

تم الحصول على السماد الحيوي (البادىء الفطري) لثلاثة أنواع من المايكورايزا الشجيرية AM *Glomus etunicatum* ، *G. leptotichum* ، *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 السماد للتأكد من وجود الأبواغ الفطرية بطريقة النخل الرطب والتصفية حسب طريقة Gerdemann and Nicolson (1963).

تم تحضير تربة مزيجية من شاطىء دجلة في منطقة الزعفرانية وغسلها حسب طريقة 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 المايكورايزية الثلاثة عن طريق وضع طبقة Pad منها في أصص حاوية على تربة معقمة وفقيرة المغذيات وحاوية على صخر فوسفاتي مركز وزرعت فسقة البصل المعقمة وحسب طريقة Owusu-Bennoah and Mosse(1979) ، ثم أضيف المحلول المغذي المحضر وحسب طريقة (Davies *et al.*,2001) ، سقيت 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 (Booth(1971 ، (Leslie and Summerel 2006)، 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 وإستخدامه 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 وكذلك بعد أسبوعين زراعة، وأضيف 50 غم بذور دخن ملوثة بلقاح الفطر *F.o.l.* إلى التربة المزيجية (نسبة 5% وزن/ وزن) (Dewan (1989 لأصص المعاملات الملوثة وبثلاث فترات (عند الزراعة$^{+}$0W ، وبعد أسبوعين زراعة $^{+}$2W ، وأربعة أسابيع زراعة ($^{+}$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 . وبثلاث مكررات لكل معاملة (تم إجراء 16 معاملة مختلفة من السيطرة وتداخل المايكورايزا والبتموس والممرض في التجربة)، 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 10 أسابيع .

-حساب النسبة المئوية لحدوث وتطور المرض

-تم قياس النسبة المئوية لحدوث المرض Disease incidence% على جذور نباتات الطماطة حسب طريقة (Hage-Ahmed *et al.*,2013) .

-تم قياس معامل تطور المرض Infection rate (r) على جذور نباتات الطماطة حسب طريقة (1963) Vanderplank .

- تقدير فعالية مضادة الأكسدة غير الأنزيمية Non-Enzymatic Antioxidants :

تم الكشف عن فعالية أهم مضادات الأكسدة غير الأنزيمية مثل محتوى البرولين Proline وفق طريقة (Bates *et al.*,1973) ، محتوى الفينول الكلي Total phenolحسب طريقة Mahadevan and sirdhar (1986) ، محتوى مالون داي الديهايد (MDA) حسب طريقة Carmak and Horst (1991) ، محتوى الكلوتاثيون (GSH) حسب طريقة (Moron *et al.*, 1979) ، محتوى بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 حسب طريقة (Velikova) *et al.* 2000 .

- التحليل الاحصائي

تم تحليل البيانات باستعمال البرنامج SAS– Statistical Analysis System (2012) لدراسة تأثير العوامل المدروسة وفق تجارب عاملة أحادية وتداخلات ثنائية وثلاثية 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

- تأثير خليط فطريات المايكورايزا والمادة العضوية والممرض في النسبة المئوية لحدوث المرض ومعامل تطور المرض.

بينت نتائج تأثير الخليط المايكورايزي الثلاثي (M) والمادة العضوية (O) والممرض (. *F.o.l*) وتداخلهما في النسبة المئوية لحدوث المرض بصورة مفردة ومتداخلة ثنائياً وثلاثيا تأثيراً معنوياً في النسب المئوية لحدوث المرض للجذر بعد عشرة أسابيع من التجربة يوضح (جدول 1) إنخفاض النسبة المئوية لحدوث المرض في كافة المعاملات

المفردة والثنائية والثلاثية وبالنسب التالية، في المعاملات المفردة للممرض بعد أربعة أسابيع ($4W^+$) ، ووجود المايكورايزا (M^+) والمادة العضوية (O^+) تمثلت بالنسب 38.03% ، 41.92% ، 47.70% مقارنة بمعاملة وجود الممرض عند الزراعة($0W^+$) والمايكورايزا (M^-) والمادة العضوية (O^-) التي بلغت 68.23% ، 61.00% و 55.22% على التوالي، أما المعاملات المزدوجة (M×O) (M×*F.o.l* .) (O×*F.o.l.*) فكانت أقل النسب إصابة بالممرض 38.03% ، 29.40% و 34.40% مقارنة بزرعهما معاً في نفس الوقت وللمعاملات الثلاثة على التوالي 64.63%، 46.65% و 41.65% على التوالي، واظهرت معاملة التداخل الثلاثي أعلى نسبة انخفاض في حدوث المرض كانت بعد أربعة أسابيع ($4W^+$) وصلت إلى 25.50% مقارنة بزرعها معاً في نفس الوقت 50.00% بعد عشرة أسابيع من الزراعة.

جدول (1) تأثير الخليط المايكورايزي الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l* وتداخلاتها في النسبة المئوية لحدوث المرض Disease incidence% على جذور نبات الطماطة بعد عشرة أسابيع زراعة.

الفطريات المايكورايزية	المادة العضوية	الفطر الممرض *F.o.l*			التداخل المايكورايزي×العضوي O x M
		$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	80.00	63.90	50.00	64.63
	O^+	73.30	55.50	43.30	57.37
M^+	O^-	63.00	41.10	33.30	45.80
	O^+	56.60	32.00	25.50	38.03
LSD (0.05)		3.184			12.972
التداخل المايكورايزي × الممرض *F.o.l* x M		التأثير المايكورايزي			
	M^-	76.65	59.70	46.65	61.00
	M^+	59.80	36.55	29.40	41.92
LSD (0.05)		5.283			1.381
التداخل العضوي × الممرض *F.o.l* x O		تأثير المادة العضوية			
	O^-	71.50	52.50	41.65	55.22
	O^+	64.95	43.75	34.40	47.70
LSD (0.05)		12.620			1.300
تأثير الممرض *F.o.l*		68.23	48.13	38.03	
LSD (0.05)		1.591			

أما نتائج معدل تطور المرض (r) (جدول 2) والذي يوضح إنخفاض في تطور المرض معنوياً بمعاملة الجذور بفطريات المايكورايزا (M^+) والممرض بعد أربعة أسابيع ($4W^+$) كلاً على إنفراد حتى وصلت بعد مرور 10 أسابيع من التجربة إلى 0.0096 و 0.0088 للمعاملتين على التوالي مقارنة بمعاملتي (M^-) و ($0W^+$) والتي بلغت فيها 0.0206 و 0.0247 على التوالي ، أما إضافة المادة العضوية (O^+) فقد أدت إلى خفض تطور المرض معنوياً حتى وصلت إلى 0.0136 مقارنة بعدم وجود المادة العضوية(O^-) التي وصلت إلى 0.0166 ، كذلك أدت معاملة التداخل الثنائية (M^++$^+$. *F.o.l*) إلى إنخفاض معنوي في تطور المرض حتى وصلت إلى 0.0049 و 0.0042 بعد فترتي الإصابة (أسبوعان وأربعة أسابيع) بالممرض على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة

0.0198 كما أظهرت معاملتا التداخل الثنائي ($M^+ \times O^+$) والتداخل الثلاثي ($M^+ \times 4W^+ \times O^+$) إلى خفض تطور المرض حتى وصلت إلى 0.0084 و0.0027 للمعاملتين على التوالي مقارنة بمعاملتي ($M^+ + O^-$) و ($M^+ \times 4W^+ \times O^-$) حيث إزدادت النسبة إلى 0.0108 و 0.0056 على التوالي.

جدول (2) تأثير الخليط المايكورايزي الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l* وتداخلاتها في حساب معامل تطور المرض Infection rate (r) على جذور نبات الطماطة بعد عشرة أسابيع زراعة.

الفطريات المايكورايزية	المادة العضوية	الفطر الممرض *F.o.l*			التداخل المايكورايزي×العضوي O x M
		$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	0.0303	0.0213	0.0155	0.0224
	O^+	0.0288	0.0163	0.0115	0.0189
M^+	O^-	0.0207	0.0062	0.0056	0.0108
	O^+	0.0189	0.0036	0.0027	0.0084
LSD (0.05)		0.0008			0.0071
التداخل المايكورايزي × الممرض *F.o.l* x M					التأثير المايكورايزي
	M^-	0.0296	0.0188	0.0135	0.0206
	M^+	0.0198	0.0049	0.0042	0.0096
LSD (0.05)		0.0021			0.0005
التداخل العضوي × الممرض *F.o.l* x O					تأثير المادة العضوية
	O^-	0.0255	0.0138	0.0106	0.0166
	O^+	0.0239	0.0100	0.0071	0.0136
LSD (0.05)		0.0073			0.0004
تأثير الممرض *F.o.l*		0.0247	0.0119	0.0088	
LSD (0.05)		0.0006			

- تأثير خليط المايكورايزا والمادة العضوية والممرض في محتوى مضادات الأكسدة غير الأنزيمية

أظهرت نتائج تأثير الخليط المايكورايزي الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l* في محتوى البرولين بصورة مفردة ومتداخلة ثنائياً وثلاثيا تأثيراً معنوياً في الجذور(مايكروغرام / غرام وزن طري) بعد عشرة أسابيع من التجربة (جدول 3) يظهر ارتفاع في

محتوى البرولين في كافة المعاملات المفردة والثنائية والثلاثية وبالنسب التالية، في المعاملات المفردة بعد أربعة أسابيع ($4W^+$) ، ووجود المايكورايزا (M^+) والمادة العضوية (O^+) تمثلت 86.44 ، 75.05، 67.93 مقارنة بمعاملة عدم وجود الممرض (C) والمايكورايزا (M^-) والمادة العضوية (O^-) والتي بلغت 77.18، 45.64 و 52.75 على التوالي، أما المعاملات المزدوجة (M×O) (M×*F.o.l* .) (*F.o.l*.×O) فكانت أعلى محتوى من البرولين 80.43 ، 107.28 و 95.17 مقارنة بزرعهما معاً في نفس الوقت وللمعاملات الثلاثة على التوالي 35.84 ، 65.60 و 77.72 على التوالي، واظهرت معاملة التداخل الثلاثي أعلى محتوى برولين وصلت إلى 114.33 مقارنة بزرعهما معاً في نفس الوقت 55.20 بعد عشرة أسابيع من الزراعة.

جدول (3) تأثير الخليط المايكورايزي الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l* وتداخلاتها في محتوى البرولين (مايكروغرام/ غرام وزن طري جذور) على نبات الطماطة بعد عشرة أسابيع زراعة.

الفطريات المايكورايزية	المادة العضوية	الفطر الممرض *F.o.l*				التداخل المايكورايزي×العضوي O x M
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	38.00	15.07	35.10	55.20	35.84
	O^+	77.30	23.30	45.13	76.00	55.43
M^+	O^-	90.27	31.10	57.03	100.23	69.66
	O^+	103.13	37.20	67.07	114.33	80.43
LSD (0.05)		3.819				21.025
التداخل المايكورايزي × الممرض *F.o.l* x M						التأثير المايكورايزي
	M^-	57.65	19.19	40.12	65.60	45.64
	M^+	96.70	34.15	62.05	107.28	75.05
LSD (0.05)		11.855				1.633
التداخل العضوي × الممرض *F.o.l* x O						تأثير المادة العضوية
	O^-	64.14	23.09	46.07	77.72	52.75
	O^+	90.22	30.25	56.10	95.17	67.93
LSD (0.05)		20.716				1.350
تأثير الممرض *F.o.l*		77.18	26.67	51.08	86.44	
LSD (0.05)		1.909				

أما محتوى الفينول الكلي (ملغم / غرام وزن جاف جذور) (جدول 4) فقد تفوق محتوى الفينول الكلي معنوياً بمعاملة الجذور بالممرض ($4W^+$) وفطريات المايكورايزا (M^+) كلاً على إنفراد ووصل محتواه إلى 11.71 و11.08 للمعاملتين على التوالي بعد 10 أسابيع من التجربة مقارنة بمعاملة السيطرة (C) ومعاملة عدم إضافة المايكورايزا (M^-) 8.32 و5.77 على التوالي ، كذلك إزداد المحتوى في معاملة التداخل الثنائي ($M^+ \times 4W^+$) حتى وصلت إلى أعلى محتوى 14.39 مقارنة بمعاملة ($M^- \times 4W^+$) فقد سجل 9.04 ، أما المعاملات التي تضمنت إضافة المادة العضوية بمفردها (O^+) أو متداخلة مع المايكورايزا ($M^+ \times O^+$) أو المعاملة الثلاثية ($M^+ \times 4W^+ \times O^+$) فأدت جميعها إلى زيادة في المحتوى وصلت بعد 10 أسابيع إلى 9.58 و 12.28 و 15.80 للمعاملات الثلاث على التوالي مقارنة بمعاملات (O^-) و ($M^+ \times O^-$) و($M^+ \times 4W^+ \times O^-$) إنخفضت إلى 7.27 ، 9.88 ، 12.98على التوالي وكانت معاملة التداخل الثلاثي قد سجلت أعلى محتوى للفينول الكلي من جميع المعاملات الأخرى.

جدول (4) تأثير الخليط المايكورايزي الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l* وتداخلاتها في محتوى الفينول الكلي (ملغم/غرام وزن جاف جذور) على نبات الطماطة بعد عشرة أسابيع زراعة.

الفطريات المايكورايزية	المادة العضوية	الفطر الممرض *F.o.l*				التداخل المايكورايزي×العضوي O x M
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	3.22	2.10	5.33	8.00	4.66
	O^+	6.00	3.98	7.46	10.07	6.88
M^+	O^-	10.86	5.83	9.86	12.98	9.88
	O^+	13.21	7.21	12.90	15.80	12.28
(0.05) LSD		1.040				2.304
التداخل المايكورايزي × الممرض *F.o.l* x M						التأثير المايكورايزي
	M^-	4.61	3.04	6.40	9.04	5.77
	M^+	12.04	6.52	11.38	14.39	11.08
(0.05) LSD		1.648				0.483
التداخل العضوي × الممرض *F.o.l* x O						تأثير المادة العضوية
	O^-	7.04	3.97	7.60	10.49	7.27
	O^+	9.61	5.60	10.18	12.94	9.58
(0.05) LSD		3.634				0.368
تأثير الممرض *F.o.l*		8.32	4.78	8.89	11.71	
(0.05) LSD		0.520				

يوضح (جدول 5) تأثير خليط الفطريات المايكورايزية والمادة العضوية والممرض في محتوى المالون داي الديهايد (MDA) (مايكرومول / غرام وزن طري جذور) ، والتي أظهرت فيها كذلك المعاملات المفردة للمايكورايزا (M^+) والممرض ($4W^+$) والمادة العضوية (O^+) زيادة المحتوى حيث سجلت 8.13 و 7.92 و 5.75 مقارنة بمعاملة عدم إضافة المايكورايزا (M^-) والسيطرة (C) وعدم إضافة المادة العضوية (O^-) حيث كان المحتوى 3.07 و 5.57 و 5.45 على التوالي، كذلك الحال في التداخل الثنائي ($M^+ \times F.o.l^+$) و ($F.o.l^+ \times O^+$) إذ وصل المحتوى ($4W^+$) 11.09 ، 8.10 على التوالي مقارنة ($M^- \times F.o.l^+$) و ($F.o.l^+ \times O^-$) حيث بلغ المحتوى 4.75 ، 7.73 على التوالي ، في حين كان أقل محتوى ($0W^+$) حيث بلغ 2.60 أما معاملة السيطرة كانت 5.57 ، بينما كان أعلى محتوى في معاملة التداخل الثلاثي ($4W^+$) حيث وصل المحتوى 11.35 مقارنة مع جميع المعاملات وكان تأثير الخليط المايكورايزي و الممرض والمادة العضوية وتداخلاتها معنوياً عند مستوى 0.05 في محتوى (MDA) في الجذور.

جدول (5) تأثير الخليط المايكورايزي الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l* وتداخلاتها في محتوى مالون داي الديهايد MDA (مايكرومول/ غرام وزن طري جذور) على نبات الطماطة بعد عشرة أسابيع زراعة.

الفطريات المايكورايزية	المادة العضوية	الفطر الممرض *F.o.l*				التداخل المايكورايزي×العضوي O x M
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	2.70	1.10	3.43	4.64	2.97
	O^+	2.95	1.25	3.65	4.85	3.18
M^+	O^-	8.14	3.91	8.88	10.82	7.94
	O^+	8.49	4.15	9.30	11.35	8.32
LSD (0.05)		0.834				1.788
التداخل المايكورايزي × الممرض *F.o.l* x M						التأثير المايكورايزي
	M^-	2.83	1.18	3.54	4.75	3.07
	M^+	8.32	4.03	9.09	11.09	8.13
LSD (0.05)		0.563				0.374
التداخل العضوي × الممرض *F.o.l* x O						تأثير المادة العضوية
	O^-	5.42	2.51	6.16	7.73	5.45
	O^+	5.72	2.70	6.48	8.10	5.75
LSD (0.05)		3.385				0.295
تأثير الممرض *F.o.l*		5.57	2.60	6.32	7.92	
LSD (0.05)		0.417				

بينت نتائج (جدول 6) ارتفاع في محتوى الكلوتاثيون (مايكرومول / غرام وزن طري جذور) في كافة المعاملات المفردة والثنائية والثلاثية وكالتالي، في المعاملات المفردة للمرض بعد أربعة أسابيع ($4W^+$) ، ووجود المايكورايزا (M^+) والمادة العضوية (O^+) تمثل المحتوى 316.76، 321.88، 250.31 مقارنة بمعاملة عدم وجود الممرض عند الزراعة (C) والمايكورايزا (M^-) والمادة العضوية (O^-) بلغت 272.18 ، 136.67 و 208.24 على التوالي، أما المعاملات المزدوجة (M×O) (M×*F.o.l* .) (*F.o.l*.×O) فكانت أعلى محتوى 344.74 ، 423.66 و 341.79 مقارنة بزرعهما معاً في نفس الوقت وللمعاملات الثلاثة على التوالي 117.47 ، 209.87 و 291.74 على التوالي، واظهرت معاملة التداخل الثلاثي أعلى محتوى من جميع المعاملا ت حيث بلغت 452.14 بعد عشرة أسابيع من الزراعة، وقد كانت النتائج معنوية للمعاملات الأحادية وللتداخل الثنائي والثلاثي.

جدول (6) تأثير الخليط المايكورايزي الثلاثي والمادة العضوية والممرض *F.o.l* وتداخلاتها في محتوى الكلوتاثيون GSH (مايكرومول/غرام وزن طري جذور) على نبات الطماطة بعد عشرة أسابيع زراعة.

الفطريات المايكورايزية	المادة العضوية	الفطر الممرض *F.o.l*				التداخل المايكورايزي×العضوي O x M
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	120.16	51.34	121.07	188.30	117.47
	O^+	178.25	64.52	160.27	231.44	155.87
M^+	O^-	365.18	125.13	310.58	395.17	299.02
	O^+	425.14	150.27	351.42	452.14	344.74
LSD (0.05)		30.504				76.349
التداخل المايكورايزي × الممرض *F.o.l* x M						التأثير المايكورايزي
	M^-	149.21	46.93	140.67	209.87	136.67
	M^+	395.16	137.70	331.00	423.66	321.88
LSD (0.05)		35.053				12.711
التداخل العضوي × الممرض *F.o.l* x O						تأثير المادة العضوية
	O^-	242.67	82.74	215.83	291.74	208.24
	O^+	301.70	101.90	255.85	341.79	250.31
(0.05) LSD		124.16				10.785
تأثير الممرض *F.o.l*		272.18	92.32	235.84	316.76	
LSD (0.05)		15.252				

أشارت نتائج (جدول 7) ارتفاع في محتوى بيروكسيد الهيدروجين (مايكرومول / غرام وزن طري جذور) في كافة المعاملات المفردة والثنائية والثلاثية وبالمحتويات التالية ، في المعاملات المفردة بوجود المايكورايزا (M^+) تلاه المرض بعد أربعة أسابيع ($4W^+$) وأخيراً المادة العضوية (O^+) كانت 5.94 ، 5.87 ، 4.31 مقارنة بمعاملة عدم وجود المايكورايزا (M^-) والممرض عند الزراعة ($0W^+$) والمادة العضوية (O^-) بلغت 1.95 ، 1.97 و 3.58 على التوالي، أما أعلى محتوى في المعاملات المزدوجة كانت ($F.o.l^+ \times$ M^+) تليها ($M^+ \times O^+$) ثم ($F.o.l^+ \times O^+$) 8,35 ، 6.33 و 6.30 مقارنة مع ($M^- \times F.o.l^+$) تليها ($M^+ \times O^-$) ثم ($F.o.l^+ \times O^-$) 3.39 ، 5.55 و 5.44 على التوالي، واظهرت معاملة التداخل الثلاثي أعلى محتوى بهيدروكسيد الهيدروجين وصلت إلى 8.80 مقارنة بزرعها معاً في نفس الوقت 2.98 بعد عشرة أسابيع من الزراعة، وكانت جميع النتائج معنوية للمعاملات الأحادية وللتداخل الثنائي والثلاثي.

جدول (7) تأثير الخليط المايكورايزي الثلاثي /8والمادة العضوية والممرض *F.o.l* وتداخلاتها في محتوى بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2(مايكرومول/غرام وزن طري جذور) على نبات الطماطة بعد عشرة أسابيع زراعة.

الفطريات المايكورايزية	المادة العضوية	الفطر الممرض *F.o.l*				التداخل المايكورايزي×العضوي O x M
		C	$0W^+$	$2W^+$	$4W^+$	
M^-	O^-	1.40	0.50	1.58	2.98	1.62
	O^+	2.24	0.91	2.22	3.80	2.29
M^+	O^-	6.13	2.94	5.23	7.90	5.55
	O^+	7.00	3.54	5.97	8.80	6.33
LSD (0.05)		0.687				1.296
التداخل المايكورايزي × الممرض *F.o.l* x M						التأثير المايكورايزي
	M^-	1.82	0.71	1.90	3.39	1.95
	M^+	6.57	3.24	5.60	8.35	5.94
LSD (0.05)		0.642				0.296
التداخل العضوي × الممرض *F.o.l* x O						تأثير المادة العضوية
	O^-	3.77	1.72	3.41	5.44	3.58
	O^+	4.62	2.23	4.10	6.30	4.31
LSD (0.05)		2.656				0.243
تأثير الممرض *F.o.l*		4.19	1.97	3.75	5.87	
LSD (0.05)		0.344				

المناقشة

إن إنخفاض النسبة المئوية لحدزث وتطور المرض في الجذور المايكورايزية بوجود المادة العضوية مع نتائج Hage-Ahmed *et* ; Fierro-Coronado *et al.* (2013) *al.* (2013) ; Kareem and Hassan (2014). حيث لاحظ هؤلاء الباحثين إن الميكانيكيات التي تسبب عن فعالية المايكورايزا تجاه الممرضات هي تحفيز فطريات المايكورايزا لعدد من الدفاعات في النبات العائل ، فضلا عن حصول عدد من التغييرات البايوكيميائية والفسيولوجية عند إستيطان المايكورايزا داخل النبات منها تغيير في أنماط Isozymesوأنزيمات الدفاع Chitinase, Chitosonase و β-1,3- Glucanase (Pozo *et al*., 2002) . كما أوضحت دراسة Hage-Ahmed *et al* (2013) على الطماطة ولاحظ زيادة في المستعمرات المايكورايزية وزيادة الكتلة الحية للطماطة وإنخفاض النسبة المئوية لحدوث الإصابة Disease incidence وشدتها Disease severity بالفطر *F. oxysporum f. sp. lycopersici*. وأظهرت دراسة Kapoor (2008) إنخفاض في شدة الإصابة وزيادة في الكتلة الحية لنباتات الطماطة والفينول الكلي في جذورنباتات الطماطة المصابة بالفطر *F.oxysporum* f.sp. *Lycopersici* .أشار (El-Khallal, 2007) إن للمايكورايزا الشجيرية دور أساسي في تحفيز جذور نباتات الطماطة لإنتاج مواد أيضية وبكميات وتراكيز ملائمة لتمنح الجذور مقاومة تجاه هذه المركبات ومنها Hydrogen Peroxide وزيادة في الفينول والمالون داي الديهايد malondialdhyde (MDA) وكذلك يزداد نشاط الأنزيمات التي لها دور أساسي في تكوين اللكنين lignification مثل أنزيمات POD و PPO وPAL . ولقد أوضح Akthar and Siddiqui (2008) إن النباتات المايكورايزية تكتسب حماية ضد الممرضات مقارنة بالنباتات غير المايكورايزية . وإن هذه الفعالية تختلف بإختلاف نوع وجنس الفطر المايكورايزي فضلاً عن ذلك فإن جمع أكثر من نوع مايكورايزي يعطي فاعلية أعلى لحماية النبات العائل من الفطر المايكورايزي المفرد (Maherali and Kuronomes, 2007) .

وكذلك تتفق نتائج محتوى كلا من البرولين ، الفينول الكلي ، مالون داي الديهايد ، الكلوتاثيون وبيروكسيد الهيدروجين مع نتائج Benhamou *et al.* (1994) ; (Klug 2006) ; Hathout *et al.* (2010)El-Khallal (2007) ; ; Parmar and Subramanian (2012) ; Manila and Nelson (2014). حيث أشار جميع

الباحثين إلى زيادة في محتوى مضادات الأكسدة غير الأنزيمية في نباتات الطماطة عند معاملة النباتات بالمايكورايزا الشجيرية والفطر الممرض *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersic* . اما إضافة المادة العضوية فهي تخفض حدوث المرض الناتج من ممرضات مختلفة (بكتيريا ، فطريات ، نيماتودا) تحت ظروف الزراعة في نظام البيت الزجاجي بإستخدام الكومبوست كمادة عضوية (Holtink and Boehm 1999) وفي التجارب الحقلية التي أظهرت إن إضافة الكومبوست أظهر فعالية مقاومة إحيائية تجاه الممرضات وتزيد من مضادات الأكسدة (Keerev *et al*.; 2000; Bonilla *et al*., 2012). والذي قد يكون ناتجاً من تأثير المادة العضوية في زيادة صحة وتغذية النبات مما يعطيه مقاومة تجاه الممرضات (Koike *et al*.; 2003) . كخلاصة للبحث تشير النتائج إلى إمكانية إستخدام خليط من فطريات المايكورايزا في السيطرة الإحيائية من خلال تحفيز مقاومة نبات الطماطة تجاه الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* المسبب لمرض الذبول .

المصادر

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

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 .

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

Akthar, M. S. & Siddiqui, Z. A. (2008). Arbuscular mycorrhizal fungi as potential bioprotectants against plant pathogens. In mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry. Siddiqui Z. A., Akhtar M. S. and Futai K. (eds.). Springer. Netherlands.

Amini, J. & 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.

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.

Bates, L. S.; Waldren, R. P. & Tears, I. D.(1973). Rapid determination of free proline for watr stress studies. Plant and Soil, 39:205-207.

Benhamou, N.; Fortin, J. A.; Hamel, C.; Arnad, M. & Shatilla , A. M.(1994). .Resistance responses of mycorrhizal – T-DNA – transformed carrot roots to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *Chrysanthemi*. Phytopathol. , 84 : 958 – 968 .

Bonilla, N.; Gutierrez, J. A.; Vicente; A. & Cazorla, F. M. (2012). Enhancing soil quality and plant health through suppressive organic amendments. Diversity., 4: 475-491.

Booth. C. (1971). The Genus Fusarium common wealt. Institute, Kew,

Carmak, I. & Horst, J. H.(1991) . Effect of aluminum on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*). Physiol. Plant., 83: 463-468.

Davies, F.T. & 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.

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

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.

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.

Fierro-Coronado, R. A.; Castro-Moreno, M. G.; Ruelas-Ayala, R. D.; Apodaca-Sanchez, M. A. & Maldonado-Mendoza, I. E. (2013). Induced protection by *Rhizophagus intraradices* against *Fusarium* wilt of tomato. JIVERCIENVIA., 38(1): 48-53.

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

Hage-Ahmed, K.; Krammer, J. & Steinkellner, S. (2013). The intercropping partner affects arbuscular mycorrhizal fungi and *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopercisi* interactions in tomato. Mycorrhiza, 23(7):543-550.

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

Holtink, H. A. J. & Boehm, M. J. (1999). Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. Annu. Rev. Phytopathol., 37: 427-446.

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

Kareem, T. A. & Hassan, M. S. (2014). Evaluation of *Glomus mosseae* as Biocontrol Agents against *Rhizoctonia solani* on Tomato. J. of Bio. Agri. and Healthcare., 4(2): 15-19.

Kieheilig, H., Kuoblauch, M., Juergensen, K., Van Bel, A.J.E. & Grundler, F.M.W. (2001). Imaging arbuscular mycorrhizal structures in living roots of *Nicotina Tobacum* by light, epifluorescence, and confocal laser scanning microscopy couree. Canadian Journal of Botany-Revue Candienne de Botanique., 79(2): 231 –237.

Klug, K. (2006). Systemic effects of mycorrhization on root and shoot physiologyof Lycopersicon esculentum. Reihe Umwelt / Environment., 69:1-105.

Koike, S. T.; Subbarao, K. V.; Davis, R. M. & Turini, T. A. (2003) . Vegetable diseases caused by soilborne pathogens . ANR . at http: //anrcatalog. ucdavis. edu.

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

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

Louis, I. & 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.

Mahadevan, A. & Sridhar, R.(1986).Methodes in physiological plant pathology.3rdedSivakami publications Indira .Nagar,Madra.India .pp.328.

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

Manila, S. & 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.

Moron, M.S.; Depierre, J.W. & Mannervik, B.(1979) . Levels of glutathione, glutathione reductase and glutathione S-transferase activities in rat lung and liver. Biochimica et Biophysica ACTA., 582,67-78.

Ojha, S. & 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.

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

Parmar, P. & Subramanian, R. B. (2012). Biochemical Alteration Induced in Tomato (*Lycopersicum esculentum*) in Response to *Fusarium oxysporum* F. Sp. *Lycopersici*. Afri. J. of Basic & Applied Sci., 4 (5): 186-191.

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

Pozo, M. J.; Verhage, A.; Garcia-Andrude, J.; Garcia, J. M. & Azcon-Aguilar, C. (2009). Primary plant defence against pathogens by arbuscular mycorrhizal fungi, In: C. Azcon-Aguilar (eds.). Mycorrhizas-functional processes and ecological impact. Chapter 9: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Rick, C. M.(1978).The tomato. Sci. Amer. Jour. 239 (2): 67-76.

SAS. 2012. Statistical Analysis System, User's Guide. Statistical. Version 9.1th ed. SAS. Inst. Inc. Cary. N.C. USA.
Surrey, England.

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

Vanderplank, J.E. (1963). Plant Diseases: Epidemics control. New York Academic Press. 349pp.

Velikova, V.; Yordanov, I. & Edereva, A.(2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Protective role of exogenous polyamines. Plant Scin., 151: 59-66.

Efficacy of Arbuscular mycorrhiza (AM) in inducing non-enzymatic antioxidants in tomato roots infected with *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*

Batool, Z. Ali. and Thamer, A. A. Muhsen
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 inducing the non-enzymatic antioxidants of tomato roots infected with *Fusarium oxysporum* f.sp. *Lycopersici* wich cause Fusarial wilt disease , and planted for 10 weeks in the presence of the organic matter (peatmose) , using pot cultures in aplastic green house , Results indicated significant reduction of disease incidence percentage and infection rate of roots infected with the pathogen 4 weaks after mycorrhizal colonization in all treatments (single , dual and trial interactions) . on the other hand mycorrhizal colonization of the roots in the presence of organic matter and pathogen after 4 weaks of pathogen infection resulted in significant increase of proline content, total phenol , malondialdehyde , glutathione and hydrogen peroxide of roots in all treatment (single , dual and trial interaction) . The trial treatment (M ×*F.o.l* .×O) Showed the highest content of all antioxidants tested followed by the dual (M ×*F.o.l* .) , whereas the lowest content of all antioxidants for all treatments was shown at the time of plantation (OW^+) in the presence of the pathogen .

Key words: Maxture Arbuscular Mycorrhiza, *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* , Organic matter, Tomato, Non-Enzymatic Antioxidants.