كفاءة بكتريا *Azotobacter chroococcum* و فطري المايكورايزا *Glomus mosseae* و *Gigaspora sp.* في كبح إصابة نباتات الطماطة بمرض تعفن الجذور المتسبب عن الفطر الممرض *Fusarium solani*

هادي مهدي عبود* أياد قحطان وحيد* منى حمودي الجبوري**

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى اختبار كفاءة التداخل بين عزلتين من بكتريا **Azotobacter chroococcum** وعزلة واحدة من كل من فطري المايكورايزا ***Glomus mosseae*** و **Gigaspora sp.** عوامل للمكافحة الإحيائية لمرض تعفن جذور الطماطة المتسبب عن الفطر الممرض ***Fusarium solani*** تحت ظروف الزراعة المحمية والحقل.

أظهرت نتائج البيت المحمي إن معظم المعاملات خفضت معنوياً النسبة المئوية لنباتات الطماطة المصابة بالمرض قبل وبعد بزوغ البادرات بالمقارنة مع معاملة المسبب المرضي (***F. solani***)، كانت المعاملة **Azo. 5** + ***Glomus*** + المسبب المرضي هي الأكفأ في خفض نسبة المرض **29.99**% بينما كانت النسبة في معاملة المسبب المرضي **86.66**%. بينت نتائج البيت المحمي أن عاملي المكافحة الإحيائية بصورة منفصلة أو مجتمعة زادت معنويا" معظم معايير النمو المدروسة بالمقارنة مع معاملة السيطرة وكانت المعاملة **Azo. 5** + ***Glomu*** + المسبب المرضي هي الأفضل في زيادة معايير النمو (طول المجموع الخضري، طول المجموع الجذري، الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري وللمجموع الجذري، عدد الأوراق والأزهار/نبات)، إذ سجلت **48.30**، **32.66** سم، **105.33**، **30.13** غم/نبات، **32.46**، **9.23** غم/نبات، **39.17** ورقة/نبات و**37.46** زهرة/نبات وعلى التوالي بالمقارنة مع معاملة السيطرة **22.33**، **15.9** سم، **60.80**، **18.33**غم/نبات، **18.80**، **4.76** غم/نبات، **23.0** ورقة/نبات و**11.6** زهرة/نبات وعلى التوالي.

أظهرت نتائج التجربة الحقلية ان المعاملتين **Azo. 5** + ***Glomus***+ المسبب المرضي و**Azo. 4** + ***Glomus*** +المسبب المرضي كانتا الأفضل في زيادة معظم معايير النمو المدروسة بالمقارنة مع معاملتي السيطرة والمسبب المرضي.

المقدمة

يعد نبات الطماطة ***Lycopersicon esculentum*** **Mill.** من محاصيل الخضراوات الرئيسة والمهمة في معظم دول العالم ومنها العراق، يصاب هذا المحصول بالعديد من المسببات المرضية الفطرية التي تحد وتؤثر في نمو وإنتاجية الطماطة ، من ضمن هذه المسببات هو الفطر ***Fusarium solani*** الذي يسبب مرض تعفن جذور الطماطة (**1**) .

أن وسائل السيطرة على هذا المرض التي تتضمن استخدام الطرائق الزراعية ومن ضمنها استخدام المبيدات الكيميائية المعروفة بتأثيراتها السمية الضارة للإنسان وبيئته (2)، قد اتجهت دراسات الباحثين والمختصين إلى استخدام طرائق بديلة وأمينة للإنسان وغير ضـــارة بالبيئة ومنها استخدام الأحياء المجهرية المستوطنة في التربة التي تتضـاد مع

* وزارة العلوم والتكنولوجيا –بغداد، العراق.

** كلية العلوم –جامعة بغداد–بغداد، العراق.

المسببات المرضية الفطرية وتحد من نموها وتقلل من أضرارها للنبات (7). تتداخل الأحياء المجهرية التي تعيش في التربة مع جذور النباتات وهذه التداخلات تؤثر ايجابياً في نمو النبات وتطوره وتغير من ديناميكيات الغذاء وحساسية النبات للإصابة بالإمراض (18).

تعد فطريات المايكورايزا واحدة من أهم الأحياء المجهرية التي تقيم علاقات تعايشية مفيدة مع مجموعة كبيرة من الأنواع النباتية (6)، إذ تؤثر فطريات المايكورايزا في تطور المجتمع النباتي واخذ المغذيات والعلاقات المائية وإنتاجية النباتات فضلا" عن إنها تكون عاملاً للمكافحة الإحيائية للعديد من ممرضات النبات (5).

تعود آلية تأثير فطريات المايكورايزا على الممرضات النباتية الى ان هذه الفطريات تقوم بحماية النبات من الممرضات من خلال مجموعة من الآليات من ضمنها انها تقوم بتحفيز المقاومة الجهازية في النبات، فقد وجد **Pozo** وجماعته (22) الى ان الفطر ***Glomus mosseae*** قد حفز المقاومة الموضعية والجهازية ضد الفطر الممرض ***Phytophthora parasitica*** بالإضافة الى خفضه للاعراض المرضية الناتجة عن الاصابة بهذا الممرض فيما اشار **El-Kallal** (10) الى ان معاملة نباتات الطماطة بالفطر المايكورايزي ***Glomus mosseae*** لوحده او بالتوافق مع المحفزات الهرمونية **Salicylic acid**، **Jasmonic acid** خفض معنوياً النسبة المئوية لاصابة النبات بمرض الذبول الفيوزارمي بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة .كما اشارت الدراسات الى ان فطريات المايكورايزا تزيد من فعالية الاحياء المجهرية في التربة والنبات من خلال تحفيز وانتاج افرازات الجذور والفايتوالكسينات والمركبات الفينولية في النبات (17، 21)، إذ من المعروف ان زيادة تمثيل الفينولات في جذور النباتات يؤدي الى زيادة مقاومة النبات للممرضات في النباتات المعاملة بفطريات المايكورايزا (8).

إن البكتريا المثبتة للنتروجين ***Azotobacter chroococcum*** معروفة بانها تحسن من تجهيز النبات بالنتروجين (9) وتنتج العديد من المواد الايضية المحفزة لنمو النبات مثل الاوكسينات والجبر لينات وفيتامين **B1** (5) فضلاً عن العديد من المواد الايضية الضد ميكروبية .اشارت العديد من الدراسات الى التأثيرات النافعة لبكتريا الازوتوباكتر في زيادة نمو وحاصل العديد من المحاصيل الزراعية المهمة (14)، إذ تفيد النبات بطرق عدة من ضمنها قابليتها لإنتاج الامونيا والفيتامينات والمواد المحفزة لنمو النبات وزيادة انبات البذور وانتاج الاوكسينات ومواد النمو الاخرى كالجبرلينات والسايتوكينينات (15) بالإضافة الى تثبيطها لنمو العديد من الفطريات الممرضة للنبات من خلال انتاجها للمواد الضد فطرية (23). وجد **Ahed** وجماعته (3) ان خمس عزلات من بكتريا ***Azotobacter chroococcum*** اظهرت فعالية تضادية عالية ضد الفطر الممرض ***Rhizoctonia solani*** على الوسط الزرعي **PSA**. كما وجد ان الفطر المايكورايزي ***Glomus intraradices*** خفض معنويا" نسبة وشدة اصابة نباتات الباقلاء بالفطر الممرض ***R. solani*** في حين ان استخدام التوافق بين البكتريا والفطر المايكورايزي كان اكثر تاثيراً في خفض نسبة وشدة الاصابة بالمرض تحت ظروف البيت المحمي والحقل.

لذا هدفت هذه الدراسة إلى التحري عن كفاءة عزلة واحدة من كل من فطري المابكورايزا ***Glomus mosseae*** و **Gigaspora sp.** وعزلتين من بكتريا ***Azotobacter chroococcum*** عواملاً للمكافحة الإحيائية ضد الفطر الممرض ***F. solani*** المسبب المرضي لذبول بادرات الطماطة.

المواد وطرائق البحث

استخدمت في هذه الدراسة عزلة واحدة من الفطر الممرض ***F. solani*** تم عزلها من نباتات طماطة أظهرت علامات ذبول مزروعة في حقل زراعي في جامعة بغداد. شخصت العزلة باستخدام المفتاح التصنيفي (18). استعملت بذور الطماطة ***Lycopersicom escolentum*** **Mill.** صنف **C. V. Marmond** في هذه الدراسة.

الوسط الزرعي لتنمية بكتريا *Azotobacter chrococcum*

أستخدم الوسط الزرعي الموصوف من قبل **Ahmed** وجماعته (4) الذي يتكون من (**20g** سكروز، **1.0g** K_2HPo_4، **0.1g** $FeSo_4$، **0.005g** $Na_2MoO_4.H_2O$ ، آكار **20g** ، ماء مقطر **1000ml** ، **PH = 6.9**).

عزل بكتريا *Azotobacter chroococcum* من التربة:

أخذت نماذج عدة من تربة الرايزوسفير لأنواع نباتية عدة وعملت تخافيف للتربة 10^{-5} و10^{-6} وأخذ **1** مل من كل تخفيف ووضع في دورق زجاجي سعة **250** مل يحتوي على **50** مل من الوسط الزرعي السائل **N- Free Jensen Broth Medium** وحضنت الدوارق على **30** م لمدة **5** أيام وفحصت النموات البكتيرية بعد تصبيغها بصبغة كرام وشخصت بكتريا *Azotobacter chroococcum* طبقاً لخواصها المزرعية والبايوكيمياوية وحفظت المزارع النقية بدرجة **5** ^{o}م.

عزلات فطريات المايكورايزا الشجيرية

استخدمت تقنية المناخل الرطبة الموصوفة من قبل **Gerdemann** وجماعته (**11**) لغرض عزل وتشخيص سبورات الفطريات المايكورايزية، إذ يتم اخذ **50** غم تربة رايزوسفيرية وتوضع في دورق زجاجي يحتوي **200** مل ماء مقطر، يتم خلط المحلول جيداً ويترك لمدة ساعة واحدة، ثم يمرر المحلول في مجموعة متدرجة بحجم ثقوبها من المناخل الرطبة (**400µM** الى **25µM**)، وبعدها يتم تشخيص السبورات استناداً الى حجمها وشكلها وطريقة اتصالها بالخيوط الفطرية بالإضافة الى مميزات الحافظة السبورية (**Sporocarps**) من الشكل والحجم واللون. استخدمت عزلة واحدة من كل من فطري المايكورايزا الشجيرية ***Glomus mosseae*** و ***Gigaspora* sp.** جرى عزلها من تربة الرايزوسفير لنباتي الذرة والطماطة وكثرت العزلتان باستخدام نبات الفول السوداني عائلاً نباتياً وحفظت التربة الحاوية على اللقاح المايكورايزي بدرجة **5**^{o}م لحين الاستخدام.

تجربة البيت المحمي

نفذت هذه التجربة لتقويم كفاءة التداخل بين عزلتين من بكتريا الازوتوباكتر وعزلة واحدة من كل من فطري المايكورايزا ***Glomus mosseae*** و ***Gigaspora* sp.** عواملاً للمكافحة الإحيائية لمرض ذبول أوراق نباتات الطماطة المتسبب عن الفطر الممرض. ***F. solani*** أضيف لقاح الفطر الممرض إلى الأصص بمعدل **1** مل من راشح الفطر **1×10**^{5} وحدة مكونة للمستعمرة/مل من مزرعة نقية بعمر **7** أيام نامية على الوسط الزرعي **PSA** لكل **1** كغم تربة مزيجية معقمة. جهزت أصص بلاستيكية **5**) كغم (بتربة مزيجية معقمة بالفورمالين ولقحت باللقاح المايكورايزي) سبورات + خيوط فطرية مايكورايزية + جذور مايكورايزية (بمعدل **5** غم/أصيص وذلك قبل **5** أيام من زراعة بذور الطماطة. عوملت البذور بالعالق البكتيري (**1.5×10**^{6} وحدة مكونة للمستعمرة/مل) ومن ثم عوملت البذور بالصمغ العربي (**3%**) لمدة **30** دقيقة وجففت وزرعت داخل الأصص وبمعدل **10** بذور أصيص ووزعت داخل البيت المحمي **25± 5** ^{o}م (طبقاً لتوزيع القطاعات العشوائية التامة التعشية **RBCD** وثلاثة مكررات وفق المعاملات التالية:

1. السيطرة. **Control** .
2. المسبب المرضي (***F. solani***) لوحده.
3. ***Glomus*** + المسبب المرضي.
4. ***Gigaspora*** + المسبب المرضي.
5. **Azo. 4** + المسبب المرضي.

6. **Azo. 5** + المسبب المرضي.
7. ***Glomus*** + **Azo. 4** + المسبب المرضي.
8. **Glomus+ Ao.5** + المسبب المرضي.
9. ***Gigaspora*** + **Azo. 4** + المسبب المرضي.
10. ***Gigaspora*** + **Azo.5** + المسبب المرضي.

11-Gigaspora +Glomus+ المسبب المرضي.

تجربة الحقل

اختيرت قطعة أرض زراعية في منطقة الجادرية- جامعة بغداد **(30×5)** م لتقويم كفاءة عاملي المكافحة الإحيائية (فطري المايكورايزا وبكتريا الازوتوباكتر وتداخلاتهما) في كبح إصابة نباتات الطماطة بمرض الذبول المتسبب عن الفطر الممرض ***F. solani*** تحت الظروف الحقلية، قسمت الأرض إلى **11** مرز طول كل مرز **5** م وعرض **80** سم أضيف اللقاح المايكورايزي (سبورات+ خيوط فطرية+ جذور مايكورايزية) بنسبة **1** غم/حفرة قبل **5** أيام من الزراعة، بينما عوملت بذور الطماطة بالراشح البكتيري (10^6×1) وحدة مكونة للمستعمرة /مل ومن ثم بالصمغ العربي **3%** لمدة **30** دقيقة وجففت البذور هوائياً وزرعت بمعدل **3** بذور/حفرة. أضيف لقاح الفطر الممرض ***F. solani*** إلى التربة بمعدل **50** مل من راشح الفطر (10^5×1) وحدة مكونة للمستعمرة/مل (من مزرعة نقية بعمر **7** أيام نامية على الوسط الزرعي **PSA**) لكل حفرة بعد زراعة البذور بخمسة ايام .

تم حساب معايير نمو النبات (طول المجموع الخضري والجذري، الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري، عدد الاوراق والازهار والثمار لكل نبات بالإضافة الى حساب النسبة المئوية للمرض وفق المعادلة الآتية:

النسبة المئوية للمرض= (عدد النباتات المصابة بالمرض في المعاملة/عدد النباتات المفحوصة)× **100** (**13**).

تم حساب شدة المرض وفق المقياس (**0-5**):صفر= النباتات سليمة، **1=1-25%** من المجموع الجذري متعفن، **2= 26-50%** من المجموع الجذري متعفن، **3= 51-75%** من المجموع الجذري متعفن، **4 = 76-99%** من المجموع الجذري متعفن،**5= 100%** النباتات ميتة .تم حساب شدة الاصابة وفق المعادلة التالية:

$$\text{شدة الاصابة} = \frac{\text{مجموع (عدد النباتات المصابة×درجة اصابتها)}}{\text{(المجموع الكلي للنباتات المفحوصة × اعلى درجة اصابة)}} \times 100 \qquad (16)$$

النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج ان هناك توافق بين عزلتي بكتريا ***Azotobacter chrococcum*** وفطري المايكورايزا ***Glomus mosseae*** و ***Gigaspora sp.*** وظهر ذلك من خلال الخفض المعنوي لنسبة المرض **Disease incidence** قبل وبعد بزوغ البادرات (جدول **1**)، كانت المعاملة **Azo. 5** + ***Glomus*** + المسبب المرضي هي الاكفأ في خفض نسبة المرض **29.99 %** بالمقارنة مع معاملة المسبب المرضي (***F. solani***) التي سجلت **86.66%**.كما اشارت النتائج الى ان وجود عاملي المكافحة بصورة منفردة مع الفطر الممرض قد اعطى نتائجاً اقل في خفض نسبة المرض قبل وبعد البزوغ فقد سجلت المعاملة (***Gigaspora*** + المسبب المرضي) **69.99%** في حين سجلت المعاملة (***Glomus***+ المسبب المرضي) **53.33%** مما يشير الى ان هناك عمل تآزري لهذين العاملين معاً في كبح إصابة نباتات الطماطة بالمرض (جدول **1**).

جدول 1: كفاءة التداخل بين بكتريا ***Azotobacter chrococcum*** وفطري المايكورايزا ***Glomus mosseae*** و ***Gigaspora* sp.** في حماية نباتات الطماطة من الإصابة بمرض تعفن الجذور تحت ظروف البيت المحمي

المعاملة	% لنباتات الطماطة المصابة بالفطر *F. solani*		
	قبل البزوغ	بعد البزوغ	قبل وبعد البزوغ
السيطرة	6.66	3.33	9.99
المسبب المرضي	70.0	16.66	86.66
Azo.4 + المسبب المرضي	26.66	26.66	53.32
Azo.5 + المسبب المرضي	23.33	23.33	46.66
Gigaspora +المسبب المرضي	33.33	36.66	69.99
Glomus + المسبب المرضي	33.33	20.0	53.33
Glo. + Azo.4 + المسبب المرضي	30.0	16.66	46.66
Glo. + Azo.5 + المسبب المرضي	16.66	13.33	29.99
Giga. + Azo.4 + المسبب المرضي	26.66	20.0	46.66
Giga. + Azo.5 + المسبب المرضي	23.33	16.66	39.99
Giga. + Glo.+ المسبب المرضي	23.33	20.0	43.33
LSD (P = 0.05)	8.84	8.34	10.75

التداخل بين بكتريا ***Azotobacter chroococcum*** وفطري المايكورايزا ***Glomus mosseae*** و***Gigaspora* sp.** وأثر ذلك في بعض معايير نمو نباتات الطماطة المصابة بالفطر الممرض ***F. solani***.

تجربة البيت المحمي

بينت النتائج أن عاملي المكافحة الإحيائية بصورة منفردة أو مجتمعة قد زادت معنوياً معظم معايير النمو المدروسة (طول المجموع الخضري ، طول المجموع الجذري ، الوزن الطري والوزن الجاف للمجموع الخضري وللمجموع الجذري ، عدد الأوراق وعدد الإزهار/ نبات) مقارنة مع معاملتي السيطرة والمسبب المرضي (جدول **2**). أظهرت المعاملة **Azo.5** + ***Glomus*** + المسبب المرضي أكبر خفضاً معنوياً في تحسين معايير النمو (طول المجموع الخضري والجذري، الوزن الجاف للمجموع الخضري وللمجموع الجذري، عدد الأوراق وعدد الإزهار/ نبات)، إذ سجلت **48.30** ، **32.66** سم و**105.33**، **30.13** غم/ نبات و**32.46**، **9.23** و**39.17** ورقة/ نبات و**37.46** زهرة/ نبات وعلى التوالي بالمقارنة مع معاملة السيطرة التي سجلت **22.33**، **15.9** سم، **60.80**، **18.33** غم/نبات، **18.80**،**4.76** غم/ نبات، **23.0** ورقة/ نبات، **11.6** زهرة/ نبات ومعاملة المسبب المرضي التي سجلت **16.10**، **7.26** سم، **20.50**، **7.10** غم/ نبات، **4.53**، **1.96**غم/نبات، **6.30** ورقة/نبات، **1.86** زهرة/نبات وعلى التوالي. تعود هذه النتائج الى قيام عاملي المكافحة الاحيائية (البكتيري والفطري) بإفراز بعض المواد الايضية المحفزة لنمو النبات المثبطة لنمو الفطر الممرض، وظهر ذلك جلياً من خلال الزيادة المعنوية في معايير نمو النبات في حالة التوافق بين عاملي المكافحة وحالة العزلة البكتيرية **Azo.5** التي يبدو انها ذات فعالية واضحة في زيادة معايير النمو المدروسة مما يشير الى إمكان استخدامهما بالتوافق مع عوامل مكافحة احيائية اخرى مثل الفطر الاحيائي ***Trichoderma harzianum***.

تجربة الحقل

أظهرت نتائج التجربة الحقلية أن معظم المعاملات المختبرة أدت الة زيادة معنوية في معظم معايير النمو لنباتات الطماطة المصابة بالفطر ***F. solani*** بالمقارنة مع معاملتي السيطرة والمسبب المرضي (جدول 3). كانت المعاملتان **Azo.4**+ ***Glomus*** + المسبب المرضي و **Azo.5** + ***Glomus*** + المسبب المرضي هي الأفضل معنويا" في زيادة معايير النمو المدروسة (طول المجموع الخضري وطول المجموع الجذري والوزن الجاف للمجموع

الخضـري وللمجمـوع الجـذري وعـدد الأوراق وعـدد الإزهـار وعـدد الثمار/نبـات)، إذ سـجلتا **61.33**، **57.33** سـم و**27.4** ، **29.8** سـم و**120.3**، **132.6** غم/نبـات و**43.2**، **45.8** غم/نبـات و**102.0**، **107.2** ورقـة/نبات و**67.5**، **51.8** زهرة/نبات و**33.8**، **36.8** ثمرة/نبات وعلى التوالي فيما سجلت معاملتا السيطرة والمسبب المرضي **37.23**، **16.33** سـم و**20.1**، **7.0** سـم و**27.7**، **40.2** غم/نبـات و**24.4**، **15.2** غم/نبـات و**50.5**، **13.2** ورقـة/نبات و**34.7**، **8.5** زهرة/نبـات و**17.06**، **0.0** ثمـرة/ نبـات وعلـى التـوالي. ان هـذه النتـائج تشـير الـى ان التوافـق بـين فطر ***Glomus mosseae*** وعزلتا بكتريا ***A. Chroooccum*** قد اعطت نتائجاً تفوقت على التوافق بين فطر المايكورايزا.***Gigaspora* sp** وقد ظهر ذلك جلياً من النتائج في جدولي (**3** و**4**) ربما يعود هذا الى ان الفطري المايكورايزي ***G. mosseae*** له سيادة في التربة الحقلية اكبر من الفطر ***Gigaspora*** ولذا ينعكس هذا الى احتمالية كبيرة للتكييف مع بكتريا الازوتوباكتر وايضا ربما يعود السبب الى وجود الفطر ***G. mosseae*** بصورة اكبر في الترب العراقية من الفطر الاخر (**1**).

جدول 2 : التداخل بين بكتريا ***Azotobacter chrococcum*** وفطري المايكورايزا ***Glomus mosseae*** و.***Gigaspora* sp** وأثر ذلك في بعض معايير نمو نباتات الطماطة المصابة بالفطر الممرض ***F. solani*** تحت ظروف البيت المحمي

المعاملة	طول المجموع الخضري (سم)	طول المجموع الجذري (سم)	الوزن الطري للمجموع الخضري غم/ نبات	الوزن الجاف للمجموع الخضري غم/ نبات	الوزن الطري للمجموع الجذري غم/ نبات	الوزن الجاف للمجموع الجذري غم/ نبات	عدد الأوراق / نبات	عدد الإزهار / نبات
السيطرة	22.33	15.9	60.80	18.33	18.80	4.76	23.0	11.6
المسبب المرضي	16.10	7.26	20.50	7.10	4.53	1.96	6.30	1.86
Azo.4+ المسبب المرضي	24.53	18.16	62.10	16.83	22.70	6.26	25.13	12.60
Azo.5+ المسبب المرضي	28.30	19.53	65.10	17.56	24.66	6.66	26.20	14.76
Gigaspora + المسبب المرضي	34.90	22.56	80.56	19.53	27.16	7.73	37.60	15.26
Glomus + المسبب المرضي	37.23	24.70	84.43	23.70	25.33	7.26	38.56	26.06
+*Giga.*+*Glomus* المسبب المرضي	41.06	27.06	101.70	25.96	28.63	8.10	29.0	34.16
Glo. + Azo.4 + المسبب المرضي	43.03	30.03	99.33	24.46	32.23	8.66	27.93	35.90
Glo. + Azo.5 + المسبب المرضي	48.30	32.66	105.33	30.13	32.46	9.23	39.17	37.46
Giga. + Azo.4 + المسبب المرضي	36.93	29.53	84.06	24.56	29.60	10.46	35.0	27.24
Giga. + Azo.5 + المسبب المرضي	37.93	28.36	88.26	25.76	30.03	9.23	33.13	26.40
LSD (P = 0.05)	1.15	0.70	1.12	0.90	1.10	0.37	1.12	1.02

كما بينـت النتـائج الحقلية الى تفـوق المعاملـة (***Glomus*+Azo.5**+ المسبب المرضـي) معنوياً على بقيـة المعاملات في خفض نسبة وشدة الاصابة بالمرض، إذ حققت **16،30.0**% بالمقارنة مع معاملة المسبب المرضي لوحده التي حققت **85.0**، **72**% وعلى التوالي (جدول **4**) مما يعطي مؤشراً على إمكان استخدام ***F. solani*** التوافق بين بكتريا ***A. Chroococcum*** والفطر المايكورايزي ***Glomus mosseae*** في كبح إصابة نباتات الطماطة بالفطر الممرض ***F. Solani*** تحت ظروف البيت المحمي والحقل.

جدول 3 : التداخل بين بكتريا ***Azotobacter chrococcum*** وفطري المايكورايزا ***Glomus mosseae*** و***Gigaspora* sp.** وأثر ذلك في بعض معايير نمو نباتات الطماطة المصابة بالفطر الممرض ***F. solani*** تحت الظروف الحقلية

المعاملة	طول المجموع الخضري (سم)	طول المجموع الجذري (سم)	الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم / نبات)	الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم / نبات)	عدد الأوراق / نبات	عدد الإزهار / نبات	عدد الثمار / نبات
السيطرة	37.23	20.1	27.7	24.4	50.5	34.7	17.06
المسبب المرضي	16.33	7.0	40.2	15.2	13.2	8.5	0.0
Azo.4+المسبب المرضي	33.03	18.7	79.0	23.5	53.2	27.8	13.0
Azo.5+المسبب المرضي	35.26	20.7	81.7	24.2	55.6	31.3	14.4
Gigaspora +المسبب المرضي	43.36	20.2	90.4	22.7	77.0	41.8	16.7
Glomus + المسبب المرضي	44.36	22.2	97.1	25.3	82.6	47.8	19.8
Glo. + Giga + المسبب المرضي	48.60	23.8	105.0	29.0	86.5	63.4	22.0
Glo. + Azo.4 + المسبب المرضي	57.33	27.4	120.3	43.2	102.0	67.5	33.8
Glo. + Azo.5 + المسبب المرضي	61.33	29.8	132.6	45.8	107.2	51.8	36.8
Giga. + Azo.4 + المسبب المرضي	46.33	20.8	99.2	30.2	83.5	64.2	26.4
Giga. + Azo5. + المسبب المرضي	49.16	24.5	104.7	35.3	86.8	66.8	29.33
LSD (P = 0.05)	1.75	1.80	3.78	3.06	2.81	2.72	2.18

جدول 4 : نسبة وشدة اصابة نباتات الطماطة بالفطر الممرض ***Fusarium solani*** تحت الظروف الحقلية

Treatment	Disease incidence %	Disease severity %
Control	10.0	7
F. solani	85.0	72
Azo.4 + *F. solani*	66.66	39
Azo.5 + *F. solani*	65.0	37
Gigaspora + *F. solani*	45.0	23
Glomus + *F. solani*	40.0	23
Glomus + *Gigaspora* + *F. solani*	33.33	18
Azo.4 + *Glomus* + *F. solani*	56.66	29
Azo.5 + *Glomus* + *F. solani*	30.0	16
Azo.4 + *Gigaspora* + *F. solani*	40.0	21
Azo.5 + *Gigaspora* + *F. solani*	36.66	20
LSD = (P = 0.05)	7.22	−

أن عملية استيطان الجذور هي واحدة من الخطوات المهمة في عملية التداخل بين البكتريا وفطريات المايكورايزا والنبات العائل (20). تعمل فطريات المايكورايزا والبكتريا على تحفيز نمو النبات من خلال مجموعة من الآليات التي تتضمن تحسين تغذية النبات (5)، وتقوم بكتريا ***Azotobacter*** بإنتاج مجموعة من المواد المحفزة لنمو النبات مثل **IAA** والجبر لينات وفيتامين **B** (24) وبعض المواد ضد الفطرية (4) كما وتقوم بتحسين إنبات البذور وزيادة معايير النمو وهذا ما ينعكس على تقليل الإصابة بمرض تعفن الجذور من خلال تثبيط نمو الكائن الممرض ***F. solani*** بالإضافة إلى إن هناك عمل تآزري أو تضامني بين عاملي المكافحة الإحيائية بكتريا ***Azotobacter chrococcum*** و فطري المايكورايزا وهذا ما ينعكس ايجابياً على صحة النبات.

أن هذه النتائج تتوافق مع ما توصل اليه **Gupta** وجماعته (12) الذي اكد بان معاملة بذور الطماطة ببكتريا ***Azotobacter chrococcum*** و***Azospirilium sp.*** و ***Pseudomonas fluorescence*** زادت معنوياً من معدل بزوغ البادرات بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة بالبكتريا. كما اتفقت الدراسة مع ما توصل إليه **El-Kallal** (10) الذي أوضح بان نباتات الطماطة المعاملة بفطريات المايكورايزا والمحفزات الهرمونية **Jasmonic acid** و**Salicylic acid** خفض معنوياً من نسبة مرض ذبول النباتات المصابة بالفطر ***Fusarium* sp.** بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة. وعلى العموم يمكن استخدام عاملي المكافحة البكتيري والفطري بنجاح في كبح الفطر الممرض ***F. solani*** تحت الظروف المحمية والحقل.

المصادر

1- العزاوي، أياد قحطان (2002). تقييم كفاءة الفطر ***Paecilomyces lilacinus*** كعامل للمكافحة الاحيائية لبعض مسببات امراض النبات الفطرية. رسالة ماجستير- كلية العلوم- الجامعة المستنصرية- بغداد، العراق.

2- رويشدي، خالد (1991). التأثيرات الثانوية للمبيدات الزراعية وحتمية الاتجاه نحو طرق بديلة لوقاية النبات في الوطن العربي. مجلة المهندس الزراعي العربي. 31:47-50.

3- **Ahed A.; H. Matloob and S. Kamil (2013). Biological control of bean root rot disease caused by Rhizoctonia solani under greenhouse and field conditions. Agric. Biol. J. N. Am., 4 (5): 512-519.**

4- **Ahmed, F.A.; A. Iqbal and K. Mohd (2005). Indol acetic acid production by the indigenous isolates of *Azotobacter* and Flourescence *Pseudomonas* in the presence and absence of tryptophan. Turk. J. Biol., 29: 29- 34.**

5- **Akhtar, M. S. and Z. A. Siddiqui (2007). Biocontrol of a Chickpea root-rot disease complex with *Glomus intraradices, Psudomonas putida* and *Paenibacillus polymyxa*. Aust. Plant Pathol. 36 (2): 175-180.**

6- **Artursson, V. R.; D. Finaly and J.K. Jansson (2006). Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. Environ. Micro., 8 (1): 1-10.**

7- **Cartwright, D. K. and D. M. Benson (1994). Effect of population dynamics of *Pseudomonas cepacia* and *Paecilomyces lilacinus* on colonization of polyfoam rooting cubes by *Rhizoctonia solani*. Appl. Environ. Microbiol. 60: 2852-2857.**

8- **Codignola, A., L. Verotta; P. Spanu; M. Maffei; S. Scannerini and P. Bonfate-Fasolo (1989). Cell wall bound-phenols in roots of vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. New Phytol., 112: 221-228.**

9- **Elwan, S.H. and M.R. El-Naggar (2007). Stimulating effects of *Azotobacter chroococcum* exudates in culture and soil on its nitrogen fixation (Abstract). Zeitschrift furallgereine Microbiol., 12 (12): 107-114.**

10- **El-Kallal, S. M. (2007). 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): Changes in growth, some metabolic activities and endogenous hormones related to defense mechanism. Aust. J. Bas. Appl. Sci., 1 (4): 691-705.**

11- **Gerdemann, J. W. and T. H. Nicolson (1963). Spores of mycorrhizal endogon species extracted from soil by wet-sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc., 46: 235 - 239.**

12- **Gupta, S. D.; K. Arona and A. K. Srivastava (1995). Growth promoting of tomato plants by rhizobacteria and imposition of energy stress on *Rhizoctonia solani*. Soil Biol. and Biochem., 27 (8): 1051-1058.**

13- Hibar, K.; M. D. Remadi and M. El-Mahjob (2007). Induction of resistance in tomato plants against *Fusarium oxysporum f. sp. radicis lycopersici* by *Trichoderma spp*. Tunisian J. Plant Protection, 2(1): 47-58.

14- Kader, C.; M. H. Mian and M.S. Haque (2002). Effects of *Azotobacr* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat v. J. Biol. Sci., 2 (4): 259-261.

15- Marteinez-Toledo, M.V.; T.L. Rubta; J. Moreno and J. Gonzalez (1988). Root exudates of *Zea mays* and production of auxins, gibberellins and cytokinins by *A. chrococcum*. Plant and Soil, 110:149-152.

16- Mojica-Marin, V.; H. A. Luna-Olvera; C.F. Sandoval-Corondo; P. Pereyra-Alferez; L. H. Morales-Ramos; C. E. Hernandez-Luna and O.G. Alvarado-Gomez (2008). Antagonistic activity of selected strains of *Bacillus thuringiensis* against *Rhizoctonia solani* of Chili pepper. Afri. J. Biotechnol., 7 (9): 1271-1276.

17- Morandi, D. (1996). Occurrence of phytoalexins in phenolic compounds in endomycorrhizal fungi interactions, and their potential role in biological control. Plant and Soil, 185: 241-351.

18- Morgan, J.A.; G.D. Bending and D.J. White (2005). Biological costs and benefits to plant-microbe interactions in the rhizosphere. J. Exper. Bot., 56: 1729-1739.

19- Nilson P.E., M.C. Dignani and E.J. Anaissie (1994). Taxonomy, biology and cliinical aspects of *Fusarium* spesies. Cli.Microbio. Rev, 7 (4): 479-504.

20- Narula, N.; R. Remus; A. Deubel; S. Dudeja and R. Bell (2007). Comparison of the effectiveness of wheat roots colonization by *Azotobacter chrococcum* and *Pantoea agglomerans* using serological techniques. Plant Soil Environ, 53: 167-176.

21- Norman, J.R. and J.E. Hooker (2000). Sporulation of *Phytophthora fragariae* shows greater stimulation by exudates of non-mycorrhizal than by mycorrhizal strawberry roots. Mycol. Res., 104: 1069-1073.

22- Pozo, M. J., Cordier C. and Dumas-Gaudot; E. (2002). Localized versus systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on defence responses to *Phytophthora* infection in tomato plants. J. Exp. Bot., 53: 525-534.

23- Verma, S., K. Kukreja, D. V. Pathak , S. Suneja and N. Narula. 2001a. In vitro production of plant growth regulators by *Azotobacter chrococcum* . Ind. J. Microbiol., 41 (4): 305-307.

24- Verma, S.; V. Kumar; N. Narula and W. Merbach (2001b). Studies on in vitro production of antimicrobial substances by *Azotobacter chrococcum* isolates/mutants (Abstract).

Iraqi J. Agric. Res. (Special Issue) Vol.19 No.2 2014

EFFICIENCY OF *Azotobacter chroococcum* AND ARBUSCULAR MYCORRYIZAL FUNGI *Glomus mosseae* AND *Gigaspora sp.* IN PROTECTION TOMATO PLANTS FROM ROOT ROT DISEASE CAUSED BY *FUSARIUM SOLANI*

H.M. Aboud* **A.Q. Waheed*** **M.H. Al-Jubori****

ABSTRACT

This study was conducted to study the efficiency of interaction between two isolates of *Azotobacer chroococcum* and one isolate of *Glomus mosseae* and *Gigaspora sp.* As biocontrol agents against tomato root rot disease caused by *Fusarium solani* under greenhouse and field conditions .The results of greenhouse experiment showed that most of treatments significantly decreased the percentage of infection plants (pre and post emergency plants) as compared to pathogens treatment *F. solani*. Azo. 5+ *Gigaspora* + pathogen treatment was the best in reducing the disease incidence 29.99%, while in pathogen treatment 86.66%. Results of greenhouse showed that the two biocontrol agents separately or in combination significantly increased most of the tested parameters growth as compared to control treatment, Azo. 5+ *Glomus* + pathogen treatment was the best in increment the parameters growth (shoot length, root length, soft and dry weight of shoot and root, no. of leafs and flowers / plant) which recorded 48.30, 32.66 cm, 105.33, 30.13g/plant, 32.46, 9.23 g/plant, 39.17 leaf/plant, 37.46 flower/plant respectively as compared to control treatment 22.33, 15.9cm, 60.80, 18.33 g/plant, 18.80, 4.76 g/plant, 23.0 leaf/plant, 11.6 flower / plant respectively.

Results of field experiment showed that Azo. 5+ *Glomus* +pathogen and Azo. 4 + *Glomus* + pathogen treatments were the best in increment most the tested parameters growth as compared to control and pathogen treatments.

* Ministry of Sci. and Techn.- Baghdad, Iraq.
** College of Science – Baghdad Univ- Baghdad, Iraq.