استحثاث المقاومة في نبات الخيار ضد مرض البياض الدقيقي المتسبب عن الفطر *Podosphaera xanthii* باستخدام حامض السالسليك والفطر *Trichoderma harzianum*

أحمد غضيب عبيد، جواد كاظم الجنابي

جامعة بابل/ كلية العلوم/ قسم علوم الحياة

الخلاصة

نفذ هذا البحث لدراسة إمكانية تحفيز مقاومة نباتات الخيار ضد الإصابة بفطر البياض الدقيقي *Podosphaera xanthii* بواسطة حامض السالسليك، وفطر المقاومة الحيوية *Trichoderma harzianum*.ظهر أن المعاملة الوقائية لنباتات الخيار بحامض السالسليك (بتركيز ٢ مليمولار) ضد فطر البياض الدقيقي أدت إلى انخفاض تجرثم الفطر بنسبة ٩٠% مقارنةً مع معاملة السيطرة. في حين خفضت المعاملة العلاجية بنفس التركيز (بعد يومين من العدوى) مستوى التجرثم إلى حوالي ٤٠% بالمقارنة مع معاملة السيطرة.تبيّن أن سقي النباتات براشح فطر المقاومة الحيوية *T. harzianum* أدى إلى خفض تجرثم الفطر *P. xanthii* على أوراق الخيار إلى حوالي ٥٣% مقارنةً مع معاملة السيطرة، بينما كانت نسب انخفاض معدلات تجرثم الفطر لبقية المعاملات هي ٥٧%، ٦٠%، ٦٣% و ٧٠% لكل من معاملات رش المعلق الكونيدي بعد ٤ أيام من العدوى، الرش بالمعلق الكونيدي للفطرين سويةً، مزج لقاح الفطر *T. harzianum* مع التربة والرش براشح الفطر *T. harzianum* ، على التوالي، بالمقارنة مع معاملة السيطرة.

Abstract

This research was carried out to study the possibility of inducing resistance against powdery mildew fungus in cucumber plants by salicylic acid (SA), and biocontrol agent *Trichoderma harzianum*.Remarkably, foliar spray of cucumber plants with 2 mM of salicylic acid before infection with mildew inoculum significantly reduced sporulation of *P. xanthii* to 90% compare with untreated plants, while post-infection spray with 2 mM SA (curative treatment) reduced the sporulation to 40%. Finely, addition of *T. harzianum* exudates to cucumber plants via the root system caused to reduce the sporulation on cucumber leaves to about 53% compared with that of untreated leaves, whereas the reduction percentages for other treatments were 57%, 60%, 63% and 70% for spray with spore suspension (4 dai), spray with spore suspensions of both fungi, soil inoculation with *T. harzianum* and foliar spray with *T. harzianum* exudates, respectively, in compare with untreated plants.

المقدمة

أُستخدِمت العديد من الوسائل للحد من الإصابة بفطر البياض الدقيقي، منها استخدام الأصناف المقاومة للمرض، إن استخدام الأصناف المقاومة كوسيلة للسيطرة على الأمراض النباتية تعد أبسط وأنجع الوسائل وأقلّها كلفةً، على الرغم من الوسائل الأخرى كاستعمال المبيدات الفطرية (Sitterly, 1972)، ولكن عدم توفر أصناف ملائمة تجارياً وفقدان المقاومة في بعض محاصيل القرعيات وزيادة القلق العام من تأثير المبيدات في البيئة، دفع الكثير من الباحثين إلى البحث عن بدائل يمكن الاعتماد عليها دون أن تشكل خطراً على البيئة، من تلك الوسائل هي ظاهرة استحثاث المقاومة في النبات، وهي الظاهرة المبنية على زيادة مقاومة النبات للمسببات المرضية عن طريق استخدام العوامل المحفزة للمقاومة، إذ أن تحفيزها يؤدي إلى تنشيط الجينات الدفاعية في النبات، يتوسط ذلك التحفيز نوع من الجزيئات التي تدعى جزيئات الإشارة signaling molecules التي تنتقل جهازياً عن طريق الانتشار او النظام الوعائي للنبات مؤديةً إلى تحفيز جهازي للمقاومة، من أهم تلك الجزيئات هو حامض السالسليك (SA) الذي يتوسط المقاومة الجهازية المكتسبة في عدة نباتات (Yalpani *et al*., 1991; Ye *et al*., 1995). لاحظ Amin *et al*. (2009) تحفيز المقاومة الجهازية المكتسبة في نوعين من

نبات الفلفل الأحمر المعاملة بحامض السالسليك ضد الفطر *Leveillula taurica* . كما يصاحب مقاومة النباتات للمسببات المرضية تراكم الإنزيمات والمضادات الحيوية والمثبطات. ويمكن استحثاث المقاومة بواسطة الاستعمال الخارجي لحامض السالسليك (Vimala & Surichandraselvan, 2009).لقد بدأت عوامل السيطرة الحيوية تلقى اهتماما واسعاً بسبب تعدد آليات عملها لحماية النبات وإمكانية دخولها في برامج الإدارة المتكاملة (McGrath, 2001; Kiss, 2003; Shoda, 2000; Paulitz & Bélanger, 2001). ومن عوامل السيطرة الحيوية المستعملة للسيطرة على مرض البياض الدقيقي هي المتطفلات الفطرية مثل الفطر *Ampelomyces quisqualis* (Kiss, 2003; Szentivanyi & Kiss, 2003; Kiss *et al*., 2004; Sztejnberg *et al*., 2004)، وكذلك البكتريا من جنس *Bacillus* (Romero *et al*., 2004)، بالإضافة إلى عدة سلالات من الفطر *Trichoderma* (Ozbay & Newman, 2004).تنتشر أنواع الجنس *Trichoderma* على نطاق عالمي وتعزل بسهولة من التربة (Smolińska *et al*., 2007)، وتستخدم سلالاتها كعوامل سيطرة حيوية لعدة أسباب منها، قابليتها التكاثرية العالية، وكفاءتها في استهلاك المغذيات، وتضادها الشديد ضد الفطريات الممرضة للنبات (Bailey & Lumsden, 1998).تمتلك هذه الفطريات صفة أساسية مميزة، هي قابليتها على استيطان جذور النبات تحت ظروف الحقل، حيث تنمو على سطوح الجذور وبذلك تتمكن من حماية النبات ضد المسببات المرضية وتحسين نموه. إن المعلومات التي تهتم بدراسة سلوك هذه الفطريات كعوامل سيطرة حيوية ضرورية لاستخدامها الأمثل بسبب تعدد آلياتها في العمل ضد المسببات المرضية

(Howel, 2003; Harman *et al*., 2004; Vinale *et al*., 2006; Degenkolb *et al*., 2006).ومن أهم أنواع هذا الفطر والتي درست بشكل واسع كعوامل سيطرة حيوية هو النوع *T. harzianum* نظراً لكفاءته العالية في تضاد الفطريات الممرضة للنبات (Lewis & Papavizas, 1991; Elad, 2000).

وقد تتطفل هذه الفطريات مباشرة على الممرض وتعيق نموه وتطوره (Yedidia *et al*., 1999)، وقد تعمل على استحثاث المقاومة في العائل (Sivan & Chet, 1989)، كزيادة تركيز أو مستوى المركبات الفينولية التي تعد أحد أهم المركبات ذات العلاقة بالمقاومة لفطر البياض الدقيقي (Satisha *et al*., 2008).

يهدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية استخدام حامض السالسليك والفطر *T. harzianum* في السيطرة على مسبب مرض البياض الدقيقي على نبات الخيار.

المواد وطرائق العمل

البذور المستخدمة

استخدمت في هذا البحث بذور الخيار *Cucumis sativus* L. صنف Babylon (BA) بوصفه صنفاً شديد الحساسية لمرض البياض الدقيقي.

مصدر لقاح فطر البياض الدقيقي

هيئ لقاح فطر البياض الدقيقي من نباتات قرع مصابة في منطقة المدحتية خلال الموسم الخريفي للعام ٢٠٠٩.

حفظ وإكثار لقاح مسبب مرض البياض الدقيقي

زرعت نباتات قرع الكوسا (ملا أحمد) *Cucurbita pepo* L. في البيوت الزجاجية / كلية العلوم / جامعة بابل، لاستخدامها في إكثار لقاح مسبب مرض البياض الدقيقي؛ وذلك لكبر مساحة أوراقها وسرعة نموها وحساسيتها

للمرض، ثم جرى عدوى نباتات القرع بعمر الورقة الحقيقية الثالثة باستخدام طريقة Abood & Lösel (2003) بوضع الأصص التي زرعت بها بادرات القرع في قاعدة برج التلقيح بارتفاع ٨٠ سم وقطر ٦٠ سم، وعادة يتم التلقيح بنثر الكونيدات حديثة التكوين على أسطح النباتات المراد تلقيحها وذلك بتحريك أوراق القرع المصابة بعمر سبعة أيام فوقها بهدوء، تركت النباتات الملقحة لدقائق لضمان استقرار الكونيدات على أوراق النباتات قبل تغطيتها بأكياس نايلون لمدة ٢٤ ساعة لتوفير الرطوبة اللازمة لإنبات الكونيديا، ويتم عادةً تجديد اللقاح حين الحاجة لذلك، أُعتمدت هذه الطريقة في حفظ وإكثار اللقاح فقط.

إجراء العدوى لنباتات الخيار

هيئت تربة مزيجية وخلطت بنسبة ٣ تربة : ١ بيتموس حجماً. زرعت بذور الصنف (BA) في أصص بلاستيكية قياس (١٥×١٥ سم).

لقحت نباتات الخيار بعد بلوغها الورقة الحقيقية الثالثة بلقاح فطر البياض الدقيقي الذي تم إكثاره كما في أعلاه؛ إذ اختيرت النباتات الأكثر تجانساً كمصدر للقاح الذي كان عمره ١٠ أيام، وجرى التلقيح بطريقة الرش بالمعلق الكونيدي لفطر البياض الدقيقي، إذ أُعتمدت هذه الطريقة في كافة التجارب اللّاحقة.

تقدير تجرثم فطر البياض الدقيقي على أوراق الصنف (BA)

قبل أخذ العينات بـ ٢٤ ساعة تُعرّض النباتات المراد حساب التجرثم عليها لتيار من الهواء للتخلص من الكونيدات القديمة أو التالفة (غالي وعبود، ١٩٩٥).

أخذت أقراص ورقية من الأوراق الحقيقية الثالثة والخامسة والسابعة بعد (٧، ٩، ١١ و ١٣) يوماً من العدوى، ووضعت الأقراص في قناني بلاستيكية حجم ١٠ مل حاوية على ٥ مل من محلول (الكحول : حامض الخليك : الفورمالين) بنسبة (١:١:٨) حجم : حجم، وحرّكت بهدوء لبضعة ثواني لفصل الكونيدات الناضجة التي يراد حسابها عن الحوامل الكونيدية، استخرجت الأقراص من المحلول ثم حسبت أعداد الكونيدات المتكونة بواسطة شريحة Haemocytometer؛ إذ تحسب الكونيدات السليمة وتستبعد الكونيدات الملتصقة مع بعضها وكذلك الكونيدات المشوهة، وأخذت ثلاثة قراءات لكل عينة (Bashi & Aust, 1986) وذلك بوضع قطرة من المعلق الكونيدي وتغطيتها بغطاء الشريحة ثم حسابها على قوة التكبير (×10) وبواقع ثلاثة مكررات لكل صنف وبثلاثة قراءات لكل مكرر. وقد حُسِب التجرثم حَسَب المعادلة التالية:

$$\text{عدد الكونيدات/ملم}^2 = \frac{\text{معدل القراءات} \times \text{حجم المحلول}}{\text{حجم شريحة الـ Haemocytometer}}$$

ويقسم الناتج على مساحة الأقراص الورقية الخمس (Abood *et al.*, 1991).

تأثير حامض السالسليك (SA) في تجرثم فطر البياض الدقيقي على نباتات الخيار صنف (BA) بعد (٧، ٩، ١١ و ١٣) يوم من العدوى

١. **تحضير محلول حامض السالسليك**

حضر محلول حامض السالسليك من إذابة (٠.١٣٨١ غم) من مسحوق حامض السالسليك في كمية قليلة من الماء المقطر ثم أكمل الحجم إلى (١٠٠٠ مل) للحصول على تركيز (١ مولار)، ومنه حضر التركيز (٢ مليمول).

٢. **تأثير حامض السالسليك في تجرثم مسبب مرض البياض الدقيقي على أوراق نباتات الخيار صنف (BA)**

هيئت تربة مزيجية وخلطت بالبيتموس بنسبة ١:٣ حجماً. زرعت بذور الصنف (BA) في أصص بلاستيكية قياس (١٥×١٥ سم) بمعدل بذرة واحدة لكل أصيص وبواقع ٢٤ أصيص، وسقيت بماء الحنفية لحين بلوغها مرحلة الورقة الحقيقية الثالثة، بعدها قسمت إلى أربعة معاملات وكالآتي:

١) معاملة السيطرة (الرش بالماء المقطر فقط)

٢) معاملة التلقيح بالمسبب المرضي فقط

٣) معاملة الرش بمحلول الـ SA بتركيز (٢ مليمول) قبل يومين من العدوى

٤) معاملة الرش بمحلول الـ SA بتركيز (٢ مليمول) بعد يومين من العدوى

قدر تجرثم فطر البياض الدقيقي على الورقة الحقيقية الثالثة لنباتات الخيار للمعاملات (٢، ٣ و٤) بعد (٧، ٩، ١١ و١٣) يوم من العدوى وكما في الطريقة المبينة في الفقرة.

تقييم كفاءة المقاومة الحيوية لمسبب مرض البياض الدقيقي على الخيار

٣-١١-١: إكثار فطر المقاومة الحيوية *T. harzianum*

استعملت بذور دخن محلي لغرض تحضير وتحميل فطر المقاومة الحيوية بعد أن نقعت بالماء لمدة ٦ ساعات وتركت على قطعة من الشاش لمدة نصف ساعة لإزالة الماء الزائد منها ثم وضعت كل ٢٥٠ غم منها في دوارق زجاجية سعة ١٠٠٠ مل، عقمت بجهاز الموصدة بدرجة ١٢١°م وضغط ١٥ باوند/إنج^{٢} لمدة ساعة واحدة وأعيد التعقيم في اليوم التالي في درجة الحرارة والضغط والوقت نفسه، ثم تركت ٢٤ ساعة، ثم لقحت الدوارق بواقع خمسة أقراص (قطر ١ سم) من مستعمرات فطر المقاومة الحيوية *T. harzianum* بعمر ٧ أيام النامي على الوسط الزرعي (PDA) في أطباق بتري، وضعت الدوارق في الحاضنة بدرجة ٢٥±٢°م مع الأخذ بنظر الاعتبار رج الدوارق كل ثلاثة أيام لضمان توزيع الفطر على جميع البذور (Dewan, 1989).

٣-١١-٢: تقييم كفاءة المقاومة الحيوية لمسبب مرض البياض الدقيقي على الخيار

حضرت تربة مزيجية مع بيتموس بنسبة (١:٣)، لقح قسم منها (١٢ أصيص) قبل الزراعة بلقاح الفطر *T. harzianum* المحمل على بذور الدخن بواقع ٥ غم لكل كغم من التربة بعد ترطيبها لمدة يومين، أما القسم المتبقي فترك بدون تلقيح بالفطر *T. harzianum* لإجراء المعاملات أدناه. زرعت بذور الخيار بواقع ثلاثة بذور لكل أصيص وسُقيت بانتظام وقت الحاجة، وبعد ظهور الورقة الحقيقية الثانية لُقحت بلقاح الفطر المسبب لمرض البياض الدقيقي. كما نفذت المعاملات التالية:

١) رش نباتات الخيار براشح الفطر *T. harzianum* بعد أربعة أيام من العدوى.

حضر راشح المزرعة الفطرية بعد تنمية الفطر *T. harzianum* في وسط (PDB) السائل، إذ لقحت القناني الحاوية على ١٥٠ مل من الوسط السائل بثلاثة أقراص/قنينة من مزرعة الفطر *T. harzianum* النامية على وسط (PDA) لمدة ٥ أيام، حضنت القناني على درجة ٢٥±٢°م لمدة ٢٨ يوم، وبعد انتهاء فترة الحضانة، رشحت المزرعة بواسطة ورق ترشيح (Whatman No.1) وعقم الراشح بالموصدة وحفظ في الثلاجة بدرجة ٤°م لحين استخدامه بالطريقتين أعلاه، إذ أستخدم بتركيز ١٠٠% (بدون تخفيف).

٢) رش نباتات الخيار بالمعلق الكونيدي للفطر *T. harzianum* بعد أربعة أيام من العدوى.

حضر المعلق الكونيدي للفطر *T. harzianum* بنسبة ٥ غم من لقاح الفطر/لتر ماء مقطر معقم بعد قشط المزرعة الفطرية النامية على وسط (PDA) بعمر ٧ أيام بواسطة فرشاة صغيرة (Dewan, 1989).

٣) رش نباتات الخيار بالمعلق الكونيدي لفطري البياض الدقيقي و *T. harzianum*.

٤) سقي نباتات الخيار براشح الفطر *T. harzianum* قبل ٢٤ ساعة من العدوى.

التصميم الإحصائي Statistical Design

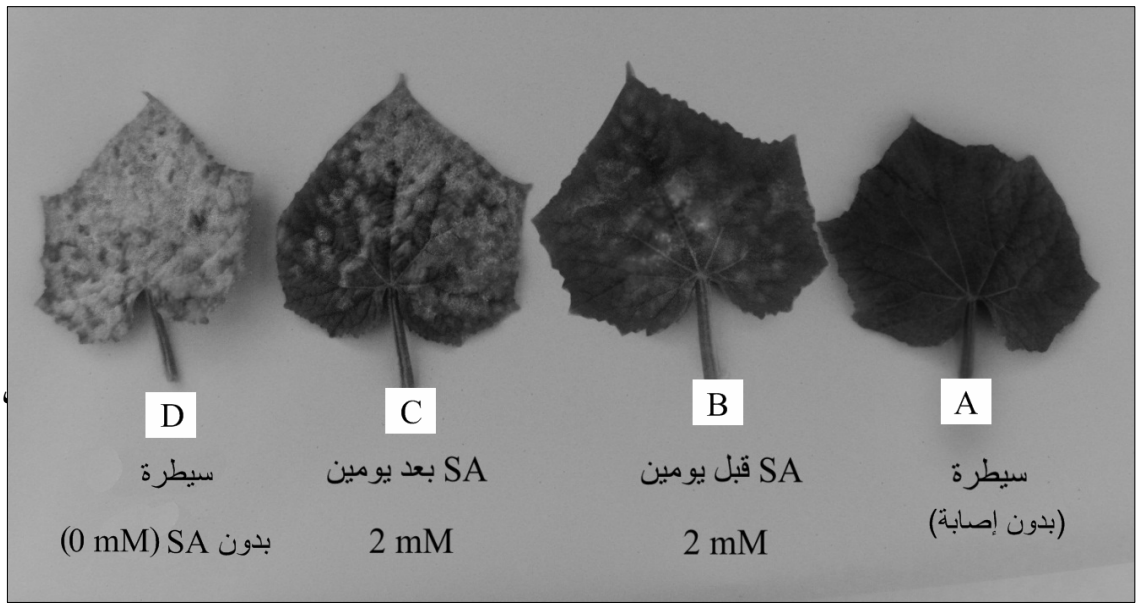
نفِّذت التجارب حسب التصميم العشوائي الكامل Completely Randomized Design (C.R.D) بثلاث مكررات، وقورنت المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي Least Significant Difference (L.S.D) وعند مستوى احتمال (P= 0.05) (الراوي وخلف الله، ٢٠٠٠).

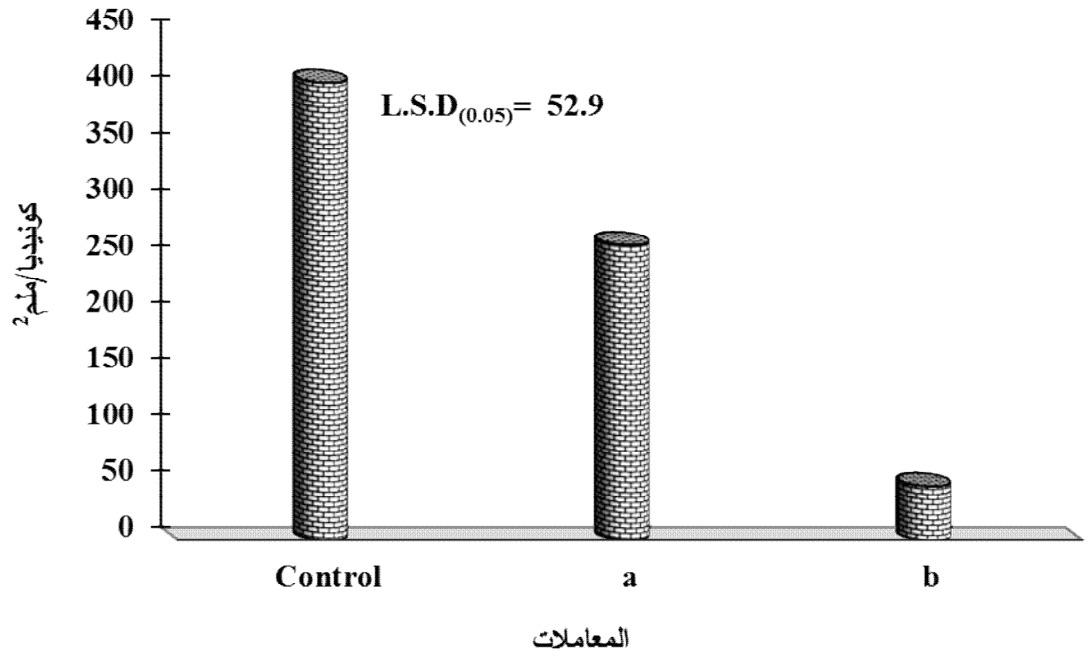
النتائج

تأثير حامض السالسليك (SA) في تجرثم الفطر *P. xanthii* على نباتات الخيار صنف (BA) بعد (٧، ٩، ١١ و ١٣) يوم من العدوى

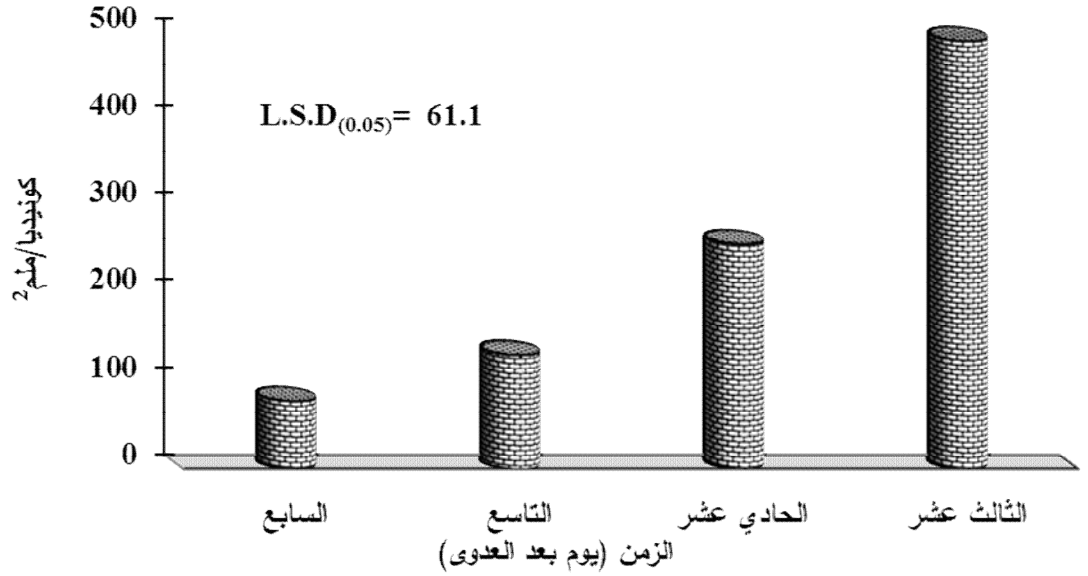
يتضح من الشكل (١) أن معاملة أوراق الخيار بحامض السالسليك (SA) بعد الإصابة بمدة يومين أدّى إلى تخفيض مستوى التجرثم إلى حوالي ٤٠%، أمّا المعاملة قبل الإصابة فقد خفضت التجرثم بنسبة ٩٠% مقارنةً مع السيطرة (صورة ١)، ويلاحظ أن للزمن تأثيراً معنوياً في تجرثم الممرض (شكل ٢)، حيث بلغ أعلى معدل للتجرثم (٤٨٩.٤١ كونيديا/ملم^{٢}) في اليوم الثالث عشر، مقارنة بأدنى معدل (٧٧.٤٧ كونيديا/ملم^{٢}) في اليوم السابع بعد العدوى.

ويتضح من التداخل بين عاملي المعاملات والزمن (شكل ٣) أن أعلى معدل لتجرثم الفطر كان في معاملة التداخل (السيطرة+اليوم الثالث عشر) إذ بلغ (٧٥٣.٩٦ كونيديا/ملم^{٢}) مقارنة بأدنى معدل للتجرثم في معاملتي (الرش بـ ٢ مليمولار قبل يومين من العدوى+اليوم السابع) و (الرش بـ ٢ مليمولار قبل يومين من العدوى+اليوم التاسع)، حيث كان (١٧.٠٠ كونيديا/ملم^{٢}). وكانت الزيادة في مستوى التجرثم معنوية (P= 0.05) طيلة مدة التجربة بالنسبة لمعاملتي السيطرة والرش بعد العدوى بـ ٢ مليمولار، في حين لم يرتفع مستوى التجرثم معنوياً في معاملة الرش قبل العدوى.

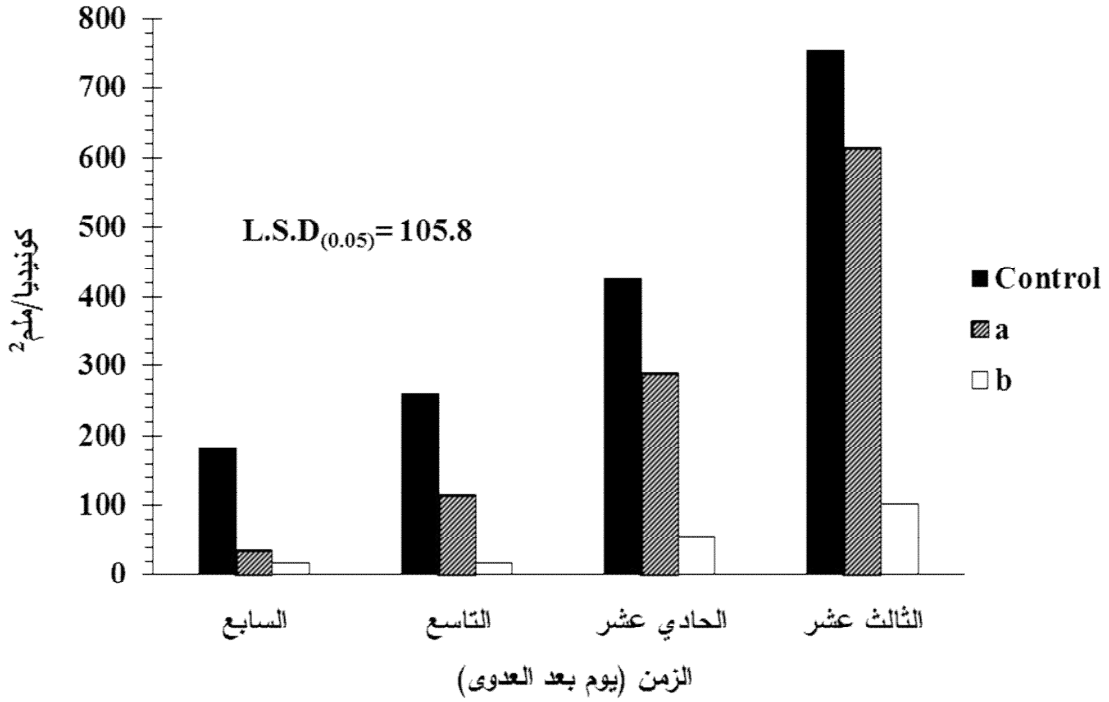




شكل (١): تأثير المعاملات بمحلول الـ SA (بتركيز ٢ مليمولار) قبل (b) وبعد (a) العدوى في تجرثم الفطر *P. xanthii* على نباتات الخيار صنف (BA)



شكل (٢)تاثير الرش بمحلول ال SAعلى تجرثم فطر البياض الدقيقي بعد 7, 9 ,13و 11يوم من عدوى نباتات الخيار صنف BA



شكل (٣): تأثير التداخل بين المعاملة بمحلول الـ SA (قبل وبعد العدوى) والزمن في تجرثم فطر البياض الدقيقي (كونيديا/ملم٢) على الصنف (BA) بعد (٧، ٩، ١١ و ١٣) يوم من العدوى.

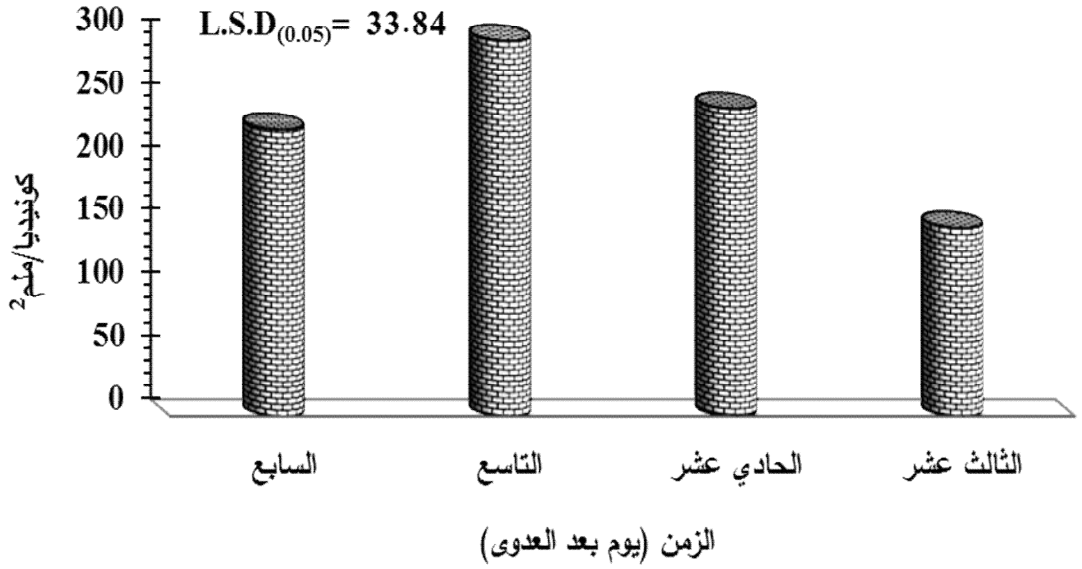
* المعاملات: Control: معاملة السيطرة (الرش بالماء المقطر) ؛ a: الرش بمحلول الـ SA بعد إجراء العدوى لنباتات الخيار بيومين ؛ و b: الرش بمحلول الـ SA قبل إجراء العدوى بيومين

تقييم كفاءة المقاومة الحيوية ضد تجرثم مسبب البياض الدقيقي على الخيار باستخدام الفطر *Trichoderma harzianum*

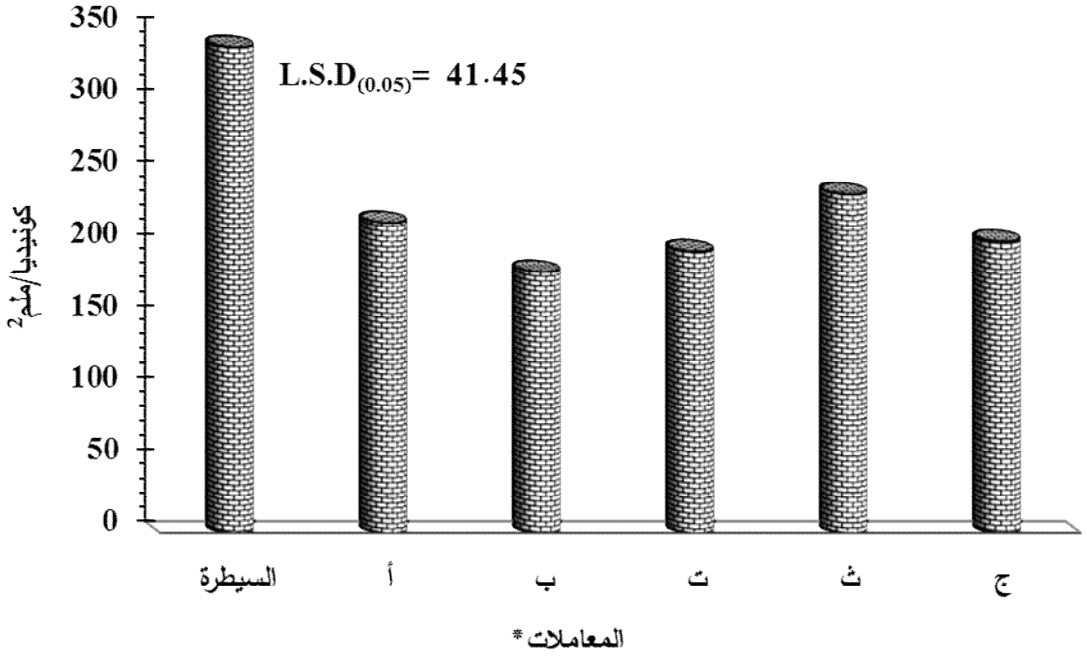
أظهرت النتائج إن استخدام فطر المقاومة الحيوية *Trichoderma harzianum* ضد مسبب مرض البياض الدقيقي كان له تأثير معنوي في تخفيض تجرثم فطر البياض الدقيقي على أوراق نباتات الخيار، كما أن هذا التأثير اختلف تبعاً لنوع المعاملة بهذا الفطر (شكل ٤)، إذ تفوقت معنوياً معاملة السقي براشح الفطر *T. harzianum* قبل يوم من العدوى حيث بلغت نسبة التثبيط حوالي ٤٧% مقارنة مع معاملة السيطرة، تليها معاملة رش معلق *T. harzianum* بعد ٤ أيام من العدوى بنسبة تثبيط ٤٣%، ثم معاملة رش معلق كونيديا الفطر *T. harzianum* مع لقاح فطر البياض الدقيقي بنسبة تثبيط حوالي ٤٠%، تليها معاملة مزج لقاح الفطر *T. harzianum* مع التربة حيث بلغت نسبة التثبيط حوالي ٣٧%، بينما انخفضت نسبة التثبيط إلى ٣٠% تقريباً في معاملة الرش براشح الفطر *T. harzianum*. ويبين الشكل (٥) أن للزمن تأثيراً معنوياً في معدلات التجرثم، إذ حصل أعلى معدل للتجرثم في اليوم التاسع بعد العدوى (٢٩٥.٧ كونيديا/ملم٢) مقارنةً بأقل معدل في اليوم الثالث عشر (١٤٨.٣ كونيديا/ملم٢).

ومن التداخل بين عاملي المعاملات والزمن (جدول ١) يلاحظ أن المعاملة بمعلق الفطر *T. harzianum* مع لقاح الممرض قد تفوقت معنوياً في تخفيض تجرثم فطر البياض الدقيقي في اليوم السابع بعد العدوى، إذ وصلت نسبة التثبيط إلى حوالي ٧٥%، تلا ذلك معاملة سقي التربة براشح الفطر *T. harzianum* بنسبة تثبيط

٥٥% تقريباً مقارنة بالسيطرة، في حين اختلف اتجاه تأثير المعاملات بعد ١٣ يوم من العدوى، إذ تميزت معاملة التربة بلقاح الفطر *T. harzianum* عن كافة المعاملات بخفضها لتجرثم فطر البياض الدقيقي إلى نسبة ٤٩%، تلا ذلك معاملة الرش بالمعلق الكونيدي للفطر *T. harzianum* مع لقاح فطر البياض الدقيقي بنسبة تثبيط ٣٨% مقارنة مع السيطرة.



شكل (٤): تأثير نوع المعاملة بالفطر *T. harzianum* في تجرثم فطر البياض الدقيقي *P. xanthii* على الورقة الحقيقية الثالثة لنباتات الخيار صنف (BA)



شكل (٥): تأثير الزمن في تجرثم فطر البياض الدقيقي *P. xanthii* على الورقة الحقيقية الثالثة لنباتات الخيار صنف (BA)

جدول (١): تأثير المعاملة بالفطر *T. harzianum* على تجرثم فطر البياض الدقيقي على الورقة الحقيقية

المعاملات*	الزمن (يوم بعد العدوى)			
	٧	٩	١١	١٣
السيطرة	٣٦٨.٥	٤٠٢.٥	٣٧٩.٨	١٩٨.٤
أ	٢٤٩.٤	٢٥٥.١	٢٥٥.١	١٠٢.٠
ب	١٦٤.٤	٢٣٨.١	١٧٥.٧	١٤٧.٤
ت	٢٣٢.٤	٢٦٠.٨	١٥٨.٧	١٣٠.٤
ث	٢٤٣.٢	٣٢٣.١	١٨٧.١	١٨٧.١
ج	٩٥.٢	٢٩٤.٨	٢٩٤.٨	١٢٤.٧
$L.S.D_{(0.05)}$	82.89			

الثالثة لنباتات الخيار صنف (BA)

- أ: مزج لقاح الفطر *T. harzianum* مع التربة، ب: سقي التربة براشح *T. harzianum* قبل ٢٤ ساعة من العدوى، ت: رش معلق *T. harzianum* بعد ٤ أيام من العدوى، ث: رش راشح *T. harzianum* بعد ٤ أيام من العدوى، ج: رش كونيديا *T. harzianum* مع لقاح فطر البياض الدقيقي.

المناقشة

يتضح من النتائج أن حامض السالسليك له تأثير في الاستجابات الدفاعية لنبات الخيار ضد مسبب مرض البياض الدقيقي *Podosphaera xanthii* خاصةً عند معاملة النباتات قبل الإصابة، إذ تم تثبيط التجرثم في هذه المعاملة بنسبة ٩٠% مقارنةً بالسيطرة بعد سبعة أيام من العدوى، ثم إلى ٩٤% بعد ٩ أيام من العدوى، ثم انخفض تأثير الحامض لتصل نسبة التثبيط إلى حوالي ٨٥% و ٨٧% بعد ١١ و١٣ يوم من العدوى على التوالي. أمّا بالنسبة للمعاملة بعد العدوى، فقد انخفض التجرثم بنسبة ٨٠% مقارنةً بالسيطرة بعد سبعة أيام من العدوى وحوالي ٦٠% بعد اليوم التاسع، ثم إلى ٣٢% و ١٧% بعد اليوم الحادي عشر والثالث عشر على التوالي.يعتقد أن حامض السالسليك يعمل منظماً هاماً للاستجابات الدفاعية في النبات، إذ لوحظ إن النباتات التي تبدي مقاومة ضعيفة تجاه المسببات المرضية الفطرية تُظهر خللاً في تراكم حامض السالسليك وكذلك خللاً في تمرير الإشارة (التتبيغ) Signal transduction (Ferrari *et al*., 2003). وقد يعمل الـ SA على تحفيز مقاومة النبات ضد المسبب المرضي أو يؤثر في تطور الممرض بصورة مباشرة (Malamy & Klessig, 1992; Dempsey & Klessig, 1995; Durner *et al*., 1997; Yang *et al*., 1997).

وقد يظهر الـ SA تأثيراً مباشراً ضد نمو وتطور المسبب المرضي، إذ أشار Yao & Tian (2005) إلى أن محلول الـ SA بتركيز (٢ مليمولار) أظهر فعالية سميّة مباشرة ضد الفطر *Monilinia fructicola* المسبب

للتعفن الأسمر على نبات الكرز الحلو، حيث ثبط نمو الغزل الفطري وإنبات كونيدات الفطر خارج الجسم الحي *in vitro*.

يخضع تأثير الـ SA في الفطريات الممرضة للنبات للتركيز، إذ تبدأ عتبة الفعالية من التركيز (٠.١ مليمولار)، يعتقد أن تركيز (١ مليمولار) من الـ SA يعمل كمثبط لنمو الفطريات Fungistatic، بينما يعمل كقاتل للفطريات Fungicidal عند تركيز (٢ مليمولار) فما فوق (Amborabé *et al*., 2002).ويذكر إن SAR تحتاج إلى فترة قصيرة (Lag period) بين تحفيزها وتلقيح النبات بالمسبب المرضي، وهذه الفترة ضرورية لنقل التحفيز من المناطق المحفزة (المقاومة الموضعية المكتسبة LAR) إلى المناطق غير المحفزة في النبات (المقاومة الجهازية المكتسبة SAR) (Jenns & Kuc, 1979, 1980; Dean & Kuc, 1986$_{a, b}$; Conti *et al*., 1990)، إذ أشار كل من Metraux *et al*. (1990) و Vernooij *et al*. (1994) إلى أن الـ SA قد يعمل كإشارة قابلة للنقل (Transmissible signal) لتحفيز مقاومة النبات، وهذا قد يفسر أن المعاملة بالـ SA قبل التلقيح بالفطر *Podosphaera xanthii* سببت تثبيطاً لتجرثم الفطر أعلى مما في المعاملة بعد التلقيح بالفطر، إذ وجد Conti *et al*. (1996) أن معاملة نباتات الخيار بمحاليل الـ SA في أوقات مختلفة قبل تلقيحها بفطر البياض الدقيقي *S. fuliginea* (syn. *P. xanthii*) أدى إلى تحفيز المقاومة الجهازية المكتسبة (SAR) في نباتات الخيار ضد الفطر، حيث أدى إلى اختزال نسبة إنبات كونيدات الفطر، وقصر الطول الكلي للخيوط الفطرية، وقلة عدد المثبتات Haustoria، وازدياد تلكنن جدران الخلايا المحتوية على الممصات الفطرية في النباتات المعاملة، هذا بالإضافة إلى ملاحظة ازدياد في ترسب الكالوس مؤدياً إلى إنتاج حليمات أكبر حجماً من المعتاد تحيط بأنابيب الاختراق.أظهرت النتائج أن أفضل تثبيط لتجرثم فطر البياض الدقيقي حصل في معاملة السقي براشح مزرعة الفطر *Trichoderma* قبل العدوى، ربما يعزا ذلك إلى احتواء الراشح على مواد فعالة لها القدرة على استحثاث المقاومة الجهازية في النبات، حيث تنتج أنواع الفطر *Trichoderma* أو تحرر مدى واسع من المركبات التي تمتلك القدرة على حث المقاومة الجهازية والموضعية في النبات (Harman *et al*., 2004)، إذ ذكر Hanson & Howell (2004) أن سقي بادرات القطن المزروعة في أطباق زجاجية براشح الفطر *T. virens* أدى إلى تحفيز انتاج المركبات المرتبطة بالدفاع من خلال تحفيز التخليق الحيوي للفايتوألكسينات من نوع أشباه التيربينات Terpenoid phytoalexins بالإضافة إلى زيادة فعالية إنزيم البيروكسيديز. وجاءت هذه النتيجة متفقة مع ما جاء به Sriram *et al*. (2009)، الذي ذكر أن راشح مزرعة الفطر *T. harzianum* كان أكثر كفاءة في تحفيز المقاومة وزيادة فعالية إنزيم الـ Glucanase وزيادة المحتوى الفينولي لنباتات الفلفل الأحمر من الخلايا الحية للفطر، بسبب احتواء الراشح على محتوى عالي من الكلوكان قليل الوحدات Oligomeric glucan الذي يكون أكثر كفاءة في العمل كجزيئة حث من المكونات متعددة الوحدات Polymeric الموجودة في جدران الخلايا الحية للفطر *T. harzianum*.يعتقد أن التأثير المباشر لأنواع الفطر *Trichoderma* في المسببات المرضية هي أحد الآليات الهامة في السيطرة على مسببات أمراض النبات (Yedidia *et al*., 2003; Harman *et al*., 2004; Hoitink *et al*., 2006)، إذ أن سلالات الفطر *Trichoderma* بإمكانها أن تنمو على سطوح الأوراق النباتية، حيث وجد أنه عند رش كونيدات السلالة T22 *T. harzianum* على الأوراق فإن بإمكان تلك الكونيدات أن تنبت وتنتج عدة خيوط فطرية (Lo *et al*., 1998)، لذلك من المحتمل أن يعود تأثير رش العالق الكونيدي في فطر البياض الدقيقي إلى آلية التطفل Mycoparasitism التي تتضمن إحداث تغيرات في الجدران الخلوية للفطريات الممرضة قبل اختراقها بواسطة فطريات *Trichoderma*، إذ أن أنواع الفطر

Trichoderma تنتج عدة مضادات حياتية منها، Trichodermin و Trichodermol و Harzianum A و Harzianolide، وغيرها (Dennis & Webster, 1971; Kucuk & Kivanc, 2004) بالإضافة إلى الإنزيمات المحطمة للجدران الخلوية مثل إنزيمات الكايتينيز والـ Glucanases التي تحطم السكريات المتعددة والكايتين مؤديةً إلى انحلال الجدران الخلوية للفطريات الممرضة (Elad, 2000)، فضلاً عن المواد الطيارة أو النفّاذة ذات الفعالية المضادة للميكروبات، فقد أشار Hajeeghrari *et al*. (2008) إلى إنه عند تعرّض مزرعة الفطر الممرض *Fusarium graminearum* للهواء المقتنص من جو مزرعة فطر *Trichoderma* يؤدي إلى تثبيط نمو مستعمرات الفطر الممرض، ويعتقد ان هذه الظاهرة تعود إلى إنتاج الفطر *Trichoderma* لمواد طيّارة Volatile لها فعالية تثبيطية ضد الفطريات الممرضة للنبات. أو قد يعود تأثير الخلايا الحية للفطر *Trichoderma* إلى التنافس مع المسبب المرضي على المغذيات أو المكان، حيث أكد Elad *et al*. (1998_a) إن استعمال السلالة *T. harzianum* T39 أدى إلى تثبيط إنبات الكونيدات واستطالة أنبوب الإنبات للفطر *Botrytis cinerea*، إلاّ إن الميكانيكية التي تؤثر فيها هذه السلالة على مختلف الأمراض النباتية (ومنها البياض الدقيقي) لا تتعلق بالمركبات المثبطة (التضاد) أو الإنزيمات المحطمة لجدران الخلايا الفطرية (التطفل) وإنما تعود هذه الظاهرة بالدرجة الأساس إلى التنافس بين فطر المقاومة الحيوية والمسبب المرضي مما يؤدي إلى تأخير أو منع إنبات كونيدات المسبب المرضي، وقد تعود إلى آلية أخرى محتملة وهي منع اختراق أنبوب الإنبات لأنسجة المضيف من خلال تعطيل الإنزيمات المحللة للكيوتين والبكتين التي يفرزها المسبب المرضي (Elad *et al*., 1998_a).من المحتمل ان يعود تأثير الرش الورقي لراشح مزرعة الفطر *Trichoderma* في تجرثم فطر البياض الدقيقي إلى احتواء الراشح على مواد أيضية سامة للفطر أو إنزيمات محللة للجدران الخلوية، إذ أشار Brunner *et al*. (2005) إلى أن استعمال راشح السلالة الطافرة SJ3-4 للفطر *T. atroviride* المعبرة عن الجين (*gox A*) المشفر لإنزيم Glucose oxidase أدى إلى تثبيط إنبات كونيدات الفطر *B. cinerea* أكثر بثلاثة مرات من السلالة الأصلية الفاقدة لهذه الفعالية الإنزيمية. وذكر Rotem *et al*. (1999) أن معاملة أوراق الخيار المصابة بفطر البياض الدقيقي *Sphaerotheca fusca* براشح مزرعة الفطر *Ampelomyces quisqualis* أدى إلى حدوث تشوهات مظهرية في الغزل الفطري لفطر البياض الدقيقي، ومن المحتمل أن تعزا هذه التشوهات إلى فعالية الإنزيمات المحطمة للجدار الخلوي التي تؤدي إلى تحلل جدران خلايا الفطر *S. fusca*.يمكن تحفيز المقاومة الجهازية في النبات للمسببات المرضية الورقية Foliar pathogens (كالبياض الدقيقي) من خلال معاملة التربة أو البذور بلقاح فطريات *Trichoderma* spp. (Harman *et al*., 2008)، إذ يعتقد أن أنواع الفطر *Trichoderma* تنتج مدى واسع من المركبات القادرة على تحفيز المقاومة (جهازية أو موضعية) في النبات ضد المسببات المرضية (Harman *et al*., 2004)، لقد بين Bigirimana *et al*. (1997) ان معاملة التربة بالسلالة *T. harzianum* strain T39 أدى إلى تحفيزمقاومة أوراق نباتات الفاصوليا للأمراض التي تسببها مسببات الامراض الفطرية *B. cinerea* و *Colletotrichum lindmuthianum* حتى في حالة تواجد الفطر *T. harzianum* في منطقة الجذور دون تواجده على المجموع الخضري، وكانت هذه أول محاولة لتحفيز المقاومة الجهازية بواسطة الفطر *T. harzianum*. وأشار Paulitz & Matta (2000) إلى أن المقاومة الجهازية المحتثة (ISR) الناتجة عن استعمال عوامل السيطرة الحيوية بإمكانها حماية النبات ضد المسببات المرضية على الأوراق أو الجذور. وذكر Elad *et al*. (1998_a) إن استعمال كونيدات السلالة *T. harzianum* T39 في منطقة الجذور تؤدي إلى اختزال شدة الإصابة بالمسببات المرضية الورقية مثل العفن الرمادي والعفن

الأبيض والبياض الدقيقي. ويعتقد أن المقاومة المحفزة بواسطة أنواع الفطر *Trichoderma* هي من نوع الجهازية المحتثة (ISR) التي يتوسطها مسار حامض الجاسمونيك والأثيلين (JA/Et pathway)، إذ وجد Djonovic *et al*. (2006, 2007) ان بعض سلالات الفطر *T. virens* تحفز المقاومة الجهازية المحتثة التي يتوسطها مسار JA/Et في نباتي القطن والذرة، وقد لاحظ Shoresh *et al*. (2005) إن مسار JA/Et يمكن تحفيزه في نبات الخيار باستخدام الفطر *T. asperellum*، ويعتقد أن هذه العملية مشابهة من عدة نواحي لما يحدث في نباتي القطن والذرة (Harman *et al*., 2008). قد يؤدي استعمال الفطر *Trichoderma* في التربة إلى تحفيز النبات على إنتاج المركبات ذات الفعالية المضادة للفطريات والبروتينات المرتبطة بالإمراضية (PR-proteins)، فقد أوضحت عدة دراسات ان استيطان سلالات الفطر *Trichoderma* للجذور يؤدي إلى زيادة مستويات الإنزيمات النباتية المرتبطة بالدفاع ضد المسببات المرضية، مثل إنزيمات البيروكسيديز والكايتينيز والـ β-1,3-glucanases وغيرها (Howell *et al*., 2000; Yedidia *et al*., 1999)، ووجد Yedidia *et al*. (2003) أن معاملة التربة بالسلالة *T. asperellum* T203 أدى إلى زيادة إنتاج إنزيم Phenylalanine ammonia-lyase (PAL) في كلا المجموعين الخضري والجذري لنباتات الخيار.

المصادر

الراوي، خاشع محمود و **عبد العزيز محمد خلف الله**. (٢٠٠٠). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. الطبعة الثانية. كلية الزراعة. جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق. ٤٨٧ صفحة.

غالي، فائز صاحب و **جواد كاظم عبود**. (١٩٩٥). تشخيص ودراسة وبائية مرض البياض الدقيقي على الكتان. مجلة زراعة الرافدين، ٢٧(٢): ١٤٠–١٤٤.

Abd-El-Kareem, F. (1998). Induction of resistance to some diseases of cucumber plants grown under greenhouse conditions. Ph.D. Thesis, Fac. Agric., Ain Shams Univ., 116 pp.

Abood, J.K. and **Lösel, D.M.** (2003). Changes in carbohydrates composition of cucumber leaves during the development of powdery mildew interaction. Plant Pathology, **25**: 256–265.

Abood, J.K.; Lösel, D.M. and **Ayres, P.G.** (1991). Lithium chloride and cucumber powdery mildew infection. Plant Pathology, **40**: 108–117.

Amborabé, B.-E.; Fleurat-Lessard, P.; Chollet, J.-F. and **Roblin, G.** (2002). Plant Physiol. Biochem., **40**: 1051.

Amin, G.H.; Abdel-Kader, D.Z.; Baraka, M. and **Hassan, H.M.** (2009). Role of salicylic acid in the machinery of acquired tolerance in two Capsicum species infected with powdery mildew disease. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, **3**(3): 2078–2096.

Bailey, B.A. and **Lumsden, R.D.** (1998). Direct effects of Trichoderma and Gliocladium on plant growth and resistance to pathogens. In: Harman, G.E. and Kubicek, C.P. (eds.), pp. 185–204, Trichoderma and Gliocladium: Enzymes, Biological Control and Commercial Applications. Taylor & Francis, Bristol, PA.

Bashi, E. and **Aust, H.J.** (1980). Quality of spores produced in cucumber powdery mildew compensates for their quantity. Zeitschrift fiir Pftanzenkrankheiten und Pflanzemciuitz, **87**: 594–599.

Bigirimana, J.; De Meyer, G.; Poppe, J.; Elad, Y. and **Höfte, M.** (1997). Induction of systemic resistance on bean (Phaseolus vulgaris) by Trichoderma harzianum. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent., **62**: 1001–1007.

Brunner, K.; Zeilinger, S.; Ciliento, R.; Woo, S.L.; Lorito, M.; Kubicek, C.P. and **Mach, R.L.** (2005). Improvement of the fungal biocontrol agent Trichoderma atroviride to enhance both antagonism and induction of plant systemic disease resistance. Applied and Environmental Microbiology, **71**(7): 3959–3965.

Conti, G.G.; Bassi, M.; Carminucci, D.; Gatti, L. and **Bocci, A.M.** (1990). Preinoculation with tobacco necrosis virus enhances peroxidase activity and lignification in cucumber, as a resistance response to Sphaerotheca fuliginea. J. Phytopathology, **128**:191–202.

Conti, G.G.; Pianezzola, A.; Arnoldi, A.; Violini, G. and **Maffi, D.** (1996). Possible involvement of salicylic acid in systemic acquired resistance of Cucumis sativus against Sphaerotheca fuliginea. European Journal of Plant Pathology, **102**: 537–544.

Dean, R.A. and **Kuc, J.** (1986_a). Induced systemic protection in cucumber: the source of the 'signal'. Physiol. Mol. Plant Pathol., **28**: 227–233.

Dean, R.A. and **Kuc, J.** (1986_b). Induced systemic protection in cucumber: time of production and movement of the signal. Phytopathology, **76**: 966–970.

Degenkolb, T.; Gräfenhan, T.; Berg, A.; Nirenberg, H.I.; Gams, W. and **Brückner, H.** (2006). Peptaibiomics: screening for polypeptide antibiotics (peptaibiotics) from plantprotective Trichoderma species. Chemistry & Biodiversity, **3**: 593–610.

Dempsey, D.A. and **Klessig, D.F.** (1995). Signals in plant disease resistance. Bull. Inst. Pasteur., **93**: 167–186.

Dennis, C. and **Webster, J.** (1971). Antagonistic properties of species groups of Trichoderma: I. production of non-volatile antibiotics. Trans. Br. Mycol. Soc., **57**: 25–39.

Dewan, M.M. (1989). Identity and frequency occurrence of fungi in roots of wheat and ryegrass and their effect of take-all and host growth. Ph.D. thesis, Univ. Western Australia, 210 pp.

Djonovic, S.; Pozo, M.J.; Dangott, L.J.; Howell, C.R. and **Kenerley, C.M.** (2006). Sm1, a proteinaceous elicitor secreted by the biocontrol fungus Trichoderma virens induces plant defense responses and systemic resistance. Molec. Plant Microbe Interact., **8**: 838–853.

Djonovic, S.; Vargas, W.A.; Kolomiets, M.V.; Hordenski, M.; Weist, A. and **Kenerley, C.M.** (2007). A proteinaceous elicitor Sm1 from the beneficial fungus Trichoderma virens is required for systemic resistance in maize. Plant Physiol., **145**: 875–89.

Durner, J.; Shah, J. and **Klessig, D.F.** (1997). Salicyclic acid and disease resistance in plants. Trends in Plant Science, **2**(7): 266–274.

Elad, Y. (2000). Biological control of foliar pathogens by means of Trichoderma harzianum and potential modes of action. Crop Prot., **19**: 709–714.

Elad, Y.; David, D.R.; Levi, T.; Kapat, A.; Kirshner, B.; Guvrin, E. and **Levine, A.** (1998_a). Trichoderma harzianum T39—mechanisms of biocontrol of foliar pathogens. In: Lyr, H.; Russell, P.E.; Dehne, H.-W. and Sisler, H. D. (eds.),

Modern fungicides and antifungal compounds II. 12th International Reinhardsbrunn Symposium, Friedrichroda, Thuringia, Germany.

Ferrari, S.; Plotnikora, J.M.; De Lorenzo, G. and **Ausubel, F.M.** (2003). Arabidopsis local resistance to Botrytis cinerea involves salicylic acid and camalexin and requires EDS4 and PAD2, but not SID2, EDS5 or PAD4. The plant Journal, **35**: 193–205.

Hajieghrari, B.; Torabi-Giglou, M.; Mohammadi, M.R. and **Davari, M.** (2008). Biological potantial of some Iranian Trichoderma isolates in the control of soil borne plant pathogenic fungi. African Journal of Biotechnology, **7**(8): 967–972.

Hanson, L. E. and **Howell, C. R.** (2004). Elicitors of plant defense responses from biocontrol strains of Trichoderma virens. Phytopathology, **94**: 171–176.

Harman, G.E.; Björkman, T.; Ondik, K. and **Shoresh, M.** (2008). Changing paradigms on the mode of action and uses of Trichoderma spp. for biocontrol. Outlooks on Pest Management, pp. 1–6. DOI: 10.1564/19feb00.

Harman, G.E.; Howell, C.R.; Viterbo, A.; Chet, I. and **Lorito, M.** (2004). Trichoderma species—opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Review of Microbiology, **2**: 43–56.

Hoitink, H.A.J.; Madden, L.V. and **Dorrance, A.E.** (2006). Systemic resistance induced by Trichoderma spp.: Interactions between the host, the pathogen, the biocontrol agent, and soil organic matter quality. Phytopathology, **96**: 186–189.

Howell, C.R. (2003). Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. Plant Disease, **87**: 4–10.

Howell, C.R.; Hanson, L.E.; Stipanovic, R.D. and **Puckhaber, L.S.** (2000). Induction of terpenoid synthesis in cotton roots and control of Rhizoctonia solani by seed treatment with Trichoderma virens. Phythopathology, **90**: 248–252.

Jenns, A. and **Kuc, J.** (1979). Graft transmission of systemic resistance of cucumber to anthracnose induced by Colletotrichum lagenarium and Tobacco Necrosis Vires. Phytopathology, **69**: 753–756.

Jenns, A. and **Kuc, J.** (1980). Characteristics of anthracnose resistance induced by localized infection of cucumber with Tobacco Necrosis Virus. Physiol. Plant Pathol., **17**: 81–91.

Kiss, L. (2003). A review of fungal antagonists of powdery mildews and their potential as biocontrol agents. Pest Manag. Sci., **59**: 475–483.

Kiss, L.; Russell, J.C.; Szentivanyi, O.; Xu, X. and **Jeffries, P.** (2004). Biology and biocontrol potential of Ampelomyces Mycoparasites, natural antagonists of powdery mildew fungi. Biocontrol Science and Technology, **1:** 635–51.

Kucuk, C. and **Kivanc, M.** (2004). In vitro antifungal activity of strains of Trichoderma harzianum. Turk. J. Biol., **28**: 111–115.

Lewis, J.A. and **Papavizas, G.C.** (1991). Biocontrol of cotton damping-off caused by Rhizoctonia solani in the field with formulations of Trichoderma spp. and Gliocladium virens. Crop Prot. **10**: 396–402.

Lo, C.-T.; Nelson, E.B.; Hayes, C.K. and **Harman, G.E.** (1998). Ecological studies of transformed Trichoderma harzianum strain 1295-22 in the rhizosphere and on the phylloplane of creeping bentgrass. Phytopathology, **88**: 129–136.

Malamy, J. and **Klessig, D.F.** (1992). Salicyclic acid in plant disease resistance. The plant Journal, **2**(5): 643–654.

McGrath, M.T. (2001). Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: expertise and challenges. Plant Disease, **85**: 236–45.

Metraux, I.P.; Signer, H.; Ryals, I.; Ward, E.; Wyss-Benz, M.; Gaudin, J.; Raschdorf, K.; Schmid, E.; Blum, W. and **Inverardi, B.** (1990). Increase in salicylic acid at the onset of systemic acquired resistance in cucumber. Science, **250**: 1004–1006.

Ozbay, N. and **Newman, S.E.** (2004). Biological control with Trichoderma Spp. with emphasis on T. harzianum. Pakistan Journal of Biological Sciences, **7**(4): 478–484.

Paulitz, T.C. and **Bélanger, R.R.** (2001). Biological control in greenhouse systems. Annu. Rev. Phytopathol., **39**: 103–133.

Paulitz, T.C. and **Matta, A.** (2000). IV (B) Biological Control of Diseases. 28. The role of the host in biological control of diseases. In: Albajes, R.; Gullino, M.L.; van Lenteren, J.C. and Elad, Y. (eds.), Integrated pest and disease management in greenhouse crops, pp. 394–410, Series: Developments in plant Pathology, vol 14. Kluwer Academic Publisher, Wageningen, The Netherlands, 568 pp.

Romero, D.; Pérez-García, A.; Rivera, M.E.; Cazorla, F.M. and **de Vicente, A.** (2004). Isolation and evaluation of antagonistic bacteria towards the cucurbit powdery mildew fungus Podosphaera Fusca. Applied Microbiology and Biotechnology, **64**: 263–9.

Rotem, Y.; Yarden, O. and **Sztejnberg, A.** (1999). The mycoparasite Ampelomyces quisqualis expresses exgA encoding an exo-b-1,3-glucanase in culture and during mycoparasitism. Phytopathology, **89**: 631–638.

Satisha, J.; Doshi, P. and **Adsule, P.G.** (2008). Influence of rootstocks on changing the pattern of phenolic compounds in thompson seedless grapes and its relationship to the incidence of powdery mildew. Turk J. Agric. For., **32**: 1–9.

Shoda, M. (2000). Bacterial control of plant diseases. Journal of Bioscience and Bioengineering, **89**: 515–21.

Shoresh, M.; Yedidia, I. and **Chet, I.** (2005). Involvement of the jasmonic acid/ethylene signaling pathway in the systemic resistance induced in cucumber by Trichoderma asperellum T203. Phytopathology, **95**: 76–84.

Sitterly, W.R. (1972). Breeding for disease resistance in the cucurbits. Anna. Rev. Phytopathol., **10**: 471–490.

Sivan, A. and **Chet, I.** (1989). The possible role of competition between Trichoderma harzianum and Fusarium oxysporum on rhizosphere colonization. Phytopathology, **79**: 198–203.

Smolińska, U.; Kowalska, B. and **Oskiera, M.** (2007). The effectivity of Trichoderma strains in the protection of cucumber and lettuce against Rhizoctonia Solani. Veg. Crops Res. Bull., **67**: 81–93.

Sriram, S.; Manasa, S.B. and **Savitha, M.J.** (2009). Potential use of elicitors from Trichoderma in induced systemic resistance for the management of Phytophthora capsici in red pepper. J. Biol. Control, **23**(4): 449–456.

Szentivanyi, O. and **Kiss, L.** (2003). Overwintering of Ampelomyces mycoparasites on apple trees and other plants infected with powdery mildew. Plant Pathology, **52**: 737–46.

Sztejnberg, A.; Paz, Z.; Boekhout, T.; Gafni, A. and **Gerson, U.** (2004). A new fungus with dual biocontrol capabilities: reducing the numbers of phytophagous mites and powdery mildew disease damage. Crop Protection, **23**: 1125–9.

Vemooij, B.; Friedrich, L.; Morse, A.; Reist, R.; Kolditz-Jawhar, R.; Ward, E.R.; Uknes, S.J.; Kessmann, H. and **Ryals, J.A.** (1994). Salicylic acid is not the translocated signal responsible for inducing systemic acquired resistance but is required in signal transduction. The Plant Cell, **6**: 959–965.

Vimala, R. and **Suriachandraselvan, M.** (2009). Induced resistance in bhendi against powdery mildew by foliar application of salicylic acid. Journal of Biopesticides, **2**(1): 111–114.

Vinale, F.; Marra, R.; Scala, F.; Ghisalbert, E.L.; Lorito, M. and **Sivasithamparam, K.** (2006). Major secondary metabolotes produced by two commercial Trichoderma strains active against different phytopathogens. Letters in Applied Microbiology, **43**: 143–148.

Yalpani, N.; Silverman, P.; Wilson, T.M.A.; Kleir, D.A. and **Raskin, I.** (1991). Salicylic acid is a systemic signal and inducer of pathogenesis-related proteins in virus infected tobacco. Plant Cell, **3**: 809–818.

Yang, Y.; Shah, J. and **Klessig, D.F.** (1997). Signal perception and transduction in plant defense responses. Genes and Development, **11**: 1621–1639.

Yao, H. and **Tian, S.** (2005). Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. Postharvest Biol. Technol., **35**(3): 253–262.

Ye, X.S.; Strobel, N. and **Kuc', J.** (1995). Induced systemic resistance (ISR): Activation of natural defense mechanisms for plant disease control as part of integrated pest management (IPM). In: Reuveni, R. (ed.), Novel Approaches to Integrated Pest Management, pp. 95–113, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Yedidia, I.; Benhamou, N. and **Chet, I.** (1999). Induction of defense responses in cucumber plants (Cucumis sativus L.) by the biocontrol agent Trichoderma harzianum. Applied and Environmental Microbiology, **65**: 1061–1070.

Yedidia, I.; Shoresh, M.; Kerem, Z.; Benhamou, N.; Kapulnik, Y. and **Chet, I.** (2003). Concomitant induction of systemic resistance to Pseudomonas syringae pv. lachrymans in cucumber by Trichoderma asperellum (T-203) and accumulation of phytoalexins. Applied and Environmental Microbiology, **69**(12): 7343–7353.