تأثير التداخل بين العامل الأحيائي *Trichoderma harzianum* والمبيد الفطري Carbendazim على مرض العفن الأبيض المتسبب عن الفطر *Sclerotium cepivorum* الذي يصيب نبات البصل

شعلة العبود الخاروف

كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات، دير الزور، سورية؛ الهيئة العامة للتقانة الحيوية، وزارة التعليم العالي، دمشق، سورية.

البريد الإلكتروني للباحث المراسل: Shoula_kharouf@yahoo.com

الملخص

الخاروف، شعلة العبود. 2026. تأثير التداخل بين العامل الأحيائي *Trichoderma harzianum* والمبيد الفطري Carbendazim على مرض العفن الأبيض المتسبب عن الفطر *Sclerotium cepivorum* الذي يصيب نبات البصل. مجلة وقاية النبات العربية، 44(2):202−209.

https://doi.org/10.22268/AJPP-001387

لتقييم كفاءة فطر المكافحة الحيوية *Trichoderma harzianum* والمبيد الفطري Carbendazim في تثبيط نمو الفطر المسبب لمرض العفن الأبيض *Sclerotium cepivorum* Berk على البصل، تم إجراء البحث في مختبر التنوع البيولوجي في الهيئة الوطنية للتقانة الحيوية، دمشق، سورية، استخدمت العزلة الفطرية SCL1 في تنفيذ كل الاختبارات. تضمنت الدراسة الرش الوقائي بالمبيدين، كل على حدة، للمعاملات الملقحة بالفطر، إضافة إلى شاهد مُعدى بالفطر وشاهد سليم غير مُعدى. أظهرت النتائج أن متوسط شدة الإصابة بعد 4 أيام من العدوى في الشاهد السليم غير المعدى ومعاملة المبيد كاربندازيم والمبيد الحيوي تريكوديرما قد بلغ 0.0، 1.1 و 1.6%، على التوالي، وبفرقٍ معنوي مع معاملة الشاهد المعدى بالفطر والتي بلغ متوسط شدة الإصابة فيها 72.5% بعد 4 أيام من بداية التجربة، كما بلغت 84.1 و 85.7 إلى 100% بعد 8 ، 12 و 16 يوماً من العدوى، على التوالي. واستمرت النتيجة نفسها إلى نهاية التجربة في جميع القراءات مع ازدياد شدة الإصابة التي لم تتجاوز 29.7% في المعاملات مقارنة بالشاهد المعدى التي وصلت 100%، أي أن المعاملة بالمبيدات أظهرت خفضاً معنوياً في شدة الإصابة بالفطر الممرض ضمن البيت الزجاجي، مع تفوق المبيد الحيوي طيلة مدة التجربة مقارنة مع المبيد الكيميائي. من ناحية أخرى، فقد تفوقت النباتات المعاملة بالمبيد الحيوي تريكوديرما على بقية المعاملات في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري وبمعدل 64.9، 10.5، 30.3 و 4.3 غ، على التوالي. تفوقت معاملة المبيد كاربندازيم على الشاهد المعدى بمعدل 35.0، 5.7، 18.3 و 2.0 غ، على التوالي، وكذلك الأمر بالنسبة لوزن رأس البصل وتراكيز اليخضور، أي أن المعاملة بالمبيد الحيوي أو الكيميائي، أدت إلى تخفيف أضرار الفطر الممرض بتأثيرها على زيادة نمو النبات ومحتواه من اليخضور.

كلمات مفتاحية: بصل، سكليروتينيا، عفن ابيض، مبيدات حيوية، مبيدات فطرية.

المقدمة

يعدّ البصل (*Allium cepa* L.) من المحاصيل التصديرية الاقتصادية المهمة في سورية والذي يدر دخلاً مجزياً للمزارع سواء بزراعته منفرداً أو محملاً على معظم المحاصيل وعلى أشجار الفاكهة، وبلغت الإنتاجية في سورية 97962 كغ/هـ (المجموعة الإحصائية، 2022). يتميز البصل عن باقي المحاصيل بأنه ينمو في جميع الأقاليم المناخية في العالم، ولكن هناك أقاليم متميزة في نموه مثل مصر وإسبانيا والولايات المتحدة واليابان. يتكاثر هذا النبات بالأبصال (القنار) والبذور، كما أنه نبات ذو حولين (Amin *et al.,* 2016). يهاجم محصول البصل العديد من الأمراض والآفات الحشرية في مراحل نموه المختلفة مما يتسبب في حدوث خسائر في الإنتاج خلال مرحلة الحصاد وما بعد الحصاد وفي التصنيع والتسويق مما يقلل من جودته وإمكانية تصديره (Abd El-Razik *et al.,* 2007). ومن أهم الأمراض التي تصيب هذا المحصول يبرز مرض العفن الأبيض الذي يسببه الفطر *Sclerotium cepivorum* Berk. (McLean *et al.,* 2005). تعدّ الإدارة المتكاملة لمكافحة مرض العفن الأبيض على البصل من أهم طرائق المكافحة. لذا تم وضع عدة طرائق من المكافحة الكيميائية والحيوية والميكانيكية والوقائية بالإضافة إلى أنظمة التحكم المتكامل التي تجمع بين هذه الأساليب لتحقيق الفعالية القصوى لمكافحته (Fullerton & Stewart, 1991). علاوةً على ذلك يتم بذل جهود كبيرة في البحث عن طرز وراثية من البصل مقاومة للعفن الأبيض (Lagunes-Fortiz *et al.,* 2013). يجدر التنويه إلى وجود تباين في قابلية أصناف البصل للإصابة بالممرض بحكم اختلافها في تكوين وتركيز المواد الطيارة والمحفزة لإنبات الأجسام الحجرية في جذورها

https://doi.org/10.22268/AJPP-001387
© 2026 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

(Zewide *et al.,* 2007) والتي تعدّ الخزان الناقل للمرض لأنها تعيش لفترات طويلة في التربة قد تصل إلى عشرين عاماً أو أكثر في غياب العائل (Utkhede & Rahe, 1980)، ولذلك فإن للمكافحة الوقائية والفيزيائية دوراً مهماً في الحد من انتشار الممرض. ومن طرائق المكافحة الكيميائية، تستخدم حالياً العديد من المبيدات الفطرية في مكافحة الفطر *S. cepivorum*، وأهمها المبيدات الفطرية الجهازية التابعة لمجموعة Dicarboimides مثل Procymidone ومجموعة Benzimidazoles مثل Carbendazim (Lyr, 1987) وذلك بغمس البصل قبل الزراعة في معلق المبيد.

هدف هذا البحث إلى اختبار فعالية مبيدين فطريين في التأثير على نمو فطر العفن الأبيض على البصل في الأصص تحت ظروف الإعداء الاصطناعي، ودراسة مدى تأثير المبيدات الفطرية المستخدمة في حالة العدوى بالفطر على اليخضور الكلي واليخضور A واليخضور B بالإضافة إلى دراسة مؤشرات النمو لنباتات البصل المعداة بفطر العفن الأبيض والمعاملة بمبيدات فطرية متخصصة في الأصص.

مواد البحث وطرائقه

عزلات الفطر الممرض *Sclerotium cepivorum*

جُمِعت نباتات بصل مصابة بمرض العفن الأبيض (White mold) المتسبب عن الفطر *Sclerotium cepivorum* Berk من حقول منطقة زاكية بالقرب من دمشق ومن سوق الهال في دمشق. نقلت العينات المصابة إلى مختبرات الهيئة العامة للتقانة الحيوية بدمشق، حيث تم جمع الأجسام الحجرية المتكونة داخل سيقان النباتات المصابة، وعُقِمت سطحياً بمحلول هيبوكلوريد الصوديوم بتركيز 1% لمدة 2–3 دقائق، ثم غُسِلت مرتين بالماء المقطر المعقم ونُشِفت على ورق ترشيح معقم، وزُرِعت بعدها في أطباق بتري بلاستيكية بقطر 9 سم تحتوي على الوسط الزرعي Potato Dextrose Agar(PDA). حضِنت الأطباق عند درجة حرارة 20°س لحين تكوين الأجسام الحجرية، ثم زُرِعت مرة أخرى بالطريقة نفسها وتمت تنقية العزلات بعد 4–5 أيام بنقل جزء من حافات النموات الفطرية للمستعمرة إلى أطباق بتري بقطر 9 سم تحتوي على الوسط الزرعي (PDA). تمّ تشخيص العزلات حسب الدراسات المرجعية وتم حفظ الأجسام الحجرية للعزلات لحين استعمالها في التجارب اللاحقة.

إختبار القدرة الإمراضية لعزلات الفطر *Sclerotium cepivorum* في الأصص

اختبرت القدرة الإمراضية لعزلتي الفطر *S. cepivorum*، الأولى من منطقة زاكية، والثانية من سوق الهال، في ظروف البيت الزجاجي في الهيئة العامة للتقانة الحيوية بدمشق. استعمِل في هذه التجربة خليط قوامه تربة ورمل وبتموس بنسبة 1:1:1 بعد تعقيمه في الفرن الحراري.. وُزّعت التربة على أصص بلاستيكية معقمة بالفورمالين بمقدار 2 كغ تربة لكل أصيص، تمت زراعتها بقزح (قنار) من البصل البلدي الذي تم الحصول عليه من الصيدليات الزراعية في دمشق. وُضِعت الأُصص داخل البيت الزجاجي مع إجراء ما يلزم من العمليات الزراعية من ري وتسميد. لُقحت النباتات بعزلة الفطر *S. cepivorum* المنماة على الوسط الزرعي حيث أخذت أطباق PDA بعمر 15 يوماً (Abd-El-Motty & Shatla, 1981)، تمّ عمل جرح في بصلة كل نبات من خلال استخدام إبرة زجاجية رقيقة جداً داخل التربة. بعد وصول النباتات إلى طول 5 سم فوق سطح التربة، وُضِع جزء من عزلة الفطر الممرض على الجرح وذلك من حافة المستعمرة الفطرية بعمر 15 يوم، بواقع 3 مكررات/معاملة. غطيت الأُصص بأكياس من البولي اثيلين للحفاظ على الرطوبة ثم رويت بكمية كافية من الماء، وتركت تحت ظروف البيت المحمي لمدة أسبوع لاستقرار وانتشار الفطر في تربة الأصيص، بينما ترك نبات المكرر الثاني بدون عدوى بالفطر الممرض كشاهد. تم أخذ القراءات بعد إجراء عملية العدوى الاصطناعية بـ 16 يوماً، وسُجلت شدة الإصابة بالاعتماد على سلم من 0 إلى 4 حسب ما يلي (Lakshmanan *et al.,* 1990): 0= لا توجد إصابة، 1= إحاطة الساق والجذر بالتعفن الفطري بمقدار يقل عن 50%، 2= إحاطة الساق والجذر بالتعفن الفطري من 50% إلى أقل من الإحاطة الكاملة، 3= إحاطة الساق والجذر بالتعفن الفطري إحاطة كاملة، 4= موت النبات.

إختبار كفاءة عوامل المكافحة المستعملة في الدراسة ضد الفطر الممرض *Sclerotium cepivorum* في ظروف البيت الزجاجي

أُستُعمِلت أصص بلاستيكية معقمة بالفورمالين بقطر 30 سم وملئت بخليط من تربة ورمل وبتموس بنسبة 1:1:1 بعد تعقيمه بالفرن الحراري. وُزِعت التربة على أصص بلاستيكية بمقدار 3 كغ تربة، وتمت زراعتها بالبصيلات (أبصال صغيرة، قنار) من الصنف البلدي وبواقع 3 مكررات لكل معاملة و 4 بصيلات/أصيص لكل مكرر. تم إجراء ما يلزم من العمليات الزراعية. بعد أن تمت تنمية المزارع الفطرية للفطر *Sclerotium cepivorum* مدة 15 يوماً على أطباق بتري تحتوي وسط آجار–دكستروز–البطاطا/البطاطس، وقد تم اختيار العزلة الأكثر شراسة، وهي العزلة الأولى المعزولة من حقول منطقة زاكية، حيث وضع في كل طبق 10 مل ماء معقم وتم قشط المستعمرة الفطرية بواسطة شريحة زجاجية معقمة، وكررت العملية حتى الحصول على 50 مل من المعلق وضعت على سطح التربة بمعدل طبق/أصيص وخلطت جيداً، ثم رويت الأصص بكمية كافية من الماء، وتركت تحت

ظروف البيت المحمي لمدة أسبوع لاستقرار وانتشار الفطر في تربة الأصيص.

المعاملات المدروسة

شملت الدراسة المعاملات التالية: 1- ثلاثة أصص زرع فيها قزح/قنار البصل السليم في تربة معداة بالفطر الممرض (شاهد معدى)، 2 - ثلاثة أصص زرع فيها قزح البصل السليم في تربة معقمة وسليمة (شاهد غير معدى)، 3- ثلاثة أصص زرع فيها قزح البصل السليم في تربة معداة بالفطر الممرض ومعاملة بمبيد العامل الأحيائي *Trichoderma harzianum* (20 غ/ ليتر ماء)، 4- ثلاثة أصص زرع فيها قزح البصل السليم في تربة معداة بالفطر الممرض ومعاملة بالمبيد الفطري كاربندازيم (1 غ/ليتر ماء). تمت إضافة الأسمدة NPK بنسبة 20:20:20 مع ماء السقاية قبل تطبيق المعاملات، ثم وضعت الأصص في البيت الزجاجي، مع متابعة السقاية ومراقبة تطور نباتات التجربة.

القراءات المأخوذة

أُخذت القراءات أسبوعياً، والتي شملت حساب شدة الإصابة للنباتات المعداة ولمدة شهر كامل بعد إجراء عملية العدوى الاصطناعية، كما حسبت نسبة النمو بعد اكتمال 30 يوماً من الزراعة، وتم أخذ ارتفاع النبات (سم) ابتداءً من سطح التربة إلى نهاية طول النبات، وحساب تركيز صبغات اليخضور A و B بعد 60 يوم من الزراعة. تم جمع عينات نباتات البصل من كل معاملة حيث تم وزن 0.25 غ من كل معاملة. بعد ذلك طحنت كل معاملة على حدة باستخدام هاون خزفي مع إضافة الأسيتون بتركيز 80% للعينة مع استمرار الهرس. بعد ذلك رشحت العينة بوساطة ورق الترشيح مع استمرار إضافة الأسيتون إلى أن أصبحت الأنسجة عديمة اللون (Tahtamouni *et al.*, 2006)، وتمّ بعدها اكمال إضافة الاسيتون حتى أصبح الحجم 50 مل لكل عينة ثم حللت العينات باستخدام جهاز المطياف الضوئي. كما حسب الوزن الطري والجاف لمكررات كل معاملة عند انتهاء التجربة بعد 60 يوماً من الزراعة، وذلك بقلع النباتات من جذورها وتنظيفها تحت ماء الصنبور الجاري وحساب الوزن الطري بعد تنشيفها من الماء الزائد، ومن ثم وُضِعت داخل فرن حراري عند حرارة 60°س لحين ثبات الوزن لحساب الوزن الجاف لكل مكرر. حُسِبت شدة الإصابة باستخدام نفس السلم الذي ذكر أعلاه. وحسبت النسبة المئوية للإصابة بالفطر وفق المعادلة التالية (Ajmal *et al.*, 2001):

$$\text{حدوث الإصابة بالمرض (\%)} = \frac{\text{العدد الكلي للنباتات المصابة}}{\text{العدد الكلي للنباتات}} \times 100$$

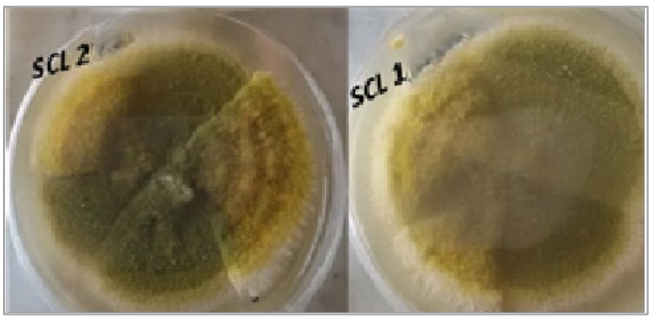
تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

استخدم في تنفيذ التجربة التصميم العشوائي الكامل (CRD)، وتم تحليل نتائج الاختبارات لكل المعاملات باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS عند مستوى احتمال 5%.

النتائج والمناقشة

عزلات الفطر الممرض *Sclerotium cepivorum*

أظهرت نتائج العزل والتشخيص وجود عزلتين مختلفتين للفطر *S. cepivorum* على الوسط الزرعي PDA الملقح بأجسام حجرية أُخذت من نباتات ظهرت عليها أعراض المرض. تمت تغطية كامل الطبق بنمو فطري أبيض بعد أربعة أيام من العدوى مع ملاحظة تكوين غزل فطري هوائي خفيف التصق بغطاء الطبق من الداخل بعد عدة أيام من العدوى. شوهد بدء تكوين الأجسام الحجرية بعد حوالي 6-7 أيام من العدوى والتي تميزت باختلاف أعدادها وأحجامها وأشكالها غير المنتظمة باختلاف العزلات، فضلاً عن لونها الأسود وصلابة قشرتها الخارجية. تركز تكوين الأجسام الحجرية عند حافة الطبق، كما تمت ملاحظة مراحل تكوين الأجسام الحجرية الثلاثة والتي بدأت بتجمع الغزل الفطري على شكل كتل بيضاء تحولت إلى اللون الأصفر المخضر للعزلتين، وقد توافق ذلك مع ما نشر سابقاً (Salazar-García *et al.*, 2022) (شكل 1)، ومن ثم إلى اللون الأسود مع خروج سوائل عديمة اللون منها في أثناء تكوينها، وقد تمّ تشخيص الفطر تحت المجهر بالاعتماد على الخصائص الموصوفة سابقاً (Smolinska *et al.*, 2005 ؛Hassan & Shahzad, 2004).



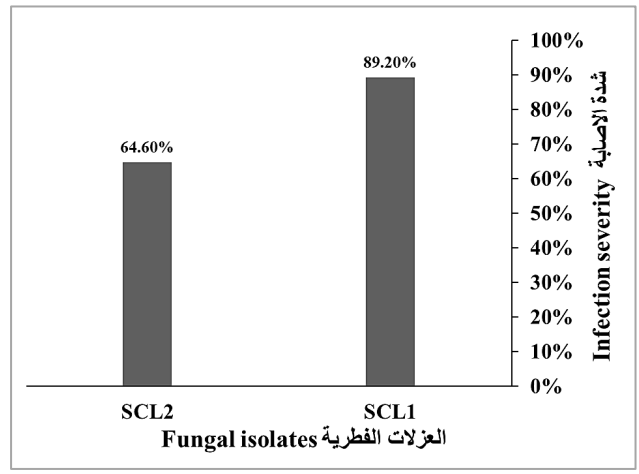
شكل 1. الغزل الفطري لمزرعة نقية ومعرَّفة لفطر العفن الأبيض (*Sclerotium cepivorum*).

Figure 1. Mycelium in a pure and identified culture of the white mold fungus (*Sclerotium cepivorum*).

اختبار القدرة الإمراضية لعزلات الفطر الممرض *S. cepivorum* في ظروف البيت الزجاجي

بينت النتائج أن جميع عزلات الفطر الممرض المستعملة في الاختبار كانت ممرضة لشتلات نبات البصل في ظروف البيت الزجاجي مع

اختلاف شدة الإصابة لكل عزلة. تميزت العزلة SCL1 بشدة إمراضيتها، بينما كانت العزلة SCL2 أقل إمراضية (شكل 2). تفوقت العزلة SCL1، التي جمعت من زاكية، بأعلى متوسط شدة إصابة، بالمقارنة مع العزلة الأخرى إذ بلغ 89.2% بعد 7 أيام من العدوى، وتفوقت معنوياً على العزلة SCL2 بمتوسط شدة إصابة بلغ 37.5% في المدة نفسها حيث بلغت شدة الإصابة بالعزلة الثانية 64.6%، وتم اختيار العزلة SCL1 لاستعمالها في التجارب اللاحقة وذلك لإمراضيتها العالية مقارنة مع العزلة الثانية. ويعزى تباين الإمراضية لعزلتي الفطر الممرض *S. cepivorum* من قبل عدد من الباحثين إلى وجود اختلافات قد ترتبط مع إنتاج السليلوز وعدد من الإنزيمات المختلفة مثل إنزيم Pectolytic enzyme (Purdy, 1979؛ Reuveni, 2000) وإنزيم Phosphatidase (Noyes & Hancock, 1981) و Hemicellulase (Lumsden, 1970)، وحمض الأوكزاليك (Morrall *et al*., 1972).



شكل 2. شدة إصابة نبات البصل صنف بلدي بعد 7 أيام من العدوى بعزلتين من الفطر الممرض *S. cepivorum* في ظروف البيت الزجاجي.
Figure 2. Severity of infection of onion local variety, 7 days after inoculation with 2 isolates of the pathogenic fungus *S. cepivorum* under greenhouse conditions.

اختبار كفاءة عوامل المكافحة المستعملة ضد الفطر الممرض *Sclerotium cepivorum* في ظروف البيت الزجاجي

أوضحت النتائج (جدول 1) أن جميع عوامل المكافحة المستعملة في تجربة البيت الزجاجي قد أظهرت خفضاً معنوياً في شدة الإصابة بالفطر الممرض*S. cepivorum* بالمقارنة مع معاملة الشاهد (فطر ممرض فقط)، والتي بلغ متوسط شدة الإصابة فيها 72.5% في بداية التجربة بعد 4 أيام من العدوى، وبلغت 84.1، 85.7 و 100% بعد 8، 12 و 16 يوماً من العدوى، على التوالي. واستمرت النتيجة نفسها إلى نهاية التجربة، ويتوافق هذا مع نتائج دراسة سابقة (Amin *et al.,* 2016).

تفوقت معاملة الرش الوقائي في المعاملات كافة، وكان أكثرها تأثيراً معاملة الشاهد السليم غير المعدى والمعاملة بالمبيد الكيميائي كاربندازيم (1 غ/ليتر ماء)، والمبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* (5 غ/20 ليتر ماء)، حيث بلغت شدة الإصابة بعد 4 أيام من العدوى 0.0، 1.1 و 1.6% للمعاملات الثلاث، على التوالي، وبفرقٍ معنوي مع معاملة الشاهد المعدى بالفطر بمتوسط شدة إصابة بلغ 72.5%. بينما بلغ متوسط شدة إصابة كلّ من الشاهد السليم والمبيد كاربندازيم والمبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* 0.3، 14.3 و 11.5%، على التوالي، بعد 8 أيام من العدوى وبفروقٍ معنوية مع معاملة الشاهد المعدى بالفطر وغير المعامل وبمتوسط شدة إصابة 100%، وتتطابق هذه النتائج مع دراسات سابقة (Amin *et al*., 2016؛ Okorski & Majchrzak, 2008؛ Tahtamouni *et al*., 2006). وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لهذه التجربة كفاءة المبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* في خفض شدة الإصابة بالفطر الممرض *S. cepivorum* طيلة مدة التجربة بالمقارنة مع معاملة الشاهد، كما ثبت تفوقه في تأثيره على شدة الإصابة على المبيد الكيميائي كاربندازيم.

أظهرت النتائج تفوق النباتات المعاملة المبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* 5 غ/ليتر ماء من حيث الوزن الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري (جدول 1) على بقية المعاملات الأخرى وبلغت 64.9، 10.5، 30.2 و 4.3 غ، وبفروق معنوية مع معاملة الشاهد، والتي بلغ فيها الوزن الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري 0.1، 0.3، 0.4 و 0.2 غ، على التوالي. تلاها في الكفاءة معاملة المبيد الفطري كاربندازيم 1 غ/ليتر ماء وبفروق معنوية مقارنة مع معاملة الشاهد المعدى بالفطر الممرض دون أي معاملة. أوضحت نتائج التحليل الإحصائي (جدول 1) وجود اختلافات معنوية بين كل من معاملة الشاهد والرش بالمبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* والرش بالمبيد الفطري كاربندازيم، وأكدت كفاءة المبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* في خفض شدة الإصابة بالفطر الممرض *S. cepivorum* طيلة مدة التجربة بالمقارنة مع معاملة الشاهد. إلا أنه كان هناك تأثير إيجابي للمعاملة بالمبيد الفطري مثل المبيد الحيوي، رغم تفوق الأخير، ويعزى ذلك إلى أن كلّاً منهما يعمل بآلية خاصة ب،هـ حيث تعود القدرة التنافسية للفطر الحيوي بتحفيزه الوسائل الدفاعية لدى النبات وبذلك توفر كفاءة إضافية لمقاومة الممرض بشكل كامل (Wedge *et al*., 2007). وقد تعزى فعالية المبيد كاربندازيم إلى إحتوائه على مادة Cyprodinil وهي مادة جهازية تُمتص بسهولة لتنفذ إلى أنسجة النبات وتتوزع جهازياً، كما يحتوي على Fludioxonil الذي يبقى بشكل رئيس على سطوح الأوراق ويعمل كمبيد ملامسة (Mishra *et al.,* 2014). وبذلك فإن المبيد كاربندازيم يؤسس لدفاعات متعددة ضدّ الممرضات إذ يقوم المبيد بتعطيل إنبات البوغ، منع نمو أنبوب الإنبات، كما يخفض تطور الغزل الفطري بين وداخل خلايا النبات (Marciano *et al*., 1983).

جدول 1. تأثير عوامل المكافحة المستعملة ضدّ الفطر الممرض *S. cepivorum* في شدة الإصابة وفي الوزن الطري والجاف للمجموعين الخضري والجذري لصنف البصل البلدي تحت ظروف البيت الزجاجي بعد مُدد مختلفة من العدوى.

Table 1. The effect of control agents against the fungus *S. cepivorum* on the severity of infection and on the fresh and dry weight of the vegetative and root growth of the local onion variety at different periods after inoculation under greenhouse conditions.

الوزن الجاف(غ) Dry weight (g)		الوزن الرطب (غ) Fresh weight (g)		شدة الإصابة (يوم بعد العدوى) Disease severity (days after inoculation)				المعاملات Treatments
المجموع الجذري Roots	المجموع الخضري Vegetative growth	المجموع الجذري Roots	المجموع الخضري Vegetative growth	16	12	8	4	
0.2	0.3	0.4	0.1	100.0	95.7	84.1	72.5	فطر ممرض (شاهد معدى) Pathogenic fungus (Infected control)
-	-	-	-	0.9	0.6	0.3	0.0	تربة سليمة وبصل (شاهد سليم بدون عدوى) Healthy soil and onions (healthy control without infection)
4.3	10.5	30.2	64.9	20.4	19.2	11.5	1.1	مبيد حيوي *Trichoderma harzianum* 5 غ/ليتر ماء مع العدوى *Trichoderma harzianum* Biocides 5 g/L water with infection
2.0	5.7	18.3	35.0	29.7	24.6	14.3	1.6	مبيد فطري Carbendazim 1 غ/ليترماء مع العدوى Carbendazim fungicide 1 g/L of water with infection
1.6	2.43	11.7	21.7	64.5	55.6	46.2	3.11	$LSD_{0.05}$

الأرقام في الجدول متوسط لثلاثة مكررات Values in the table are the average of three replicates

تأثير المبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* والمبيد الفطري كاربندازيم في صفات نمو نباتات البصل المصابة بفطر العفن الأبيض المزروعة في الأصص تحت ظروف العدوى الاصطناعية

أظهرت جميع عوامل المكافحة المستعملة في تجربة البيت الزجاجي (جدول 2) خفضاً معنوياً في شدة الإصابة بالفطر الممرض *S. cepivorum* مقارنة مع الشاهد (فطر ممرض فقط). عند دراسة تأثير المبيد الحيوي *Trichoderma harzianum*، بلغت نسبة نمو النبات 77%، بينما بلغ تأثير المبيد كاربندازيم على نسبة نمو النبات 64%. وقد يعود سبب هذا الإختلاف لتمكّن التريكوديرما من تحفيز دفاعات النبات لمقاومة الممرض أكثر من المعاملات الأخرى، مما يتوافق مع دراسة سابقة (Abd-El-Motty & Shatla, 1981). أما ارتفاع النبات، فقد بلغ 36.5 سم للشاهد المعدى بالفطر الحيوي و 62.2 سم بالنسبة لمعاملة الشاهد غير المعدى والمعامل بالفطر الحيوي، وبلغت نسبة الزيادة 25.7 و 37.8%، على التوالي. أظهرت النتائج (جدول 2) أن الفروقات المعنوية كانت متقاربة، إلا أن إضافة المبيدين الحيوي والفطري أدت إلى حماية النبات والتقليل من أضرار الفطر الممرض بكافة المؤشرات، وهذا دليل على فاعلية استخدام هذه المبيدات المتخصصة في إيقاف تطور الممرض (Liang *et al*., 2018). وتفوق استخدام المبيد الحيوي بزيادة مؤشرات النمو وتحفيز المقاومة على المبيد الفطري كما أشارت أبحاث سابقة (Al-Hashemi, 2011؛ Amin, 2003؛ Motesharrei & Salimi, 2014). وبمقارنة وزن رؤوس البصل، تفوق المبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* معنوياً في كل المعاملات وتشابهت هذه النتائج مع دراسة سابقة (Anand & Reddy, 2009) مما يؤكد أن استخدام المبيدات الحيوية يزيد من صفات النمو لنباتات البصل المعداة بفطر العفن الأبيض.

تأثير المبيدات الفطرية على تركيز الكلوروفيل A و B والكلوروفيل الكلي لنباتات البصل المصابة بالفطر الأبيض والمزروعة في أصص بعد 60 يوماً من العدوى

بينت النتائج تأثير استخدام المبيدات على تركيز اليخضور الكلي واليخضور A واليخضور B بعد 60 يوماً من العدوى (جدول 2). أعطى المبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* زيادة معنوية في نسبة تركيز الكلوروفيل A، B و A+B مقارنة مع المبيد الفطري والشاهد غير المعدى والمعامل بالمبيد. أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً مقارنة مع الشاهد المعدى بفطر العفن الأبيض حيث استطاع المبيد الحيوي أن يؤثر في تركيز اليخضور A بنسبة 90.6% واليخضور B بنسبة 63.4%، بينما

كان تأثيره أكبر في تركيز الكلوروفيل الكلي (A و B). تدل هذه النتائج أن استخدام المبيدات أثر في نسبة تركيز اليخضور بنسبة متوسطة مقارنة بالنسبة للشاهد المعدى والشاهد السليم، وهذا يتوافق مع ما نشر سابقاً (Tashkoski, 2013). وكانت نتائج استخدام المبيد كاربندازيم متقاربة مع نتائج المبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* في تأثيرهما في نسبة اليخضور في النبات المعدى (Amin *et al.*, 2016)، مما يدل على أن استخدام المبيدات يؤثر في تطور الفطر بتأثيره في زيادة المادة الخضراء في أوراق البصل والتي هي مصنع الطاقة في النبات (Saba *et al.*, 2012).

يمكننا أن نستنتج مما سبق أن استخدام المكافحة البديلة للمبيدات الكيميائية كانت أكثر تأثيراً على الفطر الممرض *S. cepivorum*، حيث أدت إلى تقليل شدة الإصابة ونسبتها وخصوصاً عند المعاملة بالمبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* في الرش الوقائي تحت ظروف البيت الزجاجي. وفي الوقت نفسه، لم ينعكس تفوق المبيد الكيميائي Carbendazim في تثبيط الفطر الممرض *S. cepivorum* تحت ظروف البيت الزجاجي إلى تفوق في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري للنباتات المعاملة، بينما تفوق المبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* في ذلك مما يشير إلى كفاءة هذا المبيد في خفض شدة الإصابة بالفطر المذكور إضافةً إلى تحسين النمو الخضري والجذري للنباتات المعاملة وفي كافة صفات النمو. كما تفوق المبيد الحيوي على المبيد الفطري في تأثيره على النبات في كل من نسبة اليخضور A واليخضور B واليخضور الكلي ، ولكن بنسب متقاربة.

جدول 2 . تأثير المبيد الفطري Carbendazim والمبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* في صفات النمو وارتفاع النبات ووزن رأس البصل بعد 30 يوماً من زراعة نباتات البصل المعداة بفطر العفن الأبيض والمزروعة في الأصص، وتركيز اليخضور A واليخضور B واليخضور الكلي لنباتات البصل المعداة بفطر العفن الأبيض والمزروعة في الأصص بعد 60 يوماً من العدوى.

Table 2. The effect of Carbendazim fungicide and the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* on the growth, plant height and the onion bulb weight, 30 days after cultivation of onions artificially inoculated with *S. cepivorum* and grown in pots and on the concentrations of chlorophyll A and B and A+B, 60 days after artificial inoculation of plants with *S. cepivorum* grown in pots.

60 days after inoculation بعد 60 يوم من العدوى			30 days after inoculation بعد 30 يوم من العدوى					
اليخضور الكلي A+B مغ/100غ نسيج نباتي Total chlorophyll A+B (mg/100 g) vegetative tissue	اليخضور B مغ/100غ نسيج نباتي Chlorophyll B (mg/100g) vegetative tissue	اليخضور A مغ/100غ نسيج نباتي Chlorophyll A (mg/100g) vegetative tissue	وزن رأس البصل (غ) Weight of onion bulb (g)	زيادة طول النبات مقارنة مع الشاهد المعدى (%) Increase in plant length compared with the control (%)	ارتفاع النبات (سم) The height of the plant (cm)	نسبة النمو % Growth rate (%)	Treatment	المعاملات
							***Trichoderma harzianum* biocide**	**المبيد الحيوي تريكوديرما**
173.2	63.4	90.6	17.4	25.7	36.5	77	Infected	معدى
286.5	73.2	203.1	25.1	37.8	62.2	98	Healthy	غير معدى
							Carbendazim fungicide	**المبيد الفطري كاربندازيم**
127.2	43.5	80.5	10.6	20.8	22.5	64	Infected	معدى
266.5	83.4	197.4	19.1	56.7	43.3	90	Healthy	غير معدى
3.8	2.1	3.6	4.9	3.1	3.7	-		$LSD_{0.05}$

Values in the table are the average of three replicates — الأرقام في الجدول متوسط لثلاثة مكررات

Abstract

El-Kharouf, S.A. 2026. Effect of the biocontrol Agent *Trichoderma harzianum* and the Fungicide Carbendazim White Rot Disease *Sclerotium cepivorum* of Onion Crop. Arab Journal of Plant Protection, 44(2):202-209.
https://doi.org/10.22268/AJPP-001387

To evaluate the efficiency of the biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* and the fungicide Carbendazim in inhibiting the growth of the pathogenic fungus *Sclerotium cepivorum*, which causes white rot disease of onion crop in the greenhouse, this study was conducted at the Biodiversity Laboratory of the General Biotechnology Authority, Damascus, Syria, where the fungal isolate SCL1 (causing 89.2% of infection severity) was used. The study included protective spraying with two fungicides, separately, for treating onions infected with the white rot fungus. The disease severity at 4, 8, 12, and 16 days after infection was measured. In addition, some growth indicators and chlorophyl concentration (A, B, and total) were estimated 60 days after inoculation. The results obtained showed that the disease severity 4 days after inoculation in healthy control, the carbendazim and *Trichoderma* pesticide treatments reached 0.0, 1.1, and 1.6%, respectively, with a significant difference with the fungus-infected control (72.5%). Significant differences continued between treatments and the infected non-treated control. Pesticides treatment caused a significant reduction in the severity of the pathogenic fungus infection in the greenhouse, with the superiority of the bio-pesticide compared to the chemical fungicide. On the other hand, the plants treated with *Trichoderma* outperformed the rest of the treatments in the wet and dry weight of the shoot and root growth. The same significant differences were obtained related to

onion head weight and chlorophyl content. It can be concluded that the pesticide treatment; biological or chemical, reduced the damage caused by the pathogenic fungus by increasing plant growth and its chlorophyl content.
Keywords: Onion, *sclerotium*, fungicide, biocide.

Affiliation of author: *S.A. El-Kharouf, Faculty of Agricultural Engineering, Furat University, Deir Al-Zor, Syria; General Authority of Biotechnology, Damascus, Syria. Email address of the corresponding author: Shoula_kharouf@yahoo.com*

References

for tolerance to the fungus *Sclerotium cepivorum*. African Journal of Biotechnology, 12(22):3482-3492.

Lakshmanan, P., S. Mohan and R. Jeyarajan. 1990. Antifungal properties of some plant extracts against *Thanatephorus cucumeris*, the causal agent of collar rot disease of *Phaseolus aureus*. Madras Agricultural Journal, 77:1-4.

Liang, Y., W. Xiong, S. Steinkellner and J. Feng. 2018. Deficiency of the melanin biosynthesis genes *SCD1* and *THR1* affects sclerotial development and vegetative growth, but not pathogenicity, in *Sclerotinia sclerotiorum*. Molecular Plant Pathology, 19(6):1444-1453. https://doi.org/10.1111/mpp.12627

Lumsden, R.D. 1970. Phosphatidase of *Sclerotinia cepivorum*: production in culture and in infected bean. Phytopathology, 60:1106-1110.

Lyr, H. 1987. Modern Selective Fungicides. *Longman Scientific* and Technical, Harlow, UK. 383 pp.

Marciano, P., P. Di Lenna and P. Magro. 1983. Oxalic acid, cell wall-degrading enzymes and pH in pathogenesis and their significance in the virulence of two *Sclerotinia cepivorum* isolates on sunflower. Physiological Plant Pathology, 22(3):339-345. https://doi.org/10.1016/S0048-4059(83)81021-2

McLean, K.L., J. Swaminathan, C.M. Frampton, J.S. Hunt, H.J. Ridgway and A. Stewart. 2005. Effect of formulation on the rhizosphere competence and biocontrol ability of *Trichoderma atroviride* C52. Plant Pathology, 54(2):212-218. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01158.x

Mishra, R.K., R.K. Jaiswal, D. Kumar, P.R. Saabale and A. Singh. 2014. Management of major diseases and insect pests of onion and garlic: A comprehensive review. Journal of Plant Breeding and Crop Science, 6(11):160-170. https://doi.org/10.5897/JPBCS2014.0467

Morrall, R.A.A., L.J. Duczek and J.W. Sheard. 1972. Variation and correlations within and between morphology, pathogenicity and pectolytic enzyme activity in *Sclerotinia* from Saskatchewan. Canadian Journal of Botany, 50(4):767-786. https://doi.org/10.1139/b72-095

Motesharrei, Z.S. and H. Salimi. 2014. Biocontrol characteristics of *Trichoderma* spp. against *Fusarium* in Iran. Middle-East Journal of Scientific Research, 22(8):1122-1126.

Noyes, R.D. and J.G. Hancock. 1981. Role of oxalic acid in the *Sclerotinia* wilt of sunflower. Physiological Plant Pathology, 18(2):123-132. https://doi.org/10.1016/S0048-4059(81)80033-1

المراجع

المجموعة الإحصائية الزراعية السورية. 2022. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، الجمهورية العربية السورية.

*[**Syrian Agricultural Statistics Collection.** 2022. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Damascus, Syrian Arab Republic. (In Arabic)].*

Abd-El-Motty, T.H. and M.N. Shatla. 1981. Biological control of white rot disease of onion (*Sclerotium cepivorum*) by *Trichoderma harzianum*. Journal of Phytopathology, 100(1):29-35. https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1981.tb03287.x

Abd El-Razik, S.A., N.M.A. El-Mougy, A. Sallam, M.I. Eraky and M.H. Hassan. 2007. Enhancement of biocontrol of onion white rot using organic sulphides and plant growth promoters. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 38(2):111-126. https://doi.org/10.21608/ajas.2007.271091

Ajmal, M., S. Ahmad and S. Hussain. 2001. Effect of soil moisture on black scurf disease and yield of potato. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4(2):150-151. https://doi.org/10.17582/journal.sja/2022/38.1.40.45

Al-Hashemi, M.N. 2011. Integration in combating charcoal rot disease caused by the fungus *Macrophomina phaseolina* on muskmelon (*Cucumis melo* L.). MSc thesis, Plant Protection Department, College of Agriculture, University of Baghdad, Iraq. 108 pp.

Amin, M.M. 2003. Controlling white rot of onion (*Sclerotium cepivorum*) by biotic and abiotic treatments. MSc thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt. 105 pp.

Amin, M.M., S.B.M. Fawaz and G.H. Karima. 2016. Induced onion plant resistance against *Sclerotium cepivorum* Berk. mediated through salicylic acid and Sil-Matrix 29% SL. Journal of Plant Protection and Pathology, 7(11):707-715. https://doi.org/10.21608/jppp.2016.52129

Anand, S. and J. Reddy. 2009. Biocontrol potential of *Trichoderma* sp. against plant pathogens. International Journal of Agriculture Sciences, 1(2):30-39. https://doi.org/10.9735/0975-3710.1.2.30-39

Fullerton, R.A. and A. Stewart. 1991. Chemical control of onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) in the Pukekohe district of New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 19(2):121-127. https://doi.org/10.1080/01140671.1991.10421789

Hassan, S.A. and S. Shahzad. 2004. Effect of sea salt on in vitro growth of *Sclerotinia sclerotiorum*. Pakistan Journal of Botany, 36:677-682.

Lagunes-Fortiz, E., A. Robledo-Paz, M.A. Gutiérrez-Espinosa, J.O. Mascorro-Gallardo and E. Espitia-Rangel. 2013. Genetic transformation of garlic (*Allium sativum* L.) with tobacco chitinase and glucanase genes

Smolińska, U., K. Felczyński and B. Kowalska. 2005. The effect of biofumigation with crops from mustard and rapeseed on the yield, white rot of onion occurrence and soil microorganisms. Vegetable Crops Research Bulletin, 63:55-65.

Tahtamouni, M.E.W., K.M. Hameed and I.M. Saadoun. 2006. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* using indigenous chitinolytic actinomycetes in Jordan. The Plant Pathology Journal, 22(2):107-114. https://doi.org/10.5423/PPJ.2006.22.2.107

Tashkoski, P. 2013. Antagonism of *Trichoderma asperellum* to *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*. Tobacco, 63(7-12):45-53.

Utkhede, R.S. and J.E. Rahe. 1980. Biological control of onion white rot. Soil Biology and Biochemistry, 12(2):101-104. https://doi.org/10.1016/0038-0717(80)90043-7

Wedge, D.E., J.S. Smith, J.Q. Quebedeaux and R.N. Carrow. 2007. Fungicide management strategies for control of strawberry fruit rot diseases in Louisiana and Mississippi. Crop Protection, 26(9):1449-1458. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.12.007

Zewide, T., C. Fininsa, P.K. Sakhuja and S. Ahmed. 2007. Association of white rot (*Sclerotium cepivorum*) of garlic with environmental factors and cultural practices in the North Shewa highlands of Ethiopia. Crop Protection, 26(10):1566-1573. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.01.007

Okorski, A. and B. Majchrzak. 2008. Fungi colonizing pea seeds after the application of the microbiological control agent EM1. Progress in Plant Protection, 48(4):1314-1318.

Purdy, L.H. 1979. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. Phytopathology, 69(8):875-880. https://doi.org/10.1094/Phyto-69-875

Reuveni, M. 2000. Efficacy of trifloxystrobin (Flint), a new strobilurin fungicide, in controlling powdery mildews on apple, mango and nectarine, and rust on prune trees. Crop Protection, 19(5):335-341. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00026-0

Saba, H., D. Vibhash, M. Manisha, K.S. Prashant, H.A. Farhan and A. Tauseef. 2012. *Trichoderma* – a promising plant growth stimulator and biocontrol agent. Mycosphere, 3(4):524-531. . https://doi.org/10.5943/mycosphere/3/4/14

Salazar-García, L.M., R.I. Ortega-Cuevas, J.A. Martínez-Álvarez, S.H. González-Hernández, R.A. Arvizu-Medrano, I. Olalde-Portugal, M.V. Alvarado, A. Martínez-Téllez and P.N. Rivera. 2022. Melanin pathway determination in *Sclerotium cepivorum* Berk using spectrophotometric assays, inhibition compound, and protein validation. Microbiology Research, 13(2):152-166. https://doi.org/10.3390/microbiolres13020013

Received: June 7, 2024; Accepted: November 21, 2024

تاريخ الاستلام: 2024/6/7؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2024/11/21