تأثير بعض المعاملات الكيموحيوية والزراعية في مكافحة مرض تعفن جذور وتيجان الخيار المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* في البيوت المحمية

فريد بدران الكنعاني[1]، عماد محمود المعروف[2*] وصالح محمد اسماعيل[1]

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تكريت، العراق؛ (2) قسم علوم التحليلات المرضية، كلية العلوم، جامعة الكتاب، كركوك، العراق.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: emad.ghaleb@uoalkitab.edu.iq

الملخص

الكنعاني، فريد بدران، عماد محمود المعروف وصالح محمد اسماعيل. 2026. تأثير بعض المعاملات الكيموحيوية والزراعية في مكافحة مرض تعفن جذور وتيجان الخيار المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* في البيوت المحمية. مجلة وقاية النبات العربية، 44(2):210–223.

https://doi.org/10.22268/AJPP-001390

أجريت الدراسة لتقييم تأثير إفرازات الجذور والبكتيريا *Bacillus subtilis* HA-1 في معدل نمو العزلة Rs14 للفطر *R. solani* في المختبر بالإضافة إلى كفاءة بعض المعاملات الكيموحيوية والزراعية في شدة إصابة هجن الخيار بها بالإضافة إلى تأثيرها في بعض معايير النمو في البيت البلاستيكي. أظهرت النتائج أن معاملة تطعيم هجن الخيار على القرع العسلي الجبلي جاءت بالمرتبة الأولى، وتفوقت معنوياً على جميع المعاملات في خفض شدة الإصابة بالمرض، تلتها بالمرتبة الثانية معاملة Plant Growth Cleaner (PGC) في هجيني Captain F1 و Seegreen F1. تفوقت معاملة التطعيم معنوياً على جميع المعاملات في رفع معدل الوزن الحيوي للهجين Captain F1 وتلتها معاملة PGC، في حين لم تختلف المعاملتان معنوياً في في زيادة معدل حاصل النبات بنسبة 101.60% قياساً بمعاملة الشاهد الإيجابي و 15.16% بالمقارنة مع الشاهد السلبي في معاملة التطعيم، وبنسبة 100.71 و 14.64%، على التوالي، بالنسبة لمعاملة PGC. ارتفعت الفعالية الأنزيمية النوعية لأنزيم Peroxidase (POD) لأكثر من ضعفين في معاملة البكتيريا مع الـ Humzinc وبثلاثة أضعاف في فعالية أنزيم Poly phenol oxidase (PPO)، بينما تفوقت معاملة PGC بزيادة تقارب ثلاثة أضعاف. في حين كان مقدار الزيادة خمسة أضعاف في فعالية أنزيم Chitinase (CHI) في معاملتي التطعيم و PGC مقارنة بالمعاملات الأخرى للهجين Seegreen F1.

كلمات مفتاحية: أمراض فطرية، فطور منقولة بالتربة، عوامل مكافحة، *Cucumis sativus*، العراق.

المقدمة

يعدّ الخيار (*Cucumis sativus* L.) محصولاً اقتصادياً مهماً وشائعاً في معظم أنحاء العالم (Pal *et al.*, 2020). بلغ إجمالي إنتاج الخيار في العراق 40775 ألف طناً خلال عام 2020 بمساحة قدرها 13728 ألف دونم باستثناء إقليم كردستان (الجهاز المركزي للإحصاء، 2020). بينما بلغ معدل إنتاج إقليم كردستان العراق 115314 ألف طن من مساحة مزروعة بلغت 34156 ألف دونم خلال الأعوام 2014–2017 (Ministry of Agriculture & Water Resources, 2019). تُستهلك ثمار الخيار بصورة أساسية كمادة غذائية طازجة أو يدخل في صناعة المخللات (Sharma *et al.*, 2016)، فهو غني بالماء والبوتاسيوم وبعض الفيتامينات مثل C و A (Nayar & More, 1998)، أو كمادة طبيعية علاجية أو تجميلية (Muruganantham *et al.*, 2016). يتعرض المحصول للإصابة بالعديد من المسببات المستوطنة في التربة مستهدفة بذلك المجموع الجذري مما يؤدي إلى تعفنه، مما ينعكس سلباً على امتصاص الماء والعناصر الغذائية (Tsror *et al.*, 2010). إن النباتات البالغة التي تهرب من الإصابة في مرحلة البادرات يمكن أن تواجه خطر مرض تعفن الجذور والتيجان أثناء مرحلة الإثمار، مما يسفر عن خسائر اقتصادية في الحاصل (Hassan *et al.*, 2021). يُعدّ الفطر *Rhizoctonia solani* من المسببات المرضية واسعة الانتشار وذات مدى عائلي واسع بين المحاصيل، حيث يمكنها أن تصيب أكثر من 500 نوع نباتي (Sneh *et al.*, 1991).

يتميز الفطر بعدم إنتاجه أبواغاً، بل يُكوّن أجساماً حجرية دقيقة (Microsclerotia) والتي يمكنها أن تبقى في التربة لسنوات طويلة (El-Sharkawy *et al.*, 2014). ويعدّ *R. solani* من بين أهم أنواع الفطور الممرضة (Srivastava *et al.*, 2016). قدرت الخسائر الناجمة

https://doi.org/10.22268/AJPP-001390
© 2026 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

عن المرض في البيوت البلاستيكية في كندا بنسبة تراوحت مابين 25–35% (Cercauska *et al.,* 2001). استعملت الطريقة التقليدية باستخدام المبيدات الفطرية لمكافحة المرض على الرغم من مساوئها (Myresiotis *et al.,* 2007)، وطبقت مؤخراً العديد من التقنيات الزراعية والكيماوية والفيزيائية بهدف السيطرة على المرض وإدارته (Kumari & Katoch, 2020)، ومن بينهاالتقنية الحيوية التي يتم من خلالها توظيف سلالات فطرية معينة، مثل الفطر *Trichoderma* spp.، ضد مسبب المرض(Singh & Balodi, 2021)، أو سلالات بكتيرية معينة مثل بعض أنواع جنس *Bacillus* spp. (Aydin, 2022). هدفت هذه الدراسة إلى تطبيق بعض العوامل الحيوية والكيماوية والزراعية الصديقة للبيئة والأكثر استدامة لمقاومة مرض تعفن جذور وتيجان الخيار المتسبب عن الفطر *R. solani* في البيوت المحمية وتسهيل امتصاص العناصر الغذائية وتحمل ظروف الاجهاد حتى بدون استهداف الممرض بصورة مباشرة من خلال تحسين خصوبة التربة وكفاءة العمليات الأيضية في النبات.

مواد البحث وطرائقه

تأثير إفرازات جذور هجن الخيار في نمو الفطر *R. solani* مختبرياً

زرعت بذور هجن الخيار Seegreen F1 و Sayff F1 من شركة Nunhems الهولندية و Captain F1 من شركة Polaris Seeds الأمريكية في دوارق مخروطية تحتوي على كرات جلاتينية بعد نقعها في ماء مقطرمعقم. أزيل طلاء المبيد من البذور باستخدام محلول هيبوكلورات الصوديوم 1% ومن ثم غسلت جيداً بالماء المقطر. جمعت إفرازات الجذور الخام بعد أسبوع من بزوغ البادرات ورشحت وعقمت باستخدام مرشح Zeits Filter بحجم 0.22 ميكرومتر من شركة Natong filterbio Milipore الصينية (Gowily *et al.,* 1995). درس تأثير إفرازات الجذور في معدل نمو العزلة RS14 للفطر *R. solani* على وسط البطاطا/البطاطس–دكستروز–آجار (PDA)، والذي حضر بإذابة 39 غ من الوسط الغذائي الجاهز PDA في 1000 مل ماء مقطر ثم عقم في جهاز المؤصدة عند حرارة 121°س وضغط 15 باوند/انش^2 لمدة 20 دقيقة، من خلال مزج 5 مل من الإفرازات مع 45 مل من الوسط وصبها في أطباق بتري بقطر 90 مم، وحضنت عند درجة حرارة 25±2°س لمدة 4 أيام، ثم قيس معدل النمو القطري للفطر كل 24 ساعة (El-Gali, 2015).

تأثير البكتيريا *Bacillus subtilis* HA-1 والكايتوسان (Chitosan) في نمو الفطر *R. solani* مختبرياً

تم تحضير سلسلة من تخافيف المعلق البكتيري *B. subtilis* HA-1 بين 10^{-1} إلى 10^{-10} بعمر 48 ساعة باستعمال وسط NB المحضر بإذابة 13 غ من Nutrient Broth لكل 1000 مل من الماء المقطر ثم عقم بنفس ظروف التعقيم المذكوره اعلاه. تم تلقيح أطباق بتري حاوية على وسط PDA بمعلق البكتيريا المذكورة وحرك كلّ طبق حركة رحوية لضمان التوزيع المتجانس. استعملت 3 أطباق لكل تخفيف. لقحت الأطباق بقرص من نمو العزلة Rs14 للفطر *R. solani* وتركت 3 أطباق لكل تخفيف بدون تلقيح للمقارنة وحضنت عند درجة حرارة 25±2°س لمدة 3 أيام. حددت الفعالية التضادية وفقاً لمقياس (Sangoyomi, 2004) (جدول 1). تم حساب النسبة المئوية للتثبيط باستعمال معادلة Abbott (Abbott, 1925):

$$\text{التثبيط (\%)} = \frac{\text{متوسط النمو في المقارنة (الشاهد)} - \text{متوسط النمو في المعاملة}}{\text{متوسط النمو في المقارنة (الشاهد)}} \times 100$$

بعد الحصول على التخفيف المثبط 10^{-3} من المعلق البكتيري ضدّ العزلة الممرضة Rs14، حسبت أعداد المستعمرات البكتيرية في كل طبق بطريقة العدّ المباشر (Pawsey, 1974) واستخرج المعدل العام بعد ضربها بمقلوب التخفيف، وقدرت الكثافة العددية المستعملة 3.1×10^{5} وحدة مكونة للمستعمرات (CFU)/مل إستناداً إلى المعادلة التالية:

عدد المستعمرات لكل 1 مل من العينة الاصلية = عدد المستعمرات في الطبق × مقلوب التخفيف

تم تحضير محلول الكايتوسان، من شركة CDH الهندية، باذابة 1 غ في 100 مل ماء مقطر محمض بحمض الخليك الثلجي 1%، ثم عُدل الـ pH إلى 6.0، وحضرت التراكيز 50، 100، 500، 1000، 2000 و 3000 جزء بالمليون، وحضر كل تركيز في دورق مخروطي سعة 50 مل بحيث أخذ الحجم المطلوب وأكمل بالوسط PDA وصبّ في الأطباق (4 أطباق لكل تركيز) باستعمال تقنية الوسط الزرعي المسمم (Nwosu & Okafor, 1995) واختبرت في تثبيط نمو العزلة Rs14 للفطر *R. solani* بأخذ قرص من النمو بقطر 5 مم. حُسبت نسبة التثبيط وفق معادلة Abbott (Abbott, 1925).

جدول 1. درجات الفعالية التضادية للعامل الاحيائي البكتيري *Bacillus subtilis*.

Table 1. Antagonistic activity level of the bacterial bioagent *Bacillus subtilis.*

الرقم المتسلسل Serial No.	درجة الفعالية التضادية Antagonistic activity level		التثبيط (%) Inhibition (%)
1	غير فعال	Not effective	%0
	قليل الفعالية	Slightly effective	%20-1
3	متوسط الفعالية	Medium effectiveness	%50-21
4	فعال	Effective	%90-51
5	فعال جداً	Very effective	%100-91

تأثير المعاملات في شدة إصابة هجن الخيار بمرض تعفن جذور وتيجان الخيار الرايزوكتوني وبعض معايير النمو

نفذت تجربتان في البيوت البلاستيكية غير المدفأة لقسم البستنة في مديرية البحوث الزراعية، بكره جو، محافظة السليمانية، خلال الموسم الزراعي الخريفي 2023، وكانت إحداها باستعمال الهجين Captain F1 داخل أكياس ذات أبعاد 45×18 سم تحوي على خليط معقم من تربة طينية مع طمى النهر والبتموس بنسبة 1:1:1 وبعدد 360 كيساً. ضمت كل وحدة تجريبية 10 نباتات بواقع 12 معاملة وثلاثة مكررات (المجموع الكلي 36 معاملة) وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة. نصبت شبكة الري بالتنقيط والمسمدة مع مدِّ خطين من الأنابيب لكل وحدة تجريبية يروي كلٌّ منها 5 نباتات، والمسافة بين نبات وآخر على نفس الخط 40 سم وبين الخط والآخر 50 سم، بحيث بلغت مساحة كل معاملة 2 م^2. أضيف لقاح الفطر المحمول على بذور الدخن بواقع 10غ/جورة وشغلت منظومة الري لترطيب الوسط وتهيئة الظروف الملائمة لنمو الفطر لمدة 4 أيام (Montealegre *et al.,* 2010). زرعت بذور الهجين Captain F1 في صواني الشتل في المشتل، وبعد أسبوع زرعت بذور القرع العسلي الجبلي المحلي (*Cucurbita moschata*) كأصل للتطعيم، وباستخدم طريقة التطعيم اللساني (Moradipour *et al.,* 2010؛ Noor *et al.,* 2019). نفذت التجربة الثانية باستعمال الهجين Seegreen F1 في أرض بورغير مزروعة لعدة أعوام. قسمت الأرض إلى مساطب بعرض 1 م والمسافة بين مسطبة وأخرى 80 سم لخدمة المحصول، مع ترك مسافة 1 م من جانبي البيت و 2 م في مدخل البيت. نصبت مسمدة سعة 50 ليتر وربطت بمنظومة الري مع مدّ خطين من أنابيب الري بالتنقيط فوق كل مسطبة وبمسافة 50 سم بين أنبوب وآخر، وتركت مسافة 25 سم من خط أنابيب الري وحافة الساقية و 40 سم بين نقاطة وأخرى. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاثة مكررات بمساحة 2 م^2 لكل وحدة تجريبية تضم 10 نباتات. تمّ رش المساطب وغطاء نايلون البيت البلاستيكي بالمبيدات الوقائية للحشرات والحَلَم والعناكب. زرعت بذور الخيار الهجين Seegreen F1 الهولندي بواسطة بذارة ميكانيكية بتاريخ 2023/7/15، وزرعت بذور القرع العسلي الجبلي بعدها بأسبوع كونه أسرع نمواً. وبعد البزوغ وبعمر أسبوعين، نقلت شتلات الخيار الهجين إلى البيت البلاستيكي. قبل 5 أيام من نقل الشتلات، أحدثت جور بعمق 5 سم ولوّثت بلقاح العزلة Rs14 للفطر *R. solani* المحمول على بذور الدخن وبواقع 10 غ لكل جورة عدا معاملة الشاهد. تمّت تهيئة الظروف الملائمة لنمو الفطر من رطوبة لمدة 4 أيام، ثم أضيف 50 مل من محاليل المعاملات لكل جورة مع غمر جذور الشتلات بمحاليل كل معاملة لمدة نصف ساعة كما يلي: (1) معاملة المقارنة (الشاهد السلبي) (بدون ممرض): إضافة 50 مل ماء معقم إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد + غمر جذور بادرات الخيار بالماء المعقم لمدة نصف ساعة قبل الشتل + سقي النبات بـ 100 مل ماء بعد 15 يوماً من الشتل+ ريّ النباتات بالماء المعقم؛ (2) معاملة المقارنة (الشاهد الإيجابي) (بوجود الممرض): إضافة 50 مل ماء معقم إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد + غمر جذور بادرات الخيار + الزراعة في تربة ملوثة بالفطر الممرض المحمل على بذور الدخن بمقدار 10غ/جورة+ ري النباتات بالماء المعقم؛ (3) معاملة المبيد Uniform (Azoxystrobin) (322 غ/ليتر) و Metalaxyl–M (124 غ/ليتر)، حيث تمت إضافة 50 مل من المبيد بالتركيز الموصى به (0.375 مل/ليتر ماء) إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد وغمرت جذور بادرات الخيار بمحلول المبيد بنفس التركيز+ سقي النبات بـ 100 مل من محلول المبيد بعد 15 يوماً من الشتل+ تكرار السقي بـ 150مل من محلول المبيد بعد 21 يوماً من الشتل + تربة معقمة + لقاح فطري؛ (4) معاملة المعلق البكتيري *B. subtilis* + الممرض، حيث تمت إضافة 50 مل من المعلق البكتيري (التخفيف الفعال 10^{-3}) إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد+غمر جذور بادرات الخيار بالمعلق البكتيري المخفف لمدة نصف ساعة قبل الشتل + سقي النبات بـ 100مل من المعلق المخفف بعد 15 يوماً من الشتل+ تكرار السقي بـ 150 مل من المعلق المخفف بعد 21 يوم من الشتل + تربة معقمة+ لقاح فطري؛ (5) معاملة محلول الكايتوسان (Chitosan) + الممرض، حيث تمت إضافة 50 مل من محلول الكايتوسان (التخفيف المثبط 1000 جزء في المليون) إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد+غمر جذور البادرات بمحلول الكايتوسان لمدة نصف ساعة قبل الشتل+سقي النبات بـ 100 مل من المحلول بعد 15 يوماً من الشتل + تكرار السقي بـ 150مل من المحلول بعد 21 يوماً من الشتل + تربة معقمة+ لقاح فطري؛ (6) معاملة فوسفيت البوتاسيوم Trafos-k + الممرض، حيث تمّت إضافة 50 مل من محلول السماد السائل فوسفيت البوتاسيوم

(التركيز الموصى به 1.5 مل/ليتر ماء) إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد + غمر جذور البادرات بمحلول السماد لمدة نصف ساعة قبل الشتل + سقي النبات بـ 100 مل من المحلول بعد 15 يوماً من الشتل + تكرار السقي بـ 150 مل من المحلول بعد 21 يوماً من الشتل + تربة معقمة + لقاح فطري؛ (7) معاملة الهيومزنك (Humzinc) + الممرض، حيث تمت إضافة 50 مل من محلول مسحوق الهيموزنك (التركيز الموصى به 1.5غ/ ليتر ماء) إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد + غمر جذور بادرات الخيار بنفس المحلول لمدة نصف ساعة قبل الشتل+سقي النبات بـ 100 مل من المحلول بعد 15 يوماً من الشتل + تكرار السقي بـ 150 مل من المحلول بعد 21 يوماً من الشتل + تربة معقمة+ لقاح فطري؛ (8) معاملة تداخل البكتيريا *B. subtilis* + محلول Chitosan + الممرض، حيث تمت إضافة 50 مل من محلول الكايتوسان إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد+ غمر جذور البادرات بالمعلق البكتيري (التخفيف الفعال) لمدة نصف ساعة قبل الشتل + سقي النبات بـ 100 مل من محلول الكايتوسان (التخفيف المثبط 1000 جزء في المليون) بعد 15 يوماً من الشتل + تكرار السقي بـ 150 مل من المحلول بعد 21 يوماً من الشتل + تربة معقمة + لقاح فطري؛ (9) معاملة تداخل البكتيريا *B. subtilis* + محلول Trafos-k+ الممرض، حيث تمت إضافة 50 مل من محلول السماد السائل فوسفيت البوتاسيوم إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد + غمر جذور بادرات الخيار بالمعلق البكتيري (التخفيف الفعال) لمدة نصف ساعة قبل الشتل + سقي النبات بمحلول السماد السائل فوسفيت البوتاسيوم (التركيز الموصى) وبحجم 100 مل بعد 15 يوماً من الشتل + تكرار السقي بالمحلول بعد 21 يوماً من الشتل و بحجم 150 مل + تربة معقمة+ لقاح فطري؛ (10) معاملة تداخل البكتيريا *B. subtilis* + محلول Humzinc + الممرض، حيث تمت إضافة 50 مل من محلول مسحوق الهيموزنك إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد + غمر جذور بادرات الخيار بالمعلق البكتيري (التخفيف الفعال) لمدة نصف ساعة قبل الشتل + سقي النبات بـ 100 مل من محلول المسحوق بعد 15 يوماً من الشتل + تكرار السقي بـ 150مل من المحلول بعد 21 يوماً من الشتل + تربة معقمة + لقاح فطري؛ (11) معاملة Plant Growth Cleaner + الممرض، حبث تمّت إضافة 50 مل من التركيز الموصى بالمحلول (1 مل/0.6 ليتر ماء) إلى الجورة قبل الشتل بيوم واحد + إضافة الحبيبات الجلاتينية أو الجل النانوي (Nano root gel) (2غ/ جورة)، وغمر جذور بادرات الخيار بمحلول السائل Plant growth cleaner لمدة نصف ساعة قبل الشتل+ سقي النبات بـ 100 مل من المحلول نفسه بعد 15 يوماً من الشتل + تكرار السقي بـ 150مل من المحلول بعد 21 يوما من الشتل + تربة معقمة+ لقاح فطري؛ (12) معاملة التطعيم، حيث تمّ تطعيم بادرات هجيني الخيار على أصول القرع العسلي الجبلي المحلي+ تربة معقمة+ لقاح فطري.

تم تسجيل البيانات المتعلقة بالصفات المدروسة على 5 نباتات من كل معاملة، واعتمدت شدة الإصابة والوزن الحيوي للهجين Captain F1 و شدة الإصابة وحاصل النبات الواحد للهجين Seegreen F1.

تقدير شدة الإصابة، معامل الإصابة، الوزن الحيوي والحاصل الكلي

تم تقدير شدة الإصابة لكلا الهجينين ومعامل الإصابة على المجموع الجذري للهجين Captain F1 وفق السلم المرضي الذي أشار إليه Al-Abbas & Salih (2022) (0–4) مع إجراء بعض التعديلات وحسب الأعراض الواضحة في الشكل 1، حيث 0= جذور سليمة بدون تلون أو تقرح، 1= تلون الجذور باللون الأصفر–البني واختزاله بنسبة 1–25% مع تقرح الساق عند منطقة التاج بقطر أقل من 10 مم، 2= تلون الجذر باللون البني الغامق واختزاله بنسبة 26–50% مع تقرح الساق بقطر 11–20 مم عند منطقة التاج، 3= تلون الجذر باللون البني واختزاله بنسبة 51–75% مع تقرح الساق بقطر أكثر من 20 مم عند منطقة التاج، 4= تلون الجذر باللون البني واختزاله بنسبة 76–100% مع موت النبات.

تمّ حساب الوزن الحيوي (وزن النبات الكامل الرطب) للهجين Captain F1 عند مرحلة التزهير وبداية الاثمار بقلع النباتات وتنظيفها بشكل جيد من الأتربة العالقة عليهاثم قياس الأوزان باستعمال ميزان الكتروني. أما بالنسبة لتقييم معامل إصابة الهجين Seegreen F1 فقد كان وفق السلم المرضي الذي أشار إليه Taheri & Tarighi (2010).

عند بدء ظهور الأعراض المرضية على المجموع الخضري ثم فحص المجموع الجذري للتأكد من وجود الإصابة في معاملة المقارنة بعد عملية الجني الرابعة عشر حيث أن: 0= أوراق وجذور سليمة، 1= اصفرار الاوراق و ذبولها بنسبة1–25% مع تلون جزئي للجذور واختزالها بنسبة 1–25%؛ 2= اصفرار الأوراق وذبولها بنسبة 26–50% مع تلون جزئي للجذور واختزالها بنسبة 26–50%؛ 3= اصفرار الأوراق وذبولها بنسبة 51–75% مع تلون تام للجذور واختزالها بنسبة 51–75%؛ 4= اصفرار الأوراق وذبولها بنسبة 65–100% مع تلون تام للجذور واختزالها بنسبة 76–100% (شكل 2)، وحسب معامل الإصابة وفق معادلة Mckinney (1923) على الشكل التالي:

$$\text{معامل الإصابة (\%)} = \frac{\text{مجموع النباتات المصابة في كل درجة} \times \text{درجتها}}{\text{العدد الكلي للنباتات المفحوصة} \times \text{أعلى درجة في السلم المرضي}} \times 100$$

تم حساب معدل الحاصل الكلي للنباتات المعلمة لكل الهجن وبمعدل 3 أيام بين هجين وآخر مقسوماً على عدد النباتات.

شكل 1. السلم المرضي (0-4) المستعمل في تقدير شدة إصابة نباتات هجين الخيار Captain F1 بمرض تعفن جذور وتيجان الخيار المتسبب عن الفطر *R. solani*.

Figure 1. Scale (0-4) used to assess disease severity of cucumber hybrid Captain F1 with root and crown rot disease caused by *R. solani.*

شكل 2. السلم المرضي المستخدم في قياس شدة إصابة المجموع الخضري والجذري لهجين الخيارSeegreen F1 بمرض تعفن جذور وتيجان الخيار في البيت البلاستيكي.

Figure 2. Disease severity scale used to assess infection of cucumber hybrid Seegreen F1 with R. solani, the causal agent of root and crown rot disease grown in the plastic house.

تأثير المعاملات في الفعالية الأنزيمية النوعية واستحثاث المقاومة في هجين الخيار Seegreen F1

تحضير الراشح الأنزيمي– أخذت عينات من معاملات النباتات بعد 23 يوماً من النمو وقبل التزهير (Ismail *et al.*, 2021) في 2023/8/25. تم وزن 1 غ من عينات معاملات أوراق النباتات الطرية ثم سحقت كل عينة على انفراد باستعمال هاون خزفي مثبت في حمام ثلجي. أضيف 10 مل من محلول الفوسفات المنظم ذو أس هيدروجيني 7.1. ثم رشح الخليط باستعمال ورق الترشيح Whatman no 1. وضع الراشح في أنابيب اختبار بحجم 10 مل ونبذ باستعمال جهاز الطرد المركزي بسرعة 4000 دورة/ دقيقة ولمدة 5 دقائق. أخذ طافي الراشح آنياً كمصدر لتقدير فعالية الأنزيم (Hassan & Aldoury, 2018).

تقدير الفعالية النوعية لأنزيم Peroxidase (POD)– قدرت الفعالية الأنزيمية لإنزيم POD وفقاً لطريقة Hammerschmidt *et al.* (1982) وذلك بمزج 2.5 مل من محلول مزيج Guaicol و H_2O_2 مع 0.1 مل من راشح الأنزيم الخام لكل معاملة من المعاملات المدروسة، ثم قيس امتصاص الضوء لخليط التفاعل بواسطة جهاز المطياف الضوئي (UV-Visible Spectrophotometer) عند طول موجة 470 نانوميتر. أخذت القراءات بعد 0، 1، 2 و 3 دقيقة ثم طرحت القراءة عند الدقيقة الثالثة من القراءة عند الدقيقة صفر. وحسبت الفعالية الأنزيمية باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{الفعالية الأنزيمية (وحدة/مل)} = \frac{\text{الفرق في الامتصاصية الضوئية} \times \text{حجم التفاعل الكلي}}{\text{الفرق في الزمن} \times \text{معامل الامتصاص المولاري}}$$

تقدير البروتين الكلي– قدر تركيز البروتين الكلي وفقاً لطريقة Bradford (1976) بإستعمال المنحنى القياسي لمحاليل ألبومين المصل البقري (BSA) ولعدة تراكيز وإضافة 2.5 مل من صبغة Brilliant Coomassie blue G-250 عند درجة حرارة الغرفة لمدة دقيقتين، ثم قيست الامتصاصية الضوئية عند طول موجة 595 نانومتر، وحسبت بعدها الفعالية الأنزيمية النوعية (Specific enzymatic activity) وفقاً للمعادلة التالية:

الفعالية النوعية (وحدة/مغ بروتين)= الفعالية الأنزيمية (وحدة/مل)/تركيز البروتين (مغ/مل)

تقدير الفعالية النوعية لأنزيم Poly Phenol Oxidase (PPO)– قدرت الفعالية الأنزيمية لأنزيم PPO وفقاً لطريقة Mayer *et al.* (1965) من خلال قياس الامتصاصية الضوئية عند الطول الموجي 495 نانوميتر لخليط التفاعل المتكون من 2.5 مل من محلول Chatechol مع 0.1 مل من الراشح الأنزيمي لكل معاملة. قدرت الفعالية الأنزيمية حسب المعادلتين السابقتين.

تقدير الفعالية النوعية لأنزيم Chitinase (CHI)– قدرت فعالية أنزيم CHI حسب طريقة Boller & Mauch (1988) بمزج 0.4 مل من راشح الأنزيم و 0.01 مل من محلول Sodium acetate (1 مولار) و 0.1 مل من الكايتين الغروي (Colloidal chitin) (10 مغ). بعد

مرور ساعتين من التحضين عند درجة حرارة 37°س. أوقف التفاعل بواسطة جهاز الطرد المركزي عند 8000 دورة في الدقيقة لمدة 3 دقائق بعدها أخذ 0.3 مل من الرائق وأضيف إلى 0.03 مل من Potassium Phosphate (1 مولار محلول منظم pH 7.1) وحضنت مع 0.02 مل من انزيم Helicase مع 2 مل من Dimethylamino benzaldhyde لمدة 20 دقيقة عند حرارة 37°س. قيست الامتصاصية الضوئية عند طول موجة 585 نانومتر وحسبت الفعالية الأنزيمية حسب المعادلتين السابقتين.

تصميم التجربة والتحليل الاحصائي

نفذت التجربة الحقلية وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وحللت البيانات باستعمال برنامج SAS، واختبرت معنوية المعدلات وفق اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05 (Al-Rawi & Khalaf Allah, 1980).

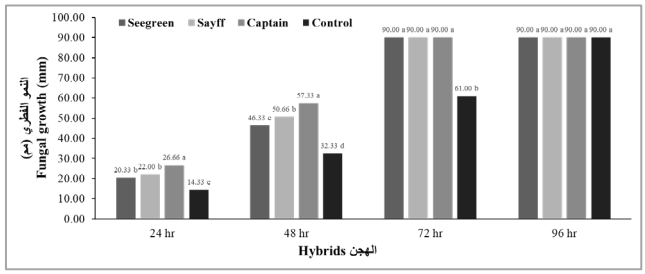
النتائج والمناقشة

تأثير افرازات جذور بعض الهجن في نمو العزلة Rs14 من الفطر *R. solani* مختبرياً

بينت النتائج (شكل 3) أن تأثير إفرازات جذور هجين الخيار Captain F1 حققت أعلى تحفيز لنمو مستعمرة العزلة Rs14 من الفطر *R. solani* بمعدل 26.66 و 57.33 مم خلال 24 و 48 ساعة، على التوالي، وتفوقت على هجيني الخيار Sayff F1 و Segreen F1 التي أدت الى تحفيز النمو بمعدل 22.00 و50.66 مم؛ 20.33 و 46.33 مم، على التوالي، وتفوقت بدورها على معاملة الشاهد (ماء معقم). قد يعود تفاوت سرعة النمو إلى تأثير المركبات الكيميائية الموجودة في الإفرازات الجذرية، مثل الأحماض الأمينية المهمة لنمو الفطر وتكوين وسائد الإصابة، إذ أنها تساهم في تخليق البروتينات التركيبية الوظيفية (الأنزيمات) وغيرها من المواد الأيضية والتغيرات التي تحصل في تركيزها التي تؤثر بصورة مباشرة في نمو واستعمار الفطر (Zhang *et al.,* 2015)، وهي أحد العوامل المساعدة في زيادة الضراوة (Aly *et al.,* 2011).

تأثير البكتيريا *B. subtilis* HA-1 والكايتوسان في نمو العزلة Rs14 مختبرياً

بينت النتائج (جدول 2) فاعلية تراكيز مختلفة من المعلق البكتيري للعزلة *B. subtilis* HA-1 في تثبيط نمو العزلة الفطرية Rs14 للفطر *R. solani* على الوسط الزرعي PDA. نتج عن التخفيفين 10^{-1} و 10^{-2} أعلى نسبة تثبيط ومقدارها 100%، بينما نتج عن التخفيف 10^{-3} نسبة تثبيط مقدارها 66.85%، في حين نتجت عن التخافيف الأخرى نسب تثبيط تراوحت بين 13.33 إلى 44.44% (جدول 2).



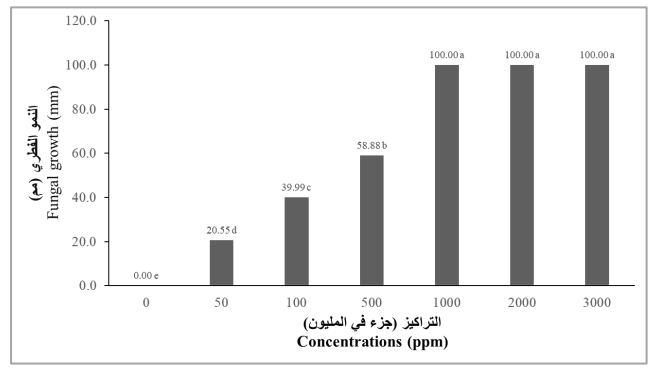
شكل 3. تأثير إفرازات جذور بادرات هجن الخيار في نمو العزلة Rs14 للفطر *R. solani* على الوسط الزرعي PDA وبعد مدد تحضين متباينة.
Figure 3. Effect of cucumber hybrid seedlings root exudates on the growth of the fungal isolate Rs14 of *R. solani* on PDA and after different incubation periods.
القيم التي يتبعها نفس الأحرف في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5%.
Values followed by the same letters in the same column based on Duncan's multiple range test at P=0.05.

جدول 2. تأثير سلسلة تخفيفات البكتيريا *B. subtilis* strain HA-1 في تثبيط نمو العزلة Rs14 للفطر *R. solani* على الوسط الزرعي PDA.
Table 2. Effect of *B. subtilis* strain HA-1 on inhibition rate of the growth of isolate Rs14 of *R. solani* on PDA medium.

الرقم التسلسل Serial No.	درجة تخفيف المعلق البكتيري Dilution of bacterial suspension	معدل قطر المستعمرة (مم) Average colony diameter (mm)	النسبة المئوية للتثبيط Inhibition rate (%)
1	10^{-1}	0.00 f	100.00 a
2	10^{-2}	0.00 f	100.00 a
3	10^{-3}	29.83 e	66.85 b
4	10^{-4}	50.00 d	44.44 c
5	10^{-5}	66.50 c	26.11 d
6	10^{-6}	78.00 b	13.33 e
7	10^{-7}	90.00 a	0.00 f
8	10^{-8}	90.00 a	0.00 f
9	10^{-9}	90.00 a	0.00 f
10	10^{-10}	90.00 a	0.00 f
11	الشاهد Control	90.00 a	0.00 f

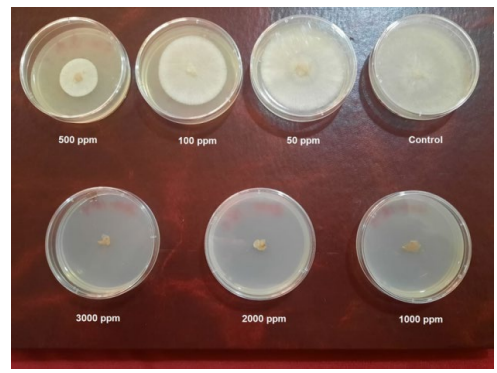
القيم التي تتبعها حروف متشابهة في نفس العمود لا توجد بينها فروق معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5%.
Values followed by similar letters in the same column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P=0.0.

أكدت دراسات سابقة فاعلية التخفيف المماثل 10^{-3} في تثبيط الفطور (Al-Maaroof & Saber, 2019؛ Ruiz *et al.,* 2014). قدرت الكثافة البكتيرية للتخفيف الفعال وفقاً لطريقة العدّ المباشر وصنفت البكتيريا كعامل أحيائي فعال (Kowalska-Krochmal *et al.,* 2021؛ Sangoyomi, 2004). أما بخصوص تأثير الكايتوسان، بينت النتائج (شكل 2) أن جميع تراكيز محلول الكايتوسان أدت إلى اختزال معنوي في نمو عزلة الفطر *R. solani* بشكل معنوي عند مستوى احتمال 5%، وكانت التراكيز 1000، 2000 و 3000 جزء في المليون هي الأكثر فاعلية بنسبة تثبيط مقدارها 100%. بينما أدت التراكيز الأخرى 50، 100 و 500 جزء في المليون إلى انخفاض معدل النمو بنسب 58.88، 39.99 و 20.55%، على التوالي، مقارنة بمعاملة الشاهد (0.00%) (شكل 4). أشارت دراسات سابقة إلى أن علاقة تثبيط النمو كانت طردية مع زيادة التركيز (Mohammed *et al.,* 2019). قد تعزى هذه الفاعلية إلى اختراق المركب للخلية الفطرية وكبحه للدنا DNA الفطري (Abdulhameed *et al.* 2025؛ El-Hadrami *et al.,* 2009؛ Mei *et al.,* 2015).



شكل 4. تأثير تراكيز متباينة من محلول الكايتوسان في نمو العزلة RS14على الوسط الزرعي PDA.

Figure 4. Effect of different concentrations of chitosan solution on the growth of isolate RS14 on PDA.



شكل 5. تأثير تراكيز محلول الكايتوسان في تثبيط نمو عزلة الفطر Rs14 على الوسط الزرعي PDA.

Figurs 5. Effect of chitosan solution concentrations on inhibition of the growth of isolate Rs14 on PDA medium.

تأثير المعاملات في الفعالية الأنزيمية النوعية واستحثاث المقاومة في الهجين Seegreen F1

بينت النتائج (جدول 3) أن المعاملات المستخدمة أثرت في الفعالية الأنزيمية النوعية للإنزيمات المضادة للأكسدة POD، PPO و CHI بشكل متفاوت تحت ظروف العدوى الصناعية بمرض تعفن جذور الخيار الرايزكتوني. ارتفعت فعالية POD النوعية لأكثر من ضعفين في معاملة البكتيريا و Humzinc. أما بالنسبة لـPPO، فقد تفوقت معاملة PGC بزيادة تقارب ثلاثة أضعاف؛ وفي حالة إنزيم CHI، كان مقدار الزيادة خمسة أضعاف في معاملتي التطعيم و PGC مقارنة بالمعاملات الأخرى. قد تعزى نتيجة تأثير البكتيريا مع Humzinc أو الكايتوسان في الفعالية الأنزيمية إلى بعض خصائص البكتيريا، مثل قدرتها على إنتاج إنزيمات مضادة للأكسدة (Saber *et al.,* 2015)، أو أن الحمض الدبالي يساعد على نمو البكتيريا ويحميها من الإجهاد البيئي (Silva *et al.,* 2022) مما يساعد على تكيّفها داخل النبات، أو أن البكتيريا تحفز المقاومة الجهازية للنبات، مما يزيد من إنتاج إنزيمات الدفاع (Hashem *et al.,* 2019). يعزز الكايتوسان عمل البكتيريا من خلال تحفيز النبات على إنتاج الإنزيمات الدفاعية عبر ارتباطه بمستقبلات خلوية (Gubaeva *et al.,* 2018)، مما يؤدي إلى تعزيز إنتاج إنزيمات مثل CAT و POD (De Bona *et al.,* 2021).

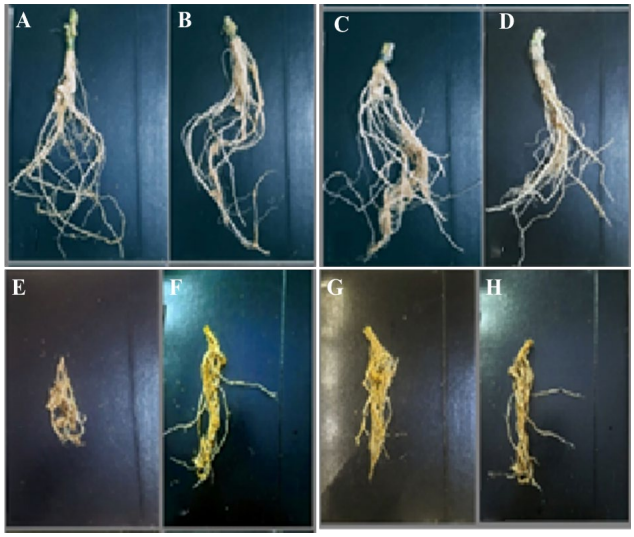
يعزز فوسفيت البوتاسيوم الفعالية الأنزيمية ويخفف الإجهاد التأكسدي، مما يحسّن نمو النبات (Mohammadi *et al.,* 2019). إن الزيوت الطيارة المكونة لمستحضرPGC، مثل زيت الزعتر والقرنفل، تحفز الإنزيمات المضادة للأكسدة في النبات (Hashem *et al.,* 2023؛ Saleh *et al.,* 2023). في حين يؤثر التطعيم في زيادة فعالية الإنزيمات الدفاعية، حيث يساعد في مقاومة الأمراض الفطرية وبخاصة أمراض الذبول (Fu *et al.,* 2024).

تأثير المعاملات المدروسة في شدة إصابة هجن الخيار بمرض تعفن جذور وتيجان الخيار الرايزكتوني وبعض معايير النمو

بينت النتائج (جدول 4) تأثير المعاملات المختلفة في شدة إصابة هجن الخيار بمرض تعفن الجذور وتيجان الساق، حيث تفوقت معاملة تطعيم القرع العسلي الجبلي المطعم عليها هجين الخيار Captain F1 معنوياً على جميع المعاملات في خفض شدة الإصابة بالمرض بشكل مطلق، مقارنة بمعاملة المقارنة الموجبة التي بلغت شدتها 76.66%، ولم تختلف معنوياً عن معاملة الشاهد السلبي، تلتها معاملة Plant growth cleaner التي أدت إلى انخفاض معنوي في شدة الإصابة بالمرض مقدارها 10.83% مقارنة بمعاملة الشاهد الإيجابي واختلفت معنوياً مع بقية المعاملات باستثناء معاملة المبيد Uniform، بينما نتجت عن بقية

المعاملات انخفاض معنوي في معدل شدة الإصابة وبدرجات متفاوتة تراوحت في حدود 20.83–35.83% مقارنة بمعاملة الشاهد الإيجابي. أما في هجين الخيار Seegreen F1، فقد تفوقت معاملة التطعيم أيضاً في خفض معامل الإصابة بالمرض وبشكل مطلق والتي بدورها تفوقت معنوياً على جميع المعاملات باستثناء معاملة الشاهد السلبي و PGC في معامل الإصابة (6.66%)، حيث لم تظهر عليها أي أعراض للإصابة بالمرض وتميزت جذورها بلونها الأبيض وبنيته الطبيعية ومنطقة الإلتحام ومنطقة التاج باللون الأخضر الذي يدل على سلامة النسيج (شكل 6)، تلتها معاملة المبيد وبمعامل إصابة 10% والتي لم تختلف معنويا مع معاملة البكتيريا و Humzinc وكذلك معاملة البكتيريا و Chitosan ثم معاملة Humzinc بمفرده والتي لم تختلف معنوياً مع معاملة توليفات البكتيريا مع بقية المواد، بينما تشابهت معاملتي البكتيريا و Chitosan كل بمفرده (28.33%) وتفوقت معنوياً على معاملة الشاهد الإيجابي (60.00%).

تتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسات سابقة التي بينت أن تطعيم أحد هجن الخيار على 20 أصلاً من أنواع القرع الهجينة (*C. maxima* × *C. moschata*) المحلية المصرية أدت إلى انخفاض في شدة اصابتها بمسببات أمراض الذبول بمقدار 0–45% مقارنة بمعاملة هجين الخيار الغير مطعم التي بلغت شدة اصابته 73.40%. عزيت سبب هذه المقاومة إلى زيادة قطر الجذر وسمك أوعية الخشب واللحاء في جذور أصول القرع الهجينة وخلوها من الخيوط الفطرية، مقارنة بجذر الخيار الهجين الأقل سمكاً، فضلاً عن تحطم البلاستيدات البيضاء والأوعية بكلا نوعيها (Kamel & Taher, 2021). ذكر Bayoumi *et al.* (2021) بأن تطعيم هجين الخيار Gianco F1 على الأصول الهجينة Ferro و Cobalt و Super تجعله متحملاً للذبول الفرتيسليومي والفيوزاريومي والإجهادات الحرارية الأخرى.



شكل 6. المظهر الخارجي لجذور القرع العسلي الجبلي المحلي المطعم عليها هجين الخيار Seegreen F1 (A، B، C و D) مقارنة بجذور هجين الخيار Seegreen F1 غير المطعم (E، F، G و H) في ظروف العدوى الصناعية بالعزلة Rs14 للفطر *R. solani* في البيت البلاستيكي.

Figure 6. Morphology of the local mountain gourd root grafted with Seegreen F1 cucumber hybrid (A, B, C, D), compared to the ungrafted cucumber hybrid Seegreen F1 roots (E, F, G, H) under artificial inoculation conditions with *R. solani* isolate Rs14 in the plastic house.

جدول 3. تأثير بعض المعاملات الكيموحيوية والزراعية في الفعالية الأنزيمية النوعية للأنزيمات المضادة للأكسدة في هجين الخيار Seegreen F1 في ظروف العدوى الصناعية بالعزلة Rs14 للفطر *R. solani*.

Table 3. Effect of some bio-chemical and agricultural treatments on the specific enzymatic activity of antioxidant enzymes in cucumber hybrid Seegreen F1 under artificial inoculation with *R. solani* isolate Rs14.

الفعالية الانزيمية النوعية (وحدة/غ بروتين) Specific enzymatic activity (Unit/g protein)				
CHI	PPO	POD	Treatment	المعاملة
0.750 h	0.65 g	2.10 h	Negative control	الشاهد السالب
1.02 gh	0.98 f	2.43 h	Positive control	الشاهد الموجب
1.16 g	2.50 c	3.93 f	Uniform pesticide	مبيدUniform
1.63 f	1.41 e	4.83 e	*Bacillus subtilis*	
2.63 e	2.01 d	3.63 f	Chitosan	
3.20 d	1.13 ef	3.18 g	Trafos-k	
2.66 e	2.36 c	3.03 g	Humzinc	
3.84 c	2.96 b	7.63 b	Chitosan+*B. subtilis*	
4.14 c	2.50 c	5.58 d	Trafos-k+*B. subtilis*	
5.10 b	3.05 b	8.11 a	Humzin +*B. subtilis*	
6.08 a	3.82 a	6.15 c	Plant Growth Cleaner	
6.16 a	3.16 b	7.26 b	Cucumber grafted on mountain gourd	تطعيم الخيار على القرع

القيم التي تتبعها حروف متشابهة في نفس العمود لا توجد بينها فروق معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by similar letters in the same column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P=0.05.

جدول 4. تأثير بعض المعاملات الكيموحيوية والزراعية في شدة إصابة هجن الخيار بمرض تعفن جذور وتيجان نباتات الخيار الرايزكتوني في ظروف العدوى الصناعة بالعزلة Rs14 للفطر *R. solani*.

Table 4. Effect of some bio-chemical and agricultural treatments on severity of cucumber hybrid infection with root and crown rot disease under artificial inoculation conditions with *R. solani* isolate Rs14.

الهجين Seegreen F1 Seegreen F1 Hybrid		الهجين Captain F1 Captain F1 Hybrid		المعاملة Treatment	
حاصل النبات كغ/نبات Yield per plant (kg/plant)	معامل الإصابة (%) Disease index (%)	الوزن الحيوي (غ/نبات) Biological yield (g/plant)	شدة الإصابة (%) Disease severity (%)		
4.650 b	0.00 g	21.21c	0.00 g	Negative control	الشاهد السالب
2.656 e	60.00 a	10.59 i	76.66 a	Postive control	الشاهد الموجب
4.526 bc	10.00 ef	20.61d	13.33 f	Uniform pesticide	مبيد Uniform
3.501 d	28.33 b	18.62 g	35.83 b	*Bacillus subtilis*	
3.554 d	28.33 b	18.72 g	34.16 bc	Chitosan	
3.572 d	26.66 bc	18.23 h	30.83 c	Trafos-k	
4.233 c	18.33 d	19.15 f	25.00 de	Humzinc	
3.624 d	16.66 de	18.85 fg	20.83 e	*B. subtilis*+Chitosan	
3.474 d	20.00 cd	18.77 fg	25.83 d	*B. subtilis*+Trafos-k	
4.307 bc	13.33 def	19.64 e	20.83 e	*B. subtilis*+Humzin	
5.331 a	6.66 g	22.66 b	10.83 f	Plant Growth Cleaner	
5.355 a	0.00 g	36.87 a	0.00 g	تطعيم الخيار على القرع Cucumber grafted on mountain gourd	

القيم التي تتبعها حروف متشابهة في نفس العمود نفسه لا توجد بينها فروق معنوية حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by similar letters in the same column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P=0.05.

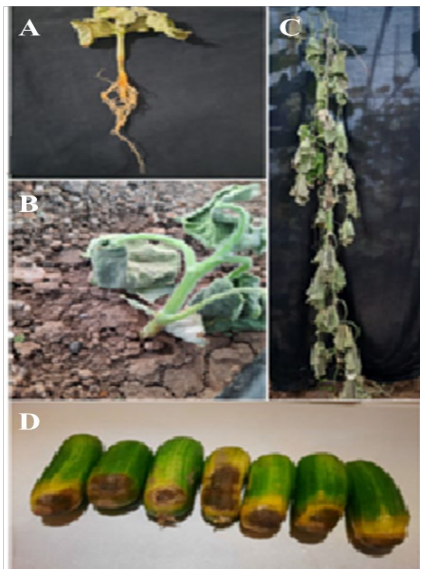
إن نتائج معاملة PGC تتوافق مع ما توصل إليه Thabet & Khalifa (2018) عند معاملة جذور شتلات البندورة/الطماطم بزيت القرنفل، مما أدى إلى خفض الإصابة بشكل ملحوظ. كما أظهرت دراسة أخرى أن معاملة جذور شتلات الخرشوف بزيت الزعتر والقرنفل تقلل من شدة إصابة النباتات بتعفنات الجذور الناتجة عن الفطر *R. solani* بتأثير مركبات الزيوت المختلفة التي تعمل بشكل تآزري، مما يساعد النبات الحساس على مقاومة الإصابة والنمو بشكل جيد (Kamel *et al.*, 2024). إن اختلاف شدة الإصابة بين الهجينين قد يعزى إلى عدة عوامل، منها نمو جذور الهجين Seegreen F1 بعيداً عن بؤرة الإصابة في التربة، بينما انحصر نمو جذور Captain F1 داخل الأكياس البلاستيكية، مما زاد من تعرضها للإصابة. كما أن اختلاف حساسية الهجينين قد يكون عاملاً إضافياً، حيث أظهرت تجارب الحساسية أن الهجين Seegreen F1 أقل حساسية. كما أن اختلاف مواعيد الزراعة قد يكون أثر أيضاً على درجات الحرارة داخل البيت البلاستيكي، مما أدى إلى ظهور أعراض الإصابة على مرحلتين: الأولى بعد شتل Seegreen F1 عند ارتفاع الحرارة إلى 40–45°س، حيث بدأت البادرات بالموت، مما استدعى بدء التطبيقات العلاجية. أما المرحلة الثانية، فكانت تعفن الجذور والتيجان بعد عملية الجني السابعة عند درجة حرارة 30–33°س، وظهرت الإصابة أيضاً على الثمار التي لامست التربة الملوثة (شكل 7). إن حساسية الخيار لانخفاض درجات الحرارة تسبب اضطرابات فسيولوجية تزيد من تعرضه للإصابة وفقاً لما ذكره El-Sayed *et al.* (2014). كما أن انخفاض درجات الحرارة والرطوبة العالية يسهمان في نمو الفطر الممرض. انعكس الانخفاض في شدة الإصابة نتيجة للمعاملات المدروسة بشكل واضح مع ارتفاع الوزن الحيوي في تجربة هجين الخيار Captain F1 أولاً، إذ تفوقت جميع المعاملات على معاملة الشاهد الإيجابي، وأتت في مقدمتها معاملة التطعيم التي تفوقت معنوياً في الوزن الحيوي على معاملتي الشاهد الإيجابي والسلبي بمقدار 248.11 و 73.83%، على التوالي، تلتها بالمرتبة الثانية معاملة Plant growth cleaner (PGC) التي أدت إلى زيادة في الوزن الحيوي بنسبة 113.97% مقارنة بمعاملة الشاهد الإيجابي و 6.83% مقارنة بمعاملة الشاهد السلبي، بينما جاءت معاملة المبيد Uniform بالمرتبة الثالثة ونتجت عنه ارتفاع الوزن الحيوي للخيار بنسبة 94.61% قياساً بمعاملة الشاهد الإيجابي. وتلتها معاملة البكتيريا + Humznic إذ بلغت فيها نسبة الزيادة بالوزن 85.45% مقارنة بمعاملة الشاهد الإيجابي. وتراوحت نسبة زيادة الوزن الحيوي بتأثير بقية المعاملات في حدود 75.82–80.83% مقارنة بمعاملة الشاهد الإيجابي، إضافة لذلك فقد أدت إلى ارتفاع معدل حاصل النبات في تجربة هجين الخيار Seegreen F1.

كذلك تفوقت معاملة التطعيم في معدل حاصل النبات الواحد بنسبة 101.60% قياساً بمعاملة الشاهد الإيجابي و 15.16% مقارنة بمعاملة الشاهد السلبي، ولم تختلف معنوياً عن معاملة PGC التي أدت إلى زيادة معدل الحاصل بنسبة 100.71 و 14.64%، على التوالي، تلتهما معاملتا المبيد Uniform (70.40%) والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة

البكتيريا + Humzinc بنسبة زيادة 62.16% قياساً بمعاملة الشاهد الإيجابي، علماً أن هاتين المعاملتين لم يختلفا معنوياً أيضاً عن معاملة Humzinc بمفرده (59.37%)، تلتها بقية المعاملات التي تشابهت معنويا في قيمة الحاصل إذ تراوحت نسبة الزيادة في معدل حاصلها في حدود 30.79–36.44% مقارنة بمعاملة الشاهد الإيجابي. إن زيادة حاصل النبات في معاملة التطعيم أكدتها دراسات سابقة (Awu *et al.,* 2023) مع تباين نسب الزيادات بسبب إختلاف هجين الخيار المطعم والأصول المستعملة في التطعيم والظروف التي نفذت فيها التجارب، إذ أشار Shalaby *et al.* (2022) بأن تطعيم هجين الخيار Ginaco F1 على أصل القرع Vss-61 F1 أدى إلى زيادة الحاصل بنسبة 66.66% مقارنة بهجين الخيار Ginaco F1 غير المطعم، بينما وجد Taha *et al.* (2022) بأن تطعيم هجين الخيار Hayel على أصل Shintoza (*C. maxima* × *C. maschata*) أدى إلى زيادة الحاصل بنسبة 158.40% قياسا بهجين الخيار غير المطعم في ظروف البيت البلاستيكي خلال عام 2019. قد يشير التفوق في معاملة PGC إلى أن إستعمال معاملة الزيت مع الكرات الجيلاتينية النانوية شجعت جذور نبات الخيار على الإستطالة نتيجة لمعاملتها بالزيوت الطيارة مما أدى إلى زيادة نشاط الهرمونات النباتية التي تعمل كمنشطات لنمو النبات، مثل الأوكسينات (Auxins) والسايتوكينينات (Cytokinins)، التي تتكون في قمم البراعم فتسهم في نمو المجموع الخضري وكذلك في قمم الجذور فتسهم في إستطالة المجموع الجذري نتيجة لتحفيز الخلايا على الإنقسام (Sosnowski *et al.* 2023؛ Al-Maaroof & Ali, 2025).

ومن الوظائف الأخرى المهمة للأوكسينات، تشجيع تكوين الأزهار المؤنثة (Gynoecious) في الخيار من خلال تحفيز جين يتحكم بجنس الازهار (Niu *et al.,* 2022)، لذلك من المحتمل أنها أدت إلى زيادة الأزهار وبالتالي أثرت إيجابياً في زيادة الحاصل وجعلته متحملاً للإصابة أيضاً مع إنخفاض شدة اصابتها بالمرض حيث نمت بشكل جيد وأنتجت رغم وجود الإصابة بحيث ارتفع إنتاجها بنسبة 14.46%، كما إن الكرات الجيلاتينية تحافظ على المحتوى المائي في المجموع الخضري للنبات. إضافة إلى أنها تزيد من الإنتاج بنسبة 20%. أما تفوق معاملة البكتيريا + Humzinc ومعاملة Humzinc بمفرده قد يعود إلى أن الحامض الدبالي الذي يؤثر بشكل مباشر على التزهير وبالتالي على الحاصل، حيث وجد حمزة وآخرون، (2010) أن إستخدام السماد الدبالي على نبات الخيار أدى إلى زيادة عدد الأزهار الأنثوية ونسبة العقد تحت ظروف البيت البلاستيكي، مما زاد من انتاجية المحصول (van Tol de Castro *et al.,* 2021). وقد يرجع ذلك إلى أن الحمض الدبالي يؤثر في نفاذية الأغشية النباتية بتفاعله مع اللبيدات المفسفرة (Phospholipids) الموجودة في الأغشية الخلوية وبذلك يعد ناقلاً للمغذيات عن طريق تلك الأغشية (Zientara, 1983)، إلى جانب دور الحمض الدبالي كعامل مخلبي

كما هو معلوم إن سماد Humzinc المستعمل في التجربة مخلب بالعناصر الصغرى كالحديد والمنغنيز والزنك، فإنه يسهم أيضاً في تحسين السعة التبادلية الكاتيونية للتربة، مما يزيد من توافر العناصر الغذائية وسهولة امتصاصها من قبل جذور النبات، مما يعزز تكوين نظام جذري قوي وفعال في امتصاص هذه العناصر، وبالتالي تؤدي إلى زيادة إنتاج المواد الغذائية في الأوراق مثل الكربوهيدرات والبروتينات الضرورية وبناء الأنسجة النباتية (Aracon *et al.,* 2006). كما قد يعزى التأثير على زيادة الحاصل إلى الزنك الذي يؤثر مباشرة على الإنتاجية من خلال تأثيراته في التمثيل الكاربوني وتثبيت النيتروجين والتنفس وبقية العمليات الأيضية ففي دراسة قام بها Sabri *et al.* (2021) وجد بأن معاملة الزنك مع البورون تؤدي إلى زيادة الأزهار في نبات الخيار وبالتالي زيادة الحاصل تحت ظروف الزراعة المحمية. والذي يؤثر بشكل مباشر على عدد الثمار وزيادة الحاصل (Khan, 2005). أو قد يكون السبب في المعاملة المثالية في مركب Humzinc الذي يحوي على العناصر الصغرى الثلاثة المذكورة بحيث أعطت تأثيراً تآزرياً إيجابياً في نمو النبات وزيادة إنتاجيته.



شكل 7. أعراض الاصابة بمرض تعفن جذور وتيجان الخيار في الحقل، (A) بادرة مقلوعة تظهر عليها أعراض مرض تعفن الجذور الموجود في قاعدة الساق، (B) بادرة غير مقلوعة تظهر عليها نفس الاعراض السابقة في الحقل، (C) أعراض اصفرار وذبول نبات خيار بالغ ومثمر في الحقل، (D) ثمار تظهر عليها أعراض مرض تعفن الثمار.

Figure 7. Symptoms of root and crown rot of cucumber in the field, (A) A pulled seedling showing symptoms of root rot and shriveling at the base of the stem, (B) An unpulled seedling showing the same symptoms in the field, (C) Symptoms of yellowing and wilting of a mature and productive cucumber plant in the field, (D) Fruits showing symptoms of belly rot.

يمكن الاستنتاج بأن الانخفاض النسبي في درجة الحرارة مع توفر الرطوبة المناسبة كفيلة بإعادة الإصابة أثناء مرحلة الجني، فَضلاً عن أن طريقة تسليك نباتات الخيار تجنب ثمار الخيار بالإصابة بتعفن الثمار. إن تفوق معاملة تطعيم هجين الخيار على أصول القرع العسلي الجبلي المحلي معنوياً على جميع المعاملات المستخدمة في خفض شدة الاصابة بمرض تعفن الجذور والتيجان الرايزكتوني وبشكل مطلق مقارنة بمعاملة الشاهد الإيجابي، تليه معاملة المستحضر PGC مما انعكس على زيادة الوزن الحيوي، إلا أنه لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين المعاملتين في رفع معدل الحاصل معنوياً مقارنة ببقية المعاملات وتفاوت التأثير في الفعالية الأنزيمية النوعية حسب الأنزيم بين المعاملتين ومعاملة البكتيريا + Humzinc.

Abstract

Al-Kanaani, F.B., E.M. Al-Maaroof and S.M. Ismail. 2026. Effect of Some Biochemical and Agricultural Treatments on the Control of Cucumber Root and Crown Rot Disease Caused by *Rhizoctonia solani* in Plastic Houses. Arab Journal of Plant Protection, 44(2):210-223. https://doi.org/10.22268/AJPP-001390

The study was conducted to evaluate the effect of root secretions, *Bacillus subtilis* HA-1 and chitosan on the growth rate of isolate Rs14 of *R. solani* in the laboratory, and to assess the potential of some biochemical and agricultural treatments on disease severity of cucumber hybrids infected with root and crown rot disease incited by *R. solani* Rs14 isolate, in addition to their effect on some growth parameters under plastic house conditions. The results obtained showed that grafting of hybrid cucumber on mountain honey gourd was the most effective in significantly reducing infection, followed by the PGC treatment in both hybrids. The grafting treatment also resulted in the highest biological weight for Captain F1 hybrid followed by the plant growth cleaner (PGC) treatment. Both treatments resulted in significant increase of biological plant yield; with the grafting treatment caused a 101.60% increase compared to the positive control treatment and a 15.16% increase compared to the negative control treatment, whereas the PGC treatment caused a 100.71% increase compared to positive control treatment and 14.64% compared to the negative control treatment. The specific enzymatic activity of the peroxidase enzyme increased more than two-fold in the combined treatment of the bacteria + Humzinc and three-fold in the activity of the polyphenol oxidase enzyme, and the PGC treatment was superior with an increase of approximately three-fold. There was a five-fold increase in the effectiveness of the chitinase enzyme in the grafting and PGC treatments compared to the other combinations in the Seegreen F1 hybrid cucumber.

Keywords: Fungal diseases, soil-borne fungi, control factors, *Cucumis sativus*, Iraq.

Affiliation of authors: *F.B. Al-Kanaani[1], E.M. Al-Maaroof[2]* and S.M. Ismail[1]. (1) Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Tikrit University, Iraq; (2) Pathological Analysisscience Department, College of Science, Alkitab University, Kirkuk, Iraq. *Email address of the corresponding author: emad.ghaleb@uoalkitab.edu.iq*

References

المراجع

Al-Abbas, H.H. and Y.A. Salih. 2022. Study of effect of bioagent *Trichoderma longibrachiatum* on cucumber root rot disease caused by the pathogenic fungi *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* in pots. International Journal of Agricultural and Statistical Sciences, 18(1):2027-2032.

Al-Maaroof, E. and N.M. Saber. 2019. Occurrence and biological control of cucumber damping-off disease under protected cultivation in Sulaimaniya, Iraq. International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research, 3(2):229-246. https://doi.org/10.29329/ijiaar.2019.194.9

Al-Maaroof, E.M and S.H. Ali, 2025. Monitoring and control of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in wheat fields under rain-fed conditions. Arab Journal of Plant Protection, 43(3):344-352. https://doi.org/10.22268/ajpp-001323.

Aly, A.A.E., E.M. Hussein, M.R. Omar, A.A. Abdel-Mongy and K.A. Abd-Elsalam. 2011. Effect of amino acid content on the level of cottonseed colonization by mycoflora. International Journal of Agriculture and Biology, 13(1):71-76.

Al-Rawi, K.M. and A.M. Khalaf Allah. 1980. Design and Analysis of Agricultural Experiments. University of Mosul, Iraq. 488 pp.

الجهاز المركزي للإحصاء. 2020. انتاج المحاصيل الثانوية والخضراوات حسب المحافظات لسنة 2020 . وزارة التخطيط. جمهورية العراق. 31 صفحة.

***[Central Statistics Bureau.** 2020. Yield of secondary crops and vegetables in different governorates for the year 2020. Ministry of Planning, Iraq. 31 pp. (In Arabic)].*

حمزة، موسى محمد وحسن علوان سلمان وعمر حمد عبيد. 2010 . تأثير عدد مرات الرش ومستوى السماد Humusoil في نمو وحاصل الخيار *Cucumis sativus* L. المزروع داخل البيت الزجاجي. مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 2(1):24–28.

***[Hamza, M.M., H.A. Selman and O.H. Obeid.** 2010. Effect of number of spraysand fertilization level with Humusoil on growth and yield of cucumber Cucumis sativus L. planted in the glass house. Furat Journal for Agricultural Sciences, 2(1):24-28. (In Arabic)].*

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18(2):265-267.

Abdulhameed, A.S., R.H. Al Omari, S. Abdullah, A.A., Al-Masud, M. Abualhaija and S. Algburi. 2025. Modified plant leaves/chitosan composite: adsorption modeling of crystal violet dye using Box–Behnken design. International Journal of Phytoremediation. 27(12): 1707–1723. https://doi.org/10.1080/15226514.2025.2516251

Fu, H., J. Fu, B. Zhou, H. Wu, D. Liao and Z. Liu. 2024. Biochemical mechanisms preventing wilting under grafting: a case study on pumpkin rootstock grafting to wax gourd. Frontiers in Plant Science, 15:1331698. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1331698

Gowily, A.M., A.G. Abdel-Rahman and G.I. Soliman. 1995. Evaluation of some chickpea cultivars to root-rot disease caused by *Fusarium solani*. Bulletin of Faculty of Agriculture, Cairo University, 46(3):479-488.

Gubaeva, E., A. Gubaev, R.L. Melcher, S. Cord-Landwehr, R. Singh, N.E. El Gueddari and B.M. Moerschbacher. 2018. "Slipped sandwich" model for chitin and chitosan perception in *Arabidopsis*. Molecular Plant-Microbe Interactions, 31(11):1145-1153. https://doi.org/10.1094/MPMI-04-18-0098-R

Hammerschmidt, R., E. Nuckles and J. Kuc. 1982. Association of Enhanced Peroxidase Activity with Induced Systemic Resistance of Cucumber to *Colletotrichum lagenarium.* Physiologia Plantarum, 20:73-80. https://doi.org/10.1016/0048-4059(82)90025-x

Hashem, A.H., A.M. Abdelaziz, M.M. Hassanin, A.A. Al-Askar, H. Abd-Elgawad and M.S. Attia. 2023. Potential impacts of clove essential oil nanoemulsion as biofungicide against *Neoscytalidium* blight disease of *Carum carvi* L. Agronomy, 13(4):1114. https://doi.org/10.3390/agronomy13041114

Hashem, A., B. Tabassum and E.F. Abd-Allah. 2019. *Bacillus subtilis*: a plant-growth-promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. Saudi Journal of Biological Sciences, 26(6):1291-1297. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.05.004

Hassan, M., H. Ahmed, S. Kamel, A. El-Hamed and H. Yousef. 2021. Biological control of damping-off and root rot disease caused by *Rhizoctonia solani* on cucumber plants. Fayoum Journal of Agricultural Research and Development, 35(3):525-541. https://doi.org/10.21608/fjard.2021.225257

Hassan, A.A. and K.A.R. Aldoury. 2018. Purification and Characterization of chitinase from the local fungus isolate *Aspergillus niger* K17 and Evaluation of its Efficiency in Control of Tomato Rot Diseases. Pp. 581-612. *In:* Proceedings of The Ninth International Scientific Academic Conference, 17-18 July, 2018. Istanbul, Turkey.

Ismail, A.M. and M.E. El-Gawad. 2021. Antifungal activity of MgO and ZnO nanoparticles against powdery mildew of pepper under greenhouse conditions. Egyptian Journal of Agricultural Research, 99(3):421-434. https://doi.org/10.21608/ejar.2021.96252.1150

Kamel, S.M. and D.I. Taher. 2021. Grafting cucumber onto interspecific *Cucurbita* hybrid rootstocks to improve productivity and control wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. Journal of Plant Production, 12(1):41-47. https://doi.org/10.21608/jpp.2021.152018

Kamel, S.M., S.F. El-Gobashy, F.A. Mostafa and M.K. Abd Elhalem. 2024. Effective control of root rot enhances seedling production in artichoke using safe compounds. Egyptian Journal of Agricultural

Arancon, N.Q., C.A. Edwards, S. Lee and R. Byrne. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology, 42(1):S65-S69. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.06.004

Awu, J.E., S.T. Nyaku, J.N. Amissah, B.A. Okorley, P.J. Agyapong, F.E. Doku and G.O. Nkansah. 2023. Grafting for sustainable management of Fusarium wilt disease in tomato production in Ghana. Journal of Agriculture and Food Research, 14, 100710. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100710

Aydin, M.H. 2022. *Rhizoctonia solani* and its biological control. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 9(1):118-135. https://doi.org/10.19159/tutad.1004550

Bayoumi, Y., E. Abd-Alkarim, H. El-Ramady, F. El-Aidy, E.-S. Hamed, N. Taha, J. Prohens and M. Rakha. 2021. Grafting improves fruit yield of cucumber plants grown under combined heat and soil salinity stresses. Horticulturae, 7(3):61. https://doi.org/10.3390/horticulturae7030061

Boller, T. and F. Mauch. 1988. Colorimetric assay for chitinase. Methods in Enzymology, 161:430-435. https://doi.org/10.1016/0076-6879(88)61052-4

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72:248-254. https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3

Cercauskas, R.F., J. Brown and G. Ferguson. 2001. First report of stem and root rot of greenhouse cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in Ontario. Plant Disease, 85(9):1028. https://doi.org/10.1094/PDIS.2001.85.9.1028A

De Bona, G.S., S. Vincenzi, F. De Marchi, E. Angelini and N. Bertazzon. 2021. Chitosan induces delayed grapevine defense mechanisms and protects grapevine against *Botrytis cinerea*. Journal of Plant Diseases and Protection, 128(4):715-724. https://doi.org/10.1007/s41348-021-00432-3

El-Gali, Z.I. 2015. Influence of seed and root extracts and exudates of bean plants on growth of some pathogenic fungi. Open Access Library Journal, 2(7):1-10. https://doi.org/10.4236/oalib.1101666

El-Hadrami, A., I. El-Hadrami and F. Daayf. 2009. Suppression of induced plant defence responses by fungal and oomycete pathogens. Pp. 231-268. *In* Molecular-Plant Microbe Interactions. K. Bouarab, N. Brisson and F. Daayf (eds). CABI eBooks, UK. https://doi.org/10.1079/9781845935740.0231

El-Sayed, S.F., H.A. Hassan, A.A. Abdel-Wahab and A.A. Gebrael. 2014. Effect of grafting on cucumber yield and quality under high and low temperatures. Journal of Plant Production, Mansoura University, 5(3):443-456.

El-Sharkawy, M.M., N. Hassan, R. Villajuan-Abgona and M. Hyakumachi. 2014. Mechanism of biological control of *Rhizoctonia* damping-off of cucumber by a non-pathogenic isolate of binucleate *Rhizoctonia*. African Journal of Biotechnology, 13(5):640-650. https://doi.org/10.5897/AJB2013.13584

Muruganantham, N., S. Solomon and M.M. Senthamilselvi. 2016. Anti-cancer activity of *Cucumis sativus* (cucumber) flowers against human liver cancer. International Journal of Pharmacy and Clinical Research, 8(1):39-41.

Myresiotis, C.K., G.S. Karaoglanidis and K. Tzavella-Klonari. 2007. Resistance of *Botrytis cinerea* isolates from vegetable crops to anilinopyrimidine, phenylpyrrole, hydroxyanilide, benzimidazole, and dicarboximide fungicides. Plant Disease, 91(4):407-413. https://doi.org/10.1094/PDIS-91-4-0407

Nayar, N.M. and T.A. More. 1998. Cucurbits. Science Publishers, Enfield, NH, USA. 352 pp.

Noor, R.S., Z. Wang, M. Umair, M. Yaseen, M. Ameen, S.U. Rehman, M.U. Khan, M. Ahmed, W. Imran and Y. Sun. 2019. Interactive effects of grafting techniques and scion-rootstock combinations on vegetative growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Agronomy, 9(6):288. https://doi.org/10.3390/agronomy9060288

Niu, H., H. Wang, B. Zhao, J. He, L. Yang, X. Ma, J. Cao, Z. Li and J. Shen. 2022. Exogenous auxin-induced *Enhancer of Shoot Regeneration 2* (ESR2) enhances femaleness of cucumber by activating the *CsACS2* gene. Horticulture Research, 9:uhab085. https://doi.org/10.1093/hr/uhab085

Nwosu, M.O. and J.I. Okafor. 1995. Preliminary studies of the antifungal activities of some medicinal plants against Basidiobolus and some other pathogenic fungi. Mycoses, 38(5-6):191-195. https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.1995.tb00048.x

Pal, A., R. Adhikary, T. Shankar, A.K. Sahu and S. Maitra. 2020. Cultivation of cucumber in greenhouse. Pp. 139-145. *In*: Protected Cultivation and Smart Agriculture. S. Maitra (ed.). New Delhi Publishers, New Delhi, India. 363 pp.

Pawsey, R.K. 1974. Techniques with Bacteria. Hutchinson Educational, London, UK. 160 pp.

Ruiz, S.E., A.J. Cristóbal, R.A. Reyes, S.J. Tun, R.A. García and A.J. Pacheco. 2014. *In vitro* antagonistic activity of *Bacillus subtilis* strains isolated from soils of the Yucatan Peninsula against *Macrophomina phaseolina* and *Meloidogyne incognita*. International Journal of Experimental Botany, 83(all):45-47. https://doi.org/10.32604/phyton.2014.83.045

Saber, W.I., K.M. Ghoneem, A.A. Al-Askar, Y.M. Rashad, A.A. Ali and E.M. Rashad. 2015. Chitinase production by *Bacillus subtilis* ATCC 11774 and its effect on biocontrol of *Rhizoctonia* diseases of potato. Acta Biologica Hungarica, 66(4):436-448. https://doi.org/10.1556/018.66.2015.4.8

Sabri, Z.N., A.K. Mujawal and B.H. Kshash. 2021. Effect of ethephon, zinc and boron on growth and yield of cucumber (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) cultivated in plastic houses and the economic feasibility thereof. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 910(1):012024. https://doi.org/10.1088/1755-1315/910/1/012024

Research, 102(1):4-21. https://doi.org/10.21608/ejar.2024.246485.1462

Khan, N.A. 2005. The influence of exogenous ethylene on growth and photosynthesis of mustard (*Brassica juncea*) following defoliation. Scientia Horticulturae, 105(4):499-505. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.02.004

Kowalska-Krochmal, B. and R. Dudek-Wicher. 2021. The minimum inhibitory concentration of antibiotics: methods, interpretation, clinical relevance. Pathogens, 10(2):165. https://doi.org/10.3390/pathogens10020165

Kumari, N. and S. Katoch. 2020. Wilt and root rot complex of important pulse crops: their detection and integrated management. Pp. 93-119. In: Management of Fungal Pathogens in Pulses: Current Status and Future Challenges. B.P. Singh, G. Singh, K. Kumar and S.C. Nayak (eds.). Springer Nature Switzerland AG, Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35947-8

Mayer, A.M., E. Harel and R.B. Shaul. 1965. Assay of catechol oxidase: a critical comparison of methods. Phytochemistry, 5(4):783-789. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)83660-2

McKinney, H.H. 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. Journal of Agricultural Research, 26(5):195-218.

Mei, Y.X., X.Y. Dai, W. Yang, X.W. Xu and Y.X. Liang. 2015. Antifungal activity of chitooligosaccharides against the dermatophyte *Trichophyton rubrum*. International Journal of Biological Macromolecules, 77:330-335. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.03.042

Ministry of Agriculture and Water Resources. 2019. Review of the Agricultural Sector in the Kurdistan Region of Iraq: Analysis on Crops, Water Resources and Irrigation, and Selected Value Chains. 95 pp.

Mohammadi, M.A., Z. Zhang, Y. Xi, F. Lan, B. Zhang and G. Wang-Pruski. 2019. Effects of potassium phosphite on biochemical contents and enzymatic activities of Chinese potatoes inoculated with *Phytophthora infestans*. Applied Ecology and Environmental Research, 17(2):4499-4514. https://doi.org/10.15666/aeer/1702_44994514

Mohammed, S.R., E.M. Zeitar and I.D. Eskov. 2019. Inhibition of mycelial growth of *Rhizoctonia solani* by chitosan *in vitro* and *in vivo*. The Open Agriculture Journal, 13(1):156-161. https://doi.org/10.2174/1874331501913010156

Montealegre, J., L. Valderrama, S. Sánchez, R. Herrera, X. Besoain and L.M. Pérez. 2010. Biological control of *Rhizoctonia solani* in tomatoes with *Trichoderma harzianum* mutants. Electronic Journal of Biotechnology, 13(1):1-2. https://doi.org/10.2225/vol13-issue1-fulltext-1

Moradipour, F., F. Dashti and B. Zahedi. 2010. Effect of grafting on yield and some vegetative characteristics of two greenhouse cucumber cultivar. Iranian Journal of Horticultural Science 41(3):291-300

Srivastava, S., V. Bist, S. Srivastava, P.C. Singh, P.K. Trivedi, M.H. Asif and C.S. Nautiyal. 2016. Unraveling aspects of *Bacillus amyloliquefaciens*-mediated enhanced production of rice under biotic stress of *Rhizoctonia solani*. Frontiers in Plant Science, 7:587. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00587

Taha, S.S., A. Abdel-Wahab and S. Hosny. 2022. Grafting as a tool for improved water use efficiency and physiobiochemical attributes of cucumber plants under deficit irrigation. Journal of Applied Horticulture, 24(1):53-59. https://doi.org/10.37855/jah.2022.v24i01.10

Taheri, P. and S. Tarighi. 2010. Riboflavin induces resistance in rice against *Rhizoctonia solani* via jasmonate-mediated priming of the phenylpropanoid pathway. Journal of Plant Physiology, 167(3):201-208. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.08.003

Thabet, M. and W. Khalifa. 2018. Antifungal activities of clove oil against root rot and wilt pathogens of tomato plants. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 18(3):105-114. https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2018.105.114

Tsror, L. 2010. Biology, epidemiology and management of *Rhizoctonia solani* on potato. Journal of Phytopathology, 158(10):649-658. https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2010.01671.x

van Tol de Castro, T.A., R.L. Berbara, O.C. Tavares, D.F. Mello and E.G. Pereira. 2021. Humic acids induce a eustress state via photosynthesis and nitrogen metabolism leading to a root growth improvement in rice plants. Plant Physiology and Biochemistry, 162:171-184. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.02.043

Zhang, W., H. Qiu, C. Zhang and L. Hai. 2015. Identification of chemicals in root exudates of potato and their effects on *Rhizoctonia solani*. Chinese Journal of Applied Ecology, 26(3):859-866.

Zientara, M. 1983. Effect of sodium on membrane potential in internodal cells of starry stonewort (*Nitellopsis obtusa*). Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 52(3-4):271-277. https://doi.org/10.5586/asbp.1983.030

Saleh, R.A., N.A. Khalifa and A.A. Ali. 2023. Effect of biocides and essential oil nanoemulsions against tomato early blight disease under greenhouse and field conditions. New Valley Journal of Agricultural Science, 3(10):227-244. https://doi.org/10.21608/NVJAS.2023.242291.1257

Sangoyomi, T.E. 2004. Postharvest fungal deterioration of yam (*Dioscorea* spp.) and its control. PhD thesis, University of Ibadan, Nigeria. 179 pp.

Shalaby, T.A., N.A. Taha, M.T. Rakha, H.S. El-Beltagi, W.F. Shehata, K.M.A. Ramadan, H. El-Ramady and Y.A. Bayoumi. 2022. Can grafting manage *Fusarium* wilt disease of cucumber and increase productivity under heat stress? Plants, 11(9):1147. https://doi.org/10.3390/plants11091147

Sharma, A., V. Katoch and C. Rana. 2016. Important diseases of cucurbitaceous crops and their management. Pp. 301-320. *In*: Handbook of Cucurbits: Growth, Cultural Practices, and Physiology. M. Pessarakli (ed.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 447 pp.

Silva, G.D., I.T. Kitano, I.A. Ribeiro and P.T. Lacava. 2022. The potential use of actinomycetes as microbial inoculants and biopesticides in agriculture. Frontiers in Soil Science, 2:833181. https://doi.org/10.3389/fsoil.2022.833181

Sneh, B., L. Burpee and A. Ogoshi. 1991. Identification of Rhizoctonia Species. APS Press, St. Paul, MN, USA. 133pp.

Singh, S. and R. Balodi. 2021. Bio-management of soil-borne pathogens infesting cucumber (*Cucumis sativus* L.) under protected cultivation system. Biological Control, 157(10):104569. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104569

Sosnowski, J., M. Truba and V. Vasileva. 2023. The impact of auxin and cytokinin on the growth and development of selected crops. Agriculture, 13(3):724. https://doi.org/10.3390/agriculture13030724

Received: October 18, 2024; Accepted: November 25, 2024

تاريخ الاستلام: 2024/10/18؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2024/11/25