

## تأثير بعض عناصر مكافحة الكيمائية والحيوية في الحد من إصابة البطاطا/البطاطس بمرض اللفحة المبكرة المتسبب عن الفطر *Alternaria solani* وانعكاسها على النمو والإنتاجية

أليسار شعبو<sup>1\*</sup>، نسرين ديب<sup>1</sup>، ماجدة مفلح<sup>2</sup>، رياض زيدان<sup>3</sup>، أمل حاج حسن<sup>1</sup>، لينا عدرة<sup>1</sup>، عمار عسكرية<sup>1</sup> ونيرمين صقور<sup>1</sup>  
 (1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث اللاذقية، اللاذقية، سورية؛ (2) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية؛  
 (3) قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. \* البريد الإلكتروني للباحث المراسل: alisar.nadeem@yahoo.com

### الملخص

شعبو، أليسار، نسرين ديب، ماجدة مفلح، رياض زيدان، أمل حاج حسن، لينا عدرة، عمار عسكرية ونيرمين صقور. 2022. تأثير بعض عناصر مكافحة الكيمائية والحيوية في الحد من إصابة البطاطا/البطاطس بمرض اللفحة المبكرة المتسبب عن الفطر *Alternaria solani* وانعكاسها على النمو والإنتاجية. مجلة وقاية النبات العربية، 40(4): 325-333. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.4.325333>

نُفذ البحث في محطة الصنوبر التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، سورية، في الموسم الربيعي لعام 2021. تضمن البحث ست معاملات: شاهد، رش بالمبيد الكيمائيين: Ranman (مادته الفعالة (cyazofamid) ومoximate (مادته الفعالة (mancozeb + cymoxanil))، ورش بالمبيدات الحيوية: *Bacillus subtilis*، *Beauveria bassiana* و *Trichoderma harizianum*، بهدف دراسة تأثيرها في الحد من الإصابة بمرض اللفحة المبكرة (*Alternaria solani*) على البطاطا/البطاطس وانعكاس ذلك على النمو والإنتاج ونوعيته. أظهرت النتائج تفوق معاملة الرش بالمبيد الكيمائي Ranman من حيث قدرته على تخفيض نسبة وشدة الإصابة التي بلغت 20.18 و 5.61%، على التوالي، وذلك بعد أسبوعين من الرش، بانخفاض بلغ 25.8%، و 20.462%، على التوالي، مقارنة مع الشاهد؛ فضلاً عن تحسين مساحة ودليل المسطح الورقي والتي سجلت 8438.75 سم<sup>2</sup>/نبات، و 3.45 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>، على التوالي، بزيادة قدرها 4827.75 سم<sup>2</sup>/نبات و 1.97 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>، عن الشاهد. أما من حيث الإنتاج، فقد أظهرت النتائج تفوق معاملة *Bacillus subtilis* معنوياً على بقية المعاملات من حيث عدد الدرناات، ووزنها، وإنتاجية وحدة المساحة، ونسبة الإنتاج التسويقي، والتي بلغت 8.16 درنة/نبات، و 93.47 غ، و 3126.94 كغ/دونم، و 95.30%، على التوالي، بنسبة تخفيض قدرها 20.09%، و 42.31%، و 9.72%، على التوالي، عن معاملة الشاهد. كما تحققت أعلى نسبة للمادة الجافة والنشاء في درناات معاملات المبيدات الكيمائية.

**كلمات مفتاحية:** *Alternaria solani*، البطاطا/البطاطس، مكافحة الكيمائية، مكافحة الحيوية، الإنتاجية.

### المقدمة

وتوفر الظروف المناسبة لزراعتها في ثلاث عروات خلال السنة، وقد بلغت المساحة المزروعة بالبطاطا/البطاطس لعام 2020 قرابة 27489 هكتاراً، وتتركز زراعتها بشكل أساسي في محافظات حلب، إدلب، حماه ودرعا، حيث بلغ إجمالي الإنتاج 647,319 ألف طن في العروات الثلاث (الربيعية، الصيفية والخريفية) (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2021). يصاب محصول البطاطا/البطاطس خلال موسم النمو بالعديد من مسببات الممرضة والآفات الحشرية التي تؤثر على النمو والإنتاج والتخزين أيضاً، والتي تسبب بمجملاً فقداً في الإنتاج قد يصل إلى 20-40% (Savary et al., 2012). ويعد مرض اللفحة المبكرة، المتسبب عن الفطر *Alternaria solani*، أحد أهم مسببات الممرضة التي تهاجم محصول البطاطا/البطاطس عالمياً (Meno et al., 2019)، ويختلف مستوى الضرر الناجم عن هذا المرض من موسم لآخر وفقاً لاستراتيجيات مكافحة المتبعة (Mulugeta et al., 2020)، وقد يصل الفقد في محصول البطاطا/البطاطس إلى 80% سنوياً في بعض بقاع

تتتمي البطاطا/البطاطس (*Solanum tuberosum* L.) إلى العائلة الباذنجانية Solanaceae، وتعدّ من المحاصيل الاقتصادية المهمة عالمياً، حيث تشغل المرتبة الرابعة بعد كلّ من القمح والرز والذرة الصفراء من حيث المساحة المزروعة والإنتاج (Shikodrits, 2007)، كما تحتلّ موقع الصدارة بين محاصيل الخضار في أغلب دول العالم (Thompson & Kelly, 1957)؛ وتسهم مزاياها الزراعية والغذائية في انتشارها عالمياً، فهي من المحاصيل سريعة النمو، وتوجد زراعتها في ظروف بيئية متنوعة، كما تتميز بمرودها الاقتصادي العالي، وقيمته الغذائية المرتفعة (Anonymous, 1991). بلغت المساحة المزروعة بالبطاطا/البطاطس عالمياً 17.3 مليون هكتار خلال عام 2019، وأعطت إنتاجاً بلغ حوالي 370.4 مليون طن (FAOSTAT, 2019). وتعدّ البطاطا/البطاطس في سورية من أهم محاصيل الخضار المزروعة، نظراً لأهميتها، وريعتها،

العالم (Pasche et al., 2004; Peters et al., 2008). تلعب المبيدات الفطرية دوراً مهماً وأساسياً في الحدّ من فقدان المحصول نتيجة إصابته بمرض اللفحة المبكرة، حيث تُستخدم العديد من المبيدات التلامسية والجهازية، والتابعة لمجاميع كيميائية مختلفة ومتباينة في طريقة تأثيرها (Husain et al., 2020)؛ إلا أنّ للاستخدام العشوائي لهذه المركبات العديد من التأثيرات السلبية على صحة الإنسان والبيئة، كما أنّ ارتفاع أسعار تلك المركبات في الدول الفقيرة يحثُّ من استخدامها من قبل المزارعين (Weller et al., 2014)، إضافة إلى قدرة هذه المسببات الممرضة على تطوير مقاومة إزاء المركبات الكيميائية (Rosenzweig et al., 2008). وللحدّ من الأثر السلبي للمبيدات الكيماوية، تُستخدم العديد من المستخلصات النباتية والكائنات النافعة في مكافحة المسببات الممرضة، والتي يتمّ رشّها على المجموع الخضري للنبات أو إضافتها للتربة في منطقة الجذور، حيث تنشّط العمليات الطبيعية في النبات، وتزيد من قدرته على امتصاص المواد الغذائية وتحمله للإجهادات البيئية والحيوية، بما يُفضي إلى تحسين نوعية النبات (Lal et al., 2016)، إلا أنّ معظم هذه الدراسات كانت مختبرية فقط دون تعزيزها بإثباتٍ أو إسنادٍ حقيقي، إضافة إلى عدم ثبات واستقرار المستحضرات المستخدمة تحت الظروف الحقلية (Mulugeta et al., 2020).

تعدّ إدارة أمراض النبات باستخدام طرائق مكافحة الحيوية، في النظم الزراعية المستدامة القائمة على نظم زراعية حديثة، استراتيجية فعّالة من حيث الحفاظ على البيئة من التلوث والحصول على منتج نظيف خالٍ من الأثر المتبقي للمبيدات بما ينعكس على صحة الإنسان، إضافة إلى كلفتها المنخفضة مقارنةً باستخدام المبيدات الكيميائية، سعياً لترشيد استخدامها، والوصول إلى الحدّ من استخدامها أو استبعادها بشكل نهائي. أكدت العديد من الدراسات فعالية المبيدات الحيوية (*Trichoderma* و *Bacillus*) في السيطرة على مرض اللفحة المبكرة على البطاطا/البطاطس، وقد خلصت إلى أنّ استخدام هذه المبيدات كعوامل تحفيز للمقاومة يعمل على تخفيض مستوى الإصابة بالمرض إضافة إلى تحسين الإنتاج (Yellareddygar et al., 2016; Esmael et al., 2020)؛ كما استخدم الفطر *Beauveria bassiana* كمتطفّل داخلي (*Endophyte*) على أمراض النبات، وقد حقّق استخدامه نجاحاً تطبيقياً (Ownley et al., 2008; Mantzoukas & Eliopoulos, 2020). ومن هنا، تتبّع أهمية البحث في مكافحة اللفحة المبكرة على البطاطا/البطاطس حيويّاً ضمن برامج الإدارة المتكاملة للأفات (IPM)؛ باستخدام بعض عناصر مكافحة الحيوية (بكتيريا *Bacillus subtilis*، فطر *Beauveria bassiana* وفطر *Trichoderma harizianum*)، ومقارنة فعاليتها مع مبيدين درج استخدامها للتخلص من اللفحة المبكرة على البطاطا/البطاطس، وبالتالي معرفة مدى إمكانية الحدّ من استخدام

المبيدات الزراعية كوسيلة من عناصر مكافحة المتكاملة لزراعة المحاصيل، ودراسة انعكاس ذلك على نمو وإنتاجية نباتات البطاطا/البطاطس كمّاً ونوعاً. وعليه، هدف البحث إلى: دراسة تأثير الإصابة بمرض اللفحة المبكرة في نمو وإنتاج محصول البطاطا/البطاطس ونوعيته، ودراسة كفاءة المكافحة الكيميائية والحيوية في الحدّ من إصابته بمرض اللفحة المبكرة وانعكاس ذلك على النمو وكمية الإنتاج ونوعيته.

## مواد البحث وطرائقه

نُفذ البحث في محطة الصنوبر التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية (سورية)، ضمن حقل مفتوح مساحته 500 م<sup>2</sup>، في العروة الربيعية لعام 2021. استخدم في هذا البحث الصنف لوسيندا (Lucinda) وهو صنف هولندي، ذو إنتاجية عالية، يتميز بقشرته الناصعة، درناته كبيرة الحجم، بيضاوية الشكل، مقاوم باعتدال للإصابة باللفحة. تمّ تجهيز الأرض بحراثتها، وإضافة الأسمدة العضوية المتخمرة بمعدل 4 كغ/م<sup>2</sup>، إضافة إلى سمد حبيبي مركب (Diammonium phosphate) بطيء الذوبان، يحتوي على العناصر المعدنية (18:18:18) N:P:K بمعدل 50 غ/م<sup>2</sup> وخلطها جيداً مع التربة. تمّت تسوية سطح التربة وتخطيطها إلى خطوط تبعد عن بعضها 70 سم. زُرعت درنات بطاطا مسبقة الإنبات وذات حجم متوسط بتاريخ 2021/3/28، على عمق حوالي 8 سم، ويفصل بين الدرنه والأخرى 35 سم على الخط نفسه، وبكثافة نباتية 4.1 نبات/م<sup>2</sup>، كما تمّت زراعة خطوط حماية على جوانب المعاملات، واعتمدت طريقة الري على الجاري لريّ النباتات عند الحاجة. استخدم في البحث ميدان كيميائيان وثلاثة مبيدات حيوية، وهي: (أ) المبيد الكيميائي Moximate (50% wp): بشكل مسحوق قابل للبلل، المادة الفعّالة مزيج من (cymoxanil 4% + mancozeb 46.5%)، استخدم بمعدل 250 غ/100 لتر ماء، (ب) المبيد الكيميائي Ranman (20% SC): بشكل سائل، المادة الفعّالة cyazofamid، استخدم بمعدل 20 مل/100 لتر ماء، (ج) المبيد الحيوي Fitosporin 200-M، وهو مستحضر تجاري إنتاج شركة Basfinkom، يحتوي على بكتيريا *Bacillus subtilis* 26D، استخدم بمعدل 300 غ/100 لتر ماء، مع إعادة الرش بعد 10 أيام من الرشّة الأولى، (د) المبيد الحيوي *Beauveria bassiana* (B10) عزلة محلية معزولة من تربة بستان زيتون منطقة منجلا في محافظة اللاذقية، بصورة معلق بوعي تركيز 10<sup>7</sup> بوغة/مل، (هـ) المبيد الحيوي *Trichoderma harizianum*، عزلة محلية معزولة من تربة بيوت محمية في منطقة جبلة في محافظة اللاذقية، بصورة معلق بوعي تركيز 10<sup>7</sup> بوغة/مل. تمّ رش هذه المبيدات عند ملاحظة ظهور

الإصابة بمرض اللفحة المبكرة على النباتات (بتاريخ 2021/4/28). صممت التجربة وفقاً لتصميم كامل العشوائية (Dospekhov, 1985)، حيث شمل البحث ست معاملات، بأربعة مكررات لكل معاملة، و25 نباتاً في كل مكرر، وبلغ عدد القطع التجريبية 24 قطعة، وعدد النباتات الكلي في التجربة 600 نباتاً. تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Genestate12، واختبار تحليل التباين ANOVA، وحساب قيمة أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%. تم أخذ القراءات الخاصة بالمؤشرات المرضية (أخذت القراءات على 5 نباتات من كل مكرر، أي 20 نباتاً من كل معاملة)، وشملت: شدة الإصابة (Disease severity)، حيث تم حسابها عند بداية ظهور الأعراض بتاريخ 2021/4/28، حيث تم رش المبيدات في التاريخ نفسه بعد أخذ القراءة الأولى، ثم أخذت شدة الإصابة بواقع مرتين (بعد أسبوع، وبعد أسبوعين من رش المبيدات الكيميائية والحيوية). وتم حساب شدة الإصابة على المجموع الخضري المصاب بالمرض اعتماداً على سلم ذي 6 درجات (Nuppenau et al., 2007؛ Chaerani et al., 2018؛ Nielson et al., 2015)، وفق التالي: 0 = لا توجد أي بقع للإصابة (النبات سليم)، 1 = إصابة ضعيفة (المساحة المصابة أقل من 25%)، 2 = إصابة متوسطة (المساحة المصابة من 25-50%)، 3 = إصابة شديدة (المساحة المصابة من 50-75%)، 4 = إصابة شديدة جداً (المساحة المصابة أكثر من 75%)، 5 = النباتات ميتة. وحُسبت شدة الإصابة لكل معاملة وفق المعادلة التالية:

$$\text{شدة الإصابة (\%)} = \frac{\text{مجموع عدد الأوراق المصابة} \times \text{درجة الإصابة}}{\text{مجموع الأوراق الكلي} \times \text{أعلى قيمة في سلم الإصابة}} \times 100$$

وحُسبت نسبة الإصابة وفق المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الإصابة (\%)} = \frac{\text{عدد الأوراق المصابة}}{\text{عدد الأوراق الكلي}} \times 100$$

كما تم أخذ القراءات الخاصة بالنمو الخضري، وشملت: - متوسط مساحة المسطح الورقي سم<sup>2</sup>/نبات: تم القياس بعد مرور شهرين على الزراعة، وجرى الحساب بطريقة الأقراص (Watson, 1952)، وبواقع 3 مرات خلال موسم النمو: القياس الأول، قبل رش النباتات بالمبيدات الكيميائية والحيوية؛ القياس الثاني، بعد مرور 20 يوماً على رش النباتات بالمبيدات (بعد 80 يوماً من الزراعة)؛ والقياس الثالث عند جني المحصول، بعد 40 يوماً على رش النباتات بالمبيدات (بعد 100 يوماً من الزراعة)؛ وحُسبت المساحة الورقية للنبات بقلع 5 نباتات من كل مكرر عند كل قياس.

- متوسط دليل المسطح الورقي م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>: تم القياس تزامناً مع مواعيد قياس مساحة المسطح الورقي، وتم حسابها بطريقة Beadle (1989). كما تم أخذ القراءات الخاصة بكمية الإنتاج، حيث أخذت القراءات على 10 نباتات من كل مكرر (40 نباتاً من كل معاملة)، وشملت: متوسط عدد الدرنات (درنه/نبات)، ومتوسط وزن الدرنه (غ/درنه)، وتدرج حجوم الدرنات: حيث فرزت الدرنات بعد القلع إلى 3 مجموعات حسب وزنها كما يلي: درنات صغيرة وزنها أقل من 35 غ؛ درنات متوسطة الحجم (35-80 غ)؛ ودرنات كبيرة (أكثر من 85 غ). فضلاً عن حساب الإنتاجية، والتي تضمنت: متوسط إنتاج النبات من الدرنات (غ/نبات)، إنتاجية وحدة المساحة (كغ/دونم)، والإنتاج التسويقي من الدرنات (كغ/دونم) الذي يمثل مجموع كمية إنتاج الدرنات متوسطة وكبيرة الحجم. كما تم حساب قراءات جودة الإنتاج، والتي شملت: نسبة المادة الجافة للدرنات بالتجفيف عند حرارة 105 °س حتى ثبات الوزن، ونسبة النشا في الدرنه، حسب AOAC (1970)، باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{نسبة النشاء (\%)} = 17.55 + 0.891 \times (\text{نسبة المادة الجافة - 24.18})$$

## النتائج والمناقشة

تأثير بعض عناصر المكافحة الكيميائية والحيوية في شدة ونسبة الإصابة بمرض اللفحة المبكرة على البطاطا/البطاطس:

بيّنت النتائج (جدول 1) أن نسبة الإصابة كانت مرتفعة في معاملة الشاهد (45.98%) بعد مرور أسبوعين على القراءة الأولى أي بعد مرور 74 يوماً من الزراعة، وبلغت شدة الإصابة 33.502%، وكانت الفروق معنوية بينها وبين بقية المعاملات. كما أظهرت النتائج أن معاملة النباتات التي تم رشها بـ cyazofamid كانت الأقل تضرراً بالمرض، فقد بلغت نسبة الإصابة 20.18%، وشدة الإصابة 5.61% بعد مرور أسبوعين على الرش، أي أنها حققت خفضاً في نسبة الإصابة وشدها بمعدل 25.8% و 20.4%، على التوالي، مقارنة مع الشاهد؛ وتلاها معاملة النباتات التي تم رشها بـ cymoxanil + mancozeb، فكانت نسبة الإصابة 21.98%، وشدة إصابة 7.67%. وجاء ترتيب المبيدات الحيوية من حيث نسبة الإصابة كما يلي (مع وجود فروق معنوية بينها): *T. harizianum*، *B. bassiana* و *Bacillus subtilis* وبلغت 9.63، 8.48 و 7.09%، وشدة إصابة 28.66، 29.11 و 21.40%، على التوالي. بالتالي كان للمعاملة بـ *Bacillus subtilis* دور مهم في الحد من الإصابة بمرض اللفحة المبكرة على البطاطا/البطاطس، وهذا يتوافق مع نتائج أبحاث سابقة (Awan & Shoaib, 2019؛ Lal et al., 2016) حول دور البكتيريا في تنشيط العمليات الفسيولوجية داخل النبات.

جدول 1. تأثير مكافحة الكيمائية والحيوية لمرض اللفة المبكرة في شدة ونسبة الإصابة على نبات البطاطا/البطاطس.

Table 1. Effect of chemical and biological control on the disease severity and infection rate of early blight on potatoes.

بعد مرور أسبوعين على الرش (74 يوماً من الزراعة) One week after spray (74 days after planting)		بعد مرور أسبوع على الرش (67 يوماً من الزراعة) One week after spray (67 days after planting)		قبل الرش (60 يوماً من الزراعة) Before spray (60 days after planting)		المعاملة	Treatment
نسبة الإصابة % Infection rate%	شدة الإصابة % Severity rate%	نسبة الإصابة % Infection rate%	شدة الإصابة % Severity rate%	نسبة الإصابة % Infection rate%	شدة الإصابة % Severity rate%		
45.98 a	33.502 a	30.79 a	22.51 a	13.70 a	4.507 ab	شاهد	Control
21.98 d	7.670 d	12.74 e	5.26 d	10.28 c	4.11 b		cymoxanil + mancozeb
20.18 f	5.610 f	11.57 f	3.97 f	10.64 c	3.875 bc		cyazofamid
21.40 e	7.090 e	16.61 c	5.77 c	13.63 a	4.85 a		<i>Bacillus subtilis</i>
29.11 b	8.840 c	14.23 d	4.37 e	10.63 c	3.54 c		<i>Beauveria bassiana</i>
28.66 c	9.630 b	20.58 b	7.3 b	12.91 b	5.005 a		<i>Trichoderma harizianum</i>

القيم التي يتبعها أحرف متماثلة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند نسبة احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

على الزراعة (القياس الثاني بعد الرش)، تراجعت مساحة المسطح الورقي لكافة المعاملات ووصلت في الشاهد إلى 3611 سم<sup>2</sup>/نبات، ودليل المسطح الورقي 1.48 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>، حيث كان لمرض اللفة المبكرة تأثيراً واضحاً من خلال الضرر الذي ألحقته بأوراق النباتات والذي تسبب في اصفرارها وجفافها وموت قسم كبير منها، في حين تفوقت معاملة المبيد الكيمائي cyazofamid معنوياً على بقية المعاملات بمساحة قدرها 8438.75 سم<sup>2</sup>/نبات، أي بزيادة قدرها 4827.75 سم<sup>2</sup>/نبات عن الشاهد، وبلغ دليل المسطح الورقي 3.45 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>، وتلاها معاملة المبيد الحيوي *B. bassiana* بمساحة قدرها 8046.25 سم<sup>2</sup>/نبات ودليل مسطح ورقي 3.29 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>، متفوقة معنوياً على بقية المعاملات، في حين كانت أقل مساحة للمسطح الورقي بين المعاملات المرشوشة هي معاملة *Bacillus subtilis* وبلغت 5495 سم<sup>2</sup>/نبات ودليل مسطح ورقي 2.25 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>. هنا لا بد من الإشارة إلى الأثر الإيجابي للمبيدات الحيوية في تحسين مساحة المسطح الورقي من خلال تنشيط العمليات الفيزيولوجية داخل النبات، والتي ساهمت في تنشيط النمو الخضري وزيادة امتصاص الأروت من التربة، وبالتالي زيادة مساحة ودليل المسطح الورقي، وهذا يتوافق مع نتائج أبحاث نشرت سابقاً (Aldiba, 2019؛ Purwantisari et al., 2018؛ Singh et al., 2018).

تأثير بعض عناصر مكافحة الكيمائية والحيوية لمرض اللفة المبكرة على البطاطا/البطاطس في بعض المؤشرات الإنتاجية تتسبب الإصابة باللفة المبكرة على البطاطا/البطاطس بانخفاض كبير في كمية الإنتاج نتيجة الأضرار التي يلحقها المرض بالمجموع الخضري، وينعكس هذا بدوره سلباً على الإنتاجية (Morgan et al., 2002)، الأمر الذي يتجلى في عدد وحجم الدرنات المتشكلة على النبات. تم قياس حجم الدرنات لكل معاملة من معاملات التجربة، وأظهرت النتائج (جدول 3)

تأثير بعض عناصر مكافحة الكيمائية والحيوية لمرض اللفة المبكرة على البطاطا/البطاطس في تطور مساحة ودليل المسطح الورقي جرى قياس مساحة ودليل المسطح الورقي لنباتات البطاطا/البطاطس بواقع ثلاث مرات خلال مراحل النمو المختلفة (بعد 60، 80 و100 يوماً من الزراعة). أظهرت النتائج الأثر السلبي للإصابة بمرض اللفة المبكرة على البطاطا/البطاطس والتي تسببت في خفض مساحة ودليل المسطح الورقي لكافة المعاملات، وقد أدت إلى خفض معدل النمو الخضري، حيث بدأت الإصابة على الأنسجة القديمة وظهرت الأعراض على الأوراق السفلى، التي بدأت بالاصفرار لتجف وتموت في مرحلة لاحقة، مما ينسجم مع نتائج سابقة (Ganie et al, 2013). أظهرت النتائج (جدول 2) عدم وجود فروق معنوية بين النباتات في المعاملات المختلفة في القياس الأول قبل معاملة النباتات بالمبيدات الكيمائية والحيوية ما عدا معاملة *B. bassiana* التي كانت أقل من مثيلاتها بقليل، وبعد مرور عشرين يوماً على القراءة الأولى (80 يوماً على الزراعة)، وبعد رش المعاملات، لوحظ وجود تباين في مساحة المسطح الورقي باختلاف المعاملات، فقد تفوقت كافة المعاملات معنوياً على معاملة الشاهد والتي بلغت مساحة المسطح الورقي فيها 10466.66 سم<sup>2</sup>/نبات، ودليل المسطح الورقي 4.29 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>، وقد حققت المبيدات الكيمائية تفوقاً معنوياً على المبيدات الحيوية بعد مرور 20 يوماً على الرش، وتفوقت معاملة mancozeb + cymoxanil معنوياً على كافة المعاملات، وأعطت أفضل مساحة للمسطح الورقي حيث بلغت 15263.88 سم<sup>2</sup>/نبات، وبلغت قيمة دليل المسطح الورقي 6.25 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>، تلتها معاملة المبيد الكيمائي cyazofamid وبلغت 14629.54 سم<sup>2</sup>/نبات، وبلغ الدليل 5.99 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>، في حين حققت معاملة البكتيريا *Bacillus subtilis* أفضل مساحة ودليل للمسطح الورقي بين معاملات المبيدات الحيوية المدروسة، وقد بلغت 14000 سم<sup>2</sup>/نبات، 5.74 م<sup>2</sup>/م<sup>2</sup>، على التوالي. وبعد مرور 100 يوم

فيها 71.83%، وكانت أقل نسبة للدرنات كبيرة الحجم في معاملي cyazofamid والشاهد المتقاربين من حيث نسبة الدرنات الكبيرة، وقد بلغت 68.85، و 67.77%، على التوالي.

أما بالنسبة لتأثير المكافحة الكيميائية والحيوية في إنتاجية النبات من الدرنات متوسطة الحجم ونسبتها من الإنتاجية الكلية للنبات (جدول 4)، تبين تفوق المعاملات *Bacillus subtilis*، *cyazofamid* و *T. harizianum*، والتي لم يكن بينها فرق معنوي، على بقية المعاملات، حيث بلغ وزن الدرنات متوسطة الحجم في كلٍّ منها: 160.6، و 150.13 و 132.66 غ/نبات، على التوالي، تلتها المعاملات: (*cymoxanil* + *mancozeb*)، *B. bassiana*، وقد بلغ وزن الدرنات متوسطة الحجم فيها 129.08 و 100.06 غ/نبات، على التوالي، وبفروق معنوية فيما بينها، وكان أقل إنتاج في معاملة الشاهد (70.95 غ/نبات).

وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة من حيث أحجام الدرنات الثلاث (كبيرة، ومتوسطة، وصغيرة)، فقد لوحظ أن أفضل إنتاج من الدرنات الكبيرة كان في المعاملات المرشوشة بالمبيدات الحيوية ويتفوق معنوي لمعاملة *Bacillus subtilis* على بقية المعاملات من حيث وزن الدرنات الكبيرة الحجم، حيث بلغت 566.28 غ/نبات، تلتها معاملة *B. bassiana* وبلغت 512.86 غ/نبات ويتفوق معنوي على معاملة *T. harizianum* التي بلغ إنتاجها من الدرنات الكبيرة 480.75 غ/نبات، في حين كان إنتاج معاملة الشاهد 278.48 غ/نبات. وبحساب النسبة المئوية لتوزع حجوم الدرنات منسوبة للإنتاجية الكلية للنبات، فقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي أن أعلى نسبة مئوية للدرنات الكبيرة كانت في معاملة *B. bassiana* بنسبة 77.27% ويتفوق معنوي على باقي المعاملات، وتلتها معاملة *Bacillus subtilis* بنسبة 24.74%، متفوقة معنوياً على معاملة *T. harizianum* حيث بلغت نسبة الدرنات الكبيرة

جدول 2. تأثير المكافحة الكيميائية والحيوية لمرض اللفحة المبكرة في مساحة ودليل المسطح الورقي لنبات البطاطا/البطاطس.

Table 2. The effect of chemical and biological control of early blight on the foliage and leaf area index of potato plants.

بعد 100 يوماً من الزراعة 100 days after planting		بعد 80 يوماً من الزراعة 80 days after planting		بعد 60 يوماً من الزراعة 60 days after planting		المعاملات Treatments	شاهد
دليل المسطح الورقي م <sup>2</sup> /م <sup>2</sup> Area index m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	مساحة المسطح الورقي سم <sup>2</sup> /نبات Foliage area cm <sup>2</sup> /plant	دليل المسطح الورقي م <sup>2</sup> /م <sup>2</sup> Area index m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	مساحة المسطح الورقي سم <sup>2</sup> /نبات Foliage area cm <sup>2</sup> /plant	دليل المسطح الورقي م <sup>2</sup> /م <sup>2</sup> Area index m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	مساحة المسطح الورقي سم <sup>2</sup> /نبات Foliage area cm <sup>2</sup> /plant		
1.48 f	3611.00 f	4.29 e	10466.66 e	3.18 a	7756.66 a	Control	
2.41 d	5887.50 d	6.25 a	15263.88 a	3.04 b	7421.81 b	<i>cymoxanil</i> + <i>mancozeb</i>	
3.45 a	8438.75 a	5.99 b	14629.54 b	3.09 ab	7541.66 ab	<i>cyazofamid</i>	
2.25 e	5495.00 e	5.74 b	14000.00 b	3.15 a	7707.27 a	<i>Bacillus subtilis</i>	
3.29 b	8046.25 b	5.22 d	12734.44 d	3.04 b	7421.81 b	<i>Beauveria bassiana</i>	
2.78 c	6803.33 c	5.51 c	13457.14 c	3.17 a	7750.90 a	<i>Trichoderma harizianum</i>	

القيم التي يتبعها أحرف متماثلة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند نسبة احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

جدول 3. تأثير المبيدات الكيميائية والحيوية المستخدمة في مكافحة اللفحة المبكرة في حجم درنات البطاطا/البطاطس، ونسبة الأحجام المختلفة في الإنتاج الكلي للنبات.

Table 3. The effect of chemical and biological control of early blight on potato tubers measurement and proportion of different sizes in total production.

درنات صغيرة $\geq 35$ غ Small tubers $\leq 35$ g		درنات متوسطة 35-80 غ Medium tubers 35-80 g		درنات كبيرة $\leq 80$ غ Large tubers $\geq 80$ g		المعاملة Treatment	شاهد
% من إنتاجية النبات % of plant production	نبات (غ) plant (g)	% من إنتاجية النبات % of plant production	نبات (غ) plant (g)	% من إنتاجية النبات % of plant production	نبات (غ) plant (g)		
14.95 a	61.45 a	17.26 b	70.95 d	67.77 d	278.48 f	Control	
9.23 b	54.38 b	21.91 b	129.08 b	68.85 d	405.54 d	<i>cymoxanil</i> + <i>mancozeb</i>	
9.54 b	46.13 d	31.07 a	150.13 a	59.37 f	286.88 e	<i>cyazofamid</i>	
4.70 e	35.85 e	21.05 b	160.60 a	74.24 b	566.28 a	<i>Bacillus subtilis</i>	
7.64 d	50.77 c	15.07 bc	100.06 c	77.27 a	512.86 b	<i>Beauveria bassiana</i>	
8.34 c	55.82 b	19.82 b	132.66 ab	71.83 c	480.75 c	<i>Trichoderma harizianum</i>	

القيم التي يتبعها أحرف متماثلة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند نسبة احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

**جدول 4.** تأثير المبيدات الكيميائية والحيوية لمكافحة مرض اللبحة المبكرة في عدد الدرنتات المتشكلة على نبات البطاطا/البطاطس وكمية الإنتاج الكلي والتسويقي.

**Table 4.** The effect of chemical and biological control of early blight disease on tubers number and total and marketable production.

الإنتاج التسويقي Marketable production		الإنتاجية الكلية Total production		متوسط وزن الدرنة غ/درنة Average of tuber weight g/tuber	متوسط عدد الدرنتات الكلي درنة/نبات Average of tuber number Tubers/plant	المعاملة
% من الإنتاج الكلي % of total production	دونم (كغ) Donum (kg)	دونم (كغ) Donum (kg)	نبات (غ) plant (g)			Treatment
86.03 c	1552.014 f	1803.83 f	439.96 f	67.48 d	6.52 e	Control
90.77 b	2191.942 d	2414.73 d	588.96 d	80.46 c	7.32 c	cymoxanil + mancozeb
90.46 b	1791.741 e	1980.66 e	483.09 e	62.10 e	7.78 b	cyazofamid
95.30 a	2980.208 a	3126.94 a	762.67 a	93.47 a	8.16 a	<i>Bacillus subtilis</i>
92.00 b	2393.621 c	2601.53 c	634.52 c	93.45 a	6.79 d	<i>Beauveria bassiana</i>
91.66 b	2514.981 b	2743.76 b	669.21 b	86.35 b	7.75 b	<i>Trichoderma harizianum</i>

القيم التي يتبعها أحرف متماثلة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند نسبة احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

وتخزينها في الدرنتات، وبالتالي زيادة إنتاج النبات الواحد، وزيادة إنتاجية وحدة المساحة، وهذا يتطابق مع نتائج نشرت سابقاً (Awan & Shoaib, 2019؛ Duarte et al., 2012؛ Lal et al., 2016). كما أشار Keunen et al. (2013) إلى دور الكائنات النافعة والمستخدمه كمبيدات حيوية في حماية النبات من مسببات الممرضه من خلال زيادة محتواها من الكربوهيدرات، وزيادة صلابة الجدر الخلوية وزيادة محتواها من مضادات الأكسدة.

**تأثير بعض عناصر المكافحة الكيميائية والحيوية في عدد الدرنتات ومتوسط وزنها وكمية الإنتاج والنسبة المئوية للإنتاج التسويقي**  
أظهرت النتائج (جدول 4) دور المبيدات الكيميائية والحيوية المستخدمة في الحدّ من الضرر الناتج عن الإصابة بمرض اللبحة المبكرة، وبالتالي تحسين كمية الإنتاج الكلي والتسويقي. فقد تفوقت معاملة *Bacillus subtilis* معنوياً على بقية المعاملات من حيث متوسط عدد الدرنتات المتشكلة على النبات الواحد، وبلغت 8.16 درنة/نبات، بزيادة 1.64 درنة/نبات عن معاملة الشاهد، تلتها معاملة *cyazofamid* و *T. harizianum* بدون فرق معنوي بينهما 7.78، 7.75 درنة/نبات، على التوالي، في حين كان أقل إنتاج في معاملة *B. bassiana* وبلغ 6.79 درنة/نبات.

كما انعكس أثر المبيدات المستخدمة على وزن الدرنتات الناتجة في كل معاملة، فقد تفوقت كل من معاملة *Bacillus subtilis* و *B. bassiana* معنوياً على بقية المعاملات، وبلغ متوسط وزن الدرنة 93.47، و93.45 غ، على التوالي، تلتها معاملة *T. harizianum* وسجلت 86.35 غ *Bacillus subtilis*، وكان أقل معدل لوزن الدرنة في معاملة الشاهد وبلغ 67.48 غ. كما أظهرت النتائج ارتفاع إنتاجية نباتات

وبمتابعة نسبة هذه الفئة من حجم الدرنتات منسوبة للإنتاجية الكلية للنبات، تبين أن أعلى إنتاج من الدرنتات المتوسطة كان في معاملة *cyazofamid* بنسبة 31.07% ويفرق معنوي، في حين لم تكن هناك فروق معنوية بين بقية المعاملات ومن ضمنها الشاهد. أما من حيث وزن الدرنتات الصغيرة ونسبتها من الإنتاجية الكلية للنبات، فقد أظهرت النتائج (جدول 3)، أن أعلى إنتاج منها كان في معاملة الشاهد وبلغ 61.45 غ/نبات، في حين كانت أقل إنتاجية من هذا الحجم في معاملة *Bacillus subtilis* وكانت 35.85 غ/نبات، أما نسبة هذا الحجم من الدرنتات من الإنتاجية الكلية للنبات، فقد بلغت 14.95% في معاملة الشاهد بفروق معنوية عن بقية المعاملات التي تراوحت نسبتها بين 9.54 و 4.70% حيث كانت أقل نسبة في معاملة *Bacillus subtilis*.

ويعزى السبب في انخفاض وزن الدرنتات الكبيرة والمتوسطة وارتفاع وزن وعدد الدرنتات الصغيرة في معاملة الشاهد إلى انخفاض مساحة المسطح الورقي نتيجة تأثرها بالإصابة بمرض اللبحة المبكرة وتساقط وجفاف الأوراق بصورة مبكرة، مما يعكس على إنتاجية النبات الواحد وانخفاض حجم ووزن الدرنتات (Landschoot et al., 2017)؛ (Singh et al., 2015). في حين كان أعلى وزن للدرنتات الكبيرة والمتوسطة في معاملة المبيدات الحيويين *Bacillus subtilis* و *B. bassiana*، حيث أنه إضافة لدورهما في مقاومة النبات للبحة المبكرة، فقد كان لهما أثر محفّز في زيادة إنتاج النبات، من خلال تنشيط العمليات الفيزيولوجية داخل النبات، والتي ساهمت بدورها في تنشيط النمو الخضري، وزيادة امتصاص الأزوت من التربة، مما أدى إلى زيادة مساحة ودليل المسطح الورقي، وساعد هذا بدوره على زيادة معدل الاستفادة من الأشعة الشمسية وزيادة معدل التمثيل الضوئي، مما ترافق مع زيادة إنتاج المواد الكربوهيدراتية المصنعة في الأوراق وانتقالها

محتوى الدرنات من النشاء، فقد تفوقت معاملتا المبيدات الكيميائيتين معنوياً على بقية المعاملات من حيث نسبة النشاء في الدرنات، وبلغت 13.80 و13.32% لكل من cyazofamid و(cymoxanil + mancozeb)، على التوالي، وبدون فروق معنوية بينهما، في حين كانت أقل نسبة للنشاء في معاملة الشاهد التي بلغت 10.62%. وقد يعزى سبب ارتفاع نسبة المادة الجافة والنشاء في هاتين المعاملتين إلى أن مساحة ودليل المسطح الورقي في كليهما أعلى مقارنة ببقية المعاملات، وبالتالي زيادة معدل التمثيل الضوئي، مما يزيد إنتاج المواد الكربوهيدراتية المصنعة في الأوراق وانتقالها وتخزينها في الدرنات وبالتالي التأثير على التركيب الكيميائي للدرنات. فعند دراسة علاقة الارتباط بين شدة الإصابة ونسبة المادة الجافة والنشاء في الدرنات تبين أنها علاقة سلبية قوية ( $R = -0.7$ ) لكل منهما، فكلما زادت شدة الإصابة باللفحة المبكرة، والتي تؤثر على مساحة المسطح الورقي، كلما قلت نسبة هذه المواد، ويتوافق هذا مع نتائج سابقة (Leiminger & Hausland, 2007).

**جدول 5.** تأثير المبيدات الكيميائية والحيوية المستخدمة في مكافحة اللفحة المبكرة للبطاطا في نسبة المادة الجافة والنشاء.

**Table 5.** The effect of chemical and biological control of early blight on dry matter and starch content.

متوسط نسبة النشا (%) Average of starch content (%)	متوسط نسبة المادة الجافة (%) Average of dry matter content (%)	Treatment	المعاملة
10.62 b	16.40 b	(Control)	شاهد
13.32 a	19.43 a	cymoxanil + mancozeb	
13.80 a	19.97 a	cyazofamid	
11.43 b	17.31 b	<i>Bacillus subtilis</i>	
11.78 b	17.70 b	<i>Beauveria bassiana</i>	
10.91 b	16.73 b	<i>Trichoderma harizianum</i>	

القيم التي يتبعها أحرف متماثلة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند نسبة احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at  $P=0.05$ .

بناءً لما تقدم، فإنه من الممكن أن نوصي باستخدام على

المبيدات الحيوية المختبرة في هذه الدراسة *Bacillus subtilis* و *Beauveria bassiana* كطريقة آمنة وسليمة للحد من التلوث البيئي والأثر المتبقي الذي يخلفه استخدام المبيدات الكيميائية في البيئة من جهة، ولدورها المتكامل في الحد من انتشار الإصابة بمرض اللفحة المبكرة على البطاطا/البطاطس من جهة أخرى، ولا سيما أنها مركبات تساعد على تحسين الإنتاج كما ونوعاً.

البطاطا/البطاطس المعاملة بالمبيدات الكيماوية والحيوية مقارنة بمعاملة الشاهد، وبلغ متوسط إنتاج النبات 669.21، 762.67، 634.52، 588.96 و 483.09 غ/نبات للمعاملات *Bacillus subtilis*، *T. harizianum*، *B. bassiana*، و(cymoxanil + mancozeb) و cyazofamid، على التوالي، قابلها 439.96 غ/نبات للشاهد، مع وجود فروق معنوية بين كل منها. وبلغت إنتاجية وحدة المساحة للمعاملات سابقة الذكر 3126.94، 2743.76، 2601.53، 2414.73 و 1980.66 كغ/دونم، على التوالي، في حين كانت 1803.83 كغ/دونم في معاملة الشاهد.

أما بالنسبة للإنتاج التسويقي (درنات كبيرة + متوسطة)، أظهرت النتائج أن أعلى إنتاج تسويقي كان في معاملات المبيدات الحيوية التي سجلت 2980.208، 2514.981 و 2393.621 كغ/دونم للمعاملات *Bacillus subtilis*، *T. harizianum* و *B. bassiana*، على التوالي، وبفروق معنوية فيما بينها، وبلغت نسبتها التسويقية، من الإنتاج الكلي، 95.30، 92، 66.91%، على التوالي بزيادة قدرها 10.77، 6.93، 6.54% عن معاملة الشاهد، في حين بلغ الإنتاج التسويقي في معاملي المبيدات الكيميائية (cymoxanil + mancozeb) و cyazofamid 2191.943 و 1791.741 كغ/دونم، على التوالي، وبفروق معنوية بينهما، وبزيادة قدرها 41.23 و 15.44% عن معاملة الشاهد حيث بلغت إنتاجيته التسويقية 1552.014 كغ/دونم. كما أظهرت النتائج أن أفضل معاملة كانت معاملة المبيد الحيوي *Bacillus subtilis* بكافة المعايير الإنتاجية المدروسة، ويعزى هذا إلى دوره في تنشيط العمليات الفسيولوجية داخل النبات (Awan & Shoab, 2019)، وتنظيم الهرمونات وتحديد مستويات الإثيلين في النبات (Peters et al., 2008).

**تأثير بعض عناصر مكافحة الكيميائية والحيوية لمرض اللفحة المبكرة في بعض المؤشرات النوعية لدرنات البطاطا/البطاطس**

لا تقتصر الأضرار التي يلحقها مرض اللفحة المبكرة على المجموع الخضري والإنتاجية فحسب، ولكنه يؤثر أيضاً في التركيب الكيميائي للدرنات الناتجة (Shahbazi et al., 2010). أظهرت النتائج (جدول 5) انخفاضاً معنوياً في نسبة المادة الجافة للمعاملات *B. bassiana*، *Bacillus subtilis*، *T. harizianum*، إذ بلغت 17.31، 17.70 و 16.73%، على التوالي، بالمقارنة مع 16.4% في معاملة الشاهد، وكانت أعلى نسبة للمادة الجافة في معاملي المبيدات الكيميائيتين cyazofamid و(cymoxanil + mancozeb) وسجلت 19.97 و 19.43%، على التوالي، وبفروق ظاهرية بينهما، في حين كانت أقل نسبة للمادة الجافة في معاملة الشاهد (16.40%)؛ وقد انعكس هذا على

## Abstract

Shaabo, A., N. Deeb, M. Mufleh, R. Zaydan, A. Haj Hasan, L. Adra, A. Askriyeh and N. Sakkour. 2022. Effect of Chemical and Biological Control Components in Protecting Potatoes from Infection with Early Blight Disease Caused by *Alternaria solani* and its Impact on Growth and Yield. Arab Journal of Plant Protection, 40(4): 325-333. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.4.325333>

This study was carried out at Alsonawbar Station of the Agricultural Scientific Research Center in Lattakia, Syria during the spring of 2021 to evaluate the effect of different treatments for the control of potato early blight disease, and their effect on plant growth and potato yield and quality. Six treatments were evaluated: two chemical pesticides: Ranman 20% SC (cyazofamid), Moximate 50% WP (cymoxanil + mancozeb), three biological pesticides *Bacillus subtilis*, *Beauveria bassiana* and *Trichoderma harizianum*, in addition to the control. Results showed that Ranman treatment was superior, as it led to reduction of 20.18 and 5.61 % in disease severity and infection rate, respectively, two weeks after treatment, with a decrease of 25.80 and 20.46 %, respectively, compared to the control. With the same treatment, the leaf area and leaf area index reached 8438.75 cm<sup>2</sup>/plant and 3.45 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, respectively, with an increase of 4827.75 cm<sup>2</sup>/plant, and 1.97 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> over the control treatment. Results also showed the superiority of *Bacillus subtilis* treatment in terms of tubers number, tubers weight, yield, and the proportion of marketable yield which reached 8.16 tuber/plant, 93.47 g/tuber, 3126.94 kg/donum, 95.30% marketable yield, respectively, which represented a reduction rate of 20.09%, 30.99%, 42.31%, 9.72%, respectively, over the control treatment. In addition, results showed that the highest dry matter and starch content was obtained in response to the chemical pesticides treatments.

**Key words:** *Alternaria solani*, potato, chemical control, biological control, production.

**Affiliation of authors:** A. Shaabo<sup>1\*</sup>, N. Deeb<sup>1</sup>, M. Mufleh<sup>2</sup>, R. Zaydan<sup>3</sup>, A. Haj Hasan<sup>1</sup>, L. Adra<sup>1</sup>, A. Askriyeh<sup>1</sup> and N. Sakkour<sup>1</sup>. (1) Lattakia Research Center, General Authority of Scientific Agricultural Research, Syria; (2) General Authority of Scientific Agricultural Research, Damascus, Syria; (3) Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. \*Email address of corresponding author: [alisar.nadeem@yahoo.com](mailto:alisar.nadeem@yahoo.com)

## References

- foliage maturity type and skin type in Brazil. Australasian Plant Pathology, 41: 139–155. <https://doi.org/10.1007/s13313-011-0102-6>
- Esmael T.A.M, R.M.A. El-Kholy, M.F. El-Tawil and M.M. El-Hassawy.** 2020. Evaluation of the efficacy of some chemical fungicides and bio fungicides for controlling early blight disease in potato under field conditions. Egyptian Scientific Journal of Pesticides, 6(4): 1–9.
- FAOSTAT.** 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. Available online: <http://faostat3.fao.org/home>
- Ganie, S.A, M.Y. Ghani, Q. Anjum, Q. Nissar, S.U. Rehman and W.A. Dar.** 2013. Integrated management of early blight of potato under Kashmir valley conditions. African Journal of Agricultural Research, 8(32): 4318-4325. <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7066>
- Husain, A., Md.M. Rashid, N. Akhtar, N. Abdul Muin and G. Ahmad.** 2020. In-vitro evaluation of fungicides at different concentrations against *Alternaria solani* causing early blight of potato. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(4): 1874-1878. <https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i4z.12026>
- Keunen, E., D. Peshev, J. Vangronsveld, E.W. Van Den and A. Cuypers.** 2013. Plant sugar are crucial players in the oxidative challenge during abiotic stress: extending the traditional concept. Plant Cell Environment, 36(7): 1242-1255. <https://doi.org/10.1111/pce.12061>
- Lal, M., S. Yadav, V. Singh and M. Nagesh.** 2016. The use of bio-agents for management of potato diseases. In: Plant Growth. Everlon Cid Rigobelo (ed.). IntechOpen, London. 232 pp. <https://doi.org/10.5772/64853>
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2021. قسم الإحصاء، مديرية الإقتصاد الزراعي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية. <https://doi.org/10.2991/isils-19.2019.1>
- [Annual Agricultural Statistics Records. 2021. Statistics Division, Directorate of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Damascus, Syria (In Arabic).]
- AOAC.** 1970. Official methods of analysis. 11<sup>th</sup> edition, Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., 1015 pp.
- Aldiba, A. and I. Iskov.** 2019. Biological control of early blight on potato caused by *Alternaria solani* by some bioagents. Advances in Biological Sciences Research, 7:1-5. <https://doi.org/10.2991/isils-19.2019.1>
- Anonymous.** 1991. Different types of food made by potato. Agricultural information Service, Farm gate, Dhaka 15, Bangladesh. 6 pp.
- Awan, Z.A. and A. Shoaib.** 2019. Combating early blight infection by employing *Bacillus subtilis* in combination with plant fertilizers. Current Plant Biology, 20: 100125. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2019.100125>
- Beadle, L.C.** 1989. Techniques in bio productivity and photosynthesis. Pergamon press. Oxford New York. Toronto. 324 p.
- Chaerani, R., R. Groenwold, P. Stam and R.E. Voorrips.** 2007. Assessment of early blight (*Alternaria solani*) resistance in tomato using a droplet inoculation method. Journal of General Plant Pathology, 73: 96-103. <https://doi.org/10.1007/s10327-006-0337-1>
- Dospekhov. P.A.** 1985. Ways of fields experiment design. Moscow. Kolos. 351 pp. (In Russian).
- Duarte, H.S.S., L. Zambolim, E.S.G. Mizubuti, J.G. Pádua, J.I. Ribeiro Júnior, E.L. Carmo and A.F. Nogueira Júnior.** 2012. The field resistance of potato cultivars to foliar late blight and its relationship with

## المراجع

- Alternaria solani* causing early blight of potato in Canada. *Plant Disease*, 92(12): 1707-1707.  
<https://doi.org/10.1094/PDIS-92-12-1707B>
- Purwantisari, S., A. Priyatmojo, R.P. Sancayaningsih, R.S. Kasiamdari and K. Budihardj.** 2018. The Resistance of Potatoes by Application of *Trichoderma viride* Antagonists Fungi. *E3S Web of Conferences*, 73: 06014.  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187306014>
- Rosenzweig, N., Z.K. Atallah, G. Olaya, and W.R. Stevenson.** 2008. Evaluation of QoI fungicide application strategies for managing fungicide resistance and potato early blight epidemics in Wisconsin. *Plant Disease*, 92(4): 561-568.  
<https://doi.org/10.1094/PDIS-92-4-0561>
- Savary, S., A. Ficke, J.N. Aubertot and C. Hollier.** 2012. Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. Springer link. *Food Security*, 4: 519-537.  
<https://doi.org/10.1007/s12571-012-0200-5>
- Shahbazi, H., H. Aminian, N. Sahebani and D.A. Halterman.** 2010. Biochemical evaluation of resistance responses of potato to different isolates of *Alternaria solani*. *Phytopathology*, 100(5): 454-459.  
<https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-5-0454>
- Shikodrits. A.O.F.** 2007. *Potato (Production biology and techniques)*. Rio publishing. 400 pp. (In Russian).
- Singh, A., N. Shukla, B.C. Kabadwal, A.K. Tewari and J. Kumar.** 2018. Review on plant *Trichoderma*-pathogen interaction. *International Journal of Current Microbiological Applied Sciences*, 7 (2): 2382-2397.  
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.291>
- Singh, V., A. Shrivastava, S. Jadon, N. Wahi, A. Singh and N. Sharma.** 2015. *Alternaria* diseases of vegetable crops and its management control to reduce the low production. *International Journal of Agricultural Sciences*, 7(13): 834-840.
- Thompson, H.C. and W.C. Kelly.** 1957. *Vegetable crops*, 5<sup>th</sup> Edition Mc Graw. Hill Book Co. New York. 611 pp.
- Watson, D.J.** 1952. The physiological basis of variation in yield. *Advances in Agronomy*, 4: 101-145.  
[https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60307-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60307-7)
- Weller, S.C., A.K. Culbreath, L. Gianessi and L.D. Godfrey.** 2014. The Contributions of Pesticides to Pest Management in Meeting the Global Need for Food Production by 2050. Council for Agricultural Science and Technology, Iowa, USA. 28 pp.
- Yellareddygar, S.K.R., J.S. Pasche, R.J. Taylor and N.C. Gudmestad.** 2016. Individual participant data meta-analysis of foliar fungicides applied for potato early blight management. *Plant Disease*, 100(1): 200-206.  
<https://doi.org/10.1094/PDIS-05-15-0530-RE>
- Landschoot, S., J. De Reu, K. Audenaert, P. Vanhaverbeke, G. Haesaert, B. De Baets and W. Waegeman.** 2017. Potentials and limitations of existing forecasting models for *Alternaria* on potatoes: challenges for model improvement. *Potato Research*, 60: 61-76.  
<https://doi.org/10.1007/s11540-017-9341-4>
- Leiminger, J. and H. Hauslanden.** 2007. Early blight: influence of different varieties. pages 113-116. In proceeding of Tenth Workshop of an European Network for development of an Integrated Control Strategy of potato late blight. 2-5 May, 2007. Bologna, Italy. Special Report, 12.
- Mantzoukas, S and P.A. Eliopoulos.** 2020. Endophytic entomopathogenic fungi: a valuable biological control tool against plant pests. *Applied Sciences*, 10(1): 360.  
<https://doi.org/10.3390/app10010360>
- Meno, L., O. Escuredo., M.S. Rodríguez-Flores and M.C. Seijo.** 2019. Interrupted wet period (IWP) to forecast the aerial alternaria in potato crops of A Limia (Spain). *Agronomy*, 9(10): 585-598.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy9100585>
- Morgan, G.D, W.R. Stevenson, A.E. MacGuidwin, K.A. Kelling, L.K. Binning and J. Zhu.** 2002. Plant pathogen population dynamics in potato fields. *Journal of Nematology*, 34(3): 189-193.
- Mulugeta, T., J-B. Muhinyuza, R. Gouws-Meyer, L. Matsaunyane, E. Anderasson, and E. Alexandersson.** 2020. Botanicals and plant strengtheners for potato and tomato cultivation in Africa. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2): 406-427.  
[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62703-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62703-6)
- Nielson, B.J., I.K. Abuley and H. Hansen.** 2018. Control of late blight (*Phytophthora infestans*) and early blight (*Alternaria solani*) in potatoes. Pp. 67-88 In: *Applied Crop Protection 2018*. DCA, AARHUS University, Denmark. 133 pp.
- Nuppenau, W., K.H. Kohler, S. Kogel, J. Schnell and J. Sauerborn.** 2015. Resistance induction in the pathosystem tomato *Alternaria solani*. Ph.D. Thesis, University of Giessen-Hesse, Germany.
- Ownley, B.H., M.R. Griffin, W.E. Klingeman, K.D. Gwinn, J.K. Moulton and R.M. Pereira.** 2008. *Beauveria bassiana*: Endophytic colonization and plant disease control. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98(3): 267-270.  
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2008.01.010>
- Pasche, J.S., C.M. Wharam and N.C. Gudmestad.** 2004. Shift in sensitivity of *Alternaria solani* in response to QoI fungicides. *Plant Disease*, 88(2): 181-187.  
<https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.2.181>
- Peters, R.D., K.A. Drake, N.C. Gudmestad, J.S. Pasche and T. Shinnars-Carnelley.** 2008. First report of reduced sensitivity to a QoI fungicide in isolates of

Received: March 16, 2022; Accepted: June 15, 2022

تاریخ الاستلام: 2022/03/16؛ تاریخ الموافقة على النشر: 2022/6/15