مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الثالث والعشرون - المجلد التاسع - علوم الحياة - آب 2024 م
doi.org/10.52866/esj.2023.09.23.16

مراجعة عن
فطر الالترناريا *Alternaria* في العراق

ضحى محمد جلوب [1]، محمد ياسين خضير[1] ، عدي عطا حمادي[2]
[1] قسم علوم الحياة / كلية التربية / الجامعة العراقية
[2] قسم الفيزياء / كلية التربية / الجامعة العراقية

مستخلص

يعد فطر الالترناريا *Alternaria* من مسببات الأمراض المعروفة والمنتشرة على نطاق واسع على مستوى العالم ، والتي تُسبب العديد من الأمراض النباتية التي تصيب المحاصيل وأهمها مرض اللفحة المبكرة Early blight الذي يسببه بشكل رئيسي *Alternaria solani* وانواع اخرى من هذا الفطر وهو أحد أكثر الأمراض الفطرية الذي يسبب خسائر اقتصادية تتراوح ما بين ٪35–80 في المحاصيل وخاصة العائلة الباذنجانية التي تضم الطماطة والبطاطا والباذنجان لذا في هذه تم إجراء مسح لدراسة إمراضية هذا الفطر وانتشاره في الأراضي الزراعية العراقية.

الكلمات المفتاحية : الامراضية ، الانتشار، الفطريات الناقصة ، الفطرية الهوائية .

A review on the Alternaria fungus in Iraq

Doha Mohammed Challob , Mohammed Yaseen Khdiar , Oday Atta Hammadi
[1]Biology Department / College of Education / Al-Iraqia University
[2] Physics Department / College of Education / Al-Iraqia University

Abstract :

Alternaria is a known and widely distributed pathogen worldwide that causes many plant diseases affecting crops such as early blight which is the most important diseases. This disease causes economic losses between 35% and 80% agricultural crops especially Solanaceae family, including tomatoes, potatoes and eggplants. In This study, a survey was conducted to study the pathogenicity of and *Alternaria* spp. and their spread in Iraqi agricultural lands.

المقدمة

الالترناريا Alternaria فطر ممرض ينتمي إلى شعبة الفطريات الناقصة *Deuteromycota* ، التي تتميز بعدم وجود طور جنسي فيها (Stewart et al., 2011)، تتواجد الالترناريا في المناطق ذات الرطوبة العالية ودرجات حرارة مرتفعة نسبياً تتراوح ما بين (24–29)(Chae-rani & Voorrips, 2006). هو من الأَجناس الفطرية الهوائية واسعة الانتشار والذي تعيش أَنواعه أما مترممة أو بشكل فطريات مرافقة أو متطفلة على النبات. وتتواجد بشكل مترافق مع مدى واسع من المواد الأَساسية سواء كانت بذور أَو نباتات أَو منتجات زراعية أَو حيوانات أَو تربة أَو الهواء (Woudenberg et al., 2013) ، عرفت أَنواع Alternaria على أَنَّها مسبِّبات مرضية الخطرة التي تسبب العديد من الأمراض المهمة ذات التأثير المدمر على المحاصيل النباتية سواء قبل الحصاد أو بعده ،كما أَنَّها تعد عامل مسبب لمرض Phaeohyphomycosis عند الاشخاص قليلي المناعة (Woudenberg et al., 2013) . يعد مرض اللفحة المبكرة على محاصيل العوائل النباتية ، وخاصةً العائلة الباذنجانية من أَهم الامراض التي يسببها *Alternaria* والذي يؤدي إِلى خسائر في المحصول تصل الى 78٪ في معظم الاحيان (Gannibal et al., 2014).

في السنوات الأخيرة ، ازداد الأهتمام بفطر الالترناريا بسبب تأثيره الكبير على صحة الانسان وغذائه ومحيطيه (Woudenberg et al., 2013) لذا اكتسبت بحوث التشخيص السريع والحد من انتشار انواع الالترناريا قيمة كبيرة للباحثين وعلماء الفطريات .لذا هدفت الدراسة الى اجراء مسح عام للفطر الالترناريا وامراضيته في العراق .

جنس Alternaria

التصنيف العلمي لفطر الالترناريا (Thomma, 2003):

Kingdom: *Fungi*
Sub kingdom: *Eumycotera*
Phylum: *Deuteromycota*
Class: *Hypomycetes*
Order: *Moniliales*
Family: *Dematiaceae*
Genera: *Alternaria* spp.

تم وصف جنس *Alternaria* في الأصل بواسطة Nees في عام 1817 مع *Alternaria tenuis* باعتباره النوع والعضو الوحيد في الجنس الذي تم اكتشافه في ذلك الحين (Rotondo, 2011) . بعدها تم تسجيل أَكثر من 360نوع من جنس *Alternaria* في جميع أنحاء العالم حيث تشمل الكثير من الأنواع المسببة للأمراض النباتية والمهمة اقتصاديا مثل *A. alternata* و *A. arbo-rescens* و *Alternaria radicina* و *Alternaria bras-sicae* و *A. brassicicola* و *A. solani* (Escrivá et al., 2017) . تعتبر الالترناريا من الفطريات اللاجنسية حيث تفتقر معظم أنواعها إِلى التكاثر الجنسي (Stewart et al., 2011). بالرغم من ذلك هناك عدد قليل من الأنواع التي لديها طور جنسي في دورة حياتها وضعت في شعبة الفطريات الكيسية Ascomycota ضمن عائلة Pleosporaceae (Lawrence et al., 2016) ، . يتميز جنس الالترناريا بتكوين كونيديا متعددة الأشكال إما منفردة أَو في سلاسل قصيرة أَو طويلة تحتوي على حواجز مقطعة بشكل طولي أَو مائل لها مناقير طويلة أَو قصيرة. تتواجد سبورات هذه الفطريات بشكل شائع في الغلاف الجوي (Nayyar et al., 2014). تعتبر الالترناريا من الفطريات الهوائية واسعة الإِنتشار يعيش

عادة إما مترمم موجود على الأنسجة النباتية المتحللة، أَو بشكل فطريات داخلية تعيش داخل النبات دون أَنْ تسبب تأثيرات سلبية واضحة على النبات المضيف أَو بشكل مسببات مرضية للإنسان كما أَنَّ بعضها يسبب أمراضا للنباتات منها اللفحة المبكرة مما يؤدي إِلى خسائر كبيرة في المحصول للعديد من المحاصيل النباتية المهمة بما فيها الخضروات الباذنجانية والقرعية والكرنبية (Lo-ganathan et al., 2016; Woudenberg et al., 2013).

Alternaria alternata

A. alternata أكثر أنواع الالترناريا شيوعاً (Kuśtr-zeba-Wójcicka et al., 2014) . في بداية اكتشافها كان يطلق عليها *Alternaria tenuis* . *A. alternata* هو أحد مسببات الأمراض الفطرية التي تسبب تبقع الأوراق والتعفن واللفحة على العديد من أجزاء النبات على أكثر من 380 نوعا مضيفا من النباتات. والتي تتسبب في خسائر فادحة في العائد الاقتصادي. ولديه القدرة على التسبب في خسارة الغلة بنسبة٪30 وخسائر ما بعد الحصاد تصل إلى ٪10 (Dube, 2014). وقد تم الإبلاغ سابقاً عن A. alternata في باكستان كممرض مترمم على نبات الطماطم يسبب خسائر ما بعد الحصاد بنسبة عالية (Akhtar et al., 1994). ينتقل الفطر عن طريق الهواء ، ولديه قدرة طويلة على البقاء في بقايا النبات ، وله نطاق مضيف واسع من نباتات العائلة الباذنجانية (Chaerani & Voorrips, 2006). تبدأ اعراض الإِصابة على النبات المصاب باصفرار الاوراق السفلية وذبولها، وتتقدم صعودا في ظل ظروف الرطوبة العالية. غالبا ما تتطور الأعراض من أطراف الأوراق وعلى طول حواف سويقات الأوراق. عند الإِصابة شديدة، تتضخم الإِصابة على الاوراق وتتحد ، مما تسبب في تلف الأوراق. لوحظت دوائر متحدة المركز مع طبقات داكنة من السبورات في ظل ظروف رطبة على أجزاء الأوراق التالفة. ووجد أَنَّ العدوى في ظل ظروف مواتية تسبب تساقط شديد للأوراق، مع خسائر كبيرة في الغلة عندما تحدث قبل الإزهار (Akhtar et al., 2004).

Alternaria solani

الالترناريا سولاني *A. solani* أحد أنواع الالترناريا المهمة الذي يسبب مرض اللفحة المبكرة: لفحة الأوراق، والسيقان وتعفن ثمار على النباتات المصابة (Chaerani & Voorrips, 2006) . تم وصف A. so-lani لأول مرة من قبل إليس ومارتن (1882) بأسم *Macrosporium solani* Van der Waals et al.,) 2001) . لديه مجموعة واسعة من المضائف، وقد تسبب باللفحة المبكرة في الطماطم (*Solanum lycopersi-cum* L.) ، والبطاطس (*Solanum tuberosum* L.)، والباذنجان (*Solanum melongena* L.) ، والخس (*Lactuca sativa* L.)، والفلفل الحلو والفلفل الحار (*Capsicum* spp.) وأنواع أخرى من العائلة الباذنجانية (Mphahlele et al., 2020; Rotem, 1981) . *A. so-lani* مسؤول عن٪80 من الخسائر الاقتصادية التي يتكبدها منتجو الطماطم كل عام في العالم (Deepti, 2016) ، وقد تم الإبلاغ عن خسائر تصل إِلى ٪79 في كندا والهند والولايات المتحدة ونيجيريا نتيجة لأضرار اللفحة المبكرة (Chaerani & Voorrips, 2006; Gwary & Nahunnaro, 1998).

اللفحة المبكرة (**Early blight**)

اللفحة المبكرة (Early blight) هو أحد الأَمراض الورقية المهمة التي تسببه أنواع الالترناريا (Jindo et al., 2021). يمكن أَنْ تصيب اللفحة المبكرة النباتات المضيفة مثل نبات الطماطم (*Solanum lycopersicum* L.) ونبات الباذنجان (*Solanum melongena* L.) ونبات الفلفل (*Capsicum* spp). وغيرها من نباتات العائلة الباذنجانية أَو نباتات العوائل الأُخرى(Jones et al., 1991) . أَذ تسبب هذه الأَحياء خسائر كبيرة من

خلال تدميرا بطيئا للأنسجة المضيفة عن طريق تقليل من إمكانية القيام بعملية البناء الضوئي (Thomma, 2003) .

مرض اللفحة المبكرة مسؤول عن خسائر اقتصادية في المحاصيل في جميع أنحاء العالم في المزارع في الولايات المتحدة الأمريكية واستراليا والمملكة المتحدة والبرازيل والهند ، تتراوح الخسائر الناجمة عن هذا المرض من 80-35٪ (Bessadat et al., 2017)، وتتكبد خسائر فادحة للمحاصيل الباذنجانية في كل من مراحل ما قبل الحصاد وما بعد الحصاد عن طريق تقليل الانتاج بنسبة تصل إلى 70-35٪ (El-Ganainy et al., 2021) ، ويمكن أَنْ يؤدي مرض اللفحة المبكرة إلى خسائر تصل إلى 20٪ لانتاج البطاطا و 78٪ لانتاج الطماطم(Rotem, 1994) . من أشهر أنواع الالترناريا التي تسبب مرض اللفحة المبكرة *Alternaria Alternaria* و *A. alternata* و *A. solani* (Adhikari et al., 2017). تحدث الإصابة عادة في المناطق ذات الأمطار الغزيرة والرطوبة العالية، ودرجات الحرارة المرتفعة تتراوح ما بين (24-29) (Chaerani & Voorrips, 2006) .

تم تسجيل إصابات في مجموعة واسعة من مناطق الشرق الأوسط حيث تم تسجيل إصابة في لبنان على نباتات الطماطم في عام 2021 (Habib et al., 2021) ، وفي عام 2018 تم تسجيل إصابة في محافظة خراسان رضوي في إيران على العائلة الباذنجانية وخاصة الطماطم (Ramezani et al., 2019) . وفي تركيا تم عزل *A. solani* من أوراق البطاطا المصابة في عام 2011 (Yanar et al., 2011) . بالإضافة إلى ذلك ، تم تسجيل إصابة على نبات الفستق (Pistacia vera L) في مرض اللفحة المبكرة في تركيا (Ozkilinc et al., 2017) . تم عزل *A. solani* من أوراق الطماطم والفواكه ودرنات البطاطس التي تظهر عليها أعراض اللفحة المبكرة، وتم جمعها خلال مواسم المحاصيل 2018-2019 من مناطق زراعة المحاصيل الرئيسية وهي أسوان والبحيرة وبني سويف والجيزة وكفر الشيخ وقنا والشرقية في مصر (El-Ganainy et al., 2021) . وفي عام 2007 تم تسجيل اللفحة المبكرة على أوراق الطماطم في الأردن (المفرق في شمال الأردن (Goussous et al., 2010).

وفي العراق ، تم تسجيل إصابة الطماطم المصابة باللفحة المبكرة في بغداد (مديرية وقاية النبات ، وزارة الزراعة) (Ahmed et al., 2023) ، كما تم تسجيل إصابة نباتات العائلة الباذنجانية باللفحة المبكرة في البصرة (أبو الخصيب، الزبير، صفوان، الكرمة علي، الحارثة، صفوان والفيحاء) (Al-Saad et al., 2018; Matrood & Rhouma, 2021).

أعراض المرض

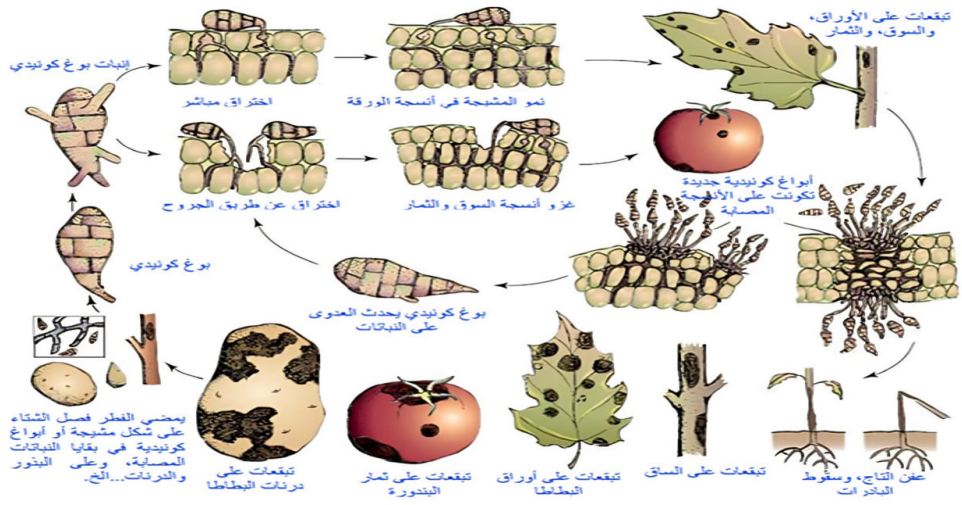
يمكن أَنْ تصاب جميع الأجزاء الموجودة فوق سطح الأرض من النباتات بفطر *A. solani* (Sherf & MacNab, 1986). حيث يشار للأعراض التي تظهر على أَوراق النبات باللفحة المبكرة وعلى الأعراض التي تظهر على الساق بتعفن التاجي في الشتلات ولفحة الساق في مرحلة النبات البالغ ، وعلى الثمار بتعفن الثمار (Walker, 1952) . تبدأ أعراض مرض اللفحة المبكرة بشكل إصابة داكنة اللون تؤدي إلى تنخر الأَوراق حيث تبدأ الإصابة في الأَوراق السفلية القديمة، ثم تنتشر بالأَوراق العليا عند تقدم النبات بالعمر (Sherf & MacNab, 1986) . عندما تتضخم الإصابة تصبح بشكل دوائر متحدة المركز تعرف Target board وغالباً ما تكون محاطة بمنطقة صفراء من أنسجة العائل، والتي فيما بعد تتضخم الدوائر وتتحد مع بعضها البعض فيتسبب باصفرار الأَوراق وتساقطها ، وذلك عندما تصبح الإصابة شديدة (Sherf & MacNab, 1986). أيضاً هناك إصابة كبيرة وداكنة اللون تظهر أسفل سيقان الشتلات أَو النبات تعرف بالتعفن التاجي (Sherf & MacNab, 1986) . بعدها تصاب الشتلات

بالضعف ، وقد تموت عندما يصاب الجذع الرئيسي وفروعه بأكملها باللفحة ، وعندها تظهر دوائر صغيرة داكنة اللون غائرة في النبات تبدأ بالتضخم حيث تشكل بقع بنية داكنة اللون ممتدة على طول الساق مماثلة لتلك التي تظهر على الأَوراق (Walker, 1952) .

أما في الثمار سواء الثمار غير الناضجة أَو الناضجة فتظهر الأَعراض بشكل بقع داكنة اللون غائرة عند منطقة اتصال الثمار بالنبات ، ثم تتطور في معظم الاحيان إِلى دوائر متحدة المركز متميزة ومماثلة لتلك الموجودة على الأَوراق (Sherf & MacNab, 1986) ،علما أَنَّ الثمار شبه ناضجة هي أكثر عرضة للأصابة من الثمار الناضجة والتي غالباً ما تسقط قبل النضج (Mehta et al., 1975)، وفي الأَنواع الحساسة للإِصابة فأنه في الغالب يصاب الكأس والزهرة بالمرض (Pan-dey et al., 2003).

امراضية ودورة حياة المرض

تحت ظروف الرطوبة وفي نطاق واسع من درجات الحرارة 32 – 8 تنبت الكونيديا لتنتج انبوباً جرثومياً واحداً أَو أكثر، بعد ذلك يتم اختراق خلايا البشرة للنبات المضيف مباشرة عن طريق اختراق الأَوراق أَو تدخل من خلال الثغور أَو الجروح (Agrios, 2005; Peréz, 1999; Sherf & MacNab, 1986) . يمكن أَنْ يحدث الإِختراق عند درجات حرارة تتراوح بين 10–25 (Sherf & MacNab, 1986) . يتم تسهيل استعمار المضيف من قبل المسبب المرضي عن طريق أَنزيمات السليليز و البكتينيز والتي تحلل جدار الخلية المضيفة وبالتالي تزيد من القدرة الإِمراضية للمسبب المرضي (Ramezani et al., 2019) ، وكذلك حامض الالترنارك Alternaric acid وهو سم يقتل الخلايا المضيفة، ويمكن العامل الممرض من استخلاص العناصر الغذائية من الخلايا الميتة (Langsdorf et al., 1991). تصبح الإِصابة مرئية بعد يومين إلى ثلاثة أيام من الإِصابة ويحدث انتاج السبورات بعد ثلاثة إلى خمسة أيام (Sherf & MacNab, 1986). يعيش الفطر بين المحاصيل كخيط فطري أَو كونيديا في التربة أَوحطام النبات أَو في البذور (Sherf & MacNab, 1986) . أيضا يمكن أَنْ تكون السبورات الكلاميدية بمثابة عناصر الفطر للبقاء على قيد الحياة. (Patterson, 1991) لذلك فإنَّ دورة حياة A. solani تشمل التربة والبذور و الهواء الذي يجعل من الصعب السيطرة على العامل الممرض عن طريق تناوب المحاصيل والتدابير الصحية (Chaerani & Voorrips, 2006) .



الشكل 1 : يبين كيفية حدوث الإِصابة وتطور المرض التي يسببها الالترناريا سولاني (Agrios, 2005)

انتاج السموم

تم التعرف على أحد عشر مادة سامة في مزارع فطر A. solani (Montemurro, 1992) . من بين هذه العناصر Alternaric acid و Solanapyron A, B, C قادرة على إحداث أعراض نخرية مشابهه لأعراض اللفحة المبكرة (Montemurro, 1992). يعد Alternaric acid أحد السموم الرئيسية الموجودة في المزارع الفطرية (Brian et al., 1952)، وربما يكون السم الرئيسي لتطور الأَعراض النخرية Necrotic واصفرار الأَوراق Chlorotic (GS, 1951) . Alternaric acid موجود في السبورات الساكنة ويتم انتاجه وإِطلاقه في السبورات التكاثرية (Langsdorf et al., 1990) . علما أَنَّ هذا النوع لا يسبب سمية نباتية عند رشه بمفرده على أوراق الطماطم ، لكنه يعتبر عامل معزز لعملية الإِصابة وتطور أعراض التنخر عند تواجده في المعلق البوغي للالترناريا سولاني (Langsdorf et al., 1990).

المبيدات المستخدمة ضد مرض اللفحة المبكرة في العراق .

في العراق، تم استخدام العديد من المبيدات ضد اللفحة المبكرة على النباتات المسجلة لدى وزارة الزراعة (اللجنة الوطنية لتسجيل واعتماد المبيدات ،2024) كما في (الجدول 1) : ومن الواضح أنَّ جميع المبيدات المستعملة هي مبيدات تذوب في الأَحماض الدهنية ولا تذوب بالماء (عدا مبيدات النحاس والتي تعتبر قليلة الذوبان بالماء) وبالتالي فإنَّ هذه المبيدات سوف تتراكم في الأَنسجة الحية (El-Nahhal et al., 2013) . وقد أَثبتْ الدراسات أَنَّ تراكم هذه المواد له علاقة بالإصابة بأمراض السرطان () .

الجدول (1) يبين المبيدات المستخدمة ضد اللفحة المبكرة في العراق (اللجنة الوطنية لتسجيل واعتماد المبيدات ،2024)

المادة الفعالة	التركيز	Log k_{ow}
Thiophanate Methyl	**45%**	**1.4**
Difenoconazol	**250g/L**	**4.4**
Difenoconazol +Azoxystrobin	**325g/ L**	**4.4+2.5**
Mandipropamid + Difenoconazole	**200g/L, 250g/ L**	**3.2+4.4**
Propamocarb Hydrochloride	**722g/ L**	**1.12**
Pydiflumetofen +Difenoconazole	**125g/ L**	**4.4 + 3.8**
Azoxystrobin	**25%**	**2,5**
Cymoxanil +Famoxadone	**25%** **25%**	**4.65 + 0.67**
Copper oxychloride	**50%**	**0.44**
Copper hydroxid	**g/Kg 400**	**0.44**
Cymoxanil + Copper Oxychlorid	**4.2%** **66%**	**0.67+0.44**

molecular characterization of large-spored Alternaria species associated with potato and tomato early blight in Egypt. *Int. J. Agric. Biol*, 25, 1101–1110.

- El-Nahhal, Y., Radwan, A., & Radwan, A. M. (2013). Human health risks: Impact of pesticide application. *Journal of Environment and Earth Science*, 3(7), 199–209.
- Escrivá, L., Font, G., Manyes, L., & Berrada, H. (2017). Studies on the presence of mycotoxins in biological samples: An overview. *Toxins*, 9(8), 251.
- Gannibal, P. B., Orina, A. S., Mironenko, N. V, & Levitin, M. M. (2014). Differentiation of the closely related species, Alternaria solani and A. tomatophila, by molecular and morphological features and aggressiveness. *European Journal of Plant Pathology*, 139, 609–623.
- GS, P. (1951). The production of a toxic material by Alternaria solani and its relation to the early blight disease of tomato. *Phytopathology*, 41, 1104–1114.
- Gwary, D. M., & Nahunnaro, H. (1998). Epiphytotics of early blight of tomatoes in Northeastern Nigeria. *Crop Protection*, 17(8), 619–624.
- Kustrzeba-Wójcicka, I., Siwak, E., Terlecki, G., Wolańczyk-Mędrala, A., & Mędrala, W. (2014). Alternaria alternata and its allergens: a comprehensive review. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 47, 354–365.
- Langsdorf, G., Furuichi, N., Doke, N., & Nishimura, S. (1990). Investigations on Alternaria solani infections: detection of alternaric acid and a susceptibility-inducing factor in the spore-germination fluid of A. solani. *Journal of Phytopathology*, 128(4), 271–282.
- Langsdorf, G., PARK, P., & NISHIMURA, S. (1991). Investigations on Alternaria solani Infections Effect of Alternaric Acid on the Ultrastructure of Tomato Cells. *Japanese Journal of Phytopathology*, 57(1), 32–40.
- Lawrence, D. P., Rotondo, F., & Gannibal, P. B. (2016). Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus Alternaria. *Mycological*

المصادر

- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology*. Elsevier.
- Akhtar, K. P., Matin, M., Mirza, J. H., Shakir, A. S., & Rafique, M. (1994). Some studies on post-harvest diseases of tomato fruits and their chemical control. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 6(2), 125–129.
- Akhtar, K. P., Saleem, M. Y., Asghar, M., & Haq, M. A. (2004). New report of Alternaria alternata causing leaf blight of tomato in Pakistan. *Plant Pathology*, 53(6), 816.
- Al-Saad, L. A., Al-Yousuf, A. A., & Mezaal, M. M. (2018). First record of tomato late blight in Basrah province (Short Notes). *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 31(2), 65–67.
- Bessadat, N., Berruyer, R., Hamon, B., Bataille-Simoneau, N., Benichou, S., Kihal, M., Henni, D. E., & Simoneau, P. (2017). Alternaria species associated with early blight epidemics on tomato and other Solanaceae crops in northwestern Algeria. *European Journal of Plant Pathology*, 148, 181–197.
- Brian, P. W., Elson, G. W., Hemming, H. G., & Wright, J. M. (1952). The phytotoxic properties of alternaric acid in relation to the etiology of plant diseases caused by Alternaria solani (Ell. & Mart.) Jones & Grout. *Annals of Applied Biology*, 39(3), 308–321.
- Chaerani, R., & Voorrips, R. E. (2006). Tomato early blight (Alternaria solani): the pathogen, genetics, and breeding for resistance. *Journal of General Plant Pathology*, 72, 335–347.
- Deepti, S. (2016). *Eco friendly management of Early Blight of Tomato caused by Alternaria solani in Faridabad District*.
- Dube, J. P. (2014). *Characterization of Alternaria alternata isolates causing brown spot of potatoes in South Africa*. University of Pretoria.
- El-Ganainy, S. M., El-Abeid, S. E., Ahmed, Y., & Iqbal, Z. (2021). Morphological and

- Ramezani, Y., Taheri, P., & Mamarabadi, M. (2019). Identification of Alternaria spp. associated with tomato early blight in Iran and investigating some of their virulence factors. *Journal of Plant Pathology*, 101, 647–659.
- Rotem, J. (1981). *Fungal diseases of potato and tomato in the Negev Desert*.
- Rotondo, F. (2011). *Study of Italian isolates of Alternaria spp.: molecular and morphological characterization and pathogenesis on apple tree*.
- Sherf, A. F., & MacNab, A. A. (1986). *Vegetable diseases and their control*. John Wiley & Sons.
- Stewart, J. E., Kawabe, M., Abdo, Z., Arie, T., & Peever, T. L. (2011). Contrasting codon usage patterns and purifying selection at the mating locus in putatively asexual Alternaria fungal species. *PloS One*, 6(5), e20083.
- Thomma, B. P. H. J. (2003). Alternaria spp.: from general saprophyte to specific parasite. *Molecular Plant Pathology*, 4(4), 225–236.
- Van der Waals, J. E., Korsten, L., & Aveling, T. A. S. (2001). A review of early blight of potato. *African Plant Protection*, 7(2), 91–102.
- Walker, J. C. (1952). Diseases of vegetable crops. *Diseases of Vegetable Crops*.
- Woudenberg, J. H. C., Groenewald, J. Z., Binder, M., & Crous, P. W. (2013). Alternaria redefined. *Studies in Mycology*, 75(1), 171–212.

Progress, 15, 1–22.

- Loganathan, M., Venkataravanappa, V., Saha, S., Rai, A. B., Tripathi, S., Rai, R. K., Pandey, A. K., & Chowdappa, P. (2016). Morphological, pathogenic and molecular characterizations of Alternaria species causing early blight of tomato in Northern India. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 86, 325–330.
- Matrood, A., & Rhouma, A. (2021). Efficacy of foliar fungicides on controlling early blight disease of Eggplant, under laboratory and greenhouse conditions. *Novel Research in Microbiology Journal*, 5(3), 1283–1293.
- Mehta, P., Vyas, K. M., & Saksena, S. B. (1975). Pathological studies on fruit rot of tomato caused by Alternaria solani and A. tenuis. *Indian Phytopathology*, 28(2), 247–252.
- Montemurro, N. (1992). Alternaria metabolites-chemical and biological data. *Alternaria: Biology, Plant Diseases and Metabolites*, 449–557.
- Mphahlele, G. H., Kena, M. A., & Manyevere, A. (2020). Evaluation of aggressiveness of Alternaria solani isolates to commercial tomato cultivars. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 53(11–12), 570–580.
- Nayyar, B. G., Akhund, S., & Akram, A. (2014). A review: management of Alternaria and its mycotoxins in crops. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 3(4), 432–437.
- Pandey, K. K., Pandey, P. K., Kalloo, G., & Banerjee, M. K. (2003). Resistance to early blight of tomato with respect to various parameters of disease epidemics. *Journal of General Plant Pathology, 69*, 364–371.
- Patterson, C. L. (1991). Importance of chlamydospores as primary inoculum for Alternaria solani, incitant of collar rot and early blight on tomato. *Plant Disease*.
- Peréz, S. (1999). Infection of tomato cultivars by Alternaria solani (E & M) J & G. *Revista de Protección Vegetal*, 14, 1–5.