

رد فعل بعض هجن نبات البندورة إزاء الفطر *Fusarium oxysporum*. F. *sp. lycopersici* المسبب لمرض الذبول الوعائي تحت ظروف الزراعة نصف حقلية

ديما علي^{(1)*} و موسى السمارة⁽¹⁾ و أحمد أحمد⁽²⁾ و بشرى رزق⁽²⁾

(1). المعهد العالي لبحوث البيئة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

(2). مركز البحوث العلمية الزراعية، طرطوس، سورية.

(*المراسلة الباحثة: ديما علي، البريد الإلكتروني: dimaali473@gmail.com، هاتف: 0935799680)

تاريخ الاستلام: 2022/08/21 تاريخ القبول: 2023/03/29

الملخص:

يعد مرض الذبول الوعائي المتسبب عن الفطر (*FOL*) *Fusarium oxysporum* .f. *sp. lycopersici* أحد الأمراض الهامة اقتصادياً لمحصول البندورة إذ يسبب خسائر اقتصادية قد تصل في الحالات الشديدة إلى 80%. هدفت الدراسة إلى الحصول على بعض عزلات من الفطر (*FOL*) من نباتات بندورة مزروعة في بيوت محمية في ريف طرطوس تبدي أعراض الإصابة بمرض الذبول الوعائي، واختبار تأثيرها في بعض معايير النمو لعدة هجن من نباتات البندورة. نفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس خلال الموسم الزراعي (2020-2021). تم تحديد ما مجموعه اثني عشر عزلة على أنها (*FOL*) وفقاً لمواصفاتها المورفولوجية، ومن بين هذه العزلات، تم اختبار القدرة الإراضية لسبع عزلات (F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7) على ثلاثة هجن (سيدرا، مجدلينا، دومنا). مظهر المستعمرة للعزلات على مستنبت PDA متغير بشكل كبير. حيث أظهرت ألوان المستعمرات البيضاء والبيضاء المصفرة ونتائج إختبار الإراضية أن العزلة F1 كانت الأكثر شراسة بمتوسط 70.33%، بينما كانت العزلة F6 و F7 أقل شراسة بمتوسط 32 و 34.7% على التوالي. من ناحية أخرى، كان الهجين دومنا الأكثر حساسية لجميع العزلات مقارنة مع الهجين سيدرا ومجدلينا، كما أظهرت العزلة F1 تأثيراً سلبياً معنوياً على الهجين دومنا في طول النبات وعدد الأوراق والوزن الرطب والجاف للمجموعتين الخضري والجذري مقارنة بالشاهد السليم.

الكلمات المفتاحية: بندورة، *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*، عزلة، النمو، هجن.

المقدمة:

تعد البندورة (*Lycopersicon esculentum* Mill) من أهم محاصيل الخضار عالمياً (Silva and Bettio, 2005; Brookie et al., 2018)، وتصاب بعدد من الأمراض البكتيرية والفيروسية والفطرية، ويعد مرض الذبول الوعائي المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H. N. Hans من أهمها وأكثرها خطورة خصوصاً في البيوت المحمية (Hanaa et al., 2011)، إذ يسبب خسائر اقتصادية تتراوح بين 10-50% (Lukyanenko, 1991) وقد تصل في الحالات الشديدة إلى 80% (Huang and Lindhout, 1997). تبدأ أعراض المرض بالظهور على شكل اصفرار و ذبول الأوراق السفلية، و تمتد إلى أعلى النبات، وغالباً ما تجف الأوراق الصفراء والذابلة ثم تتساقط، ويحدث ذبول كامل للنبات

ويموت مبكراً منتجاً قليلاً من الثمار (Srinivas et al., 2019). وعند إجراء مقطع طولي في الساق الرئيسية (وخاصة فوق سطح التربة) يلاحظ تلون بني في الأوعية الناقلة، يمتد من الجذور إلى الساق وأحياناً باتجاه الأفرع ثم إلى أعناق الأوراق ويعد ذلك دليلاً في تشخيص المرض (Srinivas et al., 2019).

أجريت عديد من الدراسات في سورية حول اختلاف تأثير عزلات الفطر (FOL) في نمو نباتات البندورة، بإجراء عدوى اصطناعية لعدة عزلات على هجن مختلفة، فقد تراوحت شدة الإصابة بثمانية عزلات من الفطر FOL على الهجين أرجوان بين (16.76%-100%)، وكانت العزلة FO7 أكثرها شراسة ثم تلتها العزلة FO8 (رزق وآخرون، 2016)، من ناحية أخرى أشار خفطة (2018) عند دراسة قابلية خمسة هجن من نباتات البندورة للإصابة بالفطر FOL أن الهجين دومنا أكثر قابلية للإصابة تلاه الهجين لينا وسالي بنسبة (13%، 9%، 2.3%) على التوالي، بينما كان الهجين يسرا أكثر مقاومة بنسبة إصابة (0%). كما وجد بوهمة وآخرون في دراسة أجروها في ليبيا (2007) على هجن البندورة Marco و Plaza أن شدة الإصابة بالفطر (FOL) بعد 49 يوماً من العدوى وصلت إلى 72%، و 73.6% على التوالي. وقد سجل مرجان والجنابي (2015)، انتشار السلالتين Race1 و Race3 في العراق وكان لها تأثير متباين على استجابة بادرات بعمر ورقتين حقيقتين لهجين البندورة علا إذ تراوحت الأعراض بين عدم ظهور أي استجابة وبين الذبول والتقرم والاصفرار حسب نوع العزلة. وفي الهند تباينت نسبة الإصابة بعزلات الفطر *F.oxysporum* على هجين البندورة (Pant T-3) بين (0%-78.74%) (Mamata et al., 2013).

مبررات البحث وأهدافه:

نظراً للأهمية الاقتصادية والغذائية لمحصول البندورة ومدى خطورة مرض الذبول الوعائي الذي يصيب نبات البندورة في نمطي الزراعة المحمية والبلاستيكية في سورية، فقد هدف البحث إلى :

عزل الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* المسبب لمرض الذبول الوعائي على البندورة في طرطوس، واختبار رد فعل ثلاثة هجن من البندورة إزاء هذه العزلات.

مواد البحث وطرقه:

1- جمع العينات وعزل الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*:

جمعت عينات من نباتات بندورة تبدي أعراض ذبول واصفرار الأوراق من بيوت محمية موجودة في ريف طرطوس (الصفصافة وبحوزي والزرقات والخراب وضهر صفرا) حيث تتركز زراعة البندورة، للموسم الزراعي (2020-2021). ووضعت ضمن أكياس من البولي إيثيلين، وسجل عليها تاريخ الجمع واسم الموقع. ومن ثم نقلت إلى مخبر الأمراض الفطرية في مركز البحوث العلمية (عمريت-طرطوس) من أجل عزل الفطر المسبب، غسلت الجذور والجزء السفلي من الساق بالماء للتخلص من التربة، وجففت هوائياً بوضعها على ورق نشاف. ظهرت سطحياً بهيبوكلوريد الصوديوم 5% لمدة 3 دقائق ثم مرتين بالماء المعقم ونقلت إلى أوراق ترشيح للتخلص من الماء الزائد. وللتأكد من إصابة النبات بالفطر (FOL) تم إجراء مقطع طولي بالساق للتأكد من إصابة النبات بالفطر (FOL) من خلال تلون الأوعية الخشبية باللون البني. قطعت إلى قطع صغيرة 4 مم ووزعت بمعدل 3-4 قطع على مستنبت PDA (Potato, Dextrose, Agar) مدعم بالمضاد الحيوي Rociflex 1Gr، ومن ثم حضنت الأطباق عند درجة حرارة 24±2°م لمدة 7-11 يوماً (Chopada et al., 2014). تم حساب نسبة تردد الفطر FOL في العينات النباتية المدروسة من خلال استخدام المعادلة التالية (محمد وآخرون، 2017):

نسبة التردد % = (عدد عزلات النوع الواحد / عدد العزلات الكلي) × 100

تم التعرف على الفطر (FOL) حسب الصفات الشكلية للمستعمرات الفطرية (شكل المستعمرة ولونها)، وكذلك حسب صفات الحوامل والفياليديات والأبواغ الكونيدية الكبيرة والصغيرة والأبواغ الكلاميدية (Booth, 1971; Nelson *et al.*, 1983). زرعت العزلات المختارة بأخذ قرص من طرف مستعمرة فتية من كل عذلة بقطر 0.5 سم باستخدام ثاقبة الفلين ووضع على مستنبت PDA في مركز الطبق بمعدل ثلاث مكررات لكل عذلة، وحضنت الأطباق على درجة حرارة $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ، وأخذت قراءات قطر المستعمرات كل 48 ساعة حتى وصول ميسيليوم الفطر لإحدى العزلات إلى طرف الطبق، وحسب معدل النمو اليومي بقسمة قطر النمو الأعظمي للمستعمرة على عدد الأيام التي استغرقها النمو (Colak and Bicici, 2013).

2- اختبار القدرة الإراضية لعدة عزلات من الفطر على عدة هجن بندورة:

1-2- المادة النباتية: تألفت المادة النباتية من الجيل الأول لثلاثة هجن عائدة لثلاث شركات مختلفة وميمنة مواصفاتها في الجدول المرفق. (الجدول *).

الجدول(1): يبين مواصفات الهجن المستخدمة في الدراسة.

اسم الهجين	سيدر	دومنا	مجدلينا
المصدر	تشيلي	هولندا	البيرو
نسبة الإنبات %	85	85	85
النقاوة %	98	98	98

2-2- زراعة البذور والتشتيل: زرعت بذور هجن البندورة المذكورة سابقاً في صواني فلينية/ستريوبور مملوءة بتورب معقم، وتمت العناية بها حتى موعد التشتيل. ومن ثم نقلت الشتول بعمر 45 يوم (مرحلة تشكل 3-4 أوراق حقيقية) إلى البيت الزجاجي في قسم الحمضيات (مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس) وزرعت ضمن أكياس بلاستيكية سعة 5 كيلو غرام تحتوي خليطاً من التورب والتربة بنسبة (2:1 حجم/حجم) والمعمقين بالأوتوغلاف عند درجة حرارة 121°C لمدة 20 دقيقة، بمعدل شتلة واحدة في كل كيس (Nirmalandevi and Srinivas, 2012). استخدم نظام العشوائية الكاملة في تصميم التجربة حيث خصص لكل عذلة خمسة أكياس مع خمسة أكياس للشاهد السليم.

3-2 العدوى الاصطناعية بعزلات الفطر *F.oxysporum f. sp. lycopersici*: أجريت العدوى الصناعية بالعزلات الفطرية المختارة وبشكل منفرد عند تشتيل النباتات وذلك بتحضير معلق بوعي من مستعمرات فطرية بعمر ثمانية أيام حيث أضيف حول جذر كل نبات 35 مل من معلق بوعي 10^7 بوغة /مل، مع وخز الجذر بإبرة رفيعة معقمة. أما الشاهد السليم أضيف له 35 مل ماء معقم بعد وخز جذوره أيضاً بالإبرة المعقمة (Nirmalandevi and Srinivas, 2012).

4-2- أخذ القراءات:

روقت النباتات دورياً، حيث سجلت الأعراض الظاهرية على النباتات وأخذت قراءات طول النباتات وعدد الأوراق. وقدرت شدة الإصابة بالذبول الوعائي من خلال سلم الدرجات (Yamaguchi *et al.*, 1992):

0 عدم وجود أعراض

1 اصفرار وذبول الأوراق السفلية فقط

2 اصفرار وذبول الأوراق الوسطى والسفلية

4 اصفرار وذبول جميع الأوراق

5 موت النبات

وحسبت النسبة المئوية لشدة الإصابة بالمعادلة التالية:

شدة الإصابة % = (عدد نباتات كل درجة × قيمة الدرجة / العدد الكلي للنباتات × أعلى درجة في السلم) × 100
وعندما ظهرت أعراض الإصابة بمرض الذبول الوعائي على معظم نباتات الهجن المختبرة ووصلت شدة الإصابة في بعض مكرراتها إلى 100%، قُلت النباتات، وأخذ طول التلون البني للأوعية الخشبية في حال وجوده، فصل المجموع الجذري وغسل بشكل جيد لإزالة التربة العالقة به، ووزن المجموع الجذري والخضري كل على حدا لحساب الوزن الرطب، وأعيد عزل الفطر من النباتات المعدة حسب نظرية كوخ، ومن أجل حساب الوزن الجاف تم وضع المجموع الخضري والجذري ضمن أكياس ورقية كل على حدا في الفرن عند درجة حرارة 105°م لمدة ساعتين ومن ثم بشكل مستمر عند درجة حرارة 80°م حتى الوصول إلى وزن جاف ثابت (Weiwei et al., 2019).

3- تصميم التجارب والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD بخمس مكررات لكل معاملة، وحللت النتائج بواسطة برنامج Genstat-12 وقورن بين المتوسطات باستخدام اختبار LSD عند المستوى 5% وفقاً لدونكان .

النتائج:

1. عزل الفطر *F.oxysporum f. sp. lycopersici*:

بينت نتائج التوصيف الشكلي للمستعمرات الفطرية والخصائص المجهرية للعزلات وجود اثنتا عشرة عزلة تنتمي للفطر *F.oxysporum f. sp. Lycopersici* المسبب لمرض الذبول الوعائي للبندورة، تباين ترددها بين المناطق المدروسة، إذ سجل موقع الخراب أكبر عدد من العزلات بينما سجل موقع بحوزي أقل عدد (الجدول 1).

الجدول(1): يبين عدد العزلات التي تم الحصول عليها، ونسبة تردد كل منها حسب الموقع.

اسم الموقع	عدد العينات	عدد العزلات	نسبة التردد %
الصفافة	3	2	56.4%
بحوزي	3	1	20.4%
الزرقات	6	2	17.8%
الخراب	4	5	85.6%
ضهر صفرا	2	2	73.7%
المجموع	18	12	

تباينت ألوان السطح العلوي للمستعمرات الفطرية بين الأبيض القطني والأبيض المصفر (الجدول 2) الشكل 1) وأما السطح السفلي بين اللون الكريمي المصفر ذات المركز الوردي مع حلقات بنفسجية اللون أو مع مركز بني (الجدول 2) الشكل 1).

الجدول(2): عزلات الفطر *F.oxysporum f. sp. lycopersici* التي تم الحصول عليها والصفات العامة للمستعمرات.

الموقع	شكل و لون المستعمرة		العزلة
	السطح السفلي	السطح العلوي	
بحوزي	كريمي مصفر ذات مركز وردي وحلقات وردية غير منتظمة الحواف	أبيض قطني ومركز وردي ذات حلقات دائرية غير منتظمة الحواف	F1
الزرقات	كريمي ذات مركز بني	أبيض قطني مصفر	F2
الزرقات	كريمي ذات حلقات وردية ومركز بني	أبيض قطني	F3
الزرقات	كريمي ذات حلقات وردية ومركز بني منتظمة الحواف	أبيض قطني مشوب بالوردي	F4
الخراب	كريمي ذات مركز وردي وحلقات وردية مشرشرة	أبيض قطني ذات حواف وردية مشرشرة	F5
الخراب	كريمي ذات حلقات بنفسجية اللون مشرشرة الحواف	كريمي قطني ذات حواف مشرشرة	F6

F7	أبيض قطني	كريمي ذات مركز بني	ضهر صفرا
F8	أبيض قطني خشن	كريمي ذات مركز بني	الصفصافة
F9	أبيض قطني خشن	كريمي ذات مركز بني	الصفصافة
F10	أبيض قطني ناعم	كريمي ذات مركز بنفسجي	خراب
F11	أبيض قطني مصفر	كريمي ذات مركز بني	الزرقا
F12	أبيض قطني	كريمي ذات مركز بني	ضهر صفرا

كما فحصت الأبواغ تحت المجهر وتم التمييز بين ثلاثة أنواع من الأبواغ وهي أبواغ كونيديية صغيرة بيضوية أحادية الخلية وأبواغ كونيديية كبيرة تتكون معظمها من 3-5 خلايا وأبواغ كلاميديية وحيدة الخلية متوضعة بشكل فردي وثنائي ضمن الميسليوم أو طرفية، وتوافقت هذه النتائج مع (Barhate et al., 2006; Ignjatov et al., 2012; Nirmalandevi and Srinivas, 2012)



أ - لون السطح العلوي
ب - لون السطح السفلي
الشكل(1): يبين لون السطح العلوي والسفلي لبعض عزلات الفطر في محافظة طرطوس.

2. الأعراض الظاهرية وشدة الإصابة بالعزلات المختبرة من الفطر *F.oxysporum f. sp. lycopersici* على عدة هجن بندورة:

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين العزلات في معدل النمو اليومي، وقد تراوح معدل النمو ما بين 0.4 و 1.1 سم/ يوم (الجدول 4)، حيث تفوقت العزلة F1 على جميع العزلات الأخرى، وكانت أسرع العزلات نمواً بمتوسط 1.1 سم/ يوم، ووصل الميسليوم إلى طرف الطبق البتري في اليوم الثامن من التحضين.

اختلف موعد ظهور الأعراض الظاهرية حسب العزلة والهجين، حيث ظهرت أعراض الإصابة بعد 30 يوم من العدوى على الهجين دومنا، وكانت في البداية على شكل اصفرار الأوراق السفلية ومن ثم اصفرار الأوراق الوسطى وضعف في نمو النبات في بعض الأحيان وفي الحالات الشديدة موت النبات بالكامل.

من ناحية أخرى، تباين تأثير العزلات المختبرة ورد فعل الهجن حيث بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين الهجن، كما وجدت فروق معنوية بين الشاهد والعزلات ضمن نفس الهجين، وكان الهجين مجدلينا أكثرها تحملاً للمرض بمتوسط شدة الإصابة 35.43%، بينما كان الهجين دومنا أكثرها قابلية للإصابة بمتوسط شدة إصابة 65.29%؛ أما بالنسبة للعزلات المختبرة، فقد كانت العزلة F1 أكثرها شراسة في الهجين دومنا بمتوسط شدة إصابة 91% متفوقة بذلك معنوياً على جميع العزلات الأخرى، بينما كانت العزلتان F6 و F7 أقل العزلات شراسة، وفي الهجين سيدرا كانت العزلتان F1 و F2 أكثرها شراسة بشدة إصابة وصلت إلى 80%، 64% على التوالي بفروق معنوية عن باقي العزلات التي سجل أقلها عند العزلة F6، وبالنسبة للهجين مجدلينا فقد أظهر تحملاً للعزلات المختبرة حيث سجلت أعلى شدة إصابة عند العزلة F5 بنسبة 48% وأقلها عند العزلة F4 بنسبة 12%.

أما من حيث طول التلون البني بينت النتائج المدونة في الجدول (1) أن متوسط طول التلون البني في الهجين مجدلينا هو الأقل مقارنة مع الأصناف الأخرى إذ وصل إلى 0.93 سم، وفي الهجينين دومنا وسيدرا كان متوسط طول التلون البني في العزلة F1 هو الأعلى حيث وصل إلى 22.84 سم، 51.94 سم على التوالي.

الجدول (3): معدل نمو العزلات المختبرة (سم/يوم) ومتوسط شدة الإصابة بها (%) وطول التلون البني (سم) بعد شهرين ونصف من العدوى بعزلات الفطر *F.oxysporum f. sp. lycopersici* على عدة هجن بندورة.

معدل نمو العزلة سم/يوم	التلون البني (سم)				شدة الإصابة (%)				العزلة /الهجين
	المتوسط	دومنا	مجدلينا	سيدرنا	المتوسط	دومنا	مجدلينا	سيدرنا	
1.1a	25.09a	22.84a	0.5b	51.94a	70.33a	91a	40a	80a	F1
0.6c	1.33bc	0b	1.52b	2.48b	56b	64b	40a	64a	F2
0.8b	0.85bc	0.66b	0.4b	1.48b	54b	82ab	40a	40b	F3
0.4cd	0.29c	0.54b	0b	0.34b	41.33cd	76ab	12c	36b	F4
0.9b	0.21c	0.24b	0.02b	0.38b	50.67bc	64b	48a	40b	F5
0.5cd	0.44bc	0.84b	0.2b	0.28b	32d	40c	40a	16c	F6
0.4cd	3.11b	2.14b	3.88a	3.32b	34.7d	40c	28b	36b	F7
	0c	0b	0b	0b	0e	0d	0d	0c	Control
		3.89b	0.93c	8.6a		65.29a	35.43c	44.57b	المتوسط
0.14		5	1.7	5.7		21.9	10.78	16.55	LSD5%
	1.55	للهجن	2.53	للعزلات	5.76	للهجن	9.41	للعزلات	LSD5%

3. تأثير عزلات الفطر *F.oxysporum f. sp. lycopersici* في طول النباتات وعدد الأوراق لعدة هجن من البندورة:

بينت النتائج وجود فروق معنوية بين النباتات المعداة والشاهد السليم، إذ وجد تباين في متوسطات أطوال النباتات حسب الهجين، إذ كان الهجين مجدلينا أكثر النباتات طولاً بمتوسط 94.2 سم، تلاه الهجين دومنا بمتوسط 92.2 سم، في حين لم يتجاوز متوسط طول نباتات الهجين سيدرا متوسط طول نباتات الشاهد 89.2 سم. وقد سببت العدوى بالفطر انخفاضاً في طول النباتات وعدد الأوراق بالمقارنة مع الشاهد السليم، إذ اشارت النتائج أن العزلتين F1 و F3 كانت أكثر العزلات تأثيراً في طول نباتات الهجين دومنا بمتوسط 33.4 سم، 67.2 سم على التوالي مقارنة مع الشاهد السليم الذي وصل متوسط طول نباتاته إلى 92.2 سم، بينما كانت العزلة F7 أقل العزلات تأثيراً في طول النباتات ووصل متوسط طول النباتات عندها إلى 81 سم. كما أظهرت النتائج أن العزلات F1 و F2، و F6 أكثر تأثيراً في طول نباتات الهجين سيدرا حيث وصل متوسط طول النباتات عندها إلى 57 سم، و 68 سم، و 66.8 سم على التوالي، وكانت العزلة F7 أقل تأثيراً تلتها العزلة F1 بمتوسط طول نباتات وصل إلى 85.2 سم، و 81.2 سم على التوالي مقارنة مع الشاهد السليم الذي وصل متوسط طول النباتات عنده إلى 89.2 سم. أما بالنسبة للهجين مجدلينا كانت العزلة F7 أقل العزلات تأثيراً في طول النباتات حيث وصل متوسط طول النباتات عندها إلى 93.8 سم مقارنة مع الشاهد السليم الذي بلغ متوسط طول نباتاته 94.2 سم ولم توجد فروق معنوية بينها وبين الشاهد، بينما كانت العزلتين F1 و F3 أكثر تأثيراً في طول النباتات حيث بلغ متوسط طول النباتات عندها 69.6 سم، 73 سم على التوالي (الجدول 4).

بالنسبة لعدد الأوراق فقد أظهرت النتائج عدم وجود اختلاف في عدد أوراق نباتات الشاهد السليم لهجن البندورة، حيث بلغ متوسط عدد أوراق الهجن سيدرا ومجدلينا ودومنا 13.4، و 13، و 13.6 ورقة على التوالي، بينما أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الشاهد والنباتات المعاملة بالعزلات الفطرية عند الهجين دومنا وعدم وجود فروق معنوية بين الشاهد والنباتات المعاملة بمعظم العزلات المدروسة في الهجينين سيدرا ومجدلينا.

ففي الهجين دومنا، كانت أن العزلة F1 هي الأكثر تأثيراً في عدد الأوراق بمتوسط عدد الأوراق 4.4 ورقة بفروق معنوية كبيرة بينها وبين الشاهد السليم، تلتها العزلتين F4 و F3 بمتوسط عدد أوراق 10.2، و 10.6 ورقة على التوالي، وكانت العزلة F5 الأقل تأثيراً في عدد الأوراق بمتوسط عدد الأوراق 12.4 ورقة بفروق معنوية صغيرة بينها وبين الشاهد السليم. وبالنسبة للهجين مجدلينا كانت

العزلات F2، وF3، وF4، وF5، وF7 الأقل تأثيراً في عدد الأوراق حيث وصل متوسط عدد الأوراق عندها إلى 12.4، و12.4، و12.6، و12.6، و12.4، و12.6 ورقة على التوالي ولم توجد فروق معنوية بينها وبين الشاهد السليم. وفي الهجين سيدرا كانت العزلات F2، وF3، وF4، وF5، وF6، وF7 الأقل تأثيراً في عدد الأوراق بمتوسط عدد الأوراق عندها 13، و13.2، و13، و13، و13، و13.8 على التوالي مع عدم وجود فروق معنوية بينها وبين الشاهد السليم، وكانت العزلة F1 الأكثر تأثيراً في عدد الأوراق في الهجين سيدرا ومجدلينا حيث بلغ متوسط عدد الأوراق عندها 10، و11.4 ورقة على التوالي مع وجود فروق معنوية بينها وبين الشاهد (الجدول 4).

الجدول (4): متوسط طول النبات (سم) وعدد الأوراق بعد شهرين ونصف من العدوى الاصطناعية ب 7 عزلات من الفطر لعدة هجن بندورة.

عدد الأوراق			طول النبات			العزلة/الصفة
دومنا	مجدلينا	سيدرا	دومنا	مجدلينا	سيدرا	
4.4e	11.4b	10b	33.4d	69.6e	57d	F1
12bc	12.4a	13a	78.2b	83.4bc	68c	F2
10.6cd	12.4a	13.2a	67.2c	73de	74.4bc	F3
10.2d	12.6a	13a	77.4b	81bcd	80.2ab	F4
12.4ab	12.4a	13a	74.4bc	86.4ab	81.2ab	F5
11.6bcd	12ab	13a	72bc	76.4cde	66.8c	F6
11.4bcd	12.6a	12.8a	81b	93.8a	85.2a	F7
13.6a	13a	13.4a	92.2a	94.2a	89.2a	Control
0.64 للعزلات			2.89 للهجن			LSD5%

4. تأثير عزلات الفطر *F. oxysporum f. sp. lycopersici* في الوزن الرطب والجاف للمجموعين الجذري والخضري لعدة هجن بندورة: يبين الجدول (4) تأثير العزلات الفطرية المختبرة في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري لثلاث هجن بندورة، ووجود فروق معنوية بين النباتات المعدة والشاهد السليم. وتبين النتائج عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري لنباتات الهجن الثلاث، إذ سجلت نباتات الهجين دومنا أقل وزن رطب وجاف بمتوسط وصل إلى 65.73 غ، و10.96 غ على التوالي، وأعلاه عند الهجين سيدرا بمتوسط وصل إلى 78.78 غ للوزن الرطب و13.24 غ للوزن الجاف. وبالنسبة للعزلات كانت العزلة F1 أكثر العزلات تأثيراً على الهجن الثلاث بفروق معنوية كبيرة مقارنة مع الشاهد السليم، وكان أعلاه في الهجين دومنا حيث وصل متوسط الوزن الرطب إلى 11.4 غ و2.2 غ للوزن الجاف، تلاه الهجين سيدرا بمتوسط وصل إلى 20.23 غ للوزن الرطب و5.84 غ للوزن الجاف، أما في الهجين مجدلينا وصل متوسط الوزن الرطب إلى 50.6 غ و10.1 غ للوزن الجاف.

الجدول (4): متوسط الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري (غ) لنباتات البندورة بعد شهرين ونصف من العدوى الاصطناعية ب 7 عزلات من الفطر لعدة هجن بندورة.

الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ)			الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ)			العزلة/الصفة
دومنا	مجدلينا	سيدرا	دومنا	مجدلينا	سيدرا	
2.26f	10.17bc	5.84c	11.4d	50.6d	20.23d	F1
9.87ab	10.96b	8.75b	47.04b	63.43b	53.87bc	F2
9.45ab	10.62b	9.26b	50.16b	62.93b	55.87bc	F3
6.00e	11.13ab	9.25b	40.13c	68.31ab	52.66c	F4
6.57de	9.21c	10.27b	35.81c	56.6c	52.37c	F5
8.51bc	9.28c	8.65b	60.28a	51.71cd	63.59b	F6
7.63cd	11.03b	8.83b	46.92b	66.76ab	57.46bc	F7
10.96a	12.2a	13.24a	65.73a	72a	78.78a	Control

LSD5%	3.71 للعزلات	2.27 للهجن	0.78 للعزلات	0.48 للهجن
-------	--------------	------------	--------------	------------

وبالنسبة للمجموع الجذري تبين النتائج في الجدول (5) وجود فروق معنوية بين هجن البندورة المعدة بالفطر *F. oxysporum f. sp. lycopersici* والشاهد السليم. وتبين النتائج عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري لنباتات الهجن الثلاث.

كما سجلت عزلات الفطر انخفاض في الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري لهجن البندورة مقارنة مع الشاهد السليم، وتوقفت العزلة F1 معنوياً عند الهجين دومنا على باقي العزلات حيث وصل متوسط الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري 0.15 غ، 0.14 غ على التوالي مقارنة مع الشاهد السليم 1.14 غ، 1.08 غ على التوالي، تلاه الهجين سيدرا بمتوسط وصل إلى 0.52 غ للوزن الرطب و 0.47 غ للوزن الجاف مقارنة مع الشاهد السليم 1.94 غ للوزن الرطب و 1.71 غ للوزن الجاف.

الجدول (5): متوسط الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري (غ) لنباتات البندورة بعد شهرين ونصف من العدوى الاصطناعية بـ 7 عزلات من الفطر لعدة هجن بندورة.

العزلة/الصف	الوزن الرطب للمجموع الجذري (غ)			الوزن الجاف للمجموع الجذري (غ)		
	سيدر	مجدلينا	دومنا	سيدر	مجدلينا	دومنا
F1	0.52e	0.99b	0.15e	0.47e	0.89b	0.14d
F2	1.21bc	1.01b	1.01abc	1.02bc	0.92b	1.02a
F3	1.3b	1.03b	0.95bc	1.15b	0.87b	0.84b
F4	1.29b	1.09b	1.06ab	1.18b	0.97b	0.6ab
F5	1.09ab	1.03b	0.70d	0.84cd	0.86b	0.62c
F6	0.77de	0.93b	0.87c	0.67de	0.87b	0.82b
F7	0.74de	1.04b	1.01abc	0.67de	0.96b	0.93ab
Control	1.94a	1.26a	1.14a	1.71a	1.15a	1.08a
LSD5%	0.12 للعزلات	0.07 للهجن	0.12 للعزلات	0.07 للهجن	0.07 للهجن	0.07 للهجن

وبالنسبة للهجين مجدلينا لوحظ وجود فروق معنوية بين عزلات الفطر والشاهد السليم حيث تراوح الوزن الرطب للجذور بين (0.93-1.09 غ) أعلاه عند العزلة F4 وأدناه عند العزلة F6 مقارنة مع الشاهد السليم 1.26 غ، وبالنسبة للوزن الجاف تراوح بين (0.86-0.97 غ) أعلاه عند العزلة F4 وأدناه عند العزلة F5 مقارنة مع الشاهد السليم الذي سجل 1.15 غ.

المناقشة:

أظهرت دراسة العزل من عينات البندورة التي أبدت أعراض الذبول والتلون البني للأوعية الناقلة أن العامل المسبب للذبول هو الفطر *F. oxysporum f. sp. lycopersici*، حيث تم التمييز بين ثلاثة أنواع من الأبواغ وهي أبواغ كونيدية صغيرة ببيضية أحادية الخلية وأبواغ كونيدية كبيرة تتكون معظمها من 3-5 خلايا وأبواغ كلاميديية وحيدة الخلية متوضعة بشكل فردي وتثنائي ضمن الميسليوم أو طرفية، وتوافقت هذه النتائج مع (Barhate et al., 2006; Ignjatov et al., 2012; Nirmalandevi and Srinivas, 2012)، بينما اختلفت ألوان السطح العلوي والسفلي للمستعمرات الفطرية عن دراسة كل من رزق (2014) و Amini و Sidovich (2010) حيث كان نمو المستعمرات الفطرية على مستنبت PDA قطني وتراوح لونها بين الأبيض والأبيض المشوب باللون الزهري والكريمي على السطح العلوي أما السطح السفلي فتراوح لونها بين الكريمي والكريمي المشوب باللون البني والأحمر البني. وكان معدل نمو الذي تراوح بين 0.4 _ 1.1 سم/يوم من نتائج دراسة الشبلي وآخرون (2017) التي أشارت إلى أن معدل نمو عزلات الفطر FOL تراوح بين 0.77_0.9 سم/يوم، ومع دراسة رزق (2014) حيث تراوح معدل النمو بين 0.49_0.97 سم/يوم.

ومن ناحية تباين تأثير العزلات المختارة ورد فعل هجن البندورة الثلاث تعزى النتائج إلى اختلاف قدرة الهجن على تحمل الإصابة بالمرض نتيجة للتباين الوراثي بين الأصناف، وتوافقت هذه النتائج مع بعض الدراسات (الشبلي وآخرون، 2015: Mamata et

(al., 2013)، ولم تتوافق النتائج مع ما ذكر في دراسة سابقة أجريت لتقدير نسبة وشدة الإصابة بالفطر FOL كان فيها الهجين دومنا أكثر الهجن قابلية للإصابة بنسبة بلغت 13% (خفّة، 2018). بينما في دراسة رزق عام 2014 تبين تأثير العزلات المختارة على الهجن المختبرة وبلغت شدة الإصابة في معظمها على الهجين كارتিকা 100%، ويعد الفطر *F. oxysporum* من الفطريات الهامة التي تقطن التربة (Xiong and Zhan, 2018) وتسبب تدهم الأوعية الناقلة وتعفن وأمراض الذبول (Bodha, 2017). ويعود اللون البني للأوعية الناقلة إلى أن الفطر FOL يخترق نبات البندورة ويستعمر الأوعية الناقلة ويتركها بنية داكنة اللون، ويمتد هذا اللون إلى القمة مؤدياً إلى ذبول النبات وموته، ومن المتعارف عليه أن الذبول الناجم عن هذه الفطريات هو نتيجة مجموعة من النشاطات الفيزيولوجية المختلفة والتي تتضمن تراكم ميسليوم الفطر حول وداخل النسيج الخشبي وإنتاج السموم الفطرية وإضعاف مقاومة العائل وإنتاج التيلوز (Srinivas et al., 2019).

وبالنسبة لتأثير عزلات الفطر FOL في طول وعدد أوراق هجن البندورة، يعود ذلك إلى أن سموم الفطر التي يتم إفرازها في الأوعية تنتقل إلى الأوراق وتسبب نقصاً في تركيب الكلوروفيل على طول العروق، وتخفيض من عملية التركيب الضوئي وتعرقل من نفاذية أغشية الخلية الورقية وقدرتها على التحكم بفقدان الماء، ونتيجة لذلك تذبل الورقة وتتلون باللون البني وتموت (Agrios, 2004). وتتوافق هذه النتائج مع عدد من الباحثين (قبيلي وآخرون، 2017؛ رزق وآخرون، 2016؛ Nirmalandevi and Srinivas, 2012؛ Amini, 2009؛ Ghaemi et al., 2009).

ويعود انخفاض الوزن الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري لهجن البندورة المعدة بعزلات الفطر FOL بالمقارنة مع الشاهد السليم إلى أن الفطر يفرز مواد سامة تعيق عمل الثغور التنفسية مما يزيد من نتح النبات الذي يؤدي إلى ذبول النبات مسبباً انخفاضاً في الوزن الرطب (Agrios, 2004; Srinivas et al., 2019)، وهذه النتائج تتوافق مع عدد من الأبحاث (قبيلي وآخرون، 2017؛ رزق وآخرون، 2016؛ Ghaemi et al., 2009; Amini, 2009).

الاستنتاجات والتوصيات:

- ◀ انتشار الفطر *F. oxysporum f. sp. Lycopersici* المسبب لمرض الذبول الوعائي للبندورة في جميع مناطق ريف طرطوس المدروسة.
- ◀ تبين القدرة الامراضية بين العزلات المدروسة.
- ◀ تبين رد فعل الهدن المختبرة إزاء الفطر المسبب لمرض الذبول الوعائي للبندورة.
- ◀ ينصح بإجراء المزيد من الدراسات لاعتماد أصناف أو هجن متحملة للمرض في طرطوس خاصة والساحل بشكل عام لتقليل الأضرار التي يسببها المرض.

المراجع:

- الشلبي، عبد المؤمن. الناصر، زكريا. نفاع، وليد. 2015. اختبار القدرة الإراضية لعزلات من الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* على نبات البندورة وتأثير بعض المبيدات في النمو الخطي للعزلات المختبرة في الظروف المخبرية. المجلة العربية للبيئات الجافة 8 (1-2).
- القبيلي، ميس. طويل، محمد. المغربي، صباح. 2017. عزل الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* المسبب لمرض ذبول البندورة ودراسة تأثير بعض عزلاته في نمو نباتات البندورة. مجلة جامعة البعث. المجلد 39.

- بوهدمة، محمد سالم. بوغرسة، عيسى علي. سعيد، محمد علي. 2007. المكافحة الحيوية والكيميائية لفطر الفيوزاريوم *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* على صنفين من نبات الطماطم. المختار للعلوم، العدد السادس عشر.
- خففة، عبد الرحمن. 2018. الدور التعاضدي لمرض ذبول الفيوزاريوم والنيماتودا على بعض هجن البندورة في الساحل السوري وإدراهم المتكاملة. المجلة السورية للبحوث الزراعية 6(1): 349-360.
- رزق، بشرى. المغربي، صباح. حماد، ياسر. 2016. تأثير بعض عزلات الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* في نمو وإصابة هجين البندورة أرجوان. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية-سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد (38) العدد (3).
- محمد، مصطفى مزبان. حسن، عبدالله عبدالكريم. عبود، هادي مهدي. 2017. عزل وتشخيص الفطريات المصاحبة لمرض تعفن جذور الحنطة وتحديد مسببات المرض ومقاومتها. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، المجلد (17) العدد (1).
- مرجان، علي فاضل. الجنابي، جواد كاظم. 2015. تشخيص عزلات الفطر وتقييم امراضيتها تجاه الأصناف التفرقية لنبات الطماطم. مجلة جامعة بابل-العلوم الصرفة والتطبيقية. العدد (3) المجلد (23).

- Agrios, G.N. 2004. Plant Pathology. 5th Edition, Academic press, 948pp.
- Amini, J. 2009. Physiological Race *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in Kurdistan Province of Iran and reaction of some tomato cultivars to Race1 of pathogen. Plant Protection Journal, Vol.8, No. 2pp; 68-73.
- Amini, J. Sidovich, D. 2010. The effects of fungicides on *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* associated with *Fusarium* wilt of tomato. Journal of Plant Protection Research, Vol.50, No2; 173-178.
- Barhate, B.G; Dake, G.N; Game, B.C and Padule, D.N. 2006. Variability for virulence in *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing wilt of chickpea. Legume Res.
- Bodha, E.T., 2017. Root rot diseases in plants; a review of common causal agents and management strategies. Agri. Res, Tech. 5(3), 555661.
- Booth, C. 1971. The genus *Fusarium* Commonwealth Mycological Institute. Kew, surrey, England, 237pp.
- Brookie, K.L. Best, G.I. Conner, T.S. 2018. Intake of raw fruits and vegetables is associated with better mental health than intake of processed fruits and vegetables, Front. Psychol. 9, 487.
- Chopada. G. B; Pushpendera Singha. P; and Chandulala. K. 2014. Cultural and morphological variability among *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* causing wilt of tomato in south Gujarat region. Archives of phytopathology And Plant Protection, 1-9.
- Colak, A., Bicici, M. 2013. PCR detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radices-lycopersici* and races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* of tomato in protected tomato- growing areas of the eastern Mediterranean region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 37, 457-467.
- Ghaemi. A; Rahimi. A and Banihashemi. Z. 2009. Effects of water stress and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* on growth (leaf area, plant-height, shoot dry matter) and shoot nitrogen content of tomatos under greenhouse conditions. Agricultural Research. Vol. 28, No. 2, Iran, PP: 52-62.

- Hanna. R.M.F; Abdou. Z. A; Salama. D. A; Ibrahim. M. A.R and Srour. H. A. M. 2011. Effect of neem and willow aqueous extracts on Fusarium wilt disease in tomato seedlings: induction of antioxidant defensive enzymes. Ann. Agric. Sci. Vol. 56, 1-7.
- Huang.C and Lindhout.P. 1997. Screening for resistance in wild Lycopersicon species to Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici race 1 and race2. Euphytica, Vol.93, 145–153.
- Ignjatov. M; Milošević. D; Nikolić.Z; Gvozdanović-Varga. J; Jovičić. D and Zdjelar, G. 2012. Fusarium oxysporum as causal agent of tomato wilt and fruit rot. Pestic. Phytomed, (Belgrade), 27(1), pp: 25–31.
- Lukyanenko. A. N. 1991. Disease resistance in tomato in genetic improvement of tomato (ed. Kallo, G.); Monographs on theoretical and applied genetics 14. Springer Verlag. Berlin Heidelberg pp: 99-119.
- Mamta. J; Srivastava. R; Sharma. A. K and Prakash .A. 2013. *Isolation and characterization of fusarium oxysporum a wilt causing fungus for its pathogenic and non-pathogenic nature in tomato (Solanum lycopersicum)*. Journal of Applied and Natural Science 5 (1): 108-117.
- Nelson. P. E; Toussoum. T. A and Marasas. W. 1983. Fusarium species. The Pennsylvania State University Press, University Park: 139pp.
- Nirmaladevi. D and Srinivas. C. 2012. Cultural, Morphological and Pathogenicity Variation in Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici causing wilt of tomato. Batman University Journal of Life Sciences. Vol. 2. No. 1, pp: 1-16.
- Srinivas. C; Nirmaladevi. D; Narasimha Murthy. K; Dhananjaya Mohan. C; Lakshmeesha. T. R; Singh. B; Kumar Kalagatur. N; Niranjana. S. R; Hashem. A; Alqarawi. A. A; Tabassum. B; Abd-allah. E. F; Nayaka. S. C and Srivastava. R. K. 2019. Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici causal agent of vascular wilt disease of tomato: Biology to diversity- A review. Saudi Journal of Biological Sciences 26. pp: 1315-1324.
- Weiwei. H; David. A. R; Cang. H; Ping. W; Jialu. S and Peijian. S. 2019. Leaf fresh weight versus dry weight: which is better for describing the scaling relationship between leaf biomass and leaf area for broad-leaved plants. Forests. 10, 256.
- Xiong. W; Zhan. A. 2018. Testing clustering strategies for metabarcoding-based investigation of community-environment interactions. Mol. Ecol. Res, 1-13.
- Yamaguchi. K; Kida. M; Arita. M and Takahashi. M.1992. Induction of systemic resistance by Fusarium oxysporum MT00 62 in solanaceous Ann. phytopath crops. soc.Japan, Vol.58, No.1. 16-22.

Some tomato plant hybrids react to *fusarium oxysporum*. f. *sp. lycopersici* causing vascular wilt disease under semi-field cultivation conditions

Dima Ali^{(1)*}, Moussah Alsamarah⁽¹⁾, Ahmad Ahmad⁽²⁾ and Bushra Rizk⁽²⁾

(1). Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria

(2). Agricultural Scientific Research Center, Tartous, Syria.

(*Corresponding author: Dima Ali. E-Mail: dimaali473@gmail.com).

Received: 21/08/2022

Accepted: 29/03/2023

Abstract:

Fusarium oxysporum. f. *sp. lycopersici* is an economically important disease of the tomato crop, causing economic losses in severe cases up to 80%. The study aimed to isolate *Fusarium oxysporum*. f. *sp. Lycopersici* (FOL) from tomato plants grown in greenhouses in Tartous countryside, that showed wilt disease symptoms, and assessment its pathogenicity on some growth parameters against three hybrids of tomato. the research was carried out at the Center for Agricultural Scientific Research in Tartous during 2020-2021 season. A total of twelve isolates were identified as *Fusarium oxysporum* on the basis of their morphological, Among these, seven isolates (F1, F2, F3, F4, F5, F6, & F7) were test its pathogenicity on three hybrids (Sidra, Magdalena, Dumna). The colony appearance of isolates on PDA as highly variable. Indeed, white and yellowish white colony colors, and the result of pathogenicity were showed that the F1 isolate was the most virulent in an average 70. 33% while the isolate F6, and F7 were less virulent in an average 32 and 34.7% respectively. In another hand, the hybrid Dumna was the most sensitive for all isolates compared to the Sidra and Magdalen, also the isolate F1 showed a significant negative effect in the hybrid Dumna on plant height, number of leaves, fresh and dry weight of shoot and root compared with control

Keywords: Tomato, *F. oxysoprum* f. *sp. lycopersici*, Isolate, Growth, Hybrids.