قابلية بعض هجن البندورة المزروعة في البيوت المحمية في الساحل السوري للإصابة بمرض الذبول الفيوزاريومي تحت ظروف العدوى الاصطناعية

علي صبيح*[(1)] و محمد مطر[(2)] و قصي الرحية[(1)] و وفاء شومان[(3)]

(1) مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، اللاذقية، سورية.

(2) قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(3) مركز التقانات الحيوية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(* للمراسلة: علي صبيح، البريد الالكتروني: ali_sbeeh@hotmail.com)

تاريخ الاستلام: 21/ 5/ 2024 تاريخ القبول: 26/ 6/ 2024

الملخص

هدف هذا البحث إلى تقويم قابلية الإصابة بمرض الذبول الفيوزاريومي المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* لاثني وعشرين صنفاً وهجيناً من البندورة المزروعة في البيوت المحمية في الساحل السوري. نفذت التجارب تحت ظروف الدفيئة في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، وفي قرية العيدية بريف جبلة خلال عامي 2019–2020. أعديت شتول البندورة اصطناعياً بمعلق بوغي للفطر الممرض بعد التشتيل مباشرة في تجربة الأصص، وتم تقدير نسبة الإصابة وشدتها، وتقدير تأثير المرض في إنتاج الثمار بعد 100 يوماً من العدوى في تجربة الزراعة في أرض موبوءة بمسبب الذبول. أظهرت النتائج تباين الأصناف المختبرة في قابليتها للإصابة بالمرض وفي شدة الإصابة، وكانت الهجن ذات الإنتاجية العالية (أستونا، بستونا، هدى، دومنا، سينتيا، سيدرا، نسمة، جواهر، نينار، دلال، سمر، دالينا) متوسطة أو شديدة القابلية للإصابة بالمرض، في حين كانت الأصول (إنباور وامباجادور وبيفورت واستمينو وبرمينو) والهجينين مندلون ويسرا عالية المقاومة، وتفوقت على باقي الأصول والهجن المختبرة. وانعكس ذلك على إنتاج الثمار، حيث تراوحت نسبة الفقد بين 7% و85% تبعا للصنف.

الكلمات المفتاحية: البندورة، ذبول فيوزاريومي، قابلية إصابة، هجن وأصول تطعيم، انتاجية

المقدمة:

تعد البندورة (*Solanum lycopersicum* L) من أكثر نباتات الخضار المزروعة شيوعاً في العالم، وهي تزرع كمحصول صيفي في معظم المحافظات السورية، وضمن البيوت المحمية شتاءً، وتعد مصدر الدخل الرئيس لعدد كبير من مزارعي الساحل السوري، ومصدراً مهما للنقد الأجنبي عند تصديرها للخارج، وقد بلغت مساحة الحقول المزروعة بالبندورة عام 2022 حوالي13394 هكتاراً، أنتجت 650056 طناً من الثمار، وبلغ عدد الدفيئات المزروعة بالبندورة في العام ذاته 91018 دفيئة، تركزت في محافظات طرطوس (82749 دفيئة) واللاذقية (6600 دفيئة) وحمص (1632 دفيئة)، أنتجت 338436 طناً من الثمار (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2022).

تصاب البندورة بعديد من الأمراض الفطرية ويعد مرض الذبول الفيوزاريومي من أهمها وأكثرها انتشاراً وخطورة، إذ يؤدي إلى ضعف النبات المصاب وانخفاض الإنتاج أو انعدامه، وقد تصل نسبة الخسائر إلى 30–40% من الإنتاج ويمكن أن تصل إلى 80% عند الإصابة الشديدة (McGrath *et al*., 1987، Murthy *et al*., 2009).

يتسبب المرض عن الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hansen (FOL) ، وهو من ساكنات التربة ويحتفظ بحيويته فيها لفترة طويلة نتيجة قدرته على الترمم على بقايا النبات، ويشكل خطراً على نجاح زراعة البندورة (Jones *et al*., 1991).

ينتشر المرض في جميع مناطق زراعة البندورة في العالم، وقد تم تسجيله في 32 بلداً على الأقل، وتزداد خطورته في البلدان الحارة (Mohammed, 1990).

استخدمت عالمياً عديد من الطرائق التنظيمية والزراعية والكيميائية في مكافحة المرض، وحققت بعض المبيدات الفطرية الجهازية نتائج جيدة، وبخاصة التابعة لمجموعة البنزيميدازول (بينوميل، كاربندازيم وثيوفانات الميثيل)، غير أن الاستخدام العشوائي المكثف لها سبب أضراراً جسيمة على صحة الإنسان وعلى البيئة، وأدى إلى انخفاض فعاليتها بسبب نشوء سلالات من الممرض مقاومة لها إضافة إلى ارتفاع أسعارها (Raza *et al*., 2016)، لذلك عمد الباحثون على ايجاد طرائق بديلة للمكافحة، ومنها استخدام الأصناف المقاومة أو المتحملة للمرض كأحد وسائل المكافحة المتكاملة، وهي تعد الطريقة الأسهل والأكثر اقتصادية وأماناً على الصحة العامة والبيئة (Sheu and wang, 2006)، ولتحقيق ذلك كان لا بد من توافر معلومات كاملة عن التباين في شراسة الممرض والتنوع الوراثي الذي يحمله للحصول على أصناف مقاومة من خلال برامج تربية موجهة (Akram *et al*., 2014).

تم تعريف ثلاث سلالات فيزيولوجية لمرض الذبول الفيوزاريومي على البندورة عالمياً رمزت بالأرقام (3- 2- 1)، وفي سورية تم تسجيل وجود السلالة 1 فقط في البيوت المحمية في الساحل السوري (صبيح وآخرون، قيد النشر)، وقد تم تحديد عدداً من مورثات المقاومة للسلالات الثلاث، فالمورثتين (I، I-1) تمنحان المقاومة للسلالة الممرضة 1، والمورثة (I-2) تمنح المقاومة للسلالة 2، والمورثة (I-3) تمنح المقاومة للسلالة 3 (Dordevic *et al*., 2012)، وتم لاحقاً تعريف مورثة جديدة (I-7) على الصبغي رقم 8 لها القدرة على منح صفة المقاومة للسلالات الثلاثة معاً (Gonzalez-Cendales *et al*., 2016)، وتعد أصناف البندورة سريعة النمو (ذات الإنتاجية العالية التي تزرع في البيوت المحمية) أكثر قابلية للإصابة بالمرض مقارنة مع الأصناف بطيئة النمو (AL- Khatib *et al*., 2012).

ونظراً للانتشار الواسع لمرض الذبول الفيوزاريومي على البندورة في البيوت المحمية في الساحل السوري وصعوبة مكافحته بالمبيدات، وأضرارها على كل من البيئة والإنسان بالإضافة إلى غلاء ثمنها، وبما أن الأصناف المقاومة للمرض هي من الوسائل الأكثر اماناً وفعالية في مكافحته، فقد هدف هذا البحث إلى:

1- تقويم عدد من هجن البندورة وأصول التطعيم البرية إزاء الإصابة بالذبول الفيوزاريومي تحت ظروف العدوى الاصطناعية.
2- دراسة تأثير المرض في إنتاج الثمار تحت ظروف العدوى الطبيعية في البيوت المحمية.

مواد البحث وطرائقه:

- **عزل الفطر الممرض:**

نفذت جولات ميدانية لتقييم واقع الإصابة بمرض الذبول الفيوزاريومي ومدى انتشاره على هجن وأصول البندورة في مناطق الانتشار الرئيسة للبيوت المحمية في الساحل السوري خلال موسمي العامين 2018 و2019. شملت الجولات حوالي 200 بيتا/دفيئة في محافظة طرطوس (سهل عكار، ويحمور، وبانياس، والقدموس) و 50 بيتا/دفيئة في منطقة جبلة في محافظة اللاذقية، جمعت عينات من سوق النباتات المصابة (تبدي الأعراض النموذجية لمرض الذبول الفيوزاريومي)، شملت معظم الهجن والأصول المخصصة

للزراعة في البيوت المحمية وهي: ايزي، أستونا، أورينت، آغن، باستيلا، بستونا، إمباجادور، جواهر، دالينا، دلال، دومنا، ديمة، رودي، سمر، سينتيا، سيدرا، شانون، الهجين 2428، كرزية، مجدلون، بيفورت، ديفنسر، مندلون، ناتاشا، نجاح، نسمة، نينار، هدى، يسرا، يوليا، X400. حفظت في أكياس ورقية وسجلت عليها البيانات اللازمة وأحضرت إلى مختبرات أمراض النبات في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، وحفظت في البراد ريثما يتم عزل الفطر الممرض منها.

بلغ عدد العينات الإجمالي 276 عينة (107 في موسم 2018 و169 عينة في 2019). تم اختيار 72 عينة تمثل الهجن والأصول المزروعة في كافة المواقع. تم عزل الفطر الممرض من سوق النباتات التي تبدي أعراضا نموذجية بمرض الذبول الفيوزاريومي، حيث أجريت مقاطع طولية فيها وأخذت منها مقاطع عرضية قطرها 0.5 – 1 سم من الأنسجة الوعائية الملونة بالبني على ارتفاع 20–40 سم فوق سطح التربة، عقمت القطع بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم تركيز (1%) لمدة 2–3 دقائق وغسلت مرتين بالماء المقطر المعقم ثم وضعت على ورق ترشيح معقم حتى تجف ثم زرعت في أطباق بتري بلاستيكية معقمة قطرها 9 سم تحتوي على مستنبت غذائي PDA (Potato Dextrose Agar) مدعم بالصاد الحيوي ريفامبيسين بتركيز 100مغ/ليتر (Chopada *et al.*, 2014).

- **التنقية بطريقة البوغ المفرد:**

اختيرت مستعمرات فتية من الفطر *Fusarium* وأخذ منها جزءً من الميسيليوم بواسطة حلقة إبرة الزرع البكتيرية loop ووضع في أنبوب Eppendorf يحتوي 1 مل ماء معقم وخلطت برجاج كهربائي (Vortex) ثم أخذت قطرة من المعلق الناتج وتم توزيعها في طبق بتري يحوي مستنبت غذائي PDA بواسطة إبرة الزرع البكتيرية على شكل خطوط متعرجة حيث تم نشر الأبواغ بشكل متباعد على سطح المستنبت، وحضنت الأطباق عند درجة حرارة 24±2°س لمدة 24 ساعة ، وعند ظهور المستعمرات الفطرية من أبواغ مفردة، أخذت منها أقراص قطرها 0.5 سم وزرعت في وسط أطباق بتري جديدة تحتوي المستنبت ذاته حسب (Herrera-Téllez *et al.*, 2019).

- **تحديد المسبب المرضي:**

تم تحديد نوع المسبب المرضي بناء على المواصفات المزرعية للمستعمرات الفطرية (لونها وطبيعة الميسيليوم) على مستنبت PDA وعلى الصفات المجهرية (شكل الأبواغ وأبعادها والحوامل البوغية، وجود الأبواغ الكونيدية سواء الصغيرة Micro أو الكبيرة Macro والأبواغ الكلاميدية) حسب (Booth, 1977; Nelson *et al.*, 1983).

- **اختبار قابلية إصابة عدد من الأصول البرية وهجن البندورة بالذبول الفيوزاريومي تحت ظروف الإعداء الاصطناعي.**

✓ **الأصول والهجن المستخدمة في الدراسة**

تم اختبار قابلية هجن وأصول البندورة البرية المهمة المنتشرة في البيوت المحمية في الساحل السوري للإصابة بالذبول الفيوزاريومي تحت ظروف الضغط المرضي العالي باستخدام الإعداء الاصطناعي بمزيج من عزلات الفطر FOL الممثلة لمجتمع الفطر الممرض التي تم الحصول عليها.

شملت الدراسة كل من الأصول البرية (استمينو، برومينو، فورتمينو، مونسترو، إنباور، بيفورت)، وهي مستخدمة في التطعيم للحماية من الذبول الفيوزاريومي، وكذلك الهجن (أستونا، بستونا، هدى، دومنا، سينتيا، سيدرا، مندلون، يسرا)، وهي من الهجن ذات الإنتاجية العالية والمرغوبة اقتصادياً وتسويقياً.

تم الحصول على شتول الأصول البرية والهجن المراد اختبارها من أحد المشاتل في منطقة جبلة من بذور سليمة مزروعة في صواني تحتوي على تورب معقم.

✓ **تجهيز المعلق البوغي والعدوى الاصطناعية للشتول:**

تم تحضير معلق بوغي من مزيج من ميسليوم مستعمرات فتية لعزلات نقية من الفطر FOL منماة على مستنبت PDA تمثل جميع مواقع زراعة البندورة في البيوت المحمية في الساحل السوري، تم ضبط تركيز المعلق لمزيج العزلات إلى 10^6بوغ/مل باستخدام شريحة عد كريات الدم Haemocytometer، وأعديت الشتول بالفطر الممرض اصطناعيا بمرحلة 4–5 أوراق حقيقية(لكل أصل/هجين)، عن طريق تقليم أطراف جذورها ثم غمرها في المعلق البوغي لمدة 10 دقائق ، ثم زرعت في اصص بلاستيكية قطرها 20سم وارتفاعها 30 سم تحتوي على تربة زراعية معقمة وتورب معقم (1/2 حجم حجم)، بواقع نبات في كل أصيص وثلاثة مكررات لكل أصل/هجين، وخمسة نباتات في كل مكرر، وتركت خمسة شتول من كل أصل/هجين كشاهد بدون عدوى قلمت جذورها وغمرت في الماء المعقم لفترة مماثلة. وضعت الأصص في البيت المحمي في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية في شهر تشرين الأول عام 2019، حسب (Dordevic *et al.*, 2012).

تمت مراقبة النباتات وقدمت لها عمليات الخدمة من ري وتسميد دورياً حسب الحاجة. وتم رصد ظهور أعراض المرض ابتداء من الاسبوع الثاني بعد العدوى، وقدرت نسبة الإصابة وشدتها بناء على المقياس (0–4) حسب (مطر، 2012) حيث:

0: النبات سليم ولا توجد أعراض.

1: إصابة ضعيفة، أعراض الذبول تظهر على 1–10% من أوراق النبات.

2: إصابة متوسطة، أعراض الذبول تظهر على 11–25% من أوراق النبات.

3: إصابة شديدة، أعراض الذبول تظهر على 26–50% من أوراق النبات.

4: إصابة شديدة جداً، أعراض الذبول تظهر على أكثر من 50% من أوراق النبات، أو موت النبات، مع تلون واضح في الأوعية الناقلة في الجذر والساق.

وقومت مقاومة النباتات حسب درجة الإصابة حسب Reis وآخرون (2004) وفقا لما يأتي:

منيع= 0، عالي المقاومة= 0.1–1، مقاوم= 1.1–2، قابل للإصابة= 2.1–3، عالي القابلية للإصابة= 3.1–4.

تم حساب مؤشر شدة المرض (Disease severity index) DSI% وفق معادلة McKinney (1923):

DSI %= مجموع (عدد النباتات المصابة في كل درجة إصابة X الدرجة الموافقة في السلم) X 100/ العدد الكلي للنباتات Xأعلى درجة في السلم.

كما تم قياس امتداد التلون البني للأوعية الناقلة في النباتات المصابة في نهاية التجربة بعد 60 يوماً من العدوى.

- **اختبار تأثير الإصابة بمرض الذبول الفيوزاريومي في إنتاجية هجن البندورة في ظروف الزراعة في تربة موبوءة بالمرض.**

نفذت التجربة في أحد البيوت المحمية/الدفيئات المصابة بشدة بالذبول الفيوزاريومي في قرية العيدية في منطقة جبلة (بلغت نسبة الإصابة فيه 100% من النباتات في أكثر من دورة إنتاجية سابقة)، لاختبار تأثير الإصابة بالذبول الفيوزاريومي في إنتاجية هجن البندورة في ظروف الزراعة في تربة موبوءة بالمرض. شملت الدراسة الهجن المذكورة في التجربة السابقة بالإضافة إلى الهجن التالية نسمة، جواهر، نينار، دلال، سمر، دالينا، باستيلا والأصل امباجادور. تم التأكد من انتشار الفطر FOL في البيت المحمي/الدفيئة عن طريق عزله (في أطباق بتري معقمة تحتوي على مستنبت PDA ذاته) من خمس عينات من تربة البيت المحمي أخذت من ارتفاع 5 –10 سم من وسط وأطراف البيت. زرعت شتول بندورة عمرها 20 يوماً بمعدل خمسة مكررات لكل صنف/ هجين و10

نباتات في المكرر، وذلك خلال الموسم الزراعي 2019–2020، وزرعت عدد من الشتول لكل الأصناف المختبرة في تربة معقمة بالتشميس في البيت المحمي ذاته كشاهد سليم، وأجريت عمليات الخدمة من ري وتسميد وفق أسلوب الزراعة المتبع، حسب (Larena *et al.*, 2003).

قدرت نسبة الإصابة في كل مكرر وكل معاملة وقدرت شدة الإصابة وفق سلم خماسي (0–4) المذكور سابقاً، وحسب إنتاج الثمار لكل أصل وهجين بعد 100 يوماً من الزراعة، ثم حسبت النسبة المئوية للفقد الناتج عن الإصابة مقارنة مع الشاهد السليم في نهاية التجربة وفقاً للمعادلة التالية:

النسبة المئوية للفقد في الإنتاجية= (متوسط إنتاجية النبات في معاملة الشاهد غير المعدى–متوسط إنتاجية النبات المعدى)X 100/ متوسط إنتاجية النبات في معاملة الشاهد غير المعدى (El-Sharkawy *et al.*, 2021).

أعيد عزل الفطر FOLمن النباتات المصابة في كل من التجربتين تطبيقاً لفرضيات كوخ، كما تم التأكد من عدم إصابة نباتات الشاهد غير المعدى، وتجدر الإشارة أن جميع الأصول المختبرة كانت مطعمة بالهجين بستونا ذو الإنتاجية العالية.

صممت التجارب وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وحللت النتائج احصائياً باستخدام برنامج CoStat وجدول تحليل التباين ANOVA وحساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى ثقة 95%.

النتائج

- **تحديد المسبب المرضي**

أظهرت دراسة الخصائص الشكلية لعزلات الفطر الممرض المعزولة من الأوعية الناقلة لساق نباتات البندورة، أن جميع عزلات الفطر نمت بشكل جيد على مستنبت PDA، عند درجة حرارة (25° س). غطى الفطر كامل سطح الطبق خلال ثمانية أيام من تاريخ التحضين، وكان لون المستعمرة أبيض مشوب باللون البنفسجي أو الزهري في جميع العزلات. شكل الفطر أبواغاً كونيدية صغيرة وحيدة أو ثنائية الخلية، بيضوية عصوية_ إهليلجيه، مستقيمة أو منحنية الشكل وغير ملونة، أبعادها 5.6–9.8 X 2.9-3.4 ميكرون، تشكلت على حوامل بوغية بسيطة وقصيرة mono-phialides، وأبواغا كونيدية كبيرة متطاولة مستقيمة غالباً وأحياناً منحنية، غير ملونة، نهايتها مقوسة والخلية القدمية مميزة في مكان اتصالها بالحامل الكونيدي، ومقسمة بـ 3–5 حواجز أبعادها 12.9–40.7 X 3.1 - 5.6 ميكرون(n=50)، الأبواغ الكلاميدية كروية مفردة أو ثنائية بينية أو طرفية قطرها 5.7 – 11.1ميكرون، ويتفق ذلك مع مواصفات الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. حسب المراجع المتخصصة (Booth, 1977; Nelson *et al.*, 1983).

- **قابلية إصابة عدد من الأصول البرية وهجن البندورة بالذبول الفيوزاريومي تحت ظروف الإعداء الاصطناعي بالمرض**

بينت النتائج أن أعراض المرض بدأت بالظهور بعد 15 يوماً من العدوى على بعض الهجن فقط، وتراوحت نسبة الإصابة بين 13.32% عند الهجين دومنا و59.94% عند الهجين سينتيا، في حين لم يلاحظ ظهور أعراض إصابة على الهجينين مندلون ويسرا والأصول المدروسة (جدول 1). وازدادت نسبة الإصابة عند معظم الأصول والهجن المختبرة بعد 30 يوماً من العدوى بشكل عام، ماعدا الهجينين المقاومين مندلون ويسرا اللذين لم تظهر فيهما أعراض الإصابة، فيما تراوحت نسبة الإصابة في الهجن ما بين 26.64%عند الهجين دومنا و93.24% عند الهجين سينتيا، أما عند الأصول المختبرة فقد سجلت نسبة إصابة 6.66% عند الأصل بيفوزت و13.33% عند الأصلين مونسترو وفورتمينو، في حين لم تظهر أعراض المرض على باقي الأصول المختبرة. استمر تطور

المرض بعد 45 يوماً من العدوى وازدادت نسبة الإصابة عند جميع الهجن القابلة للإصابة، وبلغت أقصاها 100% عند الهجن سينتيا وأستونا وبستونا، فيما لم تظهر الأعراض على الهجينين مندلون ويسرا والأصل إنباور، وتراوحت نسبة الإصابة بين (6.66 و19.98)% عند الأصول بروميرو واستمينو وبيفورت وفورتمينو ومونسترو. وكذلك الحال في نهاية التجربة بعد 60 يوماً من العدوى ماتت معظم النباتات في الهجن العالية القابلية للإصابة (سينتيا وأستونا وبستونا)، وتراوحت بين 79.26% عند الهجين دومنا و93.24% عند الهجين هدى، أما عند الهجينين مندلون ويسرا الذين أظهرا مقاومة عالية في البداية فقد لوحظ ظهور ضعيف للمرض في كل منهما ولم تتجاوز نسبة الإصابة فيهما 6.66%، وكذلك الحال لدى الأصول المختبرة، حيث بلغت 33.33% عند الأصل مونسترو، و19.98% عند الأصل فورتمينو، و6.66% عند الأصول بيفورت واستمينو وبروميرو، في حين بقي الأصل إنباور منيعاً تماماً.

أما بالنسبة لمعامل شدة الإصابة فقد تراوح بعد 15 يوماً من العدوى بين0% عند الهجن والأصول (مندلون ويسرا ومونسترو وفورتمينو وبيفورت واستمينو وبروميرو وانباور) و19.92% عند الهجينين سينتيا وبستونا، وازداد معامل شدة الإصابة بعد 30 يوماً من العدوى وتراوح عند الهجن المدروسة بين 0% عند الهجينين مندلون ويسرا و73.04%عند الهجين سينتيا، أما عند الأصول المختبرة فتراوح بين4.98% و8.3% عند الأصول بيفورت وفورتمينو ومونسترو، في حين بقي 0% عند بقية الأصول المختبرة. وتراوح معامل شدة الإصابة بعد 45 يوماً من العدوى بين 0% عند الهجينين مندلون ويسرا و89.64% عند الهجين سينتيا، وبين 0% عند الأصل انباور و18.26% عند الأصل مونسترو، وفي نهاية التجربة بعد 60 يوماً من العدوى فقد تراوح عند الهجن المدروسة بين 3.32% في الهجينين مندلون ويسرا، وبين 97.94% عند الهجين سينتيا، وفي الأصول المدروسة تراوح بين 0% عند الأصل انباور و19.92% عند الأصل مونسترو.

الجدول (1): تطور نسبة الإصابة وشدتها بالذبول الفيوزاريومي لهجن وأصول البندورة المختبرة بعد 15–30–45 و60 يوماً من الإعداء الاصطناعي في الأصص.

الصنف	نسبة الاصابة% تبعا للزمن/ يوم بعد العدوى				معامل شدة الاصابة% تبعا للزمن / يوم بعد العدوى			
	15 يوم	30 يوم	45 يوم	60 يوم	15 يوم	30 يوم	45 يوم	60 يوم
سينتيا	59.94	93.24	100	100	19.92	73.04	89.64	97.94
بستونا	53.28	86.58	100	100	19.92	69.72	79.68	94.62
أستونا	33.33	79.92	100	100	18.26	64.74	83	92.96
هدى	19.98	39.96	79.92	93.24	9.96	16.66	61.42	71.38
دومنا	13.32	26.64	73.26	79.26	9.96	19.92	38.18	68.06
سيدرا	19.98	33.33	79.92	86.58	16.66	28.22	49.8	66.4
مندلون	0	0	0	6.66	0	0	0	3.32
يسرا	0	0	0	6.66	0	0	0	3.32
مونسترو	0	13.32	19.98	33.33	0	8.3	18.26	19.92
فورتمينو	0	13.32	19.98	19.98	0	4.98	9.96	16
بيفورت	0	6.66	6.66	6.66	0	4.98	4.98	4.98
استمينو	0	0	6.66	6.66	0	0	4.98	4.98
بروميرو	0	0	6.66	6.66	0	0	4.98	4.98
انباور	0	0	0	0	0	0	0	0

وتؤكد النتائج في الجدول (2) درجة التباين بين الهجن والأصول المختبرة في قابلية إصابتها بالذبول الفيوزاريومي، حيث بلغ متوسط درجة الإصابة في نهاية التجربة (3.8، 3.9، 4) في الهجن عالية القابلية للإصابة (أستونا، بستونا وسينتيا) وماتت بعض الشتول في بعض المكررات بعد 25 يوماً من العدوى، وبلغ (2.8، 2.9، 3) عند الهجن القابلة للإصابة (سيدرا، دومنا، هدى) على التوالي، في حين كانت الإصابة طفيفة جداً (0.1) عند الهجينين يسرا ومندلون (هجن عالية المقاومة)، أما بالنسبة إلى الأصول المختبرة فقد كانت جميعها عالية المقاومة وتراوحت درجة الإصابة بين (0.1–1)، عدا الأصل انباور الذي كان منيعاً تماماً (0)، وقد أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية في درجة الإصابة ما بين الهجن عالية القابلية للإصابة (سينتيا وأستونا وبستونا) وبين بقية الهجن والأصول.

الجدول (2): متوسط درجة الإصابة بالذبول ودرجة مقاومة وتلون الأوعية الناقلة بالبني لهجن وأصول البندورة المختبرة بعد 60 يوماً من العدوى في تجربة الأصص

الصنف	درجة الإصابة	درجة المقاومة	التلون (سم)
سينتيا	4 a	عالي القابلية للإصابة	حتى قمة النبات
بستونا	3.9 a	عالي القابلية للإصابة	حتى قمة النبات
أستونا	3.8 a	عالي القابلية للإصابة	حتى قمة النبات
دومنا	2.9 b	قابل للإصابة	50
سيدرا	2.8 b	قابل للإصابة	حتى قمة النبات
هدى	3 b	قابل للإصابة	حتى قمة النبات
مندلون	0.1 d	عالي المقاومة	0
يسرا	0.1 d	عالي المقاومة	0
مونسترو	1 c	عالي المقاومة	80
فورتمينو	0.8 c	عالي المقاومة	25
بيفورت	0.1 d	عالي المقاومة	15
استمينو	0.1 d	عالي المقاومة	0
برومينو	0.1 d	عالي المقاومة	0
إنباور	0 d	منيع	0
LSD 0.05	0.5	–	–

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

وتجدر الإشارة إلى أنه لوحظ تلون الأوعية الناقلة باللون البني القاتم في المقاطع الطولية لسوق النباتات المصابة، وقد امتد التلون إلى قمة النبات عند الهجن عالية القابلية والقابلة للإصابة ما عدا الهجين دومنا الذي وصل تلون الحزم الوعائية فيه إلى 50 سم فوق سطح التربة، أما باقي الهجن والأصول العالية المقاومة والمنيعة فلم يلاحظ وجود تلون فيها باستثناء الأصول بيفورت وفورتمينو ومونسترو والتي بلغ ارتفاع التلون فيها 15، 25، 80 سم على التوالي. كما لم تظهر أعراض المرض في معاملات الشاهد غير المعدى لجميع الأصول والهجن المختبرة.

- **تأثير الإصابة بالذبول الفيوزاريومي في إنتاجية هجن البندورة في ظروف الزراعة في تربة موبوءة بالمرض**

بينت النتائج في الجدول (3) ظهور أعراض الإصابة على بعض الهجن المدروسة بعد 25 يوماً من العدوى، وتراوحت نسبة الإصابة بين 0% عند الهجن والأصول (نينار وباستيلا ومندلون ويسرا) و20%عند الهجين سينتيا، وزادت الإصابة بعد 50 يوماً من العدوى وتراوحت نسبة الإصابة بين 0% عند الهجن والأصول السابقة عدا الهجين نينار و50% عند الهجين سينتيا، بدأت أعراض الإصابة بالظهور على الهجينين والأصل عالية المقاومة مندلون ويسرا وإمباجادور بشكل طفيف بعد 75 يوماً من العدوى وبلغت نسبة الإصابة فيها 6%، أما عند باقي الهجن تراوحت نسبة الإصابة بين 10% عند الهجين باستيلا و74% عند الهجين سينتيا. وفي القراءة الأخيرة بعد 100 يوماً من العدوى حافظ الهجينين والأصل عالية المقاومة مندلون ويسرى وإمباجادور على نسبة الإصابة ذاتها في القراءة السابقة، وتراوحت نسبة الإصابة بين 20% عند الهجين باستيلا وبين 100% عند الهجينين سينتيا وجواهر.

تراوح معامل شدة الإصابة بعد 25 يوماً من العدوى بين 0% و16.5% عند الهجين سينتيا، وتراوحت قيمته بعد 50 يوماً من العدوى بين 0% و46% عند الهجين سينتيا، أما بعد 75 يوماً من العدوى فقد تراوحت قيمته بين 3% عند الهجينين والأصل عالية المقاومة مندلون ويسرى وإمباجادور و65% عند الهجين سينتيا، وفي القراءة الأخيرة بعد 100 يوماً من العدوى حافظ الهجينين والأصل عالية المقاومة مندلون ويسرى وإمباجادور على شدة الإصابة ذاتها في القراءة السابقة (3)%، وتراوحت شدة الإصابة بين 15% عند الهجين باستيلا و85% عند الهجينين سينتيا وجواهر.

الجدول (3): تطور نسبة وشدة الإصابة بالذبول لهجن وأصول البندورة المختبرة مع الزمن في ظروف الزراعة في تربة موبوءة بالذبول

الصنف	نسبة الاصابة% تبعا للزمن/ يوم بعد العدوى				معامل شدة الاصابة% تبعا للزمن / يوم بعد العدوى			
	25	50	75	100	25	50	75	100
سينتيا	20	50	74	100	16.5	46	65	90
جواهر	18	48	72	100	16	40.5	60	85
بستونا	18	40	70	94	12	32	47.5	85
نسمة	15	36	52	94	10	28	42	80
أستونا	18	36	50	88	10	28	40.5	77
دالينا	16	32	48	82	10	26	42	72
سمر	10	30	46	80	5.5	22	40	75
دلال	12	30	32	80	5.5	26	33	73.5
دومنا	12	28	34	78	5	20.5	30	73
سيدرا	6	22	32	74	5	18	22	69
هدى	10	24	30	72	5.5	22.5	27	66
نينار	0	20	34	66	0	15.5	27	60
باستيلا	0	0	10	20	0	0	15	15
مندلون	0	0	6	6	0	0	3	3
يسرا	0	0	6	6	0	0	3	3
امباجادور	0	0	6	6	0	0	3	3

بينت النتائج (جدول 4) أن درجة الإصابة بلغت أعلاها (4) عند كل من الهجينين سينتيا وجواهر، حيث ماتت معظم النباتات بعد 100 يوماً من العدوى، وبلغت نسبة الفقد في إنتاج الثمار 85%، أما عند باقي الهجن عالية القابلية للإصابة (بستونا، نسمة، أستونا، دالينا) فقد تراوحت نسبة الفقد بين (73.9–76.7)%، أما في الهجن القابلة للإصابة فقد تراوحت نسبة الفقد في إنتاج الثمار بين 15.25% عند الهجين باستيلا و65.44% عند الهجين دومنا، أما في الهجن والأصول عالية المقاومة (يسرا ومندلون وامباجادور) فقد تراوحت نسبة الفقد بين 7%و9.18%.

أظهرت النتائج وجود فرق معنوي في درجة الإصابة بين الهجن عالية القابلية للإصابة (سينتيا وجواهر وبستونا ونسمة) والهجن القابلة للإصابة (سمر ودلال ودومنا وسيدرا وهدى ونينار)، وبين الهجين باستيلا والهجن عالية القابلية للإصابة بالإضافة للهجين سمر القابل للإصابة، وبين الهجينين مندلون ويسرا والأصل امباجادور العالية المقاومة وباقي الهجن المدروسة.

الجدول (4): متوسط درجة الإصابة بمرض الذبول الفيوزاريومي على البندورة وأثره في إنتاجية هجن وأصول البندورة تحت ظروف العدوى في تربة موبوءة بالمرض بعد 100 يوماً من الزراعة.

الصنف	متوسط درجة الإصابة	درجة المقاومة	متوسط إنتاجية النبات من الثمار (غ)	متوسط إنتاجية الشاهد السليم من الثمار (غ)	الفقد في الإنتاجية %
سينتيا	4.00 a	عالي القابلية للإصابة	1018	6790	85
جواهر	4.00 a	عالي القابلية للإصابة	1072.67	6823	84.28
بستونا	3.85 a	عالي القابلية للإصابة	1820.00	7712	76.4
نسمة	3.7 ab	عالي القابلية للإصابة	1827.83	7001	73.9
أستونا	3.35 abc	عالي القابلية للإصابة	1785.00	7209	75.23
دالينا	3.11 bcd	عالي القابلية للإصابة	1604.89	6901	76.74
سمر	3.00 cd	قابل للإصابة	2976.00	7905	62.35
دلال	2.9 cde	قابل للإصابة	3222.00	6605	51.21
دومنا	2.89 cde	قابل للإصابة	2444.00	7073	65.44
سيدرا	2.8 cde	قابل للإصابة	3410.80	5730	40.48
هدى	2.67 de	قابل للإصابة	4400.00	7099	38.01
نينار	2.5 de	قابل للإصابة	5200.00	7380	29.53
باستيلا	2.25 e	قابل للإصابة	4500.00	5310	15.25
مندلون	1.00 f	عالي المقاومة	56930	5930	9
يسرا	1.00 f	عالي المقاومة	5250.75	5900	9.18
إمباجادور	1.00 f	عالي المقاومة	7007.00	7535	7
LSD	0.58	–	–	–	–

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

المناقشة

أظهرت نتائج تقويم تأثير الإصابة بالذبول في إنتاجية البندورة من الثمار أن نسبة الفقد في الإنتاج تراوحت بين27 %و85% في الهجن القابلة للإصابة وشديدة القابلية للإصابة، ويتفق ذلك مع ما ورد في دراسات سابقة من أن الفقد في الإنتاج يتراوح بين 30%–40% وقد يصل إلى 80% أحياناً (McGrath *et al.*,1987; Murthy *et al.*, 2009)، و إلى 100% عند موت النباتات في

مراحل النمو الأولى، وهذا ما أكدته تجارب العدوى الاصطناعية في الأصص حيث ماتت معظم الشتول المزروعة في الهجن القابلة للإصابة قبل الوصول إلى مرحلة الإنتاج، وهو بدوره ما يؤكد الخطورة العالية لمرض الذبول الفيوزاريومي على البندورة (Charoenporn *et al*., 2010).

أكدت نتائج هذه الدراسة تباين الهجن المختبرة في قابليتها للإصابة بالمرض وهذا يعود إلى اختلاف مورثات المقاومة فيها، وبالتالي تشكيل مركبات دفاعية مختلفة (أنزيمات ومواد استقلابية)، ويتوافق مع ما ذكره عدد من الباحثين حول وجود فروق بين الأصناف المختبرة في قابليتها للإصابة في كل من إيران والهند وباكستان وصربيا (Amini, 2009; Dordevic *et al*., 2012; Akram *et al*., 2014; Chopada *et el*., 2014). ولا بد من الاشارة إلى أن المقاومة الجيدة التي أبدتها بعض هجن وأصول البندورة المنيعة والعالية المقاومة للمرض في هذه الدراسة قد تعود إلى احتوائها على مورثات المقاومة للسلالة 1 وهي السلالة الوحيدة المنتشرة في الساحل السوري (صبيح وآخرون، قيد النشر)، مما يعني أنها نوعاً من المقاومة الرأسية (Resistance Vertical) يمكن كسرها عند تغير السلالة، غير أن الثابت أن هذه الدراسة أعطت مؤشراً ايجابياً حول امكانية استخدامها في إدارة المرض في البيوت المحمية/الدفيئات في الساحل السوري، كون استخدام الأصناف المقاومة تشكل أحد أهم الركائز الناجعة في مكافحته (Al-Khatib *et al*., 2012; Gonzalez- Cendales *et al*., 2016).

الاستنتاجات

1. تباينت أصول البندورة المدروسة في قابلية إصابتها بالذبول الفيوزاريومي وتراوحت بين منيعة (إنباور) وعالية المقاومة (مونسترو وفورتمينو وبيفورت واستمينو وبرومينو وامباجادور)
2. تباينت هجن البندورة المدروسة في قابلية إصابتها بالذبول الفيوزاريومي وتراوحت بين عالية المقاومة (مندلون ويسرا)، وقابلة للإصابة (دومنا وسيدرا وهدى وسمر ودلال ونينار وباستيلا) وعالية القابلية للإصابة (أستونا وبستونا وسينتيا وجواهر ونسمة ودالينا).
3. تراوحت نسبة الفقد في إنتاج البندورة في الثمار بين 7–85% نتيجة الإصابة بالذبول الفيوزاريومي.

التوصيات

1. زراعة الهجن والأصول التي أثبتت أنها منيعة وعالية المقاومة للذبول الفيوزاريومي في هذه الدراسة في البيوت المحمية في الساحل السوري، كونها أحد وسائل المكافحة المتكاملة الفعالة والصديقة للبيئة.
2. التوسع في دراسة أصول وهجن بندورة جديدة غير مختبرة في هذه الدراسة.

المراجع

مطر، محمد (2012). فاعلية بعض مبيدات الفطور الكيميائية والحيوية في مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* المسبب لمرض ذبول البندورة. مجلة جامعة تشرين، سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد 34، العدد 4، 57–76.

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2022). المجموعة الإحصائية الزراعية السورية، دائرة الإحصاء. جدول رقم 60، 238 صفحة.

Akram, W.; T. Anjum and A. Ahmad (2014). Basal susceptibility of tomato varieties against different isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. International J. Agril. Biol. 16(1): 171-176.

AL-Khatib, M; M. Brake; M. Qaryouti; K. Alhussaen and H. Migdadi (2012). Response of Jordanian tomato land races to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici.* Asian journal of plant pathology 6 (3): 75-80.

Amini, J. (2009). Physiological race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in Kurdistan province of Iran and reaction of some tomato cultivars to race 1 of pathogen. Plant pathology journal 8(7): 68-73.

Booth, C. (1977). The Genus Fusarium. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, UK. 58 pp.

Charoenporn, C.; S. Kanokmedhakul; F. C. Lin; S. Poeaim and K. Soytong (2010). Evaluation of bio-agent formulations to control Fusarium wilt of tomato. African Journal of Biotechnology Vol. 9(36), pp. 5836-5844.

Chopada, G. B.; B. Singh and C Korat (2014). Pathogenic variation among *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* isolates and varietal screening of tomato against wilt under south Gujarat, India. The Bioscan 9 (1): 351-354.

Dordevic, M.; T. Vatchev; Z. Girek; M. Sevic; B. Zecevic; J. Zdravkovic and M. Ivanovic (2012). Reaction of different tomato cultivars toward race 1 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Genetika . vol.44. no. 1. 109-118.

El-Sharkawy, H; M, Abbas; A, Soliman; S, Ibrahim; I, El-Nady (2021). Synergistic effect of growth-promoting microorganisms on bio-control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*, growth, yield, physiological and anatomical characteristics of pea plants. Pesticide Biochemistry and Physiology. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2021.104939.

Gonzalez-Cendales, Y.; A. Catanzariti; B. Baker; D. J. Mc Garth and D, A. Jones (2016). Identification of I-7 expands the repertoire of genes for resistance to Fusarium wilt in tomato to three resistance gene classes. Molecular plant pathology 17(3), 448–463

Herrera-Téllez, V., A. K. Cruz-Olmedo, J, Plasencia, M. Gavilanes-Ruíz, O. Arce-Cervantes, S. Hernández-León and M. Saucedo-García (2019). The Protective Effect of *Trichoderma asperellum* on Tomato Plants against *Fusarium oxysporum* and *Botrytis cinerea* Diseases Involves Inhibition of Reactive Oxygen Species Production. Int. J. Mol. Sci. 2019, 20, 2007; doi:10.3390/ijms20082007.

Jones, J. B.; J. P. Jones; R. E. Stall and T. A. Zitter (1991). Compendium of tomato disease, 1st edition. The American Phytopathological Society, New York, p. 100.

Larena, I; P, Sabuquillo; P, Melgarejo and A, De Cal (2003). Biocontrol of Fusarium and Verticillium wilt of tomato by *Penicillium oxalicum* under greenhouse and field conditions. J. Phytopathology 151, 507–512.

McGrath, D. J.; D. Gillespie and L. Vawdrey (1987). Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 2 and race 3 in L. pennellii. Aust. J. Agric. Res. 38: 729-733.

McKinney, H.H (1923). Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. J. Agrie. Res. 26:195-217.

Mohammed, B. (1990). *Fusarium* wilt or "Yellows" of tomato. University of Illinois at Urbania, RPD No.929.

Murthy, D. S.; M. Sudha; M. R. Hegde and V. Dakshinamoorthy (2009). Technical efficiency and its determinants in tomato production in Karnataka, India: data envelopment analysis (DEA) Approach. Agricultural Economics Research Review. 22: 215-224.

Nelson, P., T. Toussoun, and W. Marasas (1983). Fusarium species: an illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press, University Park, PA. 193 pp.

Raza, w; N, Ling; R, Zhang; Q, Huang; Y, Xu and Q, Shen (2016). Success evaluation of the biological control of Fusarium wilts of cucumber, banana, and tomato since 2000 and future research strategies, Critical Reviews in Biotechnology, DOI :10.3109/07388551. 2015 .1130683.

Reis, A.; L. B. Giordano; C. A. Lopes and L. S. Boiteux (2004). Novel sources of multiple resistance to three races of *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* in *Lycopersicon* germplasm. Crop Breeding and Applied Biotechnology 4:495-502.

Sheu, Z. M. and T. C. Wang (2006). First report of race 2 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, the causal agent of *Fusarium* wilt on Tomato in Taiwan. *The American Phytopathological Society* Vol.90, No.111.

The susceptibility of some tomato hybrids grown in greenhouses on the Syrian coast to *Fusarium* wilt disease under conditions of artificial inoculation

Ali Sbieh*[1], Mohamed Matar[2], Qusay Alrhayeh[1] and Wafaa Choumane[3]

(1) Agricultural Scientific Research Centre in Lattakia. Syria.
(2) Department of plant protection, Faculty of Agricultural engineering, Tishreen University, Lattakia. Syria.
(3) Biotechnology Centre, Tishreen University, Lattakia. Syria.
(*Corresponding author: Ali Sbieh E-Mail: ali_sbeeh@hotmail.com)

Received: 21/5/2024 Accepted: 26/6/2024

Abstract

The aim of this study is evaluating twenty-two tomato hybrids and rootstocks, widely planted in greenhouses in the Syrian coast, for their susceptibility to *Fusarium* wilt disease caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. This study conducted in the greenhouse in the Agricultural Research Centre in Lattakia, and in a greenhouse in Alideia in Jableh countryside during the years 2019-2020. The tomato seedlings were artificially inoculated with the spore suspension of the pathogen directly after planting in the pots. Disease intensity and severity were recorded, and the influence of the pathogen on plant productivity of fruits were also estimated after 100 days of inoculation in the trial of planting in highly infected soil. Results showed a big difference among tested cultivars in their susceptibility and disease severity. The high productivity hybrids (Astona, Bastona, Huda, Domna, Sentia, Sedra, Nasma, Jawaher, Ninar, Dalal, Samar, Dalina) were high susceptible to susceptible to the wilt disease, while, the rootstocks (Inpower, Empajador, Befort, Estamino, Bromeno) and the hybrids (Mandalon and Yosra) were high resistant, compared to other tested hybrids and rootstocks, which affect plant productivity, the production of fruit was decreased between (7 and 85)% according to the tomato cultivar.

Key word: Tomato, Fusarium wilt, Susceptibility, Hybrids and rootstocks, Productivity.