

Morphological characterisation of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* isolates causing tomato wilt disease in protected houses in Syrian coast

Dr. Mahmoud Hasan*
Dr. Qusay Alrhayeh**
Dr. Wafaa Choumane***
Ali Sbieh****

(Received 28 / 9 / 2022. Accepted 7 / 8 / 2022)

□ ABSTRACT □

This research aimed to identify the morphological characters of fungus isolates belonging to *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, the causal agent of tomato wilt disease in covered culture in Syrian coast. Seventy tow isolates of the wilt causal agent represented the main protected tomato planting regions in Tartous (Akkar flat, Yahmour, Baniyas and Alkadmous) and Lattakia (Jableh), and most tomato hybrids (31 hybrids and resistant stocks) were collected. The isolates were regrouped into nine morphotypes based on tow criteria, colony colour on the upper and down face of the colony, and mycelium texture (densely floccose, floccose, flocculose). The nine morophotypes were compared according to sporulation density, daily colony growth rate and spore dimensions, significant differences among them were recorded. The correlation between conidiospore long and width was strong and positive, and negative among other studied criteria.

Key words: Tomato, Fusarium wilt, Morphological characterisation, Syrian coast.

* Professor, Department of plant protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia. Syria.

** Researcher, Agriculture scientific research centre in Lattakia. GCSAR, Syria.

*** Professor, Biotechnology centre, Tishreen University, Lattakia. Syria.

**** Postgraduate student (PhD), Department of plant protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia. Syria. ali_sbeeh@hotmail.com

التوصيف الشكلي لعزلات من الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* . المسبب لمرض ذبول البندورة الفيوزاريومي في البيوت المحمية في الساحل السوري

د.محمود حسن*

د.قصي الرحية**

د. وفاء شومان***

علي صبيح****

(تاريخ الإيداع 28 / 9 / 2022. قبل للنشر في 7 / 8 / 2022)

□ ملخص □

هدف هذا البحث إلى دراسة الصفات الشكلية لعزلات من الفطر الممرض *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* المسبب لمرض الذبول الفيوزاريومي على البندورة في البيوت المحمية في الساحل السوري، حيث جمعت 72 عزلة من الفطر الممرض مثلت المناطق الرئيسية لزراعة البندورة المحمية في كل من طرطوس (سهل عكار ويحمور ويانياس والقدموس) واللاذقية (جبلية)، كما شملت أغلب الهجن المزروعة (31 هجيناً وأصلاً مقاوماً مطعماً بهجن ذات إنتاجية عالية). توزعت العزلات وفقاً للون المستعمرة على السطح العلوي والسفلي وطبيعة المشيجة (لبادي، وبري، شفاف) إلى تسع أنماط شكلية، كما درست الأنماط الشكلية من حيث كثافة التبوغ ومعدل النمو اليومي وأبعاد الأبواغ الكونيدية، وتبين وجود فروق معنوية فيما بينها، أظهرت دراسة الارتباط بين الصفات المدروسة وجود ارتباطاً موجباً وقوياً بين طول وعرض الأبواغ الكونيدية، وسلبياً بين باقي الصفات.

الكلمات المفتاحية: البندورة، الذبول الفيوزاريومي، التوصيف الشكلي، الساحل السوري

*أستاذ - قسم الوقاية - كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** باحث - مركز بحوث اللاذقية - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - سورية.

*** أستاذة - مركز التقانات الحيوية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

**** طالب دراسات عليا (دكتوراه) - قسم الوقاية - كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. ali_sbeeh@hotmail.com

مقدمة

تعد البندورة (*Lycopersicon esculentum*) من أكثر خضار العالم شيوعاً، وهي من أهم محاصيل الزراعة المحمية في سورية. حيث تستخدم الثمار الطازجة في السلطة أو مطبوخة أو مصنعة على شكل رب بندورة أو عصير أو مجففة، وهي غنية بفيتامين A و C وذات أهمية لاحتوائها على صبغة الليكوبين التي تخفض نسب حدوث السرطان وأمراض القلب والشيخوخة.

يتوزع الإنتاج في معظم المحافظات السورية صيفاً ويتركز في الساحل ضمن البيوت المحمية شتاءً، حيث تعتبر زراعة البندورة في البيوت المحمية مصدراً للدخل لعدد كبير من مزارعي الساحل السوري، ومصدراً للنقد الأجنبي عند تصديره للخارج. بلغ عدد البيوت المحمية في محافظة اللاذقية عام 2020 حوالي 8031 بيتاً وبلغت كمية الإنتاج حوالي 40155 طن بندورة، وفي طرطوس 87562 بيتاً وكمية الإنتاج 437810 طن (المجموعة الإحصائية السورية، 2020). تصاب البندورة بالعديد من الأمراض ويعد مرض ذبول البندورة الفيوزاريومي من أهمها وأخطرها حيث يتسبب بضعف أو انعدام الإنتاج بشكل كلي في النبات المصاب في الحقل والبيوت المحمية حول العالم (Abdel- Monaim, 2012; Amini and Sidovich, 2010; Sheu and Wang, 2006)، وهو أحد أهم الأمراض المدمرة لزراعة البندورة، حيث تتبع أهميته من الخسائر الاقتصادية التي يسببها (Balaz et al., 2009)، وخصوصاً على الأصناف الحساسة وفي الظروف الملائمة لانتشاره. يتميز الفطر الممرض عند تواجده في التربة بمقدرته على البقاء والاستمرار لفترة طويلة، كما ويشكل خطراً على نجاح زراعة البندورة في العالم (Jones et al., 1991)، فقد يصل انخفاض الإنتاج إلى 30-40% (Murthy et al., 2009)، وفي حالات الإصابة الشديدة يمكن أن تصل الخسارة إلى 80% من المحصول (McGrath et al., 1987).

يعد مرض الذبول الفيوزاريومي عالمي الانتشار على البندورة حيث سجل في 32 بلداً على الأقل، وهو مرض معروف في جميع مناطق زراعة البندورة في العالم وخطير في البلدان الحارة (Mohammed, 1990).

تمت دراسة الصفات الشكلية لعدد من عزلات الفطر المسبب للذبول الفيوزاريومي على البندورة المحمية في جبلة وبانياس، فتبين وجود فروق فيما بينها في شكل ولون المستعمرة وأبعاد الأبواغ الكونيدية الصغيرة والكبيرة وفروق معنوي في معدل النمو (رزق، 2017). وفي دراسة أخرى قسمت قبيلي (2019) عزلات الفوزاريوم المدروسة (21) عزلة إلى ست مجموعات حسب الصفات الشكلية للمستعمرات، حيث تمايزت ألوان السطح العلوي بين الأبيض والأبيض المشوب بالوردي والبنفسجي، وبين اللون الكريمي الفاتح أو الغامق والبنفسجي للسطح السفلي وتباين نمو المستعمرة بين النمو الكثيف المرتفع أو السطحي أو السفلي، وتبين وجود فروق معنوية بينها في معدل النمو وسجلت اختلافاً في أبعاد الأبواغ الكونيدية الصغيرة والكبيرة والكلاميدية.

يعد استخدام الأصناف المقاومة للإصابة بالكائنات الممرضة الوسيلة الأكثر أماناً على البيئة لكونها تحد من استخدام المبيدات وبالتالي تقلل من تلويث البيئة ومن الأضرار الصحية التي تسببها للإنسان، وللحصول على أصناف مقاومة تستمر لفترة طويلة لا بد من التعرف على التنوع في مجتمعات الفطر الممرض في منطقة الدراسة، ويتم ذلك في المرحلة الأولى عن طريق دراسة الصفات الشكلية والقدرة المرضية للمسبب المرضي.

ميراث البحث:

1. الأهمية الغذائية والاقتصادية للبندورة المحمية في سورية.
2. الأضرار الكبيرة والمتزايدة في الزراعة المحمية للبندورة نتيجة الانتشار الوبائي لمرض الذبول الفيوزاريومي في السنوات الأخيرة.

أهمية البحث وأهدافه :

1. التوصيف الشكلي لعزلات من الفطر المسبب للذبول الفيوزاريومي على البندورة في البيوت المحمية في الساحل السوري تمثل المناطق والهجن الرئيسة المزروعة فيها.

طرائق البحث ومواده:

المسح الحقل:

نفذت جولات حقلية لمعرفة واقع الإصابة بمرض الذبول الفيوزاريومي ومدى انتشاره على هجن وأصول البندورة في مناطق الانتشار الرئيسة للبيوت المحمية في الساحل السوري ولجمع عينات مصابة للدراسة، وذلك خلال موسمي العامين 2018 و2019. حيث استهدفت الجولات زيارة البيوت المحمية في سهل عكار ويحمور وياناس والقدموس (طرطوس) وجبلة (اللاذقية)، بالاستعانة بمهندسين زراعيين وفنيين مختصين في الوحدات الإرشادية والشركات الزراعية. جمعت العينات من سوق نباتات بندورة مصابة تبدي الأعراض النموذجية لمرض الذبول الفيوزاريومي من مختلف الهجن المزروعة (الحساسة والمقاومة والمطعمة على أصول)، المنتشرة في مواقع المسح المختلفة. حيث شملت الهجن التالية: ايزي، أستونا، أورينت، آغن، باستيلا، بستونا، إمبادور (أصل)، جواهر، دالينا، دلال، دومنا، ديمة، رودي، سمر، سينتيا، سيدرا، شانون، الهجين 2428، كرزية، مجدلون، إنباور (أصل)، بوفورت (أصل)، ديفنسر (أصل)، مندلون، ناتاشا، نجاح، نسمة، نينار، هدى، يسرا، يوليا، X400 (أصل). وضعت العينات النباتية المصابة بالذبول في أكياس بلاستيكية سجل عليها اسم هجين البندورة المصاب واسم المزارع والمنطقة وتاريخ الجمع، وحفظت في البراد ريثما تم عزل الكائن الممرض منها. بلغ عدد العزلات الإجمالي 276 (107 و169 عزلة في الموسمين الزراعيين 2018 و2019 على التوالي)، شملت المناطق المختلفة لانتشار البندورة في الساحل السوري. تم اختيار عدد مناسب من العزلات 72 عزلة تمثل اختلافات الهجن (حساس، مقاوم، أصل) والموقع المزروع.

العزل:

أخذت عينات من سوق نباتات بندورة مصابة تبدي الأعراض النموذجية لمرض الذبول الفيوزاريومي على ارتفاع 20-40 سم فوق سطح التربة، ونقلت إلى مخبر الأمراض الفطرية في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، حيث أجري مقطعاً عرضياً وطولياً في الساق وعقمت قطعاً من الأنسجة الوعائية الملونة بالبني والمميزة للإصابة بالكحول الاتيلي تركيز (70%) لمدة 2-3 دقائق ثم وضعت على ورق ترشيح معقم حتى تجف في غرفة العزل وقطعت بشفرة معقمة إلى قطع صغيرة وزرعت على مستنبت غذائي PDA (Potato, Dextrose, Agar) مدعم بالمضاد الحيوي ريفامبيسين بتركيز 100مغ/لتر حسب (Chopada et al., 2014).

التنقية بطريقة البوغ المفرد:

اختيرت مستعمرات فتية من الفطر فوزاريوم وأخذ منها جزءاً من الميسليوم بواسطة حلقة إبرة الزرع البكتيرية loop ووضع في أنبوب Eppendorf يحوي 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 لمدة 24 ساعة على درجة حرارة $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ، لتؤخذ مستعمرات فطرية مفردة وتزرع من جديد في أطباق بتري تحتوي المستنبت PDA مع المضاد الحيوي حسب (Kohpina *et al.*, 1999).

تحديد المسبب المرضي:

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

الدراسة المورفولوجية:

زرعت العزلات المختارة (72 عزلة) بأخذ قرص من طرف مستعمرة فتية من كل عزلة بقطر 0.5 سم باستخدام ثاقبة الفلين ووضع على مستنبت PDA في مركز الطبق، وحضنت الأطباق على درجة حرارة $24 \pm 2^\circ\text{C}$ في الظلام. وزعت العزلات المختبرة حسب لون المستعمرة على الوجهين العلوي والسفلي وطبيعة الميسليوم إلى أنماط شكلية مختلفة، وسجلت المؤشرات المتعلقة بكل عزلة، شملت قطر المستعمرة كل 72 ساعة حتى وصول الميسليوم إلى طرف الطبق، ومعدل النمو اليومي بقسمة قطر النمو الأعظمي للمستعمرة على عدد الأيام التي استغرقتها النمو، وكثافة التبوغ بحساب متوسط عدد الأبواغ في طبق بتري بعد كشط الميسليوم من كامل الطبق بشفرة معقمة ووضع في ليتر ماء وخلط جيداً باستخدام خلاط مغناطيسي ومن ثم عد الأبواغ باستخدام شريحة فحص الدم Haemocytometer من نوع Thoma، حيث نفذت أربعة مكررات لكل عزلة، وقرنت المتوسطات بإجراء اختبار دنكان لدراسة وجود فرق معنوي فيما بينها عند مستوى دلالة 1%. كما تم قياس أبعاد الأبواغ الكونيدية لـ 100 بوغ لكل عزلة مدروسة ودرست مواصفاتها الشكلية حسب (Colak and Bicici, 2013).

النتائج والمناقشة:**نتائج المسح الحقلية**

أظهر المسح الحقلية انتشار مرض الذبول الفيزاريومي في معظم هجن البندورة وبعض أصول التطعيم التي اعتاد المزارعون على زراعتها لسنوات عديدة في أراضيهم على امتداد الساحل السوري. ظهرت أعراض الإصابة على الهجن والأصول التالية: ايزي، أستونا، أورينت، آغن، باستيلا، بستونا، إمباجادور (أصل)، جواهر، دالينا، دلال، دومنا، ديمة، رودى، سمر، سينتيا، سيدرا، شانون، هجين 2428، كرزية، مجدلون، إنباور (أصل)، بوفورت (أصل)، ديفنسر (أصل)، مندلون، ناتاشا، نجاح، نسمة، نينار، هدى، يسرا، يوليا، X400 (أصل)، في المناطق والقرى التي يوجد فيها انتشار كبير للبيوت المحمية المزروعة بالبندورة في الساحل السوري، وذلك خلال موسمي العامين 2018 - 2019 كما هو موضح في الجدول (1).

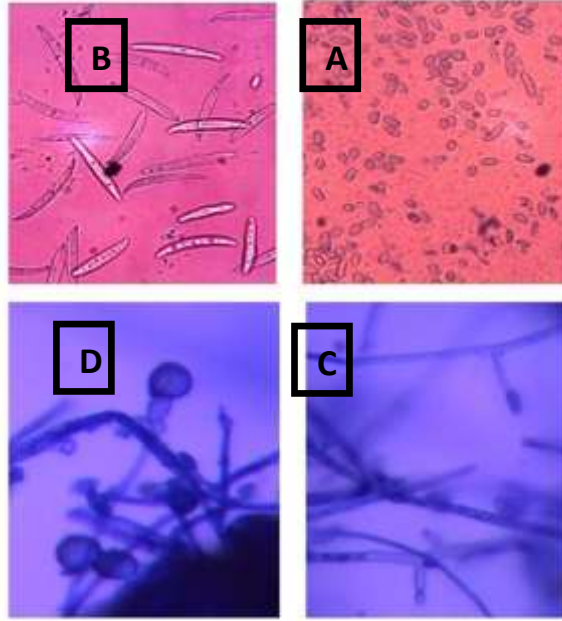
جدول 1. العزلات المحلية من الفطر *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* ومصدرها من هجن وأصول البندورة المحمية المزروعة في الساحل السوري.

الهجين / الأصل	رمز العزلة المحلية من الفطر <i>Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici</i> *
ايزي	F(T-Sfs)63
أستامينو (أصل)	F(T-Der)29
أستونا	F(L-Ras)4 ,F(L-Ede)7 ,F(L-Bse)13 ,F(L-Sya)10 ,F(T-Klo)15
أورينت	F(T-Zea)69
أغن	F(T-Zna)33
إمباجادور (أصل)	F(L-Ede)57
إنباور (أصل)	F(T-Der)22, F(T-Klo)23, F(T-Dar)27
باستيلا	F(L-Ras)44 ,F(L-Ras)47 ,F(L-Ede)54 ,F(L-Ede)58
بستونا	F(T-Mho)9 ,F(L-Doe)12 ,F(T-Yah)31 ,F(T-Sfs)66 ,F(T-Hre)16 ,F(T-Sht)25 ,F(T-Dar)26 ,F(T-Dar)26 ,F(T-Rod)36
بوفورت (أصل)	F(T-Bem)68
جواهر	F(L-Ede)52
دالينا	F(L-Ede)53 ,F(T-Sfs)60
دلال	F(L-Ede)51
دومنا	F(T-Wad)3 ,F(T-Klo)6 ,F(T-Jma)35 ,F(T-Wat)70
ديفنسر (أصل)	F(T-Khr)24
ديمة	F(T-Mea)61
رودي	F(T-Mea)62
سمر	F(L-Ede)56
سننثيا	F(L-Doe)46
سيدرا	F(T-Zna)32, F(L-Ede)50
شانون	F(L-Ede)59
غورفو	F(L-Doe)43
كرزية	F(T-Sfs)64
مجدلون	F(L-Zhe)5, F(L-Zhe)20
مندلون (مقارم)	F(L-Qib)2, F(L-Ras)37, F(L-Ede)39, F(L-Ede)40, F(L-Zhe)49, F(T-Zea)72, F(T-Der)28, F(T-Drd)30
ناتاشا	F(T-Mat)71
نجاح	F(L-Zhe)41
نسمة	F(L-Ede)55
نينار	F(T-Btl)17, F(T-Tab)34, F(T-Bho)67, F(L-Jab)45
هدى	F(L-Zhe)8, F(T-Der)14, F(T-Rao)18
يسرا (مقازم)	F(L-Qib)1, F(L-Ede)38, F(L-Ede)42, F(L-Ede)11, F(L-Sok)19
يوليا	F(T-Sfs)65
2428 (هجين)	F(T-Bem)21
x400 (أصل)	F(L-Ede)48

*يمثل الحرف الأول من رمز العزلة **F**: عزلة الفطر الممرض، والإختصار بين الأقواس يشير إلى مكان الجمع والذي يتكون من قسمين حيث يبدأ بحرف يشير للمحافظة **L**: اللاذقية، أو **T**: طرطوس، والقسم الثاني اختصار يتكون من ثلاثة حروف يشير إلى موقع الجمع في المحافظة، التنية: **Tab**، الجماسة: **Jma**، الخراب: **Khr**، الدردارة: **Drd**، الدروك: **Dar**، الروضة: **Rao**، الزناتي: **Zna**، الزهيرات: **Zhe**، الزيادة العليا: **Zea**، الشاطيء المهجور: **Sha**، الصفصافة: **Sfs**، العبدية: **Ede**، القلوع: **Klo**، بتلة: **Btl**، بحوزة: **Bho**، بيسين: **Bse**، بعمرانيل: **Bem**، جبلة: **Jab**، حريصون: **Hre**، دوير الخطيب: **Doe**، دير البشل: **Der**، رأس العين: **Ras**، سوكاس: **Sok**، سيانو: **Sya**، قيبارو: **Qib**، متن الساحل: **Mat**، محورتني: **Mho**، ميعار شاكرا: **Mea**، وادي السقي: **Wad**، وطى الدوير: **Wat**، بجمور: **Yah**، بينما يشر الرقم المرفق إلى رقم العزلة.

تحديد المسبب الممرض:

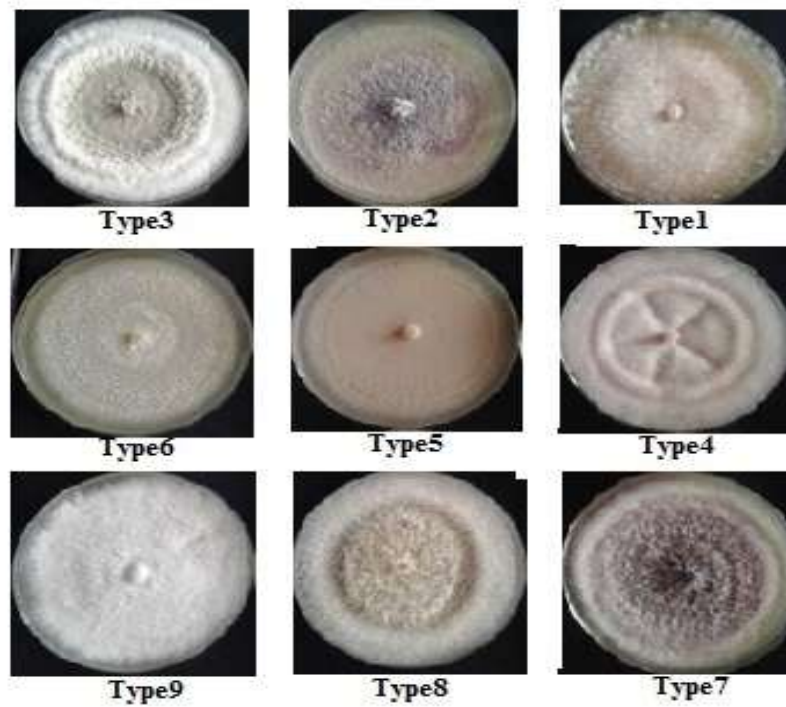
أظهرت دراسة الخصائص الشكلية لعزلات الفطر الممرض المعزول من الأوعية الناقلة لساق نباتات البندورة والتي شملت لون المستعمرة وشكل الحوامل الكونيدية والأبواغ الكونيدية الصغيرة والكبيرة والكلاميدية أنه ينتمي للفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. حيث أن لون المستعمرة أبيض مشوب باللون البنفسجي أو الزهري، والأبواغ الكونيدية الصغيرة *Microconidia* وحيدة الخلية أو ثنائية بيضوية إلى اهليلجية مستقيمة أو منحنية أبعادها 2.9-3.4 (بمتوسط 3.03 ميكرون) $5.6-9.8 \times$ (بمتوسط 8.16 ميكرون)، الحامل البوغي بسيط وقصير، الأبواغ الكونيدية الكبيرة *Macroconidia* تحوي 3-5 حواجز أبعادها 12.9-40.7 (بمتوسط 26.7 ميكرون) $3.1 \times$ - 5.6 (بمتوسط 4.3 ميكرون)، الأبواغ الكلاميدية كروية مفردة أو ثنائية قطرها 5.7-11.1 (بمتوسط 8.5 ميكرون)، الشكل (1)، وهذا يتوافق مع مواصفات *Fusarium oxysporum* حسب (Booth, 1977).



شكل 1. الأبواغ الكونيدية الصغيرة (A) والكبيرة (B) والحوامل البوغية (C) والأبواغ الكلاميدية (D) للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

الصفات الشكلية (المورفولوجية):

أظهرت الدراسة المظهرية لشكل المستعمرة ولونها وطبيعة نمو الميسليوم عند العزلات المختبرة تبايناً واضحاً سمح بتوزيعها ضمن تسعة أنماط شكلية Phenotypes مميزة، كما هو مبين في الشكل (2)، وهي كالتالي:



الشكل (2) الأنماط الشكلية لعزلات الفوزاريوم المدروسة

- النمط الأول Type 1: تميز بميسيليوم لبادي كثيف، ومستعمرة بيضاء غير منتظمة الحواف سطحها السفلي كريمي اللون، مع وجود جسيمات حجرية سوداء. ويضم العزلة F 23
- النمط الثاني Type 2: تميز بميسيليوم وبري ومستعمرة صفراء اللون في المنتصف وبنفسجي وأبيض في المحيط، سطحها السفلي كريمي مشوب بلون بنفسجي فاتح. ويضم العزلة F40
- النمط الثالث Type 3: تميز بميسيليوم وبري، ومستعمرة بيضاء اللون، مع وجود حلقة شفافة في المنتصف، سطحها السفلي كريمي اللون مع وجود حلقات. ويضم خمس عزلات هي: F2, F37, F63, F67, F72.
- النمط الرابع Type 4: تميز بوجود حلقة داخلية قشرية القوام زهرية اللون وحلقة خارجية وبرية بيضاء، السطح السفلي للمستعمرة كريمي اللون مع وجود خطوط متقاطعة تشبه النجمة. ويضم 14 عزلة هي: F25, F42, F50, F51, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F62, F64, F70, F71.
- النمط الخامس Type 5: تميز بميسيليوم وبري أبيض اللون، والسطح السفلي للمستعمرة كريمي اللون مع وجود حلقتين قريبة من المركز وأخرى طرفية. ويضم سبع عزلات: F8, F9, F22, F28, F29, F30, F47.
- النمط السادس Type 6: تميز بميسيليوم شفاف والسطح السفلي للمستعمرة كريمي فاتح اللون. ويضم عشر عزلات هي: F6, F7, F12, F14, F20, F32, F33, F36, F49, F68.
- النمط السابع Type 7: تميز بميسيليوم وبري، ومستعمرة ذات حلقات متداخلة بنفسجية اللون في الوسط، وسطحها السفلي ذو حلقات متداخلة كريمية وبنفسجية اللون. ويضم عشر عزلات هي: F3, F4, F10, F13, F16, F18, F19, F26, F54, F65.
- النمط الثامن Type 8: تميز بميسيليوم لبادي كثيف ومستعمرة بيضاء اللون، سطحها السفلي كريمي اللون مع وجود حلقات طرفية. ويضم عشر عزلات هي: F5, F11, F17, F24, F27, F34, F44, F45, F48, F61.

النمط التاسع 9 Type: تميز بميسيليوم لبادي كثيف ومستعمرة بيضاء اللون مع لون وردي في المنتصف، سطحها السفلي كريمي اللون مشوب بلون بنفسجي فاتح. ويضم 14 عزلة هي: F1, F15, F21, F31, F35, F38, F39, F41, F43, F46, F52, F53, F66, F69.

تم اختيار عزلات ممثلة لكل نمط شكلي مع مراعاة تمثيل كافة الأصول والهجن من نبات البندورة والمواقع المختلفة لاستكمال الدراسة الشكلية كما هو مبين في الجدول 2.

جدول 2. العزلات الممثلة للأنماط الشكلية للفظر *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* المسبب لمرض ذبول البندورة في المواقع المدروسة.

العزلة	الهجين / الأصل	النمط الشكلي
F 23	إنباور (أصل)	Type1 النمط الأول
F40	مندلون	Type2 النمط الثاني
F 2	مندلون	Type3 النمط الثالث
F70	دومنا	Type4 النمط الرابع
F9	بستونا	Type5 النمط الخامس
F 6	دومنا	Type6 النمط السادس
F16	بستونا	Type7 النمط السابع
F 5	مجدلون	Type8 النمط الثامن
F 1	يسرا	Type9 النمط التاسع

أظهرت دراسة كثافة التبوغ عند الأنماط الشكلية المختلفة تبايناً معنوياً واضحاً، حيث تراوحت قيم متوسط التبوغ بين 10×6^6 بوغ/طبق عند النمط الأول الأقل تبوغاً و 10×972^6 بوغ/طبق عند النمط السادس (الشفاف) الأكثر تبوغاً. تلا النمط السادس النمطين الرابع والخامس على التوالي، ثم النمط الثالث تلاه النمط التاسع ثم النمطين السابع والثاني على التوالي، وكان كل من النمطين الثامن والأول الأقل تبوغاً مع وجود فرق معنوي مع باقي الأنماط، جدول 3.

جدول 3. معدل النمو اليومي للمستعمرات وعدد وأبعاد أبواغ الأنماط الشكلية للعينات المدروسة من الفطر *Fusarium oxysporum f. lycopersici* في المواقع المدروسة

أبعاد الأبواغ (ميكرون)		كثافة التبوغ بوغ/الطبق (10×6^6)	معدل النمو سم/اليوم	النمط الشكلي
العرض	الطول			
4.64 *	19.67 *	6.0 f	1.05 c	Type1 النمط الأول
3.10 a	09.36 a	189.0 e	1.13 a	Type2 النمط الثاني
2.88 a	07.81 bcd	476.0 c	1.14 a	Type3 النمط الثالث
2.89 a	05.61 e	586.5 b	1.05 c	Type4 النمط الرابع
3.02 a	09.22 ab	593.0 b	0.98 d	Type5 النمط الخامس
3.09 a	09.04 abc	972.0 a	1.03 c	Type6 النمط السادس
2.91 a	07.64 cd	213.0 e	1.10 b	Type7 النمط السابع
3.39 a	09.76 a	040.0 f	1.03 c	Type8 النمط الثامن
2.99 a	06.85 de	302.0 d	0.99 d	Type9 النمط التاسع
1.43	1.42	85.17	0.023	LSD 1%

* أبعاد الأبواغ الكونيدية الكبيرة (ماكروكونيدية) لذلك لم يتم إدخالها ضمن التحليل الاحصائي أوضحت نتائج تقدير معدل نمو المستعمرات بأن النمطين الشكليين الثالث والثاني كانا الأسرع نمواً وتفوقا معنوياً على جميع الأنماط الباقية، في حين تفوق النمط الشكلي السابع على كل من الأنماط الأول والرابع والسادس والثامن، التي لا يوجد فروق معنوية فيما بينها والنمطين الخامس والتاسع اللذين كانا الأبطأ معنوياً بين جميع الأنماط الشكلية جدول رقم 3. أظهرت دراسة أبعاد الأبواغ الكونيدية تفرد النمط الأول بتشكيل أبواغ كونيدية كبيرة (ماكروكونيدية) فقط على عكس باقي الأنماط التي شكلت أبواغ كونيدية صغيرة (ميكروكونيدية) بشكل كبير والقليل من الأبواغ الماكروكونيدية، وأجريت الدراسة الإحصائية لمقارنة متوسطات ابعاد الأبواغ الكونيدية الصغيرة فقط، فتبين وجود فرق معنوي فيما بينها من حيث الطول وتفوق النمطان الثاني والثامن على باقي الأنماط الشكلية عدا النمطين الخامس والسادس اللذين تفوقا على النمطين التاسع والرابع الذي يعد الأصغر طولاً وبفارق معنوي عن باقي الأنماط، أما من حيث العرض لا يوجد فروق معنوية بين الأنماط المدروسة في عرض الأبواغ الميكروكونيدية، الجدول (3).

قدر معامل الارتباط بين كثافة التبوغ ومعدل النمو اليومي للمستعمرات عند أنماط الفطر المختلفة وأظهرت النتائج وجود ارتباط سلبي ضعيف (-0.27) بينهما، أي لم تكن الأنماط الأكثر تبوغاً هي الأسرع نمواً، بل يمكن القول أن الأنماط ذات المستعمرات بطيئة النمو كانت نسبياً الأكثر تبوغاً، كما كان الارتباط سلبياً متوسطاً بين كثافة التبوغ وكل من طول وعرض الأبواغ الكونيدية (-0.46، -0.52) على التوالي. وكان الارتباط سلبياً وضعيفاً جداً بين معدل نمو المستعمرة وكل من طول وعرض الأبواغ الكونيدية (-0.003، -0.066) على التوالي، في حين كان الارتباط إيجابياً وقوياً جداً بين طول الأبواغ الكونيدية وعرضها (0.97) كما هو مبين في الجدول (4).

جدول 4. علاقة الارتباط بين معدل النمو اليومي للمستعمرات وكثافة وأبعاد أبواغ الأنماط الشكلية للعينات المدروسة من الفطر

Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici في المواقع المدروسة

عرض الأبواغ الكونيدية	طول الأبواغ الكونيدية	معدل النمو	كثافة التبوغ	
			1	كثافة التبوغ
		1	-0.27	معدل النمو
	1	-0.003	-0.46	طول الأبواغ الكونيدية
1	0.97	-0.066	-0.52	عرض الأبواغ الكونيدية

لا يوجد ارتباط بين النمط الشكلي والموقع الجغرافي الذي أخذت منه، فنلاحظ أن معظم الأنماط الشكلية تحوي عزلات من قرى ومناطق مختلفة من محافظتي اللاذقية وطرطوس، كما أن هناك عزلات مأخوذة من موقع جغرافي واحد توزعت على أنماط شكلية مختلفة، مثل العزلات من قرية العيدية في ريف جبلة توزعت على خمس أنماط شكلية.

النتائج و المناقشة:

أظهرت دراسة العزل من عينات البندورة التي أبدت مظاهر الذبول والتلون الوعائي أن العامل المسبب للذبول هو الفطر *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* وذلك بناءً على الصفات الشكلية للمستعمرة والموصفات المجهرية للعزلات المدروسة بالاعتماد على المرجع المختص (Booth,1977). وتوافقت أبعاد الأبواغ الميكروكونيدية (2.9-3.4 X 5.6-9.8 ميكرون) مع كل من Amini (2009) حيث كانت أبعاد الأبواغ (2.1-3.5 X 4-12 ميكرون) ومع Joshi وآخرون (2013) حيث كانت أبعاد الأبواغ (2.3 X 11.8 ميكرون)، واختلفت مع Colak و Bici (2013) حيث طول الأبواغ (10.5-15 ميكرون)، وقد يعود هذا الاختلاف إلى تباين ظروف العزل والتحصين،

لما لذلك من تأثير على النتائج حيث تشير الدراسات إلى أن أي تغير بسيط في الظروف المحيطة بالفطر فوزاريوم و pH ومصدر النتروجين في المستنبت يمكن أن يؤدي إلى تغير في مواصفات الفطر (Donnell,2000, Edel *et al*,2000). يتوافق التنوع الشكلي للعزلات المدروسة (تسعة أنماط شكلية) مع ما ذكرته Elias (1989) حيث أشارت إلى أن التنوع الشكلي للمستعمرة ظاهرة معروفة جداً عند فوزاريوم بسبب التنوع الوراثي الكبير في مجتمعاته، الناتج عن قدرته على العيش متطفلاً على العائل أو مترمماً في التربة بغياب العائل، ولتكيفه مع ظروف التربة المختلفة من pH وحرارة وعوامل كيميائية وفيزيائية وأحيائية مختلفة، وخصوصاً وجود عوامل التضاد الحيوي الميكروبية، مما يؤدي إلى تطبيق ضغط انتخابي متنوع وبالتالي تشكل هذا التنوع الوراثي.

يتوافق وجود فرق معنوي بين الأنماط الشكلية المدروسة بأبعاد الأبواغ الكونيدية مع ما ذكره Joshi *et al* (2013) من حيث وجود اختلاف بشكل الأبواغ الكونيدية، وإن هذا الاختلاف لم يرتبط مع شراسة العزلات المدروسة، كما يدل وجود فروق معنوية بين الأنماط الشكلية في الصفات المجهرية (كثافة التبوغ وأبعاد الأبواغ الكونيدية) ومعدل النمو على التنوع فيما بينها بتلك الصفات أيضاً، وهذا ما يؤكد وجود تنوع وراثي في العزلات المدروسة أدى إلى تنوع في الشكل المورفولوجي والصفات المجهرية ويتوافق مع دراسات كل من رزق (2017) وقبيلي (2019).

بالإضافة لما سبق، يشير وجود ارتباط سلبي ضعيف بين المعايير المدروسة (كثافة التبوغ ومعدل النمو وأبعاد الأبواغ) إلى أنه لا يمكن تجميع العزلات المدروسة في مجموعات متجانسة اعتماداً تلك المعايير، وهذا يعني وجود اختلاف بين العزلات ليس فقط على مستوى المواصفات الشكلية بل والمعايير الأخرى وهذا يتوافق أيضاً مع ما ذكر في الفقرة السابقة.

يتوافق الاختلاف الذي لوحظ في لون الميسليوم مع دراسات أخرى ظهر فيها الاختلاف في لون الميسليوم وشكل الأبواغ وأبعادها لعزلات فطر فوزاريوم على عوائل مختلفة أيضاً مثل الفانيليا والقرنفل والجرييرا (Peeran *et al*,2019; Kulkarni and Hegde,2002; Kishore 2007).

الاستنتاجات والتوصيات:

يوجد تنوع كبير في الصفات الشكلية للعزلات المدروسة من الفطر المسبب للذبول الفيوزاريومي على البندورة في البيوت المحمية في الساحل السوري، حيث لوحظ اختلاف في لون وطبيعة الميسليوم وأبعاد الأبواغ الكونيدية الكبيرة والصغيرة، ووجود فرق معنوي بينها في معدل النمو وكثافة التبوغ، هذا التنوع يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار عند البحث عن هجن وأصول بندورة مقاومة للمرض بهدف الحصول على نسبة عالية من المقاومة وضمان استمرارها لفترة طويلة. ونوصي بالتوسع بتوصيف العزلات من خلال دراسة التوصيف الجزيئي ودراسة إمكانية ربط المعايير الجزيئية مع صفات شراسة الكائن الممرض على البندورة وغيرها من النباتات.

References:

1. القبيلي، ميس. مقارنة تأثير بعض المبيدات الفطرية في مكافحة مرض الذبول الوعائي على البندورة المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة- جامعة تشرين، 2019، 98 صفحة.
2. المجموعة الإحصائية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دائرة الإحصاء. 2020.
3. رزق، بشرى. دراسة تأثير الأحياء التكافلية *Rhizobium* وفطور الميكورايزا في الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* المسبب لمرض ذبول البندورة في الزراعة المحمية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة- جامعة تشرين، 2017، 99 صفحة.
1. ABDEL-MONAIM, M.F. *Induced Systemic Resistance in Tomato Plants Against Fusarium Wilt Disease*. International Resource Journal of Microbiology, Vol.3 No. 1, 2012, 014-023.
2. AMINI, J. *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), 2009, 68-73.
3. AMINI, J. AND SIDOVICH, D.F. *The effects of fungicides on Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici associated with Fusarium wilt of tomato*. Journal of Plant Protection Research 50 (2), 2010, 172-179.
4. BALAŽ, F., V. STOJŠIN, S. JASNIC, D. INDIC, F. BAGI, D. BUDAKOV. *The most important fungal diseases in greenhouse production*. Plant doctor. 37(5), 2009, 468-492.
5. BOOTH, C. *The Genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, UK, 1977, 58.
6. CHOPADA, G.B., SINGH, P., KORAT, C. *Pathogenic variation among Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici isolates and varietal screening of tomato against wilt under south Gujarat, India*. The Bioscan 9 (1), 2014, 351-354.
7. COLAK, A., BICICI, M. *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, 2013, 457-467.
8. DONNELL, K. *Molecular phylogeny of the Nectria haematococca-Fusarium solani species complex*. Mycologia, 92, 2000, 919-938.
9. EDEL, V., STEINBERG, C., GAUTHERON, N. AND ALABOUVETTE, C. *Ribosomal DNA-targeted oligonucleotide probe and PCR assay specific for Fusarium oxysporum*. Mycological Research, 104, 2000, 518-526.
10. ELIAS, K. *Vegetative compatibility of Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici and non-pathogenic strain of F. oxysporum and an isozyme analysis of pathogenic populations*. PhD theses, Louisiana state university, 1989. 89p.
11. JONES, J. B., JONES, J. P., STALL, R. E. AND ZITTER, T. A. *Compendium of tomato disease, 1st edition*. The American Phytopathological Society, New York, 1991, p. 100.
12. JOSHI, M., RASHMI, S., SHARMA, A., ANIL, P. *Isolation and characterization of Fusarium oxysporum, a wilt fungus for its pathogenic and non-pathogenic nature in tomato (Solanum lycopersicum)*. Journal of applied and natural science 5(1), 2013, 108-117.
13. KISHORE C. *Studies on diagnosis and management of Fungal wilt diseases of carnation and Gerbera under protected cultivation*. M.Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad. 2007.
14. KOHPINA, S., R. KNIGHT AND STODDARD, F. L. *Variability of Ascochyta fabae in South Australia*. Australian Journal of Agricultural Research. 50, 1999. 1475-1481

15. KULKARNI S AND HEGDE YR. *Disease of Plantation Crops and their Management*. Agrotech Publishing Academy, Udaipur, Rajasthan, India, 2002, pp. 131.
16. MCGRATH, D. J., GILLESPIE, D. AND VAWDREY, L. *Inheritance of resistance to Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici race 2 and race 3 in L. pennellii*. Aust. J. Agric. Res. 38, 1987, 729-733.
17. MOHAMMED, B. *Fusarium wilt or "Yellows" of tomato*. University of Illinois at Urbana, 1990, RPD No.929.
18. MURTHY, D. S., SUDHA, M., HEGDE, M. R. AND DAKSHINAMOORTHY, V . *Technical efficiency and its determinants in tomato production in Karnataka, India: data envelopment analysis (DEA) Approach*. Agricultural Economics Research Review. 22, 2009, 215-224.
19. PEERAN, M., ALAGUPALAMUTHIRSOLAI, M AND SARATHAMBAL, C. *Morphological and molecular characterization of Fusarium oxysporum f.sp. vanilla inciting root and stem rot diseases in vanilla*. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci 8(4), 2019, 1578-1590.
20. SHEU, Z.M. AND WANG, T.C. *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.3, 2006, 111-111.