

## تعريف عزلات من الفطرين الممرضين *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cucumerinum* و *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis* وتقييم قدرتها الإراضية في إصابة بعض أنواع الفصيلة القرعية

د. إسماعيل المحمد<sup>3</sup>  
ismailmohamed72@gmail.com

د. أحمد فخرو<sup>2</sup>  
fakhro.ahmed@gmail.com

م. مصطفى الرحيل<sup>1</sup>  
eng.raheel1982@gmail.com

<sup>1</sup>طالب ماجستير، قسم وقاية نبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات.

<sup>2</sup>مدرس في قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات.

<sup>3</sup>أستاذ مساعد في قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات.

### الملخص

يُعد الفطر *Fusarium oxysporum* المسبب الرئيس لمرض الذبول على نباتات الخيار، هدفت الدراسة إلى تعريف عزلات من أنواع فطر الذبول من نباتات الخيار المصابة في حقول محافظة الرقة ودير الزور خلال الموسم الزراعي 2012-2013، وتقييم القدرة الإراضية لبعض الأشكال التخصصية للفطر في إصابة بعض أنواع القرعيات في التجارب نصف الحقلية/الأصص. دلت نتائج عزل الفطر من عينات الخيار المصابة وجود شكلين متخصصين متميزين في صفاتهما الشكلية والمزرعية على مستنبت بطاطا ديكستروز آجار (PDA) Dextrose Agar هما: الفطر (FOC) *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* المسبب لمرض الذبول الوعائي في الخيار فقط، والفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (FORC) المسبب لمرض عفن الساق والجذور في البطيخ الأصفر والكوسا إضافة إلى الخيار، في حين لم يستطع الفطرين الممرضين إصابة صنف اليقطين (القرع البلدي الأبيض). ومع أن ذبول الخيار مسجل في سورية منذ زمن بعيد، إلا أن تسجيل الفطر (FORC) المسبب لمرض عفن الساق والجذور قد يكون هو التسجيل الأول للمرض في سورية، تم الحصول على 19 عزلة نقية من الفطر (FOC)، و 17 عزلة نقية من الفطر (FORC)، كانت العزلات متباينة الشراسة المرضية بحسب سلم التقييم المستخدم، وقد تراوحت في عزلات الفطر (FOC) بين (1.6 – 3.0) درجة في حين كانت لدى عزلات الفطر (FORC) بين (0.5 – 3.0) درجة.

الكلمات المفتاحية: عزل الفطر *Fusarium oxysporum*، تقييم القدرة الإراضية، الخيار

ورد للنشر بتاريخ: 2026/1/29

قبل للنشر بتاريخ: 2026/3/14

## Evaluation of the pathogenicity of isolates of the two pathogenic fungi *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *radice-cucumerinum* in infecting some cucurbit species

Mustafa Alraheel<sup>1</sup>

Ahmed Fakhro<sup>2</sup>

Ismail Al-Mohamed<sup>3</sup>

### Abstract

The fungus *Fusarium oxysporum* is the main causative agent of wilt disease in cucumber plants. This study aimed to identify isolates of wilt fungal species from infected cucumber plants in the fields of Raqqa and Deir ez-Zor governorates during the 2012-2013 growing season, and to evaluate the pathogenicity of some specialized forms of the fungus in infecting certain cucurbit species in semi-field/pot experiments. The results of fungal isolation from infected cucumber samples showed the presence of two specialized forms, distinct in their morphological and culture characteristics on potato dextrose agar (PDA) medium: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC), which causes vascular wilt only in cucumbers, and *Fusarium oxysporum* f. sp. *radice-cucumerinum* (FORC), which causes stem and root rot.

In addition to cucumber, the latter fungus can also pathogenic melon (*Cucumis melo*) and squash (*Cucurbita pepo*) but not on *C. maxima* (pumpkin), Wilt disease of cucumber caused by *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* has been recorded for a long time, the detection of the fungus FORC, which causes stem and root rot, may be the first recorded disease in Syria. Nineteen pure FOC isolates and seventeen pure FORC isolates were obtained. The isolates exhibited varying degrees of pathogenicity, as measured by the maximum score on the Pathogenic (according to the standardization scale used). The FOC isolates scored between 1.6 and 3.0, while the FORC isolates scored between 0.5 and 3.0.

**Keywords:** Evalaution, *Fusarium oxysporum*, Fungus, Isolations, Pathogenicity, Cucumber.

<sup>1</sup>Master Degree Student, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, Al-Furat University, Syria.

<sup>2</sup>Assistante Professor, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, Al-Furat University, Syria.

<sup>3</sup>Associate Professor, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, Al-Furat University, Syria.

## المقدمة:

يُعد نبات الخيار *Cucumis sativus* L. من أهم محاصيل الخضار الاقتصادية في العالم يتبع للعائلة القرعية Cucurbitaceae وعلى الرغم من أن (Vakalounakis, 1988) أشار مبكراً إلى أهمية الخيار إلا أن الدراسات الحديثة أكدت استمرار وتزايد هذه الأهمية، خاصة في ظل التوسع في نظم الزراعة المحمية والتقنيات الحديثة التي رفعت من كفاءة الإنتاج والعائد الاقتصادي للمحصول (Soliman and ElShahed, 2022; FAO, 2023). يصاب الخيار بعدد كبير من الأمراض النباتية، من أهمها أمراض الذبول الوعائي، وأعفان الساق والجذور التي تسببها أشكال متخصصة *formae speciales* من الفطر *Fusarium oxysporum* التي تنتشر عالمياً في مختلف أنواع الترب والبيئات المناخية محدثة خسائر اقتصادية فادحة للمحصول (Leslie and Summerell, 2006). ويعد مرض الذبول الوعائي في الخيار المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (FOC) الأكثر خطورة وانتشاراً على الصعيد العالمي في ظروف الزراعة الحقلية الصيفية (Vakalounakis, 1996; Ahn et al., 1998). وقد أشارت نتائج (Armstrong et al., 1978) اعتماداً على رد فعل أربعة أصناف من الخيار متباينة بقابلية إصابتها بالمرض، وجود ثلاثة طرز فيزيولوجية للفطر 1، 2 و 3 تنتشر في الولايات المتحدة واليابان وفلسطين المحتلة على الترتيب.

كما يعد مرض عفن الساق والجذور المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (FORC) أحد القيود الرئيسية في إنتاج الخيار (Kalpana Yadav, NL Meena and Rajendra Prasad Jat, 2019) والأكثر تدميراً للمحصول في ظروف الدفيئات الزراعية، وذلك منذ أن سجل لأول مرة في اليونان في عام 1989 (Vakalounakis, 1996)، ومن ثم انتشر ليشمل معظم أنحاء العالم (Vakalounakis et al., 2004). ولم يسجل طرز أو سلالات فيزيولوجية للفطر (FORC) حتى تاريخه (Vakalounakis et al., 2005). وقد وصفت الأعراض التي يحدثها المرض في الخيار من قبل (Punja and Parker, 2000)، والتي تظهر بصورة أعفان على الجذور الثانوية والرئيسية، وعلى قاعدة الساق والمنطقة الممتدة نحو الأعلى ويتكون عليها هيفا وأبواغ الفطر بلون برتقالي مميز، وتذبل النباتات مع ازدياد شدة المرض وهي في مرحلة الإثمار بصورة نهائية (Punja and Parker, 2000)، على نحو مغاير للأعراض التي يسببها الفطر المسبب لمرض الذبول الوعائي (Adachi et al., 1991) (FOC) وقد تم تحديد الاختلاف بين الفطرين FOC و FORC بواسطة القدرة الإراضية لكليهما على مجموعة من المضيفات المختلفة، ووبائيات الفطر، وكذلك الأصناف التفريقية (Vakalounakis, 2005) (et al. وتعرز ذلك بالأبحاث اللاحقة التي تناولت الارتباط بين الطرز أو الأشكال التخصصية من الفطر

*Fusarium oxysporum* من جهة والعوائل المتعددة من نباتات العائلة القرعية من جهة أخرى، باستخدام تقنيات مجموعات التوافق الخضرية (VCG) Vegetative Compatibility Groups وتقنية تفاعل البوليميراز المتسلسل لقطعة الحصر ذات التكوين والطول المتعدد Restriction Fragment Length Polymorphism (REL P) لا (DNA)، للتمييز بين الأشكال المتخصصة من الفطر *F. oxysporum*، بإنشاء علاقة ارتباط أو خريطة وراثية فيما بينها لتحديد القدرة الإمراضية أو المجال العائلي لكل فطر بدقة، وقد أجمعت تلك الأبحاث على أن الفطر FOC متخصص نوعياً على الخيار، ويستطيع إحداث الإصابة في الظروف الطبيعية والاصطناعية، وفي مختلف شروط النمو، فيما يمكن للفطر FORC إصابة معظم أنواع القرعيات (Katan and Di Primo, 1999؛ Vakalounakis et al., 2004؛ Vakalounakis، *F. oxysporum f. sp. radicle-cucumerinum*)، إذ أن الفطر (Najafinia and Sharma, 2009؛ et al., 2005)، يحتوي على كروموسوم إمراضي إضافي يحتوي على جينات مثل (SIX6) مسؤولة عن القدرة على إحداث مرض تعفن الجذور والساق في مجموعة واسعة من العوائل القرعية (Peter van Dam، (P, Fokkens L, Ayukawa Y, et al., 2017). ونظراً للأهمية الاقتصادية لمحصول الخيار في المنطقة الشرقية والشمالية الشرقية من سورية؛ حيث تقدر المساحة المزروعة بالخيار والقتاء سقياً وبعلاً في سورية بحوالي 10272 هكتار، أنتجت 153624 طناً من الخيار (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2023)، وبسبب تعرض محصول الخيار للإصابة الشديدة بأمراض الذبول الوعائي، وأعفان الساق والجذور بحيث أصبحت هذه الأمراض عاملاً محددًا لزراعة الخيار في كثير من هذه المناطق وبخاصة عندما تتراق مع الإصابة بنيमतودا تعقد الجذور (النجم، 2009)، فإنه لا بد من تعريف مسببات هذه الأمراض بدقة ومداهم العوائلي، ليم تحديد الطرائق المثلى للحد من خطورتها بشتى الوسائل المتاحة.

## أهداف البحث: Objectives

- 1- تعريف عزلات الفطر *Fusarium oxysporum* المحدثة لذبول الخيار لتحديد الأشكال التخصصية للفطر المسببة لأعراض الذبول الوعائي، وعفن الساق والجذور على الخيار في محافظتي الرقة ودير الزور، من خلال دراسة الصفات الشكلية والمزرعية للفطريات المعزولة.
- 2- تقييم القدرة الإمراضية لمجموعة من عزلات الفطريات التي يتم تعريفها في إصابة عدة أنواع من القرعيات في التجارب نصف الحقلية/الأصص.

## مواد البحث وطرائقه

نفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2012-2013، وأجريت التجارب المخبرية وتجارب الأوص في مختبرات كلية العلوم بالرقعة.

### 1- مصدر الفطريات الممرضة

جمعت عينات نباتات الخيار من مناطق مختلفة من محافظتي الرقة ودير الزور، وبواقع 10 مناطق لكل محافظة، كالتالي مناطق محافظة دير الزور ( الشميضية - حوايج البومصعة - محمييدة - الجنينة - حطلة - مرط - البوليل - بقرص فوقاني - بقرص تحتاني - العشارة )، ومناطق محافظة الرقة ( صفصافة تحتاني - مزرعة الصفصافة - المنصورة - الهورة - الحمام - البارودة - حويجة العلي - البورجب - السحل - كسرة محمد علي ) ، وبواقع 10 مناطق لكل محافظة، وقد اختيرت الحقول في كل منطقة من مواقع متعددة عشوائياً، وبمعدل 3 حقول لكل منطقة ( 65 حقل تقريباً). شخضت النباتات المصابة اعتماداً على الأعراض المرضية كالأصفرار والذبول والتعفن وموت بعض الفروع الجانبية، إضافة إلى التلون الوعائي البني أو البني المحمر في المقاطع الطولية أو العرضية للسوق والجذور. جلبت العينات إلى المختبر بعد وضعها في أكياس بلاستيكية مع كتابة رقم العينة وتاريخ ومكان الجمع بهدف تحديد العزلات، وحفظت بالثلاجة عند درجة حرارة 4°س لحين إجراء العزل.

### 2- عزل وتعريف الفطريات المسببة للمرض:

حضرت عينات من نباتات الخيار التي بدت عليها أعراض الإصابة بالذبول، غسلت الجذور والسوق المصابة بالماء الجاري لإزالة حبيبات التربة العالقة، قطعت طولياً إلى قطع صغيرة بطول 0.5-1سم، وعقمت في محلول هيبوكلوريت الصوديوم 1% مادة فعالة لمدة 3 دقائق، ثم غسلت بماء معقم مقطر عدة مرات وجففت على أوراق ترشيح معقمة ضمن غرفة العزل. زرعت في أطباق بتري بقطر 9 سم (بواقع طبق واحد/حقل) تحتوي على مستنبت بطاطا ديكستروز آجار (P.D.A.) أضيف إليه 250 مغ/ليتر الصاد الحيوي لتثبيط نمو البكتيريا، بواقع 4 قطع لكل طبق وثلاثة مكررات لكل منطقة، حضنت الأطباق عند درجة حرارة 25°س ± 2 لمدة 5 أيام، ثم نقيت العزلات بطريقة البوغ المفرد (Choi *et al.*, 1999)، وعرفت عزلات الفطر *F. oxysporum* بالاعتماد على المواصفات التي ذكرت في المفاتيح التصنيفية لـ (Booth, 1971; Nelson *et al.*, 1983). وبناءً على الدراسات المزرعية والمجهرية (Kumar, N.L. Meena and Neeraj.,2021) تمت دراسة كل مما يلي:

- الخصائص المزرعية للمستعمرة (بعمر أسبوع): قطر المستعمرة/سم، وجود أو عدم وجود الميسيليوم الهوائي ولونه على سطح المستعمرة العلوي، ولون السطح السفلي للمستعمرة.
- الخصائص المجهرية (عمر 3 أسابيع): وجود الأبواغ الكونيدية الصغيرة والكبيرة وشكلها وأبعادها بالميكرون  $\mu$ ، وجود الأبواغ الكلاميدية وموضعها في الخيط الفطري، وأبعادها بالميكرون  $\mu$ .

### 3- تجارب الأصص البلاستيكية:

#### 3-1- تقييم القدرة الإمراضية لعدد من عزلات الفطرين المرصين في الخيار *Fusarium*

#### *Fusarium oxysporum f. sp. radice-* و *oxysporum f. sp. cucumerinum*

#### *cucumerinum* في إصابة عدة أنواع من القرعيات بأمراض الذبول الوعائي، وعفن الساق

#### والجذور تحت ظروف الزراعة بالأصص:

نفذ اختبار القدرة الإمراضية حسب فرضية كوخ (Koch's Postulates) وذلك لعدة عزلات من الفطرين المرصين التي ظهرت في عملية العزل والتشخيص، واختيرت 19 عزلة نقية من الفطر FOC (11 عزلة من دير الزور، 8 عزلات من الرقة)، و17 عزلة من الفطر FORC (9 عزلات من دير الزور و8 عزلات من الرقة)، أعطيت كل عزلة رموز وأرقام متسلسلة، تشير إل مكان عزلها، ولتمييزها عن بعضها البعض، بحيث أخذت عزلات دير الزور الرمز D-Z، وعزلات الرقة R-Q. وذلك على أربعة أنواع من نباتات العائلة القرعية (اختيرت الأصناف الأكثر زراعة في منطقة الدراسة) هي: الخيار *Cucumis sativus L.* (الصنف بابليون F1)، البطيخ الأصفر *Cucumis melo L.* (الصنف رانيا F1)، الكوسا *Cucurbita pepo L.* (الصنف آسيا F1) والقرع البلدي الأبيض (اليقطين) *Cucurbita maxima L.* . زُرعت بذور كل نوع من نباتات القرعيات على حدة في صواني استنبات فليينية خلوية بأبعاد 5×5×15 سم (32 خلية في الصينية الواحدة) تحتوي على تربة عضوية (تورب 80%) معقم في جهاز الصاد الموصل (الأتوكلاف) عند درجة حرارة 121 °C وضغط 15 باوند/إنش<sup>2</sup> ولمدة ساعة واحدة، تركت بعد ذلك لمدة 24 ساعة ثم أعيد تعقيمها بالطريقة نفسها لضمان عملية التعقيم. ثم وضعت صواني الاستنبات في غرفة النمو عند درجة حرارة 24 ± 2 °س وبشدة إضاءة نحو 6000 لوكس عند مستوى المجموع الخضري، باستخدام مصابيح LED بيضاء مع نظام إضاءة مدته 16 ساعة/يوم. أجري الإعداد الاصطناعي بكل فطر ولكل نوع نباتي على حدة في مرحلة النمو 2-3 أوراق بالطريقة المذكورة عند (Vakalounakis, 1996) التي تعتمد على تغطية منطقة الجذور للبادرة حتى قاعدة الساق (التاج) بمعلق عزلات الفطر، كلاً على حدة، تركيزه 10<sup>5</sup> بوغوة/مل ماء مقطر لمدة 3-5 دقائق، ثم نقلت البادرات إلى أصص بلاستيكية قطرها 25 سم، بسعة 5 كغ، تحتوي خلطة ترابية (1/3 رمل نهري، 1/3 طين، 1/3 روث بقري متخمّر) عمقت بالطريقة السابقة، وتم زراعة 5 بادرات/

أصيص، و3 أصص في المكرر الواحد، و4 مكررات في المعاملة الواحدة، ثم وضعت الاصص في الظروف الطبيعية، وتمت مراقبة نمو البادرات وسقايتها يومياً حسب حاجة البادرات. حُدثت نسبة الإصابة وشدة المرض لمرضي الذبول الفوزاريومي (معاملات الفطر FOC)، وعفن الساق والجذور (معاملات الفطر FORC) بعد 30 يوماً من الإعداء الاصطناعي؛ حسبت نسبة الإصابة لكل عزلة من كل فطر ممرض ولكل نوع نباتي وفق المعادلة:

$$\text{نسبة النباتات المصابة (\%)} = \frac{\text{عدد النباتات المصابة في المكرر}}{\text{العدد الكلي للنباتات في المكرر}} \times 100$$

وحسبت درجة الإصابة وفق سلم رباعي معدل ليأخذ بعين الاعتبار الأعراض التي يسببها كلا الفطرين بصرياً (Vakalounakis *et al.*, 2005) كما يلي:

0 = لا يوجد أي أعراض مرضية.

1 = تعفن خفيف أو معتدل على الجذر الرئيس والتاج والجذور الثانوية، اصفرار خفيف للأوراق، مع تغير لون الأوعية الناقلة في الساق إلى اللون البني.

2 = تعفن حاد على الجذر الرئيس والجذور الثانوية والتاج، مع أو دون أعراض ذبول واصفرار نكروزي (نخور) في الأوراق وتقرم النباتات، تغير لون الأوعية الناقلة في الساق إلى اللون البني.

3 = موت البادرات كلياً.

حللت النتائج بواسطة البرنامج الاحصائي (SAS, 2011) وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى دلالة (P=0.05).

## النتائج والمناقشة:

### 1- الخصائص الشكلية والمزرعية للفطريات المعزولة من الخيار وتعريفها

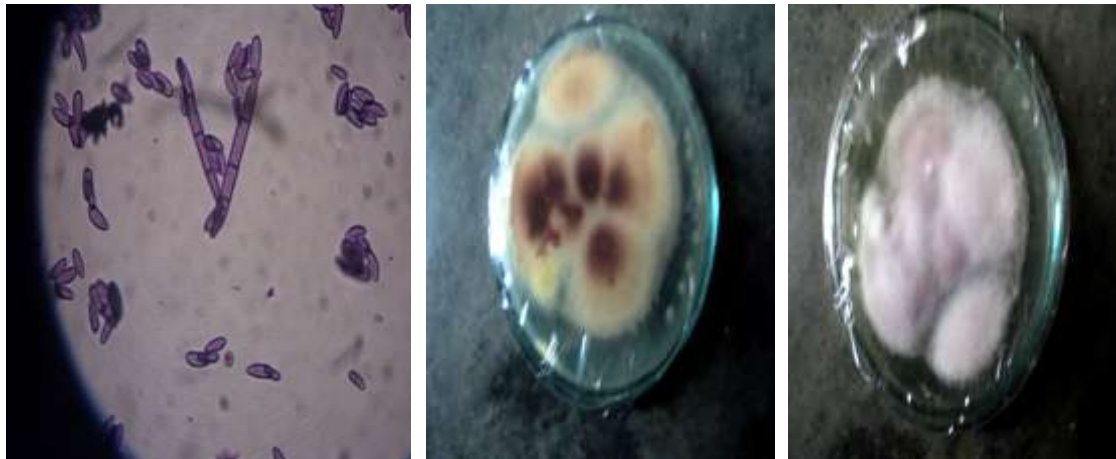
تبين نتائج العزل في الجدول (1) اختلاف الخصائص الشكلية والمزرعية للمستعمرات التي يكونها كلا الفطرين *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* المسبب لمرض الذبول الوعائي و *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* المسبب لمرض عفن الساق والجذور عند تنميتها على المستنبت المغذي PDA عند درجة الحرارة  $22 \pm 2$ °س (الصورة 1 و2)، مما يؤكد وجود كلا العاملين الممرضين في النباتات المصابة، وهما فطرين متميزين عن بعضهما البعض من حيث تكوينها للأبواغ الكونيدية الصغيرة والكبيرة، إضافة للأبواغ الكلاميدية، لون وطبيعة نمو الهيفا في المزرعة الفطرية (الصورة 1 و2)،

جدول 1. الخصائص الشكلية والمزرعية، وأبعاد الأبواغ الكونيدية والكلاميدية للفطرين *Fusarium oxysporum f. sp. radidis-cucumerinum* و *Fusarium oxysporum f. sp. Cucumerinum* المعزولة من الخيار والنسبة المئوية لوجودهما عند نموها على المستنبت الغذائي عند درجة الحرارة  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ .

<i>Fusarium oxysporum f. sp. radidis-cucumerinum</i>	<i>Fusarium oxysporum f. sp. Cucumerinum</i>	الخصائص المورفولوجية والمزرعية للفطر المعزول
35	65	متوسط النسبة المئوية لوجود الفطر في العينات المعزولة (متوسط 250 عينة)
سريع وقطر المستعمرة أكثر من 7 سم بعد 10 أيام	سريع وقطر المستعمرة أكثر من 7 سم بعد 10 أيام	طبيعية نمو المستعمرات الفطرية في بيئة P.D.A ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ )
كثيف، برتقالي مصفر	كثيف، أبيض مشوب بالزهري	لون الهيفا الهوائي
كريمي أو أصفر قاتم	برتقالي يصبح فيما بعد بنفسجي	لون المستعمرة أسفل الطبق
الغالبية العظمى اسطوانية الشكل، أبعادها (4.2-11.9) $\mu \times (2-3.7)$ (متوسط 345 بوغة كونيدية)	اسطوانية الشكل، أبعادها (12.3 - 15.7) $\mu \times (2.9-4.1)$ ( غزيرة العدد)	الأبواغ الكونيدية الصغيرة (Microconidia)
مغزلية إلى مقوسة الشكل، نهايتها القاعدية قديمة المظهر، وبها من 1-4 حواجز، أبعادها (20.9-42) $\mu \times (3.4-6.5)$ (متوسط 225 بوغة كونيدية)	بيضاوية الشكل إلى اسطوانية متطاولة، منحنية قليلاً، ذات نهاية علوية عريضة، وبها من 3-5 حواجز، أبعادها 30-45 $\mu \times 4.5-5.5$ (متوسط 225 بوغة كونيدية)	الأبواغ الكونيدية الكبيرة (Macroconidia)
كروية أو اهليلجية الشكل، دون حواجز، موجودة في سلاسل أو مجموعات، أبعادها (4.7-14.7) $\mu$ (متوسط 100 بوغة كلاميدية)	كروية أو بيضاوية الشكل، ذات جدار ناعم أو خشن، أبعادها 10-9 $\mu$ (قليلة الوجود)	الأبواغ الكلاميدية (Chlamydospores)

حيث تطابقت المواصفات أو الخصائص المبينة في الجدول 1 مع المفاتيح التصنيفية الخاصة بالفطر *F.o. cucumerinum f.sp.* (Booth, 1971; Nelson et al., 1983)، ومع الوصف الذي أشير إليه لأول مرة للسلاسل الفيزيولوجية (Races) 1، 2 و 3 للفطر المسبب لمرض الذبول في الخيار من قبل (Owen, 1955; Owen, 1956; Armstrong et al., 1978) والمحفوظ في المركز الوطني للفطريات الاقتصادية في أوتاوا وأونتاريو في كندا. أما بالنسبة للفطر *F. o. f. sp. radidis-cucumerinum*، تطابقت الخصائص الواردة في الجدول 1 مع ما ذكره الباحث (Vakalounakis, 1988)، والوصف الذي قدمه للفطر الممرض لاحقاً (Vakalounakis, 1996) بعد تسجيله للمرض لأول مرة على الخيار في اليونان عام 1989، وذلك اعتماداً على مواصفات الأبواغ الكونيدية والكلاميدية وطبيعتها تكوينها عند درجات الحرارة المختلفة، وتم تأكيد اختلافهما باختبار القدرة الإراضية عند كل من (Vakalounakis and Fragkiadakis, 1999; Vakalounakis et al., 2004)، ودراسات الوراثة الجزيئية

هذه النتائج التسجيل الأول للفطر في القطر العربي السوري. وكان قد سجل للمرة الأولى كمسبب لمرض عفن الساق والجذور وإحداثه للخسائر لمحصول الخيار في كريت اليونانية عام 1989، ومن ثم في كندا 1994، فرنسا 1998، الصين 1999، اسبانيا 2000 وفي تركيا 2009 ( Punja and Parker, 2000; Moreno *et al.*, 2001; Vakalounakis *et al.*, 2004; Karaca and Kahveci, 2009).



C

B

A

الصورة 1. A: ميسليوم الفطر FOC على مستنبت PDA ( الوجه العلوي للمستعمرة )

B : ميسليوم الفطر FOC على مستنبت PDA ( الوجه السفلي للمستعمرة )

C : الأبواغ الكونيدية الصغيرة والكبيرة للفطر



C

B

A

الصورة 2. A : ميسليوم الفطر FORC على مستنبت PDA (الوجه العلوي للمستعمرة)

**B : ميسليوم الفطر FORC على مستنبت PDA (الوجه السفلي للمستعمرة)**

**C : الأبواغ الكونيدية الصغيرة والكبيرة للفطر**

ويفسر انخفاض تردد مستعمرات الفطرين في عينات الخيار المصابة في المزارع الفطرية، إلى اختلاف نوعي الفطر في متطلباتهما الحرارية عند أخذ العينات، والتي تمت في منتصف الصيف، حيث تكون الإصابة بالذبول الوعائي في أوجها، ويتوافق ذلك مع الأبحاث التي تؤكد أن الفطر *F. o. f. sp. cucumerinum* ينمو ويتطور بشكل مثالي عند درجة حرارة 29°س، ويتسبب بأعراض الذبول الوعائي للنباتات البالغة. فيما يتطور الفطر *F. o. f. sp. radidis-cucumerinum* عند درجة حرارة 17°س، وتحدث أعراض العفن للمنطقة السفلية من الساق والجذور، في المراحل المبكرة من نمو النبات، وبالتالي يمكن أن يتلف أو تقل كثافة هيفا الفطر المتكون على أجزاء النباتات المصابة في قواعد السوق وقمم الجذور بفعل العوامل الجوية والبيئية (Vakalounakis,1996; Punja, 2000).

**2- تقييم القدرة الإراضية لمجموعة من عزلات الفطرين المرصين في إصابة عدة أنواع من القرعيات بأمراض الذبول الوعائي وعفن الساق والجذور في ظروف الزراعة بالأصص:**

توضح النتائج الواردة في الجدول 2 وجود تباين واضح في القدرة الإراضية لكلا نوعي الفطر *Fusarium oxysporum* عند اختبارها على أربعة أنواع من القرعيات. أظهر الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum* تخصصًا نوعيًا واضحًا في إصابة نبات الخيار الشكل (3)، وهو ما يتوافق مع دراسة أشارت إلى أن أحد البروتينات الإفرازية للفطر (FoCup) يلعب دورًا مهمًا في تعزيز قدرته الإراضية على الخيار (Xu et al., 2025)، وأن زيادة إنتاج الأبواغ وسرعة إنباتها تعزز القدرة الإراضية لعزلات الفطر (Uddin et al., 2023). في المقابل أظهر الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. radidis-cucumerinum* مجالًا عائليًا أوسع، إذ استطاع إصابة الكوسا والبطيخ الأصفر إلى جانب الخيار (الأشكال 4، 5 و6)، ولكنه لم ينجح في إصابة اليقطين (القرع البلدي).

كما يتضح من الجدول، هناك اختلاف معنوي في شدة الإصابة بين بعض عزلات كل فطر عند اختبارها على أنواع القرعيات الأربعة، مما يشير إلى وجود تباين واضح في الشراسة المرضية داخل كل نوع من الفطر. حيث تراوحت شدة إصابة الخيار بمرض الذبول الوعائي المتسبب عن 19 عزلة من الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum* بين 1.6 و3.0 درجة على سلم التقييس الرباعي، وتراوحت نسبة النباتات المصابة بين 67 و100%. فيما كانت في 17 عزلة من الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. radidis-cucumerinum* المسبب لمرض عفن الساق والجذور بين 0.5 و3.0 درجة وبنسبة إصابة 23 و100% على التوالي في الخيار، و(2.2-3.0 درجة) و(76-100%) في الكوسا، و(2.4-3.0 درجة) و(76-100%) في البطيخ الأصفر، لم تُظهر عزلات الفطر أي قدرة إراضية ملحوظة على نبات اليقطين (القرع)، وتتوافق هذه النتائج مع دراسة (Lak, F., Kermani, P.,

(Shojaei, S. H. 2022) and التي أفادت بأن عزلات *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* لم تُحدث أي أعراض مرضية في نباتات القرع الهجين. ومع ذلك أوضحت نفس الدراسة أن جميع عزلات *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* المعزولة من نباتات خيار مصابة كانت قادرة بشكل نموذجي على إحداث أعراض مرض عفن الساق والجذور في كل من الكوسا والبطيخ الأصفر تحت ظروف العدوى الاصطناعية بعد 30 يوماً من الإعداء بالفطر FORC عند درجة حرارة  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ . ويتفق ذلك مع الدراسات التي تؤكد اختلاف الفطرين، إذ تبين أن هذا الفطر الذي كان مسجلاً سابقاً كعامل ممرض يصيب الخيار فقط، في ظروف العدوى الاصطناعية، والمزروع في البيوت البلاستيكية منذ التفشي الوبائي للمرض على الخيار في اليونان عام 1989، (Vakalounakis, 1996; ) (Vakalounakis and Fragkiadakis, 1999). ومن ثم سجل كمرض للبطيخ الأصفر، والقرع الاسفنجي من قبل Vakalounakis وآخرون (2005). و أجمعت تلك الأبحاث على أن الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* متخصص نوعياً على الخيار، فيما يمكن للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* إصابة معظم أنواع القرعيات (Katan and Di Primo, 1999; Schreuder et al., 2000; Vakalounakis et al., 2004; Vakalounakis et al., 2005; Najafinia and Sharma; 2009). وبذلك يمكن اعتبار الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* مسبباً لمرض عفن الساق والجذور في الخيار والكوسا والبطيخ الأصفر، في منطقة الدراسة بصورة مستقلة، أو مترافقاً مع أحد الأشكال التخصصية من أنواع الفطر *F. oxysporum* المسببة لمرض الذبول الوعائي في أنواع القرعيات الثلاثة المذكورة، وتتفق هذه النتائج مع دراسة (Punja and Parker, 2000) التي بينت قدرة الفطر على إصابة معظم أنواع القرعيات في كولومبيا البريطانية، وكذلك مع أبحاث أشارت إلى عدم وجود أصناف قرعيات مقاومة للفطر (Pavlou et al., 2002). ويمكن تفسير الاختلاف المعنوي في شراسة بعض عزلات الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* بتعدد مصادر هذه العزلات التي جمعت من حقول خيار مزروعة بأصناف وهجن مختلفة بدرجة مقاومتها للمرض وبالتالي بشدة إصابتها.

جدول 2. القدرة الإراضية لعدد من عزلات الفطرين في الخيار *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* و *Fusarium* في تجارب الأصص.

عزلات الفطر <sup>d</sup>	أعراض الإصابة <sup>a</sup>	الخيار	الكوسا	البطيخ الأصفر	القرع(اليقطين)
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i> <sup>b</sup>					
D-Z 01	FW	(100)2.7	(0) 0.0	(0) 0.0	(0) 0.0
D-Z 02	FW	(100) 2.8	(0) 0.0	(0) 0.0	(0) 0.0
D-Z 03	FW	(100) 3.0	(5) 0.1	(0) 0.0	(6) 0.2
D-Z 04	FW	(100) 2.9	(0) 0.0	(3) 0.1	(0) 0.0
D-Z 05	FW	(100) 3.0	(0) 0.0	(4) 0.1	(0) 0.0
D-Z 06	FW	(81) 1.9	(7) 0.2	(0) 0.0	(6) 0.1
D-Z 07	FW	(87) 2.6	(0) 0.0	(5) 0.2	(0) 0.0

الرحيل - فخر - محمد / تعريف عزلات من الفطرين الممرضين *Fusarium* و *Fusarium oxysporum f. sp. Cucumerinum* و *oxysporum f. sp. radicis-cucumerinum* وتقييم قدرتها الإراضية في إصابة بعض أنواع الفصيلة القرعية

(0) 0.0	(0) 0.0	(12) 0.3	(100)3.0	FW	D-Z 08
(0) 0.0	(0) 0.0	(7) 0.2	(92)2.4	FW	D-Z 09
(0) 0.0	(0) 0.0	(0) 0.0	(100)2.8	FW	D-Z 10
(0) 0.0	(3) 0.1	(0) 0.0	(100)2.6	FW	D-Z 11
(0) 0.0	(0) 0.0	(0) 0.0	(74)2.1	FW	R-Q 01
(0) 0.0	(4) 0.1	(0) 0.0	(80)3.0	FW	R-Q 02
(5) 0.1	(0) 0.0	(5) 0.2	(67)2.0	FW	R-Q 03
(0) 0.0	(0) 0.0	(0) 0.0	(71)1.6	FW	R-Q 04
(0) 0.0	(3) 0.1	(4) 0.1	(83)1.7	FW	R-Q 05
(0) 0.0	(0) 0.0	(0) 0.0	(87)2.1	FW	R-Q 06
(0) 0.0	(0) 0.0	(11) 0.3	(100)3.0	FW	R-Q 07
(0) 0.0	(3) 0.1	(0) 0.0	(79)2.2	FW	R-Q 08
المجموع 19 عزلة					
0.11	0.27	0.39	0.57	LSD (P = 0.05)	
<i>Fusarium oxysporum f. sp. radicis-cucumerinum</i> <sup>c</sup>					
(0) 0.0	(100)2.8	(76) 2.5	(56) 1.8	RSR	D-Z 22
(3) 0.1	(100)3.0	(100) 3.0	(41) 1.2	RSR	D-Z 23
(0) 0.0	(81)2.4	(100) 2.9	(24)0.7	RSR	D-Z 24
(0) 0.0	(100)3.0	(100) 3.0	(72)1.9	RSR	D-Z 25
(0) 0.0	(100)2.9	(85) 2.4	(78)2.4	RSR	D-Z 26
(5) 0.2	(100)2.8	(84) 2.2	(49)1.4	RSR	D-Z 27
(0) 0.0	(100)3.0	(100) 3.0	(81)2.6	RSR	D-Z 28
(0) 0.0	(100)3.0	(88) 2.6	(54)1.2	RSR	D-Z 29
(0) 0.0	(76)2.6	(100) 3.0	(65)2.6	RSR	D-Z 30
(0) 0.0	(100)3.0	(100) 3.0	(67)2.5	RSR	R-Q 31
(3) 0.1	(100)2.9	(78) 2.4	(45)1.2	RSR	R-Q 32
(0) 0.0	(100)3.0	(100) 3.0	(57)1.7	RSR	R-Q 33
(0) 0.0	(100)2.9	(84) 2.7	(23) 0.5	RSR	R-Q 34
(0) 0.0	(100)3.0	(100) 3.0	(78)2.2	RSR	R-Q 35
(4) 0.2	(100)3.0	(100) 3.0	(73)2.3	RSR	R-Q 36
(0) 0.0	(100)3.0	(76) 2.3	(64)2.4	RSR	R-Q 37
(0) 0.0	(100)3.0	(100) 3.0	(100)3.0	RSR	R-Q 38
المجموع 17 عزلة					
0.12	0.57	0.76	0.83	LSD (P = 0.05)	

a FW أعراض الذبول الفوزاريومي ، RSR أعراض عفن الساق والجذور، تشير الأرقام الى درجة الإصابة (0-3 درجة) و بين القوسين نسبة النباتات المصابة (%).

b عزلات الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum*.

c عزلات الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. radicis-cucumerinum*.

d (D-Z) عزلات من محافظة دير الزور، (R-Q) عزلات من محافظة الرقة.

ويتفق ذلك مع الدراسات التي تشير إلى توفر 3 طرز فيزيولوجية من الفطر المذكور منتشرة في مناطق جغرافية متباعدة، وقادرة على كسر مقاومة بعض الأصناف بدرجات مختلفة (Armstrong *et al.*, 1978). فيما لم يثبت وجود مثل هذه الطرز في الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* وإنما رصد اختلافات مهمة في مدى قابلية بعض أصناف القرعيات للإصابة به (Punja and Parker, 2000).



الصورة 3. أعراض الإصابة بمرض الذبول الفوزاريومي في الخيار بعد 30 يوماً من الإعداد الاصطناعي بالفطر الممرض *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*



الصورة 4. أعراض الإصابة بمرض عفن الجذور والساق في الخيار (لاحظ تعفن وتقرح لحاء الساق والجذور)



الصورة 5. أعراض الإصابة بمرض عفن الجذور والساق في البطيخ الأصفر (لاحظ تعفن وتقرح لحاء الساق والجذور)



الصورة 6. أعراض الإصابة بمرض عفن الجذور والساق في الكوسا (لاحظ تعفن وجروح لحاء الساق والجذور)

الاستنتاجات:

1- دلت نتائج العزل والتعريف من عينات الخيار المصابة في محافظتي الرقة ودير الزور إلى وجود شكلين متخصصين متميزين في صفاتهما الشكلية والمزرعية فوق مستنبت PDA من الفطر *Fusarium oxysporum* هما *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* وتسبب بمرض الذبول الوعائي في الخيار فقط. والفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* وتسبب بمرض عفن الساق والجذور في البطيخ الأصفر والكوسا إضافة إلى الخيار، ومع أن ذبول الخيار مسجل في سورية منذ زمن بعيد إلا أن عزل الفطر (FORC) المسبب لمرض عفن الساق والجذور قد يكون التسجيل الأول للمرض في سورية.

2- وجود (19) عزلة من الفطر (FOC) في منطقة الدراسة متفاوتة الشراسة تحدث درجات متباينة في شدة الإصابة بمرض الذبول الوعائي أو الفوزاريومي تراوحت بين (1.6 - 3.0 بحسب سلم التقييس المستخدم) في الخيار. وكذلك (17) عزلة من الفطر FORC أحدثت الإصابة بمرض عفن الساق والجذور في الخيار بشدة مرضية تراوحت بين 0.5 - 3.0 درجة، و2.2 - 3.0 في الكوسا، و2.4 - 3.0 في البطيخ الأصفر.

3- عدم قدرة كافة عزلات الفطرين FOC وFORC في منطقة الدراسة على إصابة صنف اليقطين الأبيض البلدي.

ومن خلال ذلك نوصي بإجراء دراسة إضافية لتحديد الـ DNA للسلاسلات أو الطرز الفيزيولوجية (Races) السائدة في منطقة الدراسة من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* المسبب لمرض الذبول الوعائي في الخيار، باستخدام تقنيات الوراثة الجزيئية لمجموعات التوافق الخضرية (VCG) في عزلات الفطر المتباينة الشراسة المرضية، من أجل زراعة أصناف الخيار المقاومة أو المحتملة للمرض. وإيجاد الحلول المناسبة لمكافحة مرض عفن الساق والجذور المتسبب عن *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* في أنواع القرعيات المختلفة، والاهتمام بالمصدر الوراثي لصنف اليقطين الأبيض البلدي والبحث في إمكانية استخدامه في عمليات التربية لمقاومة المرض.

## المراجع References

- 1- النجم، أمير . 2009. تأثير الشمس والمبيد دازوميت 98% على بعض الأمراض المنقولة بالتربة في حقول الخيار. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الفرات (88 صفحة).
- 2- المجموعة الإحصائية الزراعية. 2023. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية.

- 3- Adachi, K., Kobayashi and., E. Takahashi. 1991. **Development of wilt symptom caused by fusaric acid on intact and semi-intact cucumber plants.** Japanese-Journal-of-Soil-Science-and-Plant-Nutrition. Vol. 62, No. 2. - P. 101-106.
- 4- Ahn, I. P., Chung, H. S., and Y. H. Lee. 1998. **Vegetative compatibility groups and pathogenicity among isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*.** Plant Dis.82:244-246.
- 5- Armstrong, G. M., Armstrong, J. K., and D. Netzer. 1978. **Pathogenic races of the cucumber- wilt *Fusarium*.** Plant Dis. Rep. 62:824-828.
- 6- Booth, C. 1971. **The genus *Fusarium*.** CMI, Kew, Surrey, England.
- 7- Choi, Y.W., Hyde, K.D. and W.H. HO. 1999. **Single spore isolation of fungi.** Fungal Diversity 3: 29-38.
- 8- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). FAOSTAT statistical database: **Crops and livestock products.** FAO, Rome.
- 9- Kalpana Yadav, NL Meena and Rajendra Prasad Jat,2019. **Management of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* causing root and stem rot of cucumber.** ISSN 2347-2677.
- 10- Karaca, G. and E. Kahveci. 2009. ***Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumbers in Turkey.** New Disease Reports .20, 9.
- 11- Katan, T., and P.Di Primo, 1999. **Current status of Vegetative Compatibility in *Fusarium oxysporum*.** Phytoparasitica 27:273-277.
- 12- Kumar, N.L. Meena and Neeraj,2021. **Review on Isolation, Purification and Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* causing Root and Stem Rot of Cucumber.** Biological Forum – An International Journal 13(3a): 39-42.
- 13- Lak, F., Kermani, P., & Shojaei, S. H. (2022). **Comparison of virulence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* isolates from different regions of Iran and their impact on vegetative growth of cucumber.** Journal of Applied Plant Protection, 10(2), 109–118.
- 14- Leslie, J. F. and B. A. Summerell. 2006. **The *Fusarium* Laboratory Manual.** Blackwell Professional Publishing, Ames, Iowa, 385PP.
- 15- Moreno A, Alferez A, Aviles M, Dianez F, Blanco R, Santos M, JC, Tello. 2001. **First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain.** Plant Disease 85, 1206 (Abstract)
- 16- Najafinia M. and P. Sharma. 2009. **Cross pathogenicity among isolates of *Fusarium oxysporum* causing wilt in cucumber and muskmelon.** Indian Phytopath. 62 (1): 9-13.
- 17- Nelson, P.E., Toussoun, T.A. and W.F. O. Marasas.1983. ***Fusarium* species. An Illustrated Manual for identification.** The Pennsylvania State University press, University Park, pp. 1-23.
- 18- Netzer, D., Niego, S., and E. Galun. 1977. **Adominant gene conferring resistance to *Fusarium* wilt in cucumber.** Phytopathology 67:525-527.
- 19- Owen, J.H. 1955. ***Fusarium* wilt of cucumber.** Phytopathology 45: 435-439.
- 20- Owen, J.H. 1956. **Cucumber wilt, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*.** Phytopathology 46:153-157.
- 21- Pavlou G.C., Vakalounakis D.J and E.K. Ligoxigakis. 2002. **Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks.** Plant Dis. Vol. 86. - P. 379-382.

- 22-** Peter van Dam, Like Fokkens, Yu Ayukawa, Michelle van der Gragt, Anneliek ter Horst, Balázs Brankovics, Petra M. Houterman, Tsutomu Arie and Martijn Rep. 2017. **A mobile pathogenicity chromosome in *Fusarium oxysporum* for infection of multiple cucurbit species.**
- 23-** Punja Z. K., M. Parker 2000. **Development of *Fusarium* root and stem rot, a new disease on greenhouse cucumbers in British Columbia caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*.** Plant Pathol. Vol. 22. - P. 349-363.
- 24-** Schreuder W, Lamprecht and, G, Holz. 2000. **Race determination and vegetative compatibility grouping of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* from South Africa.** Plant Disease 84, 231-4.
- 25-** Soliman, S. M., and ElShahed, M. A. 2022. **Productive and economic efficiency of cucumber crop under the greenhouse system in North Sinai Governorate.** Alexandria Science Exchange Journal, 43(2), 569-583.
- 26-** Uddin, M. J., Huang, X., Lu, X., and Li, S. (2023). **Increased conidia production and germination in vitro correlate with virulence enhancement in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*.** Journal of Fungi, 9(8), 847.
- 27-** Vakalounakis, D. J. 1988. **Diseases and pests of vegetable crops and their control.** Technological Education Institute, Heraklio, Greece.
- 28-** Vakalounakis D.J. 1996. **Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*.** Plant Disease. Vol. 80. - P. 313-316.
- 29-** Vakalounakis, D.J. and G.A. Fragkiadakis. 1999. **Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility and RAPD fingerprinting.** Phytopathology 89: 161-168.
- 30-** Vakalounakis, D. J., Wang, Z., Fragkiadakis, G. A., Skaracis, G. N., and D.-B. Li. 2004. **Characterization of *Fusarium oxysporum* isolates obtained from cucumber in China by pathogenicity, VCG, and RAPD.** Plant Dis. 88:645 -649.
- 31-** Vakalounakis D. J. Doulis A. G. and E. Klironomou. 2005. **Characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* attacking melon under natural conditions in Greece.** Plant Pathology. V.54. Is.3: 339-346.
- 32-** Xu, J.-T., Liu, H., Li, S.-D., Guo, R.-J., Sun, M.-H., Yu, C.-G., Sun, Z.-P., and Lu, X.-H. (2025). **FoCup, a secreted protein, is essential for virulence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* on cucumber.** Frontiers in Microbiology, 16, Article 1728884.