

تقصي انتشار مرض لفحة أوراق القمح البكتيرية المتسببة عن الأنماط المرضية للبكتيريا *Pseudomonas syringae* في بعض مناطق زراعة القمح في سورية

عبدو أبو بكر^{1*}، فاتح خطيب¹، محمد قاسم¹، صفاء غسان قمرى³، نعيم الحسين² و نادر أسعد²

(1) قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب، سورية؛ (2) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (GCSAR)، سورية؛ (3) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، محطة تربل، زحلة، لبنان. * البريد الإلكتروني للباحث المرسل: bdabobakr@gmail.com

الملخص

أبو بكر، عبدو، فاتح خطيب، محمد قاسم، صفاء غسان قمرى، نعيم الحسين و نادر أسعد. 2024. تقصي انتشار مرض لفحة أوراق القمح البكتيرية المتسببة عن الأنماط المرضية للبكتيريا *Pseudomonas syringae* في بعض مناطق زراعة القمح في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 42(3):

291-298. <https://doi.org/10.22268/AJPP-001257>

يعدّ القمح من أهم محاصيل الحبوب المزروعة عالمياً، إذ يتأثر بجملة من الاجهادات الأحيائية واللاأحيائية، وبخاصة في ظل التغيرات المناخية التي تجلت في العقد الأخير، ومن بين هذه الاجهادات مرض لفحة أوراق القمح البكتيرية المتسبب عن البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. تعود أهمية وخطورة هذه البكتيريا لإمكانية انتقالها عن طريق البذار، إذ تؤثر سلباً في نوعية الحبوب ووزن الألف حبة. تم إجراء مسح حقلي بهدف تقصي انتشار مرض لفحة أوراق القمح البكتيرية وأنماطها المرضية في بعض مناطق زراعة القمح في سورية (حلب، حماه، حمص، طرطوس واللاذقية) خلال عام 2022. أظهرت النتائج انتشار مرض لفحة أوراق القمح البكتيرية في كل المناطق الممسوحة. سُجّل المرض في 42 حقلاً من أصل 59 حقلاً ممسوحاً بنسبة 71.2%، وكانت أدنى نسبة حقول مصابة 50% في محافظة اللاذقية وبشدة إصابة منخفضة لم تتجاوز 2، لترتفع نسبة الحقول المصابة في محافظة حلب إلى 77.8%، وشدة إصابة بلغت 4 على سلم التقييس 0-5. ظهرت أعراض لفحة أوراق القمح البكتيرية في كافة الحقول الممسوحة والتي بدأت بظهور بقع ورقية مشبعة بالماء، تحوّلت إلى نكرزات رمادية مخضرة وصولاً إلى اللون القشي. في حين أن أعراض الإصابة على سوق النباتات المصابة والمتمثلة بتلون عقد الساق باللون البني المسود، لم ترصد سوى في 4 حقول في محافظتي حلب وطرطوس والتي تطابق أعراض الإصابة التي يحدثها النمط المرضي *P. s. pv. japonica*. كما ظهر على قواعد عصافات القمح بقع مائية بنية مسودة في 6 حقول في كل من محافظتي حلب وطرطوس، وتتطابق هذه الأعراض النموذجية للنمط المرضي *P. s. pv. atrofaciens*. تمّ عزل 156 عزلة بكتيرية تطابقت صفاتها مع صفات الجنس *Pseudomonas* من ناحية اختبارات LOPAT المميزة لهذا الجنس، في حين أن 26 عزلة كانت سالبة لنتيجة الليغان ولم تتوهج على بيئة King's B وتعود لجنس البكتيريا *Xanthomonas*. وبلغت نسبة العزلات التابعة للجنس *Pseudomonas* 85.7%، في حين كانت نسبة العزلات التابعة للجنس *Xanthomonas* 14.3%.

كلمات مفتاحية: القمح، لفحة أوراق القمح البكتيرية، *P. syringae*، أنماط مرضية، سورية.

المقدمة

أمراض رئيسة تكرر ظهورها من موسم لآخر ولاسيما في العقد الأخير (Miedaner & Jurozek, 2021)، ومن أبرزها مرض لفحة أوراق القمح البكتيرية أو الموت الرجعي المتسبب عن البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall 1902 (*Pss*) (Yoshioka et al., 2020). سُجّل هذا المرض وكافة أنماطه المرضية التابعة للنوع البكتيري *P. syringae* في عدة مناطق جغرافية متباينة عالمياً منذ أمد بعيد (Duveiller et al., 1997)، إلا أن تكراره في العقود الماضية لم يكن ثابتاً، وعليه فإن الدراسات المتعلقة بالأهمية الاقتصادية ما تزال قليلة، ولكنها تشير إلى إحداثه خسائر في الغلة الحبية وهي مرهونة بمدى توفر الظروف البيئية المناسبة لتطور

يعدّ القمح (*Triticum* spp.) من أهم محاصيل الحبوب المزروعة عالمياً، ويشكل مصدراً غذائياً رئيساً لحوالي 2.5 مليار نسمة من سكان العالم، إذ يؤمن حوالي 35% من احتياجاتهم الغذائية (Hazard et al., 2020). زادت الهوة بين إنتاج القمح والطلب عليه نتيجة جملة من التغيرات المناخية، التي انعكست على الإنتاج بشكل مباشر، أو من خلال تغير خارطة توزيع آفات القمح على المستوى العالمي، بما فيها سورية، وذلك بتحول العديد من الأمراض وبخاصة البكتيرية من أمراض ثانوية قليلة التردد والظهور في حقول القمح إلى

في طرطوس، 12 في حمص و18 في حلب). جرت عمليات المسح منذ بداية شهر آذار/مارس واستمرت حتى نهاية شهر أيار/مايو من سنة 2022. إذ سجلت ووصفت أعراض الإصابة الظاهرية على الأجزاء الخضرية (قواعد الأوراق وخاصة الورقة العلوية، أغصان الأوراق، سوق النبات، العصافات والحبوب) تبعاً لمراحل نمو النبات. حددت نسبة الحقول المصابة، وكذلك نسبة الإصابة في الحقول المصابة من خلال فحص النباتات الواقعة ضمن حيز مربع خشبي طول ضلعه 50 سم، في خمس نقاط من كل حقل أخذت أما بشكل W أو X (مندو وآخرون، 2012). حسبت النسبة المئوية للإصابة بعد النباتات التي تحمل أحد الأعراض المميزة لمرض لفحة الأوراق البكتيرية *P.s. pv. syringae* أو أحد أنماطها المرضية باستخدام المعادلة التالية:

$$\% \text{ للإصابة في الحقل} = \frac{\text{عدد النباتات المصابة}}{\text{العدد الكلي للنباتات}} \times 100$$

$$\% \text{ للإصابة في الحقول} = \frac{\text{عدد الحقول المصابة}}{\text{العدد الكلي للحقول}} \times 100$$

قُدِّر رد فعل النباتات المصابة وفق سلم التقييس المرضي المقترح لكافة الأمراض البكتيرية على أوراق القمح (Shane & Baumer, 1984)، حيث: 0= لا توجد أعراض، 1= بداية نكرزة، 2= نكرزة أقل من 10% من مساحة الورقة، 3= نكرزة وبقع مائية رمادية مخضرة أقل من 10% من مساحة الورقة، 4= نكرزة وبقع مائية رمادية مخضرة بمساحة من 10-90% من مساحة الورقة، 5= نكرزة أو/و بقع مائية أكثر من 90% من مساحة الورقة.

جُمِعَت 500 عينة نباتية من أصناف القمح القاسي والطرطي الحاملة لأعراض الإصابة المميزة أو المشتبه بها للبكتيريا المرضية على السوق، الأوراق، العصافات والحب. حُفِظَت هذه العينات في أكياس ورقية مسامية وسُجِلَت عليها البيانات الخاصة باستمارة جمع العينات (تاريخ جمع العينة، المنطقة، الصنف المزروع، الممارسات الزراعية المطبقة من قبل المزارعين والمبيدات المستخدمة). نُصِّدَت العينات بين أوراق الجرائد مدة 8 ساعات عند حرارة الغرفة، ثم حُفِظَت عند درجة حرارة 4°س لحين الاستخدام في عملية عزل البكتيريا المرضية.

عزل البكتيريا المرضية

غُسِلَت العينات النباتية الحاملة لأعراض الإصابة بماء الصنبور، ثم قُطِعَت وطُهِّرَت بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 0.5% لمدة 2-3 دقائق، ثم غسِلت ثلاث مرات بماء مقطر ومعقم للتخلص من آثار هيبوكلوريت الصوديوم. نقلت هذه الأجزاء النباتية إلى وسط الأغار المغذي (Nutrient agar). حضنت الأطباق عند درجة حرارة 26°س

الإصابة، ومرحلة نمو النبات، ومدى مقاومة الأصناف المزروعة، حيث تراوحت نسبة الخسائر في الغلة ما بين 5-20% في المكسيك (Duveiller & Maraité, 1993)، وقد تجاوزت حدود 50% في ألمانيا (Toben et al., 1991) وقد أشار Duveiller et al. (1997) إلى تسجيل عدة حالات أتت على معظم المحصول عندما تطور المرض بشكل وبائي. كما أشار Valencia-Botín et al. (2007) إلى زيادة أهمية المرض في كافة مناطق زراعة القمح في العالم، إذ تؤثر البكتيريا المرضية سلباً وبشكل واضح في وزن الألف حبة وجودة الحبوب.

أما في سورية، فلا توجد أي دراسة أكاديمية متعلقة بهذا المرض، واقتصرت على بعض الملاحظات الحقلية والمتابعة زمنياً، إذ أشار Mamluk et al. (1990) إلى انتشاره في حقول الجزيرة، كما أشار مندو وآخرون (2012) إلى عزل البكتيريا المرضية من بعض حقول القمح عام 2004. أدت التغيرات المناخية الطارئة على المستوى العالمي لتوسع انتشار البكتيريا المرضية في مناطق زراعة القمح الرئيسية في العالم وفي سورية أيضاً، وتتوزع أنماطها المرضية من لفحة أوراق القمح البكتيرية المتسببة عن النمط *P. s. pv. syringae*، وتعفن قاعدة العصافات المتسببة عن النمط *P. s. pv. atrofaciens* والعقدة السوداء على ساق القمح المتسببة عن النمط *P. s. pv. japonica* حيث أن جميع هذه الأنماط المرضية تحدث لفحة لأوراق القمح البكتيرية ولكن بنسب مختلفة. إذ أشارت الدراسات الحقلية الحديثة إلى انتشار هذا المرض بشكل ثابت في العديد من مناطق زراعة القمح في سورية منذ عام 2017 (Kassem et al., 2022)، لذلك فقد هدف هذا البحث لعزل وتعريف البكتيريا المسببة لمرض لفحة أوراق القمح البكتيرية *P. syringae* وأنماطها المرضية في بعض مناطق زراعة القمح الرئيسية في سورية وتوصيف أعراضها المرضية في الحقول.

مواد البحث وطرائقه

المسح الحقلية

تم رصد انتشار مرض لفحة أوراق القمح البكتيرية أو الموت الرجعي المتسبب عن البكتيريا في حقول المزارعين في ثلاث مناطق جغرافية لزراعة القمح في سورية (الشمالية والوسطى والساحلية)، خلال عام 2022، موزعة على خمس محافظات (حلب، حماة، حمص، طرطوس واللاذقية)، إضافة إلى محطات الأبحاث التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في كل من حلب (محطة تل حديا، صربايا وحميمة)، واللاذقية (محطة بحوث بوقا والهنادي)، وطرطوس (الجميسية) وحماة (مركز بحوث الغاب ومحطة بحوث جب رمله). حيث بلغ عدد الحقول التي شملها المسح الحقلية 59 حقلاً (13 في حماة، 6 في اللاذقية، 10

برّدت عند درجة حرارة 45°س وأضيف إليها المكونات التالية: 100 مل من Boric acid (0.5%)، والصادين الحيويين Cephalixin بمعدل 8 مل بتركيز (10 مغ/مل)، Cycloheximide بمعدل 8 مل بتركيز (25 مغ/مل). يسمح هذا الوسط بنمو البكتيريا العائدة للأنماط المرضية التابعة للنوع *P. syringae* وتميزها عن سواها من الأنماط المرضية على العوائل الأخرى (Duveiller et al., 1997).

أجري فيما بعد اختبار تشكل البلورات الثلجية لكافة العزلات البكتيرية النامية على البيئة الانتخائية KBC، بتعليق مستعمرة مفردة من كل عزلة في 100 ميكروليتر من المحلول المنظم فوسفات البوتاسيوم (Potassium Phosphate Buffer, PPB)، ثم أخذ 10 ميكروليتر من المزيج، وأضيف إلى 2 مل من المحلول المنظم فوسفات البوتاسيوم (PPB) المبرد، ثم روقب التشكل الفوري لبلورات الجليد في معلق العزلات البكتيرية (Saint-Vincent et al., 2020).

النتائج والمناقشة

المسح الحقلّي

أظهرت نتائج المسح الحقلّي انتشار مرض لفحة أوراق القمح البكتيري (الموت الرجعي) في كافة مناطق الدراسة دون استثناء (جدول 1)، حيث سجل المرض في 42 حقلاً من أصل 59 حقلاً شملها المسح، بمتوسط نسبة إصابة بلغت 71.2% وتباينت نسب الإصابة من منطقة جغرافية لأخرى (جدول 1).

تباينت نسبة الحقول المصابة، تبعاً لمنطقة الدراسة، حيث كانت أقل نسبة إصابة في حقول اللاذقية (50%) مترافقة مع شدة إصابة منخفضة إذ لم تتجاوز 2 وفق سلم التقييس المعتمد من قبل Shane & Baumer (1984). فيما بلغت نسبة الحقول المصابة في طرطوس 72.7% بشدة إصابة 3، وارتفعت نسبة الحقول المصابة في محافظة حلب إلى 77.8% وبشدة إصابة بلغت 4. (شكل 1، جدول 1).

لمدة 48-72 ساعة لحين تشكل المستعمرات، نقيت المستعمرات المتشكلة بناءً على تباين صفاتها المزرعية (اللون، الشكل والقوام) بتقنية التخطيط، للحصول على مستعمرات نقية (المستعمرات الأم) (Butsenko et al., 2021).

دراسة الصفات الشكلية والبيوكيميائية المميزة للنوع البكتيري

Pseudomonas syringae

حدّدت الصفات المزرعية (اللون، الشكل والقوام) لمستعمرات العزلات البكتيرية النقية (الأم) على وسط الأغار المغذي (NA)، والصفات المجهرية للخلايا البكتيرية (الشكل، نظام التوضّع، صبغة غرام، التبوغ والحركة) (Patyka et al., 2019). واستبعدت جميع العزلات ذات الشكل الكروي أو العصوي السلسلي، المتبوغة وموجبة الغرام، من الاختبارات التفريقية والمميزة للجنس *Pseudomonas*. طُبِّقَت اختبارات "LOPAT" الكيميائية الحيوية وفرط الحساسية الخاصة بتعريف الجنس *Pseudomonas* على العزلات البكتيرية عصوية الشكل الصغيرة، المفردة أو الثنائية، غير المتبوغة، سالبة الغرام (Butsenko et al., 2021)، وهي على الشكل التالي: L = إنتاج الليفان (Levan)، (+) production، O = الأوكسيديز (Kovacs' oxidase)، (-) = P، العفن الطري على شرائح البطاطا/البطاطس (Potato soft rot)، (-) = A تحلل الأرجينين (Arginine dihydrolase) (-) و T = فرط الحساسية على نبات التبغ (Tobacco hypersensitivity) (+)

نُميت العزلات المطابقة لنتائج اختبارات LOPAT المميزة للجنس *Pseudomonas* (+، -، -، +) على الوسط الغذائي King's B المميزة للنوع البكتيري *P. syringae*، حيث يتم توهج وتألّق صبغة الفلوريسنت (Fluorescent dye) التي ينتجها هذا النوع في الوسط عند تعريضه للأشعة فوق البنفسجية عند طول موجة 365 نانومتراً (Slabbinck et al., 2010). ومن ثمّ نُميت العزلات البكتيرية المتوهجة على بيئة KBC الانتخائية (Fessahaie, 1993) والتي يحتوي الليتر الواحد منها على 20 غ Proteose peptone، 1.5 غ K_2HPO_4 ، 1.5 غ $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ، 16 غ آغار و 10 مل غليسرول. عَقِّمَت بواسطة الأوتوكلاف، ومن ثمّ

جدول 1. عدد الحقول المدروسة ونسبة إصابتها حسب كل منطقة في سورية خلال عام 2022.

Table 1. The number of surveyed fields and infection rate in each region, in Syria during 2022.

المحافظة	Governorate	عدد الحقول المسوحة	عدد الحقول المصابة	نسبة الإصابة (%)
		No. of fields surveyed	No. of infected fields	Fields infection rate (%)
اللاذقية	Latakia	6	3	50.0
حماة	Hama	12	8	66.7
حمص	Homs	12	9	75.0
طرطوس	Tartus	11	8	72.7
حلب	Aleppo	18	14	77.8
المجموع	Total	59	42	71.2



شكل 1. تباين شدة ونسبة الإصابة بمرض لفحة الأوراق البكتيرية المتسببة عن البكتيريا *P. syringae* في بعض حقول القمح في سورية خلال عام 2022. (A) حقل قمح سليم، (B) حقل نسبة الإصابة فيه 20%، (C) حقل نسبة الإصابة فيه 50%.

Figure 1. Variation in severity and incidence of wheat leaf blight disease caused by *P. syringae* in some wheat fields, Syria, during 2022. (A) healthy wheat field, (B) field with 20% infection, (C) field with 50% infection.

عقد الساق باللون البني المسود؛ ولم ترصد هذه الأعراض سوى في بعض الحقول في محافظتي حلب وطرطوس والتي تطابق أعراض الإصابة التي يحدثها النمط المرضي *P. s. pv. japonica*. أما أعراض الإصابة المميزة على عصابات السنابل فقد رصدت في كل من محافظة حلب، طرطوس وحمص، حيث بدأت بظهور تبغعات مائية في قواعد العصابات في الأجواء الرطبة، ومن ثم تحولت هذه التبغعات إلى اللون الأرجواني، البني المسود (شكل 2)، وقد ظهرت هذه الأعراض متطابقة مع الأعراض النموذجية للنمط الممرض *P. s. pv. atrofaciens* (Valencia-Botín & Cisneros-López, 2012).

العزلات البكتيرية

تم عزل 224 عزلة بكتيرية؛ كان منها 182 عزلة بكتيرية عصوية مفردة أو ثنائية، سالبة لغرام، غير متبوعة، متحركة. تباينت العزلات البكتيرية تبعاً لشكل المستعمرة، ولونها، وصفاتها على وسط الأغار المغذي NB والتي تراوحت بين مستعمرات صغيرة إلى كبيرة الحجم، وذات لون أبيض كريمي إلى صفراء اللون. وقد قسمت هذه المستعمرات إلى أربع مجموعات تبعاً لصفات المستعمرة ولونها وشكلها (جدول 2).

المظاهر المرضية وأعراض الإصابة

بدأت الإصابة بظهور تبغعات ورقية مشبعة بالماء إما في قاعدة الورقة أو منتصفها أو أعلاها، تباين حجم هذه التبغعات من نقاط بحجم رأس الدبوس إلى تبغعات تحتل عرض الورقة بأكمله، وعلى جانبي العرق الوسطي. وقد بدأت الأعراض بلون رمادي مائل للأخضر، ثم بدأت بفقد لونها الأخضر تدريجياً حتى أصبحت بلون القش (العرض المميز لللفحة الأوراق)، ورصدت في بعض الحالات لفحة على معظم نصل الورقة، وفي هذه الحالة تطورت اللفحة على الجزء القاعدي للورقة وبتجاهها لأعلى، على نحو غير ثابت، بل اختلفت من ورقة إلى أخرى. استمر تطور هذه الأعراض خلال موسم النمو دون توقف، وتطابقت هذه الأعراض مع الأعراض النموذجية للنمط الممرض *P. s. pv. syringae* (Valencia-Botín & Cisneros-López, 2012). كما لوحظ حدوث زيادة في سماكة العرق الوسطي للورقة وتحوله للون الأبيض، ومع تقدم الإصابة لوحظ التقاف الأوراق الجديدة عند انبثاقها من غمد الورقة واصفرارها بدءاً من قمة الورقة. وتميزت الأعراض في الحقول المصابة بشدة بتكسر الأوراق في منتصفها تقريباً أو في مناطق التبغعات المشبعة بالماء، أما على سوق النباتات المصابة، فقد تلونت

جدول 2. الصفات المزرعية للعزلات البكتيرية المعزولة من الحقول المدروسة في سورية عام 2022

Table 2. Characteristics of cultured bacterial isolates from surveyed fields in Syria 2022.

قوام المستعمرة	حواف المستعمرة	حجم المستعمرة	لون المستعمرة	شكل المستعمرة	عدد العزلات	المجموعة
Colony strength	Edges of the colony	Colony size	Colony colour	Colony shape	No. of isolates	Group
لزجة sticky	أملس/ناعم smooth	كبيرة big	أبيض إلى كريمي white to creamy	دائري مرتفع raised circular	45	المجموعة الأولى First group
متوسطة اللزوجة medium sticky	أملس/ناعم smooth	متوسطة medium	أبيض مائل للرمادي whitish - grey	دائري مرتفع raised circular	64	المجموعة الثانية Second group
لزجة sticky	أملس/ناعم smooth	متوسطة medium	أصفر yellow	دائري محدب convex circular	26	المجموعة الثالثة Third group
لزجة sticky	أملس/ناعم smooth	صغيرة tiny	أبيض إلى كريمي white to creamy	دائري محدب convex circular	47	المجموعة الرابعة Fourth group

الصفات الشكلية والاختبارات الكيميائية الحيوية

كانت الخلايا البكتيرية عسوية سالبة الغرام، غير متبوعة، متحركة. وتطابقت مواصفات 156 عزلة بكتيرية لصفات الجنس *Pseudomonas* تبعاً لنتائج اختبارات LOPAT المميزة لهذا الجنس؛ إذ كان رد فعلها سلبياً لاختبار الأوكسيداز، ولم تتمكن أي من هذه العزلات من تحليل شرائح البطاطا/البطاطس، وشكلت مستعمرات كبيرة الحجم، محدبة، مخاطية القوام بعد 7 أيام من تحضينها عند درجة حرارة 26°س عند تنميتها على بيئة الأغار المغذي المضاف إليها سكروروز 5% أي أنها ذات رد فعل إيجابي لليفان، وسلبية في اختبار حلماء الأرجينين أي أن اللون لم يتغير وحافظ على اللون الزهري في حين كانت النتيجة الإيجابية لهذا الاختبار هي التحول إلى اللون الجزري الأرجواني. وقد أبدت جميع العزلات نتيجة إيجابية في اختبار فرط الحساسية على نبات التبغ، حيث تماوتت أنسجة الورقة مكان الحقن بعد أسبوع من حقنها بالمعلق البكتيري بتركيز 10⁹ خلية/مل لكل عزلة بكتيرية على حدة، وعند تنمية هذه العزلات البكتيرية على بيئة King's B أنتجت مستعمرات هذه العزلات أصبغة ذات لون أخضر مصفر عند تعريضها للأشعة فوق البنفسجية UV، وفي اختبار إنتاج نوى التبلور الجليدي، أبدت البكتيريا رد فعل إيجابي حيث حوّلت الخلايا البكتيرية المحلول المنظم إلى بلورات ثلجية عند تحضينها عند درجة حرارة -5 إلى -10°س، حيث أن نتائج جميع هذه الاختبارات، تؤكد أن العزلات

البكتيرية، والتي بلغ عددها 156 عزلة، تتبع للنوع *P. syringae*، وهذا يتوافق مع (Butsenko et al., 2021). في حين أظهرت 26 عزلة بكتيرية نتيجة سلبية لاختبار الليفان ولم تنتج أصبغة متوهجة عند تنميتها على بيئة King's B، وهذا يدل على أنها تتبع للجنس *Xanthomonas* وهذا يتوافق مع (Khenfous-Djebari et al., 2019) (جدول 3). نميت العزلات البكتيرية التابعة للنوع *P. syringae*، والتي بلغ عددها 156 عزلة بكتيرية على بيئة انتخايبية KBC، حيث تمكنت 142 عزلة بكتيرية فقط (من أصل 156 عزلة) من النمو على بيئة KBC الانتخايبية ويمكن أن تكون هذه العزلات البكتيرية تتبع لأحد الأنماط المرضية للبكتيريا *P. syringae* الممرضة للقمح.

تردد العزلات وتوزعها على المناطق المدروسة

توزعت 142 عزلة تتبع البكتيريا *P. syringae* بنسب تردد متفاوتة من محافظة لأخرى، إذ تراوحت ما بين 95.2% في محافظة حلب و 69.2% في محافظة اللاذقية، في حين أن العزلات البكتيرية الأخرى والتي بلغ عددها 26 عزلة في المجموعة الثالثة، مستعمراتها صفراء إلى برتقالية اللون، ذات شكل دائري، لزجة، سالبة لاختبار الليفان، ولم تنهض على وسط King's B لا تتجاوز نسبة تردها 15.5%، في كافة الحقول المدروسة، وكانت تتبع للبكتيريا *Xanthomonas sp.* (جدول 4).

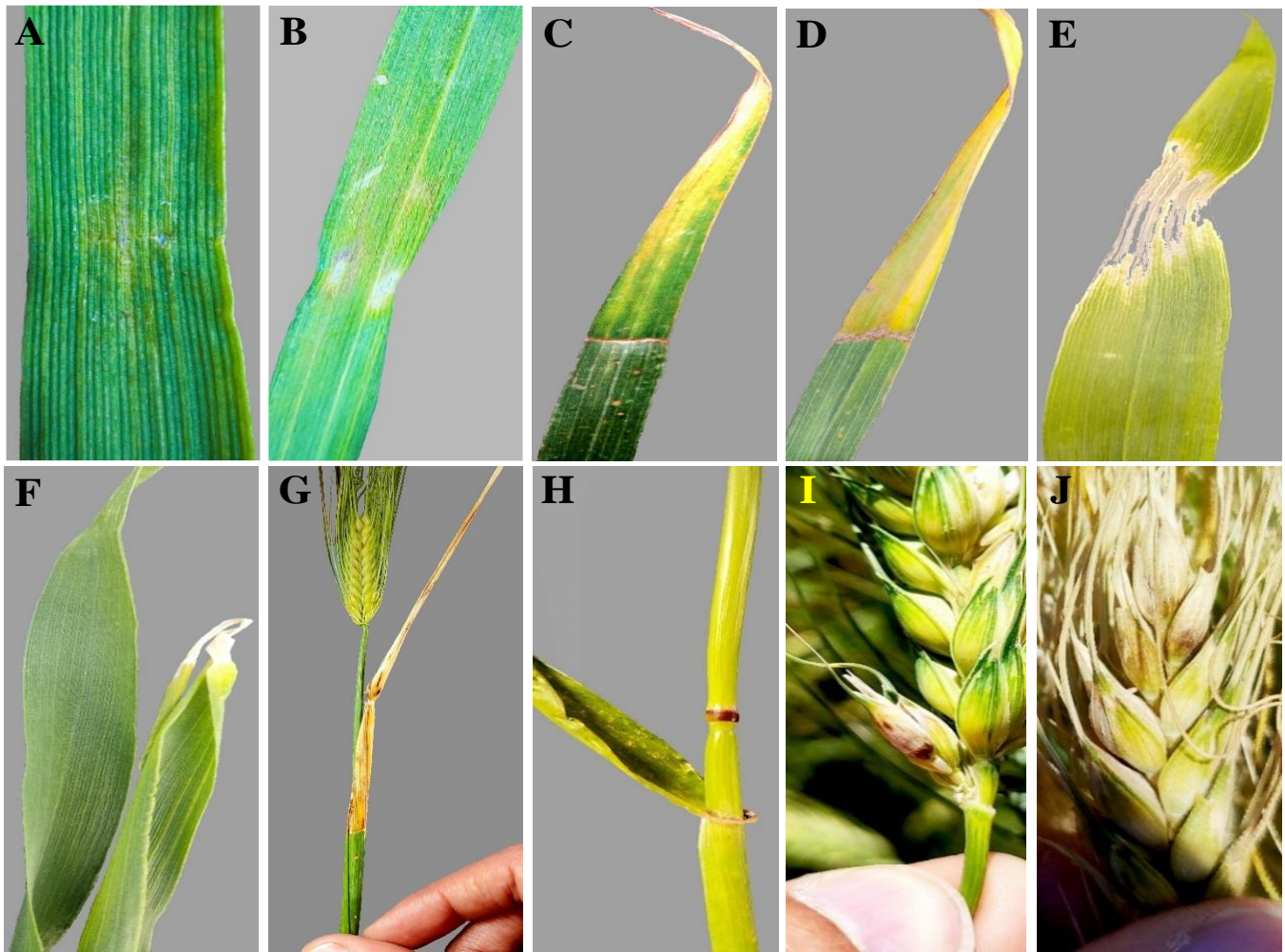
جدول 3. الاختبارات البيوكيميائية المستخدمة في تعريف البكتيريا.

Bacterial species الأنواع البكتيرية		الاختبار
<i>Xanthomonas ssp.</i>	<i>Pseudomonas syringae</i>	
-	-	Kovacs' oxidase الأوكسيداز
-	-	Potato soft rot العفن الطري على البطاطا/البطاطس
-	+	Levan production انتاج الليفان
-	-	Arginine dihydrolase حلماء الأرجينين
+	+	Hypersensitivity reaction on Tobacco فرط الحساسية على التبغ
-	+	Fluorescence on king B medium التألُّق على بيئة King B
+	+	Ice-nucleation اختبار تكوين نوى التبلور الجليدي

جدول 4. توزع العزلات البكتيرية على المواقع المدروسة ونسبة تردها في كل منطقة خلال العام 2022.

Table 4. Distribution and frequency of isolates at the studied regions.

متوسط نسبة تردد الأجناس البكتيرية المعزولة %		عدد العزلات		المحافظة
Mean of isolated bacterial genera frequency %		No. of isolates		
<i>Xanthomonas spp.</i>	<i>Pseudomonas syringae</i>	<i>Xanthomonas ssp.</i>	<i>Pseudomonas syringae</i>	Governorate
30.8	69.2	8	18	Latakia اللاذقية
23.7	76.3	9	29	Hama حماة
13.2	86.8	5	33	Homs حمص
5.3	94.7	2	36	Tartus طرطوس
4.8	95.2	2	40	Aleppo حلب
14.3	85.7	26	156	Total المجموع



شكل 2. المظاهر المرضية وأعراض الإصابة بمرض لفحة الأوراق البكتيرية على القمح المتسببة عن البكتيريا *P. syringae*. (A) تشكل تبقعات ورقية مشبعة بالماء لطفة رمادية مخضرة مع وجود نزات بكتيرية، (B) تطور الإصابة وموت النسيج النباتي، (C, D) زيادة سطح الأنسجة المتماوتة وتكسر الأوراق، (E) تهتك الأنسجة المصابة، (F) لفحة الورقة العلمية، (G) انكسار الورقة العلمية وموتها في مرحلة امتلاء الحبوب، (H) تلون عقدة الساق باللون البني الغامق، (I, J) تلون قاعدة العصافات باللون البني الغامق.

Figure 2. Pathological profile and symptoms of bacterial leaf blight on wheat caused by *P. syringae*. (A) greenish- gray spot with ooze, (B) injury progression and necrotic tissue, (C & D) increased area of necrotic tissue and leaf breakage, (E) tissue breaking down, (F) flag leaf blight, (G) breaking down and death of flag leaf during grain filling stage, (H) stem node with dark brown, (I & J) coloration of the basal glumes with dark brown.

البكتيريا. أما العامل الأكثر تأثيراً فهو أثر التغير المناخي الذي طرأ على سورية خلال العقد الأخير، والذي كان تأثيره ملحوظاً في تغير خارطة توزيع الأمراض البكتيرية في سورية، وينطبق هذا الأمر على المستوى العالمي إذ لوحظت تزايد شراسة الأمراض البكتيرية في السنوات الخمس الأخيرة من العقد الماضي كنتيجة لهذه التغيرات المناخية (Miedaner & Jurozek, 2021). أظهرت نتائج هذه الدراسة أن أعلى نسبة للإصابة، ظهرت في حقول محافظة حلب بمتوسط 77.8% ويعود ذلك إلى زيادة عدد أيام الصقيع التي تعرض لها محصول القمح خلال فترة النمو الخضري (كانون الثاني/يناير، شباط/فبراير وأذار/مارس) والتي بلغ عددها 42 يوماً (بيانات مناخية، مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي في حلب، 2022)، إذ تشجع ظروف الصقيع على

اختلفت بعض نتائج هذه الدراسة مع دراسة سابقة (مندو وآخرون، 2012)، التي لاحظت أن البكتيريا المسببة لمرض التخطط البكتيري كانت هي الأكثر انتشاراً (83.3%) في أغلب مناطق زراعة القمح المدروسة، تلتها بكتيريا لفحة السنابل (11.3%)، أما بكتيريا لفحة الأوراق فكانت الأقل انتشاراً (5.4%) وذلك خلال المسح الحقلية الذي قاموا به عام 2004. ويمكن أن يعزى ذلك الاختلاف إلى تحول البكتيريا *P. s. pv. syringae* من بكتيريا قليلة الانتشار وممرضاً ضعيفاً وثانويّاً إلى ممرض واسع الانتشار وذو تأثير إمراضي عالي في حقول زراعة القمح في سورية لأنه مرض غير حجري، ينتقل عن طريق البذار ولا يوجد أي مطهر بذار يؤثر في هذا الممرض أو يكبح وجوده، إضافة لانتشار الأعشاب بشكل واسع والتي تعدّ جسوراً خضراء لهذه

نستنتج من هذه الدراسة انتشار مرض لفحة أوراق القمح البكتيري (الموت الرجعي) في كافة مناطق الدراسة دون استثناء مع وجود اختلاف في نسبة الإصابة بين الحقول المدروسة عبر المناطق المسوحة، فقد تحولت هذه البكتيريا Pss من بكتيريا قليلة الانتشار وممرض ثانوي إلى ممرض واسع الانتشار وذو تأثير إمرض عالٍ في حقول زراعة القمح. وعليه، يعدّ هذا المرض من التحديات الجديدة التي تواجه إنتاج القمح في كلٍّ من سورية ومنطقة الشرق الأوسط وبخاصة أنها منقولة بالبذور إضافة لعدم وجود مطهرات بذار متخصصة تكبح هذا الممرض. حيث كانت اختبارات LOPAT كافية للتمييز بين البكتيريا *Pseudomonas* والبكتيريا *Xanthomonas* إلا أنه من الصعب التمييز بين الأنماط المرضية التابعة للبكتيريا P.s. سواءً عن طريق المظاهر المرضية أو الاختبارات البيوكيميائية، لذلك لا بدّ من التوجه للتمييز بين هذه الأنماط المرضية للقمح باستخدام الطرائق الجزيئية كطريقة تشخيص دقيقة وسريعة أو بواسطة المصل المضاد، لذلك نوصي باستخدام هذه الطرائق كوسيلة ناجعة للكشف عن الأنماط المرضية لهذه البكتيريا المنقولة عن طريق البذار للحدّ من انتشارها مع التأكيد على الحاجة الملحة لمسوحات حقلية واسعة ودورية للتقصي عن هذا الممرض في مناطق زراعة القمح.

تطور البكتيريا *P. s. pv. syringae* وتحريضها لتشكيل بروتين (INA-Z)، الذي يعمل كنواة لتشكيل الجليد النووي إذ يجمد الماء الموجود في الخلية النباتية عند درجة حرارة الوسط الخارجي، حيث ترتبط جزيئات الماء والمغذيات في أنسجة النبات بهذا البروتين الموجود أصلاً على غشاء الخلية البكتيرية، ومن ثم خروجه إلى سطح الخلايا النباتية من خلال الثغور الموجودة وهذا يتوافق مع نتائج (Fernández-Villa et al., 2019). كما بينت النتائج انتشار البكتيريا الممرضة حتى في ظروف الجفاف وشح الأمطار وانخفاض مستوى الرطوبة، إذ بلغ متوسط الهطل المطري خلال فترة النمو الخضري في كل من (حلب 73.5 مم وحمص 106 مم) (النشرة المطرية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية، 2022)، وهذا ما يؤكد القدرة العالية للبكتيريا على التكيف مع الظروف الجفاف السائدة، حيث تزيد البكتيريا من إنتاج عديد السكاريد الخارجية (EPS) تحت ظروف الجفاف، مما يساعدها على مقاومة مثل هذه الظروف وقد تطابقت هذه النتائج مع ما ذكره (Xin et al., 2018). كما تشير المراجع إلى أن الظروف المثلى لتطور المرض في القمح هي الرطوبة المرتفعة (Kazempour et al., 2010). وهذا ما يفسر انتشاره في كل من محافظة طرطوس وحمه (حمه 337 مم، اللاذقية 238 مم وطرطوس 708 مم).

Abstract

Abo Bakr, A., F. Khatib, M. Kassem, S.G. Kumari, N. Husien and N. Asaad. 2024. Investigation of the Spread of Bacterial Wheat Leaf Blight Caused by Pathotypes of *Pseudomonas syringae* in Some Wheat Growing Areas in Syria. Arab Journal of Plant Protection, 42(3): 291-298. <https://doi.org/10.22268/AJPP-001257>

Wheat is one of the most important cereal crops grown globally, which is affected by several biotic and abiotic stresses, especially in conjunction with the climatic changes that have been evident in the last decade, and among these stresses is the bacterial wheat leaf blight disease caused by the bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. The importance and danger of this bacterium is due to its ability to be transmitted by seed, as it negatively affects the quality of grain and the weight of one thousand grains. The study aimed to investigate the spread of bacterial wheat leaf blight caused by *P. syringae* and its pathotypes in the main wheat growing areas in Syria (Aleppo, Hama, Homs, Tartous and Latakia governorates) during 2022. The results obtained showed that bacterial wheat leaf blight disease was observed in 42 fields out of 59 fields surveyed (71.2%). The lowest incidence (50%) was recorded in Latakia with severity of less than 2, and highest incidence (77.8%) was recorded in Aleppo governorate with severity of 4 based on a 0-5 scale. Symptoms of bacterial wheat leaf blight was observed in all fields, which began as water-soaked leaf spots, and then turned into greenish-gray necrosis and finally a straw color. Symptoms of blackish-brown color nodes were observed only in 4 fields in Aleppo and Tartous governorates, it could be caused by the pathotype *P. s. pv. japonica*. In addition, the bases of wheat chaffs showed blackish-brown watery spots in 6 fields. In Aleppo and Tartous governorates these symptoms were identical to those typical of the pathotype *P. s. pv. atrofaciens*. Characteristics of 156 isolates, LOPAT tests and fluorescence on King B medium indicated that these isolates belong to the genus *Pseudomonas*, representing 87.7% of the total number of isolates, whereas 26 isolates (14.3%) were negative for Levan and fluorescence tests and their characteristics indicated that they belong to the genus *Xanthomonas*.

Keywords: Wheat, bacterial wheat leaf blight, *P. syringae*, pathotypes, Syria.

Affiliation of authors: A. Abo Bakr^{1,2*}, F. Khatib¹, M. Kassem¹, S.G. Kumari³, N. Husien² and N. Asaad². (1) Faculty of Agriculture Engineering, University of Aleppo, Syria; (2) General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Syria; (3) International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Terbol Station, Zahle, Lebanon. *Email address of the corresponding author: bdabobakr@gmail.com

References

and attendant weeds in Syria. Arab Journal of Plant Protection, 30: 192-198 (In Arabic).
النشرة المطرية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية. 2022. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.
<http://moaar.gov.sy/category/rain-forecast2022>

منذو حجازي، محمد حسين، محمود أبو غرة ومحمد موفق يبرق. 2012. تقصي انتشار الأمراض البكتيرية على القمح والأعشاب المرافقة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 30: 192-198.
[Mando, H., M. Husein, M. Abu-Ghorrah and M.M. Yabrak. 2012. Survey of Bacterial Diseases on Wheat

Northwestern Europe. Theoretical and Applied Genetics, 134:1771-1785.

<https://doi.org/10.1007/s00122-021-03807-0>

- Patyka, V., L.A. Pasichnyk, L.M. Butsenko, V.F. Petrychenko, S.R. Zubachev, L.A. Dankevych, T.T. Gnatiuk, H.B. Huliaieva, I.P. Tokovenko, A.V. Kalinichenko, D. Suszanowicz, P. Kurash, T.I. Patyka, V.P. Karpenko, L.V. Kyrylenko and A.A. Demchenko.** 2019. Express diagnostics of phytopathogenic bacteria and phytoplasmas in agrophytocenosis. D. Suszanowich and V. Patyka (eds). Wydawnictwo i Drukarnia Świętego Krzyża Opole, Poland. 78pp.
- Saint-Vincent, P.M.B., M. Ridout, N.L. Engle, T.J. Lawrence, M.L. Yeary, T.J. Tschaplinski, G. Newcombe and D.A. Pelletier.** 2020. Isolation, characterization, and pathogenicity of two *Pseudomonas syringae* pathovars from *Populus trichocarpa* seeds. Microorganisms, 8(8):1137. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8081137>
- Shane, W.W. and J.S. Baumer.** 1984. Apical chlorosis and leaf spot of Jerusalem artichoke incited by *Pseudomonas syringae* pv. *tagetis*. Plant Disease, 68:257-260. <https://doi.org/10.1094/PD-68-257>
- Slabbinck, B., B. de Baets, P. Dawyndt and P. de Vos.** 2010. Analysis of plant-pathogenic *Pseudomonas* species using intelligent learning methods: A general focus on taxonomy and fatty acid analysis within the genus *Pseudomonas*. Revista Mexicana de Fitopatología, 28:1-16.
- Toben, H., A. Mavridis and K.W.E. Rudolph.** 1991. On the occurrence of basal glume rot wheat and barley caused by *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* in West Germany. Journal of Plant Disease and Protection, 98(3):225-235. (In German)
- Valencia-Botín, A.J., L.E. Mendoza-Onofre, H.V. Silva-Rojas, L. Córdova-Téllez, D. Espinosa-Victoria, E. Valadez-Moctezuma and H.E. Villaseñor-Mir.** 2007. Indicadores de agresividad y métodos de inoculación con bacterias fitopatógenas en plántulas y semillas de trigo 'seri m82'. Revista Fitotecnia Mexicana, 30(3):255-259.
- Valencia-Botín, A.J. and M.E. Cisneros-López.** 2012. A review of the studies and interactions of *Pseudomonas syringae* pathovars on wheat. International Journal of Agronomy, 2012:692350. <https://doi.org/10.1155/2012/692350>
- Xin, X.F., B. Kvitko and S. He.** 2018. *Pseudomonas syringae*: what it takes to be a pathogen. Nature Reviews Microbiology, 16:316-328. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2018.17>
- Yoshioka, R., H. Uematsu, Y. Takikawa, H. Kajihara and Y. Inoue.** 2020. PCR detection of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, the causal agent of bacterial black node in barley and wheat, using newly designed primer sets. Journal of General Plant Pathology, 86(5):387-392. <https://doi.org/10.1007/s10327-020-00930-6>
- [Precipitation forecast of the Ministry of Agriculture and Agrarian Reform in Syria.** 2022. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Syria. (In Arabic)]. <http://moaar.gov.sy/category/rain-forecast2022>
- Butsenko, L., L. Pasichnyk, Y. Kolomiets, A. Kalinichenko, D. Suszanowicz, M. Sporek and V. Patyka.** 2021. Characteristic of *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* isolated from weeds of wheat field. Applied Sciences, 11(1):286. <https://doi.org/10.3390/app11010286>
- Duveiller, E. and H. Maraite.** 1993. Study of yield loss due to *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* in wheat under high rainfall temperate conditions. Journal of Plant Disease and Protection, 100(5):453-459. <https://www.jstor.org/stable/43386798>
- Duveiller, E., L. Fucikovsky and K. Rudolph.** 1997. The Bacterial Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, D.F.: CIMMYT, pp.53.
- Fernández-Villa, D., M.R. Aguilar and L. Rojo.** 2019. Folic acid antagonists: antimicrobial and immunomodulating mechanisms and applications. International Journal of Molecular Sciences, 20(20):4996. <https://doi.org/10.3390/ijms20204996>
- Fessehaie, A.** 1993. Über die Isolation des Erregers der basalen Spelzenfäule an Getreide, *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* (McCull.) Young, Dye, Wilkie) aus Gerste, Hafer und Wildgräsern. Diploma thesis, Universität Göttingen, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz.
- Hazard, B., K. Trafford, A. Lovegrove, S. Griffiths, C. Uauy and P. Shewry.** 2020. Strategies to improve wheat for human health. Nature Food, 1:475-480. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0134-6>
- Kassem, M., N. Asaad, S.G. Kumari and A.R. Moukahel.** 2022. Characterization and distribution of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* on wheat in Syria. In: Abstracts book of the 16th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, April 4-8, 2022, Limassol, Cyprus. Phytopathologia Mediterranea, 61(1):229. <https://doi.org/10.36253/phyto-13613>
- Kazempour, M.N., M. Kheyrghoo, H. Pedramfar and H. Rahimian.** 2010. Isolation and identification of bacterial glum blotch and leaf blight on wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. African Journal of Biotechnology, 9(20):2860-2865. <https://doi.org/10.5897/AJB2010.000-3113>
- Khenfous-Djebari, B., M. Kerkoud, M. Fischer-Le Saux, T. Benhassine, Z. Bouznad, R. Koebnik and C. Bragard.** 2019. Isolation of atypical wheat-associated *xanthomonads* in Algeria. Phytopathologia Mediterranea, 58(3):497-506. <https://doi.org/10.14601/Phyto-10855>
- Mamluk, O.F., M. Al-Ahmed and M.A. Makki.** 1990. Current status of wheat diseases in Syria. Phytopathologia Mediterranea, 29:143-150.
- Miedaner, H. and P. Juroszek.** 2021. Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in

Received: July 19, 2023; Accepted: September 21, 2023

تاريخ الاستلام: 2023/7/19؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/9/21