

## التنوع الوراثي في عزلات الفطر *Tilletia tritici* و *T. laevis* مسبب مرض التفحم الشائع على القمح في العراق

عماد محمود المعروف<sup>1</sup>، ستار عزيز شمس الله<sup>2</sup> ومحمد صادق حسن<sup>2</sup>

(1) كلية العلوم الزراعية، جامعة السليمانية، العراق، البريد الإلكتروني: ealmaarroof@yahoo.com؛ (2) كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

### الملخص

المعروف، عماد محمود ، ستار عزيز شمس الله ومحمد صادق حسن. 2015. التنوع الوراثي في عزلات الفطر *Tilletia tritici* و *T. laevis* مسبب مرض التفحم الشائع على القمح في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 33(3): 272-279.

يعد مرض التفحم الشائع أحد الأمراض الهامة التي تسبب خسائر اقتصادية كبيرة في غلة حبوب القمح في العراق لاسيما عند زراعة الأصناف القابلة للإصابة دون معاملة بذورها بالمبيدات الكيميائية. هدفت هذه الدراسة إلى تحديد التنوع الوراثي لمرض التفحم الشائع على القمح (*T. laevis* و *Tilletia tritici*)، وذلك من خلال دراسة رد فعل عزلات الفطر الممرض إزاء الأصناف التفريقية. جمعت السنابل المصابة بالتفحم الشائع من المناطق الرئيسية لزراعة القمح في العراق خلال الموسم الزراعي 2013/2012 وتم اختيار 18 عزلة منها تتصف بأبواغها التيليتية بنسبة انبات عالية واستخدمت لإعداد بذور الأصناف التفريقية في حقول كلية العلوم الزراعي في السليمانية. أظهرت النتائج وجود تنوع وراثي واسع بين عزلات الفطر الممرض الممثلة لمناطق بيئية متباينة. تم تشخيص 18 سلالة من سلالات الفطرين *T. tritici* و *T. laevis*، تشابه وتطابق عشرة منها مع سلالات الممرض العالمية T1، (T1، L1، L2)، T2، T4، T9، T11، T13، T17، T18 و T20، وثمانية منها يعتقد أنها سلالات جديدة غير مسجلة عالمياً. أسفرت النتائج عن عدم فاعلية مورثات المقاومة Bt14، Bt6، Bt15 و Bt15 لمعظم السلالات الممرضة، في حين أثبت المورث Bt1 عدم فاعليته لخمسة سلالات، وعدم فاعلية المورثات Bt4 و Bt8 لأربع سلالات، والمورثين Bt3 و Bt5 لثلاث سلالات فقط. لم تتمكن جميع السلالات المحددة من التغلب على فاعلية مورثات المقاومة Bt11 و Bt12 في حين تمكنت سلالتان فقط من التغلب على مقاومة المورثات Bt7، Bt9، Bt10 و Bt13.

كلمات مفتاحية: مرض التفحم الشائع، مورثات المقاومة، تغاير وراثي، تخصص فسيولوجي، *Triticum aestivum*.

### المقدمة

متعلقة بمستويات التسميد والصنف المزروع وسلالة الممرض وكثافة اللقاح المعدي وعمق ومعدل البذار وطول الفترة الضوئية (12). يتميز مرض التفحم الشائع عن غيره من الأمراض من خلال إحلال كتل الأبواغ التيليتية محل الحبوب، ويسبب حصاد السنابل تمزق الكرات التفحمية وتحرر الأبواغ التيليتية التي تلوث بذورها كل من التربة والحبوب السليمة. وأشار McManus وآخرون (27) إلى إنبات الأبواغ التيليتية خلال بضعة أيام إلى بضعة أسابيع بعد تعرضها للرطوبة ودرجات الحرارة الملائمة. ويتكون بعد الإنبات غزل فطري أولي Promycelium (Basidium) ثم سبورديا أولية (Primary sporidia) أحادية النواة وتتحد السبورديا الأولية في أزواج مكونة مايشبه حرف H، ثم تهاجر إحدى الأنوية لتكوين السبورديا الثانوية (Secondary sporidia) وتصبح ثنائية النواة. ويتزامن إنبات البذور مع إنبات السبورديا الثانوية وتكوين خيط العدوى (infectious hyphae) الذي يتمكن تحت سطح التربة من عدوى البادرات الفتية وينمو جهازياً في النبات (4، 15، 20). يتم تحديد سلالات هذا الممرض ومتابعة أنماط ضروته باستخدام الأصناف التفريقية التي تبين طبيعة التأثير بين الممرض والعائل. وتعدى الأصناف التفريقية بالعزلات المجموعة من مناطق مختلفة

تعد الفطور *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint (*T. caries* (Dac.) Tul.) و *T. laevis* Kuhn (*T. foetida* (Wall.) Liro. و لمرض التفحم الشائع على القمح الذي ينتشر في مناطق غرب آسيا ووسطها، وفي شمال أفريقيا، والصين، وأوروبا (8، 22). أما في شمال القارة الأمريكية وجنوبها فيسود النوع الفطري *T. tritici* في مناطق عديدة منها ويصيب القمح الشتوي *Triticum aestivum*، في حين يسود النوع *T. laevis* في مناطق محددة منها، إلا أنه يسود في جميع مناطق أوروبا الجبلية والمركزية، فضلاً عن مناطق الشمال الشرقي من أمريكا (19). أما في العراق فيسود النوع *T. tritici* في مناطقه الشمالية التي تتسم بانخفاض في درجات الحرارة بدرجة أكبر مقارنة بالنوع *T. laevis* الذي يسود غالباً في المناطق الوسطى والجنوبية (4). يصيب كلا نوعي الفطر الممرض جميع أصناف القمح الطري والصلب (*T. durum* و *T. aestivum*). وتتباين مستويات الضرر في المحصول من موسم إلى آخر تبعاً للظروف البيئية السائدة من خلال تداخل عوامل الرطوبة والحرارة ونوع التربة، فضلاً عن عوامل

لحدوث الإصابة بمرض التفحم الشائع على القمح لاسيما درجة حرارة التربة التي تراوحت في حدود 5-10 °س، وتوافر رطوبة ملائمة لإنبات الأبواغ التيلية وكذلك لحبوب القمح.

#### اختيار العزلات

جمعت سنابل القمح المصابة بمرض التفحم الشائع من حقول القمح الممثلة للمناطق الرئيسية لإنتاج الحبوب في العراق خلال الموسمين 2011-2013. اختيرت ثلاث عزلات من الممرض من كل من محافظات الموصل، السليمانية ودهوك، وعزلتان من كل من أربيل وصلاح الدين، وعزلة واحدة من كل من بغداد، ديالى، واسط، الديوانية، كرميان والعمارة، وذلك اعتماداً على مستوى إنبات الأبواغ التيلية للممرض. تم اختبار نسبة الإنبات من خلال عزل كرة متفحمة من كل عينة (عزلة) وسحقها في وعاء خزفي ثم تنقيتها باستعمال منخل قياس فتحاته 500 مايكرومتر لإزالة الشوائب وباستخدام أبرة معقمة بوساطة اللهب أخذت كمية من الأبواغ التيلية من مركز الكرة المتفحمة ونثرت على مستنبت الآجار المائي 2% في أطباق زجاجية قطر 9 سم وبثلاثة مكررات لكل عزلة. وبعد 3-4 أيام من التحضين عند درجة حرارة 15 °س فُحصت الأطباق وحسبت نسبة إنبات الأبواغ التيلية للعزلات واختيرت العزلات ذات نسب الإنبات العاليه التي تجاوزت الـ 50% (29) واستعملت في دراسة سلالات ممرض التفحم الشائع على القمح باستخدام الأصناف التفريقية (جدول 1).

ومراقبة ردود الفعل ومقارنتها مع السلالات الشائعة المعروفة التي ذكرت من قبل Metzger و Hoffmann (16). وعند تباين رد فعل العزلات المختبره مقارنة مع السلالات الشائعة المعروفة عالمياً، يمكن عندئذ اعتبارها سلالات جديدة. ويساعد ذلك مربي النبات في توجيه مسارات التربية من خلال إدخال مورثات مقاومة جديدة في الأصناف القابلة للإصابة بالمرض، لاسيما عند الأصناف التجارية (6، 26). تم تحديد العديد من السلالات الممرضة في العالم، اذ سجلت السلالات L10، L20، L29، L30، L31، L32 في إيران (10)، فضلاً عن تسجيل ست سلالات سائدة في تركيا (L1، L3، L6، T1، T3) (12). وفي سورية، تم تحديد سلالتين من *T. caries* وثلاث سلالات من *T. foetida* (18). ونظراً للأهمية الاستراتيجية لمحصول القمح باعتباره النمط الاستهلاكي الأول لأغلب سكان العالم، ولعدم وجود دراسات سابقة تتناول جوانب تتعلق بالتغاير الوراثي لنوعي الفطر الممرض للتفحم الشائع على القمح، فقد هدفت هذه الدراسة إلى معرفة التغاير الوراثي في عزلات الفطر *T. tritici* و *T. laevis* وتحديد سلالاتها الممرضة في العراق من خلال التأثر ما بين مورثات مقاومتها والأصناف التفريقية.

#### مواد البحث وطرائقه

نفذت التجربة بتاريخ 2013/12/24 في الحقول التجريبية التابعة لكلية العلوم الزراعية، جامعة السليمانية عند توافر الظروف البيئية الملائمة

#### 1.

التفريقية ومورثاتها المستخدمة في تحديد سلالات ممرض

**Table 1.** Differential varieties and their resistant genes used for the common bunt disease races identification.

الصنف التفريقي *	R. gene	Variety No.
M84-504 to 510, Red Bobs	Bt0	1
M84-512 to 520, RB/WF 8	Bt1	2
M84-522 to 530, RB/SEL 1403	Bt2	3
M84-532 to 538, RB/RDT.	Bt3	4
M82-542 to 550, RB/TK 3055	Bt4	5
M82-34, Promose	Bt5	6
M84-552 to 560, RDT.	Bt6	7
M82-562 to 570, RB/TK 3055	Bt7	8
M78-9496, RB/PI 178210 (White Seed)	Bt8	9
M84-597 to 605, RB/CI 7090	Bt9	10
M84-625, SEL M83-162	Bt10	11
M82-2123	Bt11	12
P.I. 119333(M82-2141), BW	Bt12	13
Thule III; P.I. 181463, BWBt 13	Bt13	14
Doubi, DW	Bt14	15
Carlton, DW	Bt15	16

\* صناف التفريقية من الدكتور B. Goates (USDA-ARS) أبردين، ولاية ايداهو الأمريكية.

\*Seeds of differential varieties were obtained from Dr. B. Goates (USDA-ARS), Aberdeen, Idaho, USA.

## إعداد الأصناف التفريقية

والديوانية)، (السليمانية ودهوك)، (واسط وأربيل) و(السليمانية)، على التوالي، لا سيما وأن معظم الأصناف العراقية قابلة للإصابة بهذا المرض (6، 17).

تؤكد نتائج الدراسة كفاءة مورثات المقاومة المعرفة Bt9، Bt10 و Bt13 في مقاومه معظم سلالات الفطر *Tilletia tritici* و *T. laevis* المنتشرة في حقول القمح في العراق وفق ما أشار إليه العديد من الباحثين في دراسات سابقة في العالم (8، 13، 28، 29)، فضلاً عن المقاومة العالية لمورثي المقاومة Bt11 و Bt12 التي لم تتمكن أي من العزلات قيد الاختبار من التغلب عليها وبذلك يمكن الاستعانة بها في تنفيذ برامج التربية لمقاومة مرض التفحم الشائع في القمح من خلال استخدامها كآباء في عملية التهجين مع الاصناف التجارية الحساسة ذات المواصفات الانتاجية العالية لنقل صفة المقاومة لها لا سيما وأن معظم الأصناف العراقية حساسة للمرض (6، 17). أما بقية مورثات المقاومة فتأتي أهميتها في برامج التربية للمقاومة حسب عدد العزلات التي تمتلك مورثات الضراوة تجاهها حيث أنه كلما انخفض عدد العزلات في التغلب على مورثات المقاومة المعرفة في العائل كان لها الأفضلية في زجها في برامج التربية لمقاومة المرض.

**جدول 2.** عزلات ممرض التفحم الشائع على القمح ذات الضراوة إزاء مورثات المقاومة المعرفة (Bt genes) في الأصناف التفريقية .

**Table 2.** Virulence of wheat common bunt pathogen isolates against the defined resistant genes (Bt genes) in the differential varieties.

Resistant genes	Number of Isolates	Isolate no.
Bt15	7	T14 T11 T10 T9 T8 T6 T1
Bt2	7	T13 T12 T11 T10 T9 T8 T7
Bt14	6	T17 T9 T7 T4 T3 T2
Bt6	6	T16 T15 T14 T6 T4 T1
Bt1	5	T16 T10 T8 T3 T1
Bt4	4	T13 T12 T11 T1
Bt8	4	T18 T17 T12 T7
Bt3	3	T18 T8 T3
Bt5	3	T17 T15 T4
Bt7	2	T5 T2
Bt9	2	T17 T12
Bt13	2	T13 T12
Bt10	2	T14 T3
Bt11	0	0
Bt12	0	0

اعتبرت كل سنبله مُصابة بمثابة عزلة مرضية ممثلة لمنطقة معينة. عزلت الكرات المتقحمة من كل سنبله مصابة وحُضر منها اللقاح لـ 18 عزلة بعد سحقها. أجريت العدوى الاصطناعية للأصناف التفريقية بكل عزلة بصورة منفردة مع الاستمرار بعملية الرج الميكانيكي لتحقيق التوزيع المتجانس للأبواغ التيلية على الحبوب. تمت زراعة حبوب الأصناف التفريقية المعدة في خطوط ضمن أرض غير مزروعة بالقمح لسنوات عديده وبمعدل خطين بطول متر ونصف، ومعدل بذار 15 حبة/خط . سجل نمط الضراوة للعزلات المختبرة، كما تم تقويم رد فعل نباتات الأصناف التفريقية في مرحلة النضج التام. اعتبرت نسبة الإصابة 0-10% غير شرسة (avirulent)، وما بين 11 و 100% شرسة (virulent) (16) .

## النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج (الجدولين 2 و 3) وجود تباين في أنماط ضراوة عزلات ممرض التفحم الشائع المجموعة من مناطق بيئية مختلفة في العراق. إذ برهنت مجموعتين من سبع عزلات متباينة أو متشابهة (T1، T6، T8، T9، T10، T11 و T14) و (T7، T8، T9، T10، T11، T12 و T13) ضراوتها إزاء مورثي المقاومة Bt15 و Bt2، على التوالي، ومجموعتين من ست عزلات متباينة (T2، T3، T4، T7، T9 و T17) و (T1، T4، T6، T14، T15 و T16) ضراوتها إزاء مورثي المقاومة Bt14 و Bt6، على التوالي. واتسمت خمس عزلات (T1، T3، T8، T10 و T16) بضراوتها إزاء مورث المقاومة Bt1، ومجموعتين من أربع عزلات (T1، T11، T12 و T13) و (T7، T12، T17 و T18) بضراوتها إزاء مورثي المقاومة Bt4 و Bt8، على التوالي، في حين تحددت ضراوة مجموعتين من ثلاث عزلات متباينة (T3، T8 و T18) و (T4، T15 و T17) بمورثي المقاومة Bt3 و Bt5، على التوالي، وتميزت أربع مجاميع متباينة من عزلتين (T2 و T5)، (T12 و T17)، (T13 و T12) و (T3 و T14) ضراوتها إزاء مورثات المقاومة Bt7، Bt9، Bt13 و Bt10، على التوالي. ولم يتمكن أي من العزلات المدروسة من إصابة مورثي المقاومة Bt11 و Bt12، الأمر الذي يسمح بإمكانية استخدامهما في برامج التربية لمقاومة مرض التفحم الشائع في العراق. كما يمكن استخدام مورثات المقاومة Bt7، Bt9، Bt10، Bt13 و Bt10 بالدرجة الثانية نظراً لقلة العزلات التي تمكنت من إصابتها (عزلتان لكل مورث مقاومة). وتمثل تلك العزلات الأخيرة مواقع تابعة لمحافظة (ديالى

3. رد فعل الأصناف التفريقية 18 عزلة من ممرض التفحم الشائع على القمح ممثلة لمناطق بيئية مختلفة من العراق خلال الموسم الزراعي 2013/14 في حقول كلية العلوم الزراعية، سلیمانیه

**Table 3.** Differential varieties reaction against 18 isolates of wheat common bunt representing different environmental zones of Iraq during the growing season 2013/14 in the Faculty of Agricultural Sciences fields, Sulaymaniyah, Iraq.

Resistant gene																Location	Isolate
Bt 15	Bt 14	Bt 13	Bt 12	Bt 11	Bt 10	Bt 9	Bt 8	Bt 7	Bt 6	Bt 5	Bt 4	Bt 3	Bt 2	Bt 1	Bt 0		
S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	R	R	S	S	بغداد/ تويثة Baghdad/Twaitha	T1
R	S	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	S	ديالى/ بلدروز Diala/Bladroze	T2
R	S	R	R	R	S	R	R	R	R	R	S	R	S	S	S	واسط/ شيخ سعد Wasit/Sheikh Saad	T3
R	S	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	S	ميسان/ علياالغربي Mesan/ Ali Gharbi	T4
R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	S	ديوانية/ المهناوية Dewania/ Mhnawia	T5
S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	S	صلاح الدين/ بيجي Salahdhin/Bejee	T6
R	S	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	S	R	S	الموصل/ حمدانية Mosul/Hamdania	T7
S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	ربيعة / Mosul/Rabiaa	T8
S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	/ Mosul/Sherqat	T9
S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	كرميان/ كلار Garmian/ Kalar	T10
S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	R	S	السليمانية/ حلبجه Sulaimania/ Halabja	T11
R	R	S	R	R	R	S	S	R	R	R	S	R	S	R	S	السليمانية/ Sulaimania/ Bakrajo	T12
R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	R	S	السليمانية/ بنجوين Sulaimania/ Penjwen	T13
S	R	R	R	R	S	R	R	R	S	R	R	R	R	R	S	اربييل / رانية Erbil/ Rania	T14
R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	S	اربييل/ كويسنق Erbil/ Kwesanjaq	T15
R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	S	S	دهوك/ Duhok/ Zakho	T16
R	S	R	R	R	R	S	S	R	R	S	R	R	R	R	S	دهوك/ مالطا Duhok/ Malta	T17
R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	S	R	R	S	دهوك/ فيشخابور Duhok/ Feshkhabor	T18

R= 0-10% infection, S= 11-100% infection.

% 100-11 = S % 10-0 = R\*

دراسات سابقة إلى كسر كل من موارث المقاومة Bt1، Bt2، Bt3، Bt4، Bt6 و Bt7 في سورية، وموارث المقاومة Bt1، Bt2 و Bt7 في لبنان (18، 24). وتمكنت عزلات الفطر الممرض من كسر موارث المقاومة Bt1، Bt2، Bt3، Bt4 و Bt7 في تركيا، وموارث المقاومة Bt4، Bt7،

وتجدر الإشارة إلى أن موارث المقاومة Bt11 و Bt12 قد اثبتت كفاءتها العالية في مقاومة سلالات الممرض في معظم مناطق العالم (8)، (15، 31). وأشار Mamluk و Nachit (23، 24) إلى فاعلية موارث المقاومة Bt5، Bt8، Bt9، Bt10 و Bt11 في سورية، كما أشارت

مع السلالة العالمية T20 نظراً لضرورتها إزاء مورثات المقاومة T1، T2، T15. كما أوضحت كل من العزلات T3، T4، T6، T7، T12، T14، T17 و T18 بأنها سلالات جديدة بسبب عدم تطابق تأثيرها مع جميع السلالات المعروفة عالمياً. تفسر نتائج هذه الدراسة أسباب انتقال مرض النقم الشائع إلى المناطق الوسطى والجنوبية من العراق متمثلة بمحافظتي واسط وميسان نتيجة لظهور سلالات جديدة من *T. tritici* و *T. laevis* الذي أشار إليها المعروف (3) خلال تحريه عن انتشار المرض في حقول القمح خلال الموسم الزراعي 2003/2002. وتم تأكيد ذلك في دراسات لاحقة (4، 7)، بعدما كان ينحصر وجود المرض في المناطق الشمالية (1، 2).

توضح نتائج هذه الدراسة وجود 18 سلالة من الفطرين *T. tritici* و *T. laevis* المسؤولين عن مرض النقم الشائع على القمح في العراق. تتشابه وتطابق عشرة منها مع سلالات الممرض العالمية T1، (T1)، L1، (L2)، T2، T4، T9، T11، T13، T17، T18، T20، غير أن ثمانية منها يقترح أن تكون سلالات جديدة غير مسجلة عالمياً، وأن هذا العدد قابل للنقصان أو الزيادة بسبب احتمال مرافقة أكثر من سلالة او نوع للفطر داخل الحبة الواحدة التي تُعد ظاهرة شائعة في أمراض النقم الشائع (28). ومن المحتمل أيضاً وجود خلط وراثي أو ميكانيكي في بذور الأصناف التفريقية، الأمر الذي يؤثر في نتائج التأثير بين مورثات الشراسة في الممرض ومورثات المقاومة عند العائل. ولذلك فانه من المفيد إعادة الدراسة لأكثر من موسم، إضافة إلى الاعتماد على عزلات مأخوذة أصلاً من نوع واحد من الأبواغ التيلية وذلك لتلافي تلك التداخلات، ومن ثم التأكد من هذه السلالات على المستوى الجزيئي ومقارنتها مع السلالات العالمية. ذكر Noruzi وآخرون (29) أن السلالات L19، T1 و T2 هي من ممرضات المرض السائدة في محافظة لرستان في إيران، في حين سادت سلالات الممرض T1، T11، L4 و L9 في سورية، مع تسجيل خمسة سلالات جديدة مقترحة خلال اختبار تفاعلها مع الاصناف التفريقية أعطيت لها الرموز T17، T20، L13، L14 و L15 (5). أما في تركيا فقد كانت السلالات T1، T3، L1، L3 و L6 هي الأكثر انتشاراً مقارنةً بغيرها من سلالات الممرض (11، 24). تشير نتائج الدراسة أيضاً إلى وجود تقارب في انتشار سلالات الممرض السائدة في العراق مع السلالات المنتشرة في كل من سورية وإيران أكثر مما هي عليه في تركيا.

و BtP في إيران (23)، وكذلك Bt2، Bt5، Bt7، Bt8، Bt9 و Bt10 في الهند (9). وبالمقابل، أظهرت المورثات Bt9 و Bt10 كفاءة عالية في مقاومة سلالات هذا الممرض في أوروبا، تلتها المورثات Bt5، Bt6 و Bt8 (25، 30). واعتمدت برامج تربية المقاومة لمرض النقم الشائع على القمح في الولايات المتحدة الأمريكية على التركيب الوراثي PI 178383 من أصل تركي الذي يمتلك مورثات المقاومة Bt8، Bt9، Bt10 وأحد مورثات المقاومة غير المعرفة. كما اعتمدت هذه المورثات أيضاً في برامج التربية لمقاومة المرض في كل من روسيا وأستراليا (8، 14، 21).

**تحديد التنوع الوراثي في عزلات الممرض باستخدام الأصناف التفريقية**  
يوضح جدول 4 وجود تنوع وراثي ضمن عزلات ممرض النقم الشائع على القمح وذلك اعتماداً على أنماط ضرورتها ورد فعل الأصناف التفريقية (Bt15-Bt1). وتبعاً لنظرية "مورث لمورث" الكلاسيكية لفلور لتحديد أنماط الضراوة وقياس أنماط التأثير ما بين السلالات العالمية المعروفة مع الأصناف التفريقية التي حددت من قبل Hoffmann و Metzger (16)، تمكنت العزلة T1 من التغلب على مورثات المقاومة المعرفة Bt1، Bt4، Bt6 و Bt15. ذلك يعني أنها تتشابه في سلوك تفاعلها مع السلالة العالمية T18، باستثناء مورث المقاومة Bt15 فقط، ولذلك فمن المحتمل أن تمثل سلالة جديدة. وتتشابه العزلة T2 في تأثيرها مع السلالة T1 وتختلف معها في مورث المقاومة Bt14، ومن المحتمل أن تكون أيضاً سلالة جديدة. كما تشابهت العزلة T9 في سلوكها مع السلالة العالمية T11، باستثناء عدم تمكنها من التغلب على مورث المقاومة Bt3، ومن المحتمل أن تكون أيضاً سلالة جديدة. وتتشابه سلوك العزلتين T11 و T13 مع السلالة العالمية T17، باستثناء مورث المقاومة Bt6، ولذلك هناك احتمال أن تمثل سلالة جديدة أيضاً. أما العزلتان T15 و T16 فيحتمل أن تمثلتا سلالتان جديدتان أيضاً، بالرغم من تشابه سلوكهما مع السلالات العالمية T9، T4 و T2، على التوالي، وذلك باستثناء عدم تمكنهما من التغلب على مقاومة المورث Bt7. ومن المفيد التحقق في دراسة لاحقة من أن تلك العزلات سابقة الذكر تمثل سلالات جديدة. أثبتت نتائج هذه الدراسة أيضاً تطابق سلوك التأثير للعزلتين T5 و T8 مع السلالات العالمية (T1، L2، L1) و T13 نتيجة لضرورتها إزاء مورثات المقاومة Bt7، Bt2، Bt3 و Bt15، على التوالي، والعزلة T10

**Table 4.** Interaction of differential varieties genes and the wheat common bunt pathogen isolates of *Tilletia* spp.

Race	Virulence/Avirulence against Bt gene	Pathogen	Germination		Location
			level	Isolate	
محمتم سلالة جديدة (T18) Possible new strain	1, 4, 6, 15 / 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	<i>T.tritici+laevis</i>	+++	T1	بغداد/تويقة
محمتم سلالة جديدة (T1) Possible new strain	7, 14 / 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15	<i>T.tritici</i>	++	*T2	ديالى/بلدروز
		<i>T.tritici+laevis</i>	+	T2	Diala/Bladroze
سلالة جديدة Proposed new strain	1, 3, 10, 14 / 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15	<i>T.tritici+laevis</i>	++	T3	ديالى/بلدروز
يقترح سلالة جديدة Proposed new strain	5, 6, 14 / 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15	<i>T.tritici+laevis</i>	++	T4	واسط/شيخ سعد
محمتم سلالة جديدة (T1,L1,L2) Possible new strain	7 / 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	<i>T.tritici+laevis</i>	++	T5	Wasit/Sheikh Saad
سلالة جديدة Proposed new strain	6, 15 / ( 1-5, 7- 14 )	<i>T.tritici</i>	++	T6	ديوانية/المهناوية
		<i>T.tritici</i>	++	T7	Dewania/ Mhnawia
سلالة جديدة Proposed new strain	2, 8, 14 / 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15	<i>T.tritici</i>	+++	*T7	صلاح الدين/بيجي
	1, 2, 3, 15 / 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	<i>T.tritici</i>	+++	*T8	الموصل/حمدانیه
		<i>T.tritici</i>	++	T8	Mosul/Hamdania
محمتم سلالة جديدة (T11) Possible new strain	2, 14, 15 / 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	<i>T.tritici</i>	+++	T9	الموصل/ ربيعة
	1, 2, 15 / 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	<i>T.tritici</i>	+++	T10	Mosul/Rabiaa
محمتم سلالة جديدة (T17) Possible new strain	2, 4, 15 / 1, 3 ( 5 - 14 )	<i>T.tritici</i>	+++	T11	الموصل/ ربيعة
		<i>T.tritici</i>	++	T12	Mosul/Rabiaa
سلالة جديدة Proposed new strain	2, 4, 8, 9, 13 / 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15	<i>T.tritici</i>	+++	*T12	/
محمتم سلالة جديدة (T17) Possible new strain	2, 4, 13 / 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15	<i>T.tritici</i>	+++	T13	Mosul/Sherqat
		<i>T.tritici</i>	++	T14	كرميان/ كلار
سلالة جديدة Proposed new strain	6, 10, 15 / 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14	<i>T.tritici</i>	+++	*T14	Garmian/ Kalar
محمتم سلالة جديدة (T9) Possible new strain	5, 6 / 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	<i>T.tritici</i>	+++	T15	السليمانية/ حلبجة
محمتم سلالة جديدة (T2,T4) Possible new strain	1, 6 / 2, 3, 4, 5 (7-15 )	<i>T.tritici</i>	+++	T16	Sulaimania/ Halabja
سلالة جديد Proposed new strain	5, 8, 9, 14 / 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 15	<i>T.tritici+laevis</i>	+++	T17	السليمانية/ بكره جو
سلالة جديدة Proposed new strain	3, 8 / 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	<i>T.tritici</i>	+++	T18	Sulaimania/ Bakrajo
					Sulaimania/ Bakrajo
					Sulaimania/ Penjween
					اربييل/ رانية
					Erbil/ Rania
					اربييل/ رانية
					Erbil/ Rania
					اربييل/ كويسنجق
					Erbil/ Kwasanjaq
					دهوك/ زاخو
					Duhok/ Zakho
					دهوك/ مالطا
					Duhok/ Malta
					دهوك/ فيشخابور
					Duhok/ Feshkhabor

\* اختيار أعلى مستوى التيلية  
 +++ (نسبة إنبات الأبواغ التيلية أكثر من 50% ++ (إنبات متوسط) نسبة إنبات الأبواغ التيلية بين 25-49% + (إنبات قليل) نسبة إنبات الأبواغ التيلية بين 1-24%  
 بين 0-10% للسلالات غير 11 - 100

\* Selection of highest rate of tiletial spores germination  
 +++Tiletial spores germination 50%; ++ Tiletial spores germination 25-49%; + Tiletial spore germination 1-24%  
 Strains that caused 0-10 infection were considered avirulent and strains that caused 11- 100% infection as virulent

## Abstract

Al-Maarroof, E.M., S.A. Shamsallah and M.S. Hasn. 2015. Genetic variation in *Tilletia tritici* and *T. laevis* isolates, the causal agents of wheat common bunt disease in Iraq. Arab Journal of Plant Protection, 33(3): 272-279.

Common bunt disease (*Tilletia tritici* and *T. laevis*), is one of the most destructive diseases on wheat in Iraq. It can cause severe yield loss when susceptible cultivars are grown without chemical seed dressing. The study was conducted in order to determine the genetic variation within the wheat common bunt pathogen isolates, through their interaction with differential varieties. Collections of common bunt were prepared from bunt-infected spikes representing the main wheat growing areas during 2012/13 growing season. Eighteen isolates were selected based on high germination rate of their teliospores, and used for artificial inoculation in Sulaimania. Results revealed that there was a wide genetic diversity among the pathogen isolates representing different locations. 18 races of *Tilletia tritici* and *T. laevis* pathogens were identified according to the international nomenclature system. Ten of these races match with the globally registered races T1, (T1, L1, L2), T2, T4, T9, T11, T13, T17, T18 and T20, while the remainder 8 races may be new and are not globally registered. Resistance genes Bt2, Bt6, Bt14 and Bt15 were ineffective against most of the races, while Bt1 was ineffective against five races, Bt4 and Bt8 were ineffective against four races, Bt3 and Bt5 were ineffective against three races and genes Bt7, Bt9 and Bt13 were ineffective only against two races. All the identified races could not overcome the known resistant genes Bt11 and Bt12, while only two races appeared able to overcome resistant genes Bt7, Bt9, Bt10 and Bt13. Confirmation of the identification of these races on molecular bases is further needed.

**Keywords:** Common bunt, *Triticum aestivum*, Resistant genes, Pathogen variability, Iraq

**Corresponding author:** Emad Al-Maarroof, Faculty of Agriculture, Sulaimania University, Iraq, email: ealmaarroof@yahoo.com

## References

1. البلداوي، عبد الستار عبد الحميد، حميد الشيخ راضي، محمد - - - وعلي حسين. 1983. المغطى على الحنطة في شمال العراق. الكتاب السنوي لبحوث وقاية المزروعات، 3: 205-213.
2. روف، عماد محمود، أسكندر فرنسيس براهيم، عبد الباسط . 1993. استحداث طفرات مقاومة لمرض التفحم المغطى في هجن الحنطة صابري بيك. مجلة العلوم الزراعية، 24: 219-224.
3. المعروف، عماد محمود، أزهار خالد حسين، منى محمود لطيف وفارس عبد الله فياض. 2004. تفحم القمح في العراق. مجلة وقاية النبات العربية 23: 127-131.
4. - - - - - حيائية . 2005. رسالة ماجستير. كلية - - - - -
5. كيالي، ميادة، أحمد الاحمد، ميلدي نشيط عمر يحيوي. 2011. تحديد السلالات الشائعة لم التفحم الشائع (*T. foetida* *T. caries*) في سورية. المجلة الأردنية الزراعية، 7: 711-720.
6. Al-Maarroof, E.M., I.F Ibrahim and M.H. Hammed. 2003. Induced two wheat mutants resistant to common bunt and septorial leaf blotch diseases by nuclear techniques. Arab Journal for Plant Protection, 21: 19-24.
7. Al-Maarroof, E.M., S.A. Shamsallah and M.S. Hassan. 2006. Current status of wheat bunt disease in Iraq. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 42: 45-50.
8. Blazkova, V. and P. Bartos. 2002. Virulence pattern of European bunt samples (*Tilletia tritici* and *T. laevis*) and sources of resistance. Cereal Research Communications, 30: 335-342.
9. Chauhan, R.S., A.K. Sood and B.M. Singh. 1994. Relative aggressiveness of new virulences of *Tilletia foetida* and *T. caries* on wheat cultivars. Indian Phytopathology, 47: 232-235.
10. Dariaee, A.A., H. Ghazali Biglar and R. Haghparast. 2006. Identification of new wheat common bunt pathotypes (*Tilletia laevis* Kuhn.). Dry land Agricultural Research Sub-Institute, Sararood, Kermanshah, Iran. Journal of Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 71: 1093-101.
11. Finci, S. 1981. Studies on the pathogenic races of *Tilletia foetida* and *Tilletia caries* and their pathogenicity on some wheat varieties in Turkey. EPPO Bulletin, 11: 77-82.
12. Fisher, G.W. and C.S. Holton. 1957. Biology and control of smut fungi. Ronald press, New York. 622 pp.
13. Gaudet, D.A., F. Leggett, Z.X. Lu, M. Frick, B. Puchalski, T. Despina and A. Laroche. 2006. Compatible and incompatible interactions involving the Bt10 gene in wheat for resistance to *Tilletia tritici*, the common bunt pathogen. Proceeding of the 15<sup>th</sup> biennial Workshop on the smut fungi, June 11-14 Prague, Czech Republic
14. Goates, B.J. 1996. Common bunt and dwarf bunt. Pages 12-25. In: Bunt and smut diseases of wheat: concepts and methods of disease management. R.D. Wilcoxon and E.E. Saari (eds.). CIMMYT, Mexico D.F.
15. Goates, B.J. and J.A. Hoffmann. 1979. Somatic nuclear division in *Tilletia* species pathogenic on wheat. Phytopathology, 69: 592-598.
16. Hoffman, J.A. and R.J. Metzenger. 1976. Current status of virulence genes and pathogenic races of wheat bunt fungi in north western USA. Phytopathology, 66: 657-660.
17. Ibrahim, I.F., E.M. Al-Maarroof, K.K. Al-Janabi and M.O. Al-Ubaidi. 1988. Response of three wheat mutants to common bunt in Iraq. Indian Phytopathology, 42: 153-160.

- Proceeding of the 1<sup>5</sup><sup>th</sup> biennial Workshop on the smut fungi, June 11-14 Prague, Czech Republic
26. **Matanguihan, G.J.** 2011. Identification of pathogenic races and microsatellite markers of *Tilletia caries* (D.C.) TUL. and mapping of a common bunt resistance gene in winter wheat. Ph.D. Thesis. Washington University. 189 pp.
  27. **McManus, P.S., A.V. Ravenscroft and D.W. Fulbright.** 1993. Inhibition of *Tilletia laevis* Teliospore germination and suppression of common bunt of wheat by *Pseudomonas fluorescens* 2-79. Plant Disease, 77: 1012-1015.
  28. **Metzger, R.J. and J.A. Hoffmann.** 1978. New races of common bunt useful to determine resistance of wheat to dwarf bunt. Crop Science, 18: 49-51.
  29. **Noruzi, Z., V. Mahinpoor, F. Fayazi, M. Mohamedi, F. Jalali, A. Sohilinejad and M. Darvishnia.** 2012. Identification of pathogenic races of wheat common bunt using differential lines in Lorestan province. Agricultural Science and Technology, 4: 154-158.
  30. **Oncica F. and N. Saulescu.** 2008. Potentially new sources of genes for resistance to common Bunt (*Tilletia* spp.) in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Proceedings of the Romanian Academy, Series B, 1-2, 97-100.
  31. **Wang, S., R.E. Knox, R.M. DePauw and J.M. Clark.** 2006. Markers to and chromosomal location of the Bt12 common bunt resistance gene in common wheat. Proceeding of the 15<sup>th</sup> biennial Workshop on the smut fungi, June 11-14, Prague, Czech Republic.
  18. **Ismail, S.F., O.F. Mamluk and M.F. Azmeh.** 1995. New pathotypes of common bunt of wheat from Syria. Phytopathologia Mediterranea, 34:1-6.
  19. **Jones, G.D. and B.C. Clifford.** 1978. Cereal Diseases: Their Pathology and Control. BASF United Kingdom Limited, Agrochemical Division Ipswich, Suffolk. 279 pp.
  20. **Kollmorgen, J.F., J.V. Allen, W.M. Hess and E.J. Trione.** 1978. Morphology of primary sporidial development in *Tilletia caries*. Transactions of the British Mycological Society, 17: 223-229.
  21. **Liatukas, Z. and V. Ruzgas.** 2008. Resistance genes and sources for the control of wheat common bunt (*Tilletia tritici*). Biologia, 54: 274-278.
  22. **Lipps, P.E., A.E. Dorrance, L.H. Rhodes and G. Labarge.** 2000. Seed treatment for agronomic crops. Ohio State University Extension Bulletin, No. 639. Ohio, USA.
  23. **Mamluk, O.F. and M. Nachit.** 1994. Sources of resistance to common bunt (*Tilletia foetida* and *T. caries* in durum wheat. Journal of Phytopathology, 124: 122-130.
  24. **Mamluk, O.F.** 1997. Bunts and smuts of wheat in north Africa and the near east. Pages 1-3-108. In: Wheat: Prospects for Global Improvement. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Wheat Conference, 10-14 June, 1996, Ankara, Turkey. H.J. Braun, H.-J. Altay, F. Kronstad, W.E. Beniwal and S.O.S. McNab (eds.), Kluwer Academic Publisher, Netherland.
  25. **Mariana, N., N. Saulescu and G. Ittu.** 2006. Latest in breeding for resistance to common bunt in Romania.

Received: February 6, 2015; Accepted: October 12, 2015

تاريخ الاستلا : 2015/2/6؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2015/10/12