

## تحديد مورثات المقاومة الفعالة لمرض صدأ الأوراق المتسبب عن الفطر *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* على محصول القمح في العراق

عماد محمود المعروف، منى محمود لطيف، هيثم عبد الستار سعيد وعبد الجليل رحيم عبود  
دائرة البحوث الزراعية والبيولوجية، ص.ب. 765، بغداد، العراق.

### الملخص

المعروف، عماد محمود، منى محمود لطيف، هيثم عبد الستار سعيد وعبد الجليل رحيم عبود. 2002. تحديد مورثات المقاومة الفعالة لمرض صدأ الأوراق المتسبب عن الفطر *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* على محصول القمح في العراق. مجلة وقاية النبات العربية. 20: 118-125.

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مورثات المقاومة الفعالة لمرض صدأ الأوراق على محصول القمح في العراق بغية إدخالها في برامج التربية والتحسين لمقاومة المرض. تم اختبار رد فعل النباتات البالغة لمجموعة الأصناف التفريقية الخاصة بالمرض ضد عزلات الفطر *Puccinia recondita* Rob ex Desm f. sp. *tritici* المجموعة من حقول المنطقة الوسطى للعراق في ظروف العدوى الصناعية ولست موسام زراعية متتالية (1995-2000) في موقع التوتية، بغداد. أظهرت نتائج الدراسة بأن مورثات القدرة المرضية الموجودة في المجتمع الطبيعي لسلاسلات الفطر تمكنت من تثبيط فعل معظم مورثات المقاومة المشخصة لمجموعة الأصناف التفريقية الخاصة بالمرض بالإضافة إلى تثبيط فعل بعض مورثات المقاومة غير المشخصة الموجودة في الأصناف "Thatcher"، "Morocco" و "Sunbirds"، في حين أثبتت المورثات Lr12، Lr15، Lr17، Lr22a و Lr24 فاعليتها في المقاومة خلال جميع مواسم الاختبار لذلك يمكن الاعتماد عليها في الوقت الحاضر في برامج التربية لمقاومة مرض صدأ الأوراق في العراق.

كلمات مفتاحية: قمح، صدأ الأوراق، مورثات مقاومة، *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*، العراق.

### المقدمة

والظروف البيئية (26)، غير أن التفاعل الوراثي بين الطرز الوراثية للقمح وسلاسلات الفطر والذي يتبع نظرية الجين-للجين للعالم فلور 1956. وأن مورثات القمح المسؤولة عن الاستجابة المنخفضة للعائل ونظيراتها المسؤولة عن القابلية المرضية للمسبب المرضي هو أساس دراسة التخصص الفسيولوجي في نظام التفاعل بين العائل والمسبب المرضي.

تم تشخيص 46 مورثاً مقاوماً مسؤولاً عن الاستجابة للمرض أطلق عليها مصطلح (Lrgenes) وتبين بأنها موجودة على 13 كروموسوماً مختلفاً ضمن مجينات القمح الثلاثة A، B و D (28)، ووجد بان معظم هذه المورثات متخصصة لسلاسلات معينة من المسبب المرضي ولكن عند وجودها مع بعضها فإنها تعطي مقاومة فعالة ضد معظم سلاسلات المسبب المرضي المنتشرة في المنطقة (24).

يحتوي المسبب المرضي على أكثر من 200 سلالة فسيولوجية تتشابه فيما بينها من حيث الشكل المظهري، إلا أنها تختلف في تركيبها الوراثي مما يعكس على قدرتها الإمراضية (15). إن البحوث المتعلقة بتشخيص السلاسلات الفسيولوجية للمرض في العراق قليلة، فقد سجل Abdul-Hak وآخرون (6) من مصر بعض سلاسلات صدأ الأوراق من العينات النباتية المرسله له من العراق. كما شخص يوكسوفيج وآخرون (مراسلات شخصية في حينه) في يوغسلافيا ثمانية سلاسلات بالطريقة السابقة ذاتها. واستطاع Natour وآخرون (20) من تشخيص 15 سلالة من المسبب المرضي، كما قام البلداوي وآخرون (1) بتشخيص 13 سلالة فسيولوجية.

يعد مرض صدأ أوراق القمح أو الصدأ البني الذي يتسبب عن الإصابة بالفطر البازيدي *Puccinia recondita* Rob ex Desm f. sp. *tritici* من أهم أمراض الصدأ التي تصيب محصول القمح (*Triticum aestivum* L.) في المناطق ذات درجات الحرارة المعتدلة والرطوبة العالية، وهو أكثر شيوعاً من أمراض أصداء القمح الأخرى (25، 30).

لقد أكد معظم الباحثين بأن مرض صدأ الأوراق هو من أكثر أمراض الصدأ ضرراً على محصول القمح والشعير في معظم مناطق زراعته في العالم يليه صدأ الساق الأسود ثم الصدأ الأصفر. وقدرت الخسائر السنوية التي يسببها مرض صدأ الأوراق بأكثر من خمسمائة مليون دولار سنوياً في كندا والولايات المتحدة الأمريكية (11، 16). وقد أشارت نتائج العديد من الدراسات بأن المرض يسبب خسائر اقتصادية كبيرة تصل إلى أكثر من 50%، وأن مقدار الخسائر التي يسببها هذا المرض تختلف من موقع إلى آخر اعتماداً على درجة مقاومة الطرز الوراثية المزروعة ووقت ظهور الإصابة والجزء النباتي المصاب والظروف البيئية السائدة بعد ظهور الإصابة (8، 27). أما في العراق فينتشر المرض في معظم مناطق زراعة القمح، لا سيما في المناطق المروية من وسط وجنوب العراق، وتتفاوت شدته من موسم إلى آخر تبعاً للظروف البيئية وكمية الأمطار الهائلة ونسب ومقادير الأسمدة الأزوتية المستخدمة (2، 7).

إن الاختلاف في تطور مرض صدأ الأوراق على محصول القمح يرجع نتيجة للتباين الوراثي للطرز الوراثية للقمح والكائن الممرض

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مورثات المقاومة الفعالة لمرض صدأ الأوراق بغية إدخالها في برامج التربية وتحسين صفة المقاومة للمرض، بالإضافة إلى التعرف على مجتمعات المسبب المرضي المنتشرة في المنطقة الوسطى مع رصد أي تغيير يمكن أن يطرأ عليها.

## مواد البحث وطرائقه

نفذت الدراسة خلال الفترة 1995-2000 في محطة بحوث التوتية، بغداد. استخدمت مجموعة الأصناف التفريقية الخاصة بالفطر المسبب لمرض صدأ الأوراق وعددها 37 صنفاً يحتوي كل منها على

مورث مقاوم لسلالة واحدة أو أكثر من سلالات المسبب المرضي بالإضافة إلى الصنفين "صابريك" و "مكسيك" كأصناف للمقارنة (جدول 1). تم الحصول على مجموعة الأصناف التفريقية من المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) حلب، سورية. زرعت بذور كل طراز وراثي في ثلاثة خطوط بطول 1 م وبمسافة 30 سم بين الخط والآخر باتباع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCB) وبثلاثة مكررات.

**جدول 1.** الطرز الوراثية (التفريقية والحساسة) المستخدمة في تحديد سلالات صدأ الأوراق على محصول القمح.

**Table 1.** Genotypes used for identification of wheat leaf rust races.

الموقع الكروموسومي chromosome location	مورث المقاومة Lr genes	* RL - NO	الطرز الوراثي Genotype	الرقم التفريقي Diff. no.
5DL	Lr 1	RL ( 6003)	Gentenario	1
2DS	Lr 2a	RL ( 6016)	Webster	2
2DS	Lr 2b	RL ( 6019)	Carina	3
2DS	Lr 2c	RL ( 6047)	Loruz	4
6BL	Lr 3	RL ( 6002)	Democrat	5
6BL	Lr 9	RL ( 6010)	Transfer	6
1AS	Lr 10	RL ( 6004)	Exchange	7
2A	Lr 11	RL ( 6048)	Elgaetcho	8
4A	Lr 12	RL ( 6011)	Exchange	9
2BS	Lr 13	CT ( 263)	Manitou (CT263)	10
7BL	Lr 14a	RL ( 6013)	Selkirk ( CT 6 )	11
7BL	Lr 14b	RL ( 6006)	Maria Escobar	12
2DS	Lr 15	RL ( 6052)	Kenya 1483	13
2AS	Lr 17	RL ( 6008)	Klein Luero	14
5BL	Lr 18	RL ( 6009)	Africa 43	15
7DL	Lr 19	RL ( 6040)	T4	16
7AL	Lr 20	-	Axmin'ster	17
2DS	Lr 22a	RL ( 6044)	TC 6 RL 5404	18
2BS	Lr 23	RL ( 6012)	Lee 310	19
3DL	Lr 24	RL ( 6046)	Agent	20
4BL	Lr 30	RL ( 6049)	Terenzio	21
-	Lr B	-	RL 6051	22
-	Lr Exch.	RL ( 6015)	Exchange	23
1BL	Lr 33	RL ( 6057)	PI 50540	24
-	Lr C	- **	PI 263816	25
2DS	Lr 22b	-	Thatcher	26
-	-	-	Morocco	27
-	-	-	(Tob D Manex/D b/Adl ) SxM1	28
-	-	-	Ane mye 74 x Ti 71( M2.)	29
-	-	-	Ktn M12 up 301/Dman7 x Adl (M3)	30
-	-	-	Pasula "S" (M4 )	31
-	-	-	Maya "S" mon "S" (M5)	32
-	-	-	Sunbird "S" (M7)	33
-	-	-	Chiroca-Anahans (M8)	34
-	-	-	K 4500.2 Bjy M10	35
-	-	-	HD 2205.Ald "S" (M11)	36
-	-	-	Clement Mo 73 x Torim	37
-	-	-	Maxipak مكسيك	38
-	-	-	Saber Beg صابريك	39

\* RL = Rust Laboratory number, Canada Department of Agriculture.

\*\* - =Unknown genes.

\* RL = الرقم التصنيفي لمختبر الصدأ، القسم الزراعي في كندا.

\*\* - = مورثات غير مشخصة.

أجريت العدوى الصناعية بملق الأبوغ الـيوريدية للفطر *P. recondita* بتركيز  $10 \times 3.4$  بوغ/مل ماء مقطر معقم في طور الإشتاء/البطان (Booting Stage) باستخدام مرشة ميكانيكية، تم إضافة أربعة قطرات من مادة الـ Triton لكل لتر ماء كمادة ناشرة ولصق للأبوغ الـيوريدية على سطوح الأوراق، رشت النباتات يومياً بالماء لتوفير الرطوبة اللازمة لحدوث الإصابة وتطور المرضي (29). تم تحضير اللقاح عن طريق غسل مجموعة من الأوراق حاملة لبثرات يوريدية حديثة التكوين بواسطة الماء، أعدت مسبقاً لهذا الغرض من خلال الإعداء الإصطناعي بخليط من المجتمع الطبيعي للأبوغ الـيوريدية للفطر محفوظة من الموسم السابق لمجموعة من النباتات تعود لأصناف مختلفة. يمثل هذا الخليط معظم التراكيب الوراثية للفطر المنتشرة في المنطقة نتيجة جمع العديد من العينات المرضية من الحقول المصابة خلال أطوار النضج المختلفة واستخدامها في العدوى الإصطناعية (19).

تم تقويم نمط الإصابة وشدتها لكل طراز وراثي خلال أطوار التزهير وحتى النضج بموجب مقياس Cobb المعدل (22) الذي يعتمد على حساب النسبة المئوية لشدة الإصابة ورد فعل النبات تجاه الإصابة كما يلي:  $0 =$  منيع (عدم وجود أعراض مرضية ظاهرة)،  $R =$  مقاوم وتعني وجود مناطق ميتة مع عدم وجود بثرات يوريدية،  $MR =$  متوسط المقاومة وتعني وجود بثرات يوريدية صغيرة الحجم محاطة بنسج ميتة،  $MS =$  متوسط القابلية للإصابة وتعني وجود بثرات يوريدية متوسطة الحجم بغياب البقع الميتة مع احتمال وجود مناطق مصفرة،  $S =$  حساس وتعني وجود بثرات يوريدية كبيرة الحجم بغياب البقع الميتة ومناطق الاصفرار. اعتبرت مورثات القدرة الإراضية الموجودة في المجتمع الطبيعي لسلاسل الفطر فعالة (virulent) عندما كان رد فعل النبات إزاءها يقع بين المقاومة ومتوسطة المقاومة وغير فعالة (avirulent) عندما كان رد فعل النبات إزاءها تقع ما بين الحساسية المتوسطة والحساسية (31).

## النتائج والمناقشة

يظهر الجدول 2 نمط وشدة إصابة مجموعة الأصناف التفرقية بمرض صدأ الأوراق في ظروف العدوى الصناعية خلال أربعة مواسم زراعية (1994/95، 1995/96، 1997/98، 1998/99) حيث يلاحظ بأن شدة إصابة الأصناف التفرقية في المواسم الزراعية 1994/95، 1995/96، 1997/98 كانت متقاربة في حين كانت شدة الإصابة منخفضة نسبياً خلال الموسم الزراعي 1998/99. لم تتطور الإصابة على جميع الطرز الوراثية بما فيها نباتات المقارنة (الشاهد) متمثلة بالصنفين الحساسين "صابريك" و"مكسيالك" خلال الموسمين الزراعيين 1996/97 و 1999/2000 لعدم ملائمة الظروف البيئية لتطور الإصابة حيث تميزت هذه المواسم بانخفاض معدلات الرطوبة النسبية وهبوب الرياح المحملة بالغبار نتيجة لإنحسار الأمطار وموجة الجفاف التي شهدتها عموم المنطقة مما أضر سلباً في طور الإصابة.

كما تشير نتائج الجدول 2 بأن مورثات القدرة الإراضية الموجودة في المجتمع الطبيعي لسلاسل الفطر المستخدمة في العدوى الصناعية تمكنت من تثبيط فعل معظم مورثات المقاومة المشخصة (Lr-genes) لأصناف التمايز الدولية، بالإضافة إلى تثبيط فعل معظم مورثات المقاومة المشخصة (الموجودة في الأصناف "Sunbirds" و "Morocco" في حين ظلت مورثات المقاومة Lr10، Lr12، Lr15، Lr17، Lr22a، Lr22b، Lr24 و LrB الموجودة في الأصناف (Exchange (RL6004، Exchange (RL 6011، TC6 RL5404، Kenya 1483، Klein Luero 6008، Agent، Thatcher و RL 6051، على التوالي محافظة على مقاومتها خلال مواسم الاختبار. كما أثبتت مورثات المقاومة غير الموجودة في الطرز الوراثية التي تحمل الأرقام 28، 29، 30، 31، 32، 34، 35، 36 و 37 مقاومة عالية للمرض وهذا يعني عدم وجود مورثات القدرة الإراضية (Virulence genes) المقابلة لها في مجتمعات الفطر المستخدمة في العدوى الصناعية. تبين نتائج الجدول 2 حدوث تغيير في مورثات القدرة الإراضية لمجتمعات المسبب المرضي خلال المواسم 1994/1995 - 1998/1999، حيث نلاحظ بأن مورثات المقاومة المشخصة Lr11 و Lr13 والمورث غير المشخص الموجود في الصنف "Morocco" أثبتت فاعليتها خلال الموسمين 1994/95 و 1995/96، بينما تغلبت عليه مورثات القدرة الإراضية الموجودة في المجتمع الطبيعي لسلاسل الفطر خلال الموسمين 1997/98 و 1998/99، في حين كانت الحالة معكوسة مع مورث المقاومة Lr10 الذي تم تثبيط فاعليته خلال الموسم الزراعي 1994/95 فقط. وقد يعود ذلك إلى عدم ملائمة الظروف البيئية، لأن الجينات المتناظرة في نظام التداخل بين العائل والمسبب المرضي والذي يؤثر بدوره في مظهر الإصابة ورد فعل العائل تجاه المسبب المرضي (10، 14). وهذه الاختلافات توضحها بيانات الجدول 3 الذي يشير إلى وجود اختلافات واضحة بين معدلات درجات الحرارة والرطوبة النسبية وكميات الأمطار الهاطلة خلال فترة نشاط الفطر في شهري آذار/مارس و نيسان/أبريل للفترة من 1995-2000. إن التطور الذي حدث في مدى شراسة مورثات القدرة الإراضية لمجتمع الفطر *P. recondita* خلال فترة الدراسة قد يعود إلى نشر زراعة بعض الأصناف التي تمتلك صفة المقاومة للمرض (4) والتي ساعدت على توسيع القاعدة الوراثية للمحصول وظهور سلاسل جديدة من المسبب المرضي مع تغيير عوامل قدرتها الإراضية حسب دورة الانتعاش والانفجار (Boom & Burst Cycle) (23)، حيث تم حديثاً اعتماد عدد من الطرز الوراثية من القمح للزراعة في العراق (4)، لذلك فإن الزراعة الموسعة لمثل هذه الأصناف ربما ساعدت على تحفيز ظهور بعض السلالات الشرسة في مجتمعات الفطر أو زيادة نسبة سلاسل كانت موجودة بنسبة ضئيلة في المنطقة. إن مثل هذه

تردد الفاعلية الممرضة ضد المورث المقاوم Lr26 من 17% عام 1989 إلى 75% عام 1993 في سلالات الفطر *P. recondita* في الاورغواي (12). كما اعزى زيادة الفاعلية الإمبراضية ضد المورثين Lr3Ka و Lr30 في سلالات الفطر *P. recondita* في نبراسكا إلى التركيز على استخدام هذين المورثين كمصادر جيدة لمقاومة المرض في معظم أصناف القمح الشتوية الأمريكية مثل Ike و Kar 192 (32). بالإضافة إلى ذلك فقد تم رصد تغيير كبير في تردد الطرز البيولوجية وسلالات الفطر الممرضة في استراليا خلال عقد من الزمن 1984-1992 (21).

الاستنتاجات تم تأكيدها في مناطق أخرى من العالم فقد أشار Kolmer وآخرون (18) إلى أن الصنف "Manitou" الذي أطلق للزراعة الموسعة في كندا عام 1966 تميز بمقاومته العالية لمرض صدأ الأوراق نتيجة لاحتوائه على المورث المقاوم Lr13 ونتيجة للتركيز على زراعة الصنف في مساحات شاسعة مخصصة لزراعة المحصول لوحظ زيادة في الفاعلية الممرضة ضد المورث في مجتمع المسبب المرضي وكسرت مقاومة الصنف عام 1974. واستمرت الفاعلية الإمبراضية ضد المورث بالزيادة والتوسع في مجتمع المسبب المرضي بحيث بلغ أعلى تردد له في عام 1994 (17). ووجد ارتفاع مماثل في

**جدول 2.** شدة ونمط الإصابة بمرض صدأ الأوراق على مجموعة الطرز الوراثية (الأصناف التفريقية والحساسة) الخاصة بالمرض خلال أربعة مواسم زراعية في محطة بحوث التوتية، بغداد.

**Table 2.** Disease severity and infection types of wheat leaf rust differentials during four growing seasons at Twaitha station, Baghdad.

Disease severity and infection types شدة ونمط الإصابة				Genotype الطراز الوراثي	الرقم التفريقي Diff. no.
Growing season الموسم الزراعي					
99/1998	98/1997	96/1995	95/1994		
25 S	43S	40S	45S	Gentenario	1
33 S	10MS	20MS	27MS	Webster	2
30 S	53S	35S	37S	Carina	3
22MS	40MS	30MS	43MS	Loruz	4
30 S	45MS	35MS	37MS	Democrat	5
15 MS	20MS	30MS	38MS	Transfer	6
0R	0R	10MR	25MS	Exchange	7
10MS	35MS	10MR	15MR	Elgaetcho	8
0R	3R	0R	0R	Exchange	9
20MS	20MS	10R	8R	Manitou (CT263)	10
5MS	30MS	20MS	35MS	Selkirk (CT6)	11
10MS	30MS	40MS	40MS	Maria Escobar	12
0R	20MS	0R	0R	Kenya 1483	13
3R	0R	5R	13R	Klein Luoero	14
15 S	20S	45S	60S	Africa 43	15
20 S	67S	55S	65S	T4	16
15 S	25S	40S	55S	Axmin' ster	17
5 MR	12MR	10MR	15MR	TC 6 RL 5404	18
15 S	45S	15S	20MS	Lee 310	19
10MR	7MR	5MR	0R	Agent	20
10MR	45MS	30MS	35MS	Terenzio	21
5MR	10MR	10MR	15MR	RL 6051	22
20MS	40MS	40MS	50MS	Exchange	23
40S	58S	40S	35MS	PI 50540	24
20 S	55S	55S	65S	PI 263816	25
5MR	20MR	25MR	25MR	Thatcher	26
10 S	22S	10MR	6MR	Morocco	27
0R	5R	0R	2R	(Tob D Manex/D b/Adl ) Sxm1	28
0R	0R	0R	0R	Ane mye 74 x Ti 71( M2.)	29
0R	0R	0R	0R	Ktn M12 up 301/Dman7 x Adl (M3)	30
5R	0R	0R	0R	Pasula "S" (M4 )	31
5R	10R	5R	0R	Maya "S" mon "S" (M5)	32
50S	65S	70S	85S	Sunbird "S" (M7)	33
3R	0R	1R	0R	Chiroca-Anahans (M8)	34
5R	0R	5R	3R	K 4500.2 Bjy M10	35
0R	0R	1R	2R	HD 2205.Ald "S" (M11)	36
5 R	0R	1R	0R	Clement Mo 73 x Torim	37
55 S	70S	65S	75S	Maxipak مكسيباك	38
65 S	75S	70S	80S	Saber Beg صابربيك	39

R = مقاومة، MR = متوسط المقاومة، MS = متوسط الحساسية، S = حساس.

R = Resistant, MR = Moderately Resistance, MS = Moderately Susceptible, S = Susceptible.

جدول 3. معدل درجات الحرارة والرطوبة النسبية وكمية الأمطار الهاطلة خلال شهري آذار/مارس ونيسان/أبريل خلال الفترة من 1995-1999 في موقع التويثة، بغداد\*.

Table 3. Mean temperature, Relative humidity and Precipitation during March and April 1995 to 1999 at Twaitha station, Baghdad\*.

الأمطار (ملم) Precipitation (mm)	الرطوبة النسبية Relative Humidity %	درجة الحرارة (س) Temperature (C)			الفترة Period	الموسم الزراعي Growing season
		المعدل mean	الصغرى min.	العظمى max.		
0.5	58.0	17.3	9.2	25.3	10-1 آذار/مارس	1995/1994
4.8	69.0	17.1	12.2	23.3	20-11 March	
4.2	64.0	17.3	10.0	24.5	31-21	
9.5	63.0	17.2	10.4	24.3	Mean المعدل	
8.0	50.9	20.1	13.0	27.5	10-1 نيسان/أبريل	
3.9	52.6	20.0	14.7	28.3	20-11 April	
3.3	43.1	24.5	16.2	32.0	30-21	
15.2	48.8	21.5	14.6	29.2	Mean المعدل	
4.5	63.0	19.3	8.9	19.9	10-1 آذار/مارس	1996/1995
8.1	59.0	16.5	10.5	22.6	20-11 March	
10.7	60.3	16.9	9.6	23.4	31-21	
23.2	60.8	15.8	9.6	22.0	Mean المعدل	
3.5	49.5	21.0	14.0	27.9	10-1 نيسان/أبريل	
5.8	46.9	21.0	13.5	27.7	20-11 April	
0.0	36.2	23.2	13.9	31.7	30-21	
9.3	44.2	21.7	13.8	29.09	Mean المعدل	
0.4	61.2	14.0	7.7	2.0	10-1 آذار/مارس	1998/1997
12.2	55.3	16.6	11.7	21.9	20-11 March	
13.3	56.5	16.8	10.2	22.6	31-21	
25.9	57.7	15.8	9.8	21.8	Mean المعدل	
0.0	41.8	20.6	12.3	28.4	10-1 نيسان/أبريل	
0.0	38.7	27.5	19.1	35.7	20-11 April	
1.3	42.3	22.7	15.8	29.2	30-21	
1.3	40.9	23.6	15.7	31.1	Mean المعدل	
0.6	46.3	17.4	8.5	26.0	10-1 آذار/مارس	1999/1998
1.1	41.4	15.6	7.1	24.5	20-11 March	
0.1	43.2	18.7	11.2	25.4	31-21	
1.7	43.7	17.2	8.9	25.3	Mean المعدل	
0.1	39.4	21.1	13.0	28.7	10-1 نيسان/أبريل	
0.1	38.1	22.2	12.7	31.3	20-11 April	
0.9	32.1	25.7	16.1	35.4	30-21	
1.1	36.7	23.0	13.9	31.8	Mean المعدل	

\* Data source, Iraqi meteorological office.

\* مصدر البيانات، دائرة الأنواء الجوية العراقية.

على الرغم من أن الاختبارات الحقلية لا تساعد في تحديد السلالات الفسيولوجية بشكل مباشر إلا أنها تساعد في التعرف على مورثات القدرة المرضية الموجودة في المجتمع الطبيعي لسلالات الفطر الممرض وتبين مدى استقرارها مع مرور الزمن من خلال رصد أي تغيير يحدث فيها، حيث أن المجتمع الطبيعي لسلالات الفطر *P. recondita* المنتشر في حقول محطة بحوث التويثة يمكن أن يمثل مختلف التراكيب الوراثية المنتشرة في المنطقة الوسطى والجنوبية من العراق وذلك نتيجة لجمع العديد من العينات المصابة من حقول

كذلك فإن وبائية مرض صدأ الأوراق التي ألحقت خسائر كبيرة في محصول القمح عام 1986 في الأورغواي، حدثت نتيجة اعتماد الصنف الأرجنتيني "laPaZINIA" الحاوي على الموروث Lr9 للزراعة الموسعة وحال التوصية بخفض المساحات المخصصة لزراعة الصنف بدأت الفاعلية الممرضة ضد المورث بالتناقص في سلالات الكائن الممرض وبلغ تردده 12 و 4.5%، على التوالي خلال عامي 1989 و 1991 ولم يسجل وجوده خلال 1992 و 1993 (12).

المزارعين الممثلة لهذه المناطق واستخدامها في الإعداء الاصطناعي في تجارب الانتخاب للمقاومة. لقد ذكر El-Daoudi وآخرون (9) بأن مورثات المقاومة Lr9 و Lr23 أثبتت فاعلية عالية في معظم بلدان وادي النيل وخاصة مصر والسودان وأثيوبيا، في حين أظهرت نتائج الدراسة عدم فاعلية هذه المورثات في العراق. بينما أشار النعيمي والمملوك (5) إلى فاعلية مورثات المقاومة Lr19، Lr20 و Lr24 في المجتمع الطبيعي للفطر *P. recondita* في محطة تل حديا في سورية عام 1993، وهذا لا يتفق مع نتائج هذه الدراسة باستثناء فاعلية المورث المقاوم Lr24، في حين ذكر Hakim وآخرون (13) حدوث تغيير في مورثات القدرة الإراضية للفطر في نفس المنطقة عام 1997 مما يؤكد على ضرورة مراقبة السلالات الفيسيولوجية في كل عام للوقوف على أي تغيير يمكن أن يطرأ في مجتمعات المسبب المرضي. حيث من المعروف بأن ظهور الحالات الوبائية بالمرض غالباً ما تبدأ بظهور سلالة جديدة من المسبب المرضي لها القدرة على كسر مقاومة أحد الأصناف الشائعة الانتشار في المنطقة. لذلك فإن المتابعة الدورية لاستجابة الأصناف المعتمدة في القطر ضد المرض مهمة جداً وبخاصة تلك الأصناف التي تشغل حيزاً كبيراً من المساحات المخصصة لزراعة المحصول في القطر وأن أي تغيير في استجابة هذه الأصناف تعد بمثابة إنذار مبكر لحدوث تغيير في الفاعلية المرضية لسلالات الكائن المرضي لذلك لا بد من إعادة النظر في القاعدة الوراثية لمحصول القمح في العراق والعمل على توسيعها لتفادي حدوث الوبائيات الشديدة بالمرض وما يتبعه من رفع غلة الدوم من الحبوب من خلال تقليل تأثير المرض في حاصل الحبوب طالما أن المرض يلحق خسائر اقتصادية كبيرة في غلة الحبوب في القطر تصل إلى 44% عند توافر الظروف البيئية الملائمة (3).

على ضوء النتائج المستقاة من الجدول 2، يتبين بأن مورثات القدرة الإراضية الموجودة في المجتمع الطبيعي للفطر *P. recondita* يمكن تصنيفها إلى عدد من الفئات كما يلي: (1) مورثات المقاومة غير الفعالة والتي لا يمكن استخدامها أساساً في برامج التربية والتحسين لمقاومة مرض صدأ الأوراق في العراق نتيجة لتثبيت فاعليتها من قبل مورثات القدرة الإراضية لسلالات الفطر *P. recondia* وتشمل Lr1، Lr2a، Lr2b، Lr2c، Lr3، Lr9، Lr14a، Lr14b، Lr18، Lr19، Lr20، Lr23، Lr30، Lr33، LrExc. و LrC و مورث المقاومة غير المشخص الموجود في الصنف "Sunbird's". (2) مورثات المقاومة التي أبدت فاعلية جيدة في البداية ثم تم التغلب على فاعليتها نتيجة لحدوث تغيير في شراسة مورثات القدرة الإراضية

للكائن المرضي وتشمل المورثات المشخصة Lr11 و Lr13 و مورث المقاومة غير المشخص الموجود في الصنف "Morocco" ولا تصلح هذه المورثات أيضاً لبرامج التربية وتحسين المقاومة للمرض. (3) مورثات المقاومة التي أظهرت فاعلية جيدة ضد مورثات القدرة الإراضية للفطر *P. recondita* إلا أنه لا يمكن توظيفها في برامج التربية لمقاومة المرض نتيجة لحساسيتها العالية لمرض الصدأ الأصفر وتشمل مورثات المقاومة المشخصة Lr11 و LrB و مورثات المقاومة غير المشخصة الموجودة في الأصناف التفريقية المرقمة 32 و 37. (4) مورثات المقاومة التي أبدت فاعلية جيدة ضد مورثات القدرة الإراضية لسلالات الفطر المرضي إلا أن عملية زجها في برامج التربية لمقاومة المرض محظورة لوجود فرصة كبيرة للمسبب المرضي للتغلب عليها نتيجة لانتشار السلالات التي تحمل الفاعلية المرضية ضدها في البلدان المجاورة (13) وتشمل المورثات Lr10 و Lr17. (5) مورثات المقاومة التي أظهرت فاعلية عالية ضد مرض صدأ الأوراق في المنطقة الوسطى من العراق متمثلة بمحطة بحوث النويثة، بغداد. لذلك يمكن إدخالها في برامج التحسين لمقاومة المرض وتشمل مورثات المقاومة المشخصة Lr12، Lr15، Lr22a و Lr24 و مورثات المقاومة غير المشخصة الموجودة في الأصناف التفريقية المرقمة 28، 29، 30، 31، 34 و 36.

تشجع نتائج الدراسة على استخدام أصناف القمح التي تمتلك مورثات المقاومة Lr12، Lr15، Lr22a و Lr24 في المناطق الوسطى والجنوبية من العراق، بالإضافة إلى إمكانية توظيف قسم من هذه المورثات في برامج التربية والتحسين الخاصة باستنباط الأصناف المقاومة أو محاولة نقلها إلى أصناف الحنطة الواعدة المنزرعة التي تتميز بحساسيتها للمرض وبخاصة تلك المسؤول عنها المورث Lr12 الذي تم تأكيد فاعليته ضد معظم سلالات الفطر المنتشرة في العالم سواء عند استخدامه بصورة منفردة أو مرافقة مع بقية المورثات مثل Lr19 أو Lr34، إضافة إلى أن المقاومة التي يمنحها يمكن أن تكون من نوع المقاومة المستمرة (Durable resistance) (24).

### شكر وتقدير

يقدم الباحث الرئيسي بجزيل الشكر والتقدير لكادر قسم أمراض الحبوب في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) ويخص بالذكر الدكتور عمرو يحيواوي لمساعدته في إنجاز هذا البحث.

### Abstract

Al-Maaroof, E.M., M.M. Latif, H.A. Said and A.R. Aboud. 2002. Detecting the Effective Resistant Genes to Leaf Rust Disease *Puccinia recondita* Rob ex Desm f. sp. *tritici* on Wheat in Iraq. Arab J. Pl. Prot. 20: 118-125

The present study was conducted to identify effective genes to leaf rust disease on wheat for deployment in wheat breeding programs in Iraq. The experiments were carried out with artificial inoculation at Tuwaitha experimental station, Baghdad during six cropping cycles (1995-2000). Host reaction of a set of differential varieties to the prevalent physiological races of *Puccinia recondita* Rob ex Desm f. sp. *tritici* were investigated under field conditions. Results revealed that the prevalent physiological races of *P. recondita* did overcome the resistance of most of

the known Lr genes and some of the unknown genes present in the differential cultivars, Thatcher, Morocco and Sunbirds. Meanwhile, the leaf rust resistant genes Lr12, Lr15, Lr 17, Lr22a and Lr24 were found to be effective against most of the virulence genes of the pathogen population under the conditions of the middle zone of Iraq.

**Keywords:** Bread wheat, leaf rust, resistant genes, *Puccinia recondita f.sp. tritici*, Iraq.

**Corresponding author:** E.M. Al-Maaroof, Agricultural and Biological Research Center, P.O. Box 765, Baghdad, Iraq.

## References

## المراجع

- analysis for wheat yellow and leaf rusts. Pages 199-200. In: Germplasm Program Cereals, Annual Report for 1997.
14. **Johnson, R.** 1992. Past, Present and future opportunities in breeding for disease resistance of wheat rust. Breeding for resistance. Springer-Verlag. Berlin, New York, London, Paris, Tokyo. 201 pp.
  15. **Johnston, C.O. and L.E. Browder.** 1966. Seventh revision of the international register of Physiologic Races of *Puccinia recondita f. sp. tritici*. Plant Disease Reporter, 50: 756-760.
  16. **Knott, D.R.** 1989. The wheat rusts. Breeding for resistance. Springer- Verlag. 201 pp.
  17. **Kolmer, J. A.** 1997. Virulence in *Puccinia recondita f. sp. tritici* isolates from Canada to genes for adult-plant resistance to wheat leaf rust. Plant Disease, 81: 267-271.
  18. **Kolmer, J.A., P.L. Dyke and A. P. Roelfs.** 1991. An appraisal of stem and leaf rust resistance in north American hard red spring wheat and the probability of multiple mutations to virulence in populations of cereal rust fungi. Phytopathology, 81: 237- 239.
  19. **Large, E.C.** 1954. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. Plant Pathology, 3: 128-129.
  20. **Natour, R.M., H.Y. Al-Ani and M. Majeed.** 1971. Race identification and distribution of wheat leaf rusts in Iraq. Phytopathologia Mediterranea, 10: 255-259.
  21. **Park, R.F., J.J. Burdon and R. A. McIntosh.** 1995. Studies on the origin, spread and evolution of an important group of *Puccinia recondita f. sp. tritici* pathotypes in Australia. European Journal of Plant Pathology, 101: 613- 622.
  22. **Peterson, R.F., A.B. Campbell and A.H. Hannah.** 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Canadian Journal Research, 26: 496-500.
  23. **Priestley, R.H.** 1978. Detection of increased virulence in population of wheat yellow rust. Pages 63-70. In: Plant Disease Epidemiology. P.R. Scott and A. Bainbridge (Editros). Black well Scientific Publication. Oxford, London, UK.
  24. **Roelfs, A.P.** 1988. Resistance to leaf and stem rusts in wheat. Pages 10-22. In: Breeding strategies for resistance to the rusts of wheat. N.W. Simmonds and S. Rajaram (Editros). D.F. CIMMYT, Mexico.
  25. **Roelfs, A.P. and W.R. Bushnell.** 1985. The cereal rusts. Vol. II. Disease distribution, Epidemiology and control. Academic Press, New York, London, and Orlando. 559 pp.
  26. **Samborski, D.J.** 1963. A mutation in *Puccinia recondita Rob ex. Desm f. sp. tritici* to virulence on transfer chines spring *Aegilops umbellulata Zhuk.* Canadian Journal of Botany, 41: 475-479.
  27. **Seck, M., A.P. Roelfs and P.S. Teng.** 1988. Effect of leaf rust (*Puccinia recondita tritici*) on yield of four isogenic lines. Crop Protection, 7: 39-42.
  1. **البلداوي، عبد الستار عبد الحميد، عفاف جواد وثناء محمد علي.** 1996. تشخيص السلالات الفسيولوجية لكل من الفطر المسبب لمرض صدأ الأوراق وصدأ الساق الأسود على الحنطة. مجلة الزراعة العراقية، 1: 61-69.
  2. **المعروف، عماد محمود، اسكندر فرنسيس إبراهيم وعبد الباسط عباس الجنابي.** 1995. دراسة التفاعل بين بعض أصناف القمح مع الفطر *Puccinia recondita Rob ex Desm tritici* المسبب لمرض صدأ الأوراق في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 13: 88-86.
  3. **المعروف، عماد محمود ورقيب عاكف العاني واسكندر فرنسيس إبراهيم.** 2000. تأثير مرض صدأ الأوراق على حاصل حبوب الحنطة ونوعيتها. وقائع المؤتمر العلمي السابع لهيئة المعاهد الفنية، 7-8 أيار/مايو، بغداد، العراق. 19 صفحة.
  4. **المعروف، عماد محمود، عبد الستار عبد الحميد البلداوي، عبد الجليل رحيم عبود ومنى محمود لطيف.** 2000. استجابة أصناف الحنطة المسجلة والمعتمدة في العراق لمرض الصدأ البني المتسبب عن الفطر *P.recondita*. مجلة الزراعة العراقية، 5(3): 110-120.
  5. **النعمي، منذر وعمر فاروق المملوك.** 1995. انتشار أصداء القمح في سورية ووفرة مسبباتها المرضية. مجلة وقاية النبات العربية، 13: 76-82.
  6. **Abdul-Hak, T., A.H. Kamel, I. Shafik and S. Kaddis.** 1966. Physiological races of wheat in U.A.R. and the Near East Countries in 1963. Journal of Microbiology, U.A.R, 1: 21-30.
  7. **Al-Beldawi, A.A.** 1993. Occurrence and importance of Wheat and Barley diseases in Iraq. Pages 106-113. In: Proceeding of the workshop on Technology Transfer in the Production of Cereal and Legumes. 20-22 September, 1993, Mosul, Iraq.
  8. **Dubin, H.J. and E. Torres.** 1981. Causes and consequences of the 1976-1977 wheat leaf rust epidemic in north west Mexico. Annual Review of Phytopathology, 19: 41-49.
  9. **El-Daoudi, Y.H., O.F. Mamluk, E. Bekele, E.H. Ghanem, H. Enayate, M.B. Solh and I. Shafik.** 1994. Prevalence and source of resistance to leaf and stem rust of wheat in the Nile Valley Countries and Yemen. Page 33. In: Proceeding of the 5th Arab Congruence of Plant Protection. B. Ezzahiri and M. Bouhache (Editors). November 27-December 2, Fez, Morocco. Page 33.
  10. **Eversmeyer, M.G., C.L. Kramer and Z.M. Hassan.** 1988. Environmental influences on the establishment of *Puccinia recondita* infection structures. Plant Disease, 72: 409-412.
  11. **F.A.O.** 1986. Breeding for durable resistance in Perennial crops. FAO Production and Protection, Rome, Italy. Paper 70.
  12. **German, S.E. and J.A. Kolmer.** 1994. Virulence phenotypes of *Puccinia recondita f. sp. tritici* in Uruguay. Plant Disease, 78: 1139-1141.
  13. **Hakim, S., O.F. Mamluk, H. Toubia-Rahme and M. Al. Naimi.** 1997. Race identification and virulence

31. **Stubbs, R.W., J.M. Prescott, E.E. Saari and H.J. Dubin.** 1986. Cereal Disease Methodology Manual. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico. 46 pp.
32. **Watkins, J.E., S.S. Rutledge, P.S. Baenziger and W. Youngquist.** 1998. Physiological Specialization of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Plant Disease Reporter, 50: 756-760.
28. **Singh, R.P., A. Mujeeb-Kazi and J. Huerta-Espino.** 1998. Lr46: A gene conferring slow-rusting resistance to leaf rust in wheat. Phytopathology, 88: 890-894.
29. **Subba-Rao, K.V., J.P. Snow and G.T. Berggren.** 1989. Effect of growth stage and initial inoculum level on leaf rust development and yield loss caused by *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Journal of Phytopathology, 27:200-210.
30. **Statler, G.D., J.D. Miller and D.C. Hirsch.** 1985. Wheat leaf rust in North Dakota during 1982-1984. Plant Disease, 69: 720-721.

Received: February 13, 2001; Accepted: February 27, 2002

تاريخ الاستلام: 2001/2/13؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2002/2/27