ارزیابی مقاومت دوگانه تعدادی از لاین‌های گندم نسبت به بیماری‌های لکه‌خرمایی و لکه قهوه‌ای در مزرعه

حسن مومنی✉ [۱]، حسین براری[۲]، حجت الله ربانی نسب[۳]، همایون کاظمی[۱]، فهیمه نظری[۱]

۱- به ترتیب دانشیارو استادیاران بخش تحقیقات بیماریهای گیاهی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران، ایران

۲- استادیار، بخش تحقیقات گیاهپزشکی،مرکزتحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری، ایران

۳- دانشیار، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان،گرگان، ایران

چکیده

لکه‌خرمایی با عامل *Pyrenophora tritici-repentis* و لکه‌قهوه‌ای با عامل *Bipolaris sorokiniana* از مهمترین بیماری‌های لکه‌برگی گندم هستند که خسارت قابل توجهی به تولید این محصول در دنیا وارد می‌کنند. در این تحقیق مقاومت تعدادی از لاین‌های مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم در دو استان شمالی کشور شامل گلستان و مازندران در شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. در ایستگاه بایع‌کلا مازندران ۱۹ لاین حساس به لکه‌خرمایی بودند. سایر لاین‌ها هم درجات مختلفی از مقاومت به بیماری لکه‌خرمایی نشان دادند. در خصوص بیماری لکه‌قهوه‌ای غیر از لاین‌های شماره ۵، ۱۸، ۲۵، ۲۸ و ۳۶ که همگی واکنش نیمه حساس (MS) نسبت به آلودگی نشان دادند، بقیه لاین‌ها به این بیماری مقاوم بودند. در ایستگاه قراخیل مازندران ۱۴ لاین واکنش نیمه حساسیت (MS) و حساسیت (S) نسبت به بیماری لکه‌خرمایی داشتند در حالیکه غیر از لاین شماره ۲۸ با واکنش نیمه حساس (MS) سایر لاین‌ها به بیماری لکه قهوه‌ای مقاوم بودند. در ایستگاه گرگان (عراقی‌محله) استان گلستان ۷ لاین شامل ۱، ۵، ۱۰، ۱۲، ۱۷، ۱۸ و ۴۷ نسبت به لکه‌خرمایی حساسیت داشتند ، در حالیکه تمامی لاین‌ها نسبت به عامل بیماری لکه‌قهوه‌ای مقاوم بودند. از میان ۵۰ لاین مورد بررسی، ۲۴ مورد شامل لاین‌های شماره ۲، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۴، ۳۵، ۳۷، ۳۸، ۴۰، ۴۲، ۴۳، ۴۶، ۴۸ و ۴۹ نسبت به هر دو بیماری در سه منطقه مورد ارزیابی در استان‌های مازندران و گلستان مقاومت نشان دادند که در برنامه های به نژادی اصلاح گندم توصیه می شوند.

واژه‌های کلیدی: *Pyrenophora tritici-repentis*، *Bipolaris sorokiniana*، حساسیت، ارزیابی

Evaluation of the dual resistance of a number of wheat lines to tan spot and spot blotch diseases in field

Hassan Momeni[1©], Hosein Barari[2], Hojatollah Rabbaninasasb[3], Homayoon Kazemi[1], Fahimeh Nazari[1]

1-Associate professor and Assistance professors, Plant Disrase Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran. 2- Assistance professor, Department of Plant Protection, Mazandaradn Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Sari, Iran. 3- Associate professor, Department of Plant Protection, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Gorgan, Iran.

Abstract

Tan Spot and Spot Blotch diseases with the causal agent of *Pyrenophora tritici-repentis* and *Bipolaris sorokiniana* respectively are among the most important diseases of wheat leaf spot that are economically damaging across the world. In this study, the resistance of a number of lines of International Maize and Wheat Improvement Center was evaluated in the two northern provinces of the country in field conditions. In Baikola station of Mazandaran 19 lines were susceptible to Tan Spot. Other lines showed various degrees of resistance to Tan Spot. Regarding the Spot Blotch, except lines number 5, 18, 25, 28 and 36, with Moderately Susceptible (MS) reaction to the infection, the rest of the lines were resistant. In Gharakheil station of Mazandaran province, 14 lines showed MS and S reaction to Tan Spot. While, except for line number 28 with MS reaction, other lines were resistance to Spot Blotch. In the Gorgan (Araghimahaleh) station of Golestan province, 7 lines including 1, 5, 10, 12, 17, 18 and 47, were susceptibile to Tan Spot (MS), while all wheat lines showed various degrees of resistance to Spot Blotch. Among 50 lines investigated in this study, 24 lines including 2, 9, 11, 13, 14, 15, 19, 21, 22, 23, 24, 29, 30, 31, 34, 35, 37, 38, 40, 42, 43, 46, 48 and 49 showed resistance in the three evaluated regions in Mazandaran and Golestan provinces, which are recommended to the breeders for further studies in breeding programs.

Key words: *Pyrenophora tritici-repentis*, *Bipolaris sorokiniana*, Susceptibility, Evaluation

✉: **hmomeni5@gmail.com**

مقدمه

بیمارگرهای اصلی مولد لکه‌برگی در گندم شامل قارچ‌های *Pyrenophora tritici-repentis* (با فرم غیر جنسی: *Drechslera tritici-repentis* عامل بیماری لکه‌خرمایی)، *Cochliobolus sativus* (با فرم غیر جنسی *Bipolaris sorokiniana* عامل بیماری لکه قهوه‌ای)، *Mycosphaerella graminicola* (با فرم غیر جنسی *Zymoseptoria tritici* عامل بیماری سپتوریوز برگ) و *Phaeosphaeria nodorum* (با فرم غیر جنسی *Parastagonospora nodorum* عامل بیماری سپتوریوز خوشه) می‌باشند (Gupta *et al*., 2023). این عوامل در مزرعه بصورت کمپلکس بوده و تشخیص دقیق عامل بیماری نیازمند بررسی های آزمایشگاهی و میکروسکوپی است (Nedyalkova *et al*., 2024).

علایم مشخص بیماری لکه‌خرمایی شامل بروز لکه های نکروز و کلروز است که به تدریج گسترش یافته و یک هاله زرد رنگ در اطراف لکه‌ها به وجود می‌آید. با بزرگ شدن لکه ها قسمت زیادی از سطح برگ قابلیت فتوسنتز را از دست داده و موجب کاهش عملکرد می‌شود (Laribi *et al*., 2024). تاکنون هشت نژاد برای عامل بیماری لکه‌خرمایی در دنیا شناسایی شده است (Mangel *et al*., 2024). نژادهای دو، سه و پنج به‌عنوان نژادهای پایه در نظر گرفته می‌شوند، در حالی‌که سایر نژادها غیر از نژاد چهار که بیماریزا نیست، بر اساس واکنش سری ارقام افتراقی استاندارد، ترکیب های مختلفی از نژادهای اولیه هستند(Strelkov and Lamari 2003). نژادهای شماره ۱ و ۲ از ایران گزارش شده است و عمده شیوع آنها در استانهای شمالی (Momeni *et al*., 2014) و شمال غرب کشور (Momeni *et al*., 2017; Ghorbi *et al*., 2022) است، هر چند به دلیل تغییرات اقلیمی و بارندگی‌های خارج از فصل بیماری در برخی سالها در سایر مناطق نیز از گستردگی بالایی برخوردار است. به‌طور میانگین لکه‌خرمایی گندم موجب کاهش عملکرد به میزان ۱۰-۵ درصد می‌گردد، هرچند تحت شرایط مساعد توسعه این بیماری، کاهش عملکرد به ۵۰ درصد نیز می‌رسد (Shabeer and Bockus, 1988).

در بیماری لکه قهوه‌ای برگ گندم ابتدا لکه‌های قهوه‌ای تیره به قطر چند میلیمتر تولید شده که به تدریج کشیده شده و در ارقام خیلی حساس کل برگ را در بر می‌گیرد (Mercado Vergnes *et al*., 2006; Aditya *et al*., 2024). تحت شرایط رطوبتی مناسب، کنیدیوم‌ها به سهولت در سطح برگ های قدیمی‌تر مشاهده می‌شوند (Bockus *et al*., 2010). عامل

بیماری می‌تواند موجب پوسیدگی ریشه در مناطق خشک شود (Chowdhury *et al*., 2013). استرین های قارچ از نظر شدت بیماریزایی بسیار با هم فرق دارند، هرچند نژاد فیزیولوژیکی برای آن مشخص نشده است (Chand *et al*., 2002; Rasmussen *et al*., 2003). کاهش عملکرد ۳۰–۱۰ درصد با میانگین ۱۵درصد برای بیماری گزارش شده است (Dubin and van Ginkel, 1991).

در ارزیابی که توسط قربی و همکاران روی ٤٠ رقم گندم رایج کشور نسبت به بیماری لکه خرمایی گندم در گلخانه انجام شد، ۱۰٪ ارقام تظاهرات مقاومت نشان دادند (Gorbi *et al*., 2022). در ارزیابیهای انجام شده روی لاین ها و ارقام کشور روسیه، قزاقستان و نیز مراکزی چون سیمیت و ایکاردا بیش از ۷۲ ٪ آنها حساسیت به بیماریهای لکه برگی گندم نشان دادند (Kokhmetova *et al*., 2021).

متاسفانه در گذشته توجه کافی در خصوص معرفی ارقام مقاوم به بیماریهای لکه برگی صورت نگرفته و عمده توجه به نژادگران روی بیماری زنگ بوده است. با عنایت به گسترش بیماری‌های لکه‌برگی گندم در سطح دنیا، اخیرا برخی از موسسات بین‌المللی کارهای اصلاحی را در این زمینه شروع کرده‌اند. هدف از این تحقیق ارزیابی مقاومت لاین‌های ارسالی از طرف مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (سیمیت) در برابر بیماری لکه‌خرمایی و لکه قهوه‌ای گندم بود.

روش بررسی

طراحی آزمایشات مزرعه‌ای

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای ایجاد آلودگی در مزرعه، از کاه و کلش باقیمانده و آلوده فصل زراعی قبلی که در پایان فصل جمع‌آوری شده بود، استفاده شد. این مواد آلوده بصورت یکنواخت بین کرتهای آزمایش پخش گردید. برای تامین آلودگی کافی به منظور استقرار هردو بیماری، آلودگی بصورت مصنوعی نیز در کرت های آزمایشی ایجاد شد. نحوه تامین آلودگی مصنوعی برای دو بیماری متفاوت بود. برای بیماری لکه خرمایی کاه و کلش بصورت مصنوعی با سوسپانسیون کنیدیوم های قارچ مایه زنی شد و سپس بصورت یکنواخت در کرت ها پخش گردید. در مورد لکه قهوه ای برای تامین آلودگی مصنوعی از کشت جدایه های قارچ روی بستر گندم استفاده شد و مایه تلقیح پس از آماده شدن به مزرعه و کرت ها ی آزمایشگاهی منتقل گردید. به منظور تهیه میزان

فراوان کنیدیوم‌های قارچ *Pyrenophora tritici-repentis*، ابتدا محیط های V8/ PDA با پلاگ‌های میسیلیومی قارچ مایه‌زنی و به مدت پنج روز در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. زمانی‌که حلقه میسیلیومی تا نزدیک ۱/۵ –۱ سانتی‌متری لبه تشتک پتری رسید، میسلیوم با کمک یک اسپاتول که در آب مقطر استریل فرو برده شده به سمت محیط پخش گردید. تشتک‌ها ابتدا به مدت ۱۲ ساعت زیر نور NUV (near UV) و دمای ۲۰–۲۲ درجه سلسیوس و سپس به مدت ۱٦ ساعت در تاریکی و دمای ۱٦درجه سلسیوس قرار گرفتند. پس از این مدت مقدار فراوانی کنیدیوم قارچ تولید شد که قابل شستشو و جمع‌آوری برای تامین زادمایه بود. مقداری کاه و کلش گندم با سوسپانسیون کنیدیوم قارچ مایه–زنی و در مزرعه مورد استفاده قرار گرفت (Momeni *et al*., 2013). به منظور تهیه زادمایه از قارچ *Bipolaris sorokiniana* از کشت‌های خالص قارچ در محیط PDA پلاگ‌های میسیلیومی به قطر ۰/۵ سانتی‌متر انتخاب و داخل ارلن‌های حاوی بذر گندم اتوکلاو شده قرار گرفت. این ارلن‌ها به مدت یک هفته تا ۱۰ روز در دمای اتاق نگهداری شدند تا قارچ‌های فوق‌الذکر بذور را بطور کامل کلونیزه کنند. سپس به مزرعه منتقل و در پای بوته‌های گندم درون پلات‌های آزمایشی قرار گرفت. بذور گندم مایه‌زنی شده بصورت یکنواخت در ردیف‌های کشت گندم قرار گرفتند. در کل حدود ۵ کیلوگرم از این زادمایه برای هر آزمایش در هر منطقه به‌صورت یکنواخت بین ردیف‌ها قرار گرفت (Zhu *et al*., 2014). از هر یک از جدایه‌های قارچی ۱۰ جدایه با توان بیماریزایی بالا از کلکسیون جدایه‌های قارچی در بخش تحقیقات بیماریهای گیاهی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی انتخاب و مخلوطی از آنها برای تامین زادمایه برای ایجاد آلودگی مصنوعی در مزرعه مورد استفاده قرار گرفت (Momeni *et al*., 2014). جدایه های قارچ عامل بیماری لکه خرمایی همگی متعلق به نژاد یک و با منشا دو استان گلستان و مازندران بودند. جدایه های عامل بیماری لکه قهوه ای نیز از دو استان مذکور بودند. لاین های مورد استفاده از خزانه 10HLBSN مرکز بین المللی تحقیقات ذرت و گندم (سیمیت) دریافت شد. ارقام بولانی و احسان به ترتیب به عنوان شاهد حساس و مقاوم در آزمایشات استفاده شد.

نحوه کد دهی و ارزیابی علایم

ارزیابی بیماری در مزرعه بر اساس سیستم دورقمی (Double-digit) در زمان خوشه‌دهی انجام شد. D1 یا جزء اول مربوط به ارتفاعی از گیاه بود که توسط بیمارگر آلوده شده بود و D2 یا جزء دوم مرتبط با شدت آلودگی روی چهار

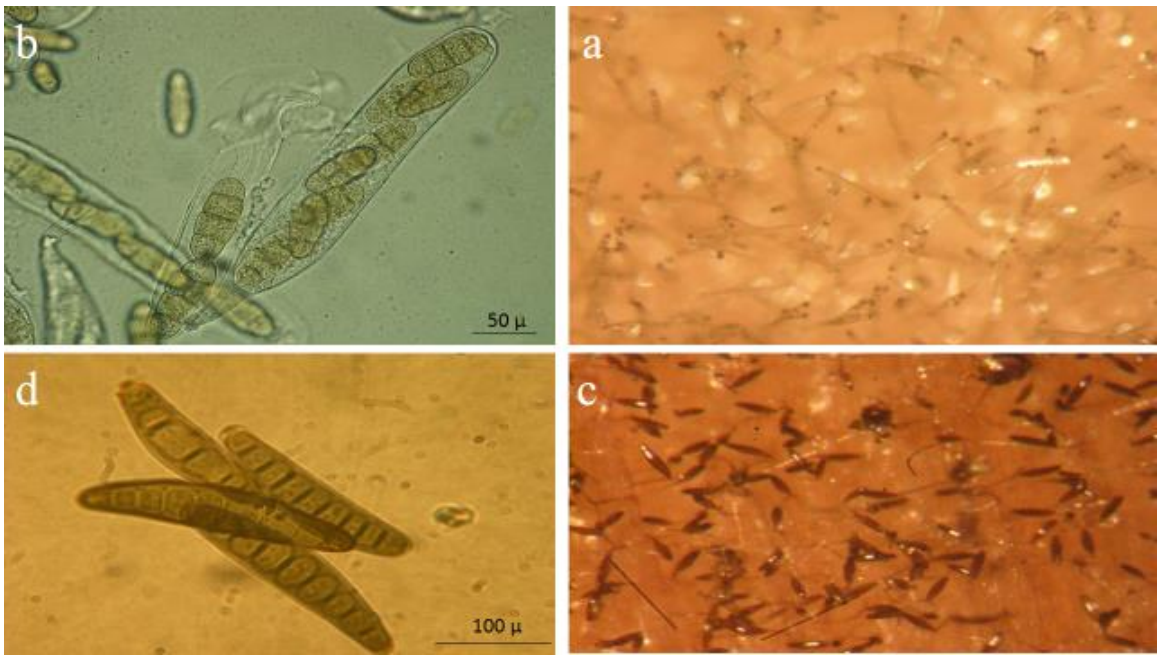
برگ بالایی گندم بود (Duveiller *et al.*, 1998). این سیستم در دامنه ۰۰–۹۹ قابلیت ارزیابی بیماری را دارد. بدین ترتیب لاین‌ها در گروه‌های مصون (I: Immune) (00)، خیلی مقاوم (Highly Resistant: HR) (11-14)، مقاوم (Resistant: R) (15-34)، نیمه مقاوم (Moderately Resistant: MR) (35-44)، نیمه حساس (Moderately Susceptible: MS) (45-64)، حساس (Susceptible: S) (65-84) و خیلی حساس (Highly Susceptible: HS) (85-99) دسته‌بندی شدند (Duveiller *et al.*, 1998 ; Eyal *et al.*, 1987; Saari and Prescott, 1975). ارزیابی درصد شدت بیماری از طریق فرمول زیر به دست آمد(Zhu *et al.*, 2014).

Disease Severity (%) = (D1/9) × (D2/9) × 100

آنالیز داده ها با کمک نرم افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

با تامین آلودگی مصنوعی از قارچ‌های بیمارگر (شکل ۱) در کنار آلودگی طبیعی، ارزیابی واکنش لاین ها در ایستگاه تحقیقاتی بایع‌کلا و قراخیل استان مازندران و نیز ایستگاه تحقیقاتی عراقی محله استان گلستان انجام شد(جدول ۱).



شکل ۱: اندام‌های باردهی قارچ *Pyrenophora tritici-repentis* (a: کنیدیوم‌های قارچ زیر بینوکولر b: تصویر

میکروسکوپی آسک و آسکوسپورهای قارچ) و قارچ ***Bipolaris sorokinianan*** (c: کنیدیوم‌های قارچ زیر بینوکولر

d: تصویر میکروسکوپی کنیدیوم های قارچ)(عکس اصلی از نگارندگان)

Figure 1: Fruiting bodies of the fungus *Pyrenophora tritici-repentis* (a: conidia under binocular; b: microscopic image of the ascus and ascospores) and the fungus *Bipolaris sorokinianan* (c: conidia under binocular; d: microscopic image of the conidia) (Original photo by the authors)

جدول ۱: واکنش لاین‌های گندم در زمان خوشه دهی نسبت به بیماری‌های لکه‌خرمایی و لکه قهوه ای در ایستگاه‌های تحقیقاتی بابع کلا و قراخیل استان مازندران و ایستگاه گرگان (عراقی محله) استان گلستان (سال: ۱۴۰۰-۱۳۹۹)

Table 1: The reaction of wheat lines in heading stage to Tan Spot and Spot Blotch diseases in Baikola and Gharakheil research stations of Mazandaran province and Gorgan (Araghimahaleh) station in Golestan province (year: 2020-2021).

Entry	Cross Name	Baikola		Gharakheil		Araghimahaleh	
		TS	SB	TS	SB	TS	SB
1	SONALIKA	0(I)	0(I)	11(HR)	0(I)	61(MS)	0(I)
2	FRANCOLIN #1	32 (R)	21(R)	21(R)	0(I)	43(MR)	0(I)
3	FITIS/3/KACHU #1/KIRITATI//KACHU	52(MS)	32(R)	42(MR)	0(I)	26(R)	0(I)
4	CIANO T 79	53(MS)	0(I)	53(MS)	0(I)	35(MR)	0(I)
5	KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING/3/ KACHU/KINDE	0(I)	52(MS)	0(I)	42(MR)	55(MS)	32(R)
6	KFA/2*KACHU/4/VORB/FISCAL//KACHU/3/WBLL1*2/ BRAMBLING	52(MS)	0(I)	42(MR)	0(I)	35(MR)	0(I)
7	SUP152/AKURI//SUP152/3/MUCUY	52(MS)	0(I)	32(R)	0(I)	36(MR)	0(I)
8	BL2064//SW89-5124*2/FASAN/3/TILHI*2/5/KAUZ//ALTAR 84/AOS/3/KAUZ/4/SW94.15464/6/TRCH/HUIRIVIS #1	52(MS)	0(I)	31(R)	0(I)	35(MR)	0(I)
9	BORL14/FITIS	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)
10	FRNCLN/BECARD//KACHU/KINDE/3/MUNAL #1/ FRANCOLIN #1	33(R)	32(R)	21	0(I)	45(MS)	0(I)
11	KAUZ*2/MNV//KAUZ/3/MILAN/4/BAV92/5/ AKURI/6/MUTUS/7/FRET2/TUKURU//FRET2/3/ MUNAL #1	0(I)	0(I)	11(HR)	0(I)	0(I)	0(I)
12	STLN/MUNAL #1//2*BORL14	91(HS)	0(I)	73(S)	0(I)	47(MS)	0(I)
13	FD07072/FRANCOLIN #1/4/ATTILA*2/PBW65//MUU #1/3/ FRANCOLIN #1	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	35(MR)	0(I)
14	KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING/4/ FRET2/TUKURU//FRET2/3/MUNAL #1	0(I)	0(I)	11(HR)	0(I)	0(I)	0(I)
15	MUCUY/3/PBW343*2/KUKUNA*2//FRTL/PIFED	0(I)	0(I)	11(HR)	11(HR)	0(I)	22(R)
16	MUNAL*2//WAXWING*2/TUKURU/3/MUCUY	51(MS)	0(I)	52(MS)	0(I)	43(MR)	0(I)
17	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/TILHI/4/SUP152/5/SUP152/6/ KFA/2*KACHU/7/ ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ	52(MS)	32(R)	31(R)	21(R)	54(MS)	32(R)
18	SUP152/HUIRIVIS #1//2*BORL14	92(HS)	52(MS)	73(S)	32(R)	45(MS)	21(R)
19	TRCH/HUIRIVIS #1/3/2*ATTILA*2/PBW65//MURGA	0(I)	0(I)	11(HR)	0(I)	42(MR)	0(I)
20	HOLO/BORL14//VALI	52(MS)	0(I)	52(MS)	0(I)	43(MR)	0(I)
21	BLOUK #1/KINGBIRD #1//BORL14	32(R)	0(I)	11(HR)	0(I)	21(R)	0(I)
22	SAUAL/3/ACHTAR*3//KANZ/KS85-8-4/4/SAUAL*2/5/KFA/ 2*KACHU	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	25(R)	0(I)
23	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ/6/FRNCLN*2/TECUE #1	0(I)	32(R)	0(I)	11(HR)	25(R)	21
24	KATERE/BORL14/3/WBLL1*2/KURUKU//SUP152	0(I)	0(I)	11(HR)	0(I)	24(R)	0(I)

25	**ATTILA/3*BCN//BAV92/3/TILHI/4/SUP152/5/SUP152/6/ KFA/2*KACHU/7/ ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ**	0(I)	52(MS)	0(I)	31(R)	22(R)	33(R)
26	**FITIS/3/KACHU #1/KIRITATI//KACHU**	71(S)	0(I)	62(MS)	0(I)	0(I)	0(I)
27	**BORL14*2/MUNAL #1**	92(HS)	0(I)	73	0(I)	16(R)	0(I)
28	**WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/3*BATAVIA//2*WBLL1/4/ T. DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372) //SHA4/CHIL/5/WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/3 *BATAVIA// 2*WBLL1/6/PBW343*2/KUKUNA*2//FRTL/PIFED**	0(I)	52(MS)	0(I)	51(MS)	35(MR)	41(MR)
29	**SAUAL/YANAC//SAUAL/3/2*KUTZ**	32(R)	0(I)	21(R)	0(I)	32(R)	0(I)
30	**KACHU #1/YUNMAI 47//KACHU/4/MUU #1//PBW343*2/KUKUNA/3/MUU/5/KUTZ**	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	25(R)	0(I)
31	**TUKURU//BAV92/RAYON/3/FRNCLN/4/KSW/SAUAL// SAUAL/5/TUKURU//BAV92/RAYON/3/FRNCLN**	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	23(R)	0(I)
32	**PBW343*2/KUKUNA//TECUE #1/3/KACHU #1/KIRITATI//KACHU/4/PBW343*2/KUKUNA//TECUE #1**	92(HS)	31(R)	63(MS)	0(I)	22(R)	0(I)
33	**BAJ #1*2/3/ATTILA*2/PBW65//MURGA**	52(MS)	32(R)	31(R)	0(I)	19(R)	0(I)
34	**PBW343*2/KUKUNA//TECUE #1*2/3/FRANCOLIN #1/WBLL1**	0(I)	32(R)	0(I)	0(I)	21(R)	0(I)
35	**KATERE//KACHU/KIRITATI/3/KACHU #1/ KIRITATI//KACHU**	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	19(R)	0(I)
36	**MUNAL #1/FRANCOLIN #1*2//KUTZ**	0(I)	52(MS)	0(I)	21(R)	39(MR)	23(R)
37	**BECARD/AKURI/3/KACHU//WBLL1*2/BRAMBLING/4/ MUTUS/AKURI**	0(I)	0(I)	11(HR)	0(I)	38(MR)	0(I)
38	**WBLL1*2/BRAMBLING//WBLL1*2/SHAMA/3/WBLL1*2/ BRAMBLING/4/KACHU/KINDE**	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)
39	**BAJ #1*2/3/ATTILA*2/PBW65//MURGA**	52(MS)	0(I)	31(R)	0(I)	29(R)	0(I)
40	**OASIS/SKAUZ//4*BCN/3/2*PASTOR/4/T.SPELTA PI348449/5/BACEU #1/6/WBLL1*2/CHAPIO/7/ HOLO/8/ZINCOL**	32(R)	32(R)	11(HR)	11(HR)	33(R)	15(R)
41	**REH/HARE//2*BCN/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (213) //PGO/4/HUITES/5/T.SPELTA PI348599/6/REH/HARE//2*BCN/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (213) //PGO/4/HUITES/7/QUAIU/8/2*QUAIU #1/ SOLALA//QUAIU #2**	52(MS)	0(I)	11(HR)	0(I)	34(R)	0(I)
42	**ZINCOL/MUCUY**	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	32(R)	0(I)
43	**SUP152/AKURI//SUP152/3/MUCUY**	0(I)	0(I)	21(R)	0(I)	19(R)	0(I)
44	**UP2338*2/SHAMA/3/MILAN/KAUZ//CHIL/ CHUM18/4/UP2338*2/ SHAMA*2/5/SAUAL/YANAC//SAUAL**	51(MS)	0(I)	42(MR)	0(I)	11(HR)	0(I)
45	**FRNCLN/ROLF07//2*WAXBI**	52(MS)	0(I)	52(MS)	0(I)	41(MR)	0(I)
46	**WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/3*BATAVIA//2*WBLL1/4/ T. DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372) //SHA4/CHIL/5/WHEAR/KUKUNA/3/ C80.1/3*BATAVIA// 2*WBLL1/6/ATTILA*2/PBW65//MUU #1/3/FRANCOLIN #1**	31(R)	0(I)	11(HR)	0(I)	0(I)	0(I)
47	**PBW343*2/KUKUNA//TECUE #1*2/4/ATTILA*2/PBW65// MUU #1/3/FRANCOLIN #1**	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	46(MS)	0(I)
48	**PAURAQ//RL6043/4*NAC/6/WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/3* BATAVIA//2*WBLL1/4/T.DICOCCON PI94625/ AE. SQUARROSA (372) //SHA4/CHIL/5/WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/3 *BATAVIA//2 *WBLL1**	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)
49	**PAURAQ/MUCUY**	0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	16(R)	0(I)
50	**CHIRYA.3**	52(MS)	0(I)	52(MS)	0(I)	11(HR)	0(I)
51	**BOLANI**	65(S)	72(S)	64(MS)	56(MS)	71(S)	75(S)
52	**EHSAN**	32(R)	0(I)	0(I)	0(I)	28(R)	0(I)

*TS(لکه خرمایی) ، SB (لکه قهوه ای) ، I(مصون)، HR (خیلی مقاوم) ، R(مقاوم)، MR (نیمه مقاوم) ، MS (نیمه حساس) ، S(حساس)، HS (خیلی حساس)

*: TS (Tan Spot), SB (Spot Blotch), I (Immune), HR (Highly Resistant), R(Resistant), MR (Moderately Resistant), MS (Moderately Susceptible), S(Susceptible), HS (Highly Susceptible)

در ایستگاه بایع کلا استان مازندران تعداد ۱۹ لاین به همراه شاهد حساس بولانی نسبت به بیماری لکه‌خرمایی واکنش حساسیت نشان دادند. درجه حساسیت از خیلی حساس (HS) (شامل لاین های ۱۲، ۱۸، ۲۷ و ۳۲) تا حساس (S) (لاین ۲۶) و نسبتا حساس (MS) (شامل لاین های ۳، ٤، ٦، ۷، ۸، ۱٦، ۱۷، ۲۰، ۳۳، ۳۹، ٤۱، ٤٤، ٤٥، ٥۰) بود. سایر لاین‌ها درجات مختلفی از مقاومت را نشان دادند. در خصوص بیماری لکه‌قهوه‌ای غیر از لاین‌های شماره ۵، ۱۸، ۲۵، ۲۸ و ۳٦ که همگی واکنش نسبتا حساس (MS) نسبت به آلودگی نشان دادند، بقیه لاین‌ها همگی مقاوم به بیماری بودند.

در ایستگاه قراخیل مازندران تعداد ۱۰ لاین درجاتی از حساسیت نسبت به بیماری لکه‌خرمایی نشان دادند. ۷ لاین ٤، ۱٦، ۲۰، ۲٦، ۳۲، ٤٥ و ٥۰ واکنش نسبتا حساس (MS) و سه لاین ۱۲، ۱۸ و ۲۷ واکنش حساس (S) داشتند. در ارتباط با بیماری لکه‌قهوه‌ای صرفا لاین شماره ۲۸ واکنش نسبتا حساس (MS) نشان داد و سایر لاین ها واکنش مقاومت نسبت به بیماری نشان دادند.

در ایستگاه تحقیقات عراقی‌محله استان گلستان ۷ لاین ۱، ۵، ۱۰، ۱۲، ۱۷، ۱۸ و ٤۷ همگی با واکنش نسبتا حساس (MS) نسبت به عامل بیماری لکه‌خرمایی حساسیت نشان دادند. سایر ٤۳ لاین مورد ارزیابی در این تحقیق نسبت به لکه‌خرمایی مقاوم بودند. تمامی لاین‌های گندم مورد بررسی در استان گلستان درجات مختلفی از مقاومت را نسبت به عامل بیماری لکه‌قهوه‌ای از خود نشان دادند.

علاوه بر ارزیابی واکنش لاین‌های مورد بررسی شدت بیماری در مورد دو بیماری لکه‌خرمایی و لکه‌قهوه‌ای محاسبه شد و پس از آنالیز واریانس (جدول ۲)، مقایسه میانگین شدت بیماری انجام شد(جدول ۳).

جدول ۲ : تجزیه واریانس مربوط به شدت بیماری روی لاین‌های گندم در سه ایستگاه تحقیقاتی واقع در دو استان مازندران و گلستان

Table 2: Variance analysis of disease severity on wheat lines in three research stations of Mazandaran and Golestan provinces.

S. of V.	D. F.	MS					
		Baikola		Gharakheil		Araghimahaleh	
		TS	SB	TS	SB	TS	SB
Repeat	2	0.1805007	0.5507922	2.3439845	0.2574690	0.6599561	0.0429372
Treatment	51	6.8771069	3.5185001	6.2329268	2.4980194	7.9229074	3.2390257
Error	102	0.3346865	0.1820615	0.2347277	0.0675039	0.4898621	0.0602961
F value	-	20.55*	19.33*	26.55*	37.01*	16.17*	53.72*
CV (%)	-	27.06963	31.42913	24.89675	25.13706	21.69313	21.86794

¥ تبدیل داده ها با استفاده از فرمول (X+ 0.5) √ انجام شد. ❋ : اختلاف معنی دار در سطح ۵٪

¥Data transformation was performed using the formula (√X+ 0.5). *: Significant difference at the level of 5%

جدول ۳ : مقایسه میانگین شدت بیماری روی لاین‌های گندم در سه ایستگاه تحقیقاتی واقع در دو استان مازندران و گلستان

Table 3: Mean comparison of disease severity on wheat lines in three research stations of Mazandaran and Golestan provinces.

Entry (Mean of Tan Spot severity %) Baikola	Entry (Mean of Spot Blotch severity %) Baikola	Entry (Mean of Tan Spot severity %) Gharakheil	Entry (Mean of Spot Blotch severity %) Gharakheil	Entry (Mean of Tan spot severity %) Araghimahaleh	Entry (Mean of Spot Blotch severity %) Araghimahaleh
51 (37.44 a)	51 (18.10 a)	51 (30.45a)	51 (37.44a)	51(44.03a)	51 (42.38a)
18 (22.22 b)	36 (12.75 ab)	12 (26.33ab)	5 (10.28b)	12 (34.97b)	25(11.11b)
27 (22.22b)	28 (11.93abc)	27 (26.33ab)	18 (8.23bc)	36 (33.33b)	5 (7.81c)
32 (22.22b)	18 (11.52abc)	18 (25.51ab)	28 (6.17c)	5 (30.86bc)	17 (6.99cd)
4 (18.10bc)	25 (11.52abc)	32 (22.63ab)	25 (3.70d)	47 (30.04bc)	40 (6.58cd)
8 (12.34cd)	5 (11.52abc)	4 (17.69bc)	36 (2.46de)	37 (29.21bc)	36 (6.58cd)
20 (13.16cd)	10 (8.23bcd)	26 (15.22cd)	17 (2.46de)	18 (25.51bcd)	28 (4.93d)
33 (12.75cd)	34 (8.23bcd)	16 (13.16cde)	40 (1.23e)	17 (24.69bcd)	15 (5.34d)
45 (12.75cd)	33 (7.81bcd)	20 (13.16cde)	23 (1.23e)	10 (23.86b-e)	18 (2.46e)
39 (11.93cd)	23 (7.81bcd)	50 (12.75cde)	15 (1.23f)	7 (23.04b-f)	23 (2.46e)
3 (11.93cd)	3 (6.99cd)	45 (11.93cde)	6 0.00 f)	39 (22.22b-f)	6 (0.00 f)
50 (11.93cd)	17 (6.99cd)	6 (9.46de)	10 (0.00 f)	13 (18.51c-g)	10 (0.00 f)
41 (11.93cd)	40 (6.58cd)	3 (9.46de)	13 (0.00 f)	8 (18.93c-g)	13 (0.00 f)
17 (11.93cd)	32 (3.70de)	44 (9.46de)	14 (0.00 f)	4 (18.93c-g)	14 (0.00 f)
6 (11.52cd)	2 (2.46e)	7 (6.99ef)	11 (0.00 f)	28 (17.69c-g)	11 (0.00 f)
7 (11.52cd)	15 (0.00 f)	17 (3.70fg)	16 (0.00 f)	6 (18.51c-g)	16 (0.00 f)
12 (11.11cd)	13 (0.00 f)	8 (3.70fg)	1 (0.00 f)	41 (14.81d-h)	1 (0.00 f)
10 (10.28cd)	6 (0.00 f)	33 (2.46gh)	2 (0.00 f)	16(14.40d-i)	2(0.00 f)
26 (8.64de)	11 (0.00 f)	29 (2.46gh)	3(0.00 f)	2 (14.40d-i)	3(0.00 f)
21 (8.23de)	20 (0.00 f)	39 (2.46gh)	20 (0.00 f)	20 (13.99d-i)	20(0.00 f)
2 (7.81de)	21 (0.00 f)	43 (2.46gh)	21 (0.00 f)	3(14.40d-i)	21(0.00 f)
29 (7.81de)	14 (0.00 f)	10 (2.46gh)	22 (0.00 f)	23(12.34e-j)	22(0.00 f)
52 (6.99de)	7 (0.00 f)	2 (2.46gh)	7 (0.00 f)	30 (12.34e-j)	7(0.00 f)
40 (6.99de)	24 (0.00 f)	41 (1.23gh)	24 (0.00 f)	22 (13.16e-j)	24(0.00 f)
16 (6.17de)	9 (0.00 f)	37 (1.23gh)	9 (0.00 f)	33 (11.11f-k)	9(0.00 f)
44 (6.17de)	22 (0.00 f)	1 (1.23gh)	26 (0.00 f)	43 (11.11f-k)	26(0.00 f)
46 (3.70e)	27 (0.00 f)	15 (1.23gh)	27 (0.00 f)	35 (11.11f-k)	27 (0.00 f)
15 (0.00f)	12 (0.00 f)	14 (1.23gh)	12 (0.00 f)	24 (11.11g-k)	12(0.00 f)
25 (0.00f)	29 (0.00 f)	21 (1.23gh)	29 (0.00 f)	40 (10.69g-k)	29 (0.00 f)
11 (0.00f)	30 (0.00 f)	46 (1.23gh)	30 (0.00 f)	19 (10.28g-k)	30(0.00 f)
5 (0.00f)	31 (0.00 f)	19 (1.23gh)	31 (0.00 f)	1 (7.40h-l)	31(0.00 f)
31 (0.00f)	16 (0.00 f)	24(1.23gh)	32 (0.00 f)	49 (7.40h-l)	32(0.00 f)
1 (0.00f)	1 (0.00 f)	11 (1.23gh)	33 (0.00 f)	27 (7.40h-l)	33 (0.00 f)
22 (0.00f)	26 (0.00 f)	40 (1.23 gh)	34 (0.00 f)	31 (7.81h-l)	34(0.00 f)
35 (0.00f)	35 (0.00 f)	25 (0.00 h)	35 (0.00 f)	29 (6.99h-l)	35 (0.00 f)
30 (0.00f)	4 (0.00 f)	22 (0.00 h)	4 (0.00 f)	42 (5.76i-m)	4(0.00 f)
37 (0.00f)	37 (0.00 f)	5 (0.00 h)	37 (0.00 f)	45 (4.93j-m)	37(0.00 f)
38 (0.00f)	38 (0.00 f)	38 (0.00 h)	38 (0.00 f)	32 (4.93j-m)	38(0.00 f)
23 (0.00f)	39 (0.00 f)	31 (0.00 h)	39 (0.00 f)	25 (4.93j-m)	39(0.00 f)
24 (0.00f)	8 (0.00 f)	36 (0.00 h)	8 (0.00 f)	52 (18.93k-n)	8(0.00 f)
9 (0.00f)	41(0.00 f)	9 (0.00 h)	41 (0.00 f)	34 (2.46lmn)	41(0.00 f)
42 (0.00f)	42 (0.00 f)	42 (0.00 h)	42 (0.00 f)	21 (2.46lmn)	42(0.00 f)
43 (0.00f)	43 (0.00 f)	23 (0.00 h)	43 (0.00 f)	50 (1.23mn)	43(0.00 f)
28 (0.00f)	44 (0.00 f)	28 (0.00 h)	44 (0.00 f)	44 (1.23mn)	44(0.00 f)
13 (0.00f)	45 (0.00 f)	13 (0.00 h)	45 (0.00 f)	14 (0.00 n)	45(0.00 f)
14 (0.00f)	46 (0.00 f)	30 (0.00 h)	46 (0.00 f)	38 (0.00 n)	46(0.00 f)
47 (0.00f)	47 (0.00 f)	47(0.00 h)	47 (0.00 f)	15 (0.00 n)	47(0.00 f)
48 (0.00f)	48 (0.00 f)	48 (0.00 h)	48 (0.00 f)	46 (0.00 n)	48(0.00 f)
49 (0.00f)	49 (0.00 f)	49 (0.00 h)	49 (0.00 f)	9 (0.00 n)	49(0.00 f)
34 (0.00f)	50 (0.00 f)	34 (0.00 h)	50 (0.00 f)	26 (0.00 n)	50(0.00 f)

19 (0.00f)	19 (0.00 f)	35 (0.00 h)	19 (0.00 f)	11(0.00 n)	19(0.00 f)
36 (0.00f)	52 (0.00 f)	52 (0.00 h)	52 (0.00 f)	48(0.00 n)	52(0.00 f)

❋ میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می باشند، در یک گروه قرار می گیرند.

❋Means with one letter in common are placed in the same group.

بر اساس شدت بیماری، لاین‌های گندم در خصوص بیماری لکه‌خرمایی و لکه‌قهوه‌ای در ایستگاه بایع کلا بصورت جداگانه در هر کدام از بیماری‌ها در ٦ گروه قرار گرفتند. تعداد گروه‌ها برای ایستگاه قراخیل درخصوص بیماری لکه-خرمایی ٨ و در مورد بیماری لکه‌قهوه‌ای برابر با ٦ گروه بود. تنوع شدت بیماری لکه‌خرمایی در ایستگاه عراقی‌محله استان گلستان بیشترین و برابر با ١٤ گروه بود. تعداد این گروهها برای این ایستگاه در مورد بیماری لکه‌قهوه‌ای برابر با ٦ بود. بیشترین تنوع واکنش لاین‌ها در برابر بیماری لکه‌خرمایی در ایستگاه عراقی‌محله استان گلستان بود که ١٤ گروه بر اساس شدت بیماریزایی قابل تفکیک بود. این موضوع کاملا طبیعی است زیرا میزان شیوع بیماری و تنوع آن طبق بررسی‌های گذشته در استان گلستان نسبت به مازندران بیشتر است (Momeni *et al*., 2014) و چون آلودگی طبیعی در کنار آلودگی مصنوعی در کرت‌های آزمایشی وجود داشته، لذا گروه‌های بیماریزایی بیشتر نیز در این منطقه به دست آمده است.

در مجموع با بررسی‌های صورت گرفته روی ٥٠ لاین گندم مشخص گردید ٢٤ لاین شامل لاین‌های شماره ٢، ٩، ١١، ١٣، ١٤، ١٥، ١٩، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٩، ٣٠، ٣١، ٣٤، ٣٥، ٣٧، ٣٨، ٤٠، ٤٢، ٤٣، ٤٦، ٤٨ و ٤٩ نسبت به هر دو بیماری در سه منطقه مورد ارزیابی در استان‌های مازندران و گلستان مقاومت نشان دادند که در به نژادی ارقام مقاوم به اصلاح-گران توصیه می‌گردند.

طبق ارزیابی‌های صورت‌گرفته و مشاهدات مزرعه‌ای بسیاری از ارقام گندم رایج در ایران به بیماری لکه‌خرمایی حساس می‌باشند (Momeni *et al*., 2017). در بررسی که توسط Khan و Chowdhury (2011) روی ٤٢٢ ژرم‌پلاسم گندم متعلق به هند، سیمیت و چین از نظر ارزیابی مقاومت به قارچ *B. sorokiniana* در مناطق مستعد بیماری در هند انجام شد، دامنه وسیعی از واکنش لاین‌ها شامل مقاوم، نسبتا حساس و حساس به دست آمد. طبق ارزیابی‌های آنها لاین‌های هندی

نسبت به لاین‌های سیمیت حساس‌تر بودند (Khan and Chowdhury, 2011). در بررسی هایی انجام شده روی ۱۲۶ رقم گندم در شمال آمریکا انجام شد، تعدادی ارقام با مقاومت بالا به بیماری‌های لکه‌برگی پیدا شد (Singh *et al*., 2006). هر چند کشاورزی حفاظتی و حفظ بقایا موجب گسترش بیماری‌های لکه برگی گندم می شود ولی به دلیل مزایای بالای این نوع کشاورزی، اصول مدیریت بیماری باید با عنایت به این سناریو در مزرعه مستقر شود (Sharma and Duveiller, 2003).

طبق ارزیابیهای صورت گرفته در این تحقیق به نظر می رسد بین لاین های مورد بررسی، منابع مقاومت خوبی نسبت به بیماری های لکه برگی گندم وجود دارد. با عنایت به توجه اخیر مراکز علمی پیشرو در دنیا از جمله سیمیت نسبت به معرفی منابع مقاومت به بیماری های لکه برگی گندم، امیدواری برای کاهش مصرف قارچکش ها در گندم بیشتر شده است.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل از یک پروژه تحقیقاتی مصوب موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور به شماره **۹۸۱۰۴۹- ۰-۱۶-۱۱۱-۱۶** می باشد.

Refrences

ADITYA, S., R. AGGARWAL, B.M. BASHYAL, M.S. GURJAR, M.S. SAHARAN and S. AGGARWAL, 2024. Unraveling the dynamics of wheat leaf blight complex: isolation, characterization, and insights into pathogen population under Indian conditions. Frontiers in Microbiology 15:1287721. doi: 10.3389/fmicb.2024.1287721

BOCKUS, W. W., R. L. BOWDEN, R. M. HUNGER, W. L. MORILL, T. D. MURRAY and R. W. SMILEY. 2010. Compendium of wheat diseases and pests. APS Press, St. Paul, Minnesota, Pp, 171.

CHAND, R., H. V. SINGH, A. K. JOCHI and E. DUVEILLER. 2002. Physiological and morphological aspects of *Bipolaris sorokiniana* conidia surviving on wheat straw. Journal of Plant Pathology 18:328-332.

CHOWDHURY, A. K., G. SINGH, B. S. TYAGI, A. OJHA, T. AHAR and P. M. BHATTACHARYA. 2013. Spot blotch disease of wheat – a new thrust area for sustaining productivity. Journal of Wheat Research 5 (2): 1-11.

DUBIN, H. J. and M. VAN GINKEL. 1991. The status of wheat diseases and disease research in warmer areas. In: D. A. Saunders (ed.), wheat for the nontraditional warm areas. Proceedings of the international conference, pp. 125-145. Mexico, D. F.: CIMMYT.

DUVEILLER, E., H. J. DUBIN, J. REEVES and A. MCNAB. 1998. Helminthosporium blights of wheat: spot blotch and tan spot. Proceeding of the international workshop on Helminthosporium Diseases of wheat: Spot Blotch and Tan Spot, El Batan, Feb. 9-14, 1997. Mexico, D. F.: CIMMYT.

EYAL, Z., A. L. SCHAREN and VAN GINKEL.1987. The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. CIMMYT, Mexico, D. F. Mexico.

GHORBI, M., H. MOMENI, V. RASHIDI, A. AHMADZADEH and M. YARNIA, 2022. Resistance of some wheat cultivars to the main race of tan spot disease in Ardabil province. Journal of Applied Research in Plant Protection 11(2): 1-16 (in Persian with English summary).

GUPTA, P. K., N. K. VASISTHA, S. SINGH and A. K. JOSHI. 2023. Genetics and breeding for resistance against four leaf spot diseases in wheat (*Triticum aestivum* L.). Frontier in Plant Science 14:1023824. doi: 10.3389/fpls.2023.1023824

KHAN, H. and S. CHOWDHURY. 2011. Identification of resistance source in wheat germplasm against spot blotch disease caused by *Bipolaris sorokiniana*. Archives of Phytopathology and Plant Protection 44: 840–844.

KOKHMETOVA, A., D. SEHGAL, S. ALI, M. ATISHOVA and M. KUMARBAYEVA. 2021. Genome-wide association study of tan spot resistance in a hexaploid wheat collection from Kazakhstan. Frontiers in Genetics 11:581214.

LARIBI, M., R. ABOUKHADDOUR and S. E. STRELKOV, 2024. Tan Spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) of Wheat: A Minireview. Plant Health Cases 2024

MANGEL, D., M. BRUCE and J. RUPP NOLLER. 2024, Race structure of Pyrenophora tritici-repentis in the Kansas wheat pathogen population. Plant Diseases 2024, doi: 10.1094/PDIS-11-24-2441-RE. Epub ahead of print. PMID: 39725605.

MECADO VERGNES, D., M. W. RENARD, E. DUVEILLER and H. MARAITE. 2006. Effect of growth stage on host sensitivity to Helminthosporol toxin and susceptibility to *Cochliobolus sativus* causing spot blotch on wheat. Physiology and Molecular Plant Pathology 68:14-21.

MOMENI, H., M. JAVAN-NIKKHAH, M. RAZAVI and M. R. NAGHAVI, 2013. Study of the population genetic structure and telemorph production of *Pyrenophora tritici-repentis* the causal agent of wheat tan spot in north of Iran. Iranian Journal of Plant Protection Science 44: 27- 39 (in Persian with English summary).

MOMENI, H., R. ABOUKHADDOUR, M. JAVAN-NIKKHAH, M. RAZAVI, M. R. NAGHAVI, A. AKHAVAN and S. E. STRELKOV, 2014. Race identification of *Pyrenophora tritici-repentis* in Iran. Journal of Plant Pathology, 96: 287-294.

MOMENI, H., M. RAZAVI and H. KAZEMI, 2017. Occurrence of wheat tan spot in Ardebil province. Applied Entomology and Phytopathology 85(2), 279-281. (in Persian with English summary)

MOMENI, H., H. BARARI, H. KAZEMI and M. RAZAVI. 2017. Evaluation of wheat resistance to tan spot disease with emphasis on varieties prevalent in northern climate of country. Final report of research project. 39 pages. (in Persian with English summary).

MOMENI, H., H. BARARI, H. RABBANINASAB, H. KAZEMI. 2022. Study on wheat lines resistance of 10HLBSN nursery of CIMMYT to tan spot and spot blotch diseases in field. Final report of research project. 49 pages. (in Persian with English summary).

NEDYALKOVA, S., M. KOLEVA and V. DIMITROVA. 2024. Overview of fungal pathogens involved in wheat leaf spot complex-prevalence, relative importance and plant resistance. Agronomy 1:569-580.

RASMUSSEN, J. B., T. L. FRIESENAND and S. ALI. 2003. Possibility of marker aided selection for enhancing resistance to spot blotch of wheat caused by *Bipolaris sorokiniana*. Proceedings of fourth international wheat tan spot and spot blotch workshop, Bemidji, Minnesota, USA, 21-24 July, 2002: 166-169.

SAARI, E. E. and J. M. PRESCOTT. 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Disease Reporter 59: 377-380.

SHABEER, A. and W. W. BOCKUS. 1988. Tan spot effects on yield and yield components relative to growth stage in winter wheat. Plant Disease 72: 599- 602.

SHARMA, R. C. and E. DUVEILLER. 2003. Effects of stress on Helminthosporium leaf blight in wheat. In: Rasmussen, J. B., Friesen, T. L., Ali, S. (eds.) Proc. Int. Workshop (4th) Wheat tan spot and spot blotch. North Dakota State University, Fargo, Pp, 140-144.

SINGH, P. K. and G. R. HUGHES. 2006. Inheritance of resistance to the chlorosis component of tan spot of wheat caused by *Pyrenophora tritici-repentis* races 1 and 3. Euphytica 152: 413- 420.

STRELKOV, S. E. and L. LAMARI. 2003. Host-parasite interactions in tan spot (*Pyrenophora tritici repentis*) of wheat. Canadian Journal of Plant Pathology 25: 339- 349.

ZHU, Z., D. BONNETT, M. ELLIS, P. SINGH, N. HESLOT, S. DREISIGACKER, C. GAO and A. MUJEB-KAZI. 2014. Mapping resistance to spot blotch in a CIMMYT synthetic-derived bread wheat. Molecular Breeding 34:1215–1228.