گیاه‌پزشکی (مجله علمی کشاورزی)
جلد ٤٥، شماره ۲، تابستان ۱٤۰۱

doi 10.22055/ppr.2022.17648

ارزیابی مزرعه‌ای واکنش لاین‌های امیدبخش گندم به باکتری *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* عامل بیماری باکتریایی نواری غلات، در سه استان ایران

علی علیزاده علی‌آبادی[1*]، محمود نصرالهی[2]، مهدی آزادوار[3] و عزیز باقری[4]

۱- * **نویسنده مسوول:** دانشیار بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران (aalizadeh1340@yahoo.com)

۲- مربی بخش گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بروجرد، ایران

۳- استادیار بخش گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

٤- مربی بخش گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۳

چکیده

در این مطالعه ۷۱ لاین پیشرفتهٔ دریافتی از موسسهٔ تحقیقات تهیه و اصلاح بذر و نهال در مزارع آزمایشی ایستگاه‌های تحقیقاتی سه منطقه در سه استان همدان (شهرستان همدان)، لرستان (شهرستان بروجرد) و کرمان (شهرستان جیرفت، عنبرآباد) هرکدام در دو ردیف یک‌متری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شدند. سپس در سه نوبت (هنگام پنجه‌زنی، پس از به‌ساقه‌رفتن و هنگام شروع به‌خوشه‌رفتن) با سوسپانسیون باکتری *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* (سه جدایه از گندم آلوده به این بیماری درهمان منطقه) با غلظت ۱۰^۸ باکتری در میلی‌لیتر (CFU/ml)، باروش پاشش، مایه‌کوبی شدند. درصد آلودگی سطح برگ‌ها، پانزده روز پس‌از آخرین آلوده‌سازی، یادداشت و مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک‌درصد انجام شد. براساس نتایج به‌دست آمده، واکنش لاین‌های مختلف به این باکتری در مناطق سه‌گانه متفاوت بود. ولی در مجموع لاین‌های مورد بررسی از نظر واکنش به بیماری در سه سطح حساس (مانند، ICSBWEYT-17-3 ،S-92-19 ،N-91-17 ،ICSBWEYT-17-2 ،ICSBWEYT-17-9 و ICSBWEYT-17-7)، نیمه‌حساس (مانند ICSBWEYT-17-11 ،ICSBWEYT-17-10 ،ICSBWEYT-17-16 ،ICSBWEYT-17-1 و ICSBWEYT-17-24) و متحمل (مانند: C-91-4 ،N-91-8 ،N-92-9 و CD-94-9) ارزیابی شدند.

کلیدواژه‌ها: پوشینه‌سیاه، مقاومت، تحمل، گندم

دبیرتخصصی: دکتر محمد رضا عالی‌منش

Citation: Alizadeh Aliabadi, A., Nasrollahi, M., Azadvar, M. & Bagheri, A. (2022). Evaluation of the wheat promising lines response to *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* the causal agent of bacterial leaf streak of cereal in three provinces of Iran. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), *45*(2), 137-156. https://doi.org/10.22055/ppr.2022.17648.

مقدمه

بیماری باکتریایی نواری غلات، یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم و جو است که نخستین‌بار در اوایل قرن بیستم از گندم، جو، چاودار و تریتیکاله جداسازی و شناسایی شد (Jones et al., 1917; Reddy et al., 1924; Wallin 1946; Zillinsky & Borlaug, 1971). این بیماری که تاکنون از کشورهای زیادی در همهٔ قاره‌ها گزارش شده است، در سال ۱۳۶۶ از مزارع گندم و جو در استان کرمان (Alizadeh & Rahimian, 1989) و سپس از سایر نقاط کشور گزارش و پاتووارهای آن مشخص شد (Alizadeh et al., 1995a)، که به‌ترتیب عبارت‌اند از: *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* (ex Jones et al., 1917) Vauterin et al., 1995، جداشده از گندم و *X. t.* pv. *translucens* (ex Jones et al., 1917) Vauterin et al., 1995، جداشده از جو. دامنهٔ میزبانی *X. t.* pv. *translucens* محدود به جو و دامنهٔ میزبانی *X. t.* pv. *undulosa* شامل گندم، جو، چاودار، چچم، بروموس و آگروپیرون بود (Alizadeh & Rahimian, 1989). باتوجه‌به منابع مختلف، دامنهٔ میزبانی پاتووارهای عامل بیماری باکتریایی نواری غلات را روی محصولات زراعی می‌توان به‌صورت زیر خلاصه نمود (جدول ۱) (Rademaker et al., 2005).

علایم این بیماری روی پهنک برگ، ابتدا به‌صورت نقاط، لکه یا خطوط نواری کوچک به‌رنگ سبز تیره، آبسوخته و شفاف ظاهر و پس از مدتی به‌رنگ زرد یا قهوه‌ای شفاف درمی‌آیند (Milus & Chalkley, 1994). این لکه‌ها به غلاف و ساقه‌های میزبان گسترش می‌یابند. علائم بیماری روی ساقه، ابتدا آبسوخته و سپس زرد و قهوه‌ای روشن تا تیره و نهایتا قهوه‌ای متمایل به سیاه ظاهر می‌شوند. روی سنبلهٔ گندم، علایم بیماری معمولاً به‌صورت لکه‌های قهوه‌ای‌روشن، تیره تا سیاه، روی پوشینه و پوشینک‌ها ظاهر می‌شود. اختصاص نام پوشینه‌سیاه[1] به این بیماری به‌خاطر این علائم است (Duveiller et al., 1997). در برخی از بیماری‌های باکتریایی دیگر، مانند بیماری موزاییک باکتریایی گندم، نیز ابتدا نقاط ریز و زردرنگی روی پهنک برگ ایجاد می‌شود، اما این لکه‌ها آبسوخته نیستند و گسترش زیادی نیز پیدا نمی‌کنند (Nasiri et al., 2021).

بیماری نواری غلات، در شرایط آب‌وهوائی معتدل و مرطوب گسترش می‌یابد. مناسب‌ترین درجه‌حرارت برای توسعه این بیماری ۲۵ تا ۳۰ درجهٔ‌سانتی‌گراد است (Forster et al., 1986). در شرایط مزرعه، عامل این بیماری، می‌تواند روی علف‌های هرز یک یا چندسالهٔ گندمیان، دامنهٔ وسیعی از گیاهان غیرمیزبان و در کاه وکلش آلوده به‌صورت زنده و بیمارگر باقی بماند و از سالی به سال دیگر منتقل شود. این باکتری ازطریق بذور آلوده، آب، باد و باران و حشراتی نظیر تریپس، شته و یا ادوات کشاورزی منتشر می‌شود (Boosalis, 1952; Dickson, 1956). خسارت ناشی از این بیماری در دنیا تا بیش‌از ۴۰ درصد محصول برآورد شده است و میانگین خسارت مزرعه‌ای در حدود ۱۰ درصد محصول است (Forster & Schaad, 1988; Adhikari et al., 2011).

جدایه‌های مختلف جمع‌آوری‌شده از این‌دو پاتووار در ایران، ازنظر بیماری‌زایی متنوع بوده و واکنش ارقام رایج گندم در ایران و برخی‌از ارقام ایرانی و خارجی جو در برابر این بیماری متفاوت گزارش شده است (Alizadeh et al., 1994; Alizadeh et al., 1995b,c). این جدایه‌ها ازلحاظ مولکولی نیز در چند گروه قرار گرفتند (Alizadeh et al., 1996; Alizadeh et al., 1997; Habibian et al., 2021). اخیرا خصوصیات و ساختار ژنتیکی عامل این بیماری، عوامل مولکولی مهم و موثر در

1- Black chaff

بیماریزایی آن، مورد مطالعه دقیق قرار گرفته (Wichmann et al., 2013; Gardiner et al., 2014; Pesce et al., 2017; Peng et al., 2019) و توالی کامل ژنوم پاتووارهای مختلف آن نیز تعیین شده است (Pesce et al., 201; Jaenicke et al., 2016; Peng et al., 2016; Charkhabi et al., 2017).

استفاده از ارقام مقاوم به‌عنوان بهترین روش کنترل این بیماری محسوب می‌شود. Millus and Mirlohi (1994) طی تحقیقاتی تعدادی از کولتیوارهای مقاوم گندم را معرفی کردند. گندم زمستانه رقم تررآل ۱۰۱ در جنوب ایالات متحده، به‌عنوان یک رقم مقاوم نسبت به این بیماری معرفی شده است (Milus & Mirlohi, 1994; Tillman et al., 1999). در مکزیک نیز برخی از ارقام گندم بهاره نسبت به این بیماری متحمل معرفی شده‌اند (Duveiller et al., 1993). Woo and Smith (1962) یک ژن غالب منفرد کنترل‌کننده مقاومت نسبت به این بیماری را در گندم شناسائی کردند (Woo & Smith 1962). Jonhnson, et al. (1987) با آلوده‌سازی ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم تریتیکاله با باکتری *X. t.* pv. *translucens* به حضور یک ژن منفرد غالب در سه لاین مقاوم، به‌عنوان عامل مقاومت پی‌بردند (Jonhnson et al., 1987). Duveiller et al. (1993) با بررسی ژنتیکی در ژنوتیپ های مختلف گندم، مشخص کرد که در مقاومت ارقام گندم نسبت به عامل این بیماری، چندین ژن (پنج ژن) نقش دارند و برخی از ژن‌های موردنظر، نسبت به بقیه دارای تأثیر بیشتری هستند (Duveiller et al., 1993). آنها در آزمایش‌های میدانی انجام‌شده در مکزیک، نشان دادند که مقاومت به این بیماری در پنج رقم گندم Turaco، Alondra، Angostura، Mochis و Pavon7 توسط پنج ژن، شامل ژن‌های *Bls1/bls1*، *Bls2/bls2*، *Bls3/bls3*، *Bls4/bls4* و *Bls5/bls5* کنترل می‌شود. در بین این پنج ژن، *Bls1* در ارقام گندم Angostura، Mochis و Pavon76 وجود دارد (Duveiller et al., 1993). در مطالعه دیگری در ارزیابی‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای، دو ناحیهٔ ژنومیک Xwmc522 و Xbarc134 (به‌ترتیب در کروموزوم‌های A۲ و B۶ گندم) را با مقاومت به این بیماری مرتبط یافتند به صورتی که دو ناحیهٔ ژنومیک Xwmc291 و Xbarc3 تنها در ارزیابی‌های گلخانه‌ای و ناحیهٔ ژنومیک Xgwm550 تنها در ارزیابی‌های مزرعه‌ای، با مقاومت به این بیماری ارتباط معنی‌داری داشتند (Kandel et al., 2015).

Tillman, et al. (1999) در مطالعات خود از روش اندازه‌گیری علائم، برحسب درصد آلودگی برگ، برای ارزیابی مقاومت و حساسیت نسبی ارقام استفاده کردند (Tillman et al., 1999). آنها با انجام آزمایش‌های گلخانه‌ای طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۴ نشان دادند برخی از ارقام (مانند Florida 304) به آلودگی برگی حساس، ولی به آلودگی سنبله متحمل‌تر هستند. برعکس، برخی از ارقام دیگر (مانند Coker 9877) به آلودگی برگی متحمل، اما در مقابل آلودگی سنبله حساسند. برخی از ارقام (مانند Terral 101) در برابر هردو حالت متحمل و برخی (مانند LA85426) به

جدول ۱- دامنهٔ میزبانی پاتوارهای *Xanthomonas translucens* عامل بیماری باکتریایی نواری غلات

Table 1. Host range of *Xanthomonas translucens* pathovars, the causal agent of bacterial leaf streak of cereal

Host range	Pathovars
Barley	*X. t.* pv. *translucens*
Wheat, barley, triticale, rye	*X. t.* pv. *undulosa*
Wheat, barley, triticale, rye and oats	*X. t.* pv. *cerealis*

هردوی این موارد حساس هستند. Iqbal Raja et al. (2010) برپایه میزان گسترش علائم آلودگی از نقطهٔ مایه‌زنی روی برگ و تعیین متوسط درصد شیوع بیماری، شدت بیماری نواری را در شش رقم محلی گندم پاکستان، در دو مرحله گیاهچه و پنجه‌زنی گندم، ارزیابی نمودند. آنها دریافتند که آلودگی مرحلهٔ گیاهچه بیشتر (۸۳٪) از مرحله پنجه زنی (۵۲٪) است (Iqbal Raja et al., 2010).

Duveiller (1994) برپایهٔ میزان گسترش علائم آلودگی در برگ پرچم (درصد آلودگی سطح برگ، براساس علائم آبسوختگی)، شدت بیماری باکتریایی نواری را در گندم، جو، تریتیکاله و چاودار ارزیابی نمود و تفاوت‌هایی را بین ارقام مختلف از نظر میزان حساسیت آنها به عامل این بیماری پیدا کرد (Duveiller, 1994). Adhikari et al. (2011) اثر متقابل ژنوتیپ با شرایط محیطی را در بروز رفتار یک رقم نسبت به عامل بیماری مهم ارزیابی کرده‌اند. آنها در شناسایی منابع جدید مقاومت در گندم‌های زمستانه در سال ۲۰۱۱ در آمریکا، مقاومت ارقام گندم را در منطقه جغرافیایی شمال داکوتا به‌طور معنی‌داری در مقایسه با مناطق شمالی و جنوبی اروپا و آسیای جنوبی و مرکزی متفاوت ارزیابی کرده‌اند (Adhikari et al., 2011).

Alizadeh et al. (1995) با مقایسهٔ میانگین درصد آلودگی برگ‌های دوم و سوم گیاهچه‌ها، واکنش ارقام مختلف گندم را به باکتری عامل نواری غلات ارزیابی نمودند. آنها از بین ۴۰ رقم گندم مورد بررسی، ارقام اروند و دیهیم را به‌عنوان متحمل‌ترین و ارقام سبلان، اینیا و امید۲ به‌عنوان حساس‌ترین آنها معرفی کردند. Beiki et al. (2002) نیز واکنش ۵۲ رقم تجاری گندم را در شرایط مزرعه مورد ارزیابی قرار دادند و ارقام گندم گلستان، قفقاز، سبلان و آذر را حساس‌ترین و کاوه و بیات را به‌عنوان ارقامی با تحمل بالا معرفی نمودند (Beiki et al., 2002).

شدت این بیماری در ایران از زمان گزارش وقوع آن تا سال ۱۳۹۵ روی گندم و جو بسیار کم بود. از این سال به بعد خسارت این بیماری در برخی از مزارع گندم آبی کشور، بالاتر از سطح زیان اقتصادی و نگران‌کننده گزارش شده است. باتوجه‌به اهمیت بالای اقتصادی این بیماری، ضروری است برای جلوگیری از بروز خسارت‌های چشم‌گیر به محصول مهم و استراتژیک گندم، نسبت به‌رعایت تمامی توصیه‌ها و دستورالعمل‌های فنی و مدیریتی، به‌ویژه کاشت ارقام متحمل اهتمام جدی ورزید. استفاده از ارقام مقاوم به‌عنوان بهترین روش در مدیریت این بیماری پیشنهاد شده است (Tillman et al., 1999). از گام‌های اولیه و مقدماتی برای انتخاب یا تولید رقم مقاوم یا متحمل، شناسایی منابع مقاومت، در ارقام و لاین‌های موجود است. اگرچه در گذشته واکنش ارقام ایرانی رایج در آن زمان، مورد بررسی قرار گرفته است و ارقام حساس، نیمه‌حساس و متحمل گندم در برابر این بیماری تعیین و معرفی شده‌اند (Alizadeh et al., 1995b; Alizadeh et al., 1995c; Beiki et al., 2002; Khaleghi et al., 2012)، ولی از آن‌جا که گندم به‌عنوان یکی‌از محصولات استراتژیک و مهم، نیازمند اصلاح مداوم است و بسیاری از ارقامی که در تحقیقات یادشده مورد استفاده قرارگرفته‌اند (به دلایلی، هم‌چون عملکرد پایین و حساسیت به برخی از بیماری‌های دیگر) درحال‌حاضر کشت نمی‌شوند و ارقام دیگری جایگزین آنها شده است؛ لازم است واکنش ارقام جدید نیز در برابر این بیماری مورد مطالعه قرار گیرد، تا بتوان از منابع مقاومت در ژنوتیپ‌های موجود در اقدامات به‌نژادی بهره‌مند شد. در همین راستا اخیرا میزان حساسیت و مقاومت ۳۷ رقم و هفت لاین امیدبخش گندم بهاره و پائیزه به این بیماری، در شرایط دما و رطوبت کنترل‌شده (گلخانه) مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس نتایج به‌دست آمده، واکنش ارقام و لاین‌های امیدبخش به این باکتری متفاوت بود و در چهار گروه

حساس، نیمه‌حساس، نیمه‌متحمل و متحمل قرار گرفتند (Alizadeh et al., 2022). ازآنجاکه لازم است واکنش این لاین‌ها در شرایط مزرعه و در آب و هواهای گوناگون نیز مورد بررسی قرار گیرد، لذا مناطق لرستان و همدان (به‌عنوان مناطق سرد)، و جیرفت (به‌عنوان مناطق گرم)، انتخاب و واکنش تعدادی لاین امیدبخش گندم در برابر این بیماری در شرایط مزرعه مورد مطالعه و تجزیه وتحلیل قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه ۷۱ لاین پیشرفته دریافتی از موسسهٔ تحقیقات تهیه و اصلاح بذر و نهال (جدول ۲)، در مزارع آزمایشی ایستگاه‌های تحقیقاتی سه منطقه در استان‌های همدان (شهرستان همدان)، لرستان (شهرستان بروجرد) و کرمان (شهرستان جیرفت، عنبرآباد)، هرکدام در دو ردیف یک‌متری به عرض ۶۰ سانتی‌متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شدند. جهت توسعهٔ آلودگی، در کنار ردیف‌های کشت و بعد از هر ۱۰ رقم، رقم پیشگام، که حساس به بیماری لکه نواری باکتریایی گندم است، کشت شد. دورآبیاری هر ده روز یک‌بار بود (شکل ۱).

سوسپانسیونی از سه جدایهٔ ۲۴ساعته باکتری *X. t.* pv. *undulosa* مربوط به هر منطقه (شکل ۱)، به‌صورت مخلوط با غلظت 10^8 باکتری در میلی‌لیتر، تهیه و بوته‌های گندم، در سه نوبت، هنگام پنجه‌زنی (مرحلهٔ ۲۱ زادکس)، پس‌از به ساقه‌رفتن (مرحلهٔ ۳۱ زادکس) و هنگام شروع به‌خوشه‌رفتن (مرحلهٔ ۳۱ زادکس) با آن به‌روش پاشش، مایه‌کوبی شدند.

روند آلوده‌شدن بوته‌ها از روز هفتم، پس‌از اولین آلوده سازی مورد بررسی قرار گرفت. یادداشت‌برداری نهایی، پانزده روز پس‌از آلوده‌سازی سوم، انجام شد. در این مرحله، از بوته‌های موجود در هر تکرار، بیست برگ به‌طور تصادفی (از برگ‌های پایین، میانی و بالایی بوته ها) انتخاب و درصد شدت بیماری برای هر رقم براساس فرمول زیر تعیین شد (Duveiller, 1994; Iqbal Raja et al., 2010):

درصد شدت بیماری= مجموع سطح لکه‌های ایجاد شده، بر مجموع سطح کل برگ‌های بررسی‌شده

بوته‌ها براساس میزان آلودگی سطح برگ‌هایشان براساس روش دوویلیه از یک تا شش، نمره‌دهی و مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمرات یک تا شش براساس درصد آلودگی سطح برگ به شرح زیر تعیین شد (Duveiller, 1994) (شکل ۲):گروه یک: شدت بیماری تا ۵درصد، گروه دو: شدت بیماری از ۵/۱ تا ۱۰درصد، گروه سه: شدت بیماری از ۱۰/۱ تا ۲۵ درصد، گروه چهار: شدت بیماری از ۲۵/۱ تا ۵۰درصد، گروه پنج: شدت بیماری از ۵۰/۱ تا ۷۵ درصد و گروه شش: شدت بیماری از ۷۵/۱ تا ۱۰۰درصد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسهٔ میانگین‌ها و گروه‌بندی ارقام از نظر شدت بیماری بااستفاده‌از آزمون دانکن درسطح احتمال یک‌درصد انجام شد. در نهایت میانگین شدت بیماری برای هر لاین محاسبه شد.

نتایج

پانزده روز پس از آلوده‌سازی اول، علائم بیماری روی بوته‌ها ظاهر گردید. علائم اولیه به‌صورت نقاط ریز آبسوخته و نیمه‌شفاف در برگ‌های پایینی مشاهده شد که به‌تدریج گسترش یافته و به‌صورت لکه‌های آبسوخته و کشیده در طول برگ ظاهر شدند (شکل‌های ۳ و ۴).

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب

نتایج تجزیه واریانس مرکب مناطق اجرا در جدول ۳ ارایه شده است. همان‌گونه که نتایج این جدول نشان می‌دهد، تاثیر تیمارها (ارقام گندم) در مکان‌های اجرای آزمایش، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۳). بنابراین تیمارها در مکان‌های جغرافیایی مختلف

واکنش‌های متفاوتی در برابر این بیماری از خود نشان داده‌اند. لذا لازم است نتایج تجزیهٔ آماری برای هر منطقه، به‌صورت مجزا ارائه شود.

نتایج تجزیهٔ واریانس (داده‌های ثبت شده در بروجرد)

براساس تجزیهٔ واریانس داده‌های ثبت‌شده در بروجرد، جیرفت و همدان، ارقام گندم از نظر شدت بیماری باکتریایی نواری گندم روی برگ‌ها در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری داشتند (جداول ۴، ۵ و ۶).

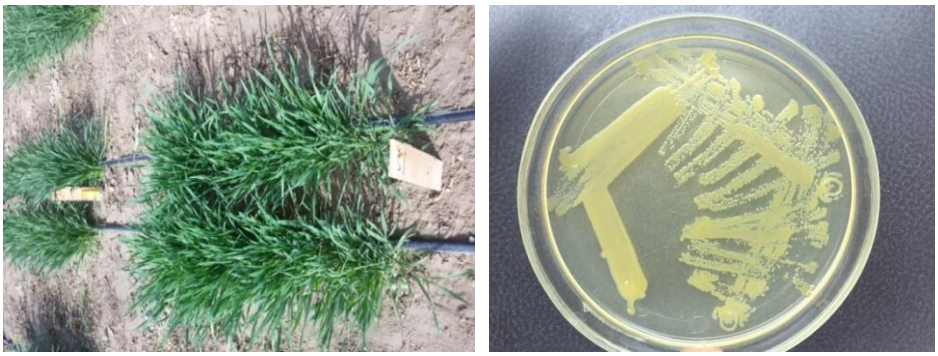
ارقام مختلف براساس شدت بیماری به روش دانکن گروه‌بندی شدند که نتایج آن در جداول ۷ و ۸ آمده است.

همان‌طور که از داده‌های موجود در جداول ۷ و ۸ برمی‌آید، نحوهٔ قرار گرفتن لاین‌های گندم در گروه‌های شش‌گانه در سه منطقه بروجرد، همدان و جیرفت متفاوت است.

جدول ۲- فهرست لاین‌های پیشرفته گندم دریافتی از موسسه تحقیقات تهیه و اصلاح بذر و نهال

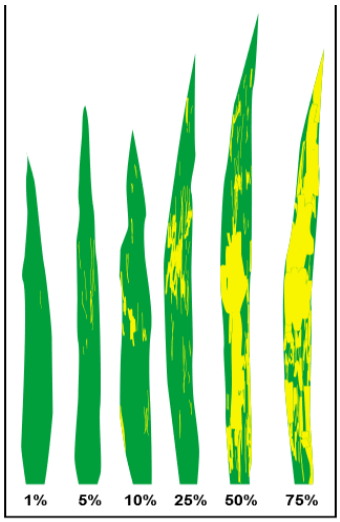
Table 2. Elite lines list received from the Seed and Plant Improvement Institute

Line code	Line code	Line code	Line code
MS-92-17	ICSBWEYT-17-12	CD-92-8	N-91-17
MS-92-18	ICSBWEYT-17-13	CD-94-9	N-91-13
S-93-2	ICSBWEYT-17-14	C-91-4	S-91-15
S-78-11	ICSBWEYT-17-15	C-94-5	S-92-17
S-93-15	ICSBWEYT-17-16	C-90-11	S-92-19
S-93-22	ICSBWEYT-17-17	C-78-14	S-92-21
N-94-8	ICSBWEYT-17-18	M-93-11	N-91-8
N-91-8	ICSBWEYT-17-19	M-91-10	ICSBWEYT-17-1
N-91-9	ICSBWEYT-17-20	M-93-14	ICSBWEYT-17-2
N-92-9	ICSBWEYT-17-21	M-93-17	ICSBWEYT-17-3
N-94-11	ICSBWEYT-17-22	M-92-18	ICSBWEYT-17-4
N-94-12	ICSBWEYT-17-23	M-91-18	ICSBWEYT-17-5
N-94-13	ICSBWEYT-17-24	M-92-20	ICSBWEYT-17-6
N-94-16	ICSBWEYT-17-25	MS-92-5	ICSBWEYT-17-7
N-93-17	CD-91-12	MS-92-8	ICSBWEYT-17-8
N-91-17	CD-93-9	MS-92-14	ICSBWEYT-17-9
N-92-19	CD-93-10	MS-91-14	ICSBWEYT-17-10
	CD-92-6	MS-90-15	ICSBWEYT-17-11



شکل ۱- کشت خالص یکی از جدایه‌های باکتری *X. t.* pv. *undulosa* عامل بیماری باکتریایی نواری غلات، که برای مایه کوبی استفاده شد (راست). نحوهٔ کاشت لاین‌های گندم در مزارع آزمایشی (چپ).

Figure 1. Pure culture of one of the bacterial isolates of *X. t.* pv. *undulosa* the causal agent of bacterial leaf streak of cereal, which was used for inoculation (right). How to plant wheat lines in experimental farms (left).



شکل ۲- مقیاس میزان بیماری بر اساس درصد آلودگی به عامل بیماری باکتریایی نواری گندم بر روی سطح برگ (Duveiller, 1994)
Figure 2. Standard disease assessment key showing percentages of leaf surface covered by bacterial leaf streak in wheat (Duveiller, 1994).

به‌عبارت دیگر واکنش لاین‌ها به این بیماری در این سه منطقه، متفاوت است. باتوجه به شرایط آب‌وهوایی مختلف مناطق جیرفت، همدان و بروجرد، واکنش لاین‌ها نیز با توجه به زمستانه بودن و یا تابستانه بودن آنها تحت تأثیر آن واقع شده و تا اندازه‌ای متفاوت بوده است. اما در مجموع با بررسی مقایسه‌ای و ترکیبی سه گروه‌بندی صورت‌گرفته در سه منطقهٔ یادشده و تلفیق آن سه، می‌توان به گروه‌بندی جدول ۹ رسید که بیشترین و نزدیک‌ترین شباهت را با هر سه جدول مربوط به مناطق یادشده دارد (جدول ۹).

براساس داده‌های موجود در جدول ۹، تعداد ارقامی که حساسیت یا تحمل بالایی از خود نشان دادند، کمتر از ارقامی بود که حساسیت متوسطی داشتند. به‌طور کلی نحوهٔ پراکندگی ارقام در گروه‌های مختلف به‌صورت زیر بوده است (شکل ۵).

بحث

بیماری باکتریایی نواری، در سال‌های اخیر، در بسیاری از مزارع گندم، در مناطق مختلف ایران گسترش پیدا کرده است. باتوجه به اهمیت بالای اقتصادی این بیماری، ضروری است برای جلوگیری از بروز خسارت‌های چشم‌گیر به محصول مهم و استراتژیک گندم، حتی الامکان نسبت به کاشت ارقام متحمل به این بیماری اهتمام جدی ورزید. استفاده از ارقام مقاوم، بهترین روش در مدیریت این بیماری است. هدف از تحقیق حاضر یافتن منابع مقاومت جدید در ۷۱ لاین پیشرفته گندم در مقابل عامل بیماری باکتریایی نواری غلات است.

روش آلوده‌سازی مورد استفاده در این تحقیق، پاشیدن سوسپانسیون باکتری روی بوته‌های میزبان در شرایط مناسب آب و هوایی (دما و رطوبت) بود (Alizadeh et al., 1995a; Alizadeh et al., 1995b). این روش مزایای زیادی در مقایسه با سایر روش‌ها، ازجمله تزریق سوسپانسیون باکتری به داخل پارانشیم برگ یا آلودگی سطح برگ‌ها پس از ایجاد زخم‌های ریز، دارد. این روش نزدیک‌ترین روش به آلودگی طبیعی این گیاهان است، زیرا در طبیعت، عامل این بیماری توسط قطرات باران و یا آبیاری بارانی، بدون حذف موانع طبیعی سطح برگ از جمله موم، کوتیکول و سایر عوامل دفاع فیزیکی و مکانیکی سطح برگ، به گیاه منتقل می‌شود، بنابراین در این روش

نه تنها تفاوت‌های مربوط به دفاع فیزیولوژیک و بیوشیمیایی درون سلول‌های بافت برگ، بلکه اختلافات احتمالی مربوط به موانع طبیعی، محافظت فیزیکی و مکانیکی گیاه نیز مورد توجه قرار می‌گیرد (Duveiller & Maraite, 1995).

شکل ۳- علایم بیماری باکتریایی نواری غلات در مراحل میانی و پیشرفته رشد بوته‌ها، روی لاین‌های مختلف گندم در بروجرد.

Figure 3. Symptoms of bacterial leaf streak in the middle and advanced stages of plant growth, on different wheat lines in Boroujerd.

شکل ٤- علایم بیماری باکتریایی نواری غلات در مراحل میانی رشد بوته‌ها، روی لاین‌های M-93-11 (راست) و N-9117, (چپ) در همدان

Figure 4. Symptoms of bacterial leaf streak in the middle stages of plant growth, on lines M-93-11 (right) and N-9117, (left) in Hamadan.

جدول ۳- آنالیز واریانس مرکب شدت بیماری باکتریایی نواری غلات روی لاین‌های مختلف گندم در مناطق بروجرد، همدان و جیرفت

Table 3. Composite analysis of variance of disease severity of bacterial leaf streak in different wheat lines in Boroujerd, Hamadan and Jiroft

Variation source	degree of freedom	mean squares	F value
Site	2	94744.2201	1009.26**
repetition (site)	6	387.3809	4.13**
Treatments	70	835.6331	8.9**
Treatments× site	140	510.9524	5.44**
Error	420	93.8752	-
Coefficient of Variation (Percent)		29.78	

** =Significant difference at the level of 1%.

جدول ٤- آنالیز واریانس شدت بیماری باکتریایی نواری غلات روی لاین های مختلف گندم در بروجرد

Table 4. Analysis of variance of disease severity of bacterial leaf streak in different wheat lines in Boroujerd

Variation source	degree of freedom	mean squares	F value
Repetition	2	698.59155	15.27**
Treatments	70	1153.43269	25.22**
Error	140	45.43441	-
Coefficient of Variation (Percent)		12.66	

** =Significant difference at the level of 1%.

جدول ٥- آنالیز واریانس شدت بیماری باکتریایی نواری غلات روی لاین‌های مختلف گندم در جیرفت

Table 5. Analysis of variance of disease severity of bacterial leaf streak in different wheat lines in Jiroft

Variation source	degree of freedom	mean squares	F value
Repetition	2	12.983156	1.35 ns
Treatments	70	110.753127	11.50**
Error	140	9.632661	-
Coefficient of Variation (Percent)		27.66	

ns= Not Significant difference

** =Significant difference at the level of 1%.

جدول ٦- آنالیز واریانس شدت بیماری باکتریایی نواری غلات روی لاین های مختلف گندم در همدان

Table 6. Analysis of variance of disease severity of bacterial leaf streak in different wheat lines in Hamadan

Variation source	degree of freedom	mean squares	F value
Repetition	2	450.56808	1.99 ns
Treatments	70	593.35211	2/62**
Error	140	226.25855	-
Coefficient of Variation (Percent)		45.56	

ns= Not Significant difference

** =Significant difference at the level of 1%.

جدول ۷- مقایسه میانگین شدت بیماری باکتریایی نواری غلات روی لاین های مختلف گندم در بروجرد و جیرفت، در شرایط مزرعه

Table 7. Mean comparison of disease severity of bacterial leaf streak in different wheat lines in Boroujerd and Jiroft, in field conditions

Boroujerd					Jiroft				
Treatments	Lines	Disease severity mean	Group	Grouping (Duveiller, 1994)	Treatments	Lines	Disease severity mean	Group	Grouping (Duveiller, 1994)
5	S-92-19	100.000	A	**Group 6**	54	MS-90-15	26.667	A	**Group 4**
10	ICSBWEYT-17-3	90.000	AB		50	MS-92-5	23.333	AB	**Group 3**
1	N-91-17	86.667	ABC		33	CD-91-12	21.667	ABC	
18	ICSBWEYT-17-11	86.667	ABC		55	MS-92-17	21.667	ABC	
9	ICSBWEYT-17-2	83.333	BC		52	MS-92-14	21.667	ABC	
16	ICSBWEYT-17-9	83.333	BC		58	S-78-11	20.000	ABCD	
17	ICSBWEYT-17-10	83.333	BC		6	S-92-21	20.000	ABCD	
14	ICSBWEYT-17-7	83.333	BC		5	S-92-19	18.333	BCDE	
23	ICSBWEYT-17-16	76.667	BCD		43	M-93-11	18.333	BCDE	

ادامه جدول ۷

4	S-92-17	73.333	BCDE	**Group 5**	29	ICSBWEYT-17-22	18.333	BCDE	
19	ICSBWEYT-17-12	73.333	BCDE		71	N-92-19	18.333	BCDE	
8	ICSBWEYT-17-1	73.333	BCDE		2	S-91-13	18.333	BCDE	
31	ICSBWEYT-17-24	73.333	BCDE		38	CD-94-9	18.333	BCDE	
6	S-92-21	73.333	BCDE		66	N-94-12	18.333	BCDE	
33	CD-91-12	73.333	BCDE		53	MS-91-14	16.667	BCDEF	
32	ICSBWEYT-17-25	73.333	BCDE		67	N-94-13	16.667	BCDEF	
2	N-91-13	73.333	BCDE		61	N-94-8	16.667	BCDEF	
26	ICSBWEYT-17-19	73.333	BCDE		56	MS-92-18	16.667	BCDEF	
43	M-93-11	70.000	CDEF		59	S-93-15	16.667	BCDEF	
69	N-93-17	70.000	CDEF		46	M-93-17	16.667	BCDEF	
67	N-94-13	63.333	DEFG		10	ICSBWEYT-17-3	16.667	BCDEF	
70	N-91-17	63.333	DEFG		57	S-93-2	15.000	CDEFG	
13	ICSBWEYT-17-6	63.333	DEFG		36	CD-92-6	15.000	CDEFG	
37	CD-92-8	63.333	DEFG		40	C-94-5	15.000	CDEFG	
52	MS-92-14	60.000	DEFGH		1	N-91-17	13.333	DEFGH	
15	ICSBWEYT-17-8	60.000	DEFGH		60	S-93-22	13.333	DEFGH	
27	ICSBWEYT-17-20	60.000	DEFGH		16	ICSBWEYT-17-9	13.333	DEFGH	
30	ICSBWEYT-17-23	56.667	EFGHI		4	N-91-17	13.333	DEFGH	
54	MS-90-15	56.667	EFGHI		70	N-91-17	13.333	DEFGH	
63	N-91-9	56.667	EFGHI		26	ICSBWEYT-17-19	13.333	DEFGH	
60	S-93-22	53.333	FGHIJ		35	CD-93-10	11.667	EFGHI	
65	N-94-11	53.333	FGHIJ		44	M-91-10	11.667	EFGHI	
3	S-91-15	53.333	FGHIJ		28	ICSBWEYT-17-21	11.667	EFGHI	
40	C-94-5	50.000	GHIJK	**Group 4**	47	M-92-18	10.000	FGHIJ	**Group 2**
34	CD-93-9	50.000	GHIJK		51	MS-92-8	10.000	FGHIJ	
50	MS-92-5	50.000	GHIJK		25	ICSBWEYT-17-18	8.333	GHIJK	
57	S-93-2	50.000	GHIJK		65	N-94-11	8.333	GHIJK	
49	M-92-20	50.000	GHIJK		21	ICSBWEYT-17-14	8.333	GHIJK	
28	ICSBWEYT-17-21	46.667	GHIJKL		45	M-93-14	8.333	GHIJK	
55	MS-92-17	46.667	GHIJKL		24	ICSBWEYT-17-17	8.333	GHIJK	
53	MS-91-14	46.667	GHIJKL		14	ICSBWEYT-17-7	8.333	GHIJK	
36	CD-92-6	43.333	HIJKLM		42	C-78-14	8.333	GHIJK	
44	M-91-10	43.333	HIJKLM		63	N-91-9	6.667	HIJK	
66	N-94-12	43.333	HIJKLM		15	ICSBWEYT-17-8	6.667	HIJK	
59	S-93-15	43.333	HIJKLM		11	ICSBWEYT-17-4	6.667	HIJK	
71	N-92-19	43.333	HIJKLM		9	ICSBWEYT-17-2	6.667	HIJK	
29	ICSBWEYT-17-22	43.333	HIJKLM		19	ICSBWEYT-17-12	6.667	HIJK	
35	CD-93-10	43.333	HIJKLM		64	N-92-9	6.667	HIJK	
25	ICSBWEYT-17-18	43.333	HIJKLM		49	M-92-20	6.667	HIJK	
48	M-91-18	40.000	IJKLMN		48	M-91-18	6.667	HIJK	
20	ICSBWEYT-17-13	40.000	IJKLMN		3	S-91-15	6.667	HIJK	
22	ICSBWEYT-17-15	40.000	IJKLMN		68	N-94-16	6.667	HIJK	
7	N-91-8	40.000	IJKLMN		37	CD-94-8	6.667	HIJK	
45	M-93-14	40.000	IJKLMN		12	ICSBWEYT-17-5	6.667	HIJK	

ادامه جدول ۷

11	ICSBWEYT-17-4	40.000	IJKLMN	
61	N-94-8	40.000	IJKLMN	
24	ICSBWEYT-17-17	36.667	JKLMNO	
46	M-93-17	36.667	JKLMNO	
58	S-78-11	36.667	JKLMNO	
47	M-92-18	36.667	JKLMNO	
21	ICSBWEYT-17-14	36.667	JKLMNO	
12	ICSBWEYT-17-5	33.333	KLMNO	
42	C-78-14	33.333	KLMNO	
41	C-90-11	33.333	KLMNO	
68	N-94-16	30.000	LMNO	
51	MS-92-8	30.000	LMNO	
56	MS-92-18	26.667	MNO	
38	CD-94-9	23.333	NO	**Group 3**
64	N-92-9	23.333	NO	
62	N-91-8	20.000	O	
39	C-91-4	0.710	P	**Group 1**
69	N-93-17	6.667	HIJK	
30	ICSBWEYT-17-23	5.000	IJK	**Group 1**
7	N-91-8	5.000	IJK	
18	ICSBWEYT-17-11	5.000	IJK	
23	ICSBWEYT-17-16	5.000	IJK	
8	ICSBWEYT-17-1	5.000	IJK	
41	C-90-11	5.000	IJK	
62	N-91-8	5.000	IJK	
31	ICSBWEYT-17-24	5.000	IJK	
32	ICSBWEYT-17-25	5.000	IJK	
17	ICSBWEYT-17-10	5.000	IJK	
34	CD-93-9	5.000	IJK	
13	ICSBWEYT-17-6	5.000	IJK	
20	ICSBWEYT-17-13	5.000	IJK	
22	ICSBWEYT-17-15	3.570	*JK*	
27	ICSBWEYT-17-20	2.140	*JK*	
39	C-91-4	0.710	*K*	

جدول ۸- مقایسه میانگین شدت بیماری باکتریایی نواری غلات روی لاین های مختلف گندم در همدان، در شرایط مزرعه

Table 8. Mean comparison of disease severity of bacterial leaf streak in different wheat lines in Hamadan, in field conditions

		Hamadan					Hamadan		
Treatments	**Lines**	**Disease severity mean**	**Group**	**Grouping (Duveiller, 1994)**	**Treatments**	**Lines**	**Disease severity mean**	**Group**	**Grouping (Duveiller, 1994)**
43	M-93-11	58.33	A	**Group 5**	65	N-94-11	25.00	ABC	**Group 3**
14	ICS7	58.33	A		44	M-91-10	25.00	ABC	
56	MS-92-18	58.33	A		62	N-91-8	25.00	ABC	
16	ICS9	58.33	A		13	ICS6	25.00	ABC	
49	M-92-20	50.00	AB	**Group 4**	8	ICS1	20.00	ABC	
5	S-92-19	50.00	AB		60	S-93-22	20.00	ABC	
51	MS-92-8	50.00	AB		7	N-91-8	20.00	ABC	
42	C-78-14	50.00	AB		64	N-92-9	20.00	ABC	
53	MS-91-14	50.00	AB		31	ICS24	20.00	ABC	
26	ICS19	50.00	AB		36	CD-92-6	20.00	ABC	
11	ICS4	50.00	AB		23	ICS16	20.00	ABC	
52	MS-92-14	50.00	AB		30	ICS23	20.00	ABC	
6	S-92-21	50.00	AB		37	CD-92-8	20.00	ABC	
54	MS-90-15	50.00	AB		58	S-78-11	20.00	ABC	
9	ICS2	41.67	ABC		48	M-91-18	18.33	ABC	
63	N-91-9	41.67	ABC		12	ICS5	18.33	ABC	
1	N-91-17	41.67	ABC		27	ICS20	13.33	BC	
28	ICS21	41.67	ABC		15	ICS8	13.33	BC	
59	S-93-15	41.67	ABC		21	ICS14	13.33	BC	
4	S-92-17	41.67	ABC		22	ICS15	11.67	BC	

ادامه جدول ۸

69	N-93-17	41.67	ABC	24	ICS17	10.00	BC	**Group 2**
66	M-94-12	41.67	ABC	25	ICS18	8.33	C	
41	C-90-11	41.67	ABC	19	ICS12	6.67	C	
32	ICS25	41.67	ABC	20	ICS13	6.67	C	
50	MS-92-5	41.67	ABC	71	N-92-19	3.67	C	**Group 1**
70	N-91-17	41.67	ABC					
34	CD-93-9	41.67	ABC					
10	ICS3	41.67	ABC					
39	C-91-4	33.33	ABC					
55	MS-92-17	33.33	ABC					
45	M-93-14	33.33	ABC					
47	M-92-18	33.33	ABC					
33	CD-91-12	33.33	ABC					
68	N-94-16	33.33	ABC					
3	S-91-15	33.33	ABC					
40	C-94-5	33.33	ABC					
29	ICS22	33.33	ABC					
46	M-93-17	33.33	ABC					
35	CD-93-10	33.33	ABC					
38	CD-94-9	33.33	ABC					
57	S-93-2	33.33	ABC					
18	ICS11	33.33	ABC					
67	M-94-13	33.33	ABC					
2	N-91-13	33.33	ABC					
61	N-94-8	33.33	ABC					
17	ICS10	33.33	ABC					

Iqbal Raja et al. (2010) برپایه میزان گسترش علائم آلودگی از نقطه مایه‌زنی روی برگ و تعیین متوسط درصد شیوع بیماری، شدت بیماری نواری را در ارقام محلی گندم ارزیابی نمودند. Adhikari et al. (2011) نیز برپایه میزان گسترش علائم از محل تزریق روی برگ پرچم، واکنش ارقام مختلف گندم را به باکتری عامل نواری غلات ارزیابی نمودند. در روش اخیر موانع فیزیکی و مکانیکی سطح برگ، که بخشی از توانمندی گیاه برای ممانعت از ورود بیمارگر به‌داخل گیاه است، نادیده گرفته شده است. درحالی‌که ممکن است ژنوتیپی تنها به علت داشتن موم فراوان در سطح برگ، یا کوتیکول و یا دیواره‌های میان‌سلولی خاص در برابر ورود یک عامل بیماریزا به داخل بافت از خود مقاومت نشان‌دهد.

در این تحقیق واکنش لاین‌های مختلف امیدبخش گندم براساس میزان گسترش علائم آلودگی در سطح برگ و تعیین میانگین درصد شدت بیماری مورد ارزیابی قرار گرفت. از کلید یا شاخص تصویری ارزیابی بیماری در گروه‌بندی (یا درجه‌بندی) شدت بیماری، استفاده شد (Duveiller, 1994). ارقام مختلف گندم، مقاومت متفاوتی را نسبت به عامل بیماری نشان دادند. برخی از آنها از حساسیت بالایی نسبت به این بیماری برخوردار بودند، در صورتی‌که برخی دیگر تحمل بیشتری در برابر این بیماری از خود نشان دادند. البته بیشتر لاین‌ها نسبت به این بیماری دارای حساسیت متوسطی بودند.

در سایر بررسی‌های انجام‌شده روی واکنش ارقام و لاین‌های گندم و جو به این بیماری در ایران، این تنوع در ارقام

و لاین‌های مورد مطالعه دیده شده است. از بین ۴۰ رقم گندم مورد بررسی، ارقام اروند و دیهیم به‌عنوان متحمل‌ترین و ارقام سبلان، اینیا و امید۲ به‌عنوان حساس‌ترین آنها، نسبت به این بیماری، در شرایط گلخانه، معرفی شدند (Alizadeh et al., 1995a). بقیه (۹۰ درصد ارقام مورد مطالعه)، از حساسیت متوسطی برخوردار بودند. در مطالعهٔ دیگری از بین ۱۳ رقم جو، (یک رقم سوئدی و ۱۲ رقم ایرانی)، ارقام ایرانی ارس و ارم مقاوم‌ترین و کویر، گرگان، ماکوئی و رقم سوئدی هاپیرولی به‌عنوان حساس‌ترین ارقام نسبت به این بیماری در شرائط گلخانه گزارش شدند (Alizadeh et al., 1995b).

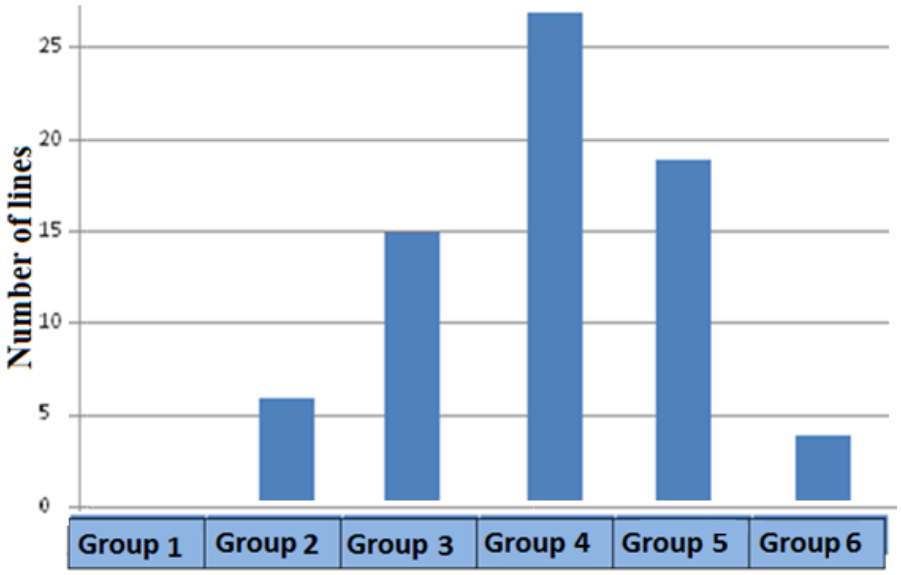
جدول ۹- گروه‌بندی ترکیبی لاین‌های مختلف گندم براساس مقایسه میانگین شدت بیماری، در شرایط مزرعه

Table 9. Combined grouping of different wheat lines based on Mean comparison of disease severity in field conditions

Lines	Lines	Grouping (Duveiller, 1994)
S-92-19	ICSBWEYT-17-2	**Group 6**
ICSBWEYT-17-3	ICSBWEYT-17-9	
N-91-17	ICSBWEYT-17-7	
S-92-17	N-91-17	**Group 5**
S-92-21	MS-92-14	
CD-91-12	S-93-22	
ICSBWEYT-17-25	MS-92-5	
ICSBWEYT-17-19	MS-92-17	
M-93-11	S-93-15	
N-93-17	MS-92-18	
N-94-13		
ICSBWEYT-17-11	S-93-2	**Group 4**
ICSBWEYT-17-10	M-92-20	
ICSBWEYT-17-16	ICSBWEYT-17-21	
ICSBWEYT-17-1	MS-91-14	
ICSBWEYT-17-24	CD-92-6	
N-91-13	M-91-10	
CD-92-8	N-94-12	
ICSBWEYT-17-23	ICSBWEYT-17-22	
MS-90-15	CD-93-10	
N-91-9	M-91-18	
N-94-11	M-93-14	
S-91-15	N-94-8	
C-94-5	M-93-17	
CD-93-9		
ICSBWEYT-17-12	ICSBWEYT-17-17	**Group 3**
ICSBWEYT-17-6	S-78-11	
ICSBWEYT-17-8	M-92-18	
ICSBWEYT-17-20	ICSBWEYT-17-14	
N-92-19	ICSBWEYT-17-5	
ICSBWEYT-17-18	C-78-14	
ICSBWEYT-17-13	C-90-11	
ICSBWEYT-17-15	N-94-16	
N-91-8	MS-92-8	
ICSBWEYT-17-4		
CD-94-9	N-91-8	**Group 2**
N-92-9	C-91-4	

واکنش۵۲ رقم تجاری گندم به این بیماری، در مزرعه، مورد ارزیابی قرار گرفت و چهار رقم به‌عنوان حساس‌ترین و دو رقم با تحمل بالا نسبت به این بیماری ارزیابی شدند. بقیهٔ ارقام (۴۶ رقم، یعنی ۸۹ درصد ارقام) در گروه‌های بینابینی قرار گرفتند (Beiki et al., 2002). همچنین در بررسی دیگری، واکنش ۲۶ رقم و هشت لاین امیدبخش گندم نان به این بیماری، مطالعه و از بین آنها لاین‌های امیدبخش S-87-20، S-83-3 و N-85-5 حساس و ارقام ارگ و سیوند متحمل ارزیابی شدند (Khaleghi et al., 2012). در این مطالعه نیز ارقام خیلی حساس و خیلی متحمل در اقلیت بودند. اخیرا واکنش ۳۷ رقم گندم بهاره و پائیزه، به عامل بیماری باکتریایی نواری غلات، در شرایط گل‌خانه بررسی شد (Alizadeh et al., 2022).

براساس نتایج به‌دست آمده، ارقام میهن و پیشگام در گروه پنج (آلودگی ۵۰/۱ تا ۷۵ درصد سطح برگ)، به‌عنوان حساس، و ارقام بهاران، حیدری، و دنا در گروه دو (آلودگی ۵/۱ تا ۱۰ درصد سطح برگ)، به‌عنوان متحمل، قرار گرفتند. بقیه ارقام در گروه چهار (۲۱ رقم) (آلودگی ۲۵/۱ تا ۵۰ درصد سطح برگ)، به‌عنوان نیمه‌حساس و گروه سه (۱۳ رقم) (آلودگی ۱۰/۱ تا ۲۵ درصد سطح برگ)، به‌عنوان نیمه‌متحمل جای گرفتند (Alizadeh et al., 2022). بنابراین عمدهٔ ارقام و لاین‌های مورد بررسی در گروه‌های بینابینی و متوسط ازنظر میزان حساسیت به این بیماری قرار می‌گیرند و ارقام با تحمل بالا و نیز حساس‌ترین ارقام، همواره در اقلیت قرار دارند. در دیگر بررسی‌های انجام‌شده در سایر نقاط دنیا روی واکنش ارقام و لاین‌های گندم و جو به این بیماری این تنوع در ارقام و لاین‌های مورد استفاده دیده شده است (Cunfer & Scolari, 1982; Adhikari et al., 2011).



شکل ۵- نمودار توزیع لاین‌های گندم در گروه های مختلف، براساس گروه‌بندی ترکیبی و مقایسه میانگین شدت بیماری، در شرایط مزرعه (Duveiller, 1994).

Figure 5. Diagram of distribution of wheat lines in different groups, based on combined grouping and mean comparison of disease severity, in field conditions (Duveiller, 1994).

اگرچه در بین ارقام گندم هنوز ارقامی که از تحمل یا مقاومت خیلی بالایی به این بیماری برخوردار باشند، در دنیا دیده نشده است، اما خوشبختانه اخیرا گزارش شده است که چندین لاین تریتیکاله دارای مقاومت بالایی در برابر این بیماری هستند. در مطالعه‌ای از میان ۵۰۲ لاین و رقم تریتیکاله آزمایش شده ۵۵ مورد در برابر دو سویه پرخطر عامل این بیماری، مقاوم بودند. رشد جمعیت باکتری‌ها در تریتیکالهٔ مقاوم به طور قابل توجهی کندتر از تریتیکالهٔ حساس بود (Sapkota et al., 2018). در چندین لاین تریتیکاله، ژن‌های غالب مقاومت به برخی از سویه‌های *X. translucens* pv. *undulosa* شناسایی شده است، که نشان دهندهٔ وجود یک تعامل ژن برای ژن در تریتیکاله است (Johnson et al., 1987; Wen et al., 2018). بنابراین تریتیکاله، به عنوان منبع و ذخیره‌ای مناسب و ارزشمند، برای ژن‌های دخیل در مقاومت به این بیماری، می‌تواند در اصلاح گندم نان و دوروم، برای ایجاد مقاومت نسبت به این بیماری بسیار مفید باشد.

نکته دیگری که از نتایج این بررسی به‌دست آمده است، این است که برخی از لاین‌ها در مناطق مختلف بررسی (همدان، بروجرد و جیرفت) دارای واکنش‌های متفاوتی نسبت به عامل این بیماری بوده‌اند. به عبارت دیگر، برخی از لاین‌ها در این سه منطقه از واکنش یکسان نسبت به این بیماری برخوردار نبوده‌اند، به‌عنوان مثال لاین MS-18-92 در منطقهٔ بروجرد (که در خلال آزمایش دارای آب‌وهوای معتدل‌تر از همدان بوده و میزان بارندگی این منطقه نیز بیشتر از دو نقطهٔ دیگر بود)، از تحمل نسبتا خوبی و در مناطق همدان (که دارای هوایی سردتر و کم‌باران‌تر از بروجرد بود) و در جیرفت (که دارای آب‌وهوایی گرم‌تر و کم باران‌تر از دو نقطهٔ دیگر است) از حساسیت بالایی برخوردار بوده است. شرایط اقلیمی، آب وهوایی و جغرافیایی می‌تواند در بروز رفتار یک ژنوتیپ به یک بیماری یا سایر عوامل دیگر اثرگذار باشد و واکنش آنرا در اقلیم‌های گوناگون، متفاوت و متغیر کند. بنابراین در بروز رفتار یک رقم نسبت به عوامل بیماریزا نیز، شرایط محیطی و موقعیت جغرافیایی منطقه حائز اهمیت می‌باشد(Tillman, 1994; Adhikari et al., 2011).

Adhikari et al. (2011) اثر متقابل ژنوتیپ با شرایط محیطی را در بروز رفتار یک رقم نسبت به عامل بیماری مهم ارزیابی کرده‌اند. آنها در شناسایی منابع جدید مقاومت در گندم‌های زمستانه در سال ۲۰۱۱ در آمریکا، مقاومت ارقام گندم را در منطقه جغرافیایی شمال داکوتا به‌طور معنی‌داری در مقایسه با مناطق شمالی و جنوبی اروپا و آسیای جنوبی و مرکزی متفاوت ارزیابی کرده‌اند. آنها برپایهٔ میزان گسترش علائم از محل تزریق روی برگ پرچم، واکنش ارقام مختلف گندم را به باکتری عامل نواری غلات ارزیابی نمودند. آنها واکنش مجموعه‌ای از ۶۰۵ نمونه بذر گندم زمستانه با منشاء مختلف (که از مجموعهٔ ملی دانه‌ریزها در امریکا[1] دریافت کرده بود) را در گلخانه و با روش تزریق به برگ پرچم مورد بررسی قرار دادند. آنها واکنش‌های گیاهان به بیماری را بین هفت تا ۱۰ روز پس از تزریق سوسپانسیون باکتری عامل بیماری با استفاده از مقیاس درجه‌بندی از صفر تا شش (که در آن کمتر از "دو" به‌عنوان مقاوم و بالاتر از "دو" حساس درنظر گرفته شدند)، ارزیابی نمودند. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نشان داد که ۳۵ نمونه از گندم‌ها مقاوم بودند. آنها میزان حساسیت و مقاومت را در این گیاهان برحسب منشاء جغرافیایی آنها متفاوت ارزیابی کردند. به‌طوری‌که میزان و فراوانی مقاومت گندم‌های دریافتی از آمریکای شمالی در مقایسه با گندم‌های دریافتی از شمال، شرق و جنوب اروپا و جنوب‌مرکزی آسیا بیشتر بود (Adhikari et al.,

1- The USDA National Small Grain Collection (NSGC)

2011). لذا تفاوت در واکنش تعداد محدودی از لاین‌های مورد آزمایش، نسبت به این بیماری، در مناطق جغرافیایی گوناگون را می‌توان در این چارچوب، ارزیابی کرد. اگرچه تکرار آزمایش در مناطق مذکور و افزایش مناطق مورد بررسی، می‌تواند در قضاوت دقیق‌تر، علمی‌تر و کارشناسانه‌تر، در این مورد، موثر باشد.

در این بررسی مشخص شد که گروه‌بندی لاین‌ها از حساس به متحمل، براساس شاخص تصویری ارزیابی شدت بیماری (Duveiller, 1994)، در ۶ گروه یا درجهٔ معین، در سه منطقهٔ مورد آزمون، از هماهنگی و تناسب کلی بالایی با یکدیگر برخوردار است. اگرچه شدت آلودگی لاین‌های گندم به عامل این بیماری در مناطق مختلف، به میزان معنی‌داری متفاوت است. به‌عنوان مثال همان‌طور که داده‌های موجود در جداول مربوط به مقایسهٔ میانگین شدت بیماری باکتریایی روی لاین‌های مختلف گندم در مزارع آزمایشی سه منطقهٔ لرستان، جنوب کرمان و همدان، نشان می‌دهد، شدت آلودگی لاین‌های گندم در بروجرد به‌علت شرایط آب و هوایی مناسب‌تر، بیشتر از دو نقطه دیگر بوده است. اما رتبه‌بندی لاین‌ها (جایگاه لاین‌ها در گروه‌بندی) از نظر میزان و شدت واکنش آنها به این بیماری، از الگوریتم یکسانی تبعیت می‌کند. از طرف دیگر واکنش لاین‌های گندم مناسب مناطق گرمسیر و یا سردسیر نیز در شرایط آب و هوایی گرم و کم باران (جنوب کرمان) نسبت به شرایط آب و هوایی سرد (همدان) و شرایط آب و هوایی معتدل با بارندگی مناسب بهاره (بروجرد) متفاوت بوده است.

به‌طور خلاصه به‌نظر می‌رسد، باتوجه به اهمیت اقتصادی این بیماری، لازم است به‌نژادگران غلات در برنامه‌های تولید ارقام مقاوم به‌خصوص برای مناطق آلوده، به این بیماری نیز توجه نمایند. ارزیابی مقاومت لاین‌های امیدبخش گندم قبل‌از معرفی از دو جنبه حائز اهمیت می‌باشد: الف): اطلاع از مقاومت یا حساسیت لاین‌ها و تصمیم‌گیری در مورد چگونگی استفاده از آنها، ب): استفاده از لاین‌های متحمل در برنامه‌های به‌نژادی آتی به‌عنوان "منابع مقاومت"، جهت تلاقی آنها با ارقام یا لاین‌های پرمحصول ولی حساس به بیماری. به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان‌داد: هرچند بیشتر لاین‌های گندم بررسی‌شده، دربرابر بیماری باکتریایی نواری غلات، حساس هستند، ولی در بین آنها لاین‌هایی نیز وجود دارد که از مقاومت نسبی خوبی برخوردارند و می‌توان از آنها در برنامه‌های به‌نژادی گندم، به‌عنوان منابع مقاومت، برای تهیهٔ ارقام متحمل‌تر به این بیماری، استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی ضمن مقایسهٔ مجدد واکنش لاین‌های گندم، به عامل بیماری نواری غلات، در شرایط مزرعه، در همان مناطق و مناطق جدید، واکنش ارقام رایج گندم نیز به عامل این بیماری، در شرایط مزرعه، مورد بررسی قرار گیرد. باتوجه به نتایج امیدوارکننده‌ای که در دنیا در ارقام مختلف تریتیکاله به‌دست آمده است (Johnson et al., 1987; Wen et al., 2018)، پیشنهاد می‌شود ارقام تریتیکاله موجود در ایران نیز برعلیه این بیماری مورد غربال‌گری قرار گیرند.

سپاس‌گزاری

از مسئولین محترم موسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی و مراکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استان‌های لرستان، همدان و جنوب کرمان که امکانات، تجهیزات لازم برای انجام این تحقیق را فراهم نموده‌اند، و نیز از آقایان دکتر سیدمحمود طبیب غفاری، مهندس ابوالقاسم قاسمی و مهندس همایون کاظمی به‌خاطر همکاری در این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Adhikari, T. B., Hansen, J. M. & Gurung, S. (2011). Identification of new sources of resistance in winter wheat to multiple strains of *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa*. *Phytopathogy*, *101*, 1251-1259.

Alizadeh, A. & Rahimian, H. (1989). Bacterial leaf streak of Gramineae in Iran Bulletin *OEPP/EPPO Bulletin*, *19*, 113-117.

Alizadeh, A., Arlat, M., Boucher, C. A., Barrault, G. & Sarrafi, A. (1997). RFLP Analysis of Iranian strains of *Xanthomonas campestris* from Cereals and Grasses. *Plant Disease*, *81*, 31-35.

Alizadeh, A., Barrault, G., Sarrafi, A., Rahimian, H. & Albertini, L. (1995a). Identification of bacterial leaf streak of cereals by their phenotypic characteristics and host range in Iran. *European Journal of Plant Pathology*, *101*, 225-229.

Alizadeh, A., Benetti, V., Sarrafi. A., Barrault, G. & Albertini, L. (1995c). Genetic analysis for partial resistance to an Iranian strain of bacterial leaf streak *X campestris* pv *hordei* in barley. *Plant Breeding*, *113*, 323-326.

Alizadeh, A., Dechamp-Guillaume, G., Sarrafi, A., Rahimian H. & Barrault, G. (1996). Electrophoretic analysis of total and membrane protein of *Xanthomonas campestris* pathovars causing leaf streak of cereals and grasses in Iran. *Journal of Phytopathology*, *144*, 97-101.

Alizadeh, A., Ghasemi, A. & Razavi, M. (2022). Screening of wheat cultivars and promising lines for response to bacterial leaf streak of cereal agent, Xanthomonas translucens pv. undulosa. *Journal of Crop Breeding*, *13* (40), 165-180.

Alizadeh, A., Sarrafi, A. & Barrault, G. (1994). Genetic variability for partial resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *hordei* and pathogenicity variation of 13 pathovar's strains in barley. (*Proceedings d'ANPP - Quatrieme Conference Internationale Sur Les Maladies Des Plantes, Bordeaux - Decembre 1994 Tome I*, 193-200.

Alizadeh, A., Sarrafi, A. & Barrault, G. (1995b). Genetic variability for partial resistance to *Xanthomonas campestris* pv *cerealis* and pathogenicity variation of 13 pathovar's strains in wheat. *Journal of Genetic and Breeding*, *49*, 309-312.

Bamberg, R. H. (1936). Black chaff disease of wheat. *Journal of Agricultural Research*, *52*, 397-417.

Beiki, F., Alizadeh, A. & Khodakaramian, G. (2002). Reaction of *Xanthomonas translucens* pvs. *cerealis* and *translucens* in wheat and barley cultivars. *Journal of Agricultural Science*, *61*, 1-11. (In Persian).

Boosalis, M. G. (1952). The epidemiology of Xanthomonas translucens on cereals and grasses. *Phytopathology*, *42*, 387-395.

Charkhabi, N. F., Booher, N. J., Peng, Z., Wang, L., Rahimian, H. & ShamsBakhsh, M. (2017). Complete genome sequencing and targeted mutagenesis reveal virulence contributions of Tal2 and Tal4b of *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* ICMP11055 in bacterial leaf streak of wheat. *Frontiers in Microbiology*, *8*, 1488.

Cunfer, B. M. & Scolari, B. L. (1982). *Xanthomonas campestris* pv. *translucens* on triticale and other small grains. *Phytopathology*, *72*, 683-686.

Dickson, J. G. (1956). Diseases of field crops. 2nd edition McGraw-Hill Book. Co. New York. pp 27-30.

Duveiller, E. & Maraite, H. (1995). Effect of Temperature and Air Humidity on Multiplication of *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* and Symptom Expression in Susceptible and Field-Tolerant Wheat Genotypes. *Journal of Phytopathology*, *143*(4), 227-232.

Duveiller, E. & Marate, H. (1995). Effect of temperature and air humidity on multiplication of *Xanthomonas campestris* pv *undulosa* and symptom expression in susceptible and field-tolerant wheat genotypes. *Journal of Phytopathology*, *143*, 227-232.

Duveiller, E. (1994) A pictorial series of disease assessment keys for bacterial leaf streak of cereals. Plant Disease, *78*, 137-141.

Duveiller, E., Bragard, C. & Maraite, H. (1997). Bacterial leaf streak and black chaff caused by *Xanthomonas translucens*. In: E. Duveiller, L. Fucikovskil and K. Rudolph (Eds.). The Bacterial Disease of Wheat: Concept and Methods of Disease Management. Mexico, D.F: CIMMYT, pp. 25- 32.

Duveiller, E., van Ginkel, M. V. & Thijissen, M. (1993). Genetic analysis of resistance to bacterial leaf streak caused by *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* in bread wheat. *Euphytica*, *66*, 35-43.

Forster, R. L. & Schaad, N. W. (1988). Control of black chaff of wheat with seed treatment and a foundation seed health program. *Plant Disease*, *72*, 935-938.

Forster, R. L., Mihuta-Grimm, L. & Schaad, N. W. (1986). Black chaff of wheat and barley. University of Idaho, College of Agriculture, *Current Information*, *784*, 2.

Gardiner, D. M., Upadhyaya, N. M., Stiller, J., Ellis, J. G., Dodds, P. N. & Kazan, K. 2014. Genomic analysis of *Xanthomonas translucens* pathogenic on wheat and barley reveals cross-kingdom gene transfer events and diverse protein delivery systems. *PLoS ONE*, 9, 84995.

Habibian, M., Alizadeh, A., Hayati, J. & Rahimian, H. (2021). Investigation of the phenotypic and genetic diversity of *Xanthomonas translucens* pathovars, the causal agents of bacterial leaf streak of wheat and barley in parts of Iran. *Plant Protection* (*Scientific Journal of Agriculture*), *44*(2), 33-50.

Iqbal Raja, N., Rashid, H., Haroon, M., Chaudhry, Z. & Asghary, B. (2010). Screening of local wheat varieties against bacterial leaf streak caused by different strains of *Xanthamonas translucens* pv *undulosa* XTU. *Pakistan Journal Botany*, *423*, 1601-1612.

Jaenicke, S., Bunk, B., Wibberg, D., Spröer, C., Hersemann, L. & Blom, J. (2016). Complete genome sequence of the barley pathogen *Xanthomonas translucens* pv. *translucens* DSM 1874T (ATCC 19319T). *Genome Announcements*, *4*, 01334-1416.

Jones, L. R., Johnson, A. G. & Reddy, C. S. (1917). Bacterial blight of barley. *Journal of Agricultural Research*, *11*, 625-643.

Jonhnson, J. W., Cunfer, B. M. & Morey, D. D. (1987). Inheritance of resistance to *Xanthomonas campestris* pv *translucens* in triticale. *Euphytica*, *36*, 603-607.

Kandel, Y. R., Glover, K. D., Osbome, L. E. & Jose, G. H. (2015). Mapping quantitative resistance loci for bacterial leaf streak disease in hard red spring wheat using an identity by descent mapping approach. *Euphytica*, *201*, 53-65.

Khaleghi, M., Alizadeh, A., Torabi, M. & Ghasemi, A. (2012). Evaluation of resistance of some wheat cultivars and advanced lines to *Xanthomonas translucens* pv. *translucens*, the causal agent of bacterial leaf streak of cereals. *Plant Protection*, *1*(4), 285-291. (In Persian).

Millus, E. A., & Mirlohi, A. F. (1995). Survival of Xanthomonas campestris pv translucens between successive wheat crops in Arkansas. *Plant Disease*, *79*, 263-267.

Milus, E. A. & Chalkley, D. B. (1994). Virulence of Xanthomonas campestris pv translucens on selected wheat cultivars. *Plant Disease*, *78*, 612-615.

Milus, E. A. & Mirlohi, A. F. (1994). Use of disease reactions to identify resistance in wheat to bacterial streak. *Plant Disease*, *78*, 157-161.

Nasiri, M., Rahimian, H., Faghihi, M. M. & Babaeizadad, V. (2021). Occurrence and distribution of wheat bacterial mosaic in southern Iran. *Plant Protection* (*Scientific Journal of Agriculture*), *44*(3), 59-74.

Peng, Z., Hu, Y., Zhang, J., Huguet-Tapia, J. C., Block, A. K. & Park, S. (2019). *Xanthomonas translucens* commandeers the host rate-limiting step in ABA biosynthesis for disease susceptibility. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *116*, 20938-20946.

Peng, Z., Hu, Y., Xie, Z., Potnis, N., Akhunova, A. & Jones, J. (2016). Long read and single molecule DNA sequencing simplifies genome assembly and TAL effector gene analysis of *Xanthomonas translucens*. *BMC Genomics*, *17*, 21.

Pesce, C., Bolot, S., Cunnac, S., Portier, P., Fischer-Le Saux, M. & Jacques, M. A. (2015). High quality draft genome sequence of the *Xanthomonas translucens* pv. *cerealis* pathotype strain CFBP 2541. *Genome Announcements*, *3*, 01574- 1614.

Pesce, C., Jacobs, J. M., Berthelot, E., Perret, M., Vancheva, T. & Bragard, C. (2017). Comparative genomics identifies a novel conserved protein, HpaT, in proteobacterial type III secretion systems that do not possess the putative translocon protein HrpF. *Frontiers in Microbiology, 8*, 1177.

Rademaker, J., Louws, L. W., Schultz, F. J., Rossbach, M. H., Vauterin, U., Swings, L. & de Bruijn, F. J. (2005). A Comprehensive Species to Strain Taxonomic Framework for *Xanthomonas*. *Phytopathology, 95*, 1098-1111.

Reddy, C. S., Godkin, J. & Johnson, A. G. (1924). Bacterial blight of rye. *Journal of Agricultural Research, 28*, 1039-1040.

Sapkota, S., Zhang, Q., Chittem, K., Mergoum, M., Xu, S. S. & Liu, Z. (2018). Evaluation of triticale accessions for resistance to wheat bacterial leaf streak caused by *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa*. *Plant Pathology, 67*, 595- 602.

Tillman, B. L. (1994). Breeding wheat for resistance to bacterial streak caused by *Xanthomonas campestris* pv. *translucens*. PhD. Thesis. Louisiana State University, Baton Rouge, USA. 150pp.

Vauterin, L., Hoste, B., Kersters, K. & Swings, J. (1995). Reclassification of *Xanthomonas*. *International Journal of Systematic Bacteriology, 45*, 472- 489.

Tillman, B. L., Kursell, W. S., Harrison, S. A. & Russian, J. S. (1999). Yield loss caused by bacterial streak in winter wheat. *Plant Disease, 83*, 609-614.

Wallin, J. R. (1946). Parasitism of *Xanthomonas translucens* on grasses and cereals. *Iowa State College Journal of Science, 20*, 171-193.

Wen, A., Jayawardana, M., Fiedler, J., Sapkota, S., Shi, G. & Peng, Z. (2018). Genetic mapping of a major gene in triticale conferring resistance to bacterial leaf streak. *Theoretical and Applied Genetics, 131*, 649- 658.

Wichmann, F., Vorholter, F. J., Hersemann, L., Widmer, F., Blom, J. & Niehaus, K. (2013). The noncanonical type III secretion system of *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* is essential for forage grass infection. *Molecular Plant Pathology, 14*, 576- 588.

WOO, S. C. & SMITH, G. S. (1962). A genetic study of leaf sheath barbs auricle hairs and reaction to stem rust and "black chaff" in crosses of ND105 x ND1 and ND113 with Conley wheat. *Botany Bulletin of Academia Sinica, 3*,195-302.

Zillinsky, F. J. & Borlaug, N. E. (1971). Progress in developing triticale as an economic crop. *International Maize and Wheat Improvement Center Research Bulletin, 17*, 18-21.

© 2022 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)
45(2), Summer, 2022

doi 10.22055/ppr.2022.17648

Evaluation of the wheat promising lines response to *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* the causal agent of bacterial leaf streak of cereal in three provinces of Iran

A. Alizadeh Aliabadi[1*], M. Nasrollahi[2], M. Azadvar[3], A. Bagheri[4]

1. ***Corresponding Author:** Associate professor of the Plant Pathology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Tehran, Iran (aalizadeh1340@yahoo.com)
2. Instructor of the Plant Protection Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Boroojerd, Iran
3. Assistant professor of the Plant Protection Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran
4. Instructor of the Plant Protection Research Department, Hamadan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamadan, Iran

Received: 6 January 2022 Accepted: 4 July 2022

Abstract

Background and Objectives

Bacterial leaf streak of the cereal is one of the most important diseases of wheat and barley which was reported from Iran in 1989. The severity of this disease has increased since 2016 in some of the irrigated wheat fields of Iran. Using the resistant cultivars is the best way to manage this disease. In the past, the response of some elite lines and cultivars to this disease was studied and determined. As a result, it's critical to investigate how new promising lines respond to this illness. Under this context, the reaction of a variety of elite wheat lines and cultivars to this disease was examined in greenhouse settings in a recent research. In this study, the reaction of a number of wheat lines to this disease was evaluated in field conditions in three regions with different climates.

Materials and Methods

Seventy-one advanced lines received from the Seed and Plant Improvement Institute, were planted in the experimental farms of research stations in three provinces, including Hamadan, Lorestan, and Jiroft. Each line was planted in two one-meter rows in a randomized complete block design in three repetitions. They were then sprayed with bacterial suspension (regional isolates) at a concentration of 10^8 cfu / ml by spraying at three times (during tillering, after stem elongation and at the beginning of heading/flowering). The percentage of leaf surface infection was recorded and evaluated fifteen days after the last inoculation. Data were analyzed using SAS software, and the means were compared using Duncan test at a 1% probability level.

Results

The response of various lines to this bacterium was different in three regions. But, in general, the studied lines due to the reaction to this disease were evaluated susceptible (such as S-92-19, ICSBWEYT-17-3, N-91-17, ICSBWEYT-17-2, ICSBWEYT-17-9 and ICSBWEYT-17-7), Semi-sensitive (such as ICSBWEYT-17-11, ICSBWEYT-17-10, ICSBWEYT-17-16, ICSBWEYT-17-1 and ICSBWEYT-17-24) and tolerant (such as: C-91-4, N-91 -8, N-92-9 and CD-94-9).

Discussion

The grouping of the lines' susceptibility to this disease in six specific groups has high overall coordination and fit with each other, in three areas. However, the infection severity of wheat lines with this disease significantly varied in different regions. Therefore, the severity of wheat line infection in Boroujerd was higher than in the other two areas. On the other hand, some lines in various regions had different reactions to the disease. For example, MS-92-18 line had relatively good tolerance in Boroujerd region, but not in Hamadan and Jiroft regions. Climatic and geographical conditions can affect the behavior of wheat genotypes to the disease and change their response in different climates. Many other researchers have proved this. The results of this study showed that although most of the studied wheat lines are susceptible to this disease, but there are also lines among them, that have good relative resistance which can be used as resistance sources in wheat breeding programs.

Keywords: Black chaff, Resistance, Tolerance, Wheat

Associate editor: M. Alymanesh (Ph.D.)

Citation: Alizadeh Aliabadi, A., Nasrollahi, M., Azadvar, M. & Bagheri, A. (2022). Evaluation of the wheat promising lines response to *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* the causal agent of bacterial leaf streak of cereal in three provinces of Iran. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), *45*(2), 137-156. https://doi.org/ 10.22055/ppr.2022.17648.