



"مقاله پژوهشی"

غربال ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم از لحاظ واکنش به عامل بیماری باکتریایی نواری *Xanthomonas translucens* pv. *Undulosa* غلات

علی علیزاده علی‌آبادی^۱، ابوالقاسم قاسمی^۲ و محمد رضوی^۳

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

۲ و ۳- استادیار و استاد بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهان، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۷/۱۴
صفحه: ۴۰ تا ۴۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: بیماری باکتریایی نواری غلات، که از مهم‌ترین بیماری‌های گندم است، در سال ۱۳۶۶ از استان کرمان و سپس از سایر نقاط کشور گزارش شد. برای جلوگیری از بروز خسارت‌های چشم‌گیر به این محصول مهم و استراتژیک، انتخاب یا تولید رقم مقاوم یا متحمل به این بیماری، از میان ارقام و لاین‌های موجود، ضروری است. به همین منظور تعدادی از ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم انتخاب و واکنش آنها در برابر این بیماری، در شرایط گلخانه، مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: به منظور غربال ۳۷ رقم و هفت لاین امیدبخش گندم بهاره و پائیزه، به عامل بیماری باکتریایی نواری غلات، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه اجرا شد. در ابتدا، گیاهچه‌های دو برگی گندم، در شرایط دمایی و رطوبتی کنترل شده، با سوسپانسیون مخلوطی از نه جدایه عامل این بیماری، تهیه شده از مزارع سه استان زنجان، همدان و لرستان و با غلظت 10^8 باکتری در هر میلی‌لیتر، مایه‌کوبی شدند. سپس میزان تحمل آنها، براساس میانگین درصد سطح آلودگی برگ‌ها، ارزیابی شد. مقایسه میانگین، گروه‌بندی و رتبه‌بندی ارقام، از حساس‌ترین تا متحمل‌ترین ارقام، به روش استیودنت-نیومن کیلز انجام شد.

یافته‌ها: براساس نتایج به‌دست آمده، واکنش ارقام و لاین‌های امیدبخش به این باکتری متفاوت بود. ارقام میهن، پیشگام و لاین S-92-19 در گروه پنج (آلودگی ۵۰/۱ تا ۷۵ درصد سطح برگ)، به‌عنوان حساس، ارقام چمران، سایسون، نارین، بهم، خلیل، پارسی، وی‌وک، شبرنگ، چمران ۲، زارع، مروارید، افلاک، بک‌کراس‌های روشن زمستانه و بهاره، اراک، کاسکوژن، اروم، بهرنک، پشتاز، کرخه، و لاین‌های امیدبخش S-91-13، N-91-17 و S-92-2 در گروه چهار (آلودگی ۲۵/۱ تا ۵۰ درصد سطح برگ)، به‌عنوان نیمه‌حساس، ارقام نیشابور، افق، مهرگان، گاسپارد، بهار، رخشان، سیروان، سیوند، شوش، سیستان، برات، گنبد و لاین‌های امیدبخش S-91-15، N-91-8 و S-92-17 در گروه سه (آلودگی ۱۰/۱ تا ۲۵ درصد سطح برگ)، به‌عنوان نیمه‌متحمل و ارقام بهاران، حیدری، و دنا در گروه دو (آلودگی ۵/۱ تا ۱۰ درصد سطح برگ)، به‌عنوان متحمل، قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: هرچند بیشتر ارقام گندم مورد بررسی، نسبت به این بیماری حساس هستند، ولی ارقام و لاین‌های دارای مقاومت نسبی خوب نیز در بین آنها یافت می‌شود و می‌توان از آنها برای کاشت و یا در برنامه‌های به‌نژادی گندم استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: ایران، حساسیت، گندم، مقاومت، واکنش ارقام

مقدمه

بیماری باکتریایی نواری غلات، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بیماری‌های باکتریایی گندم و جو، برای نخستین‌بار در اوایل قرن بیستم از گندم، جو، چاودار و تریتی‌کاله (۳۹،۳۶،۲۳،۱۸) و تاکنون از کشورهای متعددی در همه قاره‌های دنیا گزارش شده است (۲۹). این بیماری در سال ۱۳۶۶ از مزارع گندم و جو در استان کرمان (۲) و سپس از سایر نقاط کشور گزارش و پاتووارهای آن مشخص شد (۵)، که عبارت‌اند از *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* (ex Jones X. t. pv. et al. 1917) Vauterin et al. 1995 *translucens* (ex Jones et al. 1917) Vauterin et al. 1995. دامنه میزبانی *X. t. pv. translucens* محدود به جو و دامنه میزبانی *X. t. pv. undulosa* شامل گندم، جو، چاودار، چچم، بروموس و آگروپیرون بود، اما قادر به ایجاد آلودگی در میزبان یولاف نبودند (۲).

علائم بیماری باکتریایی نواری غلات، روی برگ‌ها، ابتدا به صورت نقاط، لکه یا خطوط نواری کوچک به‌رنگ سبز تیره و آسوخته، که به‌راحتی در برابر نور به‌حالت شفاف دیده می‌شوند، ظاهر و پس از مدتی به‌رنگ زرد یا قهوه‌ای شفاف درمی‌آیند. این لکه‌ها می‌توانند روی غلاف‌ها گسترش یابند و از این طریق، آلودگی به ساقه منتقل شود. علائم بیماری روی

ساقه، ابتدا آسوخته و سپس زرد و قهوه‌ای روشن تا تیره و نهایتاً قهوه‌ای متمایل به سیاه ظاهر می‌شوند. باکتری عامل نواری غلات می‌تواند سنبله را نیز مورد حمله قرار دهد، علائم بیماری روی سنبله گندم معمولاً به‌صورت لکه‌های قهوه‌ای روشن، تیره تا سیاه، روی پوشینه‌های سنبله گندم ظاهر می‌شود. به‌همین دلیل نام دیگر این بیماری پوشینه سیاه است (۵،۲).

باکتری عامل بیماری نواری غلات، محدود به شرایط آب و هوایی معتدل و مرطوب است. مناسب‌ترین درجه‌حرارت برای توسعه و گسترش این بیماری ۲۵ تا ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد است (۱۳). این بیماری می‌تواند روی علف‌های هرز یک یا چندساله گندمیان، و دامنه وسیعی از گیاهان غیرمیزبان، زمستانگذرانی کند. این باکتری می‌تواند در شرایط مزرعه در کاه و کلش آلوده به‌صورت زنده و بیماریزا باقی بماند و از سالی به سال دیگر منتقل شود، با زیرخاک‌نمودن کاه و کلش باکتری‌ها از بین خواهند رفت. این باکتری از طریق بذور آلوده، آب، باد و باران و حشرات چون تریپس‌ها و شته‌ها و نیز ادوات کشاورزی منتشر می‌شود (۱۷،۱۱). خسارت ناشی از این بیماری در دنیا تا بیش از ۴۰ درصد محصول برآورد شده است، میانگین خسارت مزرعه‌ای در حدود ۱۰ درصد محصول است (۱۸،۱۷،۱۶).

از "دو" به‌عنوان مقاوم و بالاتر از دو حساس در نظر گرفته شدند)، ارزیابی نمودند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که ۳۵ نمونه از گندم‌ها مقاوم بودند. آنها میزان حساسیت و مقاومت را در این گیاهان برحسب منشاء جغرافیایی آنها متفاوت یافتند. 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 (۱).

دوویلیه و همکاران (۱۵) در آزمایشات میدانی انجام شده در مکزیک، نشان دادند که مقاومت BLS در پنج رقم گندم *Pavon76* و *Mochis*، *Angostura*، *Alondra*، *Turaco* توسط پنج ژن: *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 (۱۵). کندل و همکاران (۲۵) در ارزیابی‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای، دو ناحیه ژنومیک *Xwmc522* و *Xbarc134* (به‌ترتیب در کروموزوم‌های A۲ و B۶ گندم) را با مقاومت به این بیماری مرتبط یافتند. دو ناحیه ژنومیک *Xwmc291* و *Xbarc3* نیز تنها در ارزیابی‌های گلخانه‌ای و ناحیه ژنومیک *Xgwm550* تنها در ارزیابی‌های مزرعه‌ای با مقاومت به این بیماری ارتباط معنی‌داری داشتند (۲۵).

شدت این بیماری در ایران از زمان گزارش وقوع آن تا سال ۱۳۹۵ روی گندم و جو بسیار کم بود. در سال‌های اخیر خسارت این بیماری در مزارع گندم آبی بسیاری از مناطق 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 به عنوان بهترین روش در مدیریت این بیماری پیشنهاد شده است (۳۶،۳۷،۲۱،۱). 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 توسط علیزاده و همکاران (۸،۴)، بیگی و همکاران (۹) و خالقی و همکاران (۲۶) تعیین و معرفی شده‌اند، ولی از آن‌جا که گندم به‌عنوان یکی از محصولات استراتژیک و مهم، نیازمند اصلاح مداوم است و بسیاری از ارقامی که در تحقیقات یاد شده مورد استفاده قرار گرفته‌اند، (به دلایلی، همچون عملکرد پایین و حساسیت به برخی از بیماری‌های دیگر) در حال حاضر 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. لذا به همین منظور در این تحقیق تعدادی از ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم انتخاب و واکنش آنها در برابر این بیماری مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

پراکندگی این بیماری در کشور در سال ۱۳۷۴، تعیین شد (۵). ایزوله‌های مختلف جمع‌آوری شده از این دو پاتووار در ایران، از نظر بیماری‌زایی متنوع بوده (۴،۳) و از لحاظ مولکولی نیز در چند گروه قرار گرفتند (۷،۶). واکنش ارقام رایج گندم در ایران و برخی از ارقام ایرانی و خارجی جو در برابر این بیماری متفاوت گزارش شده است (۹،۸،۳،۴). اخیراً خصوصیات و ساختار ژنتیکی عامل این بیماری، عوامل مولکولی مهم و موثر در بیماری‌زایی آن، مورد مطالعه دقیق قرار گرفته (۴۰،۳۵،۳۲،۱۹) و توالی کامل ژنوم پاتووارهای مختلف آن نیز تعیین شده است (۳۴،۳۳،۳۱،۲۲،۱۰).

دوویلیه و همکاران (۱۴) برپایه میزان گسترش علائم آلودگی در برگ پرچم (درصد آلودگی سطح برگ، براساس علائم آسوخستگی)، شدت بیماری باکتریایی نواری را در گندم، جو، تریتیکاله و چاودار ارزیابی نمودند و تفاوت‌هایی را بین ارقام مختلف از نظر میزان حساسیت آنها به عامل این بیماری پیدا کردند. علیزاده و همکاران (۳) با مقایسه 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 دهبیم را به عنوان متحمل‌ترین و ارقام سیلان، اینیا و امید ۲ به‌عنوان حساس‌ترین آنها معرفی کردند. بیگی و همکاران (۹) نیز واکنش ۵۲ رقم تجاری گندم را در شرایط مزرعه مورد ارزیابی قرار دادند و ارقام گندم گلستان، قفقاز، سیلان و آذر را حساس‌ترین و کاوه و بیات را به‌عنوان ارقامی با تحمل بالا معرفی نمودند. تیلمن و همکاران (۳۸) نیز در مطالعات خود از روش اندازه‌گیری علائم، برحسب درصد آلودگی برگ، برای ارزیابی مقاومت و حساسیت نسبی ارقام استفاده کردند. آنها با انجام آزمایشات گلخانه‌ای طی سالهای ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۴ نشان دادند برخی از ارقام (مانند 'Florida 304') به آلودگی برگی حساس، ولی به آلودگی سنبله (Black chaff) 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 هردوی این موارد حساسند. اقبال‌رجا و همکاران (۲۱) برپایه میزان گسترش علائم آلودگی از نقطه ماه‌زنی 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 مرحله گیاهچه بیشتر (۸۳٪) از مرحله پنجه‌زنی (۵۲٪) است.

آدیکاری و همکاران (۱) نیز برپایه 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 مجموعه ملی دانه‌ریزها در امریکا^۱ 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

مواد و روش‌ها
در این بررسی ۳۷ رقم تجاری و هفت لاین امیدبخش گندم از بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد، اسامی، شجره و مبدا ارقام گندم و لاین‌های امیدبخش در جدول ۱ آمده است:

جدول ۱- مشخصات ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم مورد آزمایش در این تحقیق

شماره ژنوتیپ	نام / کد ژنوتیپ	شجره	منشاء
۱	بهاران	Kauz/Pastor//Pbw343	CIMMYT ^۱
۲	بم	Vee"s"/Nac//1-66-22	CIMMYT
۳	سیستان	"Bank"s"/Vee"s	CIMMYT
۴	رخشان	Sharp/3/Prl/Sara//Tsi/Vee#5/5/Vee/Lira//Bow/3/Bcn/4/Kauz	CIMMYT
۵	مهرگان	Oasis/Skauz//4*Bcn/3/2*Pastor	CIMMYT
۶	خلیل	Bow"s"/Vee"s"/1-60-3/3/Cocoraque 75/4/Chamran	ایرانی
۷	برات	Slvs*2/Pastor	ایرانی
۸	گاسپارد	Gaspard 4 Introduction Cultivar	France
۹	ویوک	Introduction cultivar-Mexico	CIMMYT
۱۰	اروم	Alvand //NS732/Her	ایرانی
۱۱	بک کراس‌های روشن	Hys//Dre*2/7c/3/2*Rsh	ایرانی
	زمستانه		
۱۲	پیشگام	Bkt/90-Zhong87	ایرانی
۱۳	مروارید	Milan/Sha 7	CIMMYT
۱۴	نارین	Alvd//Aldan/Ias58/22/3-66-1	ایرانی
۱۵	سایسون	Introduction Cultivar	France
۱۶	گنبد	Atrak/Wang-Shui-Bai	CIMMYT
۱۷	افق	Ofogh (Check)	ایرانی
۱۸	نیشابور	Tob/Cno/Sx /12300/3/31-63- 1	ایرانی
۱۹	دنا	Kharkov 5/Aix	CIMMYT
۲۰	شبرنگ	81-18- WD	ایرانی
۲۱	چمران ۲	Attila 50y//Attila/Bacanora	ایرانی
۲۲	چمران	Attila. CM85836-50Y-OM-OY-3M-OY	CIMMYT
۲۳	مینهن	Bkt/90-Zhong87	ایرانی
۲۴	حیدری	Ghk"s"/Bow"s"/90Zhong87/3/Shiroodi	ایرانی
۲۵	اراک	Kauz"s"-CIMMYT-Mexico	CIMMYT
۲۶	بهار	ICW84-0008-013AP-300L-3AP-300L-OAP	ایکاردا CIMMYT
۲۷	بهرنگ	Zhong Zuo/2*Green-3	CIMMYT
۲۸	کرخه	Shwa/Mald/Aza	ایرانی
۲۹	گاسکوژن	Gascogne 4 Introduction Cultivar	France
۳۰	زارع	Lira/3/Ymh/Tob/Mcd/4/Mo73/F35,70//130L1,11	CIMMYT
۳۱	بک کراس‌های روشن	Rsh2 - 10120	ایرانی
	بهاره		
۳۲	سیروان	PRL/2*PASTOR	ایرانی
۳۳	شوش	Cbrd-3/Stork × Dicocoides	ایکاردا
۳۴	افلاک	HD160/5/Tob/ Cno / 23854 /3/ Nai60//Tit/ Son64 /4/LR/ Son64	CIMMYT
۳۵	پارسی	Darab*2/"Dove"s"/Buc"s	ایرانی
۳۶	سیوند	Kauz"S"/Azd	ایرانی
۳۷	پیشناز	Alvand//Aldan"S"/Ias58 40072-48	ایرانی
۳۸	N-91-17	Milan/S87230//Babax	CIMMYT
۳۹	S-91-13	Pfau/Milan/5/Chen/Aegilops/Squarrosa (Taus)//Bcn/3/Vee#7/Bow/4/Pastor	CIMMYT
۴۰	S-91-15	Prl/2*Pastor/4/Choix/Star/3/He1/3*Cno79//2*Seri	CIMMYT
۴۱	S-92-17	Dez/SW891882	CIMMYT
۴۲	S-92-19	Dez/SW891882	CIMMYT
۴۳	S-92-21	Dez/SW891882	CIMMYT
۴۴	N-91-8	Pfau/Milan/5/Chen/Aegilops Squarrosa (Taus)//Bcn/3/Vee#7/Bow/4/Pastor	CIMMYT

رشد یافته پس از چهار روز در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد، به تشک‌های حاوی محیط‌کشت NA منتقل شدند. نمونه‌ها برای اقدامات بعدی در دمای ۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

آزمون اثبات بیماریزایی جدایه‌ها

بذور گندم رقم پیشگام در سه گلدان به قطر ۱۳cm کاشته و در گل‌خانه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند و پس از دوبرگه‌ش دن، آزمون اثبات بیماریزایی روی بوته‌های گندم،

جمع‌آوری نمونه و جداسازی عامل بیماری

از مزارع گندم استان‌های همدان، لرستان و زنجان برگ-هایی با علائم لکه‌نواری و آبسوخته جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از شستشو، قطعاتی به ابعاد ۱ تا ۲ سانتی‌متر از محل لکه‌های برگ‌ها در داخل پتری استریل قطعه‌قطعه و مقداری آب مقطر استریل به آنها اضافه شد. سپس یک قطره از هر سوسپانسیون روی محیط‌کشت آگارغذایی (NA) به صورت مخطط کشت شد (شکل ۱). تک‌کلنی‌های زردرنگ

مایه کوبی بوته‌های گندم استفاده شد. نه جدایه انتخاب شده در محیط کشت آگار غذایی به مدت ۲۴ ساعت کشت داده شدند. سپس سوسپانسیون از مخلوط آن‌ها در آب مقطر سترون با غلظت 10^8 باکتری در میلی‌لیتر، براساس سری رقت^۲ و تعیین کدورت^۳ رقت‌ها با دستگاه اسپکتروفوتومتر تهیه شد. برای آلوده‌سازی ارقام از روش پاشیدن سوسپانسیون باکتری روی بوته استفاده شد. یک روز قبل از مایه کوبی کلیه بوته‌ها با آب مقطر خیس و سپس در شرایط رطوبتی صددرصد، زیر پلاستیک شفاف قرار گرفتند. روز بعد، پس از مایه کوبی با سوسپانسیون باکتری‌ها، مجدداً به مدت یک شبانه‌روز در شرایط رطوبتی صددرصد زیر پلاستیک نگهداری شدند. پس از آن پلاستیک‌ها برداشته و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در گل‌خانه نگهداری شدند. در بازدیدهای مرتب و به‌موقع روند آلوده‌شدن بوته‌ها از روز چهارم، پس از آلوده‌سازی رصد شد (شکل ۲).



شکل ۲- بوته‌های ۳۷ رقم و هفت لاین مختلف گندم در گلدانهایی به قطر ۱۵ سانتی متر با سه تکرار در گلخانه

Figure 2. Seedlings of 37 cultivars and seven elite lines of wheat in 15 cm diameter pots with three replications in the greenhouse

قرار گرفتند. نمرات یک تا شش براساس درصد آلودگی سطح برگ به شرح زیر تعیین شد (شکل ۳).
 گروه یک: شدت بیماری تا ۵ درصد، گروه دو: شدت بیماری از ۵/۱ تا ۱۰ درصد، گروه سه: شدت بیماری از ۱۰/۱ تا ۲۵ درصد، گروه چهار: شدت بیماری از ۲۵/۱ تا ۵۰ درصد، گروه پنج: شدت بیماری از ۵۰/۱ تا ۷۵ درصد و گروه شش: شدت بیماری از ۷۵/۱ تا ۱۰۰ درصد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها، گروه‌بندی ارقام از نظر شدت بیماری با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

با روش تزریق، انجام شد. سوسپانسیون‌هایی از کشت ۲۴ ساعته ۱۵ جدایه باکتری (از هر استان ۵ جدایه) در آب مقطر استریل با غلظت 10^5-10^4 باکتری در میلی‌لیتر^۴ تهیه، و به‌صورت جداگانه به اپیدرم برگ گیاهچه‌های گندم تزریق شد. بررسی علائم بیماری سه روز پس از آلوده‌سازی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در گل‌خانه شروع و تا یک هفته ادامه یافت. بروز علائم آسوخنگی در محل تزریق و اطراف آن، نشان‌دهنده بیماری‌زا بودن جدایه است (۴، ۳، ۸).

مایه کوبی ارقام و لاین‌های گندم با باکتری

۲۵ عدد بذر از هر یک از ۳۷ رقم و هفت لاین امیدبخش گندم، در گلدان‌هایی مجزا، به قطر ۱۵ سانتی‌متر، به‌صورت جداگانه، با سه تکرار در گل‌خانه کاشته شدند. پس از رسیدن به مرحله دوبرگی، به‌شرح زیر مورد مایه کوبی قرار گرفتند. نه جدایه مختلف باکتری *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* عامل بیماری باکتریایی نواری غلات (سه جدایه از هر استان)، که بیماری‌زایی آن‌ها به اثبات رسیده بود، برای



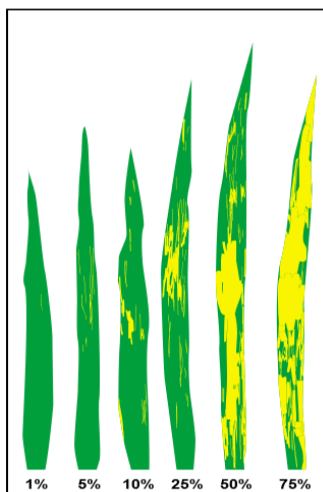
شکل ۱- کشت باکتری *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* عامل بیماری باکتریایی نواری غلات، روی محیط کشت آگار غذایی

Figure 1. *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* isolate culture, the causal agent bacterial leaf streak of cereals, on nutrient agar medium

یادداشت‌برداری یک‌هفته پس از آلوده‌سازی شروع شد. نهایتاً پس از دو هفته از هر گلدان (هر تکرار) پانزده بوته به طور تصادفی انتخاب و درصد شدت بیماری برای هر بوته از فرمول زیر تعیین شد (۱۸).

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

بوته‌ها براساس میزان آلودگی سطح برگ‌هایشان براساس روش دوویلیه (۱۴) از یک تا شش، نمره‌دهی و مورد ارزیابی



شکل ۳- مقیاس میزان بیماری بر اساس درصد آلودگی باکتریایی بر روی سطح برگ (۱۴)
Figure 3. Standard disease assessment key showing percentages of leaf surface covered by bacterial leaf streak in wheat (14)

برگ‌ها مشاهده شد، که به تدریج گسترش یافته و به صورت لکه‌های آب‌سوخته و کشیده در طول برگ ظاهر شدند (شکل ۴). تاخیر در بروز علائم بیماری در این آزمون نسبت به آزمون اثبات بیماری‌زایی، به علت روش مایه‌کوبی انتخاب شده است. همواره بروز علائم بیماری در مایه‌کوبی گیاهان به روش تزریق سریعتر از روش پاشش سوسپانسیون صورت می‌گیرد (۲۰).

نتایج و بحث

بیماری‌زایی تمامی ۱۵ جدایه باکتری، دو روز پس از تزریق به گیاه میزبان، به صورت بروز علائم آب‌سوختگی روی برگ‌ها به اثبات رسید. علائم اولیه بیماری، هفت روز پس از آلوده‌سازی ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم با سوسپانسیونی از نه جدایه انتخاب شده، به صورت نقاط ریز آب‌سوخته و نیمه‌شفاف در



شکل ۴- نقاط ریز آب‌سوخته و شفاف روی نوک (چپ) و قاعده (راست) برگ‌های گندم (رقم میهن) که دوهفته پس از مایه‌کوبی به تدریج گسترش یافته و به صورت لکه‌های آب‌سوخته در طول برگ‌ها ظاهر شدند

Figure 4. Water soaked spots on the top (left) and bottom (right) of leaves of wheat (Mihan cultivar) that gradually expanded and appeared as water soaked strip along the leaves, two weeks after inoculation

بر اساس تجزیه واریانس داده‌های ثبت شده، ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم، از نظر میزان بروز علائم بیماری داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- آنالیز واریانس شدت بیماری باکتریایی نواری غلات روی ۴۴ رقم و لاین گندم مورد آزمایش در شرایط گلخانه
Table 2. Analysis of variance of disease severity of bacterial leaf streak in 44 wheat cultivars and elite lines in greenhouse condition

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	ارزش F
تیمار (رقم یا لاین)	۴۳	۳۶۰۰۶/۴۷	۸۳۷/۳۶	۴۴/۲۴*
خطا	۱۳۲	۲۴۹/۲۵	۱۸/۹۳	-
جمع	۱۷۵	۳۸۵۰۴/۷۲		
ضریب تغییرات (درصد)	۱۴			

*: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، **: اختلاف معنی‌دار نیست

ارقام میهن، پیشگام و لاین S-92-19 در گروه پنج (آلودگی ۵۰/۱ تا ۷۵ درصد از سطح برگ)، به عنوان حساس، ارقام چمران، سایسون، نارین، بهم، خلیل، پارسی، وی‌وک، شبرنگ،

ارقام مختلف گندم و لاین‌های امیدبخش براساس شدت بیماری به روش استیودنت نیومنزکیلز گروه‌بندی شدند که نتایج آن در جدول ۳ آمده است:

لاین‌های امیدبخش S-91-15، N-91-8 و S-92-17 در گروه سه (آلودگی ۱۰/۱ تا ۲۵ درصد از سطح برگ)، به‌عنوان نیمه‌متحمل و ارقام بهاران، حیدری، و دنا در گروه دو (آلودگی ۵/۱ تا ۱۰ درصد از سطح برگ)، به‌عنوان متحمل، قرار گرفتند. (جدول ۳).

چمران ۲، زارع، مروارید، افلاک، یک‌کراس‌های روشن زمستانه و بهاره، اراک، گاسکوژن، اروم، بهرنگ، پیشتاز، کرخه، و لاین‌های امیدبخش S-91-13، N-91-17، S-92-21 و S-92-21 در گروه چهار (آلودگی ۲۵/۱ تا ۵۰ درصد از سطح برگ)، به‌عنوان نیمه‌حساس، ارقام نیشابور، افق، مهرگان، گاسپارد، بهار، رخشان، سیروان، سیوند، شوش، سیستان، برات، گنبد و

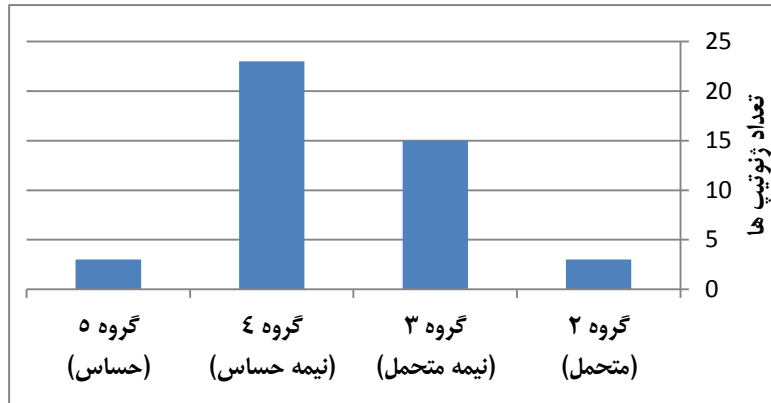
جدول ۳- مقایسه میانگین شدت بیماری باکتریایی نواری غلات روی ۴۴ رقم و لاین گندم مورد آزمایش، در شرایط گلخانه
Table 3. Mean comparison of disease severity of bacterial leaf streak in 44 wheat cultivars and elite lines in greenhouse condition

شماره تیمار	رقم / لاین	عادت رشدی	میانگین شدت بیماری (درصد)	گروه*	گروه‌بندی براساس (Duveiller, 1994)
۲۳	میهن	زمستانه	۶۳/۷۵۰	a	گروه ۵ (حساس)
۴۲	S-92-19		۵۹/۷۵۰	ab	
۱۲	پیشگام	بینابین	۵۵/۰۰۰	bc	
۲۲	چمران	بهاره	۴۹/۰۰۰	cd	گروه ۴ (نیمه‌حساس)
۱۵	سایسون	زمستانه	۴۸/۰۰۰	d	
۱۴	نارین	بهاره	۴۶/۷۵۰	de	
۲	بم	اختیاری	۴۵/۵۰۰	de	
۶	خلیل	بهاره	۴۵/۵۰۰	de	
۳۸	N-91-17		۴۵/۵۰۰	de	
۳۵	پارسی	بهاره	۴۳/۷۵۰	def	
۹	وی‌وک		۴۳/۰۰۰	defg	
۲۰	شبرنگ	بهاره	۴۲/۰۰۰	efgh	
۲۱	چمران ۲	بهاره	۴۰/۰۰۰	fghi	
۳۰	زارع	زمستانه	۴۰/۰۰۰	fghi	
۱۳	مروارید	بهاره	۳۹/۷۵۰	fghi	
۳۴	افلاک	بهاره	۳۷/۷۵۰	ghij	
۱۱	یک‌کراس‌های روشن زمستانه	زمستانه	۳۶/۵۰۰	hij	
۲۵	اراک		۳۵/۵۰۰	ij	
۲۹	گاسکوژن	زمستانه	۳۵/۵۰۰	ij	
۳۱	یک‌کراس‌های روشن بهاره	بهاره	۳۴/۵۰۰	ijk	
۱۰	اروم	زمستانه	۳۴/۵۰۰	ijk	
۲۷	بهرنگ	بهاره	۳۲/۵۰۰	jkl	
۳۹	S-91-13		۲۸/۷۵۰	klm	
۳۷	پیشتاز	بهاره	۲۶/۷۵۰	lm	
۲۸	کرخه	بهاره	۲۶/۰۰۰	mn	
۴۳	S-92-21		۲۵/۷۵۰	mn	
۴۰	S-91-15		۲۵/۰۰۰	mno	گروه ۳ (نیمه‌متحمل)
۱۸	نیشابور	بهاره	۲۵/۰۰۰	mno	
۱۷	افق	بهاره	۲۴/۰۰۰	mnop	
۵	مهرگان	بهاره	۲۳/۷۵۰	mnop	
۸	گاسپارد	زمستانه	۲۳/۲۵۰	mnop	
۲۶	بهار	بهاره	۲۰/۷۵۰	nopq	
۴	رخشان	بهاره	۱۹/۲۵۰	opq	
۳۲	سیروان	بهاره	۱۸/۷۵۰	pqr	
۴۴	N-91-8		۱۷/۰۰۰	qrs	
۳۶	سیوند	بهاره	۱۵/۷۵۰	qrst	
۳۳	شوش	بهاره	۱۵/۲۵۰	qrst	
۳	سیستان	بهاره	۱۵/۰۰۰	qrstu	
۴۱	S-92-17		۱۳/۰۰۰	rsutv	
۷	برات	بهاره	۱۱/۲۵۰	sutv	
۱۶	گنبد	بهاره	۱۰/۷۵۰	utv	
۲۴	حیدری	بهاره	۱۰/۰۰۰	utv	گروه ۲ (متحمل)
۱	بهاران	بهاره	۹/۲۵۰	uv	
۱۹	دنا	بهاره	۷/۵۰۰	v	

*: گروه‌بندی براساس روش استیودنت‌نیومنز کیلز انجام شد. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در یک گروه قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری ندارند.

حساسیت متوسطی داشتند. به‌طور کلی نحوه پراکندگی ارقام در گروه‌های مختلف در شکل ۵ نشان داده شده است.

تعداد ارقام و لاین‌های امیدبخش که حساسیت یا تحمل بالایی از خود نشان دادند، کمتر از ارقام و لاین‌هایی بود که



شکل ۵- نحوه توزیع ارقام گندم در گروه‌های مختلف، از حساس (گروه ۵) تا متحمل (گروه ۲)

Figure 5. The distribution of wheat cultivars and elite lines in different groups, from sensitive (group 5) to tolerant (group 2)

بیماری برخوردار نبودند. اگرچه تاکنون هیچ گزارشی نیز دال بر یافتن رقم کاملاً مقاوم به این بیماری در دنیا منتشر نشده است. به همین دلیل محققین مختلف به دنبال یافتن متحمل‌ترین ارقام و لاین‌های موجود هستند. در دیگر بررسی‌های انجام شده روی واکنش ارقام و لاین‌های گندم و جو به این بیماری (۲۴،۹،۸،۳،۴) و نیز بیماری‌های قارچی (۲۸،۲۷،۱۲) و نامندی (۳۰) این تنوع در ارقام مختلف گندم دیده شده است. دوویلیه و همکاران (۱۵) تفاوت‌هایی را در شدت بیماری باکتریایی نواری بین ارقام مختلف گندم از نظر میزان حساسیت آنها به عامل این بیماری پیدا کردند. علیزاده و همکاران (۳) از بین ۴۰ رقم گندم ایرانی، ارقام اروند و دیهیم را متحمل‌ترین و ارقام سبلان، اینیا و امید ۲ را حساس‌ترین و بقیه ارقام را بین این دو گروه معرفی کردند. یکی و همکاران (۹) نیز از بین ۵۲ رقم گندم چهار رقم را حساس‌ترین و دو رقم را متحمل‌ترین معرفی نمودند. اقبال رجا و همکاران (۲۲). آدیکاری و همکاران (۱) نیز از مجموع ۶۰۵ نمونه بذر گندم زمستانی مورد ارزیابی تنها ۳۵ مورد را متحمل‌ترین گزارش نمودند. تعداد ۵۷۰ نمونه دیگر همه در درجات پایین‌تری از تحمل به این بیماری قرار گرفتند.

نتایج این تحقیق نشان داد هرچند بیشتر ارقام تجاری گندم مورد بررسی، نسبت به بیماری باکتریایی نواری غلات حساس هستند، ولی در بین آنها ارقام تجاری و لاین‌هایی نیز یافت می‌شود که از مقاومت نسبی خوبی برخوردار بوده و می‌توان آنها را مستقیماً در مناطق آلوده به بیماری کاشت و یا در برنامه‌های به‌نژادی گندم برای تهیه ارقام مقاوم‌تر به این بیماری، مورد استفاده قرار داد.

به‌طور خلاصه از نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان چنین استنتاج نمود که اولاً، واکنش ارقام رایج ایرانی و برخی لاین‌های امیدبخش گندم از حساس تا متحمل، متفاوت و متنوع است. تعداد ارقام و لاین‌های امیدبخش با حساسیت یا تحمل بالا، کمتر از آن‌هایی است که حساسیت متوسطی دارند. ثانیاً، هیچ یک از ارقام مورد بررسی، دارای مقاومت کامل نسبت به این بیماری نیستند. منظور از "مقاومت" در برخی مقالات، که تعدادی از ارقام را در گروهی به نام "مقاوم" جای داده اند (۱،۱۵،۲۴)، همان مقاومت نسبی یا تحمل است. ثالثاً، در ۴۴

این نحوه پراکندگی ارقام در گروه‌های مختلف، با توزیع نسبتاً نرمال در تمامی کارهای مشابه نیز مشاهده شده است (۱۵،۲۴،۱). در تمامی این گزارشات تعداد ارقام خیلی متحمل و خیلی حساس در مقایسه با بقیه گروه‌های میانی (نیمه حساس و نیمه مقاوم) به‌طور چشم‌گیری کمتر است. از طرف دیگر تعداد ژنوتیپ‌هایی که دارای تحمل بیشتری هستند نسبت به آن‌ها که از حساسیت بالاتری برخوردارند کمتر است. به‌طوری‌که واکنش تعداد ۱۸ ژنوتیپ گندم نسبت به این بیماری، متحمل (سه ژنوتیپ) و نیمه‌متحمل (۱۵ ژنوتیپ) است، که نسبت به ژنوتیپ‌هایی (۲۶ ژنوتیپ) که در گروه حساس (سه ژنوتیپ) و نیمه حساس (۲۳ ژنوتیپ) قرار گرفته‌اند، کمتر است. نکته قابل توجه این است که از ۱۸ ژنوتیپ متحمل و نیمه‌متحمل تنها یک ژنوتیپ، زمستانه و بقیه آنها دارای تیپ رویشی بهاره‌اند. در حالی که هشت ژنوتیپ از ۲۶ ژنوتیپ حساس و نیمه حساس از تیپ زمستانه (یا بینابین) هستند. این نتیجه نشان می‌دهد منابع ژنتیکی مناسب برای مقاومت در برابر بیماری نواری غلات، در بین ارقام با تیپ رویشی بهاره، بیشتر یافت می‌شوند. آدیکاری و همکاران (۱) نیز حساسیت بیشتر ارقام زمستانه را به این بیماری، در مقایسه با ارقام بهاره تایید کرده‌اند.

در این تحقیق واکنش ارقام مختلف گندم، براساس میزان گسترش علائم آلودگی در سطح برگ و تعیین میانگین درصد شدت بیماری، مورد ارزیابی قرار گرفت. ارقام مختلف و لاین‌های امیدبخش گندم مقاومت متفاوتی را نسبت به عامل بیماری نشان دادند. برخی از آنها از حساسیت بالایی نسبت به این بیماری برخوردار بودند، مانند ارقام میهن، پیشگام و لاین امیدبخش S-92-19 که بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد سطح برگ‌های آنها آلوده شد و به‌عنوان ارقام و لاین‌های حساس معرفی شدند. در صورتی‌که برخی دیگر تحمل بیشتری در برابر این بیماری از خود نشان دادند، مانند ارقام بهاران، حیدری، گنبد و دنا که بین ۱۰ تا ۲۵ درصد سطح برگ‌های آنها آلوده شد و به‌عنوان ارقام متحمل ارزیابی شدند. البته بیشتر ارقام نسبت به این بیماری دارای حساسیت متوسطی بودند و در گروه‌های نیمه حساس و نیمه مقاوم قرار گرفتند. هیچ یک از ارقام مورد بررسی، از مقاومت کاملی نسبت به این

مطالعات گلخانه‌ای دیگر، نسبت به انجام مطالعات وسیع مزرعه‌ای در اقلیم‌های مختلف کشور، با ارقام و لاین‌های مختلف گندم و آلوده‌سازی بوته‌ها با سوش‌های بیشتر و متنوع‌تر باکتری عامل بیماری و در مراحل مختلف رویشی گیاه، اقدام شود، بدیهی است غربالگری ارقام و لاین‌ها با دقت بیشتر و اطمینان بیشتری صورت خواهد گرفت.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی به‌شماره مصوب ۲-۱۶-۱۶-۰۹۶-۰۹۶-۵۴۸-۹۶ و شماره فروست ۱۸۸۳۵ است. بدینوسیله از مساعدت موسسه تحقیقات گیاهپزشکی در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

رقم و لاین مورد بررسی، تعداد ارقام و لاین‌های متحمل و نیمه‌متحمل به این بیماری کمتر از تعداد ارقام و لاین‌های حساس و نیمه‌حساس است. رابعاً، تمامی ارقام و لاین‌های امیدبخش متحمل و نیمه‌متحمل (به‌جز یک مورد) از تیپ رویشی بهاره اند و تمامی ارقام دارای تیپ رویشی زمستانه (به‌جز یک مورد) در گروه حساس و نیمه‌حساس جای دارند.

از آن‌جاکه این بیماری اولاً، می‌تواند در هر مرحله رویشی گندم، آنرا مورد حمله قرار دهد، ثانیاً، ممکن است واکنش گیاه در مراحل مختلف رویشی، نسبت به این بیماری متفاوت باشد، ثالثاً، گیاه واکنش صددرصد طبیعی خود را در برابر این بیماری، در شرایط کاملاً طبیعی و مزرعه نشان می‌دهد، بنابراین چنانچه با تکیه بر این اطلاعات و بهره‌گیری از نتایج

منابع

- Adhikari, T.B., J.M. Hansen and S. Gurung. 2011. Identification of new sources of resistance in winter wheat to multiple strains of *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa*. *Phytopathology*, 101: 1251-1259.
- Alizadeh, A. and H. Rahimian. 1989. Bacterial Leaf Streak of Graminea in Iran. *EPPO Bulletin*, 19(1): 113-117.
- Alizadeh, A., A. Sarrafi and G. Barrault. 1995. 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.
- Alizadeh, A., A. Sarrafi and G. Barrault. 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., G. Barrault, A. Sarrafi, H. Rahimian and L. Albertini. 1995. 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., G. Dechamp-Guillaume, A. Sarrafi, H. Rahimian and G. Barrault. 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., M. Arlat, C. A. Boucher, G. Barrault and A. Sarrafi. 1997. RFLP Analysis of Iranian strains of *Xanthomonas campestris* from Cereals and Grasses. *Plant Disease*, 81: 31-35.
- Alizadeh, A., V. Benetti, A. Sarrafi, G. Barrault and L. Albertini. 1995. Genetic analysis for partial resistance to an Iranian strain of bacterial leaf streak (*X. campestris* pv. *hordei*) in barley. *Plant Breeding*, 113: 323-326.
- Beiki, F., A. Alizadeh and G. Khodakaramian. 2002. Reaction of *Xanthomonas translucens* pvs. *cerealis* and *translucens* in wheat and barley cultivars. *Journal of Agricultural Science*, 61: 1-11 (In Persian).
- Charkhabi, N.F., N.J. Booher, Z. Peng, L. Wang, H. Rahimian and M. ShamsBakhsh. 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. and B.L. Scolari. 1982. *Xanthomonas campestris* pv. *translucens* on triticale and other small grains. *Phytopathology*. 72: 683-686.
- Dehghan, M.A. and S. Ebrahimneiad. 2017. Evaluation of Resistance and Damage of Fusarium Head Blight in wheat Promising and Advanced Genotypes in Hot and Humid Conditions in North of Iran. *Journal of Crop Breeding*, 8 (20): 151-142 (In Persian).
- Duveiller E. and H. Maraite. 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. 1994. A pictorial series of disease assessment keys for bacterial leaf streak of cereals. *Plant Disease*, 78: 137-141.
- Duveiller, E., M.V. van Ginkel and M. Thijssen. 1993. Genetic analysis of resistance to bacterial leaf streak caused by *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* in bread wheat. *Euphytica*, 66: 35-43.
- Duveiller, E., C. Bragard and H. Maraite. 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, 25- 32 pp.
- Forster, R.L. 1982. The status of black chaff disease in Idaho. Idaho wheat (Dec. issue). Idaho State Wheat Growers Association, Owyhee Plaza Hotel, Boise. 20 pp.

18. Forster, R.L., L. Mihuta-Grimm and N.W. Schaad. 1986. Black chaff of wheat and barley. University of Idaho College of Agriculture Current Information, 784: 2.
19. Gardiner, D.M., N.M. Upadhyaya, J. Stiller, J.G. Ellis, P.N. Dodds and K. Kazan. 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.
20. Habibian, M., A. Alizadeh Aliabadi, J. Hayati and H. Rahimian. 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.
21. Iqbal Raja, N., H. Rashid, M. Haroon, Z. Chaudhry, M. Muqarrabshah and B. Asghary. 2010. Screening of local wheat varieties against bacterial leaf streak caused by different strains of *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* XTU. *Pakistan Journal of Botany*, 423: 1601-1612.
22. Jaenicke, S., B. Bunk, D. Wibberg, C. Spröer, L. Hersemann and J. Blom. 2016. Complete genome sequence of the barley pathogen *Xanthomonas translucens* pv. *translucens* DSM 1874T (ATCC 19319T). *Genome Announcements*, 4: 01334-1416.
23. Jones, L.R., A.G. Johnson and C.S. Reddy. 1917. Bacterial-blight of barley. *Journal of Agricultural Research*, 11: 625-643.
24. Kandel, Y.R., K.D. Glover, C.A. Tande and L.E. Osborne. 2012. Evaluation of spring wheat germplasm for resistance to bacterial leaf streak caused by *Xanthomonas campestris* pv. *translucens*. *Plant Disease*, 96:1743-1748.
25. Kandel, Y.R., K.D. Glover, L.E. Osborne and G.H. Jose. 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.
26. Khaleghi, M., A. Alizadeh Aliabadi, M. Torabi and A. Ghasemi. 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).
27. Kheirgoo, M., N. Panjeke and F.U. Taliev. 2020. Evaluation of resistance to *Zymoseptoria tritici* blotch and Fusarium head blight in some genotypes of bread wheat. *Journal of Crop Breeding*, 12(36): 151-159 (In Persian).
28. Mohajervatan, F., A.A. Nasrollah Nezhad Ghomi, M. Kalate Arabi and M. A. Dehghan. 2017. Evaluation of resistance to leaf rust in some wheat cultivars in field and greenhouse conditions. *Journal of Crop Breeding*, 8(20): 76-70 (In Persian).
29. Osdaghi, E. 2020. *Xanthomonas translucens* pv. *translucens* (bacterial leaf streak of barley). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/56978>.
30. Panjeke, N., N. Ghazalbash, Z. Tanhamaafi, S.K. Sabbagh and M. Esmaeilzadeh Moghaddam. 2019. Evaluation of the resistance of some indigenous wheat genotypes to cereal cyst nematode, *Heterodera Filipjevi*. *Journal of Crop Breeding*, 11(32): 41-48 (In Persian).
31. Peng, Z., Y. Hu, Z. Xie, N. Potnis, A. Akhunova and J. Jones. 2016. Long read and single molecule DNA sequencing simplifies genome assembly and TAL effector gene analysis of *Xanthomonas translucens*. *BMC Genomics*, 17: 21.
32. Peng, Z., Y. Hu, J. Zhang, J.C. Huguet-Tapia, A.K. Block and S. Park. 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.
33. Pesce, C., S. Bolot, E. Berthelot, C. Bragard, S.M. Cunnac Fischer-Le Saux, P. Portier, M. Arlat, L. Gagnevin, M.A. Jacques, L.D. Noël, S. Carrère and R. Koebnik. 2015. Draft genomes sequence of *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* pathotype strain CFBP 2053. *Genome Announc*, 3(5): 01174-15.
34. Pesce, C., S. Bolot, S. Cunnac, P. Portier, M. Fischer-Le Saux and M.A. Jacques. 2015. High quality draft genome sequence of the *Xanthomonas translucens* pv. *cerealis* pathotype strain CFBP 2541. *Genome Announcements*, 3: 01574-1614.
35. Pesce, C., J.M. Jacobs, E. Berthelot, M. Perret, T. Vancheva and C. Bragard. 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.
36. Reddy, C.S., J. Godkin and A.G. Johnson. 1924. Bacterial blight of rye. *Journal of Agricultural Research*, 28(10): 1039-1040.
37. Schaad, N.W. and R.L. Forster. 1985. A semiselective agar medium for isolating *Xanthomonas campestris* pv. *translucens* from wheat seeds. *Phytopathology*, 75(3): 260-263.
38. Tillman, B.L., S.A. Harrison, J.S. Russian and C.A. Clark. 1996. Relationships between bacterial streak and black chaff symptoms in winter wheat. *Crop Science*, 36: 74-78.
39. Wallin, J.R. 1946. Parasitism of *Xanthomonas translucens* (JJ and R.) Dowson on grasses and cereals. *Iowa State College, Journal of Science*, 20: 171-193.
40. Wichmann, F., F.J. Vorholter, L. Hersemann, F. Widmer, J. Blom and K. Niehaus. 2013. The noncanonical type III secretion system of *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* is essential for forage grass infection. *Molecular Plant Pathology*, 14: 576-588.

Screening of Wheat Cultivars and Promising Lines for Response to Bacterial Leaf Streak of Cereal Agent, *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa*

Ali Alizadeh Aliabadi¹, Abolghasem Ghasemi² and Mohammad Razavi³

1- Associate Professor of the Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Tehran, Iran,
(Corresponding Author: aalizadeh1340@yahoo.com)

2 and 3- Assistant Professor and professor of the Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Tehran, Iran

Received: 15 March, 2021 Accepted: 6 October, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: bacterial leaf streak of cereals, which is one of the most important diseases of wheat, was reported in 1987 from Kerman province and then from other parts of Iran. In order to prevent significant damage to this important and strategic crop, it is necessary to select or produce a resistant or tolerant cultivar to this disease, from the available wheat cultivars and lines. For this purpose, a number of promising wheat cultivars and lines have been selected and their response to this disease has been evaluated.

Materials and Methods: In order to screen 37 cultivars and seven promising lines of spring and autumn wheat, for their tolerance to *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa*, the causal agent of bacterial leaf streak of cereal, an experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in the greenhouse. Initially, wheat seedlings with two fully expanded leaves were sprayed with a suspension of nine bacterial isolates from three provinces of Zanjan, Hamadan and Lorestan fields, with a concentration of 10^8 bacteria per ml. Then, their tolerance was evaluated based on the average percentage of leaf contamination. Comparison of means, grouping and ranking of cultivars from the sensitive to the tolerant cultivars were done by *Student–Newman–Keuls* method.

Results: Based on the results, the response of cultivars and promising lines to this disease was different. Mihan and Pishgam cultivars and promising line S-92-19 were placed in group five (with infection of 50.1 to 75% of leaf area), and were evaluated as "susceptible"; Chamran, Saison, Narin, Bam, Khalil, Parsi, Vee-vak, Shabrang, Chamran 2, Zaree, Morvarid, Aflak, Roshan (winter and spring back-crosses), Arak, Cascogen, Orum, Behrang, Pishtaz, Karkheh cultivars and promising lines N-91-17, S-91-13 and S-92-21 were placed in group four (with infection of 25.1 to 50% of leaf area), and were evaluated as "semi-susceptible"; Neishabour, Ofogh, Mehregan, Gaspard, Bahar, Rakhshan, Sirvan, Sivand, Shush, Sistan, Barat, Gonbad and promising lines S-91-15, N-91-8 and S-92-17 were grouped in group three (with infection of 10.1 to 25% of leaf area), and were evaluated as "semi-tolerant"; and Baharan, Heydari and Dena cultivars were placed in group two (with infection of 5.1 to 10% of leaf surface), and were evaluated as "tolerant".

Conclusion: Although most of the wheat cultivars are susceptible to this disease, but cultivars and lines with good relative resistance are also found among them and can be used for planting and/or in wheat breeding programs.

Keywords: Cultivars response, Iran, Resistance, Susceptibility, Wheat