مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۶، شماره ۱، سال ۱۳۸۹

بررسی مقاومت ارقام گندم نان به شته روسی در مراحل رشدی گیاهچه و طویل‌شدن ساقه

Evaluation of Resistance of Bread Wheat Cultivars to Russian Wheat Aphid at Seedling and Stem Elongation Growth Stages

پوریا همدانیان[۱]، عبدالهادی حسین‌زاده[۲]، توحید نجفی میرک[۳] و امیرحسین نوربخش[۴]

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشیار و کارشناس ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
۳- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۹/۲۶

چکیده

همدانیان، پ.، حسین‌زاده، ع.، نجفی میرک، ت.، و نوربخش، ا. ح. ۱۳۸۹ بررسی مقاومت ارقام گندم نان به شته روسی در مراحل رشدی گیاهچه و طویل‌شدن ساقه. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۶: ۴۲ - ۲۷.**

تعداد۲۲رقم گندم نان بهاره به همراه دو رقم شاهد شعله (حساس) و آزادی(مقاوم) در دو مرحله رشدی گیاهچه و طویل شدن ساقه برای مقاومت به شته روسی گندم در گلخانه ارزیابی شدند. از پنج شته بالغ بدون بال به ازاء هرگیاه در هر گلدان برای آلوده‌سازی استفاده شد. صفت درصد کلروز برگ در مراحل گیاهچه و طویل‌شدن ساقه و صفت درصد پیچیدگی برگ در مرحله گیاهچه اندازه‌گیری شدند. پس از برداشت گیاهان صفات مرفولوژیکی و زراعی ارقام نیز اندازه‌گیری شدند. ارقام رسول، مهدوی و اروند بیشترین مقاومت و رقم کارون کمترین مقاومت در آلودگی مرحله گیاهچه‌ای را داشتند. درصد پیچیدگی برگ و کلروز برگ در مرحله آلودگی گیاهچه همبستگی معنی‌داری با هم نداشتند. ارقام آزادی، طبسی، بیات و کویرمقاوم‌ترین و ارقام شعله،کارون، رسول و بولانی حساس‌ترین ارقام در آلودگی مرحله طویل‌شدن ساقه بودند. در آلودگی مرحله طویل‌شدن ساقه، بین صفت درصد کلروز گیاه و صفات دیگر همبستگی معنی‌داری وجود نداشت. آلودگی با شته روسی در مرحله گیاهچه صفات تعداد دانه در سنبله و طول پدانکل را به طور معنی‌داری کاهش داد (به ترتیب ۲۱ و ۲۳ درصد) درحالی که آلودگی در مرحله طویل‌شدن ساقه کاهش معنی‌داری در صفات طول پدانکل و وزن خشک گیاه ایجاد کرد (به ترتیب ۲۰ و ۱۷ درصد). نتایج کلی نشان داد که ارقام گندم در مرحله گیاهچه نسبت به مرحله طویل‌شدن ساقه به آلودگی شته روسی حساس‌تر هستند.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، ارقام، شته روسی، مقاومت، کلروز برگ، پیچیدگی برگ.

نویسنده مسئول: pooria782000@yahoo.com

مقدمه

شته روسی گندم، *Diuraphis noxia* (Homoptera:Aphididae)، یکی از گونه‌های مهم شته‌ها است که برای اولین‌بار در سال ۱۹۰۰ در روسیه مشاهده و شاید به همین دلیل نام شته روسی به آن اطلاق می‌شود (به نقل از Najafi Mirak *et al.*, 2004b). اولین گزارش‌ها از وجود شته روسی در ایران توسط دواچی (Davachi) در سال ۱۳۷۷ و سپس فرحبخش (Farahbakhsh) در سال ۱۳۸۳ منتشر شد. آن‌ها از بروز شته ای به نام *Brodycolus noxia* روی گندم و جو در ورامین، اصفهان، سیرجان و اردکان خبر دادند که احتمالاً همین گونه *D. noxia* بوده است (به‌نقل‌از Shekarian *et al.*, 2001). خسارت گیاهی حاصل از تغذیه شته روسی ترکیب پیچیده‌ای از پاسخ‌های بیوشیمیایی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی است. برخی فاکتورها مثل زمان آلودگی (فصل و مرحله رشدی گیاه) مدت آلودگی، تنش‌های محیطی (به ویژه خشکی) و وضعیت تغذیه‌ای میزبان، روی پاسخ گیاه در برابر خسارت شته روسی تأثیر می‌گذارند. خسارت این حشره در مناطق مختلف و در سال‌های مختلف با توجه به میزبان، اقلیم، شرایط آب و هوایی، کنترل شیمیایی، وضعیت زراعی گیاه میزبان و غیره متفاوت و حتی در بعضی مواقع به صد درصد هم می‌رسد (Najafi Mirak *et al.*, 2004b؛ Randolph *et al.*, 2005؛ Shekarian *et al.*, 2001).

شته روسی گندم معمولاً از برگ‌های نزدیک به انتهای بالایی گیاه شروع به تغذیه می‌کند. بعد از توسعه کلونی، برگ‌ها حالت لوله‌ای به خود گرفته و یک ساختار حفاظتی برای شته‌ها ایجاد می‌کنند. این برگ‌های پیچیده شته‌ها را از شرایط نامساعد آب و هوایی، دشمنان طبیعی و حشره‌کش‌های شیمیایی حفظ می‌کند (نجفی میرک و همکاران، ۲۰۰۴b؛ Westhuizen *et al.*, 1995). این حشره علاوه بر تغذیه مستقیم از شیره گیاهی با تزریق توکسین در محل‌های تغذیه باعث تخریب کلروپلاست گیاهی شده و نوارهای طولی زرد و سفید وگاهی ارغوانی رنگ بر روی برگ‌های گیاه میزبان ایجاد می‌کند، که یکی از علائم تغذیه شته روسی گندم، همین کلروزشدن برگ‌ها است (Du Toit *et al.*, 1989؛ Burd *et al.*, 1992).

مطالعات مختلف نشان داده‌اندکه به طور کلی هر سه مکانیزم مقاومت آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل در مقاومت گندم به شته روسی دخالت دارند ولی سهم آنتی‌بیوز و تحمل در ایجاد مقاومت بیشتر از آنتی‌زنوز است مخصوصاً در مراحل آخر دوره رویشی گیاه آنتی‌بیوز مؤثرتر است، اما مکانیزم‌ها در ارقام مقاوم و در مراحل مختلف رشدی به صور مختلفی ظاهر می‌شوند (Miller *et al.*, 2003؛ Hawley *et al.*, 2003). یکی از مهم‌ترین روش‌های کنترل شته روسی تولید ارقام مقاوم است که از نظر اقتصادی حائز اهمیت زیادی

بوده و به راحتی قابل تلفیق با سایر روش‌های کنترل آفت خواهد بود و برخلاف روش‌های شیمیایی اثر تخریبی روی محیط زیست ندارد (Du Toit, 1989؛ Gray *et al.*, 1990؛ Najafi Mirak *et al.*, 2004c).

یکی از مراحل تولید ارقام مقاوم به آفات ارزیابی منابع گیاهی و شناسایی منابع ژنتیکی مقاومت است. در مواردی که آفت بومی منطقه باشد، همانند شته روسی که بومی جنوب روسیه، افغانستان و بخشی از ایران است، ارزیابی ارقام بومی جهت شناسایی ژن‌های مقاومت ضروری است (Najafi Mirak *et al.*, 2004a؛ Du Toit, 1989a,b). بر خلاف بسیاری از آفات گندم که در مرحله یا مراحل خاصی از دوره رشد گیاه ظاهر می‌شوند، شته روسی در تمام مراحل رشد گیاه در مزارع حضور داشته و ایجاد خسارت می‌کند، در نتیجه واکنش بین حشره و گیاه در مراحل مختلف رشد ممکن است متفاوت باشد (Gray *et al.*, 1990؛ Girma *et al.*, 1993؛ Randolph *et al.*, 2003؛ Miller *et al.*, 2003؛ Arzani, 2007؛ Randolph *et al.*, 2005). تاکنون در ایران مقاومت و اثر متقابل بین گندم و شته روسی فقط در مرحله گیاهچه ارزیابی شده است و اطلاعاتی از واکنش گندم و شته روسی در مراحل دیگر رشدی در دست نیست، بنابراین با تعیین میزان و مکانیسم‌های مقاومت به این آفت در مراحل مختلف رشدی گیاه و شناسایی رابطه بین آن‌ها می‌توان اصلاح برای مقاومت به این آفت را بسیار کارآمد کرد. در همین راستا تحقیق حاضر با اهداف بررسی اثر خسارت شته روسی در مراحل مختلف رشد بر صفات مختلف، بررسی رابطه بین مراحل مختلف رشد گیاه از نظر مقاومت به شته روسی و شناسایی منابع ژنتیکی مقاومت به شته روسی در بین ارقام گندم نان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

بر اساس مناطق آلوده به شته روسی در ایران، ۲۲رقم گندم نان بهاره به همراه دو رقم شاهد مقاوم و حساس برای مقاومت به شته روسی مورد ارزیابی قرارگرفت. از رقم شعله که توسط شکاریان و همکاران (۲۰۰۱) و نجفی میرک و همکاران (۲۰۰۴b) حساس شناخته شده بود به عنوان شاهد حساس و از رقم آزادی که در منابع مذکور به عنوان مقاوم ارزیابی شده بود به عنوان شاهد مقاوم استفاده شد. ارقام مورد استفاده در آزمایش عبارت بودند از آزادی، اروند، البرز، اترک، بولانی، بیات، پنجامو، چناب، داراب۱، روشن، رسول، زاگرس، سرخ تخم، شعله، طبسی، فلات، قدس، کرج۱، کاوه، کویر، کارون، مرودشت، مهدوی و نیک‌نژاد.

آزمایش در قالب طرح دو بار خردشده بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد که در آن مراحل آلودگی در کرت اصلی، شرایط آلودگی (کنترل و آلودگی) در کرت فرعی و ارقام در کرت فرعی جای گرفتند. دو مرحله آلودگی مورد آزمون عبارت

بودند از ۱- مرحله گیاهچه (۱۳-۱۲ زادکس) که در آن گیاهچه‌ها در مرحله دو تا سه برگی بودند و ۲- مرحله شروع طویل‌شدن ساقه (۳۲-۳۰ زادکس) که ارقام در مرحله یک تا دو گره‌ای قرار داشتند (Zadoks *et al.*, 1974).

آزمایش در شرایط گلخانه در دمای $25^{\circ}C$ ۲۵-۲۲، رطوبت نسبی ۵۰-۴۰ درصد و ۱۴ ساعت نور و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد. شته مورد نیاز برای آلودگی از حاشیه مزارع شهرستان قزوین جمع‌آوری و به داخل انکوباتور با شرایط دمای $25\pm1^{\circ}C$، رطوبت ٪۸۵ درصد و ۱۴ ساعت نور و ۱۰ ساعت تاریکی منتقل شد (Gray et al., 1990). برای دست یافتن به تعداد مورد نیاز شته جهت آلودگی گیاهان در مراحل مختلف و ایجاد جمعیت خالص، یک شته روی رقم جو سرارود۱ (رقم حساس) تکثیر شد. تعداد پنج گیاه از هر رقم در یک گلدان سفالی کاشته شد و هر گلدان به عنوان یک واحد آزمایشی در نظرگرفته شد.

برای ایجاد آلودگی پنج عدد شته با استفاده از قلم موی نرم و مرطوب بر روی هر گیاه قرار داده شد. درمرحله گیاهچه، ۲۱ روز بعداز رهاسازی، ارزیابی گیاهان به دو روش کیفی و کمی بر اساس درصد پیچیدگی وکلروز برگ‌ها انجام شد (Najafi Mirak *et al.*, 2004b). در روش کیفی، کلروز برگ‌ها با استفاده از مقیاس نه درجه‌ای وبستر و همکاران (Webster *et al.*, 1987) اندازه‌گیری شد. در روش کیفی برای پیچیدگی برگ‌ها با استفاده از درجه‌بندی‌های استفاده شده قبلی مقاومت ارقام قابل تفکیک نبود بر همین اساس از درجه‌بندی جدیدی که در جدول۱ آمده است استفاده شد.

در روش کمی نسبت سطح پیچیده و سطح کلروزه به سطح کل برگ به صورت درصد محاسبه شد. بعد از ارزیابی صفات، برای از بین بردن شته‌ها گیاهچه‌ها به وسیله سم متاسیستوکس سمپاشی و سپس گیاهان تا مرحله رسیدن کامل بدون آلودگی نگهداری شدند.

در مرحله طویل‌شدن ساقه نیز گیاهان با پنج عدد پوره شته با روش ذکر شده برای مرحله گیاهچه آلوده و پس از ۲۱ روز ارزیابی کلروز به روش کیفی وکمی انجام شد. با توجه به این که تا کنون درجه‌بندی کیفی برای مرحله طویل‌شدن ساقه گزارش نشده است، برای ارزیابی کیفی از مقیاس یک تا پنج که در آن یک معرف ژنوتیپ مقاوم و پنج معرف ژنوتیپ حساس بود استفاده شد. عدم استفاده از مقیاس کلروز مورد استفاده در مرحله گیاهچه برای مرحله طویل‌شدن ساقه به این دلیل بود که در مرحله طویل‌شدن ساقه با پدید آمدن برگ‌ها و پنجه‌ها نمی‌توان همانند مرحله گیاهچه کلروز را ارزیابی کرد. در روش کمی نسبت سطح کلروزه به سطح کل گیاه به شکل درصد انجام شد. بعد از انجام ارزیابی، شته‌ها با استفاده از سم متاسیستوکس حذف و گیاهان تا مرحله رسیدن بدون آلودگی حفظ شدند.

صفات وزن خشک، تعداد پنجه، درصد پنجه بارور، طول پدانکل، قطرپدانکل، طول

جدول ۱- مقیاس استفاده شده برای ارزیابی مقاومت ارقام گندم به شته روسی در مرحله گیاهچه بر اساس کلروز و پیچیدگی برگ (Webster *et al*., 1987)

Table 1. The used scales for evaluation of wheat cultivars resistance to Russian wheat aphid in seedling stage based on leaf chlorosis and leaf rolling(Webster *et al*., 1987)

Score	Leaf rolling	پیچیدگی برگ‌ها	Score	Leaf chlorosis	کلروز برگ‌ها
		کمتر از ۱۰ درصد برگ‌ها پیچیده			گیاه کاملاً سالم
1	<10% of leaves rolled		1	Healthy plant	
		۲۰-۱۰درصد برگ‌ها پیچیده			لکه های زرد مشخص و محدودی روی برگ‌ها
2	10-20% of leaves rolled		2	Prominent chlorosis spots	
		۳۰-۲۰درصد برگ‌ها پیچیده			زردی حداکثر۱۵٪سطح برگ‌ها
3	20-30% of leaves rolled		3	< 15% chlorosis	
		۴۰-۳۰ درصد برگ‌ها پیچیده			زردی ۲۵-۱۵٪ سطح برگ‌ها و کشیدگی لکه ها
4	30-40% of leaves rolled		4	15-25% chlorosis	
		۵۰-۴۰ درصد برگ‌ها پیچیده			زردی ۴۰-۲۵٪ سطح برگ‌ها و لکه های زرد و سفید
5	40-50% of leaves rolled		5	25-40% chlorosis	
		۶۰-۵۰ درصد برگ‌ها پیچیده			زردی ۵۵-۴۰٪ سطح برگ‌ها
6	50-60% of leaves rolled		6	40-55% chlorosis	
		۷۰-۶۰ درصد برگ‌ها پیچیده			زردی ۷۰-۵۵ ٪ سطح برگ‌ها
7	60-70% of leaves rolled		7	55-70% chlorosis	
		۸۰-۷۰ درصد برگ‌ها پیچیده			زردی ۸۵-۵۵ ٪ سطح برگ‌ها
8	70-80% of leaves rolled		8	70-85% chlorosis	
		بیش از٪۸۰ برگ‌ها پیچیده			گیاه مرده یا در حال مرگ
9	> 80% of leaves rolled		9	Represents dead plants	

۲-۱: مقاوم؛ ۴-۳: نیمه مقاوم؛ ۷-۵ : نیمه حساس؛ ۹-۸ : حساس

1-2: Resistant; 3-4: Moderately resistant;
5-7: Moderately susceptible; 8-9: Susceptible

۴-۱:مقاوم؛ ۵ : حد واسط؛ ۹-۶: حساس

1-4: Resistant; 5: Intermediate; 6-9: Susceptible

سنبله، وزن سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن ۵۰ دانه در کدام از گیاهان (آلوده شده و کنترل) در هر گلدان اندازه‌گیری و سپس از میانگین گیاهان هر گلدان برای تجزیه استفاده شد.

تجزیه واریانس بر اساس طرح دوبار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و تجزیه واریانس‌های جداگانه مربوط به مراحل آلودگی بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و مقایسه میانگین‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از روش دانکن انجام شد. قبل از تجزیه واریانس فرضیات آن مورد آزمون قرار گرفت و صفات درصد پنجه بارور، تعداد سنبلچه در سنبله و وزن ۵۰ دانه در طرح دوبار خردشده و صفات طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله در مرحله طویل‌شدن ساقه برای برقراری فرضیات با تبدیل جذری تغییر یافتند. تجزیه خوشه‌ای و ضرایب همبستگی بین

صفات اندازه‌گیری شده در مراحل مختلف آلودگی و شرایط کنترل و آزمون t-student برای مقایسه مراحل آلودگی و شرایط کنترل انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارقام از نظر صفات درصد کلروز و درصد پیچیدگی تفاوت معنی‌داری باهم دارند (جدول ۲).

جدول مقایسه میانگین(جدول ۳) نشان داد که ارقام البرز، اترک، داراب۱ و فلات به طور معنی‌داری درصد پیچیدگی کمتری نسبت به شاهد مقاوم (آزادی) داشتند. این ارقام بر اساس درجه‌بندی جدول۱ دارای نمره کیفی کمتر از۲ بودند که نتیجه روش کمی را مورد تأیید قرار می‌دهد.

ارقام کارون و زاگرس دارای پیچیدگی برگ بیشتر نسبت به شاهد حساس بودند. این ارقام به عنوان ژنوتیپ‌های حساس به شته روسی در مرحله گیاهچه ارزیابی شدند. ارقام شعله (شاهد حساس)، طبسی، زاگرس و کارون بر اساس درجه‌بندی کیفی (جدول ۱) دارای میانگین ۳/۳۳-۴/۶۷ بودند که درگروه نیمه مقاوم جای گرفتند. ارقام زاگرس و شعله در نتایج نجفی‌میرک و همکاران (۲۰۰۴a) در گروه حساس جای گرفته بودند. با توجه به میانگین درصد پیچیدگی ارقام (۱۹/۹۷) می‌توان نتیجه گرفت که جمعیت شته به کار رفته پیچیدگی بالایی را در ارقام ایجاد نکرد و با در نظر گرفتن درجه‌بندی کیفی، ارقام مورد آزمایش از نظر درصد پیچیدگی در گروه نیمه‌مقاوم تا مقاوم قرارگرفتند ولی تفاوت معنی‌داری با یک دیگر داشتند. ارقام از نظر میزان کلروز برگ نیز با هم تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که رقم آزادی (شاهد مقاوم) دارای کمترین مقدار کلروز برگ بود و با ارقام کاوه، اترک، اروند، مهدوی و رسول تفاوت معنی‌داری نداشت. شکاریان و همکاران (۲۰۰۱) و نجفی‌میرک و همکاران (۲۰۰۴ a,b) نیز مقاومت رقم آزادی به شته روسی را گزارش داده بودند.

ارقام بولانی و نیک نژاد بیشترین مقدار کلروز برگ را از خود نشان دادند و با رقم شاهد حساس تفاوت معنی‌داری نداشتند. بر اساس درجه‌بندی وبستر و همکاران (Webster *et al.*, 1987) در جدول۱، بیشتر ارقام در گروه نیمه مقاوم تا نیمه حساس جای گرفتند و ارقام خیلی حساس و خیلی مقاوم در بین ارقام دیده نشد. ارقام مرودشت، روشن و زاگرس بر اساس این درجه‌بندی در گروه نیمه مقاوم قرار داشتند.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس صفات درصد پیچیدگی و درصد کلروز برگ با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در شکل۱ نشان داده شده است. با خط برش در فاصله پنج، ارقام در چهار گروه،

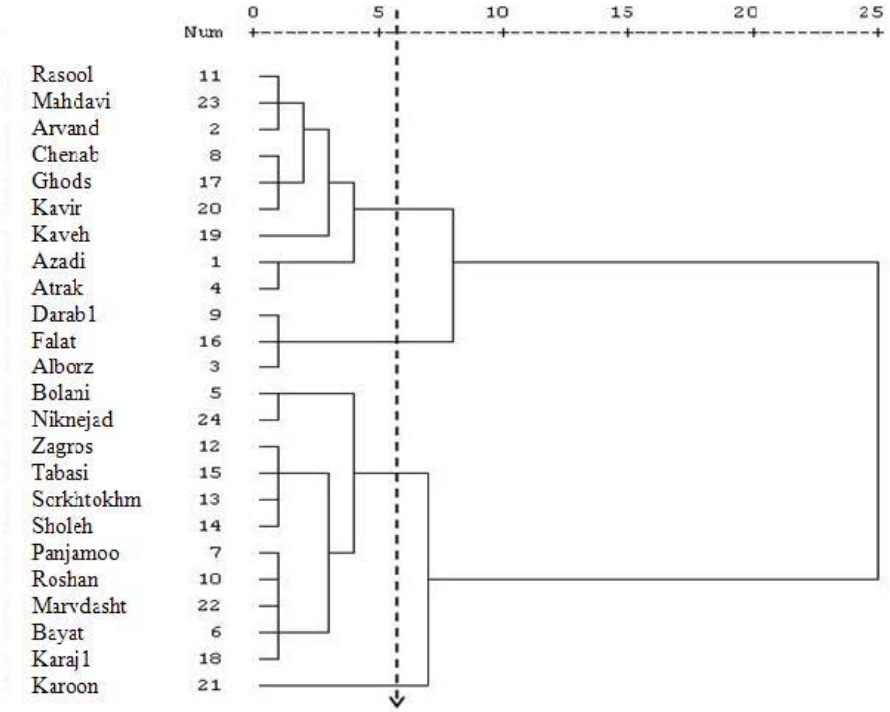
جدول ۲- تجزیه واریانس برای صفات درصد کلروز برگ، درصد پیچیدگی برگ و درصد کلروز گیاه ارقام گندم در آلودگی با شته روسی در مراحل گیاهچه و طویل شدن ساقه

Table 2. Analysis of variance for leaf and plant chlorosis and leaf rolling percentage on wheat cultivars under infestation with Russian wheat aphid at seedling and stem elongation stages

S. O. V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS درصد کلروز برگ+ Percent of leaf chlorosis+	درصد پیچیدگی برگ+ Percent of leaf rolling+	درصد کلروز گیاه++ Percent of plant chlorosis++
Replication	تکرار	2	27.540ns	5.520ns	28.08ns
Cultivar	ارقام	23	113.178**	225.197**	819.75**
Error	اشتباه	46	21.91	7.176	27.29

+Infestation at seedling stage
++ Infestation at stem elongation stage
Ns and ** : Not-significant and significant at the 1% level, respectively.

+ آلودگی در مرحله گیاهچه
++ آلودگی در مرحله طویل‌شدن ساقه
ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪



شکل۱- گروه بندی ارقام گندم با استفاده از تجزیه خوشه ای بر اساس صفات درصد پیچیدگی و درصد کلروز برگ درآلودگی با شته روسی در مرحله گیاهچه

Fig. 1. Classification of wheat cultivars using cluster analysis based on leaf chlorosis percentage and leaf rolling percentage under infestation with Russian wheat aphid at seedling stage

جدول ۳- مقایسه میانگین ارقام گندم برای صفات درصد کلروز و درصد پیچیدگی در آلودگی با شته روسی در مرحله گیاهچه و صفت کلروز گیاه در آلودگی مرحله طویل‌شدن ساقه

Table 3. Mean comparison of leaf and plant chlorosis and leaf rolling percentage in wheat cultivars under infestation with Russian wheat aphid at seedling and stem elongation stages

	آلودگی مرحله طویل‌شدن ساقه Stem elongation stage		آلودگی مرحله گیاهچه Seedling stage			
	Plant chlorosis کلروز گیاه		Leaf chlorosis کلروز برگ		Leaf rolling پیچیدگی برگ	
ارقام Cultivars	درصد Percent	نمره Score	درصد Percent	نمره Score	درصد Percent	نمره Score
Azadi	0.68	12.50i	2.00	12.47lm	3.40	17.97h
Arvand	2.75	46.67bc	2.33	18.47ijk	3.75	24.55efgh
Alborz	1.38	28.50efg	1.00	5.61n	4.85	36.83ab
Atrak	3.08	50.94bc	1.33	7.31n	4.10	20.92fgh
Bolani	3.42	56.03b	2.67	23.31efghi	5.19	41.89a
Bayat	0.82	13.28i	2.33	19.42hij	4.55	28.92bcdef
Panjamoo	1.36	27.22efgh	3.00	23.13efghi	4.73	31.40bcde
Chenab	1.36	20.22ghi	2.00	14.25kl	4.77	30.50bcde
Darab1	3.00	52.07bc	1.67	9.33mn	4.90	35.11abcd
Roshan	2.28	27.41efgh	2.67	22.56fghi	4.87	30.33bcde
Rasool	3.50	56.33b	2.00	17.38jk	4.23	25.10efgh
Zagros	2.25	44.17cd	3.67	31.64b	4.65	29.78bcde
Sorkhtokhm	1.85	33.79ef	3.00	25.67cdef	4.83	34.53abcd
Sholeh	4.42	65.17a	3.33	29.94bc	4.68	34.56abcd
Tabasi	1.12	12.75i	3.33	28.39bcd	4.81	30.92bcde
Falat	1.78	25.54fgh	1.33	7.43n	4.92	31.72bcde
Ghods	2.69	35.83de	2.00	16.00jkl	4.52	31.56bcde
Karaj1	0.89	20.81ghi	2.33	19.67ghij	5.11	35.97abc
Kaveh	0.95	18.50hi	3.00	21.33defgh	3.47	19.42gh
Kavir	0.73	16.00i	2.00	13.50klm	3.69	26.78defg
Karoon	3.42	56.33b	4.67	41.31a	4.23	27.22cdefg
Marvdasht	2.75	46.85bc	3.00	25.58defg	4.93	30.83bcde
Mahdavi	2.15	26.72efgh	2.33	17.45jk	3.98	25.00efgh
Niknejad	3.25	52.45bc	3.00	28.03bcde	4.93	41.42a

مقاوم شامل ارقام رسول، مهدوی، اروند، چناب، قدس، کویر، کاوه، آزادی و اترک، نیمه مقاوم شامل ارقام داراب۱، فلات و البرز، نیمه حساس شامل ارقام بولانی، نیک نژاد، زاگرس، طبسی، سرخ تخم، شعله، پنجامو، روشن، مرودشت، بیات و کرج۱ و حساس شامل رقم کارون قرار گرفتند. ارقام مهدوی، کویر، آزادی در گروه مقاوم و رقم زاگرس در گروه نیمه‌حساس و ارقام شعله و مرودشت در گروه نیمه‌حساس قرار گرفتند. عدم تطابق کامل نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات قبلی ممکن است به دلیل تفاوت بیوتیپی در دو جمعیت شته مورد استفاده باشد هر چند که تاکنون بیوتیپ‌های مشخص برای شته روسی در ایران شناسایی نشده است. در سال ۲۰۰۴ بیوتیپ جدید شته روسی در کلرادو آمریکا شناسایی شد(Haley *et al.*, 2004).

در این مرحله ضریب همبستگی منفی معنی‌دار بین درصد کلروز برگ با صفات تعداد سنبلچه در سنبله (r=-۰/۴۸) و قطر پدانکل (r=-۰/۴۸) نشان‌دهنده تأثیر معکوس کلروز برگ ناشی از تغذیه شته روسی بر روی صفات تعداد سنبلچه در سنبله و قطر پدانکل بود. ضریب همبستگی معنی‌داری بین درصد پیچیدگی و صفات دیگر به دست نیامد (جدول ۴). عدم وجود ضریب همبستگی معنی‌داری بین دو جزء مقاومت یعنی میزان پیچیدگی برگ و میزان کلروز برگ بیانگر این نکته است که غربال برای هر کدام از این صفات به تنهایی نمی‌تواند منجر به شناسایی ارقام مقاوم شود.

مشاهدات این پژوهش نشان داد که علائم پیچیدگی و کلروز برگ‌ها مشابه یکدیگر اتفاق نمی‌افتد، یعنی ژنوتیپی که دارای کلروز بالا است ممکن است پیچیدگی کمی داشته باشد و بالعکس. این امر باعث می‌شود استفاده از درجه‌بندی‌هایی که هر دوی این صفات همزمان در نظر گرفته می‌شوند مثل درجه‌بندی دوتویت (Du Toit, 1989a)، درجه‌بندی که در آن میزان پیچیدگی برگ‌ها و میزان کلروز برگ‌ها به طور یک جا با یک درجه مشخص می‌شود، برای ارزیابی مقاومت ارقام از دقت کافی برخوردار نباشد، بنابراین برای رسیدن به نتیجه مطلوب در ارزیابی‌ها بهتر است از هر دوصفت استفاده شود و رقمی به عنوان مقاوم معرفی شود که هم میزان پیچیدگی برگ کمتر وهم کلروز برگ کمتری داشته باشد.

آلودگی در مرحله طویل‌شدن ساقه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارقام از نظر صفت درصد کلروز برگ در مرحله طویل‌شدن ساقه تفاوت معنی‌داری با هم دارند (جدول ۲). مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که رقم شعله دارای بیشترین مقدار کلروز است و ارقام آزادی، طبسی، بیات وکویر دارای کمترین مقدار کلروز بودند.

بعد از رقم شعله، ارقام کارون، رسول و بولانی نیز دارای درصد کلروز بالایی بودند. با توجه به گروه‌بندی ارقام بر اساس درصد کلروز و پیچیدگی برگ در مرحله گیاهچه ارقام شعله، کارون و بولانی همانند مرحله گیاهچه در گروه

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه گندم در آلودگی مرحله گیاهچه با شته روسی(n-2=22)

Table 4. Correlation coefficients of studied traits in wheat under infestation with Russian wheat aphid at seedling stage(n-2=22)

Traits	صفات	وزن خشک Dry weight	تعداد پنجه Tiller number	درصد پنجه بارور Fertile tiller	طول پدانکل Peduncle length	قطر پدانکل Peduncle diameter	طول سنبله Spike length	وزن سنبله Spike weight	تعداد سنبلچه درسنبله Spikelet number per spike	دانه در سنبله Grain number per spike	وزن ۵۰ دانه Grain weight	کلروز برگ Leaf chlorosis
Leaf chlorosis	کلروز برگ	-0.01^{ns}	0.08 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	0.01 ^{ns}	-0. 48*	-0.21 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	-0.48*	-0.34 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	
Leaf rolling	پیچیدگی برگ	0.25 ^{ns}	0.04 ^{ns}	-0.20 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-0.28 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.23 ^{ns}	0.13 ^{ns}	0.15 ^{ns}

جدول ۵- تجزیه واریانس برای صفات مختلف ارقام گندم در طرح دوبار خردشده با فاکتورهای مرحله آلودگی(گیاهچه و طویل‌شدن ساقه)، شرایط آلودگی(آلودگی و عدم آلودگی) و ارقام

Table 5. Analysis of variance for different traits in wheat cultivars in split split plot design with infestation stage (seedling and stem elongation), infestation circumstances (infestation and non-infestation) and cultivar factors

			میانگین مربعات (MS)										
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	وزن ۵۰ دانه 50 Grain weight	دانه در سنبله Grain number per spike	تعداد سنبلچه در سنبله Spikelet number per spike	وزن سنبله Spike weight	طول سنبله Spike length	قطر پدانکل Peduncle diameter	طول پدانکل Peduncle length	درصد پنجه بارور Fertile tiller percentage	تعداد پنجه Tiller number	وزن خشک Dry weight
Rep.	تکرار	2	0.036^{ns}	22.142^{ns}	3.087^{ns}	0.043^{ns}	148.12^{ns}	0.060^{ns}	59.096^{ns}	123.68^{ns}	0.405^{ns}	0.160^{ns}
Infestation Stage (S)	مرحله آلودگی	1	0.001^{ns}	130.371*	6.450*	0.019^{ns}	251.33^{ns}	0.020^{ns}	36.822^{ns}	959.77**	2.446*	1.520^{ns}
Error a	خطا	2	0.002	2.434	0.171	0.005	150.08	0.022	46.507	6.86	0.029	0.109
Infestation,control(IC)	شرایط آلودگی	1	0.429**	164.968**	11.818**	0.192**	115.70^{ns}	0.154^{ns}	13160.900**	3071.26*	0.215^{ns}	0.899*
S × IC	شرایط آلودگی×مرحله آلودگی	1	0.001^{ns}	130.371**	6.450**	0.017^{ns}	251.33^{ns}	0.020^{ns}	36.822^{ns}	959.76^{ns}	2.446^{ns}	1.520**
Error b	خطا	4	0.007	3.950	0.221	0.006	101.16	0.032	95.571	304.03	0.427	0.070
Cultivar(C)	ارقام	23	0.801**	180.642**	25.174**	0.156**	446.89**	0.0192**	2486.980**	3067.92**	1.127**	0.650**
C × S	ارقام×مرحله آلودگی	23	0.095**	30.811**	7.874**	0.031**	172.77**	0.074**	418.034**	268.64**	0.148*	0.143**
C × IC	ارقام×شرایط آلودگی	23	0.157**	98.567**	10.077**	0.091**	150.30*	0.102**	1534.480**	973.34**	0.296**	0.440**
C × IC × S	ارقام×آلودگی×مرحله آلودگی	23	0.095**	30.811**	7.874**	0.031**	172.77**	0.074**	418.034**	268.64**	0.148*	0.143**
Error c	خطا	184	0.018	6.081	2.433	0.005	87.92	0.028	59.545	108.22	0.081	0.033

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

حساس و نیمه حساس قرار گرفتند. اگر به میانگین نمره کیفی ارقام برای صفت درصد کلروز گیاه در جدول ۳ توجه شود مشاهده می‌شود که ارقام آزادی، کویر، بیات، کاوه و کرج۱ درگروه مقاوم، ارقام طبسی، چناب، فلات، پنجامو، البرز و سرخ‌تخم در گروه نسبتاً مقاوم، ارقام مهدوی، روشن، قدس، زاگرس، اروند و مرودشت در گروه نسبتاً حساس و ارقام اترک، نیک نژاد، داراب۱، بولانی، رسول، کارون و شعله در گروه حساس قرار گرفتند.

همبستگی معنی‌داری بین درصد کلروز با صفات دیگر دیده نشد. عدم همبستگی معنی‌دار بین درصد کلروز و صفات مورد بررسی ممکن است به علت مدت کوتاه آلودگی باشد که دراین مدت صفات تحت تأثیر تغذیه شته قرار نگرفته‌اند.

تجزیه واریانس طرح دوبار خرد شده (جدول ۵) نشان داد که اثر کلیه منابع تغییر در صفات تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بودند. در صفات وزن خشک، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله اثر متقابل شرایط آلودگی×مرحله آلودگی معنی‌دار بودند. اثر متقابل ارقام×مرحله آلودگی در کلیه صفات معنی‌دار بود. صفات تعداد پنجه، طول و قطر پدانکل در شرایط آلودگی و عدم آلودگی تفاوت معنی‌داری نداشتند.

در مقایسات میانگین مراحل آلودگی برای صفات مختلف (جدول۶)، تفاوت معنی‌داری بین مراحل آلودگی برای صفت وزن خشک وجود نداشت، در حالی که میلر و همکاران (Miller *et al*., 2003) گزارش دادند که وزن تازه در آلودگی مراحل مختلف رشدی کاهش می‌یابد و بیشترین کاهش در آلودگی مرحله گیاهچه دیده می‌شود، نتایج گِرِی و همکاران (Gray *et al*., 1990) نشان داد که در آلودگی مرحله غلاف‌دهی، وزن ریشه افزایش می‌یابد. همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود بین میانگین صفت تعداد پنجه در مراحل مختلف آلودگی اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

آلودگی در مرحله گیاهچه منجر به کاهش بیشتر درصد پنجه بارور شد، این درحالی است که گِرِی و همکاران (Gray *et al*., 1990) گزارش دادند تعداد پنجه در مراحل گیاهچه، پنجه‌دهی و غلاف‌دهی تحت تأثیر آلودگی شته روسی قرار نمی‌گیرد ولی نتایج تحقیقات میلر و همکاران (Miller *et al*., 2003) نشان داده است که تولید پنجه در گیاهان آلوده شده در مرحله گیاهچه کاهش و در مراحل پنجه‌دهی و طویل‌شدن ساقه افزایش می‌یابد و این با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

درصفات طول پدانکل، قطر پدانکل و طول سنبله تفاوت معنی‌دار بین دو مرحله آلودگی مشاهده نشد. میلر و همکاران (Miller *et al*., 2003) گزارش دادند طول سنبله در آلودگی با شته روسی در مراحل مختلف رشدی گیاه کاهش می‌یابد و این کاهش در مراحل گیاهچه و پنجه‌دهی بیشتر از سایر مراحل است. دو مرحله آلودگی تفاوت معنی‌داری برای

صفت وزن سنبله نداشتند، ولی میانگین صفت تعداد سنبلچه در سنبله در آلودگی مرحله طویل‌شدن ساقه بیشتر از مرحله گیاهچه بود. این نتایج مشابه گزارش میلر و همکاران (۲۰۰۳) بود، آن‌ها گزارش دادند که تعداد سنبلچه در سنبله در آلودگی مراحل گیاهچه و پنجه‌دهی کاهش و در مرحله طویل‌شدن ساقه و غلاف‌دهی کمی افزایش می‌یابد. در تعداد دانه در سنبله در گیاهان آلوده به شته در مرحله طویل‌شدن ساقه بیشتر از مرحله گیاهچه بود و این نشان می‌دهد که تعداد دانه در سنبله همانند تعداد سنبلچه در سنبله بیشتر تحت تأثیر آلودگی در مرحله گیاهچه قرار می‌گیرند.

مقایسه میانگین بین شرایط کنترل (بدون آلودگی) و مراحل آلودگی به شته روسی برای صفات مختلف گندم به وسیله t-student (جدول ۷) نشان داد در شرایط آلودگی مرحله گیاهچه فقط میانگین صفات تعداد پنجه، طول پدانکل وتعداد دانه در سنبله با شرایط کنترل تفاوت معنی‌داری دارند. صفات طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله در شرایط آلودگی در مرحله گیاهچه نسبت به شرایط کنترل کاهش یافتند، ولی صفت تعداد پنجه در مرحله آلودگی گیاهچه نسبت به شرایط کنترل افزایش یافت که ممکن است تغذیه شته از برگ‌های اولیه باعث تحریک تولید پنجه‌های ثانویه شده که منجر به افزایش تعداد پنجه‌ها شده باشد. مقایسه بین شرایط عدم آلودگی و آلودگی مرحله طویل‌شدن ساقه نشان داد که نمونه‌ها در دو صفت وزن خشک و طول پدانکل با یک دیگر تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۷). هردو صفت نسبت به شرایط کنترل کاهش یافته بودند. نتایج گزارش شده توسط میلر و همکاران (Miller *et al.*, 2003) نیز نشان داده است که صفات وزن تازه و طول سنبله بر اثر آلودگی مرحله طویل‌شدن ساقه کاهش و صفات تعداد پنجه و تعداد سنبلچه در سنبله افزایش می‌یابد.

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که واکنش ارقام مختلف گندم بهاره به آلودگی در مراحل گیاهچه و طویل‌شدن ساقه متفاوت است. دلیل این امر احتمالاً تظاهر متفاوت مکانیسم‌های مقاومت در مراحل مختلف رشدی در گیاهان حساس و مقاوم است (Gray *et al.*, 1990؛ Miller *et al.*, 2003). صفات مورد بررسی در آلودگی مراحل مختلف به اشکال متفاوتی تحت تاثیر قرار می‌گیرند. آلودگی در مراحل ابتدایی رشد نمی‌تواند روی صفات تولید مثلی تأثیرگذار باشد و تأثیر آن روی وضعیت رشدی گیاه خواهد بود، اما اگر خسارت شته روسی در مراحل ابتدایی رشد با تنش‌های محیطی همراه شود باعث خسارت زیادی به گیاه و عملکرد می‌شود.

نتایج همچنین نشان داد که ارقام رسول، مهدوی و اروند دارای بیشترین مقاومت و رقم کارون دارای بیشترین حساسیت در آلودگی مرحله گیاهچه، و ارقام آزادی، طبسی، بیات و کویر مقاوم‌ترین و ارقام شعله، کارون، رسول و بولانی حساس‌ترین ارقام در آلودگی مرحله

جدول۶- مقایسه میانگین صفات مختلف در آلودگی با شته روسی در مراحل گیاهچه و طویل‌شدن ساقه گندم

Table 6. Mean comparison of studied traits in wheat under infestation with Russian wheat aphid at seedling and stem elongation stage

مرحله آلودگی	وزن ۵۰ دانه	دانه در سنبله	تعداد سنبلچه درسنبله	وزن سنبله	طول سنبله	قطر پدانکل	طول پدانکل	درصد پنجه بارور	تعداد پنجه	وزن خشک
Infestation stage	50 Grain weight(g)	Grain number per spike	Spikelet number per spike	Spike weight(g)	Spike length(mm)	Peduncle diameter(mm)	Peduncle length(mm)	Fertile tiller (%)	Tiller number	Dry weight(g)
Seedling	گیاهچه	1.03a	12.57b	0.46a	65.72a	1.44a	54.83a	63.66b	1.77a	1.53a
Stem elongation	طویل‌شدن ساقه	1.03a	12.87a	0.48a	63.85a	1.45a	55.55a	67.31a	1.59b	1.38a

جدول۷- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی گندم در مراحل مختلف آلودگی با شته روسی(گیاهچه و طویل‌شدن ساقه) و شرایط کنترل به وسیله آزمونt-student

Table 7. Mean comparison of studied traits in wheat under infestation with Russian wheat aphid and non-infestation (control) at different growth stages (seedling and stem elongation) using t-student test

		Mean infestation میانگین آلودگی			Mean infestation میانگین آلودگی		
Traits	صفات	کنترل Control	مرحله طویل شدن ساقه Stem elongation	1	کنترل Control	مرحله طویل شدن ساقه Stem elongation	1
Dry weight (g)	وزن خشک	1.510	1.543	-0.302^{ns}	1.510	1.252	3.089^{*}
Tiller number	تعداد پنجه	1.655	1.895	-2.026^{*}	1.655	1.526	1.300^{ns}
Fertile tiller (%)	درصد پنجه بارور	68.748	58.566	1.668^{ns}	68.748	65.867	0.552^{ns}
Peduncle length (mm)	طول پدانکل	61.960	47.713	2.839^{*}	61.960	49.142	1.971^{*}
Peduncle diameter (mm)	قطر پدانکل	1.423	1.453	-0.530^{ns}	1.423	1.487	-1.183^{ns}
Spike length (mm)	طول سنبله	65.422	64.355	0.376^{ns}	65.422	62.909	0.977^{ns}
Spike weight (g)	وزن سنبله	0.495	0.470	0.405^{ns}	0.495	0.465	0.617^{ns}
Spikelet number per spike	تعداد سنبلچه در سنبله	12.621	12.625	-0.007^{ns}	12.621	13.113	-0.840^{ns}
Grain number per spike	تعداد دانه در سنبله	13.661	10.794	2.009^{*}	13.661	13.496	0.101^{ns}
50 Grain weight (g)	وزن ۵۰ دانه	1.067	0.985	0.935^{ns}	1.067	0.994	0.791^{ns}

ns and * : Not significant and significant at the 5% probability level, respectively. ns و* : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال۵٪.

طویل‌شدن ساقه بودند. آلودگی با شته روسی در مرحله گیاهچه، صفات تعداد دانه در سنبله و طول پدانکل را به طور معنی‌داری کاهش داد درحالی که آلودگی در مرحله طویل‌شدن ساقه کاهش معنی‌داری در صفات طول پدانکل و وزن خشک گیاه ایجاد نشد. انتظار می‌رود آلودگی در مراحل انتهایی رشد مثل مراحل طویل‌شدن ساقه بر انتقال شیره پرورده و کربوهیدرات‌های ذخیره در برگ‌ها و ساقه به سنبله اختلال ایجاد کند و باعث تغییر در صفاتی مثل وزن و تعداد دانه، طول و وزن سنبله و قطر و طول پدانکل و در ارقام حساس این صفات را کاهش و درنتیجه عملکرد را کاهش دهد. در این تحقیق صفت طول پدانکل بر اثر تغذیه شته روسی در آلودگی مراحل گیاهچه و طویل‌شدن ساقه کاهش یافت که و در آزمایش‌های بعدی می‌توان از آن برای شناسایی ارقام مقاوم استفاده کرد.

References

Arzani, A. 2007. Efficency of market-assisted selection for a Russian wheat aphid resistance gene in Wheat. Seed and Plant 23:101-112 (in Farsi).

Burd, J. D., and Burton, R. L. 1992. Characterization of plant damage by Russian wheat aphid. Journal of Economic Entomology 85:2017-2022.

Du Toit, F. 1989a. Components of resistance in three bread wheat lines to Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) in South Africa. Journal of Economic Entomology 82:1779-1781.

Du Toit, F. 1989b. Inheritance of resistance in two *Triticum aestivum* lines to Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology 82:1251-1253.

Girma, M., Wilde, G. E., and Harvey, T. L. 1993. Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) affects yield and quality of wheat. Journal of Economic Entomology 86:594-601.

Gray, M. E, Hein, G. L., Walgenbach, D. D., and Elliott, N. C. 1990. Effects of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on winter and spring wheat infested during different plant growth stages under greenhouse conditions. Journal of Economic Entomology 83: 2434-2442.

Haley, S. D., Peairs, F. B., Walker, C. B., Rudolph, J. B., and Randolph, T. L. 2004. Occurrence of a new Russian wheat aphid biotype in Colorado. Crop Science 44: 1589-1592

Hawley, C. J., Peairs, F. B., and Randolph, T. L. 2003. Categories of resistance at different growth stage in Halt, a winter wheat resistant to Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology 96: 214-219.

Miller, H. R., Randolph, T. L., and Peairs, F. B. 2003. Categories of resistance at four growth stages in three wheats resistant to the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology 96: 673-679.

Najafi Mirak, T., Hosseinzadeh, A., Zali, A., Zeinali, H., Saidi, A., and Rassoulian, G. R. 2004a. Inheritance of resistance to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*(Mordvilko), based on leaf rolling in wheat. Seed and Plant 20: 245-257 (in Farsi).

Najafi Mirak, T., Zali, A., Hosseinzadeh, A., Rassoulian, G. R., and Saidi, A. 2004b. Evaluation of resistance to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) in durum and bread wheats. Journal of Agriculture and Natural Resource 7(4):115-127 (in Farsi).

Najafi Mirak, T., Zali, A., Hosseinzadeh, A., Saidi, A., and Rassoulian, G. R. 2004c. Inheritance and allelism of resistance to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*(Mordvilko) in Iranian wheat cultivars. International Journal of Agriculture and Biology 6: 525-528.

Randolph, T. L., Peairs, F. B., Kroenning, M. K., Armstrong, J. S., Hammon, R. W., Walker C. B., and Quick, J. K. 2003. Plant damage and yield response to the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on susceptible and resistant winter wheats in Colorado. Journal of Economic Entomology 96: 352-360.

Randolph, T. L., Peairs, F. B., Kock, M., Walker,C. B., Stabs, J. R., Quick, J. S., and Haley, S. D. 2005. Yield response and categories of resistance to Russian wheat aphid in four *Dn4* hard red winter wheat cultivars. Journal of Economic Entomology 98: 588-594.

Shekarian, B., Rassoulian, G. R., and Azemayesh Fard, P. 2001. Screening of different varities of wheat to find resistance sources to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*(Mordvilko). Iranian Journal of Agricultural Sciences 32: 253-237 (in Farsi).

Webster, J. A., Starks, K. J., and Burton, R. L. 1987. Plant resistance studies with the *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae), a new United States wheat pest. Journal of

Economic Entomology 80: 944-949

Westhuizen, A. J. 1995. Biochemical and physiological response of Resistant and susceptible wheat to Russian wheat aphid infestation. Cereal Research Communications 23: 312-315.

Zadoks, J. C., Chang, T. T., and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Research 14:415-421.