

## بررسی مقاومت ارقام گندم نان به شته روسی در مراحل رشدی گیاهچه و طول شدن ساقه

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

پوریا همدانیان<sup>۱</sup>، عبدالهادی حسین‌زاده<sup>۲</sup>، توحید نجفی میرک<sup>۳</sup> و امیرحسین نوربخش<sup>۴</sup>

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 پذیرش: ۱۳۸۸/۹/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۹/۱۰

#### 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 طول شدن ساقه. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۶: ۴۲-۲۷.

تعداد ۲۲ رقم گندم نان بهاره به همراه دو رقم شاهد شعله (حساس) و آزادی (مقاوم) در دو مرحله رشدی گیاهچه و طول شدن ساقه برای مقاومت به شته روسی گندم در گلخانه ارزیابی شدند. از پنج شته بالغ بدون بال به ازاء هر گیاه در هر گلدان برای آلوده‌سازی استفاده شد. صفت درصد کلروز برگ در مراحل گیاهچه و طول شدن ساقه و صفت درصد پیچیدگی برگ در مرحله گیاهچه اندازه‌گیری شدند. پس از برداشت گیاهان صفات مورفولوژیکی و زراعی ارقام نیز اندازه‌گیری شدند. ارقام رسول، مهدوی و ارونند 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، طبری، بیات و کویرمقاوم‌ترین و ارقام شعله، کارون، رسول و بولانی حساس‌ترین ارقام در آلودگی مرحله طول شدن ساقه بودند. در آلودگی مرحله طول شدن 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) در حالی که آلودگی در مرحله طول شدن 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 طول شدن ساقه به آلودگی شته روسی حساس‌تر هستند.

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

## مقدمه

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 و گاهی ارغوانی رنگ بر روی برگ‌های گیاه میزبان ایجاد می‌کند، که یکی از علائم تغذیه شته روسی گندم، همین کلروز شدن برگ‌ها است (Du Toit *et al.*, 1989؛ Burd *et al.*, 1992).

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که 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

شته روسی گندم، *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae)، یکی از گونه‌های مهم شته‌ها است که برای اولین بار 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 وجود در ورامین، اصفهان، سیرجان و اردکان خبر دادند که احتمالاً همین گونه *D. noxia* بوده است (به نقل از 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).

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، ۲۲ رقم گندم نان بهاره به همراه دو رقم شاهد مقاوم و حساس برای مقاومت به شته روسی مورد ارزیابی قرار گرفت. 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، داراب ۱، روشن، رسول، زاگرس، سرخ تخم، شعله، طوسی، فلات، قدس، کرج ۱، 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

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; Randolph et al., 2003; Girma et al., 1993; Arzani, 2007; Miller et al., 2003; 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

درجه‌بندی‌های استفاده شده قبلی مقاومت ارقام قابل تفکیک نبود بر همین اساس از درجه‌بندی جدیدی که در جدول ۱ 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 طویل شدن 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 و کمی انجام شد. با توجه به این که تا کنون درجه‌بندی کیفی برای مرحله طویل شدن 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 طویل شدن ساقه به این دلیل بود که در مرحله طویل شدن 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، قطر پدانکل، طول

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

آزمایش در شرایط گلخانه در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  -۲۲، رطوبت نسبی ۴۰-۵۰ 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  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ، 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 سرارود ۱ (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 نظر گرفته شد.

برای ایجاد آلودگی پنج عدد شته با استفاده از قلم موی نرم و مرطوب بر روی هر گیاه قرار داده شد. در مرحله گیاهچه، ۲۱ روز بعد از رهاسازی، ارزیابی گیاهان به دو روش کیفی و کمی بر اساس درصد پیچیدگی و کلروز 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

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

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

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

۱-۴: مقاوم؛ ۵: حد واسط؛ ۶-۹: حساس

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

تصادفی با سه تکرار و مقایسه میانگین‌ها برای صفات اندازه گیری 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 طویل شدن ساقه برای برقراری فرضیات با تبدیل جذری تغییر یافتند. تجزیه خوشه‌ای و ضرایب همبستگی بین

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 اندازه گیری 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

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 ندارند (جدول ۲).

جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که ارقام البرز، اترک، داراب ۱ و فلات به طور معنی‌داری درصد پیچیدگی کمتری نسبت به شاهد مقاوم (آزادی) داشتند. این ارقام بر اساس درجه‌بندی جدول ۱ دارای نمره کیفی کمتر از ۲ 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 در گروه نیمه مقاوم جای گرفتند. ارقام زاگرس و شعله در نتایج نجفی میرک 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 نیمه مقاوم تا مقاوم قرار گرفتند ولی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. ارقام از نظر میزان کلروز برگ نیز باهم 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 نجفی میرک 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 جدول ۱، 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 بر اساس صفات درصد پیچیدگی و درصد کلروز برگ با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در شکل ۱ 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 <sup>+</sup> Percent of leaf chlorosis <sup>+</sup>	درصد پیچیدگی برگ <sup>+</sup> Percent of leaf rolling <sup>+</sup>	درصد کلروز گیاه <sup>++</sup> Percent of plant chlorosis <sup>++</sup>
Replication	تکرار	2	27.540 <sup>ns</sup>	5.520 <sup>ns</sup>	28.08 <sup>ns</sup>
Cultivar	ارقام	23	113.178 <sup>**</sup>	225.197 <sup>**</sup>	819.75 <sup>**</sup>
Error	اشتباه	46	21.91	7.176	27.29

+Infestation at seedling stage

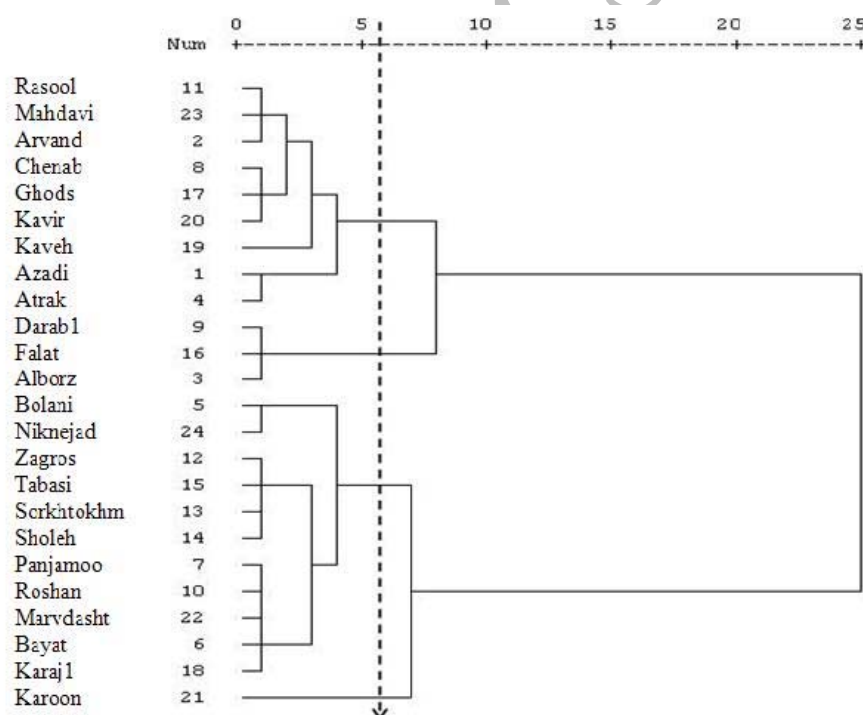
++ Infestation at stem elongation stage

Ns and \*\*: Not-significant and significant at the 1% level, respectively.

+ آلودگی در مرحله گیاهچه

++ آلودگی در مرحله طویل شدن ساقه

ns و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱٪.



شکل ۱- گروه بندی ارقام گندم با استفاده از تجزیه خوشه ای بر اساس صفات درصد پیچیدگی و درصد کلروز برگ در آلودگی 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 طویل شدن 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

ارقام Cultivars	آلودگی مرحله طویل شدن ساقه Stem elongation stage		آلودگی مرحله گیاهچه Seedling stage			
	Plant chlorosis	کلروز گیاه	Leaf chlorosis	کلروز برگ	Leaf rolling	پیچیدگی برگ
	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
Darab 1	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
Karaj 1	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



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 دو توییت (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 دو صفت استفاده شود و رقمی به عنوان مقاوم معرفی شود که هم میزان پیچیدگی برگ کمتر و هم کلروز برگ کمتری داشته باشد.

#### آلودگی در مرحله طویل شدن ساقه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارقام از نظر صفت درصد کلروز برگ در مرحله طویل شدن 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، طوسی، بیات و کویر 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

مقاوم شامل ارقام رسول، مهدوی، اروند، چناب، قدس، کویر، کاوه، آزادی و اترک، نیمه مقاوم شامل ارقام داراب ۱، فلات و البرز، نیمه حساس شامل ارقام بولانی، نیک نژاد، زاگرس، طوسی، سرخ تخم، شعله، پنجامو، روشن، مرو دشت، بیات و کرج ۱ و حساس شامل رقم کارون قرار گرفتند. ارقام مهدوی، کویر، آزادی در گروه مقاوم و رقم زاگرس در گروه نیمه حساس و ارقام شعله و مرو دشت در گروه نیمه حساس 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 سنبلیچه در سنبله ( $r = -0.48$ ) و قطر پدانکل برگ ناشی از تغذیه شته روسی بر روی صفات تعداد سنبلیچه 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.

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

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

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

جدول ۵- تجزیه واریانس برای صفات مختلف ارقام گندم در طرح دوبار خردشده با فاکتورهای مرحله آلودگی (گیاهچه و طول شدن 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

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات (MS)									
			وزن ۵۰ دانه	دانه در سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن سنبله	طول سنبله	قطر پدانکل	طول پدانکل	درصد پنجه بارور	تعداد پنجه	وزن خشک
			50 Grain weight	Grain number per spike	Spikelet number per spike	Spike weight	Spike length	Peduncle diameter	Peduncle length	Fertile tiller percentage	Tiller number	Dry weight
Rep.	تکرار	2	0.036 <sup>ns</sup>	22.142 <sup>ns</sup>	3.087 <sup>ns</sup>	0.043 <sup>ns</sup>	148.12 <sup>ns</sup>	0.060 <sup>ns</sup>	59.096 <sup>ns</sup>	123.68 <sup>ns</sup>	0.405 <sup>ns</sup>	0.160 <sup>ns</sup>
Infestation Stage (S)	مرحله آلودگی	1	0.001 <sup>ns</sup>	130.371*	6.450*	0.019 <sup>ns</sup>	251.33 <sup>ns</sup>	0.020 <sup>ns</sup>	36.822 <sup>ns</sup>	959.77**	2.446*	1.520 <sup>ns</sup>
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 <sup>ns</sup>	0.154 <sup>ns</sup>	13160.900**	3071.26*	0.215 <sup>ns</sup>	0.899*
S × IC	شرایط آلودگی × مرحله آلودگی	1	0.001 <sup>ns</sup>	130.371**	6.450**	0.017 <sup>ns</sup>	251.33 <sup>ns</sup>	0.020 <sup>ns</sup>	36.822 <sup>ns</sup>	959.76 <sup>ns</sup>	2.446 <sup>ns</sup>	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, \* and \*\*: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

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 گِری 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 گِری 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 طول‌شدن ساقه افزایش می‌یابد و این با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

درصفت طول پدانکل، قطر پدانکل و طول سنبله تفاوت معنی‌داری 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

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 کرج ۱ در گروه 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، نیک‌نژاد، داراب ۱، 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 در این 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 (جدول ۶)، تفاوت معنی‌داری بین مراحل آلودگی برای صفت وزن خشک

صفت وزن خشک و طول پدانکل با یک دیگر تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۷). هر دو 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 طویل شدن 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 طویل شدن 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، طوسی، بیات و کویر مقاوم‌ترین و ارقام شعله، کارون، رسول و بولانی حساس‌ترین ارقام در آلودگی مرحله

صفت وزن سنبله نداشتند، ولی میانگین صفت تعداد سنبلچه در سنبله در آلودگی مرحله طویل شدن 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 طویل شدن ساقه و غلاف‌دهی کمی افزایش می‌یابد. در تعداد دانه در سنبله در گیاهان آلوده به شته در مرحله طویل شدن 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 و تعداد 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 طویل شدن ساقه نشان داد که نمونه‌ها در دو

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مختلف در آلودگی با شته روسی در مراحل گیاهچه و طویل شدن 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	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	طویل شدن ساقه	1.03a	12.87a	0.48a	63.85a	1.45a	55.55a	67.31a	1.59b	1.38a

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی گندم در مراحل مختلف آلودگی با شته روسی (گیاهچه و طویل شدن ساقه) و شرایط کنترل به وسیله آزمون t-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

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

ns and \* : Not significant and significant at the 5% probability level, respectively.

ns و \* : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪.

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 در نتیجه عملکرد را کاهش دهد. در این تحقیق صفت طول پدانکل بر اثر تغذیه شته روسی در آلودگی مراحل گیاهچه و طویل شدن ساقه کاهش یافت که و در آزمایش‌های بعدی می‌توان از آن برای شناسایی ارقام مقاوم استفاده کرد.

طویل شدن ساقه بودند. آلودگی با شته روسی در مرحله گیاهچه، صفات تعداد دانه در سنبله و طول پدانکل را به طور معنی‌داری کاهش داد در حالی که آلودگی در مرحله طویل شدن ساقه کاهش معنی‌داری در صفات طول پدانکل و وزن خشک گیاه ایجاد نشد. انتظار می‌رود آلودگی در مراحل انتهایی رشد مثل مراحل طویل شدن ساقه بر انتقال شیره پرورده و کربوهیدرات‌های ذخیره در برگ‌ها و ساقه به سنبله اختلال ایجاد

#### References

- Arzani, A. 2007.** Efficiency 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 Rassoulia, 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., Rassoulia, 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 Rassoulia, 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., Rassoulia, G. R., and Azemayesh Fard, P. 2001.** Screening of different varieties 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.

Archive of SID