

## مقایسه شاخص مقاومت چند رقم زراعی گندم نسبت به سن گندم، *Eurygaster integriceps* (Hemiptera:Scutelleridae) در منطقه نرده آذربایجان غربی

مینا رحیمی<sup>۱</sup>، اکبر قاسمی کهریزه<sup>۲\*</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، گروه آگرواکولوژی، مهاباد

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، گروه گیاه پزشکی، مهاباد

### چکیده

به منظور مقایسه میزان شاخص مقاومت گیاه (PRI) در نه رقم زراعی گندم نسبت به سن گندم، *Eurygaster integriceps* Puton, 1881، آزمایش‌هایی در شرایط مزرعه در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در منطقه نرده انجام گرفت. بوته‌ها به طور طبیعی به آفت آلوده شدند. تعداد خوشه‌های آسیب‌دیده جهت بررسی شاخص آنتی‌زنور مورد استفاده قرار گرفت. برای بررسی مکانیسم آنتی‌بیوز پوره‌های سن دوم آفت در روی بوته‌های کاشته شده در گلدان مورد پرورش قرار گرفتند. درصد تلفات دوره‌ی پورگی به عنوان شاخص ارزیابی آنتی‌بیوز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای تعیین میزان تحمل ارقام، آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طراحی گردید. آزمایش شامل سه بلوک (تکرار) بود. آلودگی بوته‌های آزمایش بصورت طبیعی انجام گرفت. در آخر فصل تراکم پوره‌های سن ۴ و ۵ در روی تمام ارقام مورد بررسی تعیین شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در مورد تمامی صفات مورد بررسی اختلاف میان ارقام معنی‌دار بود ( $P \leq 0/05$ ). برای تمامی ارقام مورد بررسی شاخص مقاومت گیاه (PRI) تعیین گردید. ارقام رصد، آذر ۲ و سالیسیونز به ترتیب با شاخص مقاومت ۸/۳۳، ۷/۲۷ و ۵/۲۷ در بین ۹ رقم مورد بررسی مقاوم‌ترین ارقام در مقابل سن گندم بودند. بین شاخص‌های آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز همبستگی معنی‌دار مثبت مشاهده گردید ( $P \leq 0/01$ ).

واژه‌های کلیدی: آنتی‌بیوز، آنتی‌زنوز، تحمل، سن گندم، شاخص مقاومت گیاه، گندم

### مقدمه

گندم، *Triticum aestivum* L.، یک محصول استراتژیک برای ایران همانند سایر کشورها محسوب می‌شود (Fatehi et al., 2009). در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ سطح زیرکشت گندم

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ghassemikahrizeh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۲

در ایران بیش از ۵/۷ میلیون هکتار و میزان تولید کشور بیش از ۱۱/۵۰ میلیون تن بوده است (Ahmadi *et al.*, 2016). گندم آفات متعددی دارد که سن گندم، *Eurygaster integriceps* Puton, 1881 مهم‌ترین آفت آن در ایران (Gence *et al.*, 2006; Aykut *et al.*, 2000; Moore, 2010; Iranipour *et al.*, 2008) و یک عامل مهم محدود کننده تولید غلات در بسیاری از نواحی دنیا است (Rahimi & Bandani, 2014). سن گندم احتمالاً مهمترین گونه سن‌های زیان‌آور غلات در ایران، افغانستان، عراق، اردن، پاکستان، سوریه، لبنان، آلمان، اسپانیا، مجارستان و ترکیه است (Moore, 2000). حشرات کامل زمستان‌گذرانی کرده (سن‌های مادر) با تغذیه از مراحل مختلف رویشی گندم موجب کاهش عملکرد (خسارت کمی) می‌شوند (Canhilal *et al.*, 2005) همچنین پوره‌ها و حشرات کامل نسل بهاره با تغذیه از دانه‌ها و تزریق مواد سمی به درون دانه‌ها و از بین بردن گلوتهن دانه‌ها ارزش نانوايي آرد حاصل از دانه‌های تولیدی را کاهش می‌دهند (خسارت کیفی) لذا سن گندم می‌تواند باعث کاهش عملکرد محصول به میزان ۵۰ الی ۹۰ درصد بشود (Hariri *et al.*, 2000; Moore, 2000). روش شیمیایی اصلی‌ترین روش کنترل این آفت می‌باشد (Kivan & Kilic, 2005). سطح کنترل شیمیایی سن گندم در ایران در سالیان اخیر افزایش یافته و در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ به سطح تقریبی ۱/۹۷ میلیون هکتار رسیده است (Ebadzadeh *et al.*, 2016). کنترل شیمیایی سن گندم بسیار پرهزینه بوده و اثرات سوء متعددی برای سلامتی بشر، محیط زیست، حشرات مفید و حشرات غیر هدف دارد (Voegelé, 1996; Moore, 2000)، لذا توجه به روش‌های جایگزین برای کنترل این آفت ضروری می‌باشد. شناسایی و استفاده از ارقام مقاوم یکی از روش‌های مناسب برای کاهش جمعیت سن گندم در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت است (Sanaey & Najafi-Mirak, 2012; & Najafi-Mirak, 2012). ارقام مقاوم مزایای متعددی مانند عدم تأثیر سوء بر روی محیط زیست، قابلیت تلفیق با سایر روش‌های کنترل، کاربرد آسان و کاهش هزینه‌های تولید دارند (Brain, 1998; Rezabeigi *et al.*, 2000). معمولاً در مباحث مقاومت گیاهان به حشرات به سه مکانیسم کیفی آنتی‌بیوز، عدم رجحان و تحمل استناد می‌شود (Painter, 1951). بعدها واژه‌ی آنتی‌زنوز جایگزین عدم رجحان گردید. به منظور تفکیک مکانیسم‌های سه‌گانه آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل از همدیگر انجام آزمایش‌های مختلفی مورد نیاز می‌باشد (Smith, 2005). آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز به راحتی از همدیگر قابل تفکیک نیستند. این موضوع بخصوص موقعی که آزمایشات با سنین اولیه مراحل نابالغ حشرات انجام می‌گیرد اتفاق می‌افتد (Horber, 1980). این دو جزء مقاومت وقتی که مرگ‌ومیر در آنتی‌بیوز نتیجه مواد سمی است و در آنتی‌زنوز به دلیل مواد بازدارنده تغذیه‌ای است به سختی از همدیگر قابل تفکیک هستند (Kishaba & Manglitz, 1963; Renwick, 1983). تفکیک اجزای مقاومت از همدیگر و تعیین مهمترین مکانیزم موثر در بروز مقاومت بسیار مشکل

می‌باشد، لذا برای ادغام ارزش میانگین مکانیزم‌های آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل و تبدیل آن به یک شاخص واحد، شاخص مقاومت گیاه (PRI) بوسیله Inayatullah *et al.* (1990) ارائه گردید. Webster & Porter (2000) از شاخص PRI برای مقایسه مقاومت دو وارپته مقاوم گندم به شته *Schizaphis graminum* استفاده کردند و برای هر وارپته شاخص آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل را تعیین نمودند. Rezabeigi *et al.* (2000) از شاخص PRI برای مقایسه‌ی مقاومت ۱۲ رقم زراعی گندم نسبت به سن گندم استفاده نمودند. Lage *et al.* (2003) از شاخص PRI برای توصیف اختلافات اساسی در مقاومت سه ژنوتیپ هاپلوئید گندم نسبت به شته *S. graminum* استفاده کردند. در یک تحقیق دیگر مقاومت ۳۳ رقم زراعی سیب‌زمینی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بررسی و ارقام مورد بررسی بر اساس شاخص مقاومت محاسبه شده رتبه‌بندی شدند (Ghassemi-Kahrizeh *et al.*, 2016).

تحقیق حاضر به منظور تعیین شاخص PRI تعداد نه رقم زراعی گندم نسبت به سن گندم و معرفی ارقام با مقاومت بالا صورت گرفته تا در صورت امکان ضمن کاهش مصرف بی‌رویه سموم و تأمین سلامت غذایی گندم تولیدی، از این ارقام در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت مهم استفاده شود.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت جغرافیایی محل اجرای تحقیق

این تحقیق در شهرستان نقده از توابع استان آذربایجان غربی به اجرا درآمد. این شهرستان در مختصات جغرافیایی ۲۲° و ۴۵° طول شرقی و ۵۷°، ۳۶° عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ و با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است.

### ارقام مورد بررسی

در این تحقیق نه رقم زراعی به اسامی پیشگام، سرداری، زرین، رصد، هما، سایسیونز، الوند، آذر ۲ و شهریار مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌های بذور از مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی با همکاری مؤسسه تولید و تکثیر نهال و بذر کشور تهیه گردید.

### آماده‌سازی زمین

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در شرایط مزرعه انجام گرفت. بدین ترتیب که برای کاشت ابتدا در پائیز سال ۱۳۹۲ قطعه زمینی به مساحت تقریبی ۱۰۰۰ متر مربع انتخاب و عملیات آماده سازی شامل شخم، دیسک‌زنی و تسطیح انجام شد. قبل از کاشت از نقاط مختلف مزرعه مقداری خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری جهت تعیین مقدار عناصر غذایی نمونه‌برداری شد. برای نمونه‌برداری پنج نمونه از خاک مزرعه توسط مته برداشته شد. نمونه‌ها با هم مخلوط شده و

در فضای آزاد و در معرض هوای آزاد خشکانده شد و پس از غربال با الک دو میلی‌متری به مقدار یک و نیم کیلوگرم به آزمایشگاه تجزیه خاک ارسال گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک کود فسفات آمونیوم به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه اوره در دو نوبت (هنگام کاشت و در بهار به صورت سرک) مصرف شد. برابر نقشه کاشت در اواخر مهر ماه اقدام به کاشت گردید. پس از آماده شدن زمین ارقام موجود (نه رقم) گندم در سه تکرار به صورت بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از جدول اعداد تصادفی کشت شد. هر بلوک دارای نه کرت بود که هر کرت به طول شش متر و عرض دو متر بود. در هر کرت ۱۱ ردیف گندم از رقم مورد نظر کشت شد. فاصله ردیف‌های کاشت از همدیگر ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بذور در هر ردیف کاشت سه سانتی‌متر بود. سه مکانیزم اصلی مقاومت گیاهان به آفات (آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل) به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گرفت:

#### *آنتی‌زنوز Antixenosis*

برای بررسی شاخص آنتی‌زنوز، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط مزرعه‌ای به شرح بالا انجام گرفت. آلودگی بوته‌ها در شرایط طبیعی مزرعه در حدود اواخر فروردین ماه انجام گرفت. این شاخص با توجه به تراکم خوشه‌های سفید در مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفت. لذا در آخر فصل تعداد خوشه‌های سفید ناشی از تغذیه سن‌های مادر در روی هر رقم مورد شمارش قرار گرفت. به این منظور در هر کرت ۲ ردیف از هر طرف به عنوان حاشیه منظور شد و در ۷ ردیف باقیمانده از هر طرف یک متر به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده در وسط ردیف‌های مزبور کادر چوبی مربعی ۱ در ۱ متر قرار گرفت و تعداد خوشه‌های سفید موجود در کادر برای هر رقم شمارش و ثبت گردید و به عنوان شاخص ارزیابی مکانیسم آنتی‌زنوز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

#### *آنتی‌بیوز Antibiosis*

در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۲ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر همزمان با کاشت مزرعه ارقام مختلف کشت گردید. در هر گلدان که دارای ۴۰ عدد خوشه بود، تعداد ۵۰ عدد پوره سن دوم که از تخم‌های جمع‌آوری شده از مزرعه‌ی آزمایشی بدست آمده بود رهاسازی گردید. درصد تلفات دوره پورگی به عنوان شاخص ارزیابی مکانیسم آنتی‌بیوز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آلودگی گلدانها در مرحله شیری دانه‌ها انجام گرفت. این آزمایش نیز در سه تکرار انجام گرفت.

### تحمل *Tolerance*

به منظور بررسی مکانیسم تحمل ارقام مورد ارزیابی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت. آزمایش شامل سه بلوک و هر بلوک دارای ۹ رقم (تیمار) مختلف گندم بود. مشخصات هر بلوک و نحوه کاشت ارقام مشابه آزمایش آنتی‌زنوز بود. آلودگی بوته‌ها در شرایط طبیعی انجام گرفت. در انتهای فصل تراکم پوره‌های سن ۴ و ۵ تعیین گردید. برای اینکار در هر کرت با تور حشره‌گیری استاندارد ۱۰ مرتبه تور زده شد و تراکم پوره‌های سن ۴ و ۵ در دو متر مربع تعیین شد و بر اساس آن تراکم در یک مترمربع محاسبه گردید.

در هر سه آزمایش انجام گرفته، داده‌های بدست آمده مورد تجزیه و تحلیل آماری مخصوص بلوک‌های کامل تصادفی قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با روش Tukey's HSD انجام گرفت. تبدیل داده‌های مربوط به درصد تلفات با  $\text{Arcsin}\sqrt{x}$  انجام گرفت.

### محاسبه شاخص مقاومت گیاه (PRI)

برای تمامی ارقام مورد بررسی با استفاده از نرمال کردن داده‌ها شاخص مقاومت گیاه تعیین شد. لذا در مورد هر مکانیسم اعداد به دست آمده از ارزیابی هر صفت بر بزرگترین عدد موجود در بین آن‌ها (حساس‌ترین رقم) تقسیم و برای هر مکانیسم شاخصی تعیین گردید. با این روش حساس‌ترین رقم ضریب یک و سایر ارقام با توجه به میزان مقاومت آن‌ها، ضرایب کوچکتری گرفتند (Smith, 2005). (توضیح این که در این تحقیق برای بررسی هر مکانیسم مقاومت، چندین صفت مورد مطالعه قرار گرفت ولی برای تعیین شاخص آنتی‌زنوز از صفت تراکم خوشه‌های سفید، برای تعیین شاخص آنتی‌بیوز از صفت میزان بقای مراحل پورگی آفت در روی بوته‌های ارقام مورد بررسی و برای تعیین شاخص تحمل از صفت تراکم پوره‌های سن ۴ و ۵ در آخر فصل زراعی در شرایط مزرعه‌ای استفاده و به عنوان شاخص‌های مورد مطالعه جهت تعیین PRI انتخاب شدند) بعد از محاسبه شاخص‌های آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل از رابطه ارائه شده توسط Inayatullah et al. (1990) شاخص مقاومت ارقام مختلف بدست آمد. ارقامی با مقدار عددی شاخص بالاتر از مقاومت بیشتری برخوردار بودند.

$$PRI = \frac{1}{XYZ}$$

که در این رابطه X شاخص آنتی‌زنوز، Y شاخص آنتی‌بیوز و Z شاخص تحمل می‌باشد. ضریب همبستگی بین شاخص‌های مورد بررسی به وسیله نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید.

## نتایج و بحث

### مکانیسم‌های سه‌گانه مقاومت

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به بررسی صفات مورد مطالعه در مورد مکانیسم‌های سه-گانه (آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل) در جدول (۱) ارائه شده است. در مورد هر سه صفت مورد بررسی بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت ( $P < 0.01$ ،  $F = 29/811$  برای مکانیسم آنتی‌زنوز،  $F = 4/222$  برای مکانیسم آنتی‌بیوز و  $F = 25/439$  برای مکانیسم تحمل).

**جدول ۱-** تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه در آزمایش‌های آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل.

**Table 1.** Analysis of variance (mean squares) of the studied traits in the antixenosis, antibiosis and tolerance tests.

Source of variance	Mean Squares			
	Degree of freedom	Density of white spikes	Mortality of nymphal stage	Density of 4 <sup>th</sup> and 5 <sup>th</sup> nymphs
Repeat	2	0.444 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	3.111 <sup>ns</sup>
Treatment	8	39.333**	0.006**	145.167**
Error	16	1.319	0.001	5.694
C.V.		17.82	6.08	9.90

NS و \*\* به ترتیب نشان دهنده غیرمعنی‌دار و معنی‌دار بودن تفاوتها در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که ارقام سایشیونیز، الوند و زرین به ترتیب با میانگین تراکم ۳، ۴ و ۴/۳۳ عدد خوشه سفید در مترمربع در مقایسه با سایر ارقام، کمترین تراکم خوشه سفید در مترمربع را در اثر تغذیه حشرات کامل سن گندم (سن مادر) از خود نشان دادند که این موارد وجود مکانیسم آنتی‌زنوزی در این ارقام را نشان می‌دهد (Rezabeigi *et al.*, 2000). بیشترین تراکم خوشه سفید ایجاد شده در اثر تغذیه سن مادر در روی رقم شهریار با میانگین ۱۴/۳۳ عدد خوشه سفید در متر مربع مشاهده گردید لذا کمترین مقاومت آنتی‌زنوزی نسبت به حشرات کامل سن گندم در رقم شهریار رویت گردید. Sanaey & Najafi- (2012) Mirak که مقاومت ۷۹ رقم گندم نان و دوروم ایرانی را نسبت به سن گندم در شرایط آلودگی طبیعی در مزرعه بررسی نمودند گزارش کردند که ارقام MV17 و گاسپارد هر دو با میانگین ۱۰ خوشه آسیب دیده در هر متر مربع به عنوان مقاوم‌ترین و رقم S-83-13 با میانگین ۸۰ عدد خوشه سفید در هر متر مربع، حساس‌ترین رقم در بین ۷۹ رقم مورد بررسی بود. بررسی‌ها نشان داده است که زمان خوشه‌دهی و تراکم خوشه در واحد سطح در میزان خسارت ناشی از سن‌های مادر موثر است به طوری که ارقامی که دیرتر خوشه می‌دهند و زودتر بالغ می‌شوند در مقابل سن کمتر خسارت می‌بینند. Simsek *et al.* (1997) گزارش نمودند زمانی که تراکم سن مادر، یک عدد در متر مربع باشد ۷ درصد ساقه‌ها و ۱/۹ درصد خوشه‌ها آسیب می‌بینند. نتایج مربوط به میزان بالای خوشه‌های سفید در اثر تغذیه سن‌های مادر با نتایج

تحقیق حاضر متفاوت است. علت این تفاوت می‌تواند به متفاوت بودن شرایط حاکم بر تحقیق حاضر و تحقیق محققان مذکور مربوط باشد، ضمن این که نوع رقم نیز می‌تواند در متفاوت بودن نتایج مؤثر باشد (Smith, 2005). شاید پارازیسیتیم بالای سن‌های مادر که می‌تواند در مزارع صورت بگیرد باعث کاهش تغذیه و آسیب وارده توسط آنها شده است (Canhilal *et al.*, 2005).

**جدول ۲-** مقایسه میانگین ( $\pm$  خطای معیار) صفات مورد ارزیابی در آزمایش‌های آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل.

**Table 2.** Mean ( $\pm$  SE) comparison of the studied traits in the antixenosis, antibiosis and tolerance tests.

Cultivar	SE $\pm$ Mean		
	Density of white spikes (number/m <sup>2</sup> )	Mortality of nymphal stage (%)	Density of 4th and 5th nymphs (number/m <sup>2</sup> )
Alvand	4.00 $\pm$ 0.58 a*	30.15 $\pm$ 2.63 a	32.00 $\pm$ 1.16 d
Sardari	5.33 $\pm$ 0.33 a	28.03 $\pm$ 1.99 ab	22.00 $\pm$ 1.53 bc
Pishgam	8.00 $\pm$ 0.58 b	22.77 $\pm$ 1.83 ab	26.67 $\pm$ 0.88 cd
Saysionese	3.00 $\pm$ 0.58 a	20.12 $\pm$ 1.36 b	33.00 $\pm$ 1.73 d
Shahriar	14.33 $\pm$ 1.20 c	19.70 $\pm$ 0.71 b	27.33 $\pm$ 1.76 cd
Rasad	4.67 $\pm$ 0.33 a	26.27 $\pm$ 2.37 ab	14.33 $\pm$ 0.88 a
Zarrin	4.33 $\pm$ 0.33 a	23.30 $\pm$ 1.30 ab	28.33 $\pm$ 1.20 d
Homa	9.67 $\pm$ 0.88 b	23.37 $\pm$ 1.47 ab	16.33 $\pm$ 1.45 ab
Azar 2	4.67 $\pm$ 0.33 a	29.30 $\pm$ 2.22 a	17.00 $\pm$ 1.16 ab

\* وجود حداقل یک حرف مشترک در بین اعداد یک ستون نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

بیشترین تلفات دوره پورگی بر روی ارقام الوند و آذر ۲ به ترتیب با میانگین ۲۹/۳۰ و ۳۰/۱۵ درصد و کمترین مقدار آن بر روی ارقام شهریار و سایسیونز به ترتیب با میانگین ۱۹/۷۰ و ۲۰/۱۲ درصد مشاهده گردید (جدول ۲). تلفات بیشتر دوره‌ی رشد و نمو در روی یک رقم زراعی می‌تواند به اثرات آنتی‌بیوزی آن رقم مربوط باشد (Smith, 2005). بر اساس گزارش‌های محققین مختلف بیشترین تلفات مراحل نابالغ سن گندم در مرحله‌ی تخم و سن دوم و سوم پورگی روی می‌دهد (Mohagheg, 1991 & 2007; Rezabeigi, 2000; Amir-Maafi & Parker, 2001). علت تلفات بیشتر در پوره‌ی سنین ۲ و ۳، شروع تغذیه‌ی پورگی در این سنین است.

برای تفکیک ارقام متحمل از صفات مختلف از جمله تراکم پوره‌های سن ۴ و ۵ استفاده می‌شود (Rezabeigi *et al.*, 2000; Canhilal *et al.*, 2005). این صفت در تحقیق حاضر نیز مورد ارزیابی قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین تعداد پوره‌های سن ۴ و ۵ در روی ارقام رصد و هما به ترتیب با میانگین ۱۴/۳۳ و ۱۶/۳۳ عدد در مترمربع بوده است و بیشترین تعداد پوره‌های سن ۴ و ۵ در روی ارقام سایسیونز و الوند به ترتیب با میانگین ۳۳ و ۳۲ عدد در مترمربع بوده است.

### شاخص مقاومت گیاه

نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های مکانیسم‌های سه‌گانه مقاومت و مقادیر PRI برای ارقام مورد بررسی در جدول (۳) ارائه شده است.

**جدول ۳-** مقایسه میانگین ( $\pm$  خطای معیار) شاخص‌های مکانیسم‌های سه‌گانه مقاومت و مقادیر PRI محاسبه شده برای ارقام مورد بررسی.

**Table 3.** Mean ( $\pm$ SE) comparison of three mechanism of resistance and calculated PRI values for studied cultivars.

Cultivar	Mean $\pm$ SE			PRI Values	Ranking of cultivar
	Antixenosis index (X)	Antibiosis index (Y)	Tolerance index (Z)		
Alvand	0.28 $\pm$ 0.03 a*	0.86 $\pm$ 0.03 a	0.93 $\pm$ 0.05 d	4.57	5
Sardari	0.38 $\pm$ 0.06 ab	0.89 $\pm$ 0.02 abc	0.64 $\pm$ 0.04 bc	4.91	4
Pishgam	0.57 $\pm$ 0.09 bc	0.95 $\pm$ 0.02 abc	0.78 $\pm$ 0.02 cd	2.45	8
Saysionese	0.21 $\pm$ 0.03 a	0.98 $\pm$ 0.01 bc	0.96 $\pm$ 0.04 d	5.27	3
Shahriar	1.00 $\pm$ 0.00 d	0.99 $\pm$ 0.01 c	0.79 $\pm$ 0.03 cd	1.27	9
Rasad	0.33 $\pm$ 0.04 a	0.91 $\pm$ 0.04 abc	0.42 $\pm$ 0.02 a	8.33	1
Zarrin	0.30 $\pm$ 0.02 a	0.94 $\pm$ 0.01 abc	0.83 $\pm$ 0.04 d	4.30	6
Homa	0.69 $\pm$ 0.12 c	0.94 $\pm$ 0.01 abc	0.48 $\pm$ 0.05 ab	3.53	7
Azar 2	0.45 $\pm$ 0.01 a	0.87 $\pm$ 0.03 ab	0.49 $\pm$ 0.03 ab	7.27	2

\* وجود حداقل یک حرف مشترک در بین اعداد یک ستون نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

رقم شهریار با میانگین شاخص آنتی‌زنوزی ۱ کمترین اثرات آنتی‌زنوزی را بر روی آفت داشت و ارقام سایسیونز و الوند به ترتیب با میانگین شاخص آنتی‌زنوزی ۰/۲۱ و ۰/۲۸ بیشترین مقاومت آنتی‌زنوزی را نشان دادند. رقم شهریار با میانگین شاخص آنتی‌بیوزی ۰/۹۹ کمترین اثرات آنتی‌بیوزی را بر روی سن گندم داشته است در حالی که رقم الوند با میانگین شاخص آنتی‌بیوزی ۰/۸۶ بیشترین مقاومت آنتی‌بیوزی را در بین ارقام مورد بررسی نشان داد. ارقام سایسیونز و رصد به ترتیب با میانگین شاخص تحمل ۰/۹۶ و ۰/۴۲ کمترین و بیشترین میزان تحمل را در مقابل آفت از خود نشان دادند. رقم رصد با شاخص مقاومت گیاه ۸/۳۳ مقاوم‌ترین رقم مورد بررسی نسبت به سن گندم شناخته شد و رقم شهریار با شاخص مقاومت گیاه ۱/۲۷ رتبه آخر را در بین ۹ رقم مورد بررسی از لحاظ مقاومت به سن گندم کسب کرد (جدول ۳).

### ماتریس ضرایب همبستگی ساده میان شاخص‌های سه‌گانه مقاومت و PRI

نتایج حاصل از تجزیه ضرایب همبستگی ساده میان شاخص‌های سه‌گانه مقاومت و شاخص مقاومت گیاه در جدول (۴) ارائه شده است. بین شاخص‌های آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده گردید ( $P < 0/01$  و  $r = 0/388$ ). بین شاخص PRI و شاخص‌های آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل همبستگی معنی‌دار منفی مشاهده شد (به ترتیب  $P < 0/01$  و



PRI امری طبیعی است.  $r = -0.729$  و  $P < 0.05$ ،  $r = -0.473$  و  $P < 0.05$  که با توجه به فرمول محاسبه

شاخص‌های مرتبط با مکانیسم‌های مقاومت در بعضی موارد همبستگی معنی‌داری با یکدیگر داشته و در مواردی همبستگی بین آنها معنی‌دار نیست. به عنوان مثال، در بررسی‌هایی که Havlickova (1993) در رابطه با مکانیسم‌های مقاومت در ارقام گندم مقاوم به شته *Sitobion avenae* انجام داده است، همبستگی بین دو شاخص آنتی‌بیوز و آنتی‌زنوز در آلودگی‌های طبیعی معنی‌دار بوده، اما در آلودگی‌های مصنوعی معنی‌دار نبوده است. همچنین همبستگی بین شاخص‌های آنتی‌زنوز و تحمل و شاخص‌های آنتی‌بیوز و تحمل نیز معنی‌دار نبوده‌اند. در بررسی‌های دیگری که نامبرده در خصوص مکانیسم‌های مقاومت ارقام گندم به دیگر شته‌های غلات انجام داده است، همبستگی مثبت معنی‌داری بین شاخص‌های آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز به دست آورده است. در بررسی‌های Scott et al. (1991) در ارقام گندم مقاوم به شته روسی گندم، *Diuraphis noxia* شاخص تحمل و شاخص آنتی‌بیوز همبستگی مثبت معنی‌داری با یکدیگر داشته‌اند.

#### جدول ۴- همبستگی بین شاخص‌های سه‌گانه مقاومت و PRI.

Table 4. Correlation between three indices of resistance and PRI.

Traits	Antixenosis index	Antibiosis index	Tolerance index	PRI
Antixenosis index	1			
Antibiosis index	0.388**	1		
Tolerance index	0.098	0.210	1	
PRI	- 0.729**	- 0.473*	- 0.474*	1

\*, \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

#### نتایج

در تحقیق حاضر همبستگی مثبت معنی‌دار بین شاخص‌های آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز مشاهده گردید و لذا این دو مکانیسم مقاومتی اغلب با همدیگر بوده و تفکیک آنها از همدیگر نیز مشکل است. همچنین بر اساس نتایج حاصل از بررسی شاخص مقاومت گیاه، ارقام رصد، آذر ۲ و سایسیونز در مقایسه با سایر ارقام مقاوم‌ترین ارقام در مقابل سن گندم بودند که باید در سطح مزارع تحقیقی-ترویجی نیز مورد بررسی قرار گرفته و در صورت بدست آمدن نتایج مطلوب بخصوص از لحاظ ویژگی‌های دیگر مانند عملکرد و سازگاری با شرایط آب‌وهوایی منطقه، در برنامه‌های مدیریت تلفیقی سن گندم مورد استفاده قرار گیرند.

## منابع

- Abdollahi, G. 2005. *Sunn pest management in Iran: An analytical approach*. Agricultural Education Publications, Tehran, Iran.
- Ahmadi, K., Golizadeh, H., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Fazli Estabragh, M., Hosseinpour, R., Kazemian, A. & Rafie, M. 2016. *Agricultural statistics*. Vol 1, Ministry of agriculture, Tehran, Iran.
- Amir-Maafi, M. & Parker, B.L. 2001. Demography of sunn pest (*Eurygaster integriceps* Puton) in Iran (Hemiptera: Scutelleridae). *Arab Journal of Plant Protection*, 19: 135-138.
- Aykut, G., Akbary, C. & Direk, M. 2006. Sunn pest control policies and effect of sunn pest damage on wheat quality and prices in Turkey. *Quality and Quantity*, 40 (3): 469-480.
- Brain, R.C. 1998. Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae). *Crop Protection*, 17 (4): 271-287.
- Canhilal, R., Kutuk, H., Kanat, A.D., Islamoglu, M., El-Haramein, F. & El-Bouhssini, M. 2005. Economic Threshold for the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae), on Wheat in Southeastern Turkey. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 22 (3-4): 191-201.
- Ebadzadeh, H.R., Ahmadi, K., Afrouzi, Sh.M., Abbas-Taghani, R., Moradi Islami, A., Abbasi, M. & Yari, Sh. 2016. *Agricultural statistics*. Vol 2, Ministry of Agriculture, Tehran, Iran.
- Fatehi, F., Behamta, M.R. & Zali, A.A. 2009. Evaluating the resistance to sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) and its relationship with high-molecular-weight glutenin subunit in wheat. *Asian Journal of Plant Science*, 8: 82-85.
- Gence, H., Gence, L., Turhan, H., Smith, S.E. & Nation, J.L. 2008. Vegetation indices as indicators of damage by the sunn pest (Hemiptera: Scutelleridae) to field grown wheat. *African Journal of Biotechnology*, 7 (2): 173-180.
- Ghassemi-Kahrizeh, A., Nouri-Ganbalani, G., Shayesteh, N. & Bernousi, I. 2016. Comparison of resistance index some potato cultivars to the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col.: Chrysomelidae). *Journal of Plant Protection*, 29: 607-616. (In Persian with English abstract).
- Hariri, G., Williams, P.C. & El-Haramian, F.J. 2000. Influence of pentatomid insect on the physical and dough properties and two-layerd flat bread baking quality of Syrian wheat. *Cereal Chemistry*, 31: 111-118.
- Havilckova, H. 1993. Level and nature of the resistance to the cereal aphid, *Sitobion avenae* in thirteen winter wheat cultivar. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 171 (2): 133-137.
- Havilckova, H. 1994. Field screening of five winter wheat cultivars for resistance to aphids. *Ochrana Rostlin*, 30: 221-231. (In Gzech).
- Horber, E. 1980. Types and classification of resistance. pp. 15-21, In: Maxwell, F.G. & Jennings, P.R. (Eds) *Breeding plants resistance to insects*. Wiley, New York.
- Inayatullah C., Webster, J.A. & Fargo, W.S. 1990. Index for measuring plant resistance to insects. *Southwest Entomology*, 109 (3): 146-152.

- Iranipour, S., Karrari Pakdel, A. & Radjabi, G. 2010. Life history parameters of Sunn pest, *Eurygaster integriceps*, held at four constant temperatures. *Journal of Insect Science*, 10 (1): 1-12.
- Kishaba, A.N. & Manglitz, G.R. 1965. Non-preference as a mechanism of sweetclover and alfalfa resistance to the sweetclover aphid and spotted alfalfa aphid. *Journal of Economic Entomology*, 58(3): 566-569.
- Kivan, M. & Kilic, N. 2005. Effects of some plants on parasitization of *Eurygaster integriceps* eggs by *Trissolcus semistriatus*. *Trakya University Journal Science*, 6 (1): 41-44.
- Lage, J., Skovmand, B. & Andersen, S.B. 2003. Characterization of green bug (Homoptera: Aphididae) resistance in synthetic hexaploid wheats. *Journal of Economic Entomology*, 96 (6): 1922-1928.
- Mohaghegh, J. 1991. *Systematical and biological revision of the genus Eurygaster laporte in Iran*. M.Sc. Thesis, University of Tehran, Tehran, Iran.
- Mohaghegh, J. 2007. Comparison of development time and reproduction of typical and melanic *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutelleridae) under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran*, 27: 109-126. (in Persian with English abstract).
- Moore, D. 2000. Control of sunn pest, particularly *Eurygaster integriceps* put. (Hemiptera, Scutelleridae) the role of mycoinsecticides in management schemes. *Proceedings of Integrated Sunn Pest Control, Jan. 6-9, Republic of Turkey and FAO*, pp. 3-11.
- Najafi-Mirak, T. 2012. Evaluation of resistance to Sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in wheat and triticale genotypes. *Crop Breeding Journal*, 2 (1): 43-48.
- Painter, R.H. 1951. *Insect Resistance in crop plants*. The Macmillan Company New York.
- Rahimi, V. & Bandani, A.R. 2014. Comparison of the effects of cereal and legume proteinaceous seed extracts on  $\alpha$ -amylase activity and development of the sunn pest. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17 (1): 7-11.
- Renwick, J.A.A. 1983. Nonpreference mechanisms: Plant characteristics influencing insect behavior. pp. 199-213, In: Hedin, P.A. (Ed.) *Plant resistance to insects*. ACS Symposium Series No. 208. American Chemical Society, Washington DC.
- Rezabeigi, M., Esmaili, M., Nouri-Ganbalani, G., Abdollahi, G.A. & Heidari, R. 2000. *Investigation on resistance mechanism of wheat cultivars to the sunn pest, Eurygaster integriceps Put., based on HMW- glutenin subunits and measurement of starch granules in kernel endosperm*. Ph.D. Thesis. Islamic Azad University. Science and Research Branch. Tehran. Iran.
- Sanaey, N. & Najafi-Mirak, T. 2012. Wheat Resistance to the Adult Insect of Sunn Pest, *Eurygaster Integriceps* Put. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 7: 56-60.
- Scott, R.A., Worrall, W.D. & Frank, W.A. 1991. Screening for resistance to Russian wheat aphid in triticale. *Crop science*, 31 (1): 32-36.
- Simsek, Z., Imsek, N.S., Ozkan, M., Melan, K. & Derin, A. 1997. *Sunn Pest*. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, General Directory of Agricultural Research Publications, Ankara.

- Smith, C.M. 2005. *Plant resistance to arthropods*. Springer Publishers, Netherlands.
- Voegelé, J. 1996. Review of biological control of sunn pest. Sunn pests and their control in the Near East. pp. 23-33, In: Milner, R.H. & Morse, J.G. (Eds) *FAO Plant Production and Protection*, Rome, Italy.
- Webster, J.A. & Porter, D.R. 2000. Plant resistance components of two green bug (Homoptera: Aphididae) resistant wheats. *Journal of Economic Entomology*, 93 (3): 1000–1004.