



## مسائیت سن گندم در مراحل بالغ زمستان‌گذران و بالدار نسل جدید به هشت گروه مشرکشی

### IRAC ایراک

حسن جوادی پویا<sup>۱</sup>، اروج ولیزادگان<sup>۱</sup> و عزیز شیخی گرجان<sup>۲</sup>

۱- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

✉ hassanjavadipouya@yahoo.com

<https://orcid.org/0009-0001-4527-9522>

✉ o.valizadegan@urmia.ac.ir

<https://orcid.org/0000-0002-7336-4126>

۲- موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

✉ ashekhki48@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2462-3512>

**چکیده:** گندم مهمترین محصول راهبردی در ایران و دنیا است که سن گندم (*Eurygaster* (Hemiptera: Scutelleridae) *Puton integriceps* سالانه خسارت فراوانی به آن وارد می‌نماید. در حال حاضر در ایران و سایر کشورهای آلوده به این آفت، دو گروه حشره‌کش‌های ایراک (IRAC: Insecticide Resistance Action Committee) شامل پایرتروئیدها و ترکیبات فسفره آلی علیه سن گندم استفاده می‌شود. در این تحقیق، حشره‌کش‌های مختلف از هشت گروه حشره‌کشی ایراک، انتخاب و علیه سن بالغ زمستان‌گذران و سن بالدار نسل جدید در زیست‌سنجی تماسی بکار رفتند. نتایج حاصل نشان داد که در میان حشره‌کش‌های مورد آزمایش، دلنامترین (۲/۹۳ میلی‌گرم ماده‌ی موثره بر لیتر (L.C<sub>50</sub>) از گروه پایرتروئیدها، سمی‌ترین ترکیب شیمیایی علیه سن بالغ زمستان‌گذران بصورت تماسی است و فنیتروتیون (۱۹/۴ میلی‌گرم ماده‌ی موثره بر لیتر (L.C<sub>50</sub>) در رتبه دوم قرار داشت. اما در مرحله سن بالدار نسل جدید هر دو حشره‌کش در ۷۲ ساعت بعد از تماس در یک گروه جای گرفتند (۴/۶ - ۴ میلی‌گرم ماده‌ی موثره بر لیتر (L.C<sub>50</sub>). ادامه‌ی بررسی‌ها مشخص کرد که در میان حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی، تیمتوکسام می‌تواند از لحاظ سمیت تماسی در رتبه‌ی بعدی قرار گیرد. مقایسه‌ی تلفات حشره‌کش‌های مختلف در غلظت‌های بالا (۲۰۰۰۰ - ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر) از فرمولاسیون‌های تجاری نشان داد که حشره‌کش‌های دلنامترین و فنیتروتیون روی هر دو فرم سن گندم، تلفات ۹۰ تا ۱۰۰ درصدی را داشتند. حشره‌کش‌های جدید اسپیروتترامات، فلونیکامید و کلرانترانیلی پرول، تلفات قابل قبولی در ۷۲ ساعت تماس روی سن بالغ زمستان‌گذران و سن بالدار نسل جدید نداشتند (۳۳ - ۳/۳ درصد). بنابراین اغلب حشره‌کش‌های جدید مورد آزمایش برای کنترل شیمیایی سن گندم اثربخشی قابل قبولی نداشته و تنها تیمتوکسام می‌تواند در سطح مزرعه روی سن گندم مطالعه شود.

**واژه‌های کلیدی:** کنترل شیمیایی، اثربخشی، دیامید، پایرتروئید، ارگانو فسفات، نئونیکوتینوئید

#### تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۰

پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۶

دبیر تخصصی: معصومه ضیایی

**Citation:** Javadipouya, H., Valizadegan, O. & Sheikhiharjan, A. (2023). Susceptibility of Sunn pest in overwintered adults and new generation to eight insecticide groups of IRAC. *J. Entomol. Soc. Iran* 43 (3), 247-257.

## مقدمه

گندم به عنوان ضروری ترین و مهم‌ترین محصول کشاورزی در جهان، ارزش راهبردی ویژه‌ای دارد و به عنوان ابزاری سیاسی در روابط بین‌المللی به کار می‌رود. کشت گندم که در حدود ۱۶ درصد از زمین‌های زراعی دنیا را به خود اختصاص داده، سومین رتبه را در حجم مبادلات جهانی داراست. گندم در ایران به عنوان یک کالای اساسی مطرح بوده و یکی از اجزاء مهم در جیره غذایی روزانه ایرانی‌ها است. کشور ایران با داشتن یک درصد از جمعیت جهان، حدود ۲/۵ درصد از گندم جهان را مصرف می‌کند از این رو یکی از اهداف مهم کشور تولید و تأمین پایدار گندم مورد نیاز با بهره‌گیری از فن‌آوری نوین از کاشت تا برداشت است. سطح زیر کشت گندم در کشور در سال زراعی ۱۴۰۲ - ۱۴۰۱، شش میلیون هکتار است که دو میلیون هکتار سطح زیر کشت گندم آبی و چهار میلیون هکتار گندم دیم است (Ahmadi et al., 2018).

سن گندم (*Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) از دیرباز یکی از آفات مهم غلات به ویژه گندم در کشور ایران و منطقه خاورمیانه محسوب می‌شود که در سال‌های گذشته موجب خسارت‌های سنگین به مزارع گندم شده‌است. سن گندم آفتی است یک نسلی و حدود نه ماه در اماکن زمستان‌گذران و سه ماه در مزارع گندم و جو بسر می‌برد. بعد از ریزش به مزارع گندم و جو، تغذیه، جفت‌گیری و تخم‌ریزی می‌نماید. تخم‌ها را در دستجات ۱۴ تایی (۲ ردیف ۷

Corresponding author: Orouj Valizadegan (E-mail: [o.valizadegan@urmia.ac.ir](mailto:o.valizadegan@urmia.ac.ir))



© 2023 by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran

This Work is Licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

تابی) در پشت برگ‌های پایینی بوته قرار می‌دهد. حشره با فرو کردن استایلیت در بافت گیاهی و تزریق توکسین بزاق خود مواد غذایی موجود در آن را مورد تغذیه قرار می‌دهد. این حشره به تمامی اندام‌های هوایی گیاه شامل برگ، جوانه مرکزی، ساقه، خوشه و دانه حمله می‌نماید (Popov, 1980; Rajabi, 2007). بیشتر سن‌های بالغ زمستان‌گذران با سفید کردن و خشک کردن سنبله‌ها و یا قسمتی از آنها سبب کاهش کمی محصول می‌شوند و پوره‌ها و سن‌های نسل جدید با تغذیه از دانه گندم باعث کاهش کیفی گندم شده و در شرایط طغیانی سبب کاهش عملکرد گندم در هکتار می‌شوند (Bahrami, 1998). نخستین مبارزه شیمیایی علیه سن گندم در مزارع گندم و جو، در سال ۱۳۲۶ با استفاده از محلول ۱ درصد آرسنیت سدیم توسط الکساندروف در ورلمین و اصفهان انجام شد. در سال ۱۳۲۹ ترکیبات جدید فسفره‌ای مثل پاراتیون و در دهه ۱۳۳۰، آلدترین و د.د.ت مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه محققین دیگر اثر ۲۰ نوع حشره‌کش آلی را بر روی سن گندم مطالعه کردند، آنها نشان دادند که در مبارزه شیمیایی با سن مادر و پوره‌ها دو حشره‌کش د.د.ت و تری‌کلرفن بر سایر حشره‌کش‌ها ارجحیت داشت. حشره‌کش فنتیون از سال ۱۳۴۴ به عنوان یکی از آفت‌کش‌های رایج در کنترل سن گندم مورد استفاده قرار گرفت. از سال ۱۳۵۳ استفاده از حشره‌کش فیتروتیون به عنوان عمده‌ترین حشره‌کش در کنترل سن گندم آغاز و تا توصیه حشره‌کش دلتامترین علیه سن گندم ادامه یافت (SheykhiGarjan *et al.*, 2002). کنترل شیمیایی یکی از ابزار اصلی مدیریت سن گندم در ایران است که بصورت گسترده از سال ۱۳۴۶ در کشور آغا شده و تاکنون ادامه دارد و سطح مبارزه شیمیایی سالانه با سن گندم در کشور در ده سال اخیر بین ۲/۷ - ۱/۳ میلیون هکتار متغیر بوده است (Javadipouya, 2022).

در حال حاضر دو گروه از حشره‌کش‌های ایراک به صورت وسیع علیه سن گندم استفاده می‌شوند که شامل پیرتروئیدها (دلتامترین، لامبدا‌سای هالوتترین از گروه 3A) و فسفره‌ی آلی (مانند فیتروتیون، فنتیون، تری کلرفن از گروه 1B) هستند که در سنوات مختلف از طرف سازمان حفظ نباتات کشور توصیه شده‌اند. همه حشره‌کش‌های مذکور روی سیستم عصبی حشره اثر می‌کنند. حشره‌کش‌های فسفره‌ی آلی مانند فیتروتیون با اثر تماسی - نفوذی خود به عنوان مهارکننده‌ی آنزیم استیل کولین استراز عمل کرده و سبب مرگ حشره می‌گردند. این گروه از حشره‌کش‌ها در مقایسه با سموم پیرتروئیدی دوام کمتری در محیط دارند. در حالی که حشره‌کش‌های پیرتروئیدی تنها بصورت تماسی عمل کرده و در کانال‌های سدیمی غشای آکسونی سلول‌های عصبی سن گندم، اختلال ایجاد می‌کنند و سبب ایجاد اثر ضربه‌ای روی آفت هدف می‌شوند (Sparks & Nauen, 2015; ShekhiGarjan *et al.*, 2021). با وجود اینکه تنوع نام تجاری حشره‌کش‌های توصیه شده روی سن گندم افزایش یافته، اما تنوع فرمولاسیونی و ماده موثره‌ی آن خیلی محدود است، به طوری که در حال حاضر دو گروه حشره‌کش پیرتروئیدی و فسفره‌ی آلی در قالب سه نوع فرمولاسیون (CS, SC, EC) در ایران مصرف می‌شوند که غالبیت مصرف آن با گروه حشره‌کش‌های پیرتروئیدی به ویژه دلتامترین است. حشره‌کش‌های اسپروترلامات، تیمتوکسام و استامی پراید روی پسیل پسته در ایران ثبت شده‌اند. همچنین حشره‌کش‌های فلونیکامید و پی متروزین روی شته سبزی و صیفی و حشره‌کش فیرونیل علیه زنجره‌ی مو در ایران ثبت و استفاده می‌شوند (ShekhiGarjan *et al.*, 2021). ساخت و تجارت جهانی حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی از اواخر قرن ۱۹ میلادی شروع شد که می‌توان به نیتن پیرام (۱۹۹۵)، استامی پراید (۱۹۹۶)، تیمتوکسام (۱۹۹۸)، تیاکلوپراید (۲۰۰۰)، کلوتیانیدین (۲۰۰۲) و دینوتفوران (۲۰۰۲) گردید (Maiefisch, 2006) که دارای اثر حشره‌کشی طیف وسیع، جذب و انتقال سریع در گیاهان و مقدار مصرف کم در واحد سطح هستند. بعضی از این ترکیبات در کشور ما تاکنون به طور رسمی روی سن گندم آزمایش نشده‌اند. در بررسی منابع خارجی، کشور ترکیه از دو حشره‌کش استامی پراید و تیاکلوپراید روی سن‌های بالغ زمستان‌گذران استفاده نموده و کارایی آنها را در مدت یک ماه بررسی کرده است (Kocak & Babaroglu, 2006).

کشت گسترده گندم آبی و دیم در شرایط جغرافیایی مختلف کشور و وجود پدیده مقاومت سن گندم به حشره‌کش‌های توصیه شده (Golmohammadi & Dastranj, 2020)، ایجاب می‌کند که تنوع ماده‌ی موثره حشره‌کش‌ها علیه سن گندم افزایش یابد تا مدیریت سن گندم با خسارت کمتر به محیط زیست و تولید محصول سالم گندم امکان پذیر باشد. بنابراین بررسی گروه‌های جدید حشره‌کش‌های موثر روی آفات زنده-مکنده در جهان علیه سن گندم امری ضروری است تا کنترل شیمیایی سن گندم نیز از نظر نوع حشره‌کش‌های مصرفی به روزرسانی شود.

هدف از این تحقیق، افزایش تنوع ماده‌ی موثره حشره‌کش‌ها روی سن گندم و بررسی سمیت تماسی گروه‌های جدید حشره‌کش‌ها روی سن بالغ زمستان‌گذران و سن بالدار نسل جدید است. در این تحقیق اثر تماسی حشره‌کش‌های جدید از هشت گروه مختلف ایراک روی سن بالغ زمستان‌گذران و سن بالدار نسل جدید ارزیابی شد و پتانسیل سمیت تماسی آنها با حشره‌کش‌های شاخص مانند فیتروتیون و دلتامترین مقایسه گردید.

## مواد و روش‌ها

**حشره‌کش‌های مورد آزمایش.** در این پژوهش از فرمولاسیون تجاری حشره‌کش‌های استامی پراید، تیمتوکسام، پی‌متروزین، فلونیکامید، اسپروترلامات، کلرانترانیلی پرول، فیرونیل، دلتامترین، فیتروتیون و شاهد (آب) برای زیست‌سنجی تماسی استفاده شدند. مشخصات همه حشره‌کش‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

**جمع آوری سن بالغ زمستان‌گذران.** سن‌های زمستان‌گذران، سن‌هایی هستند که دیابوزشان شکسته شده و قادر به جفت‌گیری و تخم‌ریزی در شرایط آزمایشگاه هستند. سن‌های زمستان‌گذران در تاریخ دهم آذر ماه سال ۱۳۹۹ از کوه‌های قره آغاج ورلمین از ارتفاع ۲۳۰۰ - ۲۲۰۰ متری از سطح دریا از زیر بوته‌های گون و درمنه جمع‌آوری گردید. این مکان یکی از اماکن مهم زمستان‌گذران سن گندم در استان تهران است.

## جدول ۱- مشخصات حشره‌کش‌های مورد آزمایش زیست‌سنجی تماسی روی حشرات بالغ زمستان‌گذران و بالدار نسل جدید سن گندم

**Table 1.** Characteristics of insecticides tested by contact bioassay on overwintered and new generation adults of Sunn pest, *Eurygaster integriceps*

Active ingredient	Trade name	Formulation used	Percent of active ingredient	Company name	IRAC
Spirotetramat	Movento®	SC	10	Bayer crop Science Germany	7
Thiamethoxam	Actara®	WG	25	Syngenta	4A
Acetamiprid	Acetamiprid®	SP	20	Crystal india	4A
Pymetrozine	Chess®	WG	50	Syngenta	9B
Flonicamid	Tepeki®	WG	50	ISK Japan	29
Fipronil	Fipronil®	EC	2.5	Moshkfam Iran	2B
Deltamethrin	Deltamethrin®	EC	2.5	Mahan Iran	3A
Chlorantraniliprole	Cleverol extra®	WG	35	Rainbow China	28
Fenitrothion	Fenitrothion®	EC	50	Hylie China	1B

برای زیست‌سنجی، جمع‌آوری سن‌های زمستان‌گذران بعد از شکستن دیپوز اجباری، از اواسط آذر ماه شروع و تا اوایل اسفند ماه ادامه داشت. سن‌های جمع‌آوری شده، در ظروف مخصوص ریخته و سپس به آزمایشگاه منتقل و در داخل یخچال معمولی در دمای  $1 \pm 3$  درجه سلسیوس نگهداری شدند و بلافاصله در همان روز و یا در مدت کمتر از ۲۴ ساعت جهت انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی مورد استفاده قرار گرفتند.

**جمع‌آوری سن بالدار نسل جدید.** سن بالدار نسل جدید، سنی است که در مزرعه، ۵ سن پورگی را گذرانده و به حشره کامل تبدیل شده و قادر به جفت‌گیری و تخم‌ریزی نیست. قبل از مهاجرت به کوه، سن‌های بالدار نسل جدید در خرداد ماه سال ۱۴۰۰ از منطقه بیجار استان کردستان از مزارع گندم جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند و برای آزمایش‌های زیست‌سنجی در همان روز و یا کمتر از ۲۴ ساعت مورد استفاده قرار گرفتند.

**روش زیست‌سنجی تماسی (سن بالغ زمستان‌گذران و سن بالدار نسل جدید).** برای انجام آزمایش زیست‌سنجی از ظروف پتری پلاستیکی به قطر ۹ و به ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر به همراه کاغذ صافی در کف پتری‌ها استفاده شد. برای تهویه، درب بالایی هر پتری به قطر ۳ سانتی‌متر سوراخ و توری نصب گردید. برای هر یک از حشره‌کش‌ها حداقل ۵ غلظت استفاده شد. مقدار یک میلی‌لیتر از غلظت‌های تهیه شده روی کاغذ صافی کف پتری به صورت یکنواخت پخش گردید پس از خشک شدن کاغذ صافی (۳ ساعت)، سن‌ها به داخل پتری منتقل شدند، برای هر غلظت ۳ تکرار در نظر گرفته شد. در داخل هر پتری ۱۰ عدد سن رهاسازی گردید. ارزیابی‌ها در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از تیمار ثبت شدند. سن‌هایی که با تحریک قلم مو حرکت نمی‌کردند یا به سختی یک پای خود را حرکت می‌دادند، مرده در نظر گرفته شدند. برای روزهای بعدی نیز همین منوال در نظر گرفته شد. برای شاهد نیز از آب مقطر در کاغذ صافی استفاده شد. در همه آزمایش‌ها برای تغذیه سن گندم، دانه گندم خیس شده با آب مقطر در داخل ظروف پتری قرار داده شد. در شرایط دمای  $20 \pm 2$  درجه سلسیوس و با روش‌شنایی تاریکی، ۱۲:۱۲ ساعت و ۶۰ درصد رطوبت نسبی نگهداری و ارزیابی شدند. این آزمایش سه بار در طول زمان تکرار گردید، به عبارت دیگر سه بار غلظت‌های متوالی از هر حشره‌کش تهیه و برای زیست‌سنجی استفاده شدند.

**روش آماری اجرای تحقیق (تجزیه‌های آماری).** جهت تخمین غلظت کشنده ۵۰ درصد تلفات حشره‌کش‌ها با حدود اطمینان ۹۵ درصد و شیب خط غلظت-تلفات، از روش پروبیت و نرم افزار SAS و برای مقایسه خطوط زیست‌سنجی از نرم افزار Polo Plus و روش Lethal Dose Ratio (LDR) استفاده شد (Russell et al., 2007). در مورد حشره‌کش‌هایی که سن گندم حساسیت کمتری نسبت به آنها داشت، بالاترین غلظت هر یک از حشره‌کش‌ها از نظر درصد تلفات روی سن بالغ زمستان‌گذران و سن بالدار نسل جدید انتخاب و آنالیز واریانس شدند. برای آنالیز واریانس‌ها از روش GLM و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح ۱ درصد استفاده شد. نرم افزار SAS برای انجام محاسبات عددی و نرم افزار اکسل (نسخه ۲۰۱۳) جهت ترسیم نمودارها مورد استفاده قرار گرفتند.

## نتایج

**سن زمستان‌گذران.** در میان ۹ حشره‌کش مورد آزمایش از ۸ گروه حشره‌کش ایران، تنها ۴ مورد از آنها از جمله حشره‌کش‌های مؤثر روی سن گندم بودند که امکان زیست‌سنجی و تخمین LC<sub>50</sub> در آنها امکان پذیر بود. در بقیه موارد، محاسبه مقادیر LC<sub>50</sub> امکان پذیر نبود چون غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از فرمولاسیون تجاری آنها، تلفات بالای ۵۰ درصد ایجاد نمی‌کردند.

**جدول ۲-** مقادیر  $LC_{50}$  محاسبه شده اثر سمیت تماسی حشره‌کش‌های شیمیایی و آماره‌های آن روی حشرات بالغ زمستان‌گذران سن گندم *Eurygaster integriceps*

**Table 2.** Calculated values of  $LC_{50}$ , the contact toxicity of the insecticides and their parameters on overwintered adults of Sunn pest, *Eurygaster integriceps*

Insecticides	$LC_{50}$ mg a.i./L (CL95%)	$LC_{90}$ mg a.i./L (CL95%)	Slope $\pm$ SE	df	Chi-Square value	Bioassay time (hour)
Acetamiprid	952.42 (670-1520)	5603.7 (2935-20080)	1.66 $\pm$ 0.3	10	4.56	72
Deltamethrin	2.93 (2.4-3.51)	7.33 (5.5-13.65)	3.22 $\pm$ 0.66	10	3.51	72
Fenitrothion	52.08 (47.51-57.12)	78.43 (69.46-95.33)	7.2 $\pm$ 1	10	6.6	24
Fenitrothion	19.4 (14.65-29)	56.36 (35.13-193.87)	2.76 $\pm$ 0.68	5	3.8	48
Thiamethoxam	545.35 (333.7-981.54)	4540 (2079.3-21744)	1.39 $\pm$ 0.26	7	1.65	72

بررسی خطوط زیست‌سنجی چهار حشره‌کش از سه گروه مختلف نشان داد که حشره‌کش دلتامترین از گروه پایروتروئیدها، سمی‌ترین ترکیب شیمیایی تماسی علیه سن گندم است. حشره‌کش فنیتروتیون در رتبه دوم قرار گرفت. بطوریکه مقایسه مقادیر  $LC_{50}$  ها نشان می‌دهد که فنیتروتیون ۶ برابر کمتر از دلتامترین سمیت تماسی دارد. ادامه بررسی‌ها مشخص کرد که حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی مانند تیماتوکسام و استامی‌پراید می‌توانند از لحاظ سمیت در دسته‌های بعدی قرار گیرند (جدول ۲ و ۳).

مقایسه اثر تماسی حشره‌کش‌های مختلف در غلظت‌های ثابت نشان داد که حشره‌کش‌های تیماتوکسام، استامی‌پراید، دلتامترین و فنیتروتیون روی حشرات بالغ زمستان‌گذران سن گندم، تلفات ۹۰-۱۰۰ درصدی را دارند. همچنین حشره‌کش‌های اسپیروتترامات، پی‌متروزین، فلونیکامید، فیپرونیل و کلرانترانیلی پرول، تلفات قابل قبولی نداشتند. به طور کلی در بین تیمارهای مورد آزمایش دلتامترین، فنیتروتیون و تیماتوکسام تنها حشره‌کش‌هایی بودند که توانستند ۱۰۰ درصد تلفات روی حشرات بالغ زمستان‌گذران سن گندم ایجاد کنند (جدول ۳).

بررسی سرعت تاثیر حشره‌کش‌ها نشان داد که تیماتوکسام (۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) روی حشرات بالغ زمستان‌گذران سن گندم بعد از ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۹۰ و ۱۰۰ درصد تلفات ایجاد کرد، در حالی که در حشره‌کش استامی‌پراید بعد از ۴۸ ساعت تماس، ۳۳ درصد تلفات داشت و در ۷۲ ساعت به ۱۰۰ درصد تلفات رسید. درصد تاثیر هر دو حشره‌کش رایج دلتامترین و فنیتروتیون بعد از ۲۴ ساعت، ۱۰۰ درصد بود و هر دو حشره‌کش در ۲۴ ساعت بعد از تماس در گروه اول قرار گرفتند. سرعت تاثیر حشره‌کش‌های پایروتروئیدی و فسفره آلی مانند دلتامترین و فنیتروتیون بیشتر از حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی مانند تیماتوکسام و استامی‌پراید بود (جدول ۴).

گروه‌های جدید حشره‌کش‌ها مانند دی‌آمیدها (کلرانترانیلی پرول)، گروه مشتقات تترامایک اسید (اسپیروتترامات)، گروه نیکامید (فلونیکامید) و گروه فنیل‌پیرازول (فیپرونیل)، همگی در غلظت بالای ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر براساس فرمولاسیون تجارته روی سن بالغ زمستان‌گذران مؤثر نبودند به طوری که درصد مرگ و میر در ۷۲ ساعت بعد از تماس، کمتر از ۲۰ درصد بود. حشره‌کش پی‌متروزین که در گروه 9B ایراک (IRAC) قرار دارد، با غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر براساس ماده‌ی فرموله شده، تنها حشره‌کشی بود که توانست ۵۰ درصد تلفات ایجاد کند (جدول ۴).

**سن بالدار نسل جدید.** در زیست‌سنجی سن بالدار نسل جدید، در میان ۹ حشره‌کش مورد آزمایش، تنها حشره‌کش‌های دلتامترین، تیماتوکسام، فنیتروتیون و فیپرونیل امکان زیست‌سنجی و تخمین  $LC_{50}$  در آنها وجود داشت.

**جدول ۳-** مقایسه خطوط زیست‌سنجی تماسی چهار حشره‌کش مختلف روی حشرات بالغ زمستان‌گذران سن گندم به روش Lethal Dose Ratio (LDR)

**Table 3.** Comparison of contact bioassay lines of the different insecticides on overwintered adults of Sunn pest, *Eurygaster integriceps* by Lethal Dose Ratio (LDR)

Insecticides	Acetamiprid	Deltamethrin	Fenitrothion 24h	Fenitrothion 48h	Thiamethoxam
Acetamiprid	E*	0.002-0.0005	12.29-27.2	30.6-80.1	0.92-3.3E
Deltamethrin		E	0.046-0.069	0.107-0.215	0.003-0.009
Fenitrothion 24h			E	1.96-3.67	6.24-17.55
Fenitrothion 48h				E	15.5-50.73
Thiamethoxam					E

\*If the 95% confidence interval of Lethal Dose Ratios includes 1, then the LDRs are not significantly different, E=E<sub>qual</sub>.

**جدول ۴- میانگین درصد تلفات حشره‌کش‌ها روی حشرات بالغ زمستان‌گذران سن گندم به روش زیست‌سنجی تماسی در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر**

**Table 4.** The mean mortality comparison of the insecticides on overwintering adult of Sunn pest, *Eurygaster integriceps* based on Tukey's HSD by contact bioassay method at the concentrations of 10000 & 20000 mg/L

insecticides		Concentration mg/L		Mortality% (hours after treatments)		
Active ingredient	Trade name	formulated	a.i.	24	48	72
Chlorantraniliprole	Cleverol extra <sup>®</sup>	20,000	7000	2.22±0.2 b*	6.66±0.38 b	11.1±0.8 c
Flonicamid	Teppeki <sup>®</sup>	10,000	5000	0 b	0 b	13.33±6.6 c
Pymetrozine	Chess <sup>®</sup>	10,000	5000	0 b	0 b	53.3±3.3 b
Thiamethoxam	Actara <sup>®</sup>	10,000	2500	10±5.1 b	90±1 a	100 a
Acetamiprid	Acetamiprid <sup>®</sup>	10,000	2000	0 b	33.3±17 b	100 a
Spirotetramat	Movento <sup>®</sup>	20,000	2000	0 b	6.6±0.6 b	16.6±8.16 c
Fipronil	Fipronil <sup>®</sup>	10,000	250	2.22±0.02 b	4.44±0.2 b	4.44±0.2 c
Fenitrothion	Fenitrothion <sup>®</sup>	300	150	100 a	100 a	100 a
Deltamethrin	Deltamethrin <sup>®</sup>	1000	25	100 a	100 a	93.33±1.2 a
df				8,18	8,18	8,18
F				153.61	25.17	107
p				0.001	0.001	0.001

\*The same letters in the last three columns are not significant by Tukey's HSD at 1 % level.

در بقیه حشره‌کش‌ها محاسبه مقادیر LC<sub>50</sub> امکان پذیر نبود چون غلظت‌های بالا از فرمولاسیون تجارتي آنها، تلفات بالای ۵۰ درصد ایجاد نمی‌کردند. برای مقایسه حساسیت سن بالدار نسل جدید به حشره‌کش‌های مذکور، از غلظت‌های مختلف ۶۰، ۵۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر استفاده شد.

بررسی خطوط زیست‌سنجی چهار حشره‌کش نشان داد که حشره‌کش فنیتروتیون و دلتامترین، سمی‌ترین حشره‌کش‌های شیمیایی تماسی علیه سن بالدار نسل جدید هستند و به دلیل داشتن هم‌پوشانی بالای ۵۰ درصد، اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند ادامه بررسی‌ها مشخص کرد که حشره‌کش نئونیکوتینوئیدی مانند تیماتوکسام می‌تواند از لحاظ سمیت در رتبه بعدی قرار گیرد (جدول ۵، ۶ و ۷).

**جدول ۵- مقادیر LC<sub>50</sub> محاسبه شده اثر سمیت تماسی حشره‌کش‌های شیمیایی و آماره‌های آن روی سن بالدار نسل جدید *Eurygaster integriceps***

**Table 5.** Calculated values of LC<sub>50</sub>, the contact toxicity of the insecticides and their parameters on new generation adults of Sunn pest, *Eurygaster integriceps*

insecticides	LC <sub>50</sub> mg a.i./L (CL95%)	LC90 mg a.i./L (CL95%)	Slope ± SE	df	Chi-Square <sub>value</sub>	Bioassay time (hours)
Deltamethrin	26.04 (11.48-907.5)	211.85 (37.48-3061)	1.4±0.6	10	6.21	24
Deltamethrin	23.15 (7.2-960)	1957 (101.1-2458)	0.66±0.27	10	2.24	48
Deltamethrin	4.07 (2.4-8.2)	53.58 (19.53-639.9)	1.14±0.26	10	2.46	72
Fenitrothion	7.76 (5.28-11.69)	36.27 (19.45-279.54)	1.91±0.54	10	7.1	48
Fenitrothion	4.61 (2.93-6.63)	26.9 (15.41-93.6)	1.67±0.3	10	6.51	72
Fipronil	2.16.74 (104.1-4959)	4775 (750.1-148000)	0.9±0.34	10	2.32	48
Fipronil	166.61 (82.42-2092)	4544 (722.8-60000)	0.89±0.34	10	0.9	72
Thiamethoxam	253.45 (127.97-1081)	4100 (995.69-184280)	1.06±0.2	13	6.9	24
Thiamethoxam	105.82 (58.9-263.3)	2094 (624.2-3383)	0.98±0.2	13	8.7	48
Thiamethoxam	66.58 (35.36-159.1)	2083 (567.7-42000)	0.8±0.18	13	4.12	72

**جدول ۶-** مقایسه خطوط زیست‌سنجی تماسی چهار حشره‌کش مختلف روی حشرات بالدار نسل جدید سن گندم به روش Lethal Dose Ratio (LDR) ۷۲ ساعت بعد از تیمار

**Table 6.** Comparison of contact bioassay lines of different insecticides on new generation adults of Sunn pest, *Eurygaster integriceps* by Lethal Dose Ratio (LDR), 72 hours after treatment

Insecticides	Fipronil	Deltamethrin	Fenitrothion	Thiamethoxam
Fipronil	E*	0.004-0.065	0.006-0.087	0.69-14.08 E
Deltamethrin		E	0.82-2.26 E	0.023-0.11
Fenitrothion			E	0.032-0.147
Thiamethoxam				E

\*If the 95% confidence interval of Lethal Dose Ratios includes 1, then the LDRs are not significantly different, E=Equal.

مقایسه تلفات حشره‌کش‌های کلرانترانیلی پرول، فلونیکامید، پی متروزین و اسپیروتترامات در غلظت ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از فرمولاسیون تجارتي نشان داد که تاثیر این حشره‌کش‌ها روی حشرات بالدار نسل جدید سن گندم، ضعیف بوده و تلفات ۲۳-۴۳ درصدی داشتند. همچنین حشره‌کش‌های تیمتوکسام و فپیرونیل به ترتیب با غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۶۶ و ۵۳ درصد کارایی داشتند. به طور کلی در بین تیمارهای مورد آزمایش، حشره‌کش‌های فنیتروتیون و دلتامترین، تنها حشره‌کش‌هایی بودند که توانستند تلفات بالای ۹۰ درصد روی حشرات بالدار نسل جدید سن گندم ایجاد کنند (جدول ۷). حشره‌کش استامی پراید در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از فرمولاسیون تجارتي، تلفات بسیار ضعیف (۳ درصد) و در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر تلفات نزدیک به ۳۰ درصد را نشان می‌داد که نشان از تناقض با اصل رابطه زیست‌سنجی غلظت - تلفات داشت. بررسی سرعت تاثیر نشان داد تاثیر حشره‌کش‌های رایج فنیتروتیون و دلتامترین در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از تماس بیشتر از سایر حشره‌کش‌ها بود و در گروه اول (a) قرار گرفتند. سرعت تاثیر حشره‌کش‌های پایروتروئیدی و فسفره آلی، دلتامترین و فنیتروتیون شبیه سن بالغ زمستان‌گذران بود در حالی که تیمتوکسام با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر روی حشرات بالدار نسل جدید سن گندم بعد از ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۶۰ و ۶۶/۶۶ درصد تلفات ایجاد کرد و در گروه b قرار گرفت، همچنین حشره‌کش فپیرونیل با غلظت ۸۰۰ میلی‌گرم بر لیتر روی سن بالدار نسل جدید بعد از ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۵۰ و ۵۳/۳۳ درصد تلفات داشت و در گروه bc جای گرفت (جدول ۷).

## بمٹ و نتیجه گیری

بر اساس تحقیق انجام یافته، حشره‌کش دلتامترین روی هر دو فرم سن گندم، سمیت یکسانی داشت در صورتی که سن نسل جدید به فنیتروتیون، حساس‌تر از سن بالغ زمستان‌گذران بود و حشره‌کش تیمتوکسام، سمیت قابل قبولی را در کنترل سن گندم داشت. حشره‌کش‌های فنیتروتیون و دلتامترین به ترتیب با سابقه مصرف ۵۰ و ۲۵ ساله در ایران علیه سن گندم، همچنان از حشره‌کش‌های مؤثر و کارآمد هستند و می‌توان آنها را در غلظت‌های پائین‌تر از غلظت توصیه شده استفاده کرد (Javadipouya, 2022; Sheykhi Garjan et al., 2002). در میان هشت گروه حشره‌کش، گروه‌های پایروتروئیدی، فسفره آلی و نئونیکوتینوئیدها، تلفات قابل قبولی روی هر دو مرحله سن گندم داشتند و بقیه گروه‌های مختلف حشره‌کش‌ها با غلظت‌های بالای ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، مرگ و میر کمتر از ۵۰ درصد داشتند. دلتامترین با  $LC_{50} = 2/93$  میلی‌گرم ماده موثره بر لیتر در رتبه اول و فنیتروتیون با  $LC_{50} = 19/4$  میلی‌گرم ماده موثره بر لیتر بیشترین سمیت تماسی را روی سن بالغ زمستان‌گذران داشتند و حشره‌کش تیمتوکسام با  $LC_{50} = 545/25$  میلی‌گرم ماده موثره بر لیتر در رتبه بعدی قرار گرفت.

**جدول ۷-** میانگین درصد تلفات حشره‌کش‌ها روی حشرات بالدار نسل جدید سن گندم به روش تماسی در غلظت‌های مورد آزمایش

**Table 7.** The mean mortality comparison of the insecticides on new generation adult of Sunn pest, *Eurygaster integriceps* based on Tukey's HSD by contact bioassay method at the tested concentrations

insecticides		Concentration mg/L		Mortality% (hours after treatments)		
Active ingredient	Trade name	formulated	a.i.	24	48	72
Chlorantraniliprole	Cleverol extra®	20,000	7000	0c*	16.66±6.66d	23.33±3.33d
Flonicamid	Tepeki®	20,000	10000	6.66±3.33bc	26.66±3.33cd	33.33±3.3cd
Pymetrozine	Chess®	20,000	10000	13.33±8.81bc	23.33±3.33d	33.33±6.66cd
Thiamethoxam	Actara®	1,000	250	53.33±3.33a	60±5.77b	66.66±3.33b
Acetamiprid	Acetamiprid®	1000	200	0c	0c	3.3±3.33c
Spirotetramat	Movento®	20,000	2000	6.66±3.33bc	20±5.77d	43.33±3.33cd
Fipronil	Fipronil®	800	160	36.66±3.33ab	50±5.77bc	53.33±3.33bc
Fenitrothion	Fenitrothion®	60	30	53.33±12.01 a	96.66±3.33a	100a
Deltamethrin	Deltamethrin®	500	12.5	66.66±6.66a	90±5.77a	93.33±6.66a
df				8,18	8,18	8,18
F				19.96	48.7	58.9
p				0.001	0.001	0.001

\*The same letters in the last three columns are not significant by Tukey's HSD at 1 % level.

تحقیقات اخیر نیز نشان داده است که حشره‌کش‌های گروه فسفره آلی، پایروتروئیدها و نئونیکوتینوئیدها روی سن میوه *Lycorma* *delicatula* White از خانواده (Hemiptera: Fulgoridae) اثر ضربه‌ای داشته و تلفات بالایی ایجاد می‌کنند که می‌تواند در مدیریت این آفت استفاده شوند (Leach et al., 2019). نتایج تحقیق حاضر نیز کارایی بالای سه گروه حشره‌کش فوق را روی سن گندم تایید می‌کند.

در دنیا از حشره‌کش‌های نسل جدید که در ۲۰ سال اخیر برای کنترل آفات زنده-مکنده توصیه شده است می‌توان به کلرانترانیلی پرول، فلونیکامید، اسپیروترامات و پی متروزین اشاره کرد. حشره‌کش اسپیروترامات از گروه حشره‌کش ۲۳ ایراک برای کنترل شپشک‌های آردآلود روی درختان میوه (Mani, 2018)، سن مزارع سویا (Dangi & Lim, 2017) و شته سبز هلو (Wang et al., 2016) توصیه شده است و تاکنون گزارشی از سمیت تماسی آن روی سن گندم وجود ندارد. نتایج آزمایش‌های زیست‌سنجی تماسی روی سن بالغ زمستان‌گذران نشان داد که اسپیروترامات روی سن گندم سمیت تماسی ضعیفی دارد، به طوری که در غلظت ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تلفات آن بعد از ۷۲ ساعت به ۱۶/۶ درصد رسید. در سن‌های نسل جدید، حشره‌کش‌های کلرانترانیلی پرول، فلونیکامید، پی‌متروزین و اسپیروترامات در غلظت‌های بالای ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، درصد تلفات کمتر از ۵۰ درصد داشتند و اثرشان تدریجی بود به طوری که درصد تلفات در ۲۴ ساعت بعد از تماس ۱۳-۰ درصد و بعد از ۴۸ ساعت تماس به ۲۶-۰ درصد رسید. به طور کلی نتایج حاصل نشان می‌دهد که سن گندم نسبت به حشره‌کش‌های جدید در هر دو فرم، حساس نیست. در بررسی حشره‌کش‌های مختلف روی سنک گلابی *Stephanitis pyrioides* Scott از خانواده (Hemiptera: Tingidae) به روش زیست‌سنجی، مشخص شد که حشره‌کش کلرانترانیلی پرول در مقایسه با پایروتروئیدها و نئونیکوتینوئیدها اثر تماسی ضعیفی دارد. در حالی که حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی مانند تیماتوکسام و استامی‌پراید اثر تماسی خوبی روی سنک گلابی داشتند (Joseph, 2020). همچنین کنترل شیمیایی سن کلم بروکلی *Bagrada hilaris* Burmeister از خانواده (Hemiptera: Pentatomidae) مشخص کرد که کلرانترانیلی پرول از گروه دی‌آمید با وجود سیستمیک بودن، کارایی قابل‌قبولی روی سن کلم بروکلی ندارد (Joseph et al., 2016). در این تحقیق نیز، حشره‌کش کلرانترانیلی پرول روی سن بالغ زمستان‌گذران با غلظت ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از ماده فرموله شده ۱۱/۱ درصد تلفات ایجاد کرد (جدول ۴) که با نتایج سایر محققان همسو است. بنابراین سن گندم به حشره‌کش کلرانترانیلی پرول حساس نیست. در عین حال در مطالعه دموگرافیک حشره‌کش کلرانترانیلی پرول روی باروری زنجیرک قهوه‌ای برنج *Nilaparvata lugens* Stål از خانواده (Hemiptera: Delphacidae) مشخص گردید که این حشره‌کش میزان باروری را در آفت کاهش می‌دهد (Liu et al., 2012). برای ارزیابی اثر گوارشی حشره‌کش‌های کلرانترانیلی پرول، استامی‌پراید، تیماتوکسام، فلونیکامید، پی‌متروزین و اسپیروترامات، زیست‌سنجی گوارشی در قالب دوروش (دانه‌های گندم خیس شده با غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌ها و بوته‌های گندم سمپاشی شده با حشره‌کش‌های مختلف) توسط نگارندگان مقاله انجام شد که نتایج حاصل از سمیت گوارشی آنها در مقایسه با اثر تماسی جالب توجه نبود به همین دلیل نتایج گوارشی در مقالات بعدی ارائه خواهد شد.

حشره‌کش فیپرونیل اگر چه به تنهایی سمیت قابل‌قبولی برای سن گندم ندارد، اما می‌تواند به همراه حشره‌کش‌های پایروتروئیدی، نئونیکوتینوئیدی سمیت سینرژستی ایجاد کرده و تلفات قابل‌قبولی ایجاد کند به طوری که کاربرد حشره‌کش استامی‌پراید با فیپرونیل روی شته نخود *Acyrtosiphon pisum* Harris از خانواده (Hemiptera: Aphididae) مؤثر بود (Taillebois & Thany, 2016). بررسی مقاومت ساس به فیپرونیل، نشان از کاربرد این حشره‌کش روی ساس دارد (Gonzalez-Morales et al., 2021). همچنین گزارش‌هایی از کاربرد فیپرونیل در بستر کشت، در کنترل تریپس گلخانه و سایر آفات زنده-مکنده و موریانه (Rashid et al., 2012) و ملخ (Soliman et al., 2019) وجود دارد. در آزمایشی که با فرمولاسیون گرانول فیپرونیل انجام شد، نشان داده شده است که فیپرونیل قادر به کاهش جمعیت سن مادر زمستان‌گذران نیست (Noori & Garjan, 2016)، با توجه به تلفات تماسی ضعیف فیپرونیل روی سن گندم در هر دو فرم و سمیت بالای آن روی زنبور عسل، کاربرد این حشره‌کش به روش محلول پاشی روی سن گندم به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.

حشره‌کش‌های فلونیکامید (۲۹ ایراک) و پی‌متروزین (۹ ایراک) به عنوان یک شته‌کش انتخابی در مدیریت شته‌ها در کشورهای مختلف توصیه می‌شوند. در عین حال گزارش‌های تحقیقاتی اندکی از این حشره‌کش‌ها روی سن‌ها وجود دارد و عدم تاثیر آنها را روی یک نوع سن از خانواده Pentatomidae مانند سن *Halyomorpha halyi* Stal اعلام شده است (Kuhar et al., 2014; Leskey et al., 2012). تحقیق حاضر نیز نشان داد که حشره‌کش‌های پی‌متروزین و فلونیکامید در غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از ماده فرموله شده (به ترتیب ۵۳/۳ و ۱۳/۳ درصد تلفات) اثر تماسی ضعیفی روی سن گندم دارند (جدول ۴).

تیماتوکسام شبیه بقیه حشره‌کش‌ها روی حشرات بالدار نسل جدید سمی‌تر از سن زمستان‌گذران است. در سن‌های بالدار نسل جدید سرعت تأثیر تیماتوکسام بیشتر از استامی‌پراید بود (جدول ۴ و ۷). پائین بودن درصد کارایی استامی‌پراید در طول ۷۲ ساعت تماس، ثابت می‌کند که حشره‌کش استامی‌پراید اثر تأخیری دارد. همچنین پائین بودن درصد تلفات در غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر روی سن بالدار نسل جدید نیز می‌تواند به دلیل خاصیت دورکنندگی استامی‌پراید در غلظت بالا باشد (Joseph, 2020). سن‌های بالدار نسل جدید در غلظت‌های بالای این حشره‌کش به توری پتری چسبیده و از تماس با سطح تیمار شده دوری می‌کردند. در غلظت‌های پائین استامی‌پراید، اثر دورکنندگی کاهش یافته و سن‌ها با سطوح آلوده به حشره‌کش بیشتر تماس داشته و با گذشت زمان تلفات افزایش پیدا می‌کرد. وجود تناقض در غلظت - تلفات استامی‌پراید روی سن بالدار نسل جدید می‌تواند یک نوع مقاومت رفتاری سن گندم به حشره‌کش را بیان کند. مطالعه تأثیر چند حشره‌کش نئونیکوتینوئیدی روی شته پنبه و زنبور پارازیتوئید نیز نشان داد که تیماتوکسام نسبت به سایر حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی، برای شته و دشمنان طبیعی آن سمی‌تر است (Ricupero et al., 2020). همچنین نتایج تحقیقات دیگر نشان داد که تلفات استامی‌پراید روی سن بالغ زمستان‌گذران کمتر از ۵۰ درصد است (Kocak & Babaroglu, 2006). در بررسی گلخانه‌ای کنترل شیمیایی به روش آب آبیاری در میان حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی، تیماتوکسام،

سمی‌ترین و استامی‌پراید، ضعیف‌ترین حشره‌کش علیه سن بالغ زمستان‌گذران تعیین گردید و در زیست‌سنجی تماسی حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی روی سن گندم، اثر سمی آنها ضعیف گزارش گردید (Jafarpour *et al.*, 2011). در نتایج حاضر نیز تیمتوکسام در مقایسه با استامی‌پراید روی هر دو فرم سن گندم سمی‌تر است.

نتایج حاصل از زیست‌سنجی حشره‌کش‌های جدید روی سن بالغ زمستان‌گذران و سن بالدار نسل جدید نشان داد که سن‌های نسل جدید بسیار حساس‌تر از سن‌های بالغ زمستان‌گذران هستند به طوری که در حشره‌کش‌های تیمتوکسام و فنیتروتیون، میزان سمیت در سن بالدار نسل جدید ۴ و ۵ برابر بیشتر از سن بالغ زمستان‌گذران بود. دیاپوز یک عامل توقف متابولیسمی در حشرات است که می‌تواند در کاهش کمی و کیفی آنزیم‌های متابولیسمی موثر باشد (Denlinger, 2022) و همین عامل می‌تواند مقاومت سن زمستان‌گذران به حشره‌کش‌های شیمیایی در مقایسه با سن بالدار نسل جدید را توجیه کند. در سن‌های نسل جدید که دیاپوز را سپری نکرده‌اند، آنزیم‌های متابولیسمی سرکوب می‌شود و همین عامل، پایین بودن فعالیت آنزیم‌های متابولیسمی از جمله آنزیم‌های سم زدا را توجیه کرده و سبب افزایش حساسیت آنها به حشره‌کش‌ها می‌شود. در سن‌های بالغ زمستان‌گذران آنزیم‌های متابولیسمی از لحاظ کمی و کیفی می‌تواند بیشتر از سن نسل جدید (قبل از دیاپوز) باشد به طوری که فعالیت آنزیم‌های سن گندم در سن تابستان‌گذران (جمع آوری شده در ماه سپتامبر) بیشتر از سن‌های جمع آوری شده از سطح مزرعه در زمان برداشت محصول بود (Hasanvand *et al.*, 2020).

به طور کلی نتایج حاصل از زیست‌سنجی حشره‌کش‌های جدید روی سن بالدار نسل جدید و سن بالغ زمستان‌گذران نشان داد که حشره‌کش‌های اسپیروتترامات، پی متروزین، فلونیکامید، فیپرونیل و کلرانترانیلی پرول اثر تماسی قابل قبولی ندارند و این حشره‌کش‌ها با وجود ویژگی‌های خاص، سمیت تماسی آنها قابل قبول نبوده و برای کنترل شیمیایی سن گندم توصیه نمی‌شوند و این اولین گزارش در خصوص اثر تماسی آنها روی سن گندم است، اما از میان نئونیکوتینوئیدها، حشره‌کش تیمتوکسام می‌تواند در آزمایش‌های صحرایی روی سن گندم استفاده شود و ضروری است اثر دورکنندگی و گوارشی حشره‌کش‌ها با دقت بیشتر بررسی شوند، همچنین در حال حاضر، فنیتروتیون و دلتامترین، مؤثرترین حشره‌کش‌ها علیه سن گندم در ایران هستند (Javadipouya, 2022).

## سپاسگزاری

نگارندگان این مقاله، از تمامی همکاران محترم آزمایشگاه تحقیقات گیاه پزشکی کرج و بخش آفات عمومی و همگانی سازمان حفظ نباتات کشور به خاطر همکاری و کمک در به نتیجه رسیدن این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

## حمایت مادی و معنوی

این پژوهش در قالب پایان‌نامه دکترای حشره‌شناسی کشاورزی با حمایت مادی و معنوی معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور و سازمان حفظ نباتات کشور انجام شده است.

## REFERENCES




- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Abdshah, H., Kazemian, A. & Rafie, M. (2018) Agricultural Census of 2017–2018. Tehran, Iran: Ministry of Agriculture Jihad, Deputy of Planning and Economics, Information and Communication Technology Center. <https://www.jkgc.ir/fa/Page-346>
- Bahrami, N. (1998) Investigating the economic loss level of Sunn pest in dry wheat fields of Kermanshah province. Master's thesis in Agricultural Entomology, Islamic Azad University, Tehran. 88 pages.
- Dangi, N. & Lim, U. T. (2017) Relative toxicity of Spirotetramat to *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) and its egg parasitoids. *Journal of Economic Entomology* 110(5), 2016–2021. [doi.org/10.1093/jee/tox212](https://doi.org/10.1093/jee/tox212).
- Denlinger, D. L. (2022) *Insect diapause*. Cambridge University Press.
- Golmohammadi, G. & Dastranj, M. (2020) Comparison of the susceptibility of two populations of Sunn pest, *Eurygaster integriceps* to Deltamethrin and fenitrothion. *Applied Entomology and Phytopathology* 88(1), 53–59. [doi.org/10.22092/jaep.2020.128278.1310](https://doi.org/10.22092/jaep.2020.128278.1310).
- González-Morales, M. A., DeVries, Z., Sierras, A., Santangelo, R. G., Kakumanu, M. L. & Schal, C. (2021) Resistance to fipronil in the common bed bug (Hemiptera: Cimicidae). *Journal of Medical Entomology* 58(4):1798–807. [doi.org/10.1093/jme/tjab040](https://doi.org/10.1093/jme/tjab040).
- Hasanvand, H., Izadi, H. & Mohammadzadeh, M. (2020) Overwintering physiology and cold tolerance of the Sunn pest, *Eurygaster integriceps*, an emphasis on the role of cryoprotectants. *Frontiers in Physiology* 11, p.321. [doi.org/10.3389/fphys.2020.00321](https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00321).



- Jafarpour, A. A., Garjan, A. S., Imani, S., Mahjoub, S. M. & Mahmoudvand, M. (2011) Toxic effects of neonicotinoid insecticides on nymphs and adults of the Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). *Acta Entomologica Sinica* 54(8), 938-942. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113327770>.
- Javadipouya, H. (2022) *Annual Report of Sunn pest 2022*. Plant Protection Organization (PPO), Ministry of Jihad Agriculture. Tehran, Iran.
- Joseph, S. V. (2020). Repellent effects of insecticides on *Stephanitis pyrioides* Scott (Hemiptera: Tingidae) under laboratory conditions. *Crop Protection* 127: 104985. [doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104985](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104985).
- Joseph, S. V., Grettenberger, I. & Godfrey, L. (2016) Insecticides applied to soil of transplant plugs for *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Hemiptera: Pentatomidae) management in broccoli. *Crop Protection* 87: 68–77. [doi.org/10.1016/j.cropro.2016.04.023](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.04.023).
- Kocak, E. & Babaroglu, N. (2006) Evaluating insecticides for the control of Overwintered adults of *Eurygaster integriceps* under field conditions in Turkey. *Phytoparasitica* 34(5):510-515. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02981207>.
- Kuhar, T. P., Doughty, H., Philips, C., Aigner, J., Nottingham, L. & Wilson, J. (2014) Evaluation of foliar insecticides for the control of foliar insects in bell peppers in Virginia, 2013. *Arthropod Management Tests* 9: E19. [doi:10.4182/amt.2014.E19](https://doi.org/10.4182/amt.2014.E19).
- Leach, H., Biddinger, D. J., Krawczyk, G., Smyers, E. & Urban, J. M. (2019) Evaluation of insecticides for control of the spotted lanternfly, *Lycorma delicatula*, (Hemiptera: Fulgoridae), a new pest of fruit in the Northeastern U.S. *Crop Protection*, 124: 104833. [doi.org/10.1016/j.cropro.2019.05.027](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.05.027).
- Leskey, T. C., Hamilton, G. C., Nielsen, A. L., Polk, D. Rodriguez-Saona, C., Bergh, J. C., Herbert, D. A., Kuhar, T., Pfeiffer, D., Dively, G., Hooks, C., Raupp, M., Shrewsbury, P., Krawczyk, G., Shearer, P. W., Whalen, J., Koplinka-Loehr, C., Myers, E., Inkley, D., Hoelmer, K., Lee, D-H. & Wright, S. E. (2012) Pest status of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stal) in the USA. *Outlooks on Pest Management* 23:218–226. [doi.org/10.1564/23oct07](https://doi.org/10.1564/23oct07).
- Liu, J. L., Yang, X., Chen, X. & Wu, J. C. (2012) Suppression of fecundity, Nlvg gene expression and vitellin content in *Nilaparvata lugens* Stål (Hemiptera: Delphacidae) adult females exposed to indoxacarb and chlorantraniliprole. *Pesticide biochemistry and physiology* 104, 206–211. [doi.org/10.1016/j.pestbp.2012.08.003](https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2012.08.003).
- Maienfisch, P. (2006) *Synthesis and Properties of Thiamethoxam and Related Compounds*. Syngenta Crop Protection AG, Research & Technology, Switzerland. [doi.org/10.1515/znb-2006-0401](https://doi.org/10.1515/znb-2006-0401).
- Mani, M. (2018) Hundred and sixty years of Australian lady bird beetle *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant—a global view. *Biocontrol Science and Technology* 28(10), pp.938-952. [doi.org/10.1080/09583157.2018.1487029](https://doi.org/10.1080/09583157.2018.1487029).
- Noori, H. & Garjan, A. S. (2016) Investigation on efficacy of different formulations and insecticides on overwintered adult Sunn pest *Eurygaster integriceps* (Hem: Scutelleridae) in Qazvin region. Iran. *Plant Protection Science* 47: 107–114. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20173042154>.
- Popov, C., Fabritius, K., Enica, D., Banita, E., Rosca, I., Sandru, I. & Sapunaru, T. (1980) Preliminary data on composition and Proportion of egg-parasite species on cereal bugs in Romania. *Probleme de Protectia Plantelor Problem deprotectia Plantelor* 8(30), 159-165. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19830505251>.
- Rajabi, Gh. (2007) *Sunn Pest Management Based on its Outbreaks' Key Factor Analysis in Iran*. Agricultural Education Publications, Tehran, Iran. 163pp.
- Rashid, M., Garjan, A. S., Naseri, B., Ghazavi, M. & Barari, H. (2012) Compatibility of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* with the insecticides fipronil, pyriproxyfen and hexaflumuron. *Journal of Entomological Society of Iran*, 31: 29–37. [https://jesi.areco.ac.ir/article\\_105469\\_a20cdafe0cb75324d9879d022a944e68.pdf](https://jesi.areco.ac.ir/article_105469_a20cdafe0cb75324d9879d022a944e68.pdf).
- Ricupero, M., Desneux, N., Zappalà, L. & Biondi, A. (2020) Target and non-target impact of systemic insecticides on a polyphagous aphid pest and its parasitoid. *Chemosphere*. 247, 125728. [doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125728](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125728).
- Russell, R. M., Preisler, H. K., Savin, N. E. & Robertson, J. L. (2007) *Bioassays with arthropods*. CRC Press.
- Sheikhigarjan, A., Najafi, H., Abbasi, S., Azimi, H. & Moradi, M. (2021) *The chemical and organic pesticide guide of Iran 2021*. Rah Dan Press, Tehran, Iran, p.525.
- SheykhiGarjan, A., Talebi Jahromi, Kh., Pourmirza, A. A., Khalghani, J. & Rajabi, Gh. (2002) Bioassay of different life stages of Sunn pest to six insecticides and analysis of data by three methods. *Journal of Agricultural Sciences* 8(2), 17-32. <https://sid.ir/paper/7535/en>.

- Soliman, M. M. M., Mohanna, K. M., Abdel-Fattah, T. A. & Moustafa, O. R. M.** (2019) Efficacy of some pesticide alternatives on the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk.) under laboratory and field conditions. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences* 1: 46–55. [doi.10.21608/SVUIJAS.2019.67085](https://doi.org/10.21608/SVUIJAS.2019.67085).
- Sparks, T. C. & Nauen, R.** (2015) IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 121, 122-128. [doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.11.014](https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.11.014).
- Taillebois, E. & Thany, S. H.** (2016) The differential effect of low-dose mixtures of four pesticides on the pea aphid *Acyrtosiphon pisum*. *Insects*. 7: 1–7. [doi.org/10.3390/insects7040053](https://doi.org/10.3390/insects7040053).
- Wang, Z. H., Gong, Y. J., Jin, G. H., Zhu, L. & Wei, S. J.** (2016) Effects of Spirotetramat on development and reproduction of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Austral Entomology* 55(3), 235-241. [doi.org/10.1111/aen.12174](https://doi.org/10.1111/aen.12174).

## Susceptibility of Sunn pest in overwintered adults and new generation to eight insecticide groups of IRAC

Hassan Javadipouya<sup>1</sup> , Orouj Valizadegan<sup>1</sup>  & Aziz Sheikharjan<sup>2</sup> 

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

✉ hassanjavadipouya@yahoo.com

 <https://orcid.org/0009-0001-4527-9522>

✉ o.valizadegan@urmia.ac.ir

 <https://orcid.org/0000-0002-7336-4126>

2. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tebran, Iran

✉ asheikhi48@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2462-3512>

### Article History

Received: 1 December 2022 | Accepted: 28 July 2023 | Subject Editor: Masoumeh Ziaee

### Abstract

Wheat is the most important strategic crop in Iran and the world. Sunn pest *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) causes a lot of damage annually. Currently, two groups of IRAC insecticides including pyrethroids and organic phosphorus compounds are recommended against this pest in Iran and other countries infested with the Sunn pest. In this research, different insecticides were selected from the eight insecticide groups of IRAC and applied in a contact bioassay two life stages of the Sunn pest. The results showed that among the tested insecticides, Deltamethrin (LC<sub>50</sub>=2.93 mg a.i./L) as a pyrethroid group, had the most contact toxicity among chemical compounds against overwintered adults of the Sunn pest, and Fenitrothion as an organic phosphorus compound (LC<sub>50</sub>=19.4 mg a.i./L) was ranked in the second group. But on the new generation of the Sunn pest, both insecticides were ranked in the same group at 72 hours after exposure (LC<sub>50</sub>=4-4.6 mg a.i./L). Further investigations revealed that among neonicotinoid insecticides, Thiamethoxam had more contact toxicity and ranked in the next group. Mortality comparison of different insecticides in high concentration (60-20000mg/L) based on commercial formulations showed that Deltamethrin and Fenitrothion insecticides caused 90-100% mortality on both life stages of the Sunn pest. The new insecticides, Spirotetramat, Flonicamid and Chlorantraniliprole did not show acceptable effectiveness 72 hours after exposure on overwintered and new-generation adults (3.3-43%). Therefore, most of the new insecticides tested for the chemical control of the overwintered and the new generation adults did not have acceptable mortality, and only thiamethoxam insecticide can be studied on Sunn pests in field conditions.

**Keywords:** Chemical control, effectiveness, Diamide, Pyrethroide, Organophosphate, Neonicotinoide

**Corresponding Author:** Orouj Valizadegan (Email: [o.valizadegan@urmia.ac.ir](mailto:o.valizadegan@urmia.ac.ir))

**Citation:** Javadipouya, H., Valizadegan, O. & Sheikharjan, A. (2023). Susceptibility of Sunn pest in overwintered adults and new generation to eight insecticide groups of IRAC. *J. Entomol. Soc. Iran*, 43 (3), 247-257. <https://doi.org/10.61186/jesi.43.3.5>