مقاله تحقیقی

بررسی مقدماتی اثر چند حشره‌کش روی برخی از دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار نواری، *Chilo supprassalis* Walker در زیست بوم شالیزار

فرزاد مجیدی شیل‌سر[۱]، مهرداد عمواقلی طبری[۲]

۱– دانشیار، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترو یج کشاورزی، رشت، ایران.

۲– استادیار، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترو یج کشاورزی، آمل، ایران.

مسئول مکاتبات: مجیدی شیل‌سر، ایمیل: majidi14@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷ ۱۱(۱)۱۹–۳۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۲

چکیده

بیش از ۵۰ سال از ظهور ساقه‌خوار نواری برنج، *Chilo supprassalis* Walker در کشور می‌گذرد و طی این مدت به طور عمده تحت کنترل شیمیایی به‌ویژه با سموم گرانوله بوده است. اخیرا کاربرد حشره‌کش‌های مایع برای کنترل این آفت در حال رواج است، اما، تاثیر آنها بر دشمنان طبیعی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش، اثر سه حشره‌کش شامل، فیپرونیل (SC5%)، دیازینون (EC60%)، فنیتروتیون (EC50%) در مقایسه با شاهد (آب‌پاشی) روی مهمترین دشمنان طبیعی مزارع برنج، آسیابک، *Orthetrum sabina* L. (Odonata: Libellulidae)، سن آندرالوس، *Andrallus spinidens* F. (Hemiptera: Pentatomidae)، سوسک دراکولا، *Paederus fuscipes* Curtis (Coleoptera: Staphylinidae)، عنکبوت آرجیوپه *Argiope catenulata* Doleschall (Araneidae: Araneae)، عنکبوت تتراگناتا، *Tetragnatha* sp. (Araneae: Tetragnathidae) و زنبور تریکوگراما *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) طی ۲، ۷ و ۱۴ روز بعد از سمپاشی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که حشره‌کش‌های فوق در ۲ و ۱۴ روز بعد از سمپاشی به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر سوء روی دشمنان طبیعی داشتند. در مجموع بر اساس نتایج حاضر و استاندارد قوانین سازمان بین‌المللی کنترل بیولوژیک، حشره‌کش فیپرونیل مایع Sc5% از میان سه حشره‌کش، با ایجاد ۳/۷۸٪ کاهش جمعیت، کمترین تاثیر روی دشمنان طبیعی مزارع برنج داشت و در رتبه کم‌خطر تا خطر متوسط قرارگرفت. با گذشت زمان، تاثیر حشره¬کش¬های مورد استفاده به‌ویژه فیپرونیل مایع روی دشمنان طبیعی شیب نزولی داشت. با توجه به سابقه مصرف طولانی مدت حشره¬کش¬های شیمیایی نظیر دیازینون گرانول علیه کرم ساقه¬خوار نواری برنج در زیست بوم شالیزارهای شمال کشور (بالغ بر پنج دهه) و نیز به دلیل پرخطر بودن، سمیت بالا و تبعات منفی دیگر برای کشاورزان و زیست بوم شالیزار، معرفی حشره¬کش¬های جدید سهم به‌سزایی در کاهش خطرات فوق خواهند داشت. بنابراین، به نظر می‌رسد حشره‌کش فیپرونیل مایع به مقدار یک لیتر در هکتار مخاطرات کمتری نسبت به سایر حشره‌کش‌های آزمایش شده در این تحقیق برای حشرات مفید در اکوسیستم زراعی برنج داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آفات، برنج، دشمنان طبیعی، شکارگر، شبه انگل، کنترل شیمیایی

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L) غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان و مهمترین غلات به لحاظ تغذیه و میزان کالری (۲۷ درصد) دریافتی در انسان را تأمین می‌کند. بیش از ۱۰۰ گونه آفات حشره‌ای در مراحل مختلف دوره رشد به گیاه برنج آسیب می‌رسانند(Seni & Naik, 2017).

.سطح زیر کشت برنج در ایران حدود ۶۰۰ هزار هکتار و میانگین تولید شلتوک ۴ تن در هکتار می‌باشد که نقش مهمی در تأمین غذای مردم ایران دارد (Ahmadi, 2019). حشرات آفت از عوامل محدود کننده عملکرد برنج هستند که خسارت ناشی از آن‌ها با توجه به متغیرهای آب و هوای محیطی حدود ۲۵ درصد است (Sehgal *et al.*, 2018). کرم ساقه‌خوار نواری (*Chilo suppressalis* Walker)، گیاه برنج را از مرحله خزانه تا زمان رسیدن محصول مورد حمله قرار می‌دهد. این حشره در مرحله رویشی با ایجاد جوانه‌های مرکزی مرده و در مرحله زایشی با ایجاد خوشه‌های سفید شده منجر به خسارت بع برنج می‌شود (Majidi–Shilsar, 2015). عمده‌ترین محدودیت‌های تولید برنج شیوع زیاد آفات و در نتیجه استفاده بیش از حد از حشره‌کش‌های شیمیایی است (Rola & Pingali, 1993) که این فرآیند موجب برهم خوردن تعادل طبیعی بین حشرات آفت و دشمنان طبیعی می‌شود. با این وجود مصرف حشره‌کش‌های شیمیایی هنوز یک روش رایج برای کنترل آفات حشره‌ای به ویژه در شالیزار می‌باشند (Gangurde, 2007). در سال ۱۳۵۰ با ظهور ساقه خوارنواری برنج در شهرستان رامسر و با توجه به سطح زیاد آلودگی مزارع برنج غرب مازندران و سپس شرق گیلان پژوهشگران موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور بیش از ۲۰ نوع حشره کش گرانول و مایع را برای کنترل این آفت بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد تاثیر حشره کش گرانول دیازینون با فرمولاسیون ۵ و ۱۰ درصد نسبت به سایر حشره‌کش‌ها برتری دارد (Khosrowshahi *et al.*, 1979). Majidi–Shilsar *et al.* (1998) اثر حشره‌کش فیپرونیل 5% SC را در طی سال‌های متوالی، برای کنترل آفت مذکور بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که حشره‌کش فوق تا ۷۰ درصد مرگ و میر ایجاد می‌کند. هرچند که استفاده بی رویه از حشره‌کش‌ها با فرمولاسیون مایع، روی شکارگرها و پارازیتوییدها (شبه انگل) می‌تواند تأثیر منفی بگذارد، اما استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی، تأثیر کمتری روی دشمنان طبیعی داشته و در کاهش تراکم جمعیت آفت نیز موثر است (Patel *et al.*, 1997). استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی که برای دشمنان طبیعی سمیت کمتری دارند، باعث حفظ جمعیت بیشتری از دشمنان طبیعی شده و آن تعداد از دشمنان طبیعی که بعد از سمپاشی زنده می‌مانند، قادرند جمعیت آفات را کاهش دهند، که این کار به نوبه خود میزان استفاده از حشره–کش‌ها را در اکوسیستم زراعی کاهش می‌دهد (Heinrichs *et al.*, 1984). Kumar *et al.* (2013) در بررسی‌های خود نشان دادند که روغن‌های گیاهی و حشره‌کش‌های صابونی نسبت به برخی از سموم دفع آفات معمولی باقیمانده کمتری داشته و بر کفشدوزک‌ها اثرات کمتری دارند. یکی از موضوعات کلیدی در طول تکامل استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی برای کنترل حشرات آفت نیاز به حشره‌کش‌های انتخابی بود (Sparks, 2013). پژوهشگران نشان دادند که یک مزیت قابل توجه حشره‌کش‌های شیمیایی انتخابی اثر بخشی آن‌ها با حداقل عوارض جانبی بر روی دشمنان طبیعی است و بنابراین می‌توان با استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی این مزایا را حفظ کرد (Bueno & Freitas, 2004; Bacci, 2009).

Gentz *et al.* (2010) اظهار داشتند که استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی، در ترکیب با یک دشمن طبیعی، ممکن است روش پیشگیرانه و جامع‌تری نسبت به روش انفرادی ارائه دهد. در طی سه دهه گذشته تلاش‌هایی برای تولید حشره‌کش‌هایی با خاصیت انتخابی انجام شده است که به طور خاص در محل‌های گیرنده‌های بیوشیمیایی در بدن گروه‌های خاص حشرات عمل می‌کنند. تعدادی از حشره‌کش‌های جدید با شیوه عمل منحصر به فرد در اواخر دهه ۱۹۹۰ و اوایل سال ۲۰۰۰ برای کنترل حشرات در کشاورزی ثبت شدند. این حشره‌کش‌ها نقش مهمی در مدیریت تلفیقی بسیاری از آفات با اثر بخشی خوب، انتخابی زیاد و سمیت کم برای پستانداران دارند، که آن‌ها را جایگزین حشره‌کش‌های ارگانوکلرین‌ها، ارگانوفسفره، کاربامات‌ها و پیرتروئیدها کرده است (Cardwell *et al.*, 2005; Ishaaya, 2005). شناخت دقیق اثرات آفت‌کش‌های مختلف روی دشمنان طبیعی به نوع سمپاشی

و زمان سمپاشی کمک می‌کند، بنابراین از تماس با حساس‌ترین مراحل زندگی دشمنان طبیعی جلوگیری می‌نماید. همچنین آفات و حشرات زیان‌آور از عوامل اصلی کاهش دهنده عملکرد و کیفیت تولیدات بخش کشاورزی می‌باشند. این موجودات همچنین بر تنوع زیستی و سلامت انسان نیز تاثیرات سو بسیاری دارند (Yazdi *et al.*, 2010; Nabati, 2010).

طی سال‌های ۱۹۸۰ تا اواسط ۱۹۹۰، حشره‌کش‌های گروه فسفره و نرایستوکسین‌ها از آفت‌کش‌های پرمصرف در شالیزارها بودند (Kono & Shishido, 1985; Kono & Gakkaishi, 1989). از اواخر دهه ۱۹۹۰ با ظهور اولین عضو گروه حشره‌کش‌های گروه فنیل پیرازول یعنی حشره‌کش فیپرونیل و اثرات قابل توجه آن در کنترل ساقه‌خوارهای برنج، زمینه مناسبی را برای استفاده متناوب با حشره‌کش‌های دیگر فراهم نمود (Cao, 2004). فنیل پیرازول‌ها نظیر فیپرونیل یک حشره‌کش "نسل جدید" بوده و نحوه عملکرد آن موجب اختلال گابا در عملکرد طبیعی کانال‌های کلردار عصبی می‌شود. همچنین، فیپرونیل علاوه بر گیرنده‌های GABA روی بی مهرگان نسبت به مهره‌داران موثرتر است زیرا بی‌مهرگان مانند حشرات کانال‌های کلرید فعال شده با گلوتامات دارند در حالی که پستانداران اینگونه نیستند (Simon–Dels *et al.*, 2015; Cole *et al.*, 1993; Gunasekara *et al.*, 2007). عده‌ای از پژوهشگران دریافتند که فیپرونیل باعث شوک عصبی (مانع عبور یون‌های کلرید) با هدف قرار دادن کانال کلرید در گابا اسید آمینوبوتیریک و در دوزهای کافی منجر به تحریک بیش از حد عصبی، فلج شدید و مرگ حشرات می‌شود (Bobe *et al.*, 1998; Aajoud *et al.*, 2003). از طرفی، عنکبوت‌ها، دشمنان طبیعی بسیار مهمی برای آفات حشره‌ای در اکوسیستم‌های مختلف به ویژه زیست بوم شالیزار به شمار می‌روند، زیرا نه تنها شکارگرهای عمومی هستند، بلکه بخش بزرگی از جمعیت بندپایان را در سیستم‌های کشاورزی تشکیل می‌دهند (Nyffeler, 1982). تعدادی از مطالعات موردی در محصولات مختلف نشان می‌دهد که عنکبوت‌ها می‌توانند در بسیاری از موارد عوامل موثر در کنترل آفات باشند، با این حال، عنکبوت‌ها نیز به راحتی تحت تأثیر آفت‌کش‌های دفع آفات قرار می‌گیرند (Volkmar & Schier, 2005). گرچه استفاده بیش از حد از آفت‌کش‌های شیمیایی، از بین رفتن دشمنان طبیعی و آلودگی زیست محیطی را به همراه دارد ولی کنترل شیمیایی هنوز هم اولین خط دفاعی در برابر آفات مختلف حشرات می‌باشند (Pasalu *et al.*, 2002). حشره‌شناسان معتقدند که عنکبوت‌ها به عنوان یکی از عوامل اصلی در کنترل آفات اهمیت قابل توجهی دارند، به‌طوری که می‌توانند به عنوان شکارگرهای مهم آفات حشره‌ای در محدود کردن رشد نمایی اولیه جمعیت میزبان موثر باشند. تعدادی از پژوهشگران از قدرت شکارگری عنکبوت‌ها در اکوسیستم برنج خبر دادند. ساهو و همکاران (Sahu *et al.*, 1996) در مزارع برنج فعالیت چند گونه عنکبوت را گزارش کردند به طوری‌که در بین گونه‌های شناسایی شده، *Lycosa pseudoannulata* (Boes & Stand) شایع‌ترین بوده و پس از آن *Atypena formosana* (Oi) *Argiope ecatenulate* (Doleschalland) (*Clubiona japonicola* Boesenberg (Strand) بود. جمعیت این چهار گونه نیز در مراحل مختلف رشد برنج متفاوت بوده است. سامیان و چاندراسکران Samiyyan & Chandrasekaran (1998) گزارش کردند که عنکبوت‌ها قادرند آفات نظیر، برگ پیچان، کرم‌های برگ‌خوار و ساقه‌خوارها را کنترل نمایند. آن‌ها معتقدند که دو گونه عنکبوت *L. pseudoannulata* و *A. catenulate* از دشمنان طبیعی رایج در اکوسیستم زراعی برنج بوده که به طور موثری جمعیت آفات مهمی مانند کرم سبز برگ‌خوار برنج، زنجرک قهوه‌ای و ساقه‌خوارهای برنج را کاهش دهند.

Chelliah & Bharahi (1994) اظهار می‌دارند که کنترل ساقه‌خوار برنج بوسیله حشره‌کش‌ها هنوز به عنوان اولین خط دفاعی در زراعت برنج محسوب شده و از این طریق تاثیر سریع روی جمعیت حشرات داشته و انبوهی آن را در حد آستانه اقتصادی نگه می‌دارد. همچنین آن‌ها در گزارشی اعلام نمودند که حشره کش فیپرونیل ۵٪ SC به

مقدار نیم لیتر در هکتار از کارایی بالایی روی ساقه‌خوارهای برنج برخوردار بوده‌است، به طوری که نتایج فوق نیز نشان داد که اثرات منفی آن بر روی دشمنان طبیعی مزارع برنج اندک بود. ارزیابی اثر آفت‌کش‌ها بر دشمنان طبیعی بخش مهمی از یک برنامه موفقیت آمیز مدیریت تلفیقی آفات برنج در ایران می‌باشد. از اهداف این پژوهش، تعیین اثر برخی از حشره‌کش‌های با فرمولاسیون مایع رایج روی کاهش جمعیت مهمترین دشمنان طبیعی در مزارع برنج می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه‌ای به مساحت ۴۰۰۰ مترمربع (هرکرت ۱۰۰۰ متر مربع) در شهرستان رشت طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰انجام شد. شهرستان رشت در موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه عرض جغرافیایی، دارای آب و هوای معتدل و مرطوب وارتفاع آن از سطح دریا ۷ – متر، مقدار بارش سالانه ۱۳۵۹ میلی متر، میانگین دمای ۱۵/۹ درجه سلسیوس می باشد. حشره‌کش‌های مورد آزمایش با مقادیر مصرف آن‌ها روی دشمنان طبیعی مزارع برنج در جدول ۱ نشان داده است. این آزمایش با چهار تیمار شامل ۱– دیازینون امولسیون ۶۰ درصد (یک لیتر در هکتار)، ۲– فیپرونیل سوسپاسیون (SC5%) (یک لیتر در هکتار)، ۳– فنیتروتیون امولسیون ۵۰ درصد (یک لیتر در هکتار) و ۴– شاهد (آب پاشی) در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. محلول‌پاشی با سمپاش موتوری (اتومایزر سرلانس دار) همانند شرایط عرف کشاورزان در مزرعه اجرا شد (جدول ۱).

جدول ۱– حشره‌کش‌های مورد آزمایش با مقادیر مصرف آن‌ها

Table 1. Insecticides tested with their consumption amounts

Common name	Name of Formulator	formulation (%)	Concentration per hectare (ml/ha)
Diazinon	Gyah Crop	EC60	1000 ml
Fipronil	Gyah Crop	SC 5	1000 ml
Fenitrothon	Gyah Crop	SC 50	1000 ml
Control	Water	Water	200 Lit

بعد از سمپاشی در هر تیمار، سمپاش به طور کامل با آب شسته شد، سپس تیمار بعدی آماده و و عملیات انجام شد. نمونه‌برداری در سه نوبت ۲، ۷ و ۱۴ روز پس از سمپاشی انجام شد. این تحقیق، در دو مرحله رویشی گیاه برنج (نسل اول ساقه‌خوار) در سال ۱۳۹۹ و زایشی گیاه برنج (نسل دوم ساقه‌خوار) در سال ۱۴۰۰ انجام شد. شکارگرها در هر قطعه با تور حشره‌گیری به تعداد ده بار تورزدن (۵ بار به سمت چپ و ۵ بار به سمت راست) جمع‌آوری و به طور جداگانه داخل پاکت پلاستیکی درب دار قرار داده و با برچسب مشخص به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌برداری از مهمترین دشمنان طبیعی شکارگرهای شالیزار شامل آسیابک، *Orthetrum sabina* L. (Odonata: Libellulidae)، سن آندرالوس، *Andrallus spinidens* F. (Hemiptera: Pentatomidae)، سوسک دراکولا (*Paederus fuscipes* Curtis Coleoptera; Staphylinidae)، عنکبوت آرجیوپه (*Argiope catenulata* Doleschall (Araneae: Araneidae)، عنکبوت تتراگناتا (*Tetragnatha* sp. (Araneae: Tetragnathidae) و زنبور تریکوگراما، *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) انجام شد. در این آزمایش، برای تاثیر حشره‌کش‌ها روی زنبور تریکوگراما، ابتدا تریکوکارت‌های حاوی زنبور تریکوگراما در مزرعه آزمایشی روی بوته‌های برنج نصب شدند (در همان روز). یک روز قبل از سمپاشی، تعداد زنبورها شمارش شدند. سپس سمپاشی انجام شد. روز بعد از سمپاشی، دسته‌های

تخم میزبان واسط بید غلات، *Sitotroga cerealella* در قطعه‌های مورد نظر نصب شدند. برای تعیین میزان انگلی شدن دسته‌های تخم میزبان واسط، توسط زنبورهای تریکوگرامای رها شده، کارت‌های حاوی دسته‌های تخم سیتوتروگا در ۲، ۷ و ۱۴ روز بعد از رهاسازی، جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. در این تحقیق، برای تعیین درصد مرگ و میر حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی از فرمول هندرسون–تیلتون (Handerson & Tilton, 1955) استفاده شد. درصد مرگ ومیر حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی بر اساس سیستم سازمان بین المللی کنترل بیولوژیک طبقه‌بندی شدند (جدول ۲).

جدول ۲– سیستم طبقه‌بندی برای شناسایی اثرات سوء آفت کش ها بر روی بندپایان مفید و غیر هدف (Hassan, 1992)

Table 2. Classification system for recognising adverse effects of pesticides on beneficial and non–target arthropods (Hassan, 1992)

Class	Category	٪Mortality *
		Field studies
Class 1	Harmless	< 25%
Class 2	Slightly Harmful	25–50%
Class 3	Moderately Harmful	51–75%
Class 4	Harmful	> 75%

***** Field: Plants treated with toxicant with natural enemy populations already present and under completely natural environmental conditions.

نتایج

جدول ۳ میانگین درصد تاثیر حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی جمعیت مهمترین دشمنان طبیعی مزارع برنج در مرحله رویشی گیاه برنج (نسل اول ساقه‌خوار برنج) را نشان می‌دهد. نتایج بررسی‌های این پژوهش نشان می‌دهدکه تاثیر سه حشره‌کش مذکور روی عنکبوت تتراگناتا، ۲ روز بعد از سمپاشی بیش از ۵۰ درصد بوده و بر اساس جدول ۲ در گروه حشره‌کش‌های با خطر متوسط قرار گرفتند. در حالی که، ۷ روز بعد از سمپاشی تاثیر حشره‌کش فیپرونیل روی این عنکبوت کمتر از دو حشره‌کش دیگر بوده و بر اساس جدول ۲ در گروه بی خطر و دو حشره‌کش فنیتروتیون و دیازینون در گروه کم خطر جای گرفتند (جدول‌های ۲ و ۳). همچنین ۱۴ روز بعد از سمپاشی، دو حشره‌کش فیپرونیل و دیازینون در گروه بی خطر و لی حشره‌کش فنیتروتیون در گروه کم خطر جای گرفت (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج همچنین نشان داد که تاثیر سه حشره‌کش مورد تحقیق روی عنکبوت آرجیوپه در ۲ روز بعد از سمپاشی در گروه کم خطر، ۷ روزبعد از سمپاشی، حشره‌کش‌های فیپرونیل (با درصد۲۰) و دیازینون (با ۱۸ درصد) در گروه بی‌خطر، حشره‌کش فنیتروتیون (با ۶۷/ درصد) در گروه کم‌خطر، در حالی که ۱۴ روز بعد از سمپاشی سه حشره‌کش مذکور در گروه بی‌خطر جای گرفتند (جدول‌های ۲ و۳). نتایج همچنین نشان داد درصد تاثیر حشره‌کش فیپرونیل روی عنکبوت آرجیوپه ۷ روز بعد از سمپاشی از ۸/۸۳ درصد به کمتر از ۱۰ درصد بوده و روند کاهشی داشت. همچنین در این جدول، تاثیر حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی سن شکارگر آندرالوس در ۲ روز بعد از سمپاشی مشاهده می‌شود. حشره‌کش فیپرونیل با ۴۸/۵۰ درصد تاثیر در گروه کم خطر جای گرفت، اما دو حشره‌کش فنیتروتیون (۵۲/۹۹ درصد) و دیازینون (۵۲/۲۱ درصد) براساس جدول ۲ در گروه خطر متوسط طبقه‌بندی شدند. در همین جدول، ۷ روز بعد از سمپاشی، تاثیر حشره‌کش فیپرونیل (۱۸/۶۵ درصد) در گروه بی‌خطر جای گرفت و دو حشره‌کش دیگر در گروه کم خطر قرار گرفتند. همچنین، ۱۴ روز بعد از سمپاشی، هر سه حشره‌کش مذکور در گروه بی خطر جای گرفتند، یعنی ۱۴ روز بعد از سمپاشی، حشره‌کش‌های مذکور با تاثیر کمتر، روند کاهشی روی جمعیت سن آندرالوس داشته و ایمن‌تر بودند. این جدول تاثیر حشره‌کش‌ها را ۲ روز بعد از سمپاشی بر روی جمعیت آسیابک (*O. sabina*) نشان داد که دامنه تاثیر در محدوده ۵۰/۹۹ تا ۶۳/۳۳ درصد بود، اما براساس سیستم IOBC (Hassan, 1992) (جدول ۲)

حشره‌کش فیپرونیل در گروه کم خطر و حشره کش‌های فنیتروتیون و دیازینون در گروه خطر متوسط طبقه‌بندی شدند. همچنین ۷ روز بعد از سمپاشی، تاثیر حشره‌کش فیپرونیل با (۱۳/۵ درصد مرگ و میر) روی آسیابک‌ها کمتر از حشره‌کش‌های فنیتروتیون و دیازینون بود و براساس جدول ۲ در گروه بی‌خطر و دو حشره‌کش دیگر در گروه کم خطر قرار گرفتند.

جدول ۳– کاهش جمعیت مهمترین دشمنان طبیعی مزارع برنج متاثر از حشره‌کش‌ها، (نسل اول آفت) سال ۱۳۹۹ (درصد)

Table 3. Population reduction of the most important natural enemies of rice fields affected by insecticides, (first generation of pest) in 2020 (%)

Treatment	Days after spraying	Mortality of natural enemies (%)					
		Tetragnatha sp.	*Argiope catenulata*	Andrallus spinidens	*Orthetrum sabina*	*Paederus fuscipes*	*Trichogramma brassice*
Fipronil	2 days after	50.98^{c}	54.33^{a}	48.50^{b}	50.99^{b}	45.20^{b}	50.02^{b}
	7 days after	19.44^{e}	20^{c}	18.65^{c}	13.5^{d}	12.3^{d}	27.84^{d}
	14 days after	10.41^{g}	8.83^{d}	5.13^{d}	6.53	3.78^{f}	11.13^{f}
Fenitrithion	2 days after	57.94^{b}	54.33$_{a}$	52.99^{a}	63.33^{a}	43.93^{b}	53.33^{a}
	7 days after	37.5^{d}	21.67^{c}	45.95^{b}	12.33^{d}	15	33.24^{c}
	14 days after	26.67$_{f}$	11.20	13.71^{cd}	12.87^{d}	7.29^{e}	16.72^{e}
Diazinon	2 days after	63.78^{a}	39.44^{b}	52.21^{a}	63.33^{a}	54.91^{a}	55.63b
	7 days after	37.5^{d}	18.33^{c}	46.27^{b}	32.20^{c}	21.67^{c}	38.72^{c}
	14 days after	21.18^{e}	11.66^{cd}	13.09^{cd}	12.44^{d}	10.62^{de}	29.96^{d}

حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letters in each column are not significantly different based on Duncan's multiple range test at 5% level of statistical probability.

جدول ۴، مقایسه میانگین درصد مرگ و میر دشمنان طبیعی منتج از حشره‌کش‌های مورد آزمایش در مرحله زایشی و در نسل دوم ساقه خوار برنج در مزرعه آزمایشی را نشان می‌دهد. جدول ۴ در ستون سوم، درصد تاثیر سموم مختلف روی عنکبوت تتراگناتا را در نسل دوم آفت در مزرعه آزمایشی نشان می دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در ۲ روز بعد از سمپاشی، دو حشره‌کش فیپرونیل و دیازینون به ترتیب با مرگ و میر ۶۲/۶۳ و ۶۱/۸۳ درصد در گروه با خطر متوسط و سم فنیتروتیون با ۷۵/۰۹ درصد در گروه حشره‌کش پر خطر برای این عنکبوت طبقه‌بندی شدند. همچنین، ۷ روز بعد از سمپاشی، حشره‌کش فیپرونیل با ۴۸/۴۶ درصد تاثیر در گروه کم خطر و حشره‌کش‌های فنیتروتیون و دیازینون به ترتیب با مرگ ومیر ۵۳/۳۲ و ۵۲/۷۸ درصد در گروه با خطر متوسط طبقه‌بندی شدند. همچنین، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ۱۴ روز بعد از سمپاشی، تاثیر حشره‌کش‌های مذکور برای عنکبوت تتراگناتا در گروه سموم بی خطر جای گرفتند (جدول ۴). همچنین، تاثیر حشره‌کش‌های مورد آزمایش، ۲ روز بعد از سمپاشی دوم روی عنکبوت آرجیوپه (جدول ۴) نشان دادکه تاثیر دو حشره‌کش فیپرونیل و فنیتروتیون به ترتیب ۴۲/۲۲ و ۴۴/۴۴ درصد بود که بر اساس جدول ۲ در گروه حشره‌کش‌ها کم خطر و حشره‌کش دیازینون با ۵۲/۱۹ درصد مرگ و میر در گروه با خطر متوسط طبقه‌بندی شدند. همچنین، ۷ روز بعد از سمپاشی، تاثیر حشره‌کش فیپرونیل روی این عنکبوت بر اساس جدول ۲ در گروه سموم بی‌خطر و دو حشره‌کش فنیتروتیون و دیازینون در گروه حشره‌کش‌ها کم خطر برای عنکبوت آرجیوپه گروه‌بندی شدند. با توجه به نتایج همین جدول، ۱۴ روز بعد از سمپاشی هر سه حشره‌کش مورد ارزیابی، جزو حشره‌کش‌ها بی خطر جای گرفتند. تاثیر حشره‌کش‌ها روند کاهشی برای عنکبوت آرجیوپه داشت. نتایج حاصل از این پژوهش در جدول ۴، تاثیر حشره‌کش‌ها مورد آزمایش را روی سن آندرالوس نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می شود تاثیر هر سه حشره‌کش مذکور در ۲ روز بعد از سمپاشی بر اساس سیستم IOBC در گروه خطر متوسط جای گرفتند و تاثیر آن‌ها برای فیپرونیل، فنیتروتیون و

دیازینون به ترتیب ۶۱/۱۱، ۶۶/۶۷ و ۶۶/۶۷ درصد بود. همچنین، این جدول نشان می‌دهد که ۷ روز بعد از سمپاشی ، تاثیر همه حشره‌کش‌ها روی سن آندرالوس در گروه کم خطر با تاثیر ۲۵/۷۶، ۳۶/۶ و ۳۹/۳۹ درصد به ترتیب برای فیپرونیل، فنیتروتیون و دیازینون بوده است. همچنین، ۱۴ روز بعد از سمپاشی، تاثیر حشره‌کش فیپرونیل روی سن آندرلوس در گروه بی‌خطر با ۴/۱۳ درصد و برای دو حشره‌کش دیازینون و فنیتروتیون به ترتیب با ۲۸/۱۱ و ۳۰/۸۹ درصد در گروه کم خطر طبقه‌بندی شدند. با توجه به نتایج جدول ۴، ۲ روز بعد از سمپاشی، تاثیر حشره‌کش فنتیروتیون روی آسیابک بر اساس سیستم IOBC و حشره‌کش فیپرونیل۶۲/۶۳ درصد و حشره‌کش دیازینون با ۶۱/۸۳ درصد و حشره‌کش فنیتروتیون با ۵۶/۶۶ درصد و جزو گروه حشره‌کش‌ها با خطر متوسط طبقه‌بندی شدند. نتایج این بررسی، ۷ روز بعد از سمپاشی نشان داد که حشره‌کش‌ها دیازینون و فنیتروتیون بیشترین مرگ و میر و حشره‌کش فیپرونیل کمترین تاثیر را روی آسیابک نشان دادند، به طوری‌که، دو حشره‌کش دیازینون (۴۲/۳۲ درصد) و فنتیروتیون با ۳۶/۴۵ درصد در گروه کم خطر و حشره‌کش فیپرونیل با ۲۷/۴۲ درصد در گروه بی خطر بودند. در همین جدول، ۱۴ روز بعد از سمپاشی، تاثیر همهٔ حشره‌کش‌ها مورد آزمایش، روی آسیابک کمتر از ۲۶ درصد بوده و در گروه حشره‌کش‌های بی خطر قرار گرفتند (جدول ۴).

جدول ۴–کاهش جمعیت مهمترین دشمنان طبیعی مزارع برنج متاثر از حشره‌کش‌ها، (نسل اول آفت) سال ۱۴۰۰ (درصد)

Table 4. population reductionof the most important natural enemies of rice fields affected by insecticides, (second generation of pest) in 2021 (%)

Treatment	Days after spraying	Mortality of natural enemies (%)					
		Tetragnatha sp.	*Argiope catenulata*	*Andrallus spinidens*	*Orthetrum sabina*	*Paederus fuscipes*	*Trichogramma brassice*
Fipronil	2 days after	62.63^{b}	42.22^{b}	61.11^{b}	62.63^{a}	69.11^{b}	45.64^{c}
	7 days after	48.46$_{c}$	23.28^{cd}	25.76^{e}	27.42^{e}	26.67^{d}	23.08^{f}
	14 days after	17.34^{e}	12.17^{e}	4.13^{f}	10.10^{g}	10.18^{g}	16.13^{g}
Fenitrithion	2 days after	75.09^{a}	44.44^{b}	66.67^{a}	56.66^{b}	69.11^{b}	53.25^{a}
	7 days after	53.32^{c}	29.21^{cd}	36.36^{c}	36.452^{d}	33.33^{c}	47.61^{d}
	14 days after	22.15^{d}	15.83	30.89^{d}	20.18^{f}	16.78^{f}	21.51^{f}
Diazinon	2 days after	61.83^{b}	52.19^{a}	66.67^{a}	56.55^{b}	76.77^{a}	55.41^{a}
	7 days after	52.78b^{c}	30.08^{c}	39.39^{c}	42.32^{c}	35.69^{c}	49.79^{b}
	14 days after	23.31^{d}	16.99^{d}	28.11^{ce}	25.55^{e}	17.99^{e}	30.11^{e}

حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Similar letters in each column are not significantly different based on Duncan's multiple range test at 5% level of statistical probability.

همچنین، بررسی های این پژوهش نشان داد که تاثیر دو حشره‌کش فیپرونیل و فنیتروتیون ۲ روز بعد از سمپاشی روی سوسک دراکولا (*Paederus fuscipe*) به ترتیب ۶۹/۱۱ و ۶۹/۱۱ درصد در گروه خطر متوسط و حشره‌کش دیازینون با ۷۶/۷۷ درصد تاثیر در گروه پرخطر طبقه‌بندی شدند (جدول ۲). نتایج تاثیر حشره‌کش‌های فوق ۷ و ۱۴ روز بعد از سمپاشی در گروه بی خطر جای گرفتند که در جدول ۴ نشان داده شد. همچنین، در این تحقیق، تاثیر سه حشره‌کش مختلف روی زنبور تریکوگراما در ۲، ۷ و ۱۴ روز بعد از سمپاشی ارایه شده است (جدول ۴). همان طور

که مشاهده می‌شود در ۲ روز بعد از سمپاشی در مزرعه روی زنبور مذکور، مرگ ومیر حاصل از تاثیر حشره‌کش فیپرونیل ۴۵/۶۴ درصد بود که جزو گروه حشره‌کش‌ها کم خطر برای زنبورطبقه‌بندی شد، اما حشره‌کش‌های فنیتروتیون و دیازینون به ترتیب با ۵۳/۲۵ و ۵۵/۴۱ درصد مرگ ومیر در گروه با خطر متوسط جای گرفتند. در همین جدول، ۷ روز بعد از سمپاشی، تاثیر حشره‌کش فیپرونیل با ۲۳/۰۸ درصد مرگ و میر در گروه حشره‌کش‌های بی‌خطر و حشره‌کش‌های فنیتروتیون و دیازینون به ترتیب با ۴۷/۶۱ و ۴۹/۷۹ درصد جزو حشره‌کش‌های کم خطر برای زنبور گروه‌بندی شدند. همچنین، نتایج این بررسی نشان داد که، ۱۴ روز بعد از سمپاشی، تاثیر دو حشره‌کش فیپرونیل و فنیتروتیون به ترتیب با ۱۶/۱۳ و ۲۱/۵۱ درصد در گروه حشره‌کش‌های بی‌خطر و برای حشره‌کش دیازینون با ۳۰/۱۱ درصد مرگ و میر بر اساس جدول ۲ در گروه حشره‌کش‌های کم خطر برای زنبور تریکوگراما جای گرفت. نتایج حاصل مبین شیب نزولی اثرات ناخوشایند حشره‌کش‌های مورد بررسی به ویژه، حشره‌کش فیپرونیل روی زنبورتریکوگراما نسبت به سایر حشره کش‌ها بود.

بحث

بر اساس نتایج این آزمایش، تاثیر حشره‌کش فیپرونیل مایع روی مهمترین دشمنان طبیعی مزارع برنج، در طول سمپاشی سال اول و سال دوم براساس گروه‌بندی IOBC، از رتبه بی‌خطر تا خطر متوسط طبقه‌بندی شد. در این رابطه، سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 2015) دریافتند که فیپرونیل مایع (5٪ SC) به مقدار ۱/۸۵ لیتر در هکتار نقش موثری در کاهش کرم ساقه‌خوار زرد برنج نشان داد. برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات بر استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی و کنترل بیولوژیکی برای حفظ جمعیت آفات به زیر آستانه اقتصادی (Roubos *et al.*, 2014) و با تأثیر عملیاتی پایین‌ترآن‌ها بر سیستم‌های کشاورزی تأکید می‌کنند (Kogan *et al.*, 1998). این امر بر استفاده هر چه کمتر حشره‌کش‌های شیمیایی و به ویژه مولکول‌هایی که با دشمنان طبیعی سازگار هستند، تأکید می‌کند (Gonzalez–Zamora *et al.*, 2013). بررسی‌ها نشان داد که اثر بیشتر حشره‌کش‌های مورد آزمایش، روی عنکبوت تتراگناتا نسبت به عنکبوت آرجیوپه، به دلیل تحرک‌پذیری کمتر عنکبوت تتراگناتا می‌باشد، زیرا این گونه نسبت به گونه آرجیوپه همواره روی برگ برنج استتار شده و همیشه در کمین شکار خود می‌باشد، اما عنکبوت آرجیوپه بعد از ایجاد تنیدن تار در سطح مزرعه به دنبال تنیدن تارهای بعدی در نقاط مختلف مزرعه بوده و تحرک‌پذیری بیشتری دارد. این در حالی است که عنکبوت تتراگناتا تار نمی‌تنند و میزبان خود را بطور مستقیم شکار می‌کنند. جعفر و همکاران (Jaafar *et al.*, 2013) بررسی اثرات سه حشره‌کش فیپرونیل، Cartap و Chlorantraniliprole در اکوسیستم برنج روی فراوانی عنکبوت و حشرات را انجام دادند. مشاهدات آنها از ۱۲ روز تا ۸۹ روز پس از کاشت بود. نتایج بررسی‌های آنها نشان داد که تیمارهای فیپرونیل و هیدروکلراید کارتاپ به طور قابل توجهی جمعیت دشمن طبیعی را کاهش داده بود. همچنین آزمایش آن‌ها نشان داد حشره‌کش کلرانترانیلیپرول بهترین کارایی را در کنترل آفت دارد و در عین حال کمترین اثر را برای بندپایان غیر هدف در مزرعه دارد. همچنین، سینگ و همکاران Singh *et al.* (2015) در بررسی‌های خود نشان دادند که در بین تیمارهای مختلف حشره‌کشی شامل، Triazophos40EC، Cartap–hydrochloride4G، Lambda–cyhalothrin5EC، Fipronil5SC، Endosulfan35EC، Cartap hydrochloride 50SP، B.t.، Neemarin 1500 ppm و Control حداکثر تعداد عنکبوت‌های *Lycosa* و *Argiope* در قطعه شاهد با ۳/۲۶ عدد در بوته بود. در حالی‌که در بین حشره‌کش‌های مذکور، بیشترین تعداد عنکبوت‌های مذکور در قطعه سمپاشی با کارتاپ هیدروکلراید ۴٪ G و سپس فیپرونیل ۵٪ SC به ترتیب ۱/۶۶ و ۱/۵۳ عدد در بوته بود. همچنین آن‌ها در بررسی‌های خود نشان دادند که فیپرونیل مایع (5٪ SC) به مقدار ۱/۸۵ لیتر در هکتار در مقایسه با سایر حشره‌کش‌ها برای عنکبوت‌ها ایمن‌تر است (Singh *et al.*, 2015). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در سمپاشی سال اول تاثیر سه حشره‌کش

فیپرونیل، فنیتروتیون و دیازینون روی عنکبوت آرجیوپه، جزو گروه حشره‌کش‌های کم خطر جای گرفتند، اما، در دومین سمپاشی (نسل دوم)، دو حشره‌کش فیپرونیل و فنیتروتیون جزو حشره‌کش‌های کم خطر و حشره‌کش دیازینون جزوه حشره‌کش با خطر متوسط ارزیابی شدند. در همین بررسی، تاثیر سه حشره‌کش مذکور در سمپاشی اول (نسل اول)، روی عنکبوت تتراگناتا مشخص شد که حشره‌کش فیپرونیل جزو حشره‌کش‌های کم خطر ولی دو حشره‌کش دیگر در گروه با خطر متوسط ارزیابی شدند. نتایج این پژوهش در سمپاشی (نسل دوم آفت) نشان داد که حشره‌کش‌های فیپرونیل و فنیتروتیون روی عنکبوت فوق در گروه با خطر متوسط و حشره‌کش دیازینون در گروه پرخطر تاثیر داشت. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهشگران مذکور مطابقت دارد. اگرچه دلایل مختلفی برای واکنش دشمنان طبیعی در برابر حشره‌کش‌های مورد آزمایش وجود دارد، با این وجود، یکی از دلایل مهم، اثرگذاری کم، حشره‌کش روی دشمنان طبیعی، تحرک و جابجایی زیاد آن‌ها در حین سمپاشی و بعد از سمپاشی در اکوسیستم زراعی برنج می‌باشد که دائم در جستجوی میزبان خود هستند. همچنین، این بررسی نشان داد که تاثیر حشره‌کش‌های مذکور روی جمعیت سوسک دراکولا در ۲ روز بعد از سمپاشی اول برای همهٔ حشره‌کش‌ها، در گروه خطر متوسط قرار گرفتند. همچنین، براساس جدول ۳ تاثیر سه حشره‌کش مذکور در ۷ روز بعد از سمپاشی همگی در گروه حشره‌کش‌های بی‌خطر طبقه‌بندی شدند (جدول ۲). در حالی‌که ۱۴ روز بعد از سمپاشی همهٔ حشره‌کش‌ها روی جمعیت سوسک دراکولا، مجددا در گروه بی‌خطر جای گرفتند. این روند نشان می‌دهد که دو روز بعد از سمپاشی تاثیر منفی فیپرونیل نسبت به زمان‌های مورد استفاده کمی بالا است به طوری که در دو روز اول بعد از سمپاشی در گروه کم خطر و در بازه زمانی ۷ و ۱۴ روز بعد از آن در گروه بی‌خطر جای گرفت. تاثیر کم این دسته از حشره‌کش‌ها روی سوسک دراکولا شاید به دلیل جثه کوچک حشره و قدرت جابجایی سریع و رفت و برگشتی آن در قسمت‌های مختلف گیاه به ویژه در قسمت‌های طوقه و پائین گیاه برای میزبان‌یابی می باشد.

عده‌ای از پژوهشگران تاثیر حشره‌کش‌های رایج فیپرونیل، دیازینون و مالاتیون و علف‌کش پرتیلاکلر را روی سن شکارگر آندرالوس *A. spinidens* در مزارع برنج شمال کشور مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که کمترین مقدار زادآوری در تیمارهای مربوط به حشره‌کش‌ها و بیشترین آن در تیمار مربوط به علف‌کش مشاهده گردید. همچنین این محققین خاطر نشان کردند که آفت‌کشی برای استفاده در برنامه مدیریت تلفیقی آفات مناسب است، که علاوه بر اینکه جمعیت آفات را به خوبی کنترل می‌کند، کمترین سمیت را برای دشمنان طبیعی داشته باشد (Yousefi Porshokouh *et al*., 2018). همچنین بررسی‌های جینگوجی و همکاران Jinguji *et al.* (2009) در استفاده از آفت کش‌های ایمیداکلوپرید و فیپرونیل مایع (SC5%) روی لاروها و افراد بالغ آسیابک گونهٔ *Sympetrum infuscatum* (Libellulidae: Odonata) در مزارع برنج ژاپن نشان داد که حداکثر مقدار باقیمانده، حشره‌کش‌های مایع ایمیداکلوپرید و فیپرونیل در آب مزرعه فوق بعد از استفاده به ترتیب ۱/۵۲ میکرولیتر در لیتر در یک روز و در ۶ ساعت ۱/۳ میکرولیتر در لیتر بود. همچنین آن‌ها نشان دادندکه حشره‌کش‌های مذکور به ترتیب در آب شالیزار با نیمه عمر ۸/۸ و ۵/۴ روز برای ایمیداکلوپرید و فیپرونیل به سرعت از بین رفت. لارو و افراد بالغ *Sympetrum* spp.، حشرات مفیدی محسوب می‌شوند، زیرا حشرات زیان‌آور را در شالیزار شکار می‌کنند، همچنین گونه‌ی *S. infuscatum* توزیع گسترده‌ای در مزارع برنج آسیا دارد و معمولاً در شالیزارهای برنج ژاپن، کره و چین یافت می‌شود (Sugimura *et al.*, 1999; Han, 2010). در این ارتباط، مجیدی شیل سر و همکاران Majidi–Shilsar *et al.* (1998) ۲۰ گونه از حشرات راسته طیاره مانند شامل آسیابک‌ها و سنجاقک‌های مزارع برنج را شناسایی کردند که از بین آن‌ها گونه *O. sabina* فراوان‌ترین گونهٔ مذکور بوده که از شب‌پره‌های ساقه‌خوار و سایر آفات پروانه‌ای تغذیه می‌کند. نتایج بررسی حاضر

نشان داد که حشره‌کش فیپرونیل برای آسیابک در سمپاشی سال اول و دوم جزو حشره‌کش‌های گروه با خطر متوسط بوده و برای دو حشره‌کش فنیتروتیون و دیازینون از خطر متوسط تا پرخطر بود. پژوهش‌های انجام شده توسط Jaafar *et al.* (2013) در بررسی اثرات فیپرونیل بر میزان عنکبوت و حشرات مفید در اکوسیستم زراعی برنج نشان داد که فیپرونیل در شرایط آزمایشگاهی برای دشمنان طبیعی مختلف با تاثیر پرخطر ولی، در شرایط مزرعه‌ای با تاثیر خطر متوسط اعلام شده‌است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج بررسی‌های پژوهشگران مذکور مطابقت دارد. استفاده از آفت‌کش‌ها در چارچوب کنترل شیمیایی در سال‌های اخیر با شتاب بسیار زیادی در حال گسترش است. در حال حاضر با مشخص شدن نقش هرچه بیشتر دشمنان طبیعی در کنترل آفات و توسعه‌ی بکارگیری آن‌ها انتظار می‌رود که توجه خاصی به موضوع اثرات نامطلوب آفت‌کش‌ها بر روی دشمنان طبیعی صورت گیرد. در این رابطه، در بین تمام دشمنان طبیعی شناخته شده در دنیا، سهم زنبورهای خانوادهٔ تریکوگراماتیده از نظر کارایی، تکنولوژی تولید انبوه، وسعت کاربرد، سازگاری در اقلیم‌های مختلف و قابلیت پرورش روی میزبان واسط در مقام اول است. نتایج بررسی حاضر نشان داد که تاثیر دو حشره‌کش فنیتروتیون و دیازینون روی زنبور تریکوگراما (*T. brassicae*) (Bezdenko در سمپاشی اول و دوم در ۲ روز بعد از سمپاشی، سمیت بیشتری نسبت به حشره‌کش فیپرونیل داشته است. به طوری‌که درصد زنبور بالغ خارج شده از دسته‌های تخم نصب شده در مزرعه برای دو حشره‌کش فنیتروتیون و دیازینون به مراتب کمتر از سمپاشی با فیپرونیل بوده است. در همین ارتباط، مظفری و همکاران Mozaffari *et al.* (2012) در مطالعه ای اثرات جانبی حشره‌کش دیازینون، کلرپیریفوس، ایندوکساکارب، ایمیداکلوپراید، فنیتروتیون، فن والریت و دلتامترین که برای کنترل آفات مهم محصولاتی نظیر برنج، ذرت، پنبه و درختان میوه استفاده می‌شوند را روی زنبور پارازیتوئید *T. brassicae* بررسی نمودند. نتایج بررسی محققان مذکور نشان داد که از نظر میزان کشندگی، حشره‌کش‌های فنیتروتیون و دیازینون بیشترین اثر را روی کشندگی تخم و حشره بالغ داشتند و سموم کلرپیریفوس، فن والریت، دلتامترین، ایمیداکلوپراید و ایندوکساکارب در گروه‌های بعدی اهمیت قرار گرفتند. اثرات مخرب این حشره‌کش‌ها روی شکل ظاهری تخم‌های انگلی شده و حشرهٔ بالغ زنبور نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهشگران مذکور نشان داد که حشره‌کش‌های دیازینون، کلرپیریفوس و فنیتروتیون در غلظت‌های بالا، تخم‌های انگلی شده‌ای که در تماس با حشره‌کش قرار گرفته بودند کاملا از بین رفته و فقط پوستهٔ تخم باقی مانده بود و زنبوری در آن‌ها مشاهده نشد. اما، در غلظت‌های پایین‌تر بعد از شکافتن تخم مشاهده شد که حشره بالغ درون تخم تشکیل شده ولی قبل از تفریخ مرده بودند و زنبورهایی که از تخم خارج شدند نیز دارای ناهنجاری در بال‌ها نشان دادند. همچنین در یک بررسی وارما و سینق Varma & Singh (1987) مشخص کردند که استفاده از دز توصیه شدهٔ حشره‌کش فنیتروتیون، باعث مهار کامل در خروج زنبور *T. brassicae* از تخم میزبان می‌شود. همچنین مشخص شد، تماس تخم‌های انگلی شده توسط زنبورهای بالغ با دز توصیه شده این سموم در مزارع برنج منجر به صد در صد تلفات می‌شود. در همین رابطه، صابر و همکاران Saber *et al.* (2020) در بررسی‌های خود در تاثیر دو حشره‌کش فیپرونیل و دیازینون روی زنبور تریکوگراما نشان دادند که فیپرونیل در مقایسه با دیازینون اثر کشندگی نامطلوب کمتری بر رفتار زنبور پارازیتوئید دارد. آن‌ها بیان کردند که هنگام استفاده از زنبور *Trichogramma* در برابر شب‌پره ساقه‌خوار نواری برنج، علاوه بر مطالعات آزمایشگاهی، نتایج تحقیقات کاربردی در شرایط نیمه میدانی و میدانی باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. پارازیتوییدهای تخم در مقایسه با سایر دشمنان طبیعی نقش پر رنگ‌تری در کنترل جمعیت ساقه‌خوارهای برنج ایفا می‌کنند (Rubia *et al.*, 1989). در بین حشرات مفید، سهم زنبورهای تریکوگراما از نظر کارایی، کاربرد و وسعت تولید انبوه، در مقام اول است (Desneux *et al.*, 2007). زنبورهای تریکوگراما به حشره‌کش‌های با طیف وسیع بسیار حساس هستند (Li, 1994). پرورش انبوه و رهاسازی

زنبورهای انگل برای کنترل آفات مختلف پروانه‌ای در حال حاضر در بسیاری از کشورها یک فرآیند تجاری است. با این حال، اثر انگلی زنبورتریکوگراما بسیار تحت تأثیر سمپاشی‌های قبل و بعد از انتشارآن است. از این رو زنبورهای پارازیتوئید برای برنامه‌های مدیریت تلفیقی باید از نظر حساسیت به حشره‌کش‌هایی که برای کنترل آفات در محصولات زراعی استفاده می‌شوند، مورد آزمایش شوند (Hassan *et al.*, 1987). برای استفاده موثر از آفت‌کش‌ها در زیست‌بوم‌های کشاورزی، آگاهی از فرمولاسیون، مقدار حشره‌کش، سازگاری، زمان و روش مصرف آن‌ها و نیز تاثیر آن روی دشمنان طبیعی و موجودات غیر هدف بسیار مهم و ضروری می‌باشد. همچنین در مطالعه ای تاثیر دیازینون و فیپرونیل روی افراد بالغ و نابالغ زنبور*T. brassicae* مورد بررسی قرار گرفت که افراد بالغ که با غلظت کشنده ۳۰ درصد حشره‌کش‌ها تیمار شده بود به طور معنی‌داری توسط هر دو حشره‌کش کاهش یافته و اختلاف معنی‌داری با شاهد داشته است (Ghorbani *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای که توسط Ghorbani *et al.* (2016) در زمینه تاثیر دیازینون و فیپرونیل روی افراد بالغ و نابالغ *T. brassicae* انجام شد، آن‌ها مشاهده کردند که میزان سمیت دیازینون روی افراد بالغ بیشتر از فیپرونیل است. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش پژوهشگران مذکور مطابقت دارد. در مطالعه ای تاثیر سه حشره کش کلرانترانیلی پرول، ایندوکساکارب و فلوبندیامید روی زنبور *T. brassicae* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کلرانترانیلی پرول کمترین تاثیر در میزان ظهور افراد بالغ تریکوگراما از تخم های تیمار شده داشت (Shafaghi *et al.*, 2023). همچنین نتایج بررسی‌های Ashtari (2022) نشان داد که از چهار حشره‌کش ترانیلی پرول، کلرانیلی پرول، لوفنرون و تیوسیکلام هیدروژن روی مراحل مختلف دو گونه زنبورتریکوگراما *T. brassicae* و *T. evanescen*حشره‌کش تیوسیکلام مضرترین حشره‌کش به خصوص برای مرحله‌ی پیش شفیرگی دو گونه زنبور تریکوگراما بود. برخی پژوهشگران گزارش کردند که مهمترین عامل ایجاد اختلال در کنترل بیولوژیکی آفات در اکثر سیستم‌های زراعی استفاده از حشره‌کش‌هایی است که منجر به اثرات منفی بر دشمنان طبیعی می‌شوند (Fernande Naranjo, 2001; *et al.*, 2010). برنامه مدیریت تلفیقی آفات بر استفاده از اقدامات مختلف کنترلی برای حفظ جمعیت آفات زیر آستانه اقتصادی و تأثیر کمتر بر اکوسیستم کشاورزی تأکید دارد (Roubos *et al.*, 2014). این امر بر استفاده کمتر از حشره‌کش‌های شیمیایی و خصوصاً مولکول‌هایی که سازگاری منطقی بیشتری با دشمنان طبیعی دارند تأکید می‌کند (Gonzalez–Zamora *et al.*, 2013). با اجرای مدیریت تلفیقی آفات، کارایی دشمنان طبیعی افزایش می‌یابد (Devotto *et al.*, 2008) بنابراین، انتخاب حشره‌کش‌های شیمیایی باید حاوی ویژگی‌های مناسبی باشد که برای حشرات مفید اثرات سویی نداشته باشد. بررسی‌های اخیر مجیدی شیل سر و عمواقلی طبری Majidi–Shilsar & *Amouoghli–Tabari* (2023) نشان که برای کنترل آفت ساقه‌خوار نواری برنج احشره‌کش های مایع را در نسل‌های مختلف آفات به هیچ وجه استفاده نشود، اما در نسل دوم یا سوم آفت، چنانچه طغیان نمود توصیه شده است که ابتدا از حشره‌کش‌های مایع سیستمیک (رایج)و یک هفته بعد از آن از حشره‌کش گرانول در اکوسیستم زراعی برنج استفاده شود. با توجه به این که، حشره‌کش فیپرونیل مایع که برای کنترل ساقه‌خوار نواری برنج در زیست بوم شالیزار استفاده می‌شود اثر سوء کمتری بر مهمترین دشمنان طبیعی مورد آزمایش داشته است. بنابراین، می‌توان در برنامه مدیریت تلفیقی آفات برنج از آن استفاده نمود. با تبیین روند بررسی تاثیر حشره‌کش‌های مورد استفاده روی دشمنان طبیعی در بازه زمانی مختلف (۱۴،۷،۲ روز بعد از سمپاشی) نشان از شیب نزولی تاثیر این حشره‌کش‌ها به ویژه فیپرونیل مایع روی دشمنان طبیعی داشت. از این رو انتخاب حشره کش مناسب که بتواند آفات حشره‌ای را کنترل نموده و در عین حال تعادل جمعیت طبیعی دشمنان طبیعی را در مزرعه حفظ کند، بسیار مهم است. با توجه به سابقه مصرف طولانی مدت حشره‌کش‌های شیمیایی نظیر دیازینون گرانول علیه کرم ساقه‌خوار نواری برنج در زیست بوم شالیزارهای شمال

کشور (بالغ بر پنج دهه) و نیز به دلیل پرخطر بودن، سمیت بالا و تبعات منفی دیگر برای کشاورزان و زیست بوم شالیزار، معرفی حشره‌کش‌های جدید سهم به‌سزایی در کاهش خطرات فوق خواهند داشت. با معرفی حشرکش فیپرونیل(گروه فنیل پیرازول ها) علاوه بر حشره‌کش بی خطری برای مهمترین دشمنان طبیعی مزارع برنج می‌باشد، از طرف دیگر، به دلیل داشتن مزیت نسبی نسبت به گروه فسفره مانند دیازینون و فنیتروتیون از توسعه جمعیت‌های مقاوم به ساقه‌خوار نواری برنج در شالیزارهای شمال کشور جلوگیری خواهد نمود. همچنین، با توجه به مصرف طولانی مدت دیازینون در شالیزارهای شمال کشور و منسوخ شدن آن، استفاده از حشره‌کش فیپرونیل مایع به عنوان یکی از حشره کش‌های جایگزین، منطقی بنظر می‌رسد. همچنین درجه تاثیر این حشره‌کش برای دشمنان طبیعی مزارع برنج براساس IBOC در گروه‌بندی بی خطر تا خطر متوسط و قابل توصیه در اکوسیستم زراعی برنج می‌باشد.

سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی به شماره‌ی مصوب 960290–04008–04–04سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است که با حمایت مالی موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شده است. نگارندگان از همکارانی که در اجرای پروژه یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند

References

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Abdshah, H. & Kazemian, A. 2019. Agricultural Agricultural statistics for the crop year 2017–2018, first volume, crops. Ministry of Agricultural Jihad, Deputy of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, 97 p.

Aajoud, A., Ravanel, P. & Tissut, M. 2003. Fipronil metabolism and dissipation in a simplified aquatic ecosystem. Journal Agriculture Food. Chemical, 51: 1347–1352. https://doi.org/10.1021/jf025843j.

Ashtari, S. 2022. Toxicity of tetraniliprole, chlorantraniliprole, lufenuron and thiocyclam insecticides on *Trichogramma brassicae* Bezdenko and *T. evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and semi–field conditions. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 45(3): 91–103. https://doi.org/ 10.22055/ppr.2022.17829.

Bacci, L., Picanco, M.C., Silva, E. M., Martins, J.C., Chediak, M. & Sena, M.E. 2009. Insecticide physiological selectivity to natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Brassicae. Ciencia Agrotecnologia Federal University of Lavras, 33: 2045–2051. DOI;10.1590/S1413–70542009000700058.

Bobe, A., Cooper, J.F., Coste, C.M. & Muller, M.A .1998. Behavior of fipronil in soil under Sahelian plain field conditions. Pesticide Science, 52: 275–281. DOI: 10.1002/etc.17.

Bueno, A.F. & Freitas, S. 2004. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. BioControl, 49: 277–283. https://doi.org/10.1023/B:BICO.0000025375.07428.0b.

Cardwell, G., Larry, D. & William, E. 2005. Various novel insecticides are less toxic to humans, more specific to key pests. California Agriculture, 59: 29–34.

Chelliah, S. & Bharahi, M. 1994. Insecticide management in rice. In Biology and management of rice insect. (ed). Heinrichs, E.A. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines, P. 779.

Cole, L.M., Nicholson, R.A. & Casida, J.E. 1993. Action of phenylpyrazole insecticides at the GABA–gated chloride channel. Pesticide Biochemistry and Physiology, 46: 47–54. https://doi.org/10.1006/pest.1993.1035.

Desneux, N., Decourtye, A. & Delpuech, J.M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Reviw of. Entomology, 52: 81–106. DOI: 10.1146/annurev.ento.52.110405.091440

Devotto, L., Cisternas, E., Carrillo, R. & Gerding, M. 2008. Non–target effects of *Dalaca pallens* Blanchard control examined through principal response curves: A guild approach in southern Chile. Chilean Journal of Agricultural Research, 68: 228–237.

Fernande, F.L., Bacci, L. & Fernandes, M.S. 2010. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. EntomoBrasilis 3(1):1–10. DOI: https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v3i1.52.

Gangurde S. 2007. Aboveground arthropod pest and predator diversity in irrigated rice (*Oryza sativa* L.) production Phytoparasitica; 37:209–215 systems of the Philippines. Journal of Tropical Agriculture, 45: 1–8.

Gentz, M.C., Murdoch, G. & King, G.F. 2010. Tandem use of selective insecticides and natural enemies for effective, reduced–risk pest management. Biological control, 52(3): 208–215. DOI:10.1016/j.biocontrol.2009.07.012.

Ghorbani, M., Saber, M., Bagheri, M. & Vaez, N. 2016. Effects of diazinon and fipronil on Different Developmental Stages of Trichogramma brassicae Bezdenko (Hym.; Trichogrammatidae). Journal of Agricultural Science and Technology, (18): 1267–1278. URL: http://jcp.modares.ac.ir/article–3–31383–en.html.

Gonzalez–Zamora, J.E., Castillo, M.L. & Avilla, C. 2013. Side effects of different pesticides used in citrus on the adult stage of the parasitoid *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae) and its progeny. Spanish Journal of Agricultural Research, 11(2): 494–504. http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2013112–3556.

Gunasekara, A.S., Truong, T., Goh, K.S., Spurlock, F. & Tjeerdema, R.S. 2007. Environmental fate and toxicology of fipronil. Journal of Pesticide Science, 32(3): 189–199. DOI: 10.1584/ jpestics. R 07–02.

Han, M.S. 2010. Aquatic invertebrate in paddy ecosystem of Korea. Kwang Monn Dang Press, Suwon.

Hassan, S. A. 1992. Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficialorganisms: Description of test methods. Pesticides and Beneficial Organisms. IOBC/wprs Bulletin, 15(3): 1–3.

Hassan, S.A., Albert, R., Bigler, F., Blaisinger, P., Bogenschüz, H., Boller, E., Brun, J., Chiver- ton, P., Edwards, P. & Englert, W.D. 1987. Results of third joint pesticide test side effects of Insecticides on natural enemies and possibility of their integration in plant protection strategies ing progamme by the IOBC/WPRS–working group pesticides and beneficial organisms. Journal of Applied Entomology, 103: 92–107. http://dx.doi.org/10.5772/54199 37.

Henderson, C.F. & Tilton. E.W. 1955. Tests with acaricides against the brow wheat mite. Journal of Economic Entomology, 48: 157–161. https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157.

Heinrichs, E.A., Reessing, W.H., Valencia, S. & Chelliah, S. 1984. Rates and effect of resurgence inducing insecticides on populations of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and its predators. Entomology, 11:1269–1273. DOI:10.1093/EE/11.6.1269.

Ishaaya, I. 2005. Novel insecticides: modes of action and resistance mechanism. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 58: 191. DOI: 10.1002/arch.20041.

Jaafar, W.N.W., Mazlan, N., Adam, N.A. & Omar, D. 2013. Evaluation on the effects of insecticides on biodiversity of arthropod in rice ecosystem. Acta Biologica Malaysiana, 2(3): 115–123.

Jinguji, H., Ue´da, T., Goka, K., Hidaka, K. & Matsura, T. 2009. Effects of imidacroprid and fipronil insecticide application on the larvae and adults of *Sympetrum frequens*, JSIDRE, 259: 355–360.

Khosrowshahi, M., Nikkho, F., Dezfulian, A. & Bani Hashemian, A. 1979. Assessing the damage of rice stem borer, *Chilo suppressalis* and control it Journal of Plant Pests and Diseases, 47(2): –107.171

Kogan, M. 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. Annual Review of Entomology, 43:243–270. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.243

Kono, Y. & Shishido, T. 1985. Resistance mechanism of the rice stem borer to organophosphorus insecticides. Journal of Pesticide Science, 10: 285–287.

Kono, Y. & Gakkaishi, N.N. 1989. Studies on resistance mechanism and synergism in the OP–resistance rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker, Agrochemical Bioregulators. Biochemistry and Physiology, 46: 47–54.

Kumar, L. Yogi, M.K. & Jaba, J. 2013 .Habitat manipulation for biological control of insect pest. Research Journal of Agriculture and Forestry Science, 1(10): 27–31.

Li, Y.L. 1994. Worldwide use of Trichogramma for biological control on different crops: a survey. In: Wajnberg, E. and Hassan, S. A. (Eds.), Biological Control with Egg Parasitoids. CAB International, Oxon, UK, pp: 37–55.

Majidi–Shilsar, F., Kharazi Pakdel, A., Azmayieshfard, P., Pazuki, A. & Heydari, H. 1998. Fauna of damselflies and dragonflies of Anzali region. The 13th Iranian Plant Protection Congress, 6–9 September Karaj, Iran, P. 236.

Majidi–Shilsar, F. 2015. Crop loss assessment of rice stem borer, Chilo suppressalis Walker on Hashemi rice variety under field conditions. Plant Pests Research, 5(2): 25–37. (In Persian with English summary).

Majidi–Shilsar, F., Amouoghli–Tabari, M. & Amini Khalaf Badam, M.A. 2013. Evaluating the effect of fipronil insecticide in the control of rice stem borer *Chilo suppressalis* Walke rin Paddy field. Journal of Plant Protection 27(3): 333–341. (In Persian with English summary).

Majidi–Shilsar, F. & Amouoghli–Tabari, M. 2023. Efficacy of the new insecticide thiocyclam hydrogen oxalate in the control of rice striped stem borer Chilo suppressalis (Lepidoptera: Grambidae) under fieldconditions. Journal of Entomological Society of Iran, 43(3): 301–315. (In Persian with English summary). Doi:10.61186/JESI.43.3.9

Mozaffari, M., Vahedi, H. & Dadpourmoghanloo, H. 2012. Evaluation of side effects of fenitrothion, diazinon and chlorpyrifos insecticides current in rice fields on *Trichogramma brassicae*. 15th National Rice Conference, 1–4.

Nabati, P. 2010. Head of Chemical Industries, Nonmetallic industry office and representative of the ministry of Industries and Mines in the coordination center for science and technology of pesticides. Status report of pest's industry in the country.

Naranjo, S.E. 2001. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. Crop Protection, 20:835–852. https://doi.org/10.1016/S0261–2194(01)00115–6.

Nyffeler, M. 1982. Field studies on the ecological role of the spiders as insect preda- tors in agroecosystems (abandoned, grassland, meadows, and cereal fields). Ph. D Thesis Swiss Federal Institute of Technol, Zurich.

Pasalu, I.C., Krishnaiah, N.V., Katti, G. & Varma, N.R.G. 2002. IPM in rice. IPM News letter, pp. 45–55.

Patel, H.M., Patel, P.U., Dodia, J.F., Patel, M.C., Korat, P.M. & Mehta, K.G. 1997. Effects of insecticides on natural enemies of major insect pests of paddy. Gujarat Agricultural University Research Journal, 22: 147–151.

Rola, A.C. & Pingali, P.L. 1993. Pesticides, rice productivity and farmers' health an economic assessment, Los Banos the Philippines: World Resources Institute and International Rice Research Institute, 9–17.

Roubos, C.R., Rodriguez–Saona, C. & Rufus, R. 2014.Mitigating the effects of insecticides on arthropod biological control at field and landscape scales. Biological Control, 75: 28–38. http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.01.006.

Rubia, E.G., Shepard, B.M., Yambao, E.B., Ingram, K.T., Arida, G.S. & Penning de Vries, F. 1989. Stem borer damage and grain yield of flooded rice. Journal of Plant Protection in the Tropics, 6: 205–211

Saber, M., Ghorbani, M., Vaez, N. & Armak A. 2020. Effects of diazinon and fipronil on functional response of *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hym.; Trichogrammatidae) in the laboratory conditions. Journal of Crop Protection, 9(2): 275–283. DOR: 20.1001.1.22519041.2020.9.2.5.4.

Sahu, S., Sing, R. & Kumar, P. 1996. Host preference and feeding potential of spiders predaceous in insect pests of rice. Journal of the Entomological Research, 20: 145–150.

Samiyyan, K. & Chandrasekaran, B. 1998. Prey potential and preference of three Rice Dwelling spiders. Madras Agricultural Journal, 85: 429–438.

Sehgal, M., Malik, M., Singh, R.V., Kanojia1, A.K. & Singode, A. 2018. Integrated pest management in rice and its future scope. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, *7*(6): 2504–2511.

Seni, A. & Naik, B.S. 2017. Efficacy of some insecticides against major insect pests of rice, *Oryza sativa* L. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5: 1381–85.

Shafaghi, F., Fourouzan, M., Mahdavi, V. & Attaran, M.R. 2023. Effect of chlorantraniliprole, Flubendiamide, and Indoxacarb against tomato leaf miner, and side effects of chlorantraniliprole on the parasitoid wasp, *Trichogramma brassicae.* Plant Pest Research, 13(1): 39–49. Doi:10.22124/IPRJ.2023.6643.

Simon–Delso, N., Amaral–Rogers, Belzunces, V.L.P., Bonmatin, J.M., Chagnon, M., Downs, C., Furlan, L., Gibbons, D.W., Giorio, C., Girolami, V., Goulson, D., Kreutzweiser, D.P., Krupke, C.H., Liess, M., Long, E., McField, M., Mineau, P., Mitchell, E.A.D., Morrissey, C.A., Noome, D.A., Pisa, L., Settele, J., Stark, J.D., Tapparo, A., Van Dyck, H., Van Praagh, J., Van der Sluijs, J. P., Whitehorn, P.R., & Wiemers, M. 2015. Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites .Environmental Science Pollution Research, 22: 5–34. DOI 10.1007/s11356–014–3470–y

Singh, P., Singh, R., Dhaka, S.S., Kumar, D., Kumar, H. & Kumar, N. 2015. Bioefficacy of insecticides and bio–pesticides against yellow stem borer, *Scirpophaga incertulas* Walker and their effect on spiders in rice crop. South Asian Journal of Food Technology and Environment, 1(2): 179–183. DOI:10.46370/sajfte.2015.v01i02.14.

Sparks, T.C. 2013. Insecticide discovery: An evaluation and analysis. Pesticide Biochemistry and Physiology, 107: 8–17. DOI: 10.1016/j.pestbp.2013.05.012.

Sugimura, M., Ishida, S., Kojima, K., Ishida K. & Aoki, H. 1999. Dragonflies of the Japanese archipelago in color. Hokkaido University Press, Sapporo.

Varma, G.C. & Singh, P.P. 1987. Effect of insecticides on the emergence of *Trichogramma brasiliensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from parasitized host eggs. Entomphaga, 32: 443–448. https://doi.org/10.1007/BF02373512.

Volkmar, C. & Schier, A. 2005. Effekte von Maisanbauregime auf epigäische Spinnen. Effects of reduced soil tilage on spider communities. Phytomedizin, 35: 17–18.

Yazdi, Z., Sarreshtedari, M. & Zohal, M.A. 2010. Respiratory disease in workers exposed to organophosphate materials. Journal of Mashhad University of Medical Science, 53(4): 206–213. Doi:10.22038/MJMS.2010.5366.

Yousefi Porshokouh, A., Mohaghghegh Neishabouri, J., Karimpour, Y. & Shirazi, J. 2018. Investigation the effect of six recommended pesticides in rice fields on the productivity and survival of the predator *Andrallus spinidens* in laboratory conditions. Biocontrol in Plant Protection, 7(1): 29–38.

Preliminary investigation of the effect of several insecticides on some natural enemies of rice striped stem borer, *Chilo supprassalis* Walker in rice field

Farzad Majidi–Shilsar[1], Mehrdad Amouoghli–Tabari[2]

1. Associate Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.
2. Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran.

Corresponding author: Farzad Majidi–Shilsar, email: majidi14@yahoo.com

Received: Jan., 17, 2024 11(1) 19–33 Accepted: Apr., 21, 2024

Abstract

More than 50 years have passed since the appearance of the rice stem borer, *Chilo supprassalis* Walker in the country, and during this period it has been mainly under chemical control, especially with granular poisons. Recently, the use of liquid insecticides is used to control this pest, but their effect on natural enemies has been less investigated. In this research, the effect of three liquid insecticide, including fipronil (SC5%), diazinon (EC60%), fenitrothion (EC50%) and control (spraying) investigated on the most important natural enemies in rice fields, (*Orthetrum sabina* L. Odonata: Libellulidae), *Andrallus spinidens* F. Hemiptera: Pentatomidae, Dracula (*Paederus fuscipes* Curtis Coleoptera: Staphylinidae), Argiope spider (*Argiope catenulata* Doleschall Araneae: Araneidae) (*Tetragnatha* sp. Araneae: Tetragnathidae) and parasitoid wasps Trichogramma (*Trichogramma brassicae* Bezdenko Hymenoptera: Trichogrammatidae) were studied during 2, 7 and 14 days after spraying. The results showed that the above–mentioned insecticides had the highest and lowest adverse effects on natural enemies in 2 and 14 days after spraying, respectively. According to the present results and the standard rules of the International Organization for Biological Control, liquid fipronil SC5% insecticide among the three insecticides had the least effect on the natural enemies of rice fields by causing 3.78% mortality and ranked low risk to moderate risk. With the passage of time, the effect of the used insecticides, especially liquid fipronil, on natural enemies had a downward slope. Considering the history of long–term use of chemical insecticides such as diazinon granules against the rice striped stem borer in the paddy field of the north of the country (over five decades) and also because of its high toxicity, high toxicity and other negative consequences. For the farmers and the rice paddy ecosystem, the introduction of new insecticides will contribute significantly to reducing the above risks. Therefore, the use of liquid fepironil at a concentration of one liter per hectare, seems to have less adverse effects on beneficial insects in rice fields.

Keywords: Pests, rice, Natural enemies, Predator, Parasitoide, Chemical Control