تحقیقات آفات گیاهی
۱۳۹۷ -۸ (۱): ۴۵-۵۶

بررسی کارایی چند حشره‌کش شیمیایی و روش‌های تلفیقی در کنترل کرم ساقه-خوار برنج *Chilo suppressalis* (Walker) (Lep.: Crambidae) در سیستم دوکشتی برنج

مرتضی نورمحمد پورامیری[۱]، فرامرز علی‌نیا[۲*]، سهراب ایمانی[۱]، معصومه شایان‌مهر[۳] و علی احدیت[۱]

۱- گروه گیاه‌پزشکی ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران، ۲- موسسه تحقیقات برنج ایران، رشت، ایران، ۳- گروه گیاه-پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۳۰)

چکیده

در این مطالعه، فراوانی و زنده‌مانی لاروهای زمستانگذران کرم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis* (Walker) (Lep.: Crambidae) در مزارع تک‌کشتی و دوکشتی برنج موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) در دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در هر دو سال و در طول تمام ماه‌های زمستان (آبان تا اسفند)، فراوانی لاروهای زمستانگذران در مزارع دوکشتی به میزان معنی‌داری بیشتر از مزارع تک‌کشتی است. به‌علاوه، نشان داده شد که لاروها در مزارع دوکشتی متحمل مرگ و میر کمتری در مقایسه با مزارع تک‌کشتی می‌شوند. در ادامه، کارایی سه حشره‌کش دیازینون (در دو فرمولاسیون گرانول ۱۰ درصد و امولسیون ۶۰ درصد)، فیپرونیل (گرانول ۰/۲ درصد) و هگزافلومورون (امولسیون ۱۰ درصد) به همراه یک روش تلفیقی با استفاده از روش‌های مکانیکی، فیزیکی و بیولوژیکی در کنترل کرم ساقه‌خوار برنج در مزارع دوکشتی در طول دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس آزمایش‌های مزرعه‌ای، یک بار کاربرد هگزافلومورون یا دیازینون امولسیون به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار هم‌زمان با ظهور لاروهای سن اول آفت در هر نسل بهترین نتیجه را در کاهش خسارت قلب‌مردگی و سرسفیدی و افزایش عملکرد محصول در هر دو سال زراعی به دنبال داشت. به علاوه، کارایی روش‌های تلفیقی در کاهش دو نوع خسارت و افزایش عملکرد محصول قابل توجه بود. نتایج این مطالعه نشان داد که هگزافلومورون به عنوان یک ترکیب تنظیم‌کننده رشد (IGR) و سازگار با محیط زیست، می‌تواند در برنامه‌های تلفیقی کرم ساقه‌خوار برنج مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کرم ساقه‌خوار برنج، سیستم دوکشتی برنج، لاروهای زمستانگذران، مرگ و میر، مدیریت تلفیقی

*نویسنده مسئول: frhaneh.s@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

برنج به عنوان دومین محصول استراتژیک پس از گندم، نقش بسیار حیاتی در تامین انرژی مورد نیاز و امنیت غذایی مردم ایران ایفا می‌کند (Feizabadi, 2011). ایران، در طول سی سال (از سال۱۳۵۹ تا ۱۳۸۹)، از بزرگ‌ترین کشور واردکننده برنج (Calpe, 2006) به یازدهمین تولیدکننده بزرگ این محصول در دنیا تبدیل شده است (Feizabadi, 2011). عواملی مانند توسعه روش‌های نوین و مکانیزه کاشت، داشت و برداشت محصول، استفاده از ارقام مقاوم و پرمحصول و گرایش به سیستم دوکشتی محصول (دو نوبت کاشت برنج در یک فصل زراعی) در این پیشرفت نقش بسزایی داشته است (Feizabadi, 2011). کرم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis* (Walker) (Lep.: Crambidae) یکی از مهم‌ترین و مخرب‌ترین آفات برنج در اروپا، جنوب شرق آسیا و خاور میانه است (Pathak and Khan, 1994). سالانه، حجم قابل‌توجهی از حشره‌کش‌های شیمیایی برای کنترل این آفت به محیط زیست وارد می‌شود که نگرانی‌های بسیار زیادی در زمینه سلامت آبزیان، پرندگان، میکروارگانیسم‌های خاکزی، دام‌ها و همچنین کشتکاران و مصرف‌کنندگان برنج ایجاد کرده است (Zibaee *et al*., 2009; Su *et al*., 2014). با این حال، عواملی مانند مخفی بودن لاروها داخل ساقه که مانع از رسیدن دزهای موثر حشره‌کش‌ها به آن‌ها می‌شود، بروز سریع مقاومت به گروه‌های مختلف حشره‌کش‌های شیمیایی و از بین رفتن جمعیت‌های دشمنان طبیعی، اغلب مانع از رسیدن کارایی این ترکیبات به سطح قابل‌قبول بوده است (Li *et al*., 2007; Zibaee *et al*., 2009; Cheng *et al*., 2010; Yao *et al*., 2017).

با توجه به مساعد بودن شرایط اقلیمی و فراوانی منابع آبی، سیستم دوکشتی برنج به خوبی در مناطق شمالی ایران و به‌ویژه دو استان مازندران و گیلان ایجاد شده و مورد استقبال کشاورزان و کارشناسان کشاورزی قرار گرفته است. با این حال، تاکنون توجه چندانی به مدیریت آفات و بیماری‌های برنج در سیستم دوکشتی نشده است. در سیستم‌های تک‌کشتی، محصول برنج بسته به شرایط آب و هوایی به طور معمول از انتهای فروردین ماه تا اواسط اردیبهشت‌ماه در مزرعه کشت شده و تا اواخر مرداد به طور کامل برداشت می‌شود. با این حال، سیستم دوکشتی می‌تواند دسترسی به منابع غذایی مناسب را تا اواخر آبان‌ماه در مزرعه تامین کند. در نتیجه، انتظار می‌رود لاروهای کرم‌ساقه‌خوار در انتهای هر سال زراعی جمعیت بیشتری برای ورود به زمستانگذرانی ایجاد کرده و در نتیجه ذخیره مقادیر بالاتر مواد غذایی، بقای بیشتری در طول ماه‌های زمستان داشته باشند و در سال آینده، خسارت بیشتری ایجاد کنند. هم‌راستا با این ادعا، نشان داده شده است که کرم ساقه‌خوار سفید آفریقایی *Maliarpha separatella* Rag (Lep: Pyralidae) در سیستم دوکشتی برنج، جمعیت بیشتری ایجاد کرده و خسارت سرسفیدی (Whitehead) شدیدتری در مقایسه با سیستم تک‌کشتی ایجاد می‌کنند (Kega *et al*., 2015). در چنین شرایطی، مدیریت آفت مستلزم افزایش تعداد سمپاشی و دزهای مورد استفاده حشره‌کش‌ها خواهد بود که این موضوع، نگرانی‌ها در زمینه اثرات مخرب حشره‌کش‌ها و مدیریت مقاومت به آن‌ها را افزایش می‌دهد.

وارد کردن حشره‌کش‌های اختصاصی‌تر با سازوکارهای اثر متنوع و جدید در برنامه‌های مدیریتی آفات می‌تواند از سویی، سرعت بروز مقاومت توسط آفت هدف را کاهش داده و از سوی دیگر، تا حدی از نگرانی‌های مربوط به اثرات مخرب این عوامل روی موجودات غیرهدف بکاهد (Su *et al*., 2014; Yao *et al*., 2017). با این هدف، در مطالعه حاضر، کارایی دزهای مختلف سه حشره‌کش دیازینون، فیپرونیل و هگزافلومورون در مدیریت کرم ساقه‌خوار برنج در سیستم دوکشتی و در شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه دو حشره‌کش دیازینون و فیپرونیل، برای مدت طولانی در ایران مورد استفاده قرار گرفته و نگرانی‌هایی در زمینه مقاومت کرم‌ساقه‌خوار به این حشره-

Archive of SID

www.SID.ir

کش‌ها وجود دارد (Zibaee *et al*., 2009; Yao *et al*., 2017)، هدف اصلی این تحقیق، بررسی کارایی هگزافلومورون به عنوان یک حشره‌کش به نسبت جدید با سازوکار اثر اختصاصی و متفاوت برای مدیریت کرم ساقه‌خوار برنج بود.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده

فرمولاسیون گرانول ۱۰٪ و امولسیون ۶۰٪ دیازینون، فرمولاسیون گرانول ۰/۲ درصد فیپرونیل و فرمولاسیون امولسیون ۱۰٪ هگزافلومورون از شرکت گل‌سم گرگان (استان گلستان، شهرستان گرگان) تهیه شدند. بسته‌های تریکوکارد حاوی زنبور *Trichogramma brassicae* از یک تولیدکننده محلی (شرکت گوهر سبز مازندران، استان مازندران، شهرستان بابل) و تله‌های دلتا و منبع فرومونی کرم ساقه‌خوار برنج [(Z)-9-hexadecenal, (Z)-11-hexadecenal, (Z)-13-octadecenal] از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان (استان گیلان، شهرستان رشت) خریداری شدند. تله‌های نوری با استفاده از لامپ‌های ۱۰۰ وات و به صورت دستی ساخته شدند.

مزرعه آزمایشی

این مطالعه، در طول دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، در زمینی به مساحت تقریبی ۴۰۰۰ متر مربع واقع در موسسه تحقیقات برنج ایران (استان مازندران، شهرستان آمل) انجام شد. با توجه به در نظرگرفتن هشت تیمار برای این مطالعه، مزرعه مورد نظر به هشت قطعه با مساحت تقریبی ۵۰۰ متر مربع تقسیم شد. همچنین، هر قطعه به طور مجزا به چهار پلات کوچک‌تر تقسیم شده و هر قطعه کوچک (حدود ۱۲۵ متر مربع) به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. قطعات ایجاد شده با استفاده از کرت‌هایی به فاصله تقریبی ۴ متر از یکدیگر قرار داشته و برای جلوگیری از تبادل آب آبیاری و حشره‌کش‌ها، روی این کرت‌ها با استفاده از پوشش پلاستیکی نفوذناپذیر به پهنای ۸۰ سانتی‌متر پوشیده شد. نشاهای ۲۵ روزه برنج (رقم طارم امراللهی) در تاریخ ۲۷ مرداد سال ۹۵ و ۱۹ مرداد سال ۹۶ از خزانه به مزرعه منتقل شده و با فاصله تقریبی ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر در قطعات ایجاد شده کشت شدند.

طرح آزمایشی

پس از کشت نشاهای برنج در مزرعه، آلودگی به کرم ساقه‌خوار برنج با توجه به حضور طبیعی این آفت در منطقه ایجاد شده و تغییرات جمعیت آفت با استفاده از تله‌های نوری و فرومونی مورد بازبینی قرار گرفت. بر این اساس، قطعات ایجادشده، در هر دو سال زراعی ۹۵ و ۹۶، با استفاده از یکی از روش‌های کنترلی زیر مورد تیمار قرار گرفت. ۱) تیمار مدیریت تلفیقی (IPM): در این روش، پلات‌های مورد مطالعه، با استفاده از چهار روش غیرشیمیایی (مکانیکی، فیزیکی و بیولوژیکی) تیمار شدند. در روش مکانیکی، عمل سرزنی نشاهای برنج، طی سه مرحله، از زمان انتقال به مزرعه تا مرحله خوشه‌دهی، با هدف حذف برگ‌های حاوی تخم کرم ساقه‌خوار و کاهش خسارت قلب‌مردگی (Deadheart) انجام شد. در روش فیزیکی از دو نوع تله نوری و فرومونی برای شکار انبوه جمعیت آفت استفاده شد. تله‌های نوری، از قبل از انتقال نشاهای برنج تا زمان برداشت کشت دوم در مزرعه نصب شده و از اطلاعات آن‌ها، برای پایش جمعیت آفت و تعیین زمان‌های سمپاشی استفاده شد. تله‌های فرومونی (حاوی ۲ میلی‌گرم ماده موثره فرومون کرم ساقه‌خوار برنج)، از زمان کشت گیاه تا زمان برداشت کشت دوم برنج (۲ آبان ۱۳۹۵ و ۱۰ مهر ۱۳۹۶) با فاصله تقریبی ۹۰ متر از یکدیگر در مزرعه نصب شده و منبع فرومونی آن‌ها هر ۳۵ روز یکبار با منبع جدید جایگزین شد. در روش بیولوژیکی، تریکوکاردهای حاوی زنبور پارازیتوئید تخم (*T. brassicae*) در دو مرحله، یکی اوایل شهریور ماه و دیگری به فاصله ۱۰ روز، مطابق با دستورالعمل شرکت سازنده (۱۰ تریکوکارد در ۵۰۰ متر مربع) در بخش‌های مختلف مزرعه توزیع شد. ۲) کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

هگزافلومورون (EC 10%) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار در دو مرحله. ۳) کاربرد دیازینون (G 10%) به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله. ۴) کاربرد دیازینون (EC 60%) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار در دو مرحله. ۵) کاربرد دیازینون (G 10%) به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله اول و دیازینون (EC 60%) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار در مرحله دوم. ۶) کاربرد فیپرونیل (G 0.2%) به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله. ۷) کاربرد همزمان دیازینون (G 10%) به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار و دیازینون (EC 60%) به میزان ۱/۵ لیتر در دو مرحله. ۸) تیمار شاهد که در آن، از هیچ یک از حشره‌کش‌ها و روش کنترلی دیگر در طول انجام مطالعه استفاده نشد. سم‌پاشی در مورد تمام حشره‌کش‌ها و در هر دو سال مطالعه، سه روز پس از ثبت اوج پرواز حشرات کامل کرم ساقه‌خوار برنج توسط تله‌های نوری تعیین شد. بر این اساس، زمان سم‌پاشی نوبت اول و دوم در سال ۱۳۹۵، به ترتیب ۱۶ و ۲۷ شهریورماه و در سال ۱۳۹۶، به ترتیب ۱ و ۱۵ شهریورماه تعیین شد.

نمونه‌برداری

برای تعیین کارایی هر یک از روش‌های کنترلی بر میزان دو نوع خسارت قلب‌مردگی و سرسفیدی ایجادشده توسط کرم ساقه‌خوار، در هر سال، دو نمونه‌برداری، یکی در مرحله رویشی (۲۲ شهریور ۱۳۹۵ و ۱۹ شهریور ۱۳۹۶) و دیگری در مرحله زایشی (۴ مهر ۱۳۹۵ و ۱۶ مهر ۱۳۹۶) انجام شد. در هر نمونه‌برداری، تعداد ۱۰ نمونه که هر نمونه حاوی ۴ بوته برنج بود، به صورت تصادفی از هر تیمار انتخاب شده (Majidi Shilsar and Ebadi, 2012) و درصد خسارت قلب‌مردگی و سرسفیدی در این نمونه‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Onate, 1965).

$$\text{درصد سرسفیدی یا مردگی قلب} = \frac{N_i}{N_t} \times \frac{N_I}{N_T}$$

در این رابطه N_i، تعداد بوته‌های آلوده، N_t، تعداد کل بوته‌های نمونه‌برداری شده، N_I، تعداد پنجه‌های آلوده و N_T، تعداد کل پنجه در بوته‌های آلوده می‌باشد (Onate, 1965).

همچنین، برای تعیین میزان عملکرد محصول برنج در هر تیمار، پس از حذف دو ردیف حاشیه‌ای بوته‌ها در مزرعه، تعداد ۴ پلات که هر یک دربرگیرنده ۴۰ بوته برنج بودند برای هر تیمار بصورت تصادفی انتخاب شده و پس از خرمن‌کوبی خوشه‌ها، وزن دانه‌های حاصل با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد. پس از تعیین رطوبت وزنی دانه‌ها، وزن خشک محصول بر اساس جدول تصحیح ۱۴ درصد تعیین شده و عملکرد محصول در هر تیمار بر حسب کیلوگرم در هکتار تخمین زده شد. در نهایت، کارایی هر روش کنترلی در کاهش دو نوع خسارت آفت در دو سال زراعی با استفاده از دو رابطه زیر محاسبه شد (Abbott, 1925).

$$\text{کارایی کنترل خسارت قلب‌مردگی} = \frac{\%Dh_t - \%Dh_c}{\%Dh_c}$$

$$\text{کارایی کنترل خسارت سرسفیدی} = \frac{\%Wh_t - \%Wh_c}{\%Wh_c}$$

در این دو رابطه، Dh_t و Dh_c درصد قلب‌مردگی و Wh_t و Wh_c درصد سرسفیدی در تیمار و شاهد هستند (Abbott, 1925).

تعیین تراکم جمعیت و میزان مرگ و میر لاروهای زمستانگذران

در این مطالعه، تراکم جمعیت و میزان مرگ و میر لاروهای زمستانگذران کرم ساقه‌خوار برنج در مزارع تک-کشتی و دوکشتی برنج واقع در موسسه تحقیقات برنج کشور (شهرستان آمل) و در دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، از هر سیستم کشت، یک مزرعه به مساحت تقریبی ۳۰۰۰ متر مربع و با فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر انتخاب شد. در هر مزرعه، یک نقطه آغازین برای نمونه‌برداری به صورت تصادفی انتخاب شده و با حرکت زیگزاگی در داخل مزرعه، به فاصله هر ۱۵ متر، یک پلات مربعی به ابعاد نیم متر روی زمین قرار گرفت. به این ترتیب، در هر سیستم کشت در مجموع ۴۰ پلات در نظر گرفته شد. در هر پلات، تعداد لاروهای ساقه‌خوار و تعداد لاروهای زنده و

Archive of SID

www.SID.ir

مرده با بررسی دقیق ساقه‌های باقیمانده در مزرعه شمارش و ثبت شد. نمونه‌برداری به‌صورت ماهانه و در طول ماه‌های آبان (نوامبر) تا اسفند (مارس) هر دو سال زراعی انجام شد. برای از بین بردن اثر محل نمونه‌برداری یا نوع خاک، در سال دوم، جای دو مزرعه تک‌کشتی و دوکشتی با یکدیگر عوض شده و نمونه‌برداری مانند سال زراعی اول از این مزارع انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

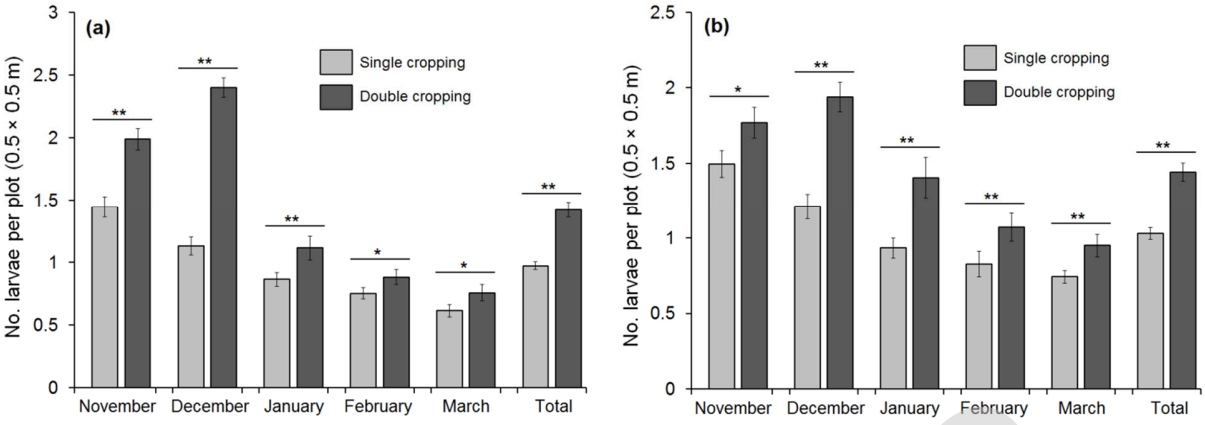
داده‌های این مطالعه، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9.1 تجزیه و تحلیل شدند. داده‌های درصدی، ابتدا با فرمول $\sqrt{x+0.5}$ نرمال‌سازی شده و میانگین داده‌های تیمارها با استفاده از تجزیه واریانس (ANOVA) مورد مقایسه قرار گرفتند. اختلاف آماری بین تیمارها با استفاده از آزمون LSD و در سطح آماری $P<0.05$ مشخص شد (SAS, 2004). داده‌های مربوط به فراوانی و مرگ و میر لاروهای زمستانگذران در مزرعه تک‌کشتی و دوکشتی در نمونه‌برداری هر ماه با استفاده از آزمون t-student تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

در سال‌های اخیر، تمایل به کشت دوم برنج با توجه به مناسب بودن شرایط اقلیمی و کمک به وضعیت اقتصادی کشاورزان در مناطق شمالی کشور زیاد شده و توسط کارشناسان کشاورزی نیز مورد ترغیب قرار گرفته است. با این حال، تاکنون مطالعه‌ای برای بررسی تغییرات احتمالی در خصوصیات زیستی و میزان خسارت آفات در سیستم‌های دوکشتی برنج صورت نگرفته است. در این مطالعه، تراکم جمعیت لاروهای زمستانگذران کرم ساقه‌خوار برنج و درصد مرگ و میر آن‌ها در طول ماه‌های مختلف زمستانگذرانی در مزارع تک‌کشتی و دوکشتی موسسه تحقیقات برنج کشور و در طول دو سال زراعی مورد مقایسه قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، فراوانی لاروهای زمستانگذران در هر دو سال زراعی و در تمام ماه‌های نمونه‌برداری، در مزارع دوکشتی به میزان معنی‌داری بیشتر از مزارع تک‌کشتی بود (شکل ۱). این اختلاف، در مورد میانگین تعداد لاروهای زمستانگذران در مجموع ماه‌های زمستان (آبان تا اسفند) نیز مشاهده شد (شکل ۱). بدیهی است که محل مزارع و نوع خاک در این مشاهدات تاثیری نداشته است، چرا که در سال دوم، جای مزارع تک‌کشتی و دوکشتی با یکدیگر عوض شده بود. این نتایج نشان می‌دهد که کرم ساقه‌خوار برنج، در مزارع دوکشتی جمعیت بالاتری ایجاد کرده و تراکم بیشتری از لاروهای زمستانگذران در مقایسه با مزارع تک‌کشتی برای تشکیل نسل بهاره به وجود می‌آورند. در توجیه این مشاهدات می‌توان گفت که احتمالا افزایش طول دوره دسترسی به منابع غذایی در ماه‌های ابتدایی پاییز که هنوز شرایط آب و هوایی اجازه فعالیت به کرم ساقه‌خوار را می‌دهد، باعث می‌شود که تعداد بیشتری از لاروها تغذیه خود را کامل کرده و برای ورود به زمستانگذرانی آماده شوند. از سوی دیگر، نتایج این مطالعه نشان داد که در مزارع دوکشتی برنج، لاروهای زمستانگذران کرم ساقه‌خوار در طول ماه‌های مختلف زمستان دچار مرگ و میر کمتری در مقایسه با سیستم تک‌کشتی می‌شوند (شکل ۲). این موضوع نیز احتمالا نتیجه فراوانی منابع غذایی در اواخر فصل است که به لاروهای آفت امکان ذخیره مقادیر بالاتر انرژی برای زمستانگذرانی را فراهم می‌کند. افزایش فراوانی و خسارت کرم ساقه‌خوار از یک سو و افزایش دوره کشت محصول از سوی دیگر باعث افزایش میزان کاربرد حشره‌کش‌های شیمیایی خواهد شد، موضوعی که نگرانی‌های مهمی در زمینه بقایای آفت‌کش‌ها در خاک، آب و محصولات کشاورزی، بروز مقاومت در آفت هدف و همچنین اثرات ناخواسته آن‌ها روی موجودات غیرهدف ایجاد کرده است. مدیریت تلفیقی و پایدار کرم ساقه‌خوار برنج مستلزم معرفی حشره‌کش‌هایی اختصاصی‌تر با نحوه اثر جدید است که در کنار حفظ سلامت دشمنان طبیعی، محیط زیست و مصرف‌کنندگان، از کارایی لازم در برابر آفت برخوردار بوده و سرعت بروز مقاومت در آن را به حداقل برساند.

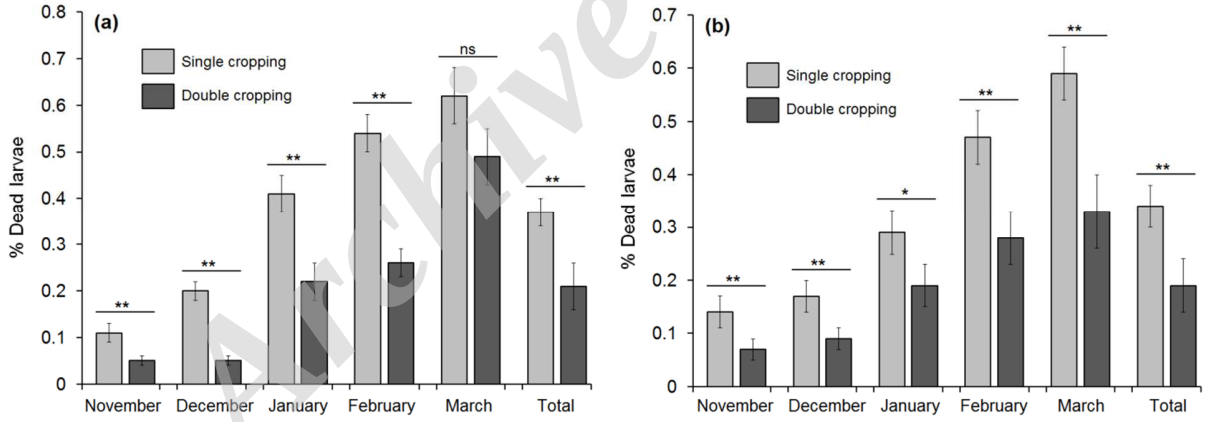
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- میانگین (± خطای استاندارد) فراوانی لاروهای زمستانگذران کرم ساقه‌خوار برنج در مزارع تک‌کشتی و دوکشتی موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) در سال زراعی ۱۳۹۵ (a) و ۱۳۹۶ (b)، نمونه‌برداری در طول ماه‌های مختلف زمستان‌گذرانی (آبان تا اسفند) صورت گرفته و داده‌های هر ماه جداگانه بین مزارع تک‌کشتی و دوکشتی مورد مقایسه قرار گرفتند (آزمون *t*-student)، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد هستند.

Figure 1. The average frequency (+SE) of *Chilo suppressalis* overwintering larvae in single- and double cropped fields of Rice Research Institute of Iran (Amol) during the overwintering months of 2015-2016 (a) and 2016-2017 (b); sampling was performed monthly during November-March and data of each month was separately compared between single- and double cropped fields (*t*-student test); ns: non-significant, * and **, significant at P<0.05 and P<0.01 level, respectively



شکل ۲- میانگین (± خطای استاندارد) درصد مرگ و میر لاروهای زمستانگذران کرم ساقه‌خوار برنج در مزارع تک‌کشتی و دوکشتی موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) در سال زراعی ۱۳۹۵ (a) و ۱۳۹۶ (b)، نمونه‌برداری در طول ماه‌های مختلف زمستان‌گذرانی (آبان تا اسفند) صورت گرفته و داده‌های هر ماه جداگانه بین مزارع تک‌کشتی و دوکشتی مورد مقایسه قرار گرفتند (آزمون *t*-student)، ns نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و * و ** به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد هستند.

Figure 2. The mortality percentage (+SE) of *Chilo suppressalis* overwintering larvae in single- and double cropped fields of Rice Research Institute of Iran (Amol) during the overwintering months of 2015-2016 (a) and 2016-2017 (b); sampling was performed monthly during November-March and data of each month was separately compared between single- and double cropped fields (*t*-student test); ns: non-significant, * and **, significant at P<0.05 and P<0.01 level, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

برای این منظور، در این مطالعه، تاثیر سه حشره‌کش دیازینون، فیپرونیل و هگزافلومورون در کنترل خسارت کرم ساقه‌خوار برنج و عملکرد محصول برنج در دو سال متوالی ۹۵ و ۹۶ مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس اطلاعات به دست آمده از اوج شکار حشرات کامل توسط تله‌های نوری، تاریخ سم‌پاشی اول و دوم تعیین شده و پس از انجام سم‌پاشی، میزان خسارت ایجاد شده توسط آفت در مرحله رویشی (برای قلب-مردگی) و زایشی (برای سرسفیدی) تخمین زده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که بین تیمارهای مختلف و در هر دو سال زراعی، از نظر میزان خسارت قلب‌مردگی و سرسفیدی و همچنین میزان عملکرد محصول اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در سال زراعی ۹۵، بیشترین میزان خسارت قلب‌مردگی در تیمار شاهد (۱۶/۰۶ درصد) و پس از آن، در مزرعه‌ای که دو بار توسط هر یک از فرمولاسیون‌های گرانول و امولسیون دیازینون سم‌پاشی شده بود (۶/۵۶ درصد) دیده شد. در حالی که سم‌پاشی مزرعه برنج با دیازینون امولسیون (۱/۸۲ درصد) و هگزافلومورون (۱/۸۵ درصد) منجر به وقوع کمترین میزان خسارت قلب‌مردگی در بوته‌ها شد ($F_{7, 24} = 9.17$, $P<0.001$) (جدول ۱). همچنین، پس از تیمار شاهد (۱۲/۲۳ درصد)، مزارعی که توسط دو نوع فرمولاسیون دیازینون گرانول و امولسیون (۹/۵۹ درصد)، یک بار توسط هر یک از فرمولاسیون‌های دیازینون (۸/۳۰ درصد) و دو بار توسط فیپرونیل (۸/۱۹ درصد) تیمار شده بودند، به ترتیب متحمل بیشترین میزان خسارت سرسفیدی شدند، در حالی که کمترین میزان سرسفیدی به ترتیب در مزارعی که دو بار توسط دیازینون امولسیون (۵/۰۲ درصد)، دیازینون گرانول (۵/۲۸ درصد) و هگزافلومورون (۵/۴۱ درصد) سم‌پاشی شده بودند دیده شد ($F_{7, 24} = 10.41$, $P<0.001$) (جدول۱). از نظر میزان عملکرد محصول نیز در سال زراعی ۹۵ بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($F_{7, 24} = 7.02$, $P<0.001$)، به طوری که بیشترین میزان عملکرد محصول به ترتیب در سه تیمار هگزافلومورون (۷۲۱/۹۵ کیلوگرم در هکتار)، دیازینون امولسیون (۷۱۹/۲۸ کیلوگرم در هکتار) و کنترل تلفیقی (۵۶۰/۰۸ کیلوگرم در هکتار) ثبت شد، در حالی که مزرعه شاهد (۳۶۲/۴۷ کیلوگرم در هکتار) و مزرعه‌ای که یک بار توسط دیازینون امولسیون و یک بار توسط دیازینون گرانول تیمار شده بود (۳۷۶ کیلوگرم در هکتار)، کمترین میزان عملکرد محصول را نشان دادند (جدول۱).

در دومین سال زراعی (سال ۹۶)، میزان خسارت قلب-مردگی ($F_{7, 24} = 16.62$, $P<0.001$) و سرسفیدی ($F_{7, 24} = 51.38$, $P<0.001$) توسط تمام تیمارهای حشره‌کش در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۲).به علاوه، از نظر کارایی کاهش هر دو نوع خسارت، بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، به طوری که کمترین میزان قلب‌مردگی و سرسفیدی به ترتیب در تیمار هگزافلومورون (۰/۸۳ و ۴/۵۱ درصد) و کنترل تلفیقی (۱/۵۲ و ۶/۲۳ درصد) مشاهده شد (جدول ۲). از نظر میزان عملکرد محصول در سال زراعی ۹۶ نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($F_{7, 24} = 9.60$, $P<0.001$)، به طوری که بیشترین عملکرد محصول به ترتیب در دو تیمار هگزافلومورون (۱۸۰۴/۸۹ کیلوگرم در هکتار) و دیازینون امولسیون (۱۷۹۸/۲۱ کیلوگرم در هکتار) و پس از آن در تیمار کنترل تلفیقی (۱۴۰۰/۲۱ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد، در حالی که کمترین میزان عملکرد به ترتیب در مزرعه شاهد (۶۹۱/۹۴ کیلوگرم در هکتار) و مزرعه‌ای که یک بار توسط دیازینون گرانول و یک بار توسط دیازینون امولسیون (۹۴۰ کیلوگرم در هکتار) سمپاشی شده بودند، مشاهده شد (جدول ۲).

دیازینون و فیپرونیل از عمومی‌ترین حشره‌کش‌هایی هستند که در سال‌های اخیر برای کنترل کرم ساقه‌خوار برنج در ایران مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با این حال، نگرانی‌هایی در زمینه مقاومت کرم ساقه‌خوار به این حشره‌کش‌ها و کاهش کارایی آن‌ها در مقایسه با سال‌های ابتدایی کاربرد آن‌ها وجود دارد (Zibaee *et al.*, 2009; Hu *et al.*, 2010; Yao *et al.*, 2017).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین (± خطای استاندارد) درصد قلب‌مردگی، درصد سرسفیدی و عملکرد محصول کشت دوم برنج در مزارع تیمار شده با حشره‌کش‌های مختلف و مدیریت تلفیقی در سال زراعی ۱۳۹۵، حروف متفاوت در هر ستون، نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد بین تیمارهای مختلف هستند

Table 1. The average percentage (+SE) of dead heart, white head and grain yield in rice fields treated with different pesticides and an integrated management approach during the growing season of 2016; different letters in within columns show significant differences at $P<0.05$ level

Treatment	Dose	No. spraying*	% Dead heart	% White head	Yield (kg/ha)
IPM	-	-	4.55 ± 0.22^{cd}	6.95 ± 0.85^{cd}	560.08 ± 51.65^{ab}
Hexaflumuron	1.5 (L/ha)	2	1.85 ± 0.29^{d}	5.41 ± 0.49^{b}	721.95 ± 27.04^{a}
Diazinon EC+G**	1.5 (L/ha), 20 (kg/ha)	1-1	1.95 ± 0.72^{d}	8.19 ± 0.82^{b}	376 ± 27.04^{c}
Diazinon EC	1.5 (L/ha)	2	1.82 ± 0.64^{d}	5.02 ± 0.44^{d}	719.28 ± 64.14^{a}
Diazinon G	20 (kg/ha)	2	2.58 ± 0.90^{d}	5.28 ± 0.27^{d}	494.53 ± 44.85^{bc}
Fipronil G	20 (kg/ha)	2	3.05 ± 0.27^{d}	8.30 ± 1.08^{bc}	414.64 ± 64.8^{bc}
Diazinon EC+G***	1.5 (L/ha), 20 (kg/ha)	2-2	6.56 ± 0.74^{bc}	9.59 ± 0.52^{b}	451.24 ± 25.81^{bc}
Control	-	-	16.06 ± 2.22^{a}	12.23 ± 1.17^{a}	362.47 ± 24.08^{c}

* Two times of insecticide application was determined based on flight peak of adult moths captured in light traps

** The EC and G formulations of diazinon were separately used in the first and the second time, respectively

*** The EC and G formulations of diazinon were simultaneously used for both times

جدول ۲- میانگین (± خطای استاندارد) درصد قلب‌مردگی، درصد سرسفیدی و عملکرد محصول کشت دوم برنج در مزارع تیمار شده با حشره‌کش‌های مختلف و مدیریت تلفیقی در سال زراعی ۱۳۹۶، حروف متفاوت در هر ستون، نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد بین تیمارهای مختلف هستند.

Table 2. The average percentage (+SE) of dead heart, white head and grain yield in rice fields treated with different pesticides and an integrated management approach during the growing season of 2017; different letters in within columns show significant differences at P<0.05 level

Treatment	Dose	No. spraying*	% Dead heart	% White head	Yield (kg/ha)
IPM	-	-	1.52 ± 0.54^{cd}	6.23 ± 0.85^{d}	1400.2 ± 129^{b}
Hexaflumuron	1.5 (L/ha)	2	0.83 ± 0.22^{d}	4.51 ± 0.80^{e}	1804.8 ± 150^{a}
Diazinon EC+G**	1.5 (L/ha), 20 (kg/ha)	1-1	3.25 ± 0.82^{bc}	11.50 ± 0.42^{b}	940 ± 67^{cd}
Diazinon EC	1.5 (L/ha)	2	2.32 ± 0.87^{bcd}	7.64 ± 0.17^{cd}	1798.2 ± 160^{a}
Diazinon G	20 (kg/ha)	2	4.31 ± 0.83^{b}	7.98 ± 0.36^{c}	1236.3 ± 112^{bc}
Fipronil G	20 (kg/ha)	2	4.33 ± 0.63^{b}	10.52 ± 0.18^{b}	1111.6 ± 195^{bc}
Diazinon EC+G***	1.5 (L/ha), 20 (kg/ha)	2-2	3.83 ± 0.42^{b}	9.87 ± 0.20^{b}	1128.1 ± 64^{bc}
Control	-	-	9.37 ± 0.47^{a}	17.31 ± 0.76^{a}	691.9 ± 53^{d}

* Two times of insecticide application was determined based on flight peak of adult moths captured in light traps

** The EC and G formulations of diazinon were separately used in the first and the second time, respectively

*** The EC and G formulations of diazinon were simultaneously used for both times

Archive of SID

www.SID.ir

از این گذشته، در بررسی‌های مختلف، هر دو حشره‌کش دیازینون و فیپرونیل به عنوان ترکیباتی با سمیت بالا برای موجودات غیرهدف معرفی شده‌اند و اثرات منفی آن‌ها روی دشمنان طبیعی، در دزهای کشنده و زیرکشنده گزارش شده است (Elzen *et al*., 2000; Brunner *et al*., 2001; Sun *et al*., 2008; Cheng *et al*., 2010; Rogers *et al*., 2011). در مقابل، هگزافلومورون به عنوان ترکیبی با نحوه اثر جدید و متفاوت، گزینه مناسبی برای استفاده در برنامه‌های مدیریتی کرم ساقه‌خوار برنج می‌باشد. هگزافلومورون، حشره‌کش از گروه بنزوئیل‌فنیل اوره است که در فرایند طبیعی سنتز کیتین اختلال ایجاد کرده و به این وسیله، از تشکیل کوتیکول در جریان پوست‌اندازی ممانعت می‌کند (Abo-Elghar *et al*., 2003). از این حشره‌کش، به طور گسترده در کنترل لارو بال‌پولکداران، سخت‌بالپوشان، دوبالان و مراحل نابالغ موریانه‌ها استفاده شده است (Doucet and Retnakaran, 2012). با توجه به نحوه اثر آن روی مراحل نابالغ حشرات، بدیهی است که سایر گروه‌های جانوری مانند میکروارگانیسم‌های خاکزی، ماهی‌ها، پرندگان و همچنین مراحل بالغ حشراتی مانند زنبورهای پارازیتوئید، شکارگرها و حشرات گرده‌افشان چندان تحت تاثیر آن قرار نگرفته و به همین دلیل، هگزافلومورون یک گزینه مناسب برای مدیریت تلفیقی کرم ساقه‌خوار برنج به نظر می‌رسد (Merzendorfer, 2013).

در مجموع، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دو بار کاربرد فرمولاسیون امولسیون دیازینون یا هگزافلومورون در کشت دوم برنج بهترین نتیجه را از نظر کاهش میزان خسارت قلب‌مردگی و سرسفیدی و همچنین میزان عملکرد محصول برنج به دنبال خواهد داشت. با این حال، نتایج تیمار مدیریت تلفیقی نیز در بیشتر موارد قابل توجه بوده و حداقل از برخی تیمارهای حشره‌کش بهتر بود. این در حالی است که برخی دیگر از روش‌های تلفیقی مانند استفاده از ارقام مقاوم برنج در این مطالعه لحاظ نشده بودند و استفاده از آن‌ها، بدون شک می‌تواند به کاهش میزان خسارت آفت منجر شود. استفاده از ارقام مقاوم به عنوان یکی از ارکان مدیریت تلفیقی کرم ساقه‌خوار از گذشته دور مطرح بوده است (Das, 1976). نشان داده شده است که کارایی حشره‌کش‌های شیمیایی روی کرم ساقه‌خوار بسته به میزان مقاومت ارقام برنج با یکدیگر متفاوت بوده (Khan *et al*., 2005) و دزهای پایین‌تری از حشره‌کش‌ها برای کنترل این آفت روی ارقام مقاوم‌تر نیاز است (Smith, 2005). نکته قابل توجه دیگر اینکه یک بار کاربرد دیازینون امولسیون برای هر نسل آفت بهتر از مخلوط فرمولاسیون‌های امولسیون و گرانول منجر به کاهش خسارت و افزایش عملکرد محصول شد. این موضوع را می‌توان به اثرات منفی حشره‌کش دیازینون روی دشمنان طبیعی نسبت داد. در حقیقت، اگرچه کاربرد توام فرمولاسیون گرانول و امولسیون دیازینون به ظاهر ممکن است باعث کاهش خسارت روی محصول شود، اما در نتیجه از بین رفتن دشمنان طبیعی در دزهای بالای حشره‌کش، فرایند کنترل بیولوژیک در مراحل بعدی مختل شده و میزان خسارت روی محصول افزایش می‌یابد.

با توجه به اثرات نامطلوب حشره‌کش‌های شیمیایی روی موجودات غیرهدف و محیط زیست و نگرانی در زمینه مقاوم‌شدن کرم ساقه‌خوار برنج به حشره‌کش‌های موجود، توسعه آفت‌کش‌های جدید با هدف کاهش اثرات مخرب روی محیط زیست و موجودات غیرهدف و کاهش سرعت بروز مقاومت در آفت هدف ضروری به نظر می‌رسد. سیستم دوکشتی برنج که به تازگی مورد توجه کشاورزان در استان‌های شمالی کشور قرار گرفته است، نگرانی‌ها در زمینه میزان ورود حشره‌کش‌ها به محیط زیست و سرعت بروز مقاومت نسبت به این ترکیبات را دوچندان کرده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فراوانی و زنده‌مانی لاروهای زمستانگذران کرم ساقه‌خوار برنج در مزارع دوکشتی به میزان معنی‌داری بیشتر از مزارع تک‌کشتی است و این اختلاف، در طول تمام ماه‌های زمستانگذرانی قابل مشاهده است. این موضوع می‌تواند

Archive of SID

www.SID.ir

بر فراوانی و شدت خسارت آفت در سال بعد تاثیر بگذارد، هرچند، صحت این ادعا باید با بررسی دقیق تراکم جمعیت و میزان خسارت آفت در سال بعد و مقایسه این خصوصیات بین سیستم‌های تک‌کشتی و دوکشتی برنج مشخص شود. به عقیده محققان، استفاده از استراتژی‌های تلفیقی مدیریت کرم ساقه-خوار برنج مانند کاربرد ارقام مقاوم گیاهی، استفاده از تله‌های نوری و فرومونی برای شکار انبوه، کنترل بیولوژیک با استفاده از زنبورهای پارازیتوئید تخم، روش‌های زراعی، ایجاد تناوب در استفاده از حشره‌کش‌ها و تعیین زمان دقیق مبارزه با آفت می‌تواند به کاهش این نگرانی‌ها کمک کند. در این مطالعه، نشان داده شد که دو بار کاربرد هگزافلومورون اندکی پس از اوج پرواز حشرات کامل که هم‌زمان با ظهور لاروهای سن اول است، می‌تواند کنترل قابل قبولی روی جمعیت آفت ایجاد کند که این نتایج، با حشره‌کش‌های رایج مانند دیازینون و فیپرونیل قابل مقایسه است. با توجه به نحوه اثر خاص و جدید این آفت‌کش و اثرات ناچیز روی موجودات غیرهدف، هگزافلومورون یک ترکیب بسیار مناسب برای ایجاد تناوب در کاربرد حشره‌کش‌های شیمیایی به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

از خانم‌ها معصومه قلندری، ترانه اُسکو و آقایان محسن عمرانی، نعمت درویش‌زاده و حسین دریاباری به خاطر کمک‌ها و راهنمایی‌های ارزنده قدردانی می‌شود. همچنین، از موسسه تحقیقات برنج کشور (شهرستان آمل) به خاطر تامین مزارع آزمایشی و تجهیزات آزمایشگاهی موردنیاز در این مطالعه سپاسگزاری می‌شود.

References

Kega, V. M., Nderitu, J. H., Kasina, M. and Olubayo, F. 2015. Influence of cropping and irrigation systems on population fluctuation of the African white rice stem borer (*Maliarpha separatella* Rag) and damage on rice. **Journal of Entomology** 12: 95-102.

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology** 18: 265–267.

Abo-Elghar, G. E., El-Sheikh, A. E., El-Sayed, F. M., El-Maghraby, H. M. and El-Zun, H. M. 2003. Persistence and residual activity of an organophosphate, pirimiphos-methyl, and three IGRs, hexaflumuron, teflubenzuron and pyriproxyfen, against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Pest Management Science** 60: 95–102.

Brunner, J. F., Dunley, J. E., Doerr, M. D. and Beers, E. H. 2001. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leaf rollers in Washington**. Journal of Economic Entomology** 94: 1075–1084.

Calpe, C. 2006. Rice International Commodity Profile. Food and Agricultural Organization of the United Nations, pp. 23.

Cheng, X., Chang, C. and Dai, S. M. 2010. Responses of striped stem borer, *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae), from Taiwan to a range of insecticides. **Pest Management Science** 66: 762–766.

Das, Y. T. 1976. Cross resistance to stem borers in rice varieties. **Journal of Economic Entomology** 69: 41–46.

Doucet, D. and Retnakaran, A. 2012. Insect chitin: metabolism, genomics, and pest management. In: Dhadialla TS (Ed.) Advances in Insect Physiology, Academic Press, Burlington, MA, USA, Vol. 43: pp. 163–249.

Elzen G. W., Maldonado, S. N. and Rojas, M. G. 2000. Lethal and sublethal effects of selected insecticides and an insect growth regulator on the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) ectoparasitoid *Catolaccus grandis* (Hym: Pteromalidae). **Journal of Economic Entomology** 93: 300–303.

Archive of SID

www.SID.ir

Feizabadi, Y. 2011. Study of rice marketing system in Iran. 85th Annual Conference of the Agricultural Economics Society. Warwick University, 18-20 Apr. 2011.

Hu, J., Chen, W. M., Zhang, Z. Z., Zheng, X. S., Jin, J. C., Su, J., Gao, C. F., and Shen, J. L. 2010. Insecticide resistance monitoring of *Chilo suppressalis* in the drainage area of the Yangtze river, China. **Journal of Rice Science** 24: 509–515.

Khan, R. A., Khan, J. A., Jamil, F. F. and Hamed, M. 2005. Resistance of different Basmati rice varieties to stem borers under different control tactics of IPM and evaluation of yield. **Pakistan Journal of Botany** 37: 319–324.

Li, X. T., Huang, Q. C., Yuan, J. Z. and Tang, Z. H. 2007. Fipronil resistance mechanisms in the rice stem borer, *Chilo suppressalis*. **Pesticide Biochemistry and Physiology** 89: 169–174.

Majidi-shilsar, F. and Ebadi, A. A. 2012. The management of striped stem borer *Chilo suppressalis* (Walker) on hybrid rice in rice fields. **Journal of Plant Protection** 26: 416–423.

Merzendorfer, H. 2013. Chitin synthesis inhibitors: old molecules and new developments. **Insect Science** 20: 121–138.

Onate, B. T. 1965. Estimation of stem borer damage in rice fields. In: Pathak M. D. (Ed.). Stem borer and leafhopper-plant hopper resistance in rice varieties. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 12: 789–800.

Pathak, M. D. and Khan, Z. R. 1994. Insect pests of rice. Manila (Philippines): International Rice Research Institute. 89 pp.

Rogers, D. J., Sharma, N., Stretton, D. C and Walker, J. T. S. 2011. Toxicity of pesticides to *Aphelinus mali*, the parasitoid of woolly apple aphid. **New Zealand Plant Protection** 64: 235–240.

SAS Institute. 2004. SAS/STAT user's guide, version 9.1, Statistical Analysis System Institute, Electronic Version, Gary, NC. USA.

Smith, C. M. 2005. Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches. Springer Press, Dordrecht, The Netherlands, pp. 413.

Su, J., Zhang, Z., Wu, M. and Gao, C. 2014. Changes in insecticide resistance of the rice striped stem borer (Lepidoptera: Crambidae). **Journal of Economic Entomology** 107: 333–341.

Sun, H. X., Tadashi, M. and Wu, G. 2008. Effects of sublethal avermectin and fipronil treatments to host *Plutella xylostella* larvae on growth and development of the parasitoid wasp *Cotesia plutellae*. **Acta Entomologica Sinica** 51: 269–276.

Yao, R, Zhao, D. D., Zhang, S., Zhou, L. Q., Wang, X., Gao, C. F. and Wu, S. F. 2017. Monitoring and mechanisms of insecticide resistance in *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Crambidae) with special reference to diamides. **Pest Management Science** 73: 1169–1178.

Zibaee, A., Sendi, J. J., Ghadamyari, M., Alinia, F. and Etebari, K. 2009. Diazinon resistance in different selected strains of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Crambidae) in northern Iran. **Journal of Economic Entomology** 102: 1189–1196.

Archive of SID

www.SID.ir

Plant Pest Research
2018- 8(1): 45-56

Efficiency of selected pesticides and integrated pest management approaches for control of *Chilo suppressalis* (Walker) (Lep.: Crambidae) in double cropping rice systems

M. Noormohammad Pouramiri[1], F. Alinia[2*], S. Imani[1], M. Shayanmehr[3] and A. Ahadiyat[1]

1. Department of Plant Protection, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, 2. Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran, 3. Department of Plant Protection, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: April 15, 2018- Accepted: June 20, 2018)

Abstract

In this study, the population density and survival of overwintering larvae of *Chilo suppressalis* (Walker) (Lep: Crambidae) was compared between single- and double cropped rice fields in north of Iran (Amol) during winter months (November-March) of 2016-2017. According to the results, a significantly higher frequency of overwintering larvae was observed in double cropped fields in both growing seasons and during all overwintering months. Additionally, larval mortality in double cropped fields was significantly lower than those in single cropped fields. The efficiency of three pesticides, diazinon (with two formulations G 10% and EC 60%), hexaflumuron (EC 10%) and fipronil (G 0.2%) as well as an integrated pest management approach (IPM) using mechanical, physical, and biological methods for control of *Ch. suppressalis* in double cropping fields of Amol was investigated during growing seasons of 2016 and 2017. According to fields experiments, a single application of hexaflumuron or diazinon EC at a concentration of 1.5 L/ha against the first instar larvae resulted in the most decrease in dead heart and white head damage and the highest crop yield in both growing seasons. The effect of IPM approaches on damage and crop yield was also considerable among treatments. Results of this study indicate that hexaflumuron, as an insect growth regulator (IGR) can be efficiently integrated in management programs of *Ch. suppressalis*. Besides environmental advantages, the integration of insecticides with novel modes of action in rotation with convenient pesticides can decrease the rate of resistance development by the pest in double cropping systems.

Key words: *Chilo suppressalis*, Double cropping system, Overwintering larvae, Mortality, Integrated pest management

* Corresponding author: frhaneh.s@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir