آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۹۱، شماره ۱، شهریور ۱۴۰۲
Applied Entomology and Phytopathology
Vol. 91, No. 1, Sep. 2023
DOI: 10.22092/JAEP.2023.361469.1469

مقاله پژوهشی

استفاده از فرومون جنسی در کنترل جمعیت و کاهش خسارت کرم ساقه¬خوارنواری برنج *Chilo suppressalis* در شالیزار

فرزاد مجیدی شیل‌سر[1]✉، سیدعلی طباطبایی قمی[2]، مهدی جلائیان[1]، آتوسا فرحپور[1]، علی اکبر عبادی[1]، مریم خشکدامن[1]

۱- دانشیار، محقق، محقق، دانشیار، محقق، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۲- استادیار، دانشگاه تهران، سازمان جهاد دانشگاهی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۲)

چکیده

کرم ساقه‌خوار نواری برنج (*Chilo suppressalis*) یکی از آفات مخرب برنج در بسیاری از کشورهای تولید کننده برنج از جمله ایران است. باتوجه به اثرات نامطلوب کاربرد سموم شیمیایی در اکوسیستم زراعی برنج علیه آفت ساقه‌خوار، فرومون‌ها هم از ابزار گران‌قیمت مدیریت آفات محسوب می‌شوند. پژوهش حاضر در دو فصل زراعی در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انجام شد. در این پژوهش پنج تیمار شامل ۱-فرومون جنسی با یک تله در هکتار، ۲-فرومون جنسی با سه تله در هکتار ۳-فرومون جنسی با پنج تله در هکتار ٤-فرمون جنسی با هفت تله در هکتار و ۵- شاهد (گرانول پاشی با سم دیازینون ۱۰ درصد به‌مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار) در مزرعه تحقیقاتی انجام شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که غلظت دو میلی‌گرم از ماده مؤثر فرومون جنسی ساقه‌خوار نواری با ۵ تا ۷ تله در هکتار، کمترین تعداد جوانه‌های مرکزی مرده، خوشه‌های سفید شده، لاروهای شمارش شده و نیز بیشترین عملکرد محصول را به خود اختصاص داد. همچنین در این پژوهش، بیشترین تعداد آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده، خوشه‌های سفید شده، لاروهای شمارش شده و کمترین میزان عملکرد در تیمارهای یک و سه تله در هکتار مشاهده شد. با توجه به مطالعه حاضر به‌نظر می‌رسد کنترل آفت ساقه‌خوار با استفاده از فرومون جنسی، چشم‌انداز امیدوارکننده‌ای را در قالب برنامه مدیریت تلفیقی آفات ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: ساقه‌خوار نواری برنج، تله فرومونی، مدیریت تلفیقی

Use of sex pheromone in population control and damage reduction of striped rice stem borer *Chilo suppressalis* in paddy fields

F. MAJIDI-SHILSAR[1]✉, S. A. TABATABAEI GHOMI[1], M. JALAEIAN[1], A. FARAHPOUR[1], A.A EBADI[1], M. KHOSHKDAMAN[1]

1-Associate Professor, Reaescher, Reaescher, Associate Professor, Reaescher, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht Iran; 2. Assitant Prof., University of Tehran Academic Jihad Organization, Tehran

Abstract

Chilo suppressalis, is one of the destructive pests of rice in many rice producing countries, including Iran. Considering the adverse effects of using chemical pesticides in the rice crop ecosystem against striped stem pest, pheromones are also considered as an expensive pest management tool. The present research was conducted in two cropping seasons at Rice Research Institute of Iran, (Rasht). In this research, 5 treatments including: 1- sex pheromone with 1 trap per hectare, 2 -sex pheromone with 3 traps per hectare, 3- sex pheromone with 5 traps per hectare, 4- sex pheromone with 7 traps per hectare and 5- control (spraying granules of 10% Diazinon 15 kg/ha) was applied in the research field. The results of the present study showed that the least dead hearts and infestation of white heads, the number of counted larvae and the highest yield obtained from using the concentration of 2 mg of the effective substance of the sex pheromone of striped stem borer with 5 to 7 traps per hectare. Also the highest contamination of dead hearts and white heads, the number larvae and the lowest yield were observed in the treatments of one and three traps per hectar. According the results of the present study, it seems that the control of striped stem borer pest using sex pheromone creates a promising in an integrated pest management program.

Keywords: Integrated management, pheromone trap, rice striped stem borer

✉ **majidi14@yahoo.com**

©2023, The Author(s). Published by Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

مقدمه

کرم ساقه‌خوار نواری برنج (*Chilo suppressalis* Walker) از مهم‌ترین آفات برنج در سراسر جهان است. خسارت این آفت به‌ویژه در مناطق معتدل برنج خیز آسیا نظیر ژاپن، کره و چین قابل توجه است. در خاورمیانه، از جمله ایران، این آفت آسیب جدی به محصول برنج وارد می‌کند. در حالی که در اروپا، فقط در اسپانیا آفت برنج محسوب می‌شود (Casagrande, 1993). این آفت، بوته‌های برنج را در مراحل مختلف رشد و نمو مورد حمله قرار داده و موجب خسارت‌هایی مانند مرگ جوانه‌های مرکزی و خوشه‌های سفید شده می‌شود (Pathak,1975; Majidi-Shilsar, 2015; Lu *et al*., 2017). در اکوسیستم زراعی برنج در صورت استفاده از آفتکش، آب مزارع حاوی بقایای آفت‌کش‌های شیمیایی می‌شود که می‌تواند وارد زنجیره غذایی شده و به موجودات زنده به‌ویژه جانوران ساکن این مناطق آسیب زیادی برساند. بنابراین، امروزه استفاده از حشره‌کش‌ها در کنترل آفات حشره‌ای مسئله ساز می‌باشد (Beevor *et al*., 1990). با این‌که حشره‌کش‌های شیمیایی از اهمیت ویژه‌ای در کنترل حشرات زیان‌آور محصولات کشاورزی برخوردار هستند، اما به‌کارگیری و انتخاب ترکیباتی با تأثیرکمتر یا بدون تأثیر روی دشمنان طبیعی و محیط زیست از قبیل فرومون‌های جنسی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین بازنگری در کارآیی و استفاده از ترکیبات کم‌خطر و بی‌خطر و سازگار با محیط زیست شالیزار، به‌منظور کاهش فرایند تکوین مقاومت آفات به حشره‌کش‌های رایج در شالیزار کاملاً ضروری است. از آن جا که کرم ساقه‌خوار نواری برنج از آفت مهم مزارع برنج کشور ایران محسوب می‌شود، در نتیجه برای کنترل انبوهی این آفت و حفظ محصول برنج نیاز به آفت‌کش‌های شیمیایی به‌ویژه حشره‌کش‌های گرانول می‌باشد. همچنین در صورت عدم مدیریت صحیح، این آفت قادر است یک سوم عملکرد محصول برنج راکاهش دهد. از طرف دیگر به‌منظور کنترل این آفت سالانه بین ۴۰۰۰ تا ۸۰۰۰ تن حشره‌کش گرانول وارد اکوسیستم زراعی برنج می‌شود (Majidi-Shilsar, 2015). برنامه مدیریت تلفیقی آفات برنج در اندونزی در سال ۱۹۸۶ به فرمان رئیس جمهور وقت، مصرف ۵۷ حشره‌کش در مزارع برنج را ممنوع اعلام کرد و با آموزش عملی میلیون‌ها کشاورز (مدرسه در مزرعه) (FFS) در مدیریت غیر شیمیایی آفات در نهایت باعث کاهش ۶۰ درصدی استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی شد (Oka 1991, Settle *et al*., 1996 Thorburn,2014). بنابراین معرفی و به‌کارگیری ترکیبات جدید و قابل استفاده برای شالیکاران ضروری است. از روش‌های بی‌خطر و مناسب مبارزه با کرم ساقه‌خوار نواری برنج استفاده از فرومون‌های جنسی مصنوعی است، که امروزه به‌عنوان یکی از پایه‌های اصلی مدیریت انبوهی آفات تلقی می‌شود. در دهه‌های اخیر، با توجه به رشد جمعیت و لزوم تأمین امنیت غذایی، فشار بر منابع طبیعی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، افزایش یافته است که حاصل آن در بسیاری از نقاط جهان، افزایش تولیدات کشاورزی از طریق استفاده بیشتر از بذر دارای عملکرد بالا، کودهای غیرآلی، آفت‌کش‌ها و آب، است که این مسائل به‌نوبه خود منجر به رشد هزینه¬ی تولید شده است. همچنین کاربرد بیش از حد و نامناسب مواد شیمیایی کشاورزی، باعث آلودگی آب، کاهش تنوع ژنتیکی موجودات زنده و کیفیت خاک شده است (Falahzade *et al*., 2014). یکی از موفقیت‌آمیزترین شیوه‌ها، استفاده از ارتباط دهنده‌های شیمیایی برای کنترل آفات است که در چند دهه اخیر مورد استفاده قرار گرفته است. این روش شامل رهاسازی مقدار زیادی از فرومون‌های مصنوعی به‌منظور جلوگیری یا به تأخیر انداختن جفت‌گیری حشره آفت می‌باشد. اولین‌بار این روش حدود ۳۰ سال قبل جهت کنترل آفت *Trichoplusia ni* (Hubner) مورد استفاده قرار گرفت (Shorey *et al*., 1964). تبریزیان و صائب (Tabrizian and Saeb, 2004.) در ایران، اولین‌بار در سال ۱۳۸۰، فرومون جنسی کرم ساقه‌خوار نواری برنج و ترکیبات شیمیایی تشکیل دهنده آن را که برپایه مواد آلدئیدی بوده، سنتز کردند. در پژوهش ذکر شده، ارزیابی مزرعه‌ای به‌روش اختلال در جفت‌گیری با دز های ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌گرم نشان داد که مقدار ۲ میلی‌گرم از فرومون جنسی در

شکار پروانه‌های ساقه‌خوار برنج مؤثر بود. نتایج حاصل از پژوهش واکاس و همکاران (Vacas *et al.*, 2016) نشان دادند که کارایی ۳ پخش کننده فرومونی در هکتار یا دسته‌ای از پخش کننده‌های غیرفعال (دوز کل: ٦/٦ تا ۷/۹ گرم در هکتار) به‌همان اندازه مؤثر بود که ۳۰ پخش کننده فرمونی در هکتار (۵ گرم در هکتار) استفاده شده بود. همچنین، آن‌ها گزارش کردند که اختلال در جفت‌گیری *C. suppressalis*، خسارت ناشی از آفت را به‌کمتر از ۱۰ درصد کاهش داده است. نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای نشان داد که ترکیب فرومون جنسی مصنوعی برای شکار کرم ساقه‌خوار برنج بسیار مؤثر است. نتایج بررسی‌های رائوت و همکاران در پژوهش مزرعه‌ای در استفاده از فرومون جنسی ساقه خوار زرد برنج نشان دادند که در استفاده از فرومون جنسی قادر است تخم‌گذاری و همچنین خسارت این آفت را در مرحله رویشی و زایشی کاهش دهد. تیمارهای مورد ارزیابی در مزرعه شامل،T1;استفاده از ۵۰ عدد تله فرومونی ده روز بعد از نشأ، T2 ٤٥ روز بعد از نشأ، T3; ٦۰ روز بعد از نشأ، T4 ;۱۵ روز بعد از نشأ و T5 استفاده از ترکیبی از حشره‌کش‌های Cypermethrin 5% .EC+Chlorpyriphos 50% EC+Cartap 4 G EC +Chlorantraniliplore 18.55% W/W+ بود. همچنین، مشاهدات آن‌ها نشان داد که میانگین شاخص توده تخم آفت در کرت‌های تیمار شده با فرومون در مزرعه برنج به‌طور قابل توجهی کمتر از کرت‌هایی بوده که کشاورز فرومون استفاده انکرده.آن‌ها نشان دادن که تیمار T5 بیشترین کنترل آفت ساقه‌خوار با ۸۲/۰٤ درصد و تیمارهایT1, T2, T3و T4 به‌ترتیب با ۳٤/۵۹، ۳۲/٦۵، ۳۱/۵۵ و ۲۷/٦۷ درصد توانستند آفت را کنترل نمایند. از اهداف این پژوهش، تعیین کارایی فرومون جنسی ساقه‌خوار نواری تولید داخل به‌روش شکار انبوه به‌عنوان یک روش کنترلی در قالب مدیریت تلفیقی کرم ساقه‌خوارنواری در اکوسیستم زراعی برنج بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی برنج کشور و روی برنج رقم هاشمی انجام شد. بدین ترتیب پنج تیمار شامل ۱–فرومون جنسی با ۱ تله در هکتار، ۲-فرمون جنسی با ۳ تله در هکتار ۳–فرومون جنسی با ۵ تله در هکتار ٤–فرومون جنسی با ۷ تله در هکتار و ۵–شاهد (گرانول پاشی با سم دیازینون ۱۰ درصد به‌مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار) در سال‌های ۱۳۹۹–۱۳۹۸ انجام شد. غلظت فرومون جنسی ساقه‌خوار نواری برنج برای همه تیمارها دو میلی‌گرم بود. برای انجام پژوهش حاضر، نمونه‌برداری‌ها در نسل‌های مختلف آفت و در مراحل مختلف گیاه برنج صورت گرفت: اولین نمونه‌برداری از جوانه‌های مرکزی مرده (Dead hearts) گیاه برنج در مرحله رویشی گیاه برنج و در نسل اول آفت انجام شد. برای نمونه‌برداری در این مرحله از هر قطعه آزمایشی با کادر اندازی ۱×۱ متر تعداد ۱۰ عدد بوته به‌طور تصادفی انتخاب شده و بررسی شد. درصد آلودگی با استفاده از فرمول (Mahapatra and Nanda, 1996) محاسبه شد.

$$\%\text{Dh or Wh} = \frac{\text{مجموع تعداد ساقه آلوده}}{\text{مجموع تعداد ساقه های سالم و آلوده}} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

همچنین نمونه‌برداری در مرحله زایشی و نسل دوم آفت از خوشه‌های سفید شده (White heads) برنج یک هفته تا ده روز قبل از برداشت محصول انجام شد. اجرای عملیات این مرحله از نمونه‌برداری مشابه نمونه‌برداری جوانه‌های مرکزی مرده بود. تله‌های فرومونی مورد نظر از ابتدای ظهور شب پره‌های ساقه‌خوار در سطح مزرعه آزمایشی تا مرحله برداشت برنج نصب شدند (دهه سوم فروردین تا اواخر شهریور، ۱۳۹۹). پس از نصب تله‌ها، تعداد شب‌پره‌های شکار شده توسط تله‌ها به‌طور روزانه شمارش شدند. تله‌های فرمونی درمزرعه موسسه تحقیقات برنج در سطحی معادل ۵ هکتار نصب شدند. برای انجام این آزمایش تله‌های فرومونی به‌شکل دلتا و به‌تعداد مورد نظر در مزرعه روی پایه‌های چوبی و کمی بالاتر از سطح گیاه برنج نصب شدند. ارتفاع تله‌ها با توجه به رشد گیاه برنج و افزایش ارتفاع گیاه، به‌وسیله پایه چوبی تنظیم شدند. در این بررسی برای تیمار یک تله، یک عدد تله حاوی فرومون جنسی مورد نظر در وسط مزرعه یک هکتاری و برای سه عدد تله در

سه نقطه در مزرعه و برای پنج عدد تله فرومونی در پنج نقطه و برای هفت عدد تله در هفت نقطه از مزرعه مورد آزمایش مستقر شدند (فاصله تله‌ها از همدیگر ۱۰۰۰ متر بود). جمع آوری حشرات بالغ از، تله‌ها از اولین شکار تا آخرین شکار شب پره‌ها در هر نسل در مزرعه ادامه داشت. ادامه داشت. همچنین، مدت زمان جلب کنندگی تله‌ها، دوره دوام و پایداری فرومون در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش از تیمار شاهد با گرانول‌پاشی دیازینون ۱۰ درصد به‌مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار و بدون تله فرومونی در مزرعه جدا و با فاصله دور انجام شد. در ضمن کلیه اعمال به زراعی اعم از نوع رقم برنج، خزانه‌گیری و تهیه نشاء برنج، زمان کاشت نشاهای برنج تیمارهای آزمایشی، آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز، مبارزه با عوامل بیمارگر گیاهی بر اساس برنامه مرسوم انجام شد. علاوه بر این، تعداد لاروهای زنده داخل ساقه، با کادر اندازی ۱×۱ به‌تعداد ۱۰ کادر به‌طور تصادفی در کرت‌های آزمایشی انجام شد و سپس تعداد لاروهای زنده داخل ساقه‌های آلوده شمارش شدند. برای تعیین عملکرد محصول، از هر قطعه به مساحت ۵ متر مربع از ۵ نقطه، بوته‌ها کف بر شده و بعد از یک روز آفتاب‌دهی در مزرعه جمع‌آوری شدند. در ادامه، خوشه‌های برنج خرمن‌کوبی و با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ توزین شد. رطوبت وزنی محصول با دستگاه رطوبت سنج مدل کت (Ket)ساخت کشور ژاپن تعیین شد. سپس براساس جدول درصد وزنی (١٤ درصد)، وزن نهایی هر کرت داده‌برداری شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل (Excel) انجام شد. محاسبات آماری و تجزیه داده‌ها مربوط به‌تیمارهای مورد آزمایش با استفاده از آزمون T-test در نرم‌افزار SAS ver.9 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بیشترین جمعیت شب‌پره ساقه‌خوار نواری برنج شکار شده توسط تله فرومونی، طی هفته سوم تا هفته ششم بوده و اوج پرواز نسل اول شامل ١٦١ عدد شب‌پره بود که در شکل ۱ قابل مشاهده می‌باشد. براساس شکل ۱، بیشترین شب‌پره‌های شکار شده توسط تیمار با هفت عدد تله در هکتار مربوط به هفته ششم و بعد از آن مربوط به‌تعداد پنج عدد تله فرومونی در هکتار (١٤٣ عدد) بوده است. کمترین تعداد شب‌پره‌های شکارشده مربوط به تیمار سمپاشی (تله بدون فرومون) بوده است. در این رابطه لازم به‌ذکر است که شب‌پره‌های جلب شده در تیمار سمپاشی در حد بسیار پائین (یک تا دو عدد) بوده است. در همین شکل و در نسل اول تیمار سه تله ۵۲ عدد شب‌پره را جلب نمود. همچنین تیمار با یک تله در همین نسل ۳۳ عدد شب‌پره ساقه‌خوار را جلب کرد. در نسل دوم آفت نیز بیشترین جمعیت شب‌پره‌های شکار شده توسط تله‌های فرومونی هفته نهم و اواسط تیر ماه مربوط به‌تعداد هفت عدد تله فرومونی در هکتار و با ۱۲۹ عدد شب‌پره بود. تیمار پنج تله فرومونی در همین نسل ۵۸ عدد شب‌پره را جلب نمود. همچنین تیمار سه تله تعداد ۵۱ عدد و تیمار یک تله فرومونی ۳۲ عدد شب‌پره شکارکرد. باتوجه به‌شکل ۱ شب‌پره‌های این حشره تا اواسط شهریور ماه توسط تله‌های فرومونی شکار شدند. اوج پرواز شب‌پره های ساقه‌خوار نواری برنج نسل سوم در هفته چهاردهم (۷۰ عدد شب‌پره) رخ داده‌است (شکل ۱). باتوجه به‌شکل ۱ کمترین تعداد شب‌پره‌های شکار شده ساقه‌خوار نواری برنج در همه نسل‌ها مربوط به تیمار سمپاشی شده بدون تله فرومونی بود (در شکل ۱ تعداد نسل‌ها بر اساس اوج پرواز شب‌پره‌ها است که با اعداد ١٢٩،١٦١ و ۷۰ مشخص شده است).

در همین ارتباط نتایج بررسی‌های کانو و همکاران (Kanno *et al.*, 1985) در مقایسه تله‌های طعمه‌ای حاوی فرومون با تله‌های نوری نشان داد که تعداد شب‌پره‌های شکار شده ساقه‌خوار نواری برنج توسط تله فرومونی طی دو نسل بسیار زیاد بود. همچنین آن‌ها بیان کردند که تعداد شب‌پره‌های شکار شده در تله‌های فرومونی حدود سه تا پنج برابر بیشتر از تله‌های نوری بود. جدول ۱ مقایسه میانگین داده‌ها را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود جوانه‌های مرکزی مرده در

تیمارهای مورد آزمایش با همدیگر در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار هستند. بیشترین درصد آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده در تیمار یک و سه تله فرومونی در هکتار به‌ترتیب ۲۶/۳۱ و ۲۶/۲۵ درصد و از لحاظ گروه‌بندی در گروه a قرار گرفتند. درصد آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده در تیمار پنج و هفت تله فرومونی در هکتار به‌ترتیب با ۱۷/۱۵ و ۱۶/۵۷ درصد بود و به‌لحاظ آماری دو تله مذکور با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند و در گروه ab جای گرفتند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده در تیمار شاهد (سمپاشی با دیازینون گرانول) دارای کمترین مقدار با ۱۱/۱۸ درصد محاسبه و در گروه b قرار گرفت. نتایج حاصل از جدول ۱ نشان داد که با افزایش تعداد تله‌های فرومونی در هکتار، درصد جوانه‌های مرکزی مرده روند کاهشی داشته و شیب منفی مشاهده شد (۳/۱۹-). همچنین معادله خط نشان داد که R^2=۰/۸۵ بوده و رابطه مثبتی بین تعداد تله با کاهش درصد آلودگی در نسل اول آفت وجود داشت. همچنین جدول ۱ آلودگی خوشه‌های سفیده شده مربوط به تله‌ها را نشان می‌دهد. در این جدول بیشترین درصد آلودگی خوشه‌های سفید شده مربوط به تیمار یک تله فرومونی با ۲۰/۶۶ درصد و بعد از آن تیمار با سه تله فرومونی با ۱۵/۳۶ درصد آلودگی به‌ترتیب در دو گروه a و b قرار گرفتند و تیمار ۵ و ۷ تله فرومونی به‌همراه تیمار شاهد در یک گروه و با پائین‌ترین مقدار آلودگی به‌ترتیب ۸/۵۷ و ۷/۷۹ درصد در گروه c جای گرفتند. نتایج به‌دست آمده خط رگرسیونی از کاربرد تله‌های فرومونی با خوشه های سفید شده در جدول ۲ نشان داد که با افزایش تعداد تله‌های فرومونی درصد آلودگی در نسل دوم آفت نیز کاهش یافت و دارای شیب منفی بود (۳/۵۲-). همچنین معادله خط، ارتباط، بین درصد خوشه‌های سفیده شده و تعداد تله فرومونی نشان می‌دهد که R^2 =۰/۸۷ بوده است. بدین ترتیب رابطه مثبتی بین تعداد تله‌های فرومونی با کاهش درصد آلودگی در نسل دوم آفت ساقه‌خوار نواری برنج مشاهده شد (جدول ۱). در همین جدول تعداد لارو در ساقه‌های آلوده در هکتار، در تیمار یک و سه تله فرومونی به‌ترتیب با ۱۲۷ و ۱۱۶ لارو بیشترین تعداد لارو را به‌خود اختصاص داده و از لحاظ آماری در گروه a قرار گرفتند. همچنین تعداد لارو در تیمار با پنج و هفت تله فرومونی به‌لحاظ آماری در یک گروه (b) به‌ترتیب با ۷۹ و ۷۸ عدد جای گرفتند. در همین جدول تعداد لارو در تیمار شاهد با کمترین عدد (۳۹) و به‌لحاظ آماری در گروه c جای گرفت. در جدول ۱ رابطه تعداد لاروهای ساقه‌خوار نواری برنج در نسل دوم آفت در تیمارهای مورد آزمایش نشان را می‌دهد. این جدول نشان می‌دهد که با افزایش تعداد تله‌های فرومونی تعداد لارو هم در نسل دوم آفت روند کاهشی داشته و دارای شیب منفی بود (۱۵/۴-). با توجه به‌نتایج تحقیق حاضر در جدول ۱ مشاهده می‌شود که در میان عمکرد محصول برنج، تیمارهای یک و سه تله فرومونی به‌ترتیب با ۳۴۶۸/۶۰ و ۳۵۱۱ کیلوگرم در هکتار و به‌لحاظ آماری در گروه b با کمترین میزان عملکرد محاسبه شدند. در همین جدول میزان عملکرد محصول برنج در پنج و هفت تله فرومونی با تیمار شاهد (با سم) از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند و همگی در گروه a با بیشترین مقدار عملکرد به‌ترتیب با ۳۸۹۹/۲۰، ۳۹۳۳/۵ و ۳۹۷۷/۳۹ کیلوگرم در هکتار قرار گرفتند. همچنین، جدول ۱، رابطه مقدار عملکرد محصول برنج را با تیمارهای مورد آزمایش نشان می‌دهد. این جدول نشان داد که با افزایش تعداد تله‌های فرومونی مقدار عملکرد روند افزایشی داشته و دارای شیب مثبت بود (۱۴۵/۹۱). در همین جدول طبق معادله خط، R^2 عدد ۰/۸۵ بود که نشان داد رابطه مثبتی بین تعداد تله‌های فرومونی با میزان عملکرد تیمارها وجود داشت.

شکل ۲ رابطه درصد باقی ماندن و دوام فرومون در مزرعه و قطعات مورد آزمایش را نشان می‌دهد. در این شکل مشاهده می‌شود که ماده مؤثر فرومون تا دو روز اول استفاده در مزرعه بیشترین داوم را داشت و با گذشت زمان و استمرار آن در مزرعه دوام و پایداری آن روند کاهشی داشت و این روند کاهشی تا ۵۰ روز ادامه داشت. در بازه زمانی ۵۰ تا ۸۰ روز مقدار فرمون به‌حدی رسید که تعداد شب‌پره‌های شکار شده تله‌های فرومونی ثابت

ماند. در نتیجه مقدار فرومون به پائین‌ترین مقدار خود نزدیک شد (شکل ۲).

در این رابطه، نتایج بررسی‌های رات و سات پاتی Raut (and Satpath, 2017) نشان داد که دوام فرومون جنسی در مزرعه در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ به‌ترتیب بین ۵۵–٦۵ و ۸۵–۹۰ روز بعد ادامه داشت. نتایج این بررسی نشان داد که تعداد پنج و هفت تله فرومونی در هکتار از لحاظ آماری درخصوص درصد جوانه‌های مرکزی مرده، درصد خوشه‌های سفید شده، تعداد لارو و مقدار عملکرد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. بررسی‌های لیو و همکاران (Liu *et al.*, 2020) نشان داد که جذب شب پره‌های ساقه‌خوار نواری برنج به‌وسیله مواد فرومونی که به‌صورت خمیر فرموله شده و در طولانی مدت آزاد شدند و حداقل دو ماه توانستند منجر به شکار حشرات بالغ شوند به‌طوری که افراد نر ساقه‌خوار نواری برنج به‌طور موثر و بدون کاهش جلب شدند. در حالی که شکار توسط مواد فرومونی که در لوله‌های باریک پلاستیکی تعبیه شده بودند، پس از یک ماه استفاده از مزرعه، روند کاهشی داشت. استفاده از فرومون به‌منظور اختلال در جفت‌گیری در سال ۱۹۸٦ آغاز شد و پخش کننده‌های پلاستیکی حاوی هشت میلی‌گرم ماده مؤثر فرومون در ۲۵۰۰ پخش کننده در هکتار استفاده شد و میزان اثربخشی این پخش کننده‌ها به‌منظور اختلال در جفت‌گیری نزدیک به ۱۰۰ درصد بود. همچنین، لیو و همکاران (Liu *et al.*, 2013) گزارش کردند که در استفاده از فرومون جنسی به‌منظور اختلال در جفت‌گیری شب‌پره‌های ساقه‌خوار نواری تعداد ٤۵ پخش کننده در هر هکتار در مزارع برنج استان هیلونگجیانگ (شمالی‌ترین استان در شمال شرقی چین) منجر به کنترل ۸۰ درصد آفت شد. مطالعات یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2001) در مزارع برنج شمال شرقی چین، در استفاده از پخش کننده‌های حاوی فرومون جنسی کرم ساقه خوار آسیایی (*C. suppressalis*) نشان داد که دوزهای بالا (۷۵۰ عدد پخش کننده در هکتار) منجر به ۸٤/۹ درصد کنترل آفت شد. هوسه و همکاران (Howse *et al.*,1998) و کاساگراند(Casagrande, 1993) رهاسازی ۱۰۰ عدد پخش کننده فرومون جنسی در هر هکتار با غلظت ٤۰۰ میلی گرم ماده مؤثر برای کنترل کرم ساقه‌خوار نواری برنج را توصیه نمودند. در سال ۲۰۰۳، در اسپانیا در ٦۸/۲ درصد از منطقه برنج کاری برای کنترل کرم ساقه خوارنواری برنج از فرومون جنسی به‌روش ایجاد اختلال در جفت‌گیری استفاده شد. نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که ترکیب فرومون جنسی مصنوعی برای شکار کرم ساقه‌خوار برنج بسیار موثر است. در بقیه منطقه با حشره‌کش (Tebufenozide) (تنظیم کننده رشد حشرات) به‌میزان ۰/٦ لیتر در هکتار کنترل شیمیایی انجام شد. نرخ اثربخشی استفاده از فرومون در منطقه مذکور به ۱۰۰درصد نزدیک بود.

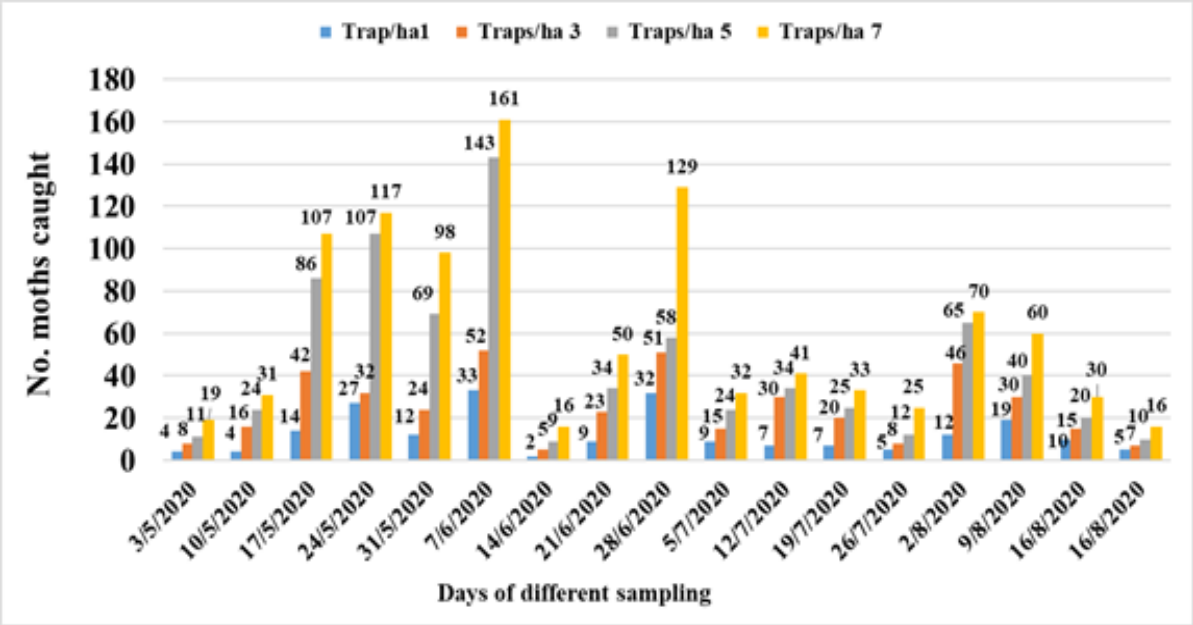
جدول ۱– مقایسه میانگین شاخص‌های مورد ارزیابی

Table 1. Comparison of the average of evaluated indices

No. of trap/ha	Dead hearts %	White heads %	No. of larva/ha	Yield (Kg/h)
One	26.31±11.01 [a]	20.66±9.12 [a]	127±0.66 [a]	3468.60±91.43 [b]
Three	26.25±8.94 [a]	15.36±7.38 [b]	116±0.91 [a]	3511±29.08 [b]
Five	17.51±51 [ab]	8.57±2.75 [c]	79±0.47 [b]	3899.20±82.73 [a]
Seven	16.57±9.62 [ab]	7.79±3.29 [c]	78±1.01 [b]	3933.5±47.01 [a]
Control (Spraying)	±4.36 [b] 11.2	5.85±1.87 [c]	39±0.65 [c]	3977.39±44.14 [a]
Reg. line equation	Y=¬3.99x+31.54	Y=¬3.519x+22.40	Y=¬154x+140	Y=¬145.91x+3324

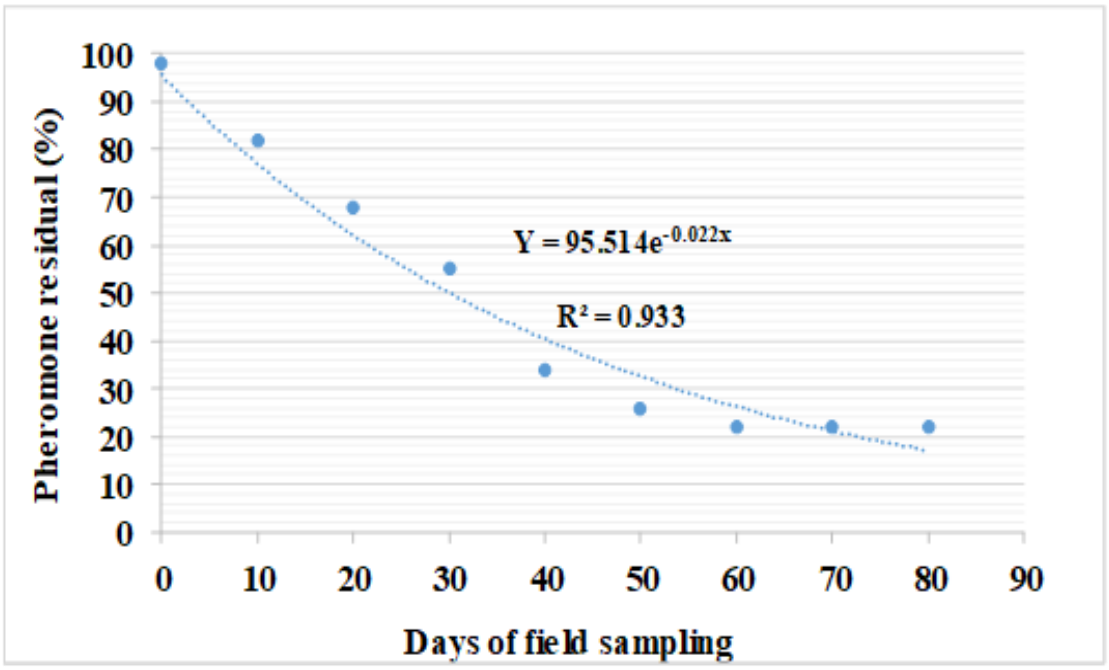
*میانگین با حرف یا حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۰/۰۱ بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

*Means with the same letter(s) in each column are without significant difference at the probability level of 0.01.



شکل ۱–تعداد شب پره های شکار شده توسط تله‌های فرومونی در روزهای مختلف نمونه‌برداری

Fig. 1. Number of moths caught by pheromone traps on different sampling days



شکل ۲– روند کاهشی مقدار فرومون در مزرعه

Fig. 2. The trend of reducing the amount of pheromone in the field

در اسپانیا امروزه برای کنترل سه نسل ساقه‌خوار نواری برنج، *C. suppressalis* از فرومون‌های جنسی ساقه‌خوار استفاده می‌شود (Alfaro *et al*., 2015). مطالعات آلفارو و همکاران (Alfaro *et al*., 2009) و واکاس و همکاران (Vacas *et al*., 2016) در کنترل کرم ساقه‌خوار نواری برنج در منطقه والنسیا (اسپانیا) نشان داد که فرومون جنسی *C. suppressalis* یک جایگزین موثر برای حشره‌کش‌ها بوده است. بررسی‌های آن‌ها نشان داد که کنترل اولین شب‌پره‌ها ساقه‌خوار در حال ظهور برای اثربخشی بسیار مهم بود و استفاده از فرومون جنسی قبل از اولین پرواز نر ساقه‌خوار در کاهش خسارت گیاه مؤثرتر بود. نتایج بررسی‌های این تحقیق یعنی شکار شب‌پره‌های نر ساقه‌خوار در مزرعه با نتایج پژوهش آلفارو و همکاران (Alfaro *et al*., 2009) و نیز واکاس و همکاران (Vacas *et al*., 2016) در کاهش خسارت کرم ساقه‌خوار نواری برنج در مزرعه مطابقت داشت. مطالعه حاضر نشان داد که اختلال در جفت‌گیری با واسطه فرومون یک ابزار مهم برای مدیریت کرم ساقه خوار نواری برنج به‌لحاظ کاهش مصرف حشره‌کش در شالیزار به‌جهت تولید برنج سالم می‌باشد. به‌علاوه، کنترل شیمیایی علاوه بر تهدیدی بر زیست بوم و دشمنان طبیعی به‌لحاظ اقتصادی نیز در اکوسیستم زراعی برنج مقرون به‌صرفه نمی‌باشد. در واقع، فرومون بر موجودات غیرهدف در زراعت برنج تأثیر منفی نمی‌گذارد و این روش کاملاً با اهداف مدیریت تلفیقی آفات (IPM) سازگار است. لی و همکاران (Lee *et al*., 1982) تأثیر فرومون کرم ساقه‌خوارنواری برنج به‌روش شکار انبوه را به‌میزان ۱۰ تا ۳۰ میلی‌گرم در هر هکتار در سال ۱۹۸۱ در کره جنوبی ارزیابی نمودند و نتایج حاصله را رضایت بخش اعلام نمودند که آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده و خوشه‌های سفید شده در نسل‌های اول و دوم آفت به‌ترتیب تا ٤/۲ و ٦۵۸ درصد نسبت به شاهد کاهش داشت. واکامورا (Wakamura, 1992) اعلام کرد که استفاده از روش شکار انبوه حشرات به‌وسیله تله‌های فرومونی در صورتی موفقیت‌آمیز است که بیش از ۹۵٪ شب‌پره‌های نر قبل از جفت‌گیری شکار شوند. بیوور و همکاران (Beevor *et al*., 1990) در سه منطقه برنج کاری اسپانیا به‌روش شکار انبوه با فرومون جنسی شب‌پره ساقه‌خوار نواری برنج به‌تعداد سه تله قیفی در هر هکتار که هر کدام حاوی ۱۰۰ میکروگرم ماده مؤثره فرومونی بودند، اقدام به کنترل حشره نمودند و نتایج مطلوب هم گرفتند. مطالعات آن‌ها نشان داد که نه تنها تعداد شب‌پره جلب شده در تله‌های فرومونی کاهش یافته، بلکه تعداد دستجات تخم آفت در مزرعه کاهش و خسارت این آفت تا ٦۰ درصد کاهش یافت. حشره‌شناسان چینی طی سال‌های ۱۹۹۷–۹۹ مطالعات زیادی را در مورد کاربرد فرومون جنسی ساقه‌خوار نواری برنج به‌روش شکار انبوه انجام دادند و دورنمای آن‌را موفقیت‌آمیز پیش‌بینی کردند (Sheng *et al*., 2002). همچنین آن‌ها آزمایش‌هایی را در مزارع برنج ایالت انهوی چین طی سال‌های ۹۸–۱۹۹۷ با فرومون‌های جنسی ساقه‌خوار برنج به‌روش شکار انبوه انجام دادند. تعداد دسته‌های تخم ساقه‌خوار برنج در قطعه‌های که تله‌های فرومونی نصب شده بودند ۷٤/۲ درصد کمتر از قطعه شاهد بود. نتایج پژوهش تورانی و همکاران (Toorani *et al*., 2019) در کنترل تلفیقی کرم ساقه‌خوارنواری برنج نشان دادند که بهترین عملکرد در بین تیمارهای مورد آزمایش مربوط به تیمار تلفیقی *Trichogramma. brassicae* + Bt + sex pheromone بود که در بالاترین گروه قرار داشت. همچنین آن‌ها نشان دادند که میزان آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده و آلودگی خوشه‌های سفید شده به‌ترتیب با ۱/۳۷، ۰/۳٤ درصد و مقدار عملکرد در هکتار ۵۹۱۰ کیلوگرم و درصد تبدیل برنج شلتوک به برنج سفید ٦۳ درصد بود. چن و همکاران (Chen *et al*., 2014) اظهار داشتند که کاربرد فرومون جنسی باعث صرفه جویی قابل توجهی در هزینه‌ها شده و کنترل قابل قبولی با هزینه‌های کمتر با استفاده از فرومون به‌دست می‌آید. در این ارتباط برآورد هزینه مبارزه شیمیایی علیه نسل‌های اول و دوم کرم ساقه‌خوار برنج برای هر هکتار در شرایط حاضر بالغ بر ۲۰۰،۰۰۰ هزار ریال است، در حالی‌که این هزینه برای مبارزه فرومونی (اگر به‌ازای هر ۵۰ روز یک‌بار تعویض شود) به‌مراتب کمتر از آن و حدود ۱،۲۰۰ هزار ریال

و برای سه نسل آفت ۱،۸۰۰ هزار ریال می‌باشد (در حال حاضر قیمت فرومون با امکانات جانبی آن ۶۰۰ هزار ریال است). این در شرایطی است که فقط جنبه اقتصادی و هزینه‌ی مبارزه مورد توجه قرار می‌گیرد، در صورتی که تأثیر سوء و شرایط نامطلوبی را که سموم شیمیایی روی انسان و محیط زیست برجای می‌گذارند، به‌هیچ عنوان قابل مقایسه با فرومون جنسی نمی‌باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که غلظت ۲ میلی‌گرم از ماده مؤثر فرومون جنسی ساقه‌خوار نواری برنج با ۵ تا ۷ تله در هکتار به‌لحاظ ایجاد جوانه‌های مرکزی مرده و خوشه‌های سفید شده، تعداد لاروهای شمارش شده و نیز میزان عملکرد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ ندارد اما به‌دلیل گران بودن فرومون جنسی و متعلقات مربوط به آن و نیز براساس نتایج حاصل شده از این تحقیق تعداد پنج تله در هکتار می‌تواند انبوهی جمعیت شب‌پره‌های ساقه‌خوار نواری برنج را کاهش دهد. همچنین مطالعه حاضر نشان داد که یکی از مزایای شکار مطلوب شب‌پره‌ها ساقه‌خوار نواری برنج امکان تولید و هزینه کم آن نسبت به حشره‌کش‌ها می‌باشد. کنترل شیمیایی علاوه بر تأثیر سوء روی دشمنان طبیعی و آلودگی‌های زیست محیطی از نظر اقتصادی در اکوسیستم زراعی برنج مقرون به‌صرفه نیست. بنابراین، امکان کنترل آفت مذکور با فرومون جنسی دورنمای امیدوارکننده‌ای از کاربرد این ترکیبات را در قالب برنامه مدیریت تلفیقی برای کرم ساقه‌خوار نواری برنج را نوید می‌دهد.

سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی به‌شماره‌ی مصوب ۳۴-۰۴۵۱-۰۰۵-۹۹۰۰۸۳ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است که با حمایت مالی سازمان جهاد دانشگاهی، دانشگاه تهران و موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شده است. به این جهت، نگارندگان از تمام همکارانی که ما را در اجرای پروژه یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

References

ALFARO, C., V. NAVARRO-LIOPS and J. PRIMO, 2009. Optimization of pheromone dispenser density for managing the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker), by mating disruption. Crop Protection, 28 (7): 567-572.

ALFARO, C., V. NAVARRO-LIOPS and J. PRIMO, J. 2015. Optimization of Dispenser Density to Control the Rice Striped StemBorer *Chilo suppressalis* Walker by Mating Disruption. Crop Protection, 28 (7), P. 567-572.

BEEVOR, P. S., H. DAVID, and O. T. JONES, 1990. Female sex pheromones of *Chilo* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) and their development in pest control applications. Insect Science Application, 11: 787-794.

CASAGRANDE, E. 1993. The commercial implementation of mating disruption for the control of the rice stem borer, *Chilo suppressalis*, in rice in Spain. IOBC wprs. Bulletin, 82-89.

CHEN, R-Z., KLEIN, M-G., SHENG, C-F. and LI, Y-Q .2014. Mating Disruption or Mass Trapping, Compared with Chemical Insecticides, for Suppression of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Crambidae) in Northeastern China. Journal of Economic Entomology, 107(5): 1828-1838.

FALAZADEH, M., SHUJAEI, M. M., TABRIZIAN, and H. OSTVAN, 2014. The effect of trap color, trap type, dose formulated in pheromone capsule and the height of trap installation on the efficiency of pheromone traps for the apple worm moth, *Cydia pomonella* L. Agricultural sciences, 6 (1):77-90. (In Persian with English abstract))

GOMEZ K. A., and GOMEZ A. A. 1984. Crop loss assessment in rice. Manila (Philippines): International Rice Research Institute. p. 55–65. In: Walker PT, editors. Statistical procedures for agricultural research. London and New York, Wiley, PP. 680.

HOWSE, P. E., STEVENS, I. D. R., and O. T. JONES, 1998. Mating disruption. Insect pheromones and Their Use in Pest Management (ed. by P. E. Hawse, O. T. Jones and I. D. R. Stevens), 314-340 P. In; P. E. Hawse, O. T. I. D. R. Steven and O. T. Jones. Insect pheromones and their use in pest management, Chapman and Hall, London, 369 pp

KANNO, H., N. ABE, M. MIZISAWA, Y. SAEKI, K. KOIKE, S. KOBYASHI, S. TATSUKI, and K. USUI, 1985. Comparison of trap efficiency and the fluctuation pattern of moth catches between the synthetic sex pheromone and the ligh-trap in the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Applied Entomology and Zoology, 29: 137-139.

LEE, J. O., H. G, GOH, Y. H. KIM, and J. S. PARK, 1982. Disruption of striped rice borer male's orientation to pheromone traps. IRRN. 7: 4. pp. 17.

LIANG, Y., Y. M. LUO, X. G. FU, L.X. ZHENGAND and H. Y. WEI, 2020. Mating Disruption of *Chilo suppressalis* from Sex Pheromone of Another Pyralid Rice Pest *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Insect Science, 20 (3): 19.

LIU, B., K. J. SYU, Y. X. ZHANG, S. Y. J. GUPTASHEN, W. J. ChIEN, J. C. TSENG, and D. W. LOU, 2020. hindawi. Practical Synthesis and Field Application of the Synthetic Sex Pheromone of Rice Stem Borer, *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Chemistry., 9 pp.

LIU, X.-L., S.-M. SHENG, R.-Z. CHEN, H.-R. GAO, Y.-J. LI, C.-L. LIU, K.-Q. WANG, and C.-F. SHENG. 2013. A preliminarystudy of pheromone trap density for the rice stem borerin northeastern area in China. Journal of Jilin Agricultural Science. 1: 63-67

Lu, Y., Wang, G., Zhong, L., Zhang, F., Bai, Q., Zheng, X. and Lu, Z. 2017. Resistance monitoring of *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) to chlorantraniliprole in eight field populations from east and central China. Crop Protection, 100: 196-202.

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 abstract).

MOCHIDA, O., G. S. ARIDA, S. TATSUKI and J. FUKAMI, 1984. A field-test on A 3rd component of the female sex-pheromone of the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis*, in the Philippines. Entomologia Experimentalis et Applicata, 36: 295-296.

NESBITT, B. F., P. S. BEEVOR, D. R. HALL, R. LESTER and V. A. DYCK, 1975. Identification of female sex pheromones of moth, *Chilo suppressalis*. Journal of Insect Physiology, 21: 1883-1886.

OHTA, K., S. TATSUKI, K. UCHIUMI, M. KURIHARA, and J. FUKAMI, 1975. Sex-Pheromone of Rice Stem Borer - Purification and Chemical Properties. Agricultural and Biological Chemistry, 39: 2437-2438.

OHTA, K., S. TATSUKI, K. UCHIUMI, M. KURIHARA, and J. I. FUKAMI, 1976. Structures of sex pheromones of rice stem borer. Agricultural and Biological Chemistry, 40: 1897-1899.

RAUT, A. and C-R. SATPATHI. 2017. Differential pheromone trap efficiency in the mass trapping of yellow stem borer, Scirpophaga incertulas in rice ecosystem. Indian Journal of Plant Protection, 45 (3): 213-220.

RAUT, A. and C-R. SATPATHI and K. KRISHNAIAH. 2017. Management of Rice Yellow Stem Borer *Scirpophaga insertulas* (Walker) using Different Formulations of Insect Sex Pheromone in West Bengal. Journal of Pure and Applied Microbiology, 11(1): 549-558.

SAEB, H., M. TABRIZIAN and I. NAJAFI-NEVAEI, 2005. Comparison of the attractineness between locally-made sex pheromone and imported one in the *Chilo suppressalis* Wlk. Under field condition. Journal Agricutural Science Natural Resource, 12(6): 162-170. (In Persian with English abstract)

SETTLE, W.H.; ARIAWAN, A.; ASTUTI, E.T.; CAHYANA, W.; HAKIM, A.L.; HINDAYANA, D.; LESTARI, and A.S.; PAJARNINGSIH. 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. Ecology, 77: 1975–1988.

SHENG, C. F., W. D. WANG, X. G. JIAO, F. B. SONG and W. J. XUAN, 2002. A preliminary study on effect of applying sex pheromone into mass trapping of rice stem borer, *Chilo suppressalis*. Journal of Jilin Agricultural University. 24: 5. 58-61.

SHOREY, H. H. and L. K. GASTON, 1964. Sex Pheromones of Noctuid Moths. III. Inhibition of Male Responses to the Sex Pheromone in *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). Annals of the Entomological Society of America, 57 (6), P. 775–779.

TABRIZIAN, M. and H. SAEB, 2004. Synthesis of striped stem borer, *Chilo suppressalis* Wlk. Sex pheromonand study of its efficacy in Iran. In: Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress. Tabriz, p 178. (in Persian with English summary).

TATSUKI, S., M. KURIHARA, K. USUI, Y. OHGUCHI, K. UCHIUMI, J. FUKAMI, K. ARAI, S. YABUKI, and F. TANAKA, 1983. Sex-Pheromone of the Rice Stem Borer, *Chilo-Suppressalis* (Walker) (Lepidoptera, Pyralidae) - the 3Rd Component, Z-9-Hexadecenal. Applied Entomology and Zoology, 18: 443-446.

TATSUKI, S. 1990. Status of application of sex pheromone of rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* in Japan. Insect Science and Its Application, 11: 807-812.

THORBURN, C. 2104. Empire strikes back: The making and unmaking of Indonesia's national integrated pest management program. Agroecol. Sustain. Food Syst. (38): 3–24.

TOORANI, A. H., H. ABBASIPOUR, B. AMIRI-BESHELI and S. HEYDARI, 2019. Integrated management of the striped rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker on the Hashemi Tarom rice under the farm conditions, Archives of Phytopathology and Plant Protection, 1079-1094

VACAS, S., I. NAVARRO, J. PRIMO, and V. NAVARRO-LlOPIS, 2016. Mating disruption to control the striped rice stem borer: pheromone blend, dispensing technology and number of releasing points. Jounal Asia Pacific Entomology, 19 (2): 253-259.

WAKAMURA, S. 1992. Development in applicatoon of synthetic sex pheromcne to pest management. Japan Pesticide Information, No. 61. pp. 26-31.

YANG, F.-A., C.-F. SHENG, Y.-B. WEI, C.-Q. ZHU, and Y.-W. XIONG. 2001. Study on mating disruption with syntheticsex pheromone for controlling rice stem borer. Plant Protection, (27): 4-6