Journal of Entomological Society of Iran
https://jesi.areeo.ac.ir
Entomological Society of Iran
2024, 44 (1) 101–110
Research Article
https://doi.org.10.61186/jesi.44.1.8
pISSN: 0259-9996
eISSN: 2783-3968
OPEN ACCESS

کارایی روش‌های مختلف کنترل کرم ساقه‌خوار نواری برنج *Chilo* (Lepidoptera: Grambidae) *suppressalis* در شرایط تنش آبی در شالیزار

فرزاد مجیدی شیل سر [۱]، محمدرضا یزدانی [۱]، علی اکبر عبادی [۱] و مهرداد عمو اقلی طبری [۲]

۱- موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
majidi14@yahoo.com https://orcid.org/0000-0002-4066-0279
smryazdany@yahoo.ca https://orcid.org/0000-0003-0238-2244
ebady_al@yahoo.com https://orcid.org/0000-0003-1344-5810

۲- موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران
ma_tabari@yahoo.com https://orcid.org/0000-0002-7963-5409

چکیده: کنترل کرم ساقه‌خوارنواری برنج در شالیزار نیازمند بهره گیری از تمام اجزای مدیریت تلفیقی آفات است. اجرای این شیوه‌ها در صورتی موثر است که مزرعه در شرایط طبیعی به لحاظ منابع آب قرار داشته باشد، اما در صورت بروز تنش خشکی، کدام یک از روش های مبارزه برای کنترل آفت موثرتر خواهند بود؟ برای پاسخ به این پرسش، پژوهش حاضر در موسسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ | نجام شد. در این پژوهش روش‌های مختلف آبیاری به عنوان عامل اصلی شامل غرقاب دائم (هر روزه) و آبیاری با فواصل ۵ ، ۱۰ و ۱۵ روز و عامل فرعی روش‌های مختلف کنترل شامل،گرانولپاشی با دیازینون G10%، محلولپاشی با مایع فیپرونیل SC5%، کنترل بیولوژیک (رهاسازی زنبور تریکو گراما + کاربرد فرمولاسیون تجارتی باکتری باسیل *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*) تلفیق روش‌ها (کنترل شیمیایی و کنترل بیولوژیک) و شاهد (فقط آب پاشی) بودند. نتایج این پژوهش نشان داد که کمترین خسارت آفت ساقه‌خوار نواری برنج در مرحله رویشی و زایشی گیاه برنج در تیمارهای آبیاری هر روزه و پنج روزه با استفاده تلفیقی از روش‌ها و همچنین روش گرانولپاشی در مزرعه آزمایشی بود. همچنین، نتایج بررسی‌ها طی دو سال آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به آبیاری هر روزه و پنج روزه، مربوط به دو روش، تلفیقی از روش‌ها و بعد از آن روش گرانولپاشی بود. در آبیاری ۱۰ و ۱۵ روزه، بیشترین عملکرد در تیمارهای محلولپاشی و کنترل بیولوژیک مشاهده شد. بنا بر این براساس نتایج به دست آمده توصیه می‌شود در شرایط تنش آبی از کنترل بیولوژیک و محلولپاشی با یکی از حشره‌کش‌های مایع و مجاز برای کنترل آفت ساقه‌خوار استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: کنترل بیولوژیک، مدیریت آفات ،تنش آبی، روش‌های آبیاری، تریکوگراما، بی تی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۹
پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰
دبیر تخصصی: حسین مددی

Citation: Majidi-Shilsar, F. Yazdani, M. R., Ebadi, A. A. & Amooghli-Tabari, M. (2024) Efficacy of different control methods of the rice striped stem borer *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Grambidae) under water stress conditions in paddy fields. J. Entomol. Soc. Iran. 44 (1). 101-110.

مقدمه

کرم ساقه‌خوارنواری، گیاه برنج را از زمان خزانه تا زمان رسیدن محصول مورد حمله قرار می‌دهد. در مرحله رویشی با تغذیه از گیاه برنج موجب مرگ جوانه‌های مرکزی و در مرحله زایشی موجب سفید شدن خوشه می‌شود. سطح زیر کشت برنج در ایران، ۶۳۵ هزار هکتار است (Ahmadi *et al.*, 2019). باتوجه به تغییرات اقلیمی و گرم شدن زمین، احتمال کم آبی و شرایط تنش آبی برای کشت برنج در آینده نزدیک بسیار محتمل می‌باشد. از طرف دیگر در سال‌های اخیر مقدار آب قابل تخصیص برای اراضی شالیزاری استان گیلان به دلیل برداشت بی رویه در استان‌های بالادست به مقدار زیادی کاهش یافته است. برای رویارویی با این مشکل استفاده از آبیاری تناوبی (با روش قطع وصل آب از نقاط کنترل اصلی در سدها) برای مقابله با کمبود آب در نظر گرفته شده است. در نتیجه اتخاذ این روش مدیریت آب، اراضی بالادست تا پایین دست هر سال در طول دوره کشت دوره‌های مختلف قطع و وصل آب را تجربه می‌کنند به طوری که مزارع مختلف در زمان

Corresponding author: Farzad Majidi-Sjilsar (Email: majidi14@yahoo.com)
© 2024 by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran
This Work is Licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

واحد بسته به نزدیکی و یا دوری از محل کنترل آب، از شرایط رطوبتی متفاوتی برخوردارند. Asghari-Lalami *et al.* (2019) بر این اساس، انتظار بر آن است که میزان آلودگی و خسارت ساقه‌خوار نواری برنج که یکی از مهمترین آفات حشره‌ای شالیزارهای استان می‌باشد، در مدیریت‌های مختلف آبیاری متفاوت باشد.

در سال‌های اخیر در شرایط کم آبی اکثر کشاورزان شالیکار در مزارع آلوده از حشره‌کش‌های مایع در سطح وسیع استفاده می‌کنند که خود باعث ایجاد نگرانی‌هایی شده است. این در صورتی است که کرم ساقه‌خوار برنج از داخل ساقه برنج تغذیه کرده و خسارت آن مخفی می‌باشد. با توجه به نتایج ضد و نقیضی که در مورد تنش آبی و روش‌های مختلف کنترل آفت که روی جمعیت گونه‌های مختلف آفات برنج ارایه شده است، لازم است روش یا روش‌های موثر کنترل این آفت در شرایط آبیاری مختلف (ناشی از فواصل مختلف آبیاری تناوبی) مورد بررسی و تحقیق قرار گیرد.

در بررسی وضعیت کرم ساقه‌خوار نواری برنج در شرایط کم آبی تنظیم شده در کشت نشایی روی رقم طارم محلی شده است که براساس تنش خسارت کرم ساقه‌خوار زیاد می‌شود. همچنین آن‌ها اظهار داشتند که رژیم آبیاری (غرقاب، صفر، ۳ تا ۵ سانتیمتر آب و چند رژیم دیگر) تاثیری روی افزایش یا کاهش انبوهی آفت نداشت. همچنین در پژوهشی دیگر شرایط کم آبیاری تنظیم شده به روش خشکه کاری در رقم محلی روی جمعیت کرم ساقه‌خوار نواری برنج مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر میزان آلودگی بوته‌ها در زمان‌های مختلف بی ارتباط است (Amouoghli-Tabari *et al.,* 2012). آن‌ها اظهار داشتند که رژیم‌های مختلف آبیاری در میزان آلودگی بوته‌ها ناشی از کرم ساقه‌خوار تاثیری نداشته، بلکه به عواملی نظیر انبوهی جمعیت آفت، تاریخ کاشت در سال، سال کاشت و کوچک بودن مساحت پروژه داشته است.

Litsinger (1994) گزارش کردند که کرم ساقه‌خوار زرد برنج، در شالیزارهای که به ارتفاع ۱ تا ۱/۵ متر داخل آب رشد می کند، زندگی می‌کند به طوری که اگر آب مزرعه آلوده به آفت به مدت دو روز قطع شود خسارت آن به حداقل خواهد رسید، همچنین اگر این شرایط به مدت ۵ تا ۷ روز برسد، خسارت آن کاملا" متوقف می‌شود، در صورتی که کرم ساقه‌خوارنواری برنج یک حشره خشکی‌زی بوده و احتمال آن است که شرایط کم آبی و تنش آبی بتواند تاثیر سویی در روند زندگی و یا کاهش و افزایش خسارت ناشی از تغذیه این آفت داشته باشد. او نشان داد اگر مزرعه برنج در شرایط تنش آبی قرار گیرد، در این موقع عنصر کلسیم به راحتی جذب گیاه برنج می‌شود و در صورت تخلیه آب از ریشه، محصول نسبت به تغذیه حشرات مقاوم‌تر خواهد شد، بنابر این به نظر می‌رسد زهکشی آب مزرعه یک مزیت برای کنترل آفت ساقه خوار باشد. Tripathi *et al.* (1986) در مطالعات خود نشان دادند که چنانچه مزرعه‌ای در حالت غرقاب دائم آب قرار گیرد و به طور مداوم آب پای بوته باشد آن مزرعه از عملکرد مطلوب برخوردار نخواهد بود. آنها بیان می‌کنند که بکارگیری دفعات زیاد خشک کردن و غرقاب نمودن مزرعه از اهمیت به‌سزایی برخوردار است، زیرا تناوب و تخلیه مداوم آب در مزرعه باعث هدر رفتن زیاد نیتروژن می‌شود، در این شرایط، رشد گیاه برنج با کاهش نیتروژن مواجه شده که این همزمانی تصمیم گیری لازم برای مدیریت این آفت را با مشکل دچار خواهد نمود. Panda *et al.* (1986) گزارش کردند که در کشت ارقام برنج جاوا (Java) و دایا (Daya) در اوریسا، فاصله آبیاری ۱۰ روزه (تناوب خشکی و آب دادن مزرعه) هیچگونه تاثیری روی جمعیت ساقه‌خوار نداشت، اما مزارع برنج دایا نسبت به مزارع برنج جاوا در شرایط ذکر شده حساسیت بیشتری به ساقه‌خوار داشته و کاهش عملکرد بیشتری از خود نشان داد.

نتایج مطالعات Mattson (2000) نشان داد که در مناطق گرمسیری آسیا مزارع برنجی که آبیاری شده بودند حتی بدون استفاده از حشره‌کش‌ها مدیریت درست آب، قادر به کنترل کرم ساقه‌خوار شده‌اند. همچنین، در چنین شرایطی استفاده از حشره‌کش‌ها تاثیر سویی روی دشمنان طبیعی موجود در شالیزار داشت (Mattson, 2000). Chang (1968) در مطالعات مزرعه‌ای در خصوص تاثیر آب و دمای آن روی رشد و نمو لارو و مرگ و میر آن‌ها در تایوان نشان داد که چنانچه دمای آب از ۶/۳۵ به ۶/۳۶ درجه سلسیوس افزایش پیدا کند، مرگ و میر لارو از ۱/۵۶ به ۲/۵۱ درصد کاهش می‌یابد. Kega *et al.* (2017) نشان دادند که جمعیت کرم ساقه‌خوار در مزرعه ی بدون تنش آبی در مقایسه با مزرعه‌ای که بطور متناوب آبیاری شده روند افزایشی داشته است به طوری که طولانی شدن دوره رویشی گیاه برنج در شرایط غرقاب موجب افزایش جمعیت آفات گیاهی در برنج شد. گزارش شده است که مدیریت آفت در سیستم‌های تولید برنج تحت آبیاری به شیوه‌های کشت، مانند تک کشتی و استفاده شدید از ترکیبات شیمیایی (کود و آفت‌کش‌ها) و کاشت غیر همزمان گیاه بستگی دارد (Alam *et al.,* 1985 ؛ Heinrichs, 1998). گزارش‌های مربوط به آلودگی ساقه‌خوار در برنج که تحت سیستم کشت متراکم (System of rice intensification) بودند، افزایش یافته است (Umeh *et al.,* 2000).

از اهداف این پژوهش، تعیین میزان آلودگی و خسارت کرم ساقه‌خوار نواری برنج برای دست یابی به مناسب‌ترین روش کنترل آفت در شرایط تنش آبی (خشکسالی) در شالیزار می باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی مزرعه مورد آزمایش. این پژوهش در سال های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در مؤسسه تحقیقات برنج ایران، رشت، برای نسل اول و دوم آفت ساقه خوار انجام شد. موقعیت جغرافیایی محل آزمایش با ۳۷ درجه عرض جغرافیایی، آب و هوای معتدل و مرطوب و ارتفاع از سطح دریا ۷ متر، مقدار بارش سالانه ۱۳۵۹ میلی‌متر، میانگین ۱۵ درجه سلسیوس اجراء شد .محل اجرای آزمایش از نظر وضع طبیعی، دشت و بافت خاک لوم و سیلتی -لومی است.

ارزیابی تیمارهای و شرایط مزرعه. این پژوهش عامل اصلی شامل روش‌های مختلف آبیاری غرقاب دائم و تناوب آبیاری با فواصل (۵ ، ۱۰ و ۱۵ روز) و عامل فرعی شامل روش‌های مختلف کنترل آفت مانند،گرانولپاشی با حشره‌کش دیازینون G10% (۱۵ کیلوگرم در هکتار، شرکت گیاه) در مرحله رویشی و زایش گیاه برنج، محلولپاشی با فیپرونیل SC5% (یک لیتر در هکتار، شرکت گیاه)،کنترل بیولوژیک (رهاسازی زنبور تریکو گراما + باکتری پاشی باکتری باسیل)، تلفیقی از روش‌ها (کنترل شیمیایی شامل گرانولپاشی و محلولپاشی و کنترل بیولوژیک) و شاهد (بدون هیچگونه عملیات) بود. استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی، زنبورتریکوگراما (شرکت خدمات گیاهپزشکی، فرانک محسنی)، باکتری باسیل (شرکت فن آوری زیستی طبیعت گرا، یک لیتر در هکتار) براساس زیست شناسی

آفت ساقه‌خوار برنج در تیمارهای اصلی یک بار در نسل اول و یک بار در نسل دوم ساقه‌خوار صورت گرفت (در نسل اول از هفته اول خرداد در مرحله رویشی گیاه برنج و در نسل دوم هفته دوم تیرماه و در مرحله زایشی گیاه برنج). قبل از شروع آزمایش برای آلودگی طبیعی بیشتر کرت‌ها، لامپ‌های ۱۰۰ وات در مزرعه آزمایشی مورد نظر نصب شدند. در این پژوهش برای جلوگیری از نفوذ جانبی و تداخل آب، کود و سم به کرت دیگر روی مرزهای تا عمق ۵۰ سانتی‌متر پلاستیک گذاری شد. برآورد مقدار آب مصرفی در تیمارهای مختلف بر اساس اندازه گیری عمق آب آبیاری در طی دوره انجام شد. همچنین در کرت‌هایی که تیمار زنبور تریکوگراما، باکتری اعمال می‌شد، به منظور جلوگیری از تداخل آن‌ها تا ارتفاع یک متر بالای بوته برنج با استفاده از تور پارچه‌ای محصور شد. مصرف حشره‌کش‌ها، زنبور تریکوگراما، باکتری باسیل براساس زیست شناسی آفت ساقه‌خوار برنج و شرایط آبیاری تناوبی (بر حسب روزها) در قطعات مورد آزمایش صورت گرفت.

نمونه‌برداری قطعات آزمایشی. در مرحله رویشی و در نسل اول آفت ده روز بعد از تشکیل جوانه‌های مرکزی مرده (Dead hearts) و درصد خوشه‌های سفید شده (White heads) در مرحله زایشی برنج و در نسل دوم، ده روز قبل از برداشت برنج انجام شد. برای محاسبه درصد جوانه‌های مرکزی مرده رویشی و درصد خوشه‌های سفید شده از فرمول ماهاپاترا و ناندا Mahapatra & Nanda (1996) استفاده شد.

$$Dh\ or\ Wh = \frac{\text{مجموع تعداد ساقه آلوده}}{\text{مجموع تعداد ساقه های سالم و آلوده}} \times 100 \quad (۱$$

در این پژوهش علاوه بر دو شاخص مذکور از قطر ساقه و مقدار عملکرد تیمارهای مختلف نیز اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد محصول از متن هر قطعه به مساحت ۵ متر مربع بوته‌ها کف بر شده و بعد از یک روز آفتاب دهی در مزرعه جمع آوری شدند. خوشه‌های برنج خرمنکوبی و با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱توزین شدند. رطوبت وزنی محصول با دستگاه رطوبت سنج (مدل kewt ساخت کشور ژاپن) تعیین شد. سپس براساس جدول تصحیح ۱۴ درصد، وزن نهایی هر کرت داده برداری شد.

تجزیه تحلیل داده‌ها. این پژوهش با طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در (کرت‌هایی به ابعاد ۵×۴ متر) انجام شد (عامل اصلی دورهای آبیاری و عامل فرعی روش‌های کنترل). میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم افزار آماری SAS ver. 9.1 مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

سال اول. نتایج تجزیه واریانس اثر کارایی روش‌های مختلف کنترل و دورهای مختلف آبیاری روی چهار شاخص جوانه‌های مرکزی مرده خوشه‌های سفید شده، قطر ساقه و عملکرد در سال ۱۳۹۸ نشان داد که در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر دارای تفاوت معنی‌داری بودند. جدول ۱ مقایسه میانگین تیمارهای مورد آزمایش برای شاخص جوانه های مرکزی مرده مربوط به سال ۱۳۹۸ را نشان می‌دهد (dft=4, dfd=3, dft×d=12 F=4.92, P<.0001). در این شکل کمترین جوانه‌های مرکزی مرده برای تیمارها با آبیاری هر روزه، ۵ روزه، ۱۰ روزه و ۱۵ روزه به ترتیب با ۵/۵ درصد، ۶ درصد، ۶/۳۳ درصد و ۴ درصد در نسل اول آفت مربوط به تلفیقی از روش‌های کنترل می‌باشد. در آبیاری هر روزه طبق جدول ۱، بعد از تیمار تلفیقی از روش‌ها (با ۵/۵ درصد)، کمترین جوانه‌های مرکزی مرده مربوط به تیمار گرانول‌پاشی (با ۸/۰۸ درصد) بود. همچنین دو روش محلول‌پاشی (با ۹/۸۹ درصد) و کنترل بیولوژیک (با ۱۰/۱۴ درصد) به لحاظ تاثیر روی آفت ساقه‌خوار دارای تاثیر مشابه بوده و بعد از روش گرانولپاشی در یک گروه قرار گرفتند. تیمار شاهد در همه‌ی دورهای آبیاری بیشترین آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده را به خود اختصاص داد. در دور آبیاری ۵ روزه روش گرانولپاشی با ۸/۲۳ درصد مرگ جوانه‌های مرکزی مرده مشاهده شد. این موضوع گواه این مطلب است که مزارع برنج در صورت آلودگی به کرم ساقه‌خوار و در صورت تنش آبی تا روز پنجم مواجه شوند، گرانولپاشی قادر است آفت را کنترل نمایید در غیر این صورت بعد از این زمان به دلیل عدم وجود آب کافی گرانولپاشی علیه کرم ساقه‌خوار برنج موثر نخواهد بود. طبق نتایج به دست آمده و با ظهور آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده، در کرت‌های آزمایشی مشخص شد که در دور آبیاری ۱۰ روزه، تیمار تلفیقی موثرترین روش برای کنترل کرم ساقه خوارنواری برنج بود. همچنین در همین مرحله، بعد از روش تلفیقی، دو روش محلول‌پاشی با ۱۰/۵ درصد و کنترل بیولوژیک با ۱۱/۹ درصد آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده برای کنترل کرم ساقه‌خوار قابل توصیه می‌باشد. اما، با توجه به اینکه دو تیمار مذکور به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند و با توجه به ملاحظات زیست محیطی و تاثیر سوء حشره کش‌های مایع، روی دشمنان طبیعی و اکوسیستم زراعی برنج توصیه می‌شود از روش بیولوژیک برای کنترل کرم ساقه‌خوار برای شالیزاری که تا ۱۰ روز آبیاری نمی‌شوند، استفاده شود. همچنین جدول ۱ نشان می‌دهد که در تیمار با آبیاری ۱۵ روزه، تلفیقی از روش‌ها، جوانه‌های مرکزی مرده (۴ درصد) همچنان موثرترین روش مبارزه برای کنترل کرم ساقه‌خوار می‌باشد.

نتایج این پژوهش برای تیمار با آبیاری ۱۵ روزه نشان داد که بعد از تلفیقی از روش‌ها، دو روش محلول‌پاشی و بیولوژیک موثر بود در حالی که تیمار گرانول‌پاشی به دلیل خشک بودن مزرعه در کنترل آفت ساقه‌خوار موثر نبود و بعد از آن تیمار شاهد با بیشترین آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده (۲۲/۶۹ درصد) را به خودش اختصاص داد. به نظر می‌رسد در تیمار، آبیاری ۱۵ روزه به دلیل روند رشد کند گیاه برنج، ضعیف بودن گیاه، کاهش تعداد پنجه و باریک شدن ساقه‌ها، کرم ساقه‌خوار تمایل چندانی به نفوذ داخل ساقه را نداشته است. نتایج مربوط به درصد خوشه‌های سفید شده در جدول ۱ قابل مشاهده است (dft=4, dfd=3, dft×d=12 F=14.54, P<.0001). با توجه به نتایج این پژوهش، در جدول ۱ در تیمار آبیاری هر روزه، تلفیقی از روش‌ها دارای کمترین خوشه‌های سفید شده (۳/۶۷ درصد) را در نسل دوم آفت نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌شود بعد از تلفیقی از روش‌ها، روش گرانولپاشی با آبیاری هر روزه، ۶/۹۷ درصد خوشه‌های سفید شده، روشی موثر برای کنترل کرم ساقه خوار بود.

جدول ۱-مقایسه میانگین تیمارهای مورد نظر در مزرعه آزمایشی در سال ۱۳۹۸

Table 1. Comparison of the average treatments in the experimental rice field in 2019

Treatment	Dead hearts (%)	White heads (%)	Diameter (mm)	Yield (Kg/h)
Every day application	8.08 cd	6. 97def	4.66a	**4070.3a**
Spray every day	9.89 bc	9.69 cdef	4.66 a	**3772.3abcd**
Biological every day	10.14 bcd	9.15 cdef	4.66 a	**3610.3abcdef**
Combining methods every day	5.5cd	3.67fg	4.73 a	**4173.9a**
control every day	19.19 abcd	20.67a	4.63 ab	**2890.7efghi**
Five day application	8.23cd	9.38 cdef	4.32 c	**3875.9abc**
Five day foliar spraying	9.93 bcd	11.76bc	4.38 bc	**3464.7bcdefg**
Five day biological	11. 7 bcd	10.04 cde	4.25 e	**3552.3abcdefg**
Combination methods of five day	6cd	4.33efg	4.30 cd	**4013.3a**
Control of Five day	18.55abcd	20.8 a	4.07 de	**2682ghi**
Ten day application	16.39abcd	10.72cd	4e	**3032cdefgh**
Ten day foliar spraying	10.5 bcd	8.69cdef	3.87 e	**3228.7bcdefgh**
Ten day biological	11.9bcd	8.92 cdef	3.88 e	**3080.7cdefghi**
Combining methods of ten days	6.33 cd	4. 5 defg	3.88 e	**3320cdefg**
Control of Ten day	34.71 a	17.56ab	3.44 f	**2682ghi**
Fifteen day application	22.69 abc	21.5a	3.44 g	**2492.9hi**
Fifteen days of foliar spraying	10.73bcd	11.67 bc	3.44g	**2706fghi**
Fifteen days biological	10.41 bcd	9.25 cdef	3.44g	**2779.3efghi**
Combination methods of Fifteen day	4 d	3.07g	3.44g	**29.3defghi**
Control of Fifteen of day	27.61ab	19.49 a	3.44g	**2225.7i**

میانگین ها در هر ستون با حرف یا حروف مشابه اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

The averages in each column with the same letter or letters are not significantly different from each other.

بر اساس نتایج به دست آمده در جدول ۱ در آبیاری پنج روزه، کمترین آلودگی خوشه‌های سفید شده مربوط به تلفیقی از روش‌ها با ۴/۳۳ درصد بود. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که در این تیمار، تاثیر روش بیولوژیک (۱۰/۰۴ درصد آلودگی) بیشتر از روش محلولپاشی (۱۱/۷۶ درصد آلودگی) می‌باشد. در آبیاری ۱۰ روزه نیز طبق نتایج جدول ۱، تلفیقی از روش‌ها، موثرترین روش برای کنترل آفت ساقه‌خوار در مزرعه آزمایشی بود (۴/۵ درصد خوشه‌های سفید). شایان ذکر است برخلاف آبیاری هر روزه و ۵ روزه، در آبیاری ۱۰ روزه دو تیمار محلول‌پاشی با ۸/۶۹ درصد خوشه‌های سفید شده و تیمار بیولوژیک با ۸/۹۲ درصد آلودگی نسبت به تیمار گرانولپاشی با ۱۰/۷۲ درصد آلودگی دارای اثرگذاری بیشتری برای کنترل کرم ساقه‌خوار بودند. در آبیاری ۱۵ روزه، روش تاثیر گذار در کنترل آفت ساقه‌خوار در نسل دوم، تیمار تلفیقی از روش‌ها بود، مشابه آبیاری در فواصل ۱۰ روزه در فواصل ۱۵ روزه نیز تیمار کنترل بیولوژیک موثر عمل کرد به طوری که در تیمار کنترل بیولوژیک نسبت به دو روش محلول‌پاشی و گرانول‌پاشی درصد خوشه‌های سفید شده کاهش یافت. همچنین در دور آبیاری ۱۵ روزه، به لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین دو تیمار شاهد و گرانول پاشی وجود نداشت. جدول ۱ رابطه قطر ساقه‌های برنج با دور آبیاری در روزهای مختلف در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد (dft=4, dfd=3, dft×d=12, F=1.99, P=0.059). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر چقدر تعداد فاصله روزهای آبیاری طولانی‌تر شود، قطر ساقه‌ها در مزرعه روند کاهشی داشته است، به طوری که بیشترین قطر ساقه در دور آبیاری هر روزه همگی به استثنای تیمار شاهد در یک گروه قرار گرفتند. همچنین، در این جدول کمترین قطر ساقه مربوط به تیمار دور آبیاری ۱۵ روزه بوده و همگی در یک گروه جای گرفتند.

جدول ۱ نتایج مقایسه عملکرد در تیمارهای مختلف آزمایشی را نشان می‌دهد (dft=4, dfd=3,dft×d=12, F=1.41, P<.0001). همان طور که مشاهده می‌شود بیشترین عملکرد مربوط به دو تیمار آبیاری هر روزه با تلفیقی از روش‌ها و گرانولپاشی به ترتیب با ۴۱۷۳/۹ با ۴۰۷۰/۳ کیلوگرم در هکتار بود. در تیمار آبیاری هر روزه، روش محلولپاشی با عملکرد ۳۷۷۲/۳ کیلوگرم در هکتار بیشتر از تیمار بیولوژیک با ۳۶۱۰/۳ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج بررسی حاضر در موسسه تحقیقات برنج نشان داد که بیشترین عملکرد (۴۰۱۳/۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار با آبیاری ۵ روزه و تلفیقی از روش‌ها را به خود اختصاص داد و بعد از آن، مقدار عملکرد در روش گرانول‌پاشی با ۳۸۷۵/۹ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. همچنین، عملکرد در دو روش محلول‌پاشی و کنترل بیولوژیک به ترتیب با ۳۴۶۴/۷ و ۳۵۵۲/۳ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. عملکرد تیمار شاهد کمتر از همه‌ی تیمارهای مورد آزمایش بوده است. طبق جدول ۱، در تیمار آبیاری ۱۰ روزه نیز بیشترین عملکرد مربوط به تیمار تلفیقی از روش‌ها با ۳۳۲۰ کیلوگرم و بعد از آن به ترتیب تیمار محلول‌پاشی و بیولوژیک با ۳۲۲۸/۷ و ۳۰۸۰/۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. در دور آبیاری ۱۰ روزه گرانول‌پاشی با عملکرد ۳۰۳۲ کیلوگرم کمتر از دو روش محلول‌پاشی و بیولوژیک بود. همچنین در دور آبیاری ۱۰ روزه کمترین عملکرد در تیمار شاهد با ۲۶۸۲ مشاهده شد. نتایج بررسی‌ها در همین شکل نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد در تیمار ۱۵ روزه مربوط به تلفیقی از روش‌ها می‌باشد. در همین تیمار، دو روش کنترل بیولوژیک و روش محلولپاشی به ترتیب با عملکرد ۲۷۷۹/۳ و ۲۷۰۶ کیلوگرم در هکتار گزینه‌های مناسبی برای مدیریت ساقه‌خوار می‌باشند. همچنین، کمترین عملکرد در تیمار شاهد با عملکرد ۲۲۲۵ کیلوگرم مشاهده شد. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که در آبیاری ۱۵ روزه، روش گرانول پاشی دارای عملکرد پایین‌تر از روش مبارزه بیولوژیک و محلول‌پاشی بوده است. به بیان دیگر، طبق نتایج به دست آمده در همین جدول، روش گرانول‌پاشی در شرایط کم آبی مناسب نمی باشد. با توجه به جدول ۱ با کاهش قطر ساقه در تیمارهای مورد آزمایش به ویژه در تیمار آبیاری ۱۵ روزه، کمترین عملکرد را به خود اختصاص داد.

سال دوم. نتایج تجزیه واریانس اثر کارایی روش‌های مختلف کنترل و دورهای مختلف آبیاری روی چهار شاخص جوانه‌های مرکزی مرده، خوشه‌های سفید شده، قطر ساقه و عملکرد در سال ۱۳۹۹ نشان داد که در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر دارای تفاوت معنی‌داری بودند. جدول ۲ مقایسه میانگین شاخص جوانه‌های مرکزی مرده سال ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد (dft=4, dfd=3, dft×d=12, F=10.64, P<.0001). با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، در تیمار با دور آبیاری هر روزه، با کمترین جوانه‌های مرکزی مرده مربوط به تیمار تلفیقی از روش‌ها با ۵/۵۳ درصد و بیشترین آلودگی در تیمار شاهد با ۲۰/۶ درصد مشاهده شد.

در تیمار با آبیاری ۵ روزه کمترین آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده در تلفیقی از روش‌ها با ۶/۷۷ درصد مشاهده شد و بعد از آن، تیمار گرانول‌پاشی با آلودگی ۸/۷ درصد را به خود اختصاص دادند. همچنین، آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده در دو روش محلولپاشی و بیولوژیک، به ترتیب با ۱۰/۱۳ و ۱۲/۳۳ درصد بود. بیشترین آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده در تیمار شاهد با ۱۷/۴۲ درصد مشاهده شد. طبق جدول ۲ در تیمار با آبیاری ۱۰ روزه، کمترین و بیشترین آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده مربوط به تلفیقی از روش‌ها و شاهد به ترتیب با ۸/۵ و ۲۲/۰۸ درصد بود. همچنین، نتایج بررسی حاضر نشان داد که آلودگی نسل اول آفت ساقه‌خوار در دو روش محلولپاشی و بیولوژیک با ۱۰/۸۷ و ۱۲/۳۳ درصد بود و در همین تیمار، آلودگی روش گرانولپاشی با ۱۷/۷۷ درصد از دو روش محلولپاشی و بیولوژیک بیشتر بود. به عبارت دیگر گرانولپاشی بعد از ۱۰ روز برای کنترل کرم ساقه‌خوار نواری برنج برای نسل اول از کارایی بالایی برخوردار نیست. توصیه می‌شود که تلفیقی از روش‌ها یا محلولپاشی و بعد از آن روش بیولوژیک استفاده شود. نتایج بررسی در دور آبیاری ۱۵ روزه، نشان داد که کمترین و بیشترین آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده مربوط به دو تیمار تلفیقی از روش‌ها و شاهد به ترتیب با ۷ و۳۶/۵۶ درصد بود. تیمار بیولوژیک با آلودگی ۱۷/۱ درصد و بعد از آن تیمار محلول‌پاشی با۲۰/۱۶ درصد و تیمار گرانول‌پاشی با ۲۸/۵۱ درصد آلودگی بعد از شاهد قرار گرفتند. در رابطه با این موضوع باید یادآور شد که اگر مزرعه‌ای در مرحله رویشی گیاه برنج به مدت ۱۵ روز بدون آب بماند، احتمالا به دو دلیل خسارت می‌بینند، یکی آنکه رشد گیاه کند می‌شود و دیگر اینکه کرم ساقه‌خوار به علت پژمردگی به راحتی وارد ساقه برنج می‌شود (Mattson & Haack, 1987). نتایج بررسی‌ها میانگین درصد خوشه‌های سفید شده (dft=4, dfd=3, dft×d=12, F=3.93, P=.0001) در جدول ۲ نشان می‌دهد که در تیمار آبیاری هر روزه، کمترین آلودگی خوشه‌های سفید شده مربوط به تلفیقی از روش‌ها با ۳/۰۳ درصد می‌باشد. بعد از آن در تیمار گرانولپاشی با ۵/۵۴ درصد مشاهده شد. همچنین تیمار محلولپاشی با ۷/۷۸ درصد آلودگی بعد از گزانولپاشی قرار گرفت. در همین جدول، تیمار بیولوژیک با ۹/۹۳ درصد از نظر آلودگی قبل از تیمار شاهد با ۱۴/۸۹ درصد قرار گرفت. در جدول ۲، نتایج به دست آمده در دور آبیاری ۵ روزه نشان داد کمترین و بیشترین آلودگی خوشه‌های سفید شده به ترتیب مربوط به تلفیقی از روش‌ها (۴/۲۵ درصد) و شاهد (۱۹/۵۱ درصد) می‌باشد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار گرانولپاشی بعد از تیمار تلفیقی از روش‌ها، روشی موثر برای کنترل کرم ساقه‌خوار بعد از ۵ روز آبیاری می‌باشد. در همین جدول، تیمار محلولپاشی با درصد آلودگی خوشه‌های سفید شده (۸/۷۲ درصد) در مقایسه با تیمار کنترل بیولوژیک (۱۰/۰۶ درصد) از کارایی بیشتری برخوردار می‌باشد. طبق جدول ۲، کمترین و بیشترین خوشه‌های سفید شده در تیمار آبیاری ۱۰ روزه مربوط به تلفیقی از روش‌ها و شاهد به ترتیب، ۸/۰۷ و ۱۷/۰۷ درصد بود. نتایج این بررسی در جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمار محلولپاشی با ۹/۶۸ درصد آلودگی خوشه‌های سفید شده و تیمار کنترل بیولوژیک با ۹/۹۴ درصد آلودگی خوشه‌های سفید شده، روش‌هایی هستند که برای کنترل آفت ساقه‌خوار در دور آبیاری ۱۰ روزه قابل توصیه می‌باشد. براساس نتایج به دست آمده در تیمار آبیاری ۱۰ روزه، روش گرانول‌پاشی برای کنترل آفت قابل توصیه نمی‌باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد در دور آبیاری ۱۵ روزه، درصد سفید شدن خوشه‌ها در تیمارهای تلفیقی از روش‌ها، محلولپاشی و کنترل بیولوژیک حدود ۱۰ درصد بود. در همین دور آبیاری تیمار شاهد با بیشترین آلودگی خوشه های سفید شده (۲۰/۶۶ درصد) در مقایسه با سایر روش‌ها قابل مشاهده بود. جدول ۲ رابطه قطر ساقه‌های برنج با دور آبیاری در روزهای مختلف و در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد (dft=4, dfd=3, dft×d=12, F=4.48, P=.0003). در این شکل هر چقدر تعداد فاصله تعداد روزهای آبیاری (دور آبیاری) بیشتر شود قطر ساقه‌ها در مزرعه روند کاهشی داشته به طوری که بیشترین قطر ساقه در دور آبیاری هر روزه با و کمترین قطر ساقه مربوط به تیمار دور آبیاری ۱۵ روزه با بود. جدول ۲ مقدار عملکرد تیمارهای آزمایشی را نشان می‌دهد (dft=4, dfd=3, dft×d=12, F=0.89, P=.5656).

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای مورد نظر در مزرعه آزمایشی در سال ۱۳۹۹

Table 2. Comparison of the average treatments in the experimental rice field in 2020

Treatment	Dead hearts (%)	White heads (%)	Diameter (mm)	Yield (Kg/h)
Every day application	7.47 ghi	5.54 def	4.59 ab	3976.9 a
Spray every day	9 fghi	7.78 cdef	4.53 bc	3899.8 ab
Biological every day	10.57 defghi	9.93 bcdef	4.69 ab	3780.2 ab
Combining methods every day	5.53 i	3.03 f	4.73a	4171.3 a
control every day	20.6 bcd	14.89 abc	4.67 ab	3333.5 abc
Five day application	8.7 fghi	6.13 def	4.32 d	3869.2 ab
Five day foliar spraying	10.13 efghi	8.72 cdef	4.36 cd	3552.9 abcd
Five day biological	12.33 cdefghi	10.06 bcdef	4.26 d	3665.6 abc
Combination methods of five day	6.77 i	4.25 ef	4.27 d	4012.7 a
Control of Five day	17.42 cdefgh	19.51 a	4.21 d	2904.3 bcd
Ten day application	17.77 cdef	11.64 bcd	3.99 e	2017.33 cde
Ten day foliar spraying	10.87 defghi	9.68 cdef	3.85 e	2423.5 cde
Ten day biological	12.33 cdefghi	9.94 bcdef	3.85 e	2492.3 cde
Combining methods of ten days	8.5 fghi	8.07 cdef	3.84 e	2446.83 cde
Control of Ten day	22.08 bc	17.07 ab	3.37 f	1587.1 efg
Fifteen day application	28.51 ab	13.7 abc	2.08 g	949.5 g
Fifteen days of foliar spraying	20.16 bcde	10.54 bcde	2.07 g	1165.2 fg
Fifteen days biological	17.1 cdefghi	10.83 bcde	2.08 g	1199.1 fg
Combination methods of Fifteen day	7 hi	10.22 bcdef	2.06 g	1293.1 fg
Control of Fifteen of day	36.56 a	20.66 a	2.04 g	1108.8 fg

میانگین ها در هر ستون با حرف یا حروف مشابه اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

The averages in each column with the same letter or letters are not significantly different from each other.

در این جدول بیشترین عملکرد در تیمار با آبیاری هر روزه، مربوط به تیمار تلفیقی از روش‌ها با ۴۱۷۱/۳ کیلوگرم و کمترین عملکرد در تیمار شاهد با ۳۳۳۳/۵ کیلوگرم در هکتار بود. در همین شکل، گرانول‌پاشی یا آبیاری هر روزه بعد از تلفیقی از روش‌ها، با عملکرد ۳۹۷۶/۹ کیلوگرم قابل مشاهده است و به لحاظ آماری

تفاوت معنی‌داری با تلفیقی از روش‌ها نداشت. از جدول فوق نتیجه می‌شود که در دور آبیاری هر روزه فقط از حشره‌کش‌های گرانول برای کنترل آفت استفاده نمود. جدول ۲ عملکرد تیمارهای مورد آزمایش با آبیاری ۵ روزه را نشان می‌دهد.

در این شکل، بیشترین عملکرد در تیمار تلفیقی از روش‌ها با ۴۰۱۲/۷ کیلوگرم و عملکرد تیمار گرانولپاشی با ۳۸۶۹/۲ کیلوگرم بعد از تلفیقی از روش‌ها قرار گرفت. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده، عملکرد در روش بیولوژیک بعد از گرانولپاشی با ۳۶۶۵/۶ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. این بدان معنی است که در تیمار آبیاری ۵ روزه کنترل بیولوژیک به لحاظ عملکرد، کاهش هزینه کمتر و آلودگی زیست محیطی کمتر در مقایسه با روش محلولپاشی برای کنترل کرم ساقه‌خوار توصیه می‌شود. همچنین در جدول ۲، در تیمار با آبیاری ۱۰ روزه، عملکرد همه‌ی روش‌های مبارزه روند کاهشی شدیدی را نشان می‌دهد. به طوری‌که کمترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد با ۱۵۸۷/۱ کیلوگرم در هکتار و سه روش، تلفیقی از روش‌ها، روش بیولوژیک و محلولپاشی به ترتیب با عملکرد ۲۴۹۲/۳، ۲۴۴۶/۸۳ و ۲۴۲۳/۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. همچنین در همین جدول، در تیمار با آبیاری۱۰ روزه روش گرانولپاشی دارای عملکرد ۲۰۱۷/۳۲ کیلوگرم در هکتار بود، که بعد از تیمار شاهد قرار گرفت. بنابر نتایج به دست آمده در جدول ۲، برای تیمار با آبیاری ۱۰ روزه، علی‌رغم نزدیک بودن عملکرد سه تیمار، مبارزه بیولوژیک، تلفیقی از روش‌ها و محلولپاشی توصیه می‌شود که از روش بیولوژیک برای کنترل آفت ساقه‌خوار به دلیل هزینه کمتر، کاهش آلودگی زیست محیطی و نیز کاهش اثر حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی در زیست بوم شالیزار استفاده شود.

فارغ از اثرات زیست محیطی استفاده از سموم، در آبیاری ۱۰ روزه، روش محلولپاشی نیز نتایج مشابه کنترل بیولوژیک در کاهش خسارت داشت. در تیمار با آبیاری ۱۵ روزه، عملکرد در همه‌ی روش‌های مبارزه نسبت به سایر دورهای آبیاری به شدت کاهشی بود، به طوری که حتی روش‌های کنترل، قادر به جبران عملکرد نبودند. بنابراین به نظر می‌رسد کاهش عملکرد و عدم خوشه‌دهی گیاه برنج بیشتر، به خاطر خشکی بوده است. بنابر نتایج به دست آمده و بر اساس کاهش عملکرد (علی رغم استفاده از روش‌های مبارزه با کرم ساقه‌خوار) در شرایطی تنش خشکی توصیه می‌شود که به دلیل هزینه زیاد کنترل آفت ساقه‌خوار مبارزه‌ای صورت نگیرد.

بحث و نتیجه گیری

امروزه برای کنترل کرم ساقه‌خوارنواری برنج در شالیزار از مدیریت تلفیقی آفات استفاده می‌شود. نتایج حاضر نشان داد تیمار تلفیقی از روش‌ها برای همه دورهای آبیاری موثرترین روش و تیمار شاهد (بدون هیچگونه عملیات سمپاشی) در همه دورهای آبیاری، بیشترین جوانه‌های مرکزی مرده را به خود اختصاص دادند. از سوی دیگر، علاوه بر این، گرانولپاشی با آبیاری هر روزه و ۵ روزه و سپس روش مبارزه بیولوژیک و محلولپاشی در آبیاری ۱۰ و ۱۵ روزه مناسب‌ترین روش برای کنترل آفت ساقه‌خوار در سال اول آزمایش می‌باشد. Kega *et al.* (2015) در بررسی تأثیر سیستم‌های کشت و آبیاری بر نوسانات جمعیت و خسارت ساقه‌خوار سفید آفریقایی برنج، *Maliarpha separatella* Rag (Pyralidae) نشان دادند که هیچ تفاوتی بین روش‌های آبیاری غرقابی (آلودگی ۴/۴۲) و سیستم تشدید برنج (روش SRI) (آلودگی ۵/۴۸) وجود نداشت. نتایج پژوهشگران مذکور نشان داد که روش‌های آبیاری و سیستم‌های زراعی بر نوسان آلودگی *M. sepratella* تأثیر زیادی می‌گذارد و نشان می‌دهد که در صورت دو بار کشت (کشت مجدد) در سال، کنترل ساقه‌خوار ضروری خواهد بود. همچنین، آن‌ها اظهار داشتند که کرم ساقه‌خوار سفید افریقایی *M. separatella*در کشت برنج با آبیاری به روش غرقاب یا آبیاری هروزه، مهمترین گونه‌ی آفتی است که همانند کرم ساقه‌خوار نواری به برنج در مرحله رویشی و زمان پنجه‌زنی خسارت می‌زند. همچنین در مرحله زایشی نیز از پر شدن و رسیدن دانه‌ها جلوگیری، می‌کند. گزارش شده است که حساس‌ترین ارقام برنج به آفت ساقه‌خوار، *M. separatella* در کشور کنیا رقم باسماتی ۳۷۰ است که به دلیل دانه‌های بلند و عطر نیز محبوب‌ترین نوع برنج است (Kimani *et al.,* 2010). Riba (2007) بیان کرد که ساقه‌خوارها را می‌توان با روش‌های زراعی، عوامل کنترل کننده بیولوژیکی و استفاده از حشره کش‌ها کنترل نمود. بررسی‌های (Khan *et al.*, 2005) نشان داد که پارازیتوئیدهای تخم *Trichogramma chilonis* Ishii که به عنوان عامل کنترل کننده بیولوژیکی مناسب علیه ساقه خوارها شناخته شده اند، در هند به طور گسترده‌ای در برابر آفات پروانه‌ای در شرایط تنش آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

علاوه بر این، Riba (2007) نشان داد در صورت عدم کنترل کرم ساقه‌خوار با استفاده از رهاسازی زنبور تریکوگراما، چنانچه آلودگی مشاهده شد، می‌توان از حشره‌کش‌های سیستمیک استفاده کرد. Kega *et al.* (2015) در بررسی‌های خود نشان دادند در مزرعه‌ای که به صورت تناوبی آبیاری می‌شده‌اند، بیشترین آلودگی تعداد لارو ساقه‌خوار سفید و بیشترین آلودگی خوشه‌های سفید شده مشاهده شد. براساس نتایج حاصل از این پژوهش در دور آبیاری تناوبی، کمترین قطر ساقه در دور های آبیاری ۱۰ و ۱۵ روزه مشاهده شد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش پژوهشگران مذکور مطابقت دارد. همچنین بیان شد که آلودگی خوشه‌های سفید شده و تعداد لارو در متر مربع در رژیم آبیاری غرقابی کمتر از دو روش تناوبی و تنش شدید آبیاری بوده است (Kega *et al.,* 2015). همچنین، طبق بررسی‌های Majidi-Shailsar & Allah-Gholipour (2018) مشخص شد که هر چه قطر ساقه گیاه برنج بیشتر باشد نفوذ و تغذیه کرم ساقه‌خوار از آن رقم بیشتر خواهد شد. همچنین Hosseini *et al.* (2010) گزارش کردند که هر چه قطر ساقه گیاه برنج بیشتر شود خسارت ناشی از تغذیه کرم ساقه‌خوار نواری برنج نیز افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر عمو اقلی طبری و همکاران گزارش کردند که خشکی و دور آبیاری تناوبی تاثیری در جمعییت کرم ساقه‌خوار نواری برنج نداشت. بررسی‌های Kega *et al.* (2015) نشان داد که در روش آبیاری به صورت غرقاب دائم، عملکرد محصول برنج به صورت معنی‌داری از بقیه روش‌های آبیاری بیشتر بود. همچنین آن‌ها نشان دادند که وزن دانه در تیمارها با آبیاری تناوبی ۱۵ روزه کمتر از بقیه تیمارها بوده است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش پژوهشگر مذکور مطابقت دارد. مطالعات Litsinger *et al.* (2009) نشان داد که در سیستم آبیاری تناوبی، گیاه برنج مستعد تنش‌های فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای خواهد شد به طوری که گیاه آسیب دیده ترمیم نخواهد شد و میزان خسارت و تلفات محصول بیشتر خواهد شد. به طور کلی بررسی منابع نشان می‌دهد که مدیریت‌های مختلف آبیاری می‌تواند در جمعیت و میزان خسارتزایی کرم ساقه‌خوار در اراضی شالیزاری موثر باشد.

Mohaghagh-Nishaburi & Amouoghli-Tabari (2011) در مقایسه وضعیت غرقاب دائم اظهار داشتند که این روش آبیاری از نظر خسارت کرم ساقه‌خوار نواری برنج و میزان عملکرد محصول بی تاثیر بود. به نظر می‌رسد که تنظیم میزان آبیاری از عوامل مهم محیطی باشد که می‌تواند روی جمعیت حشرات زیان‌آور و مفید در اکوسیستم زراعی برنج تاثیرگذار باشد. از طرفی با تنظیم برنامه‌ی آبیاری به ویژه آبیاری تناوبی امکان استفاده‌ی بهینه از آب بدون تاثیر معنی‌دار بر عملکرد برنج دیده شده‌است (تا ۵ روز). اگر به لحاظ آلودگی به آفت، تفاوتی بین قطعات دارای آبیاری غرقاب و آبیاری متناوب در برنج وجود نداشته باشد از آب صرفه‌جویی شده می‌توان برای گسترش کشت آبی (برنج یا گیاهان دیگر) سود جست. همچنین، آنها بیان کردند که در هنگام خشکسالی، با تنظیم دور آبیاری فارغ از تاثیر منفی آفات، اثرات تنش خشکی را به حد اقل رساند. در این رابطه پژوهشگران تخمین زدند که در صورت بروز تنش آبی، تلفات عملکرد ناشی از تنش خشکی و خسارت کرم ساقه خوار به ترتیب ۵۴/۷ و ۲۳/۵ درصد می‌باشد. همچنین آن‌ها بیان کردندکه با در نظر گرفتن فراوانی تنش زیاد و کاملا خشکی (ترک‌دار شدن زمین) کاهش عملکرد به ترتیب برای خشکی و کرم ساقه‌خوار ۳۶/۵ درصد و ۱۵/۶ درصد بود (Wamatsembe *et al.,* 2017).

Anjum *et al.* (2011) بیان کردند که گیاهان در طبیعت به طور دائم در معرض تنش‌های زیستی و غیرزیستی متعددی قرار دارند. در میان این تنش‌ها، تنش خشکی یکی از نامطلوب‌ترین عوامل رشد و بهره‌وری گیاه است و مورد توجه قرار گرفته است. همچنین آن‌ها نشان دادند که جنبه‌های تغییرات خشکسالی در تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان به دلیل کاهش رسانایی روزنه‌ای، به تدریج میزان جذب دی اکسید کربن را کاهش داده و باعث کاهش اندازه برگ، کاهش گسترش ساقه و تکثیر ریشه، اختلال در روابط آبی گیاه و کاهش راندمان مصرف آب می‌شود. همچنین، تشکیل رنگدانه‌های فتوسنتزی را مختل می‌کند و تبادل گاز را کاهش می‌دهد و نهایتا منجر به کاهش رشد و بهره‌وری گیاه می‌شود. نتایج مطالعات Yakubu *et al.* (2019) نشان داد که عملکرد برنج تحت شرایط آبیاری غرباب دائم نسبت به بقیه تیمارهای مدیریت آب (آبیاری تناوبی و آبیاری در شرایط مرطوب) بیشتر بود. عده‌ای از پژوهشگران نشان دادند که تیمار در شرایط مرطوب بیشترین بهره‌وری آب را داشته، اما کمترین کاهش عملکرد را نشان داد. نتایج این پژوهش با نتیجه بررسی‌های (Visperas *et al.*, 2005؛ Barker *et al.*, 2003) مطابقت داشت. در همین رابطه نتایج پژوهش Majidi-Shilsar (2015) در شرایط غرقاب دائم در مزرعه نشان داد که در صورت عدم کنترل کرم ساقه‌خوار در مزرعه، این آفت قادر است قریب به ۷۰۰ کیلوگرم کاهش عملکرد را ایجاد کند. با توجه به نتایج بررسی‌های انجام شده در طی دو سال آزمایش می‌توان نتیجه گیری نمود که اولا دور آبیاری مناسب در صورت آلودگی آفت ساقه‌خوار نواری برنج آبیاری هر روزه و پنج روزه می‌باشد، اما، با توجه به نتایج به دست آمده چون اختلافی میان دو روش تلفیقی از روش‌ها و گرانولپاشی مشاهده نشد، توصیه می‌شود که از مناسب‌ترین روش مبارزه یعنی از حشره‌کش‌های گرانوله به جهت هزینه کمتر استفاده شود. همچنین نتایج این پژوهش در طی دو سال نشان داد که آبیاری ۱۰ و ۱۵ روزه (که به علت عدم دسترسی گیاه برنج به آب کافی با افت شدید عملکرد مواجه می‌شود)، توصیه می‌شود کنترل بیولوژیک انجام شود. چون از یک طرف به دلیل کاهش هزینه مبارزه (کاهش مصرف حشره‌کش) سودمند خواهد بود و از سوی دیگر کاهش آلودگی زیست محیطی و کاهش تاثیر سوء روی دشمنان طبیعی در اکوسیستم زراعی برنج را به دنبال دارد. البته شایان ذکر است بدون در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی، روش محلولپاشی نیز نتایج مشابه روش کنترل بیولوژیک در جلوگیری از خسارت آفت در شرایط تنش خشکی داشت. این موقع در صورت عدم کنترل آفت ساقه خوار با روش بیولوژیک و ادامه آلودگی مزرعه به آفت ساقه‌خوار و برای جلوگیری از خسارت بیشتر آفت مذکور توصیه می‌شود، محلولپاشی با یکی از حشره‌کش‌های مایع توصیه شده صورت گیرد.

سپاسگزاری

نگارندگان از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و تمام همکارانی که در اجرا ی پروژه یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

حمایت مادی و معنوی

این پژوهش بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی به شماره‌ی مصوب ۹۸۰۲۷۹-۰۰۷-۰۴-۰۴-۷ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است که با حمایت مالی موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شده است.

REFERENCES

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Abd Shah, H. & Kazemian, A. (2019) Agricultural statistics for the crop year 2017-2018, first volume, crops. Ministry of Agricultural Jihad, Vice President of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, 97 p.

Alam, M. S., John, V. T. & Kaung, Z. (1985) Insect pests and diseases or rice in Africa. Rice improvement in East, Central and Southern Africa. Proceedings of the International Rice workshop 9-19 April 1984, Lusaka, Zambia pp 91-96.

Amuogholi-Tabari, M., Arabzadeh, B. & Darvishzadeh, N. (2012) Investigation of the condition of rice stem borer in low irrigation conditions in dry farming, Tarem Moulai variety. Final report of Rice Research Institute of Iran, Amol Deputy, 19 pages.

Anjum, A. S., Xie, X. Y., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C. & Lei, W. (2011) Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress, *African Journal of Agricultural Research* 6(9) 2026-2032.

Arabzadeh, B. & Kardegar, L. (2004) Investigating regulated deficit irrigation in the cultivation of Tarem variety rice. The final report of Rice Research Institute of Iran, Deputy of Amol. 25 p.

Asghari Lalami, H., Voladabadi, S. A., Yazdani, M. R., Zakrin, J. R, & Allah-Gholipour, M. (2019) Evaluation of the effect of intermittent irrigation management on growth physiologic indicators and water consumption of four rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in Gilan province. *Agricultural Ecology Quarterly* (4) 12.

Barker, R., Dawe, D. & Inocencio, A. (2003) Economics of Water Productivity in Managing Water for Agriculture. In: Kinje, J.W., Barker, R. and Molden, D., Eds., Limits and Opportunities for Improvements, CABI, Oxford https://doi.org/10.1079/9780851996691.0019.

Chang, S. S. (1968) The effect of water temperature of paddy field on the population of rice stem borer (*Chilo suppressalis* Walker), *Plant Protection Bulletin* 10 (1) 59-65.

Chen, C., Tasiu, L., Chen, C. & Ts, L. (1994) A study on the correlation between stem characteristics of rice and its resistance to the striped stem borer. *Bulletin of Taichung, District, Agricultural Improvement Station* 43: 1-6.

Heinrichs, E. A, (1998) *Rice: West Africa. In Polaszek A(ed). African cereal stems borer's Economic importance, Taxonomy, Natural enemies and control. CAB International Wallington.* Oxon. United Kingdom 49-57.

Hosseini, S. Z., Babaeian-Jelodar N. & Bagheri, N. (2010) Evaluation of resistance to striped stem borer in rice. *Biharean Biologist* 4 (1): 67-71.

Kega, V. M., Kasina, M, Olubayo F, & Nderitu, J. H. (2017) A Study of the African White Rice Stem Borer (*Maliarpha separatella* Rag.) Population Density Fluctuations at Mwea Irrigation Scheme in Central Kenya. Universal. *Journal of Agricultural Research* 5(1): 52-56.

Kega, V. M., Nderitu, J. H., Kasina, M. & Olubayo, F. (2015) Influence of Croping and irrigation systems on population fluctuation of the African white rice stem borer (*Maliarpha separatella* Rag) and damage on rice. *Journal of Entomology* 12 (2) 95-102,

Khan, R. A., Khan, J. A. Jamil, F. F. & 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.

Kimani, A. W., Kiarie, N., Ikahu, J. K. & Kimani, J. M. (2010) Factors leading to the deterioration of aroma and grain quality in Kenyan Basmati rice. Proceedings of the 12th KARI Biennial Conference, November, Nairobi, Kenya.8-12.

Litsinger, J. A. (1994) Management of stem borers of rice and Wheat in Rice- wheat system of Pakistan, Nepal, India and Bangladesh.Rice-Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains.p 101.

Litsinger, J. A., Canapi, B. L., Bandong, J. P., Lumaban, M. D., Raymundo, F. D. & Barrion, A. T. (2009 Insect pests of rainfed wetland rice in the Philippines: Population densities, yield loss and insecticide management. *International Journal. Pest Management* 55: 221-242.

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).

Majidi-Shailsar, F. & Allah-Qolipour, M. (2018) Evaluation of promising rice genotypes for resistance to rice stem borer; Crambidae) *Chilo suppressalis* (Lep. in paddy field conditions. *Journal of Plant Protection* 9(4) 285-297.

Mahapatra, G. K. & Nanda, U. (1996) Integrating neem in yellow stem borer management in kharif rice. *Indian Journal of Entomology* 58(4):369-373.

Mattson, W. J. & Haack, R. A. (1987) The Role of Drought in Outbreaks of Plant-Eating Insects. *BioScience* 37(2): 110-118.

Mattson, P. C. (2000) Insect pest management in tropical Asian irrigated rice. *Annual Review Entomology* 45:549-574 doi: 10.1146/annurev.ento.45.1.549.

Mohaghagh-Nishaburi, J. & Amouoaghli-Tabari, M. (2018) The effect of low irrigation on the amount of damage caused by the rice stem borer *Chilo suppressalis*. The first National Conference on Drought and Climate Change 516-513 pp.

Panda, S. K., Samalo, A. p., Shi, N. & Mishra, S. S. (1986) Influence of variety, fertilizer dose and water management on stem borer incidence and yield of rice. *Madras Agricultural Journal* 7 (6) 334-339.

Riba, T. (2007) Integrated pest management in paddy. Krishi Vigyan Kendra College of Horticulture and Forestry, Central Agricultural University,Pasighat.content/uploads/sites/4/2013/12/Case%20StudyIPM%20in%20Pady.pdf naip/wp http://www.afpro.org.

Tripathi, R. P., Kushawa, H. S. & Mishra, R. K. (1986) Irrigation requirements of rice under shallow water table conditions. *Agriculture Water Management* 12, 127-136**.**

Umeh, E.D. N., Joshi, R. C & Ukwungwu, M. N. (2000) Biology, status and management of rice insect pests in Nigeria. *Crop Protection* 11(5) 408-413. https://doi.org/10.1016/0261-2194(92)90022-W.

Visperas, R. M., Bouman, B. A. M., Peng, S. & Castan, A. R. (2005) Yield and Water Use of Irrigated Tropical Aerobic Rice Systems. *International Rice Research Institute* 74, 87-105.

Wamatsembe, I. M., Asea, G. & Haefele, S. M. (2017) A Survey: Potential Impact of Genetically Modified Maize Tolerant to Drought or Resistant to Stem Borers in Uganda. *Agronomy* 7(1): 19-36. https://doi.org/10.3390/agronomy7010024

Yakubu, A., Ofori, J., Amoatey, C. & Kadyampakeni, D. (2019) Agronomic, Water Productivity and Economic Analysis of Irrigated Rice under Different Nitrogen and Water Management Methods. *Agricultural Sciences* 10 (1), 92**-**109. https://doi.org/doi: 10.4236/as.2019.101008.

Efficacy of different control methods of the rice striped stem borer *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Grambidae) under water stress conditions in paddy fields

Farzad Majidi-Shilsar[1], MohammadReza Yazdani[1] , AliAkbar Ebadi[1] & Mehrdad Amooghli-Tabari[2]

1- Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

✉ majidi14@yahoo.com *https://orcid.org/0000-0002-4066-0279*
✉ smryazdany@yahoo.ca *https://orcid.org/0000-0003-0238-2244*
✉ ebady_al@yahoo.com *https://orcid.org/0000-0003-1344-5810*

2- Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran

✉ ma_tabari@yahoo.com *https://orcid.org/0000-0003-3152-286*

Article History
Received: October 31 2023| *Accepted:* March 10 2024 |Subject Editor: Hossein Madadi

Abstract
The control of rice striped stem borer in paddy fields requires the use of all components of integrated pest management. The implementation of these methods is effective if the rice field is in natural conditions in terms of water resources, but in case of drought stress, which one of the methods will be more effective for pest control? In order to answer this question, the present research was carried out in the Rice Research Institute of Iran (Rasht) in 2019 and 2020. In this research, different irrigation methods as the main factor include permanent flooding (every day) and irrigation with intervals of 5, 10 and 15 days and the secondary factor is different control methods including granule application with G10% diazinon insecticide, spraying with fipronil SC5% insecticide, biological control (release of *Trichogramma* wasp + use of commercial formulation of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*), a combination of methods (chemical control and biological control) and control (only water spraying) were used. The results of this research showed that the least damage by the rice striped stem pest in the vegetative and reproductive stages of rice plants was in the daily and five-day irrigation treatments with the combined use of methods as well as the granule spraying method in the experimental field. Also, the results of the investigations during the two years of the experiment showed that the highest yield was related to irrigation every day and five days, related to two methods, a combination of methods and a granulation method. In 10 and 15-days' irrigation, the highest yield was observed in foliar spraying and biological control treatments. Therefore, according to the obtained results, it is recommended to use biological control and foliar spraying with one of the confirmed liquid insecticides to control the rice striped stem borer pest in water stress conditions.

Keywords: Pest management, Biocpntrol, *Trichogramma*, *Bacillus thuringiensis*, Drought, Irrigation methods

Corresponding Author: Farzad Majidi-Sjilsar (Email: majidi14@yahoo.com)

***Citation*:** Majidi-Shilsar, F. Yazdani, M. R., Ebadi, A. A. & Amooghli-Tabari, M. (2024) Efficacy of different control methods of the rice striped stem borer *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Grambidae) under water stress conditions in paddy fields. J. Entomol. Soc. Iran 44 (1), 101–110. https://doi.org.10.61186/jesi.44.1.8