



## مقایسه کارایی چند حشره کش زیستی و شیمیایی متداول جهت کنترل کرم ساقه خوار برنج در گرگان *Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Crambidae)

مجتبی تبریزی میستانی<sup>۱</sup>، محمد حسن سرایلو<sup>۲</sup> و محبوبه شریفی<sup>۳\*</sup>

- ۱- دانشجوی کارشناس ارشد حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- ۲- دانشیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- ۳- \*نویسنده مسوول: استادیار، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران (mahboobehsharifi67@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۶

### چکیده

کرم ساقه خوار برنج (*Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Crambidae) یکی از مهم ترین و مخرب ترین آفات برنج در جهان و ایران به ویژه استان های شمالی می باشد. این پژوهش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با شش تیمار شامل کلرپایرفوس، فپرونیل، فنتروتیون، حشره کش زیستی *Bacillus thuringiensis*، ماترین و شاهد (بدون محلول پاشی) و چهار تکرار در مزرعه ای واقع در روستای هاشم آباد شهرستان گرگان به اجرا در آمد. جهت محاسبه درصد تلفات (کارایی) از فرمول هندرسون-تیلتون استفاده شد. تجزیه واریانس داده ها در نرم افزار SAS و با استفاده از مدل GLM انجام شد. مقایسه میانگین ها به وسیله آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. نتایج تجزیه واریانس میزان آلودگی ساقه پس از گذشت ۱۴ روز از محلول پاشی حشره کش ها نشان داد که بیشترین میزان آلودگی مربوط به حشره کش بی تی بوده در حالی که سایر حشره کش ها در یک گروه آماری قرار گرفتند. اثر حشره کشی و کارایی ترکیبات مورد بررسی با گذشت زمان افزایش نشان داد به طوری که بیشترین کارایی حشره کشی بعد از گذشت ۱۴ روز از اعمال تیمارها مربوط به حشره کش کلروپیریفوس (۸۵/۸۵٪) بود؛ در حالی که از نظر آماری با ماترین (۷۸/۹۷٪) و فپرونیل (۷۹/۶۵٪) در یک گروه قرار گرفتند. نتایج پژوهش حاضر نشان می دهد که حشره کش زیست پایه ماترین در مقایسه با حشره کش های شیمیایی پرمصرف می تواند گزینه مناسب و مطلوبی جهت کنترل این آفت باشد.

کلیدواژه ها: کلروپیریفوس، ماترین، بی تی، آلودگی ساقه، کارایی

دبیر تخصصی: دکتر معصومه ضیائی

**Citation:** Tabrizi Mistani, M., Sarailoo, M.H. & Sharifi, M. (2023). Comparison of the effectiveness of some bio- and conventional insecticides for the control of rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Crambidae) in Gorgan. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 46(3), 1-15. <https://10.22055/ppr.2023.44504.1704>.

## مقدمه

برنج *Oryza sativa L.* پس از گندم به عنوان دومین محصول استراتژیک کشور و جهان، غذای عمده بیش از نیمی از مردم مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری می باشد (Permeah & Gilanpour, 2018). سالانه حدود ۵۱۰ میلیون تن برنج از سطح زیر کشت بیش از ۱۶۴ میلیون هکتار در دنیا تولید می شود و سهم قاره آسیا از این سطح زیر کشت ۱۴۸ میلیون هکتار و بیش از ۹۰ درصد از میزان تولید دنیا می باشد. در حال حاضر ۹۰ درصد برنج دنیا در چین، هندوستان، ژاپن، کره جنوبی، جنوب شرقی آسیا و جزایر مجاور اقیانوس آرام کشت می شود. چین، هند و بنگلادش به ترتیب با تولید تقریباً ۱۴۹، ۱۲۹ و ۳۶ میلیون تن برنج مقام اول تا سوم را در جهان دارا می باشند (Yousefi, 2009; Amini et al., 2014). کشور ایران با تولید بیش از چهار میلیون تن از این محصول، رتبه پانزدهم را در دنیا به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت و میزان تولید برنج در ایران در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ به ترتیب بیش از ۸۵۴ هزار هکتار و ۴/۵۶ میلیون تن بوده است که استان های مازندران، گیلان، خوزستان و گلستان به ترتیب با ۲۷۰، ۲۲۰، ۱۷۹ و ۱۰۰ هزار هکتار سطح زیر کشت و بیش از ۱/۵ میلیون، ۱ میلیون، ۹۰۴ هزار و ۶۰۲ هزار تن تولید در مقام های اول تا چهارم قرار دارند (Ahmadi et al., 2021).

در میان آفات و بیماری هایی که به مزارع برنج آسیب می رسانند، کرم ساقه خوار برنج (*Chilo suppressalis*) (Walker) بیشترین سهم را داراست و خسارت تقریباً ۱۵ درصدی را موجب می شود (Walker Hasni Moghadam et al., 2013). گونه فوق مهم ترین آفت مزارع برنج در شالیزارهای استان های گیلان، مازندران، گلستان و اصفهان است (Khanjani, 2012). این آفت متعلق به خانواده ی Crambidae از راسته بالپولکداران بوده و به عنوان یکی از مخرب ترین آفات در بیشتر مزارع برنج دنیا و ایران مطرح می باشد (Tabari et al., 2011). میزان خسارت این آفت در شرایط طغیانی به ۳۰ تا ۱۰۰ درصد هم می رسد (Majidi-Shilsar, 2015). بطور کلی علائم خسارت را می توان به دو صورت مشاهده نمود. در شرایطی که گیاه جوان مورد حمله قرار گیرد، برگ میانی آن زرد و خشک می شود که این علامت به جوانه مرکزی خشک شده موسوم است (Majidi

Shilsar et al., 2013). در صورتی که حمله آفت مصادف با زمان گل دادن و خوشه دادن گیاه باشد، دانه در خوشه تشکیل نشده و منجر به خشکیدن خوشه ها می گردد که علامت مزبور، خوشه های سفید شده نامیده می شود. این آفت زمستان را در شمال ایران به صورت لارو کامل در داخل ساقه های خشک برنج و یا علف های هرز اطراف مزرعه به سر می برد (Osku & Nasieri, 2014). کرم ساقه خوار برنج در شمال ایران ۲ تا ۳ نسل دارد. نسل اول یا نسل زمستانه آفت همزمان با نشاء کاری ظاهر شده و خسارت آن در مزارعی که زودتر به نشاء رفته اند، بیشتر است. نسل دوم آفت در زمان خوشه رفتن برنج های زودرس و ظهور خوشه سایر ارقام پدید می آید که در این زمان گیاه از خطر خسارت شدید در امان مانده است (Majidi Shilsar et al., 2021).

برای کنترل این آفت از راهکارهای مختلفی از جمله کنترل زراعی، مکانیکی، بیولوژیک و شیمیایی استفاده می شود. در پژوهشی کارایی روش های کنترل بیولوژیک، بیولوژیک-مکانیکی و شیمیایی را به منظور توسعه راهبرد مدیریت ساقه خوار نواری در برنج هیبرید در مازندران مورد بررسی قرار دادند که بیشترین کارایی در مرحله رویشی و زایشی به ترتیب با اعمال روش مکانیکی-بیولوژیک و شیمیایی به دست آمد (Tabari et al., 2009). نتایج پژوهش های انجام شده، نشان داد که رقم طارم محلی به عنوان رقمی حساس در مقابل این آفت می باشد و یک بار سم پاشی برای کنترل کرم ساقه خوار روی ارقام زودرس و میانرس به عنوان راهکاری ایمن از نظر زیست محیطی قابل توصیه می باشد. بررسی های متعدد نشان می دهد که مبارزه شیمیایی تاکنون مهم ترین روش کنترل کرم ساقه خوار برنج در ایران و نیز اغلب مناطق جهان می باشد که به موجب آن هر ساله هزاران تن انواع آفت کش های شیمیایی در مزارع برنج مصرف می شود (Saeb et al., 2013).

بر اساس پژوهش های انجام شده، علی رغم این که دیازینون به صورت فرمولاسیون گرانول یکی از آفت کش های بسیار متداول و موثر در کنترل کرم ساقه خوار برنج می باشد، اما این ترکیب دارای اثرات مخرب زیست محیطی روی برخی میکروارگانیسم های خاکری و نیز حشرات غیر هدف می باشد. ظهور حشره کش فپرونیل در اواخر دهه ۱۹۹۰ و اثرات قابل توجه آن در کنترل ساقه خوارهای برنج، زمینه را برای استفاده

شده از ریشه نوعی گیاه باستانی چینی با نام عمومی تلخه بیان با نام علمی *Sophora alopecuroides* L. است. این حشره کش روی گیاهان سمیت سلولی ایجاد نمی کند، بنابراین می توان آن را به عنوان یک حشره کش طبیعی پیشنهاد کرد (Akdeniz & Ozmen, 2011). تاکنون پژوهش های متعددی روی ارزیابی کارایی این حشره کش انجام شده، که در تمامی آن ها حشره کش مذکور از توانایی مطلوبی برخوردار بوده است (El-Mageed & Shalaby, 2011; Medo & Marcic, 2013). در پژوهش حاضر کارایی حشره کش های بی تی و روی آگرو (ماترین) به عنوان حشره-کش های ایمن با کلرپایریفوس (دورسبان<sup>®</sup>)، فیتروتیون (سومیتیون<sup>®</sup>) و فیرونیل (ریجنت<sup>®</sup>) جهت کنترل کرم ساقه خوار برنج *Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Crambidae) در شرایط مزرعه مقایسه خواهند شد.

## مواد و روش ها

### مکان و زمان انجام پژوهش

این پژوهش در روستای هاشم آباد از توابع بخش مرکزی و دهستان روشن آباد شهرستان گرگان با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۵- متر از سطح دریا در مزرعه ای به مساحت ۵۰۰ متر مربع اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۵۵۰-۴۵۰ میلی لیتر، رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد، متوسط حداکثر حرارت ۴۲ و ۱۳- درجه سلسیوس می باشد. پژوهش حاضر در فروردین تا شهریور ماه سال ۱۴۰۰ انجام شد.

### آزمایش کارایی حشره کش های مختلف علیه کرم ساقه خوار برنج در شرایط مزرعه ای

این آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با شش تیمار شامل کلرپایریفوس (Dursban<sup>®</sup>, EC40.8%) با غلظت ۲ لیتر در هکتار، فیرونیل (Regent<sup>®</sup>, SC50%) با غلظت ۱ لیتر در هکتار، فیتروتیون (Sumithion<sup>®</sup>, EC50%) با غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار هر سه از شرکت آریاشیمی، حشره کش زیستی *B.t*. با غلظت ۱ لیتر در هکتار تولید کشور اسپانیا، ماترین (Rui Agro<sup>®</sup>, SL0.6%) با غلظت ۱ لیتر در هکتار از شرکت پرنیان اطلس و شاهد (بدون محلول پاشی) با چهار تکرار به اجرا درآمد. غلظت توصیه شده

متنوب با حشره کش های دیگر در برنامه کنترل این آفت فراهم نمود. این حشره کش علاوه بر کرم ساقه خوار برنج بر طیف وسیعی از حشرات زیان آور موثر می باشد. امروزه فیرونیل با فرمولاسیون های گرانول و سوسپانسیون تولید و عرضه می گردد. در دهه گذشته، این ترکیب یکی از مهم ترین حشره کش ها برای کنترل کرم ساقه خوار نواری برنج در کشور ژاپن، چین، تایوان و هندوستان بوده است (Tabari et al., 2011). از حشره کش های مورد استفاده برای کنترل این آفت به صورت محلول پاشی می توان به حشره کش های فیتروتیون به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، دیمیکرون به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار و دیازینون به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار اشاره نمود (Majidi Shilsar & Ebadi, 2013). به دلیل اینکه مرحله خسارت زای کرم ساقه خوار برنج درون ساقه برنج است، لذا کنترل موفقیت آمیز آن معمولاً تابع شرایط خاص و متعددی می باشد که در این رابطه به کارگیری روش های مختلف و کارآمد در قالب مدیریت تلفیقی آفات حائز اهمیت می باشد. از این رو، وارد کردن حشره کش های اختصاصی تر با سازوکارهای اثر متنوع و جدید در برنامه های مدیریت آفات می تواند از سویی، سرعت بروز مقاومت در آفت هدف را کاهش دهد و از سوی دیگر، تا حدی از نگرانی های مربوط به اثرات مخرب این عوامل روی موجودات غیرهدف بکاهد (Su et al., 2014; Yao et al., 2017).

باکتری باسیلوس که به صورت طبیعی در خاک و محیط وجود دارد، باعث ایجاد بیماری در آفات می گردد، لذا در دهه های اخیر از سویه های این جنس برای کنترل آفات مختلف در برنامه های مدیریت آفات استفاده گردیده است. در این رابطه، باکتری *Bacillus thuringiensis* به خاطر مزیت های فراوان مانند اثر اختصاصی روی حشرات آفت، هزینه کم تولید، بیماریگری بالا و کاربرد آسان، جایگاه ویژه ای در مدیریت آفات و تولید محصولات سالم و ارگانیک دارد (Rokhshani, 2019). بر اساس پژوهش های انجام شده این حشره کش می تواند کارایی بسیار مطلوبی روی طیف وسیعی از آفات از جمله کرم ساقه خوار برنج داشته باشد (مرزبان و همکاران، ۱۳۹۳).

ماترین یک حشره کش گیاهی جدید با عملکرد تماسی و گوارشی است. این ترکیب حاوی نوعی آلکالوئید مشتق

جوانه مرکزی در بوته‌های برنج، و کارایی حشره کش‌های مورد بررسی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و داده‌های تأثیر تیمارهای مختلف در زمان‌های متفاوت نمونه‌برداری انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد صورت گرفت. تجزیه آماری توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹.۰) انجام شد.

### نتایج

#### مقایسه تیمارهای مورد مطالعه از نظر درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد آلودگی ساقه سه روز بعد از اعمال تیمارها، اثر تیمارها بر درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی در بوته‌ها برنج به لحاظ آماری معنی‌دار نشدند. نتایج مقایسه میانگین درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی در بوته‌های برنج سمپاشی شده هفت روز بعد از اعمال تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، بیشترین میزان آلودگی محاسبه شده مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۱۵/۳۶ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ( $F_{5,15} = 0.15; P < 0.05$ ).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی در بوته‌های چهارده روز بعد از اعمال تیمارها، کمترین میزان آلودگی با میانگین ۷/۴۰ درصد مربوط به تیمار فیرونیل بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای فیتروتیون (۷/۶۵ درصد) و کلرپایریفوس (۸/۳۸ درصد) نداشت. بیشترین میزان آلودگی محاسبه شده نیز مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۱۶/۶۹ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ( $F = 0.15; P < 0.05$ ). (شکل ۲).

نتایج تجزیه واریانس تأثیر متقابل تیمارها و زمان نمونه‌برداری بر درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی در بوته‌های برنج در جدول یک ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، اثر بلوک‌بندی مزرعه بر میزان درصد آلودگی ساقه در تیمارها طی کل دوره نمونه‌برداری معنی‌دار نشد ( $P > 0.05$ ). از طرف دیگر، اختلاف معنی‌داری بین زمان‌های نمونه‌برداری و همچنین بین تیمارها از نظر میزان

بر اساس نوریبخش (Noorbakhsh, 2018) که برای گونه کرم ساقه خوار برنج در شرایط مزرعه‌ای توصیه شده است انتخاب شد. جهت ردیابی و تعیین بهترین زمان مناسب برای سم‌پاشی از دو عدد تله‌ی فرولایت (تله نوری- فرمونی) مخصوص کرم ساقه‌خوار برنج (وارد کننده شرکت رها اندیش کاوان) استفاده شد. این تله از اواسط تیر ماه در مزرعه مذکور نصب گردید. پس از تعیین اوج شکار تله‌ها برای حشرات بالغ طی سه روز متوالی، از حشره کش‌های مورد نظر محلول تهیه و با استفاده از سم‌پاش پستی تلمبه‌ای ۲۰ لیتری، عملیات سم‌پاشی با غلظت‌های توصیه شده حشره کش‌ها انجام شد. محلول‌پاشی در ساعات اولیه صبح انجام گرفت.

#### نمونه‌برداری و برآورد متغیرها

در مرحله‌ی پنجه‌زنی برای تعیین میزان خسارت آفت به صورت مرگ جوانه مرکزی نمونه‌برداری و تعداد آن‌ها شمارش شد. تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و درصد خسارت مرگ جوانه مرکزی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (Onate, 1965):

$$\text{رابطه (۱)} = \frac{Ni}{Nt} \times \frac{NI}{NT} \times 100 = \text{مرگ جوانه‌ی مرکزی}$$

در این رابطه  $N_i$  تعداد بوته‌های آلوده،  $N_t$  تعداد کل بوته‌های نمونه‌برداری شده،  $NI$  تعداد پنجه‌های آلوده و  $NT$  تعداد کل پنجه‌ها در بوته‌های آلوده می‌باشد.

همچنین نمونه‌برداری از جمعیت لاروها، یک روز قبل از محلول‌پاشی و ۳، ۷ و ۱۴ روز پس از محلول‌پاشی انجام شد. شمارش لاروها با باز کردن ساقه‌ها و ثبت تعداد لاروهای زنده صورت گرفت. جهت محاسبه داده‌های مربوط به جمعیت لاروها قبل و بعد از محلول‌پاشی با حشره‌کش‌ها، از فرمول هندرسون-تیلتون (رابطه ۲) جهت محاسبه درصد تلفات استفاده شد (Henderson & Tilton, 1955):

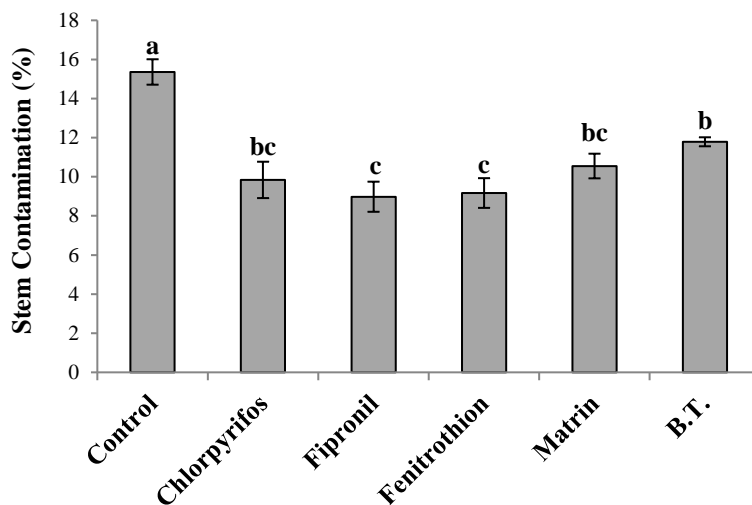
$$\text{رابطه (۲)} = \left[ 1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca} \right] \times 100$$

که در آن  $Tb$  = تعداد لارو زنده در کرت تیمار قبل از سم‌پاشی،  $Ta$  = تعداد لارو زنده در کرت تیمار بعد از سم‌پاشی،  $Cb$  = تعداد لارو زنده در کرت شاهد قبل از سم‌پاشی و  $Ca$  = تعداد لارو زنده در کرت شاهد بعد از سم‌پاشی می‌باشند.

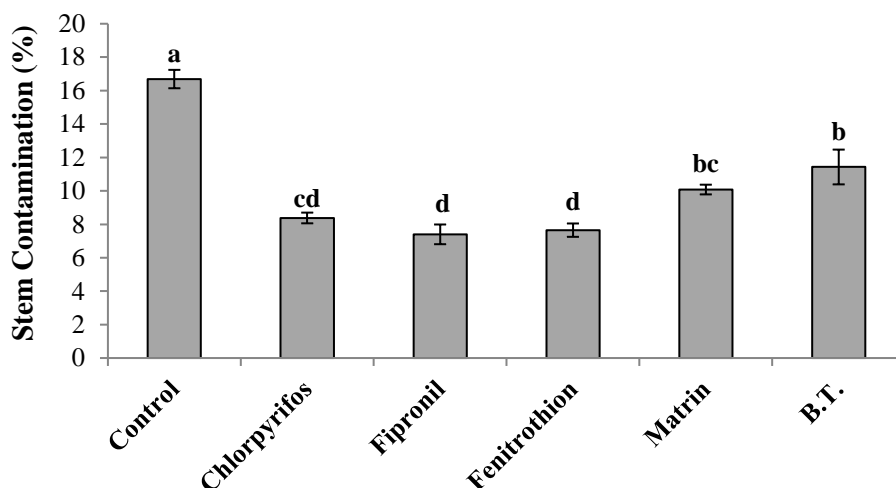
#### تجزیه آماری

آنالیز واریانس داده‌های درصد آلودگی ساقه به مرگ

آلودگی ساقه در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (۰/۰۱) درصد آلودگی ساقه در بوته‌های برنج در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید ( $P < 0.01$ ) (جدول ۱).



شکل ۱. میانگین (± خطای معیار) درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی در بوته‌های برنج، هفت روز بعد از سمپاشی  
**Figure 1. Mean (± SE) percentage of stem infection to central bud death in rice plants, seven days after applying insecticide.** Different letters indicate the existence of a significant difference using Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$ .



شکل ۲. میانگین (± خطای معیار) درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی در بوته‌های برنج، چهارده روز بعد از سمپاشی  
**Figure 2. Mean (± SE) percentage of stem infection to central bud death in rice plants, 14 days after applying the insecticide.** Different letters indicate the existence of a significant difference using Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$ .

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مورد مطالعه در زمان‌های مختلف نمونه برداری بر درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی  
**Table 1. The results of analysis of variance of the effect of the studied treatments at different sampling times on the percentage of stem infection and the death of the central bud**

Source	Degree of freedom	Sum of squares	Mean squares	F
Block	3	2.04	0.68	0.25 n.s.
Time (day)	3	34.11	11.37	4.25 **
Treatment	5	213.36	42.67	15.96 **
Time (day) × Treatment	15	163.55	10.90	4.08 **
Error	69	184.45	2.67	
Total	95	597.52		
CV %:	14.76			

n.s.: No significant difference  
 \*\*: significant difference

آمده، حشره کش فنیتروتیون و بی تی به ترتیب با کارایی ۳۴/۹۵ و ۲۸/۹۴ درصد با اختلاف معنی دار نسبت به سه حشره کش فوق در رتبه های بعدی قرار گرفتند در حالی که بین این دو ترکیب اختلاف معنی داری وجود نداشت ( $F$  = 10.90 ;  $P < 0.05$ ) (شکل ۳).

نتایج مقایسه میانگین کارایی حشره کش های مورد مطالعه در کنترل کرم ساقه خوار برنج هفت روز بعد از اعمال آن ها ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود، بیشترین میزان کارایی محاسبه شده مربوط به حشره کش کلرپایریفوس با میانگین ۸۱/۲۴ درصد بود که اختلاف معنی داری با حشره کش های فیرونیل و ماترین به ترتیب با کارایی ۸۰/۲۱ و ۷۴/۱۹ درصد نداشت. همچنین، حشره کش فنیتروتیون با میانگین کارایی ۶۸/۱۸ درصد بعد از سه حشره کش فوق، در رده بعدی از نظر کارایی قرار گرفت. کمترین کارایی محاسبه شده در هفت روز بعد از اعمال تیمارها مربوط به حشره کش بی تی با میانگین ۵۴/۳۰ درصد بود که اختلاف معنی داری بین این ترکیب و سایر حشره کش ها وجود داشت ( $F = 8.36$  ;  $P < 0.05$ ) (شکل ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بین زمان نمونه برداری و تیمارها نشان داد که کمترین میزان آلودگی ساقه با میانگین ۷/۴۰ درصد مربوط به حشره کش فیرونیل در چهارده روز بعد از اعمال تیمارها بود که بین آن و تیمارهای فنیتروتیون و کلرپایریفوس در چهارده روز بعد از اعمال تیمارها و فیرونیل و فنیتروتیون در هفت روز بعد از اعمال تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. بررسی نتایج مشخص کرد که کلرپایریفوس در هفت روز بعد از اعمال تیمارها به همراه ماترین در چهارده روز بعد از اعمال تیمارها در رتبه های بعدی به لحاظ کمترین میزان آلودگی ساقه قرار گرفتند (جدول ۲).

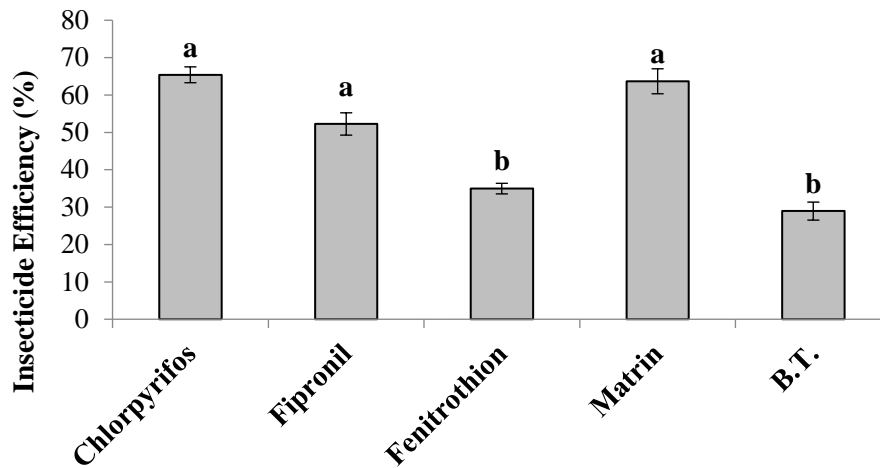
### مقایسه کارایی حشره کش های مورد مطالعه در کنترل کرم ساقه خوار برنج

نتایج مقایسه میانگین کارایی حشره کش های مورد بررسی سه روز بعد از اعمال آن ها، بیشترین میزان کارایی با میانگین ۶۵/۴۰ درصد برای حشره کش کلرپایریفوس محاسبه شد که اختلاف معنی داری با ماترین و فیرونیل به ترتیب با کارایی ۶۳/۶۷ و ۵۲/۲۵ درصد نداشت. براساس نتایج بدست

جدول ۲. میانگین ( $\pm$  خطای معیار) درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی در بوته های برنج در زمان های مختلف نمونه برداری  
Table 2. Mean ( $\pm$  SE) percentage of stem infection and central bud death in rice plants at different e sampling times.

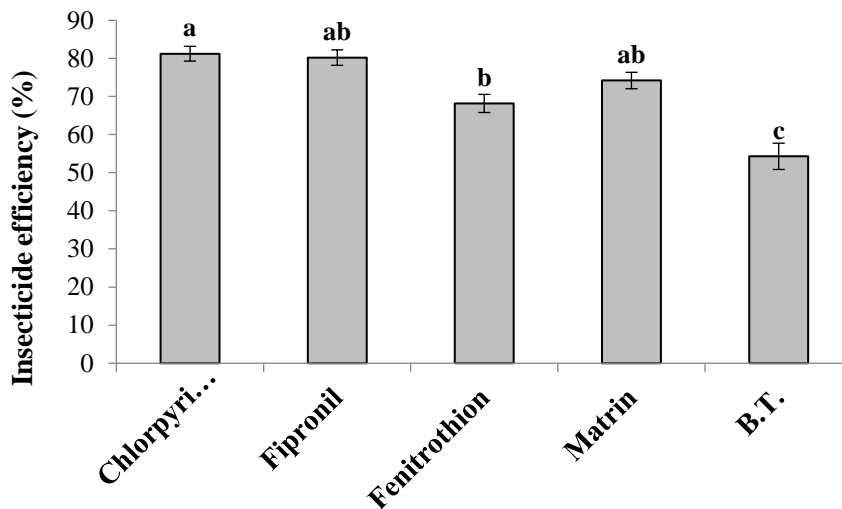
Sampling time	Treatments	Mean $\pm$ SE	Grade*
Before treatments	Control	11.31 $\pm$ 0.33	bcd
	Chlorpyrifos	10.93 $\pm$ 1.37	cde
	Fipronil	11.79 $\pm$ 0.98	bcd
	Fenitrothion	10.73 $\pm$ 0.48	d
	Matrin	11.02 $\pm$ 0.80	bcd
	B.T.	11.07 $\pm$ 0.64	bcd
3 days after treatments	Control	12.72 $\pm$ 0.39	b
	Chlorpyrifos	11.50 $\pm$ 0.20	bcd
	fipronil	12.27 $\pm$ 0.86	bc
	Fenitrothion	10.41 $\pm$ 1.1	de
	Matrin	12.28 $\pm$ 1.43	bc
	B.T.	12.49 $\pm$ 0.81	bc
7 days after treatments	Control	15.63 $\pm$ 0.65	a
	Chlorpyrifos	9.84 $\pm$ 0.93	ef
	fipronil	8.98 $\pm$ 0.77	f
	Fenitrothion	9.17 $\pm$ 0.76	ef
	Matrin	10.55 $\pm$ 0.63	de
	B.T.	11.79 $\pm$ 0.23	bcd
14 days after treatments	Control	16.69 $\pm$ 0.55	a
	Chlorpyrifos	8.38 $\pm$ 0.32	fg
	fipronil	7.40 $\pm$ 0.59	g
	Fenitrothion	7.65 $\pm$ 0.40	g
	Matrin	10.08 $\pm$ 0.29	de
	B.T.	11.43 $\pm$ 1.04	bcd

Different letters in the statistical grouping column indicate the existence of a significant difference using Duncan's multiple range tests at  $P < 0.01$ .



شکل ۳. میانگین (± خطای معیار) کارایی حشره کش ها در کنترل کرم ساقه خوار برنج، سه روز بعد از سمپاشی

Figure 3. Mean ( $\pm$  SE) efficiency of the insecticides in controlling rice stem borer, three days after applying insecticide. Different letters indicate the existence of a significant difference using Duncan's multiple range test at  $P < 0.05$ .



شکل ۴. میانگین (± خطای معیار) کارایی حشره کش ها در کنترل کرم ساقه خوار برنج، هفت روز بعد از سمپاشی

Figure 4. Mean ( $\pm$  SE) efficiency of the insecticides in controlling rice stem borer, seven days after applying insecticide. Different letters indicate the existence of a significant difference using Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$ .

#### اثر متقابل کارایی حشره کش ها و زمان نمونه برداری

نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارها و زمان نمونه برداری بر درصد آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی در بوته های برنج ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود، اثر بلوک بندی مزرعه بر میزان درصد آلودگی ساقه در تیمارها طی کل دوره نمونه برداری معنی دار نشد ( $P > 0.05$ ). از طرف دیگر، اختلاف معنی داری بین زمان های نمونه برداری و همچنین بین تیمارها از نظر میزان آلودگی ساقه در سطح احتمال یک درصد وجود داشت ( $P < 0.01$ )، ضمن اینکه اثر متقابل زمان نمونه برداری و تیمارها نیز بر درصد آلودگی ساقه در بوته های برنج در سطح

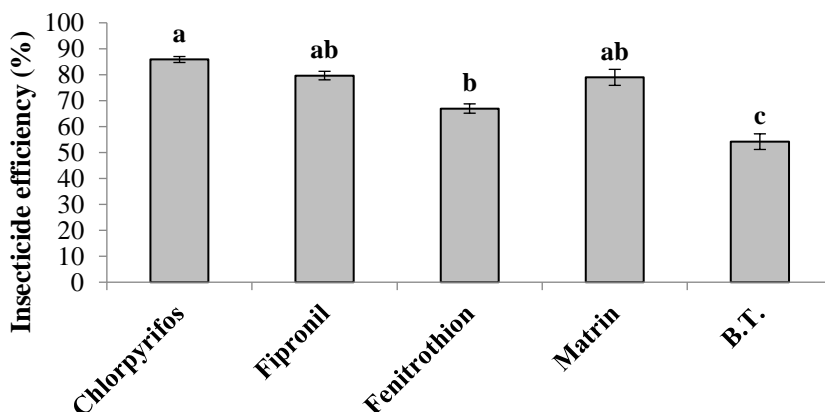
با توجه به نتایج مقایسه میانگین کارایی حشره کش های مورد ارزیابی در کنترل کرم ساقه خوار برنج چهارده روز بعد از اعمال آنها، بیشترین میزان کارایی با میانگین ۸۵/۸۵ درصد برای حشره کش کلرپایریفوس بدست آمد که اختلاف معنی داری با حشره کش های فپرونیل و ماترین به ترتیب با کارایی ۷۹/۶۵ و ۷۸/۹۷ درصد نداشت. کمترین کارایی محاسبه شده نیز مربوط به حشره کش بی تی با میانگین ۵۴/۱۸ درصد بود که اختلاف معنی داری با ترکیب فنیتروتیون نداشت ( $F = 7.56$ ;  $P < 0.05$ ) (شکل ۵).

احتمال یک درصد معنی دار گردید ( $P < 0.01$ ) (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بین زمان نمونه برداری و حشره کش ها نشان داد که بیشترین میزان کارایی با میانگین ۸۵/۸۵ درصد مربوط به حشره کش کلرپایریفوس در چهارده روز بعد از اعمال تیمارها بود که بین آن و تیمارهای کلرپایریفوس در هفت روز بعد از اعمال تیمارها و فپرونیل در هفت و چهارده روز بعد از اعمال تیمارها و همچنین ماترین در چهارده روز بعد از اعمال تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. بررسی نتایج مشخص کرد که ماترین در هفت روز بعد از اعمال تیمارها و فنیتروتیون در هفت روز بعد از اعمال تیمارها در رتبه های بعدی به لحاظ بیشترین میزان کارایی قرار گرفتند. کمترین کارایی با میانگین ۲۸/۹۴ درصد برای حشره کش بی تی در سه روز بعد از اعمال تیمارها بدست آمد که اختلاف معنی داری با کارایی بدست آمده برای فنیتروتیون در سه روز بعد از اعمال تیمارها با میانگین ۳۴/۹۵ درصد نداشت (شکل ۶).

### بحث

سالانه حجم قابل توجهی از حشره کش های شیمیایی برای کنترل کرم ساقه خوار برنج به محیط زیست وارد می شود که نگرانی های بسیار زیادی در زمینه سلامت آبزیان، پرندگان، میکرواورگانسیم های خاکری، دام ها و همچنین کشتکاران و مصرف کنندگان برنج ایجاد کرده است (Su et al., 2014). با این حال، عواملی مانند مخفی بودن لاروها داخل ساقه که مانع از رسیدن دزهای مؤثر حشره کش ها به آن ها می شود، بروز

سریع مقاومت به گروه های مختلف حشره کش های شیمیایی و از بین رفتن جمعیت های دشمنان طبیعی، اغلب مانع از رسیدن کارایی این ترکیبات به سطح قابل قبول بوده است (Cheng et al., 2010). از این رو، استفاده کردن از حشره کش های اختصاصی و ایمن تر از نظر زیست محیطی با سازوکارهای اثر متنوع و جدید در برنامه های مدیریتی آفات می تواند از سویی، سرعت بروز مقاومت توسط آفت هدف را کاهش داده و از سوی دیگر، تا حدی از نگرانی های مربوط به اثرات مخرب این عوامل روی موجودات هدف بکاهد (Su et al., 2014; Yao et al., 2017). براساس نتایج مطالعه حاضر، حشره کش ماترین تأثیر قابل توجهی در کاهش آلودگی ساقه در بوته های برنج داشته و متعاقباً کارایی مطلوبی در کنترل کرم ساقه خوار برنج از خود نشان داد، هرچند که اختلاف معنی داری با حشره کش های شیمیایی نظیر کلرپایریفوس و فپرونیل نداشت. از طرف دیگر، حشره کش بی تی نیز علی رغم داشتن کمترین کارایی در کنترل آفت در مقایسه با سایر حشره کش ها، کارایی بیش از ۵۴ درصدی را در کنترل کرم ساقه خوار برنج نشان داد که می تواند در برنامه مدیریت تلفیقی این آفت مورد توجه قرار گیرند. با توجه به اینکه حشره کش هایی نظیر دیازینون و فپرونیل برای مدت طولانی در ایران به منظور کنترل شیمیایی کرم ساقه خوار برنج مورد استفاده قرار گرفته و نگرانی هایی را در زمینه مقاومت این آفت به این ترکیبات به وجود آورده (Zibae et al., 2009; Yao et al., 2017)، لذا می توان از حشره کش های ایمن تر و کم خطر ماترین و حتی بی تی در برنامه مدیریت کرم ساقه خوار برنج بهره برد.



شکل ۵. میانگین (± خطای معیار) کارایی حشره کش ها در کنترل کرم ساقه خوار برنج، چهارده روز بعد از سمپاشی  
 Figure 5. Mean (± SE) efficiency of the insecticides in controlling rice stem borer, 14 days after applying insecticide. Different letters in the columns indicate the existence of a significant difference using Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$ .



جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس کارایی حشره کش‌های مورد مطالعه در کنترل کرم ساقه‌خوار برنج چهارده روز بعد از اعمال تیمارها  
**Table 3. The results of the analysis of the variance of the efficiency of the studied insecticides in the control of the rice stem worm fourteen days after applying the treatments**

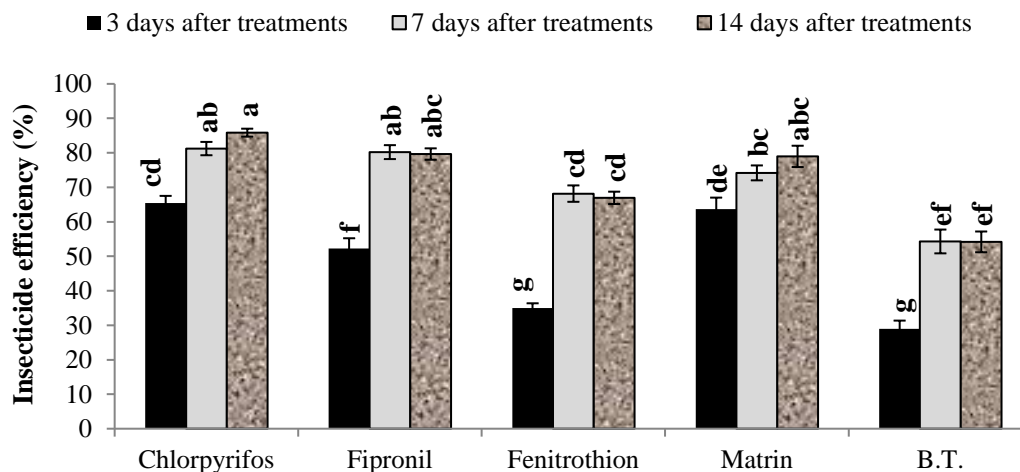
Source	Degree of freedom	Sum of squares	Mean squares	F
Block	3	1997.4	665.8	6.78 **
Sampling time	2	7279.26	3639.63	37.06 **
Treatments	4	8137.21	2034.3	20.72 **
Sampling time × Treatments	8	721.43	90.18	0.25 n.s.
Error	42	4124.46	98.2	
Total	59	22259.76		
CV %:	15.34			

n.s.: No significant difference

\*\* : significant difference

بی‌تی+ماترین+نیم علیه لارو سفیده بزرگ کلم، *Pieris brassicae* Linnaeus بالاترین کارایی با میانگین ۹۴/۱ درصد را در کمترین غلظت این ترکیبات یعنی ۰/۰۵ درصد نشان داد. فعالیت حشره کشی ماترین، نیم و بی‌تی به تنهایی با نسبت ۰/۱ درصد وزنی/حجمی یا ترکیب‌ها با نسبت ۰/۰۵ درصد وزنی/حجمی علیه لارو کرم برگ‌خوار کلم، *P. rapae* Linnaeus با روش محلولپاشی روی دیسک برگی مورد بررسی قرار گرفت. کارایی حشره کشی ترکیب‌هایی از دو یا سه ترکیب علیه لارو کرم برگ‌خوار کلم، *P. rapae* برابر با ۹۴/۳، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد بود. همچنین، کارایی حشره کشی ماترین ۰/۱ درصد، نیم ۰/۱ درصد، بی‌تی ۰/۱ درصد، بی‌تی+ماترین ۰/۰۵ درصد و بی‌تی+ماترین+نیم ۰/۰۵ درصد، ۳۵ روز بعد از تیمار روی لاروهای بید کلم، *Plutella Xylostella* Linnaeus به ترتیب ۸۸، ۸۶، ۸۲، ۹۰ و ۹۴ درصد برآورد شد (Kim et al., 2013). در پژوهش دیگری اثر چند حشره کش (ایندوکساکارب، دلتامترین، دیازینون، فن‌والریت، آلفاسایپرمترین+تفلوبنزورون و پژوهشگران با مقایسه کارایی حشره کش‌های رایج با حشره کش‌های جدید برای کنترل کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت *Ostrinia nubilalis* Hubner نشان دادند که بیشترین درصد کارایی مربوط به حشره کش اسپینوساد و به میزان ۸۳/۸ درصد بود. بیشترین تعداد سوراخ ساقه ذرت نیز در تیمارهای دلتامترین (۲۲ سوراخ)، کلرپایریفوس (۲۴ سوراخ) و شاهد (۳۷ سوراخ) قرار داشت (Azarmi et al., 2015).

در مطالعات انجام شده در رابطه با تأثیر ترکیبات شیمیایی مختلف بر کنترل کرم ساقه‌خوار برنج، حشره کش‌های هگزافلومورون، پروکلیم‌فیت و ایمونیت کارایی قابل توجهی در مقایسه با آفت کش‌های رایج نظیر دیازینون و فیرونیل داشتند (Pouramiri et al., 2018; Vaziri Archangani et al., 2018; Sharifi et al., 2021). در پژوهش دیگری، مقادیر LC<sub>50</sub> کلرپایریفوس و فیرونیل برای کنترل جمعیت‌های مختلف کرم ساقه‌خوار برنج به ترتیب در گستره ۹۷/۰۵-۹۷/۸۷ و ۶۸/۶۰-۳۰/۱۴ نانوگرم بر مترمربع به دست آمد. از طرف دیگر، همه جمعیت‌های مورد مطالعه کرم ساقه‌خوار برنج هنوز به کلرپایریفوس و فیرونیل با LC<sub>50</sub> در گستره‌ای از ۳۰ تا ۵۵۳ نانوگرم بر مترمربع نسبتاً حساس بودند (Cheng et al., 2010). در مطالعه حاضر نیز کلرپایریفوس و فیرونیل اثر کنترلی بالایی داشته و به ترتیب کارایی ۸۵/۸۵ و ۸۰/۲۱ درصدی را نشان دادند. پژوهش‌های دیگری نشان دادند که حشره کش‌های کلرپایریفوس و فیرونیل موجب کنترل بیش از ۹۰ درصدی آفت شدند و خسارت را به کمتر از ۵ درصد کاهش دادند (Chen & Klein, 2012). این نتایج نشان دهنده کارایی قابل توجه ترکیبات دوست-دار محیط زیست یعنی بی‌تی و ماترین علیه آفات بالپولکدار می‌باشند که در راستای یافته‌های مطالعه حاضر است. اثرات حشره کشی بی‌تی، نیم و ماترین به تنهایی و ترکیب آن علیه آفات مهم کلم چینی ارگانیک مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به دست آمده نشان داد که



شکل ۴. میانگین (± خطای معیار) کارایی حشره کش‌های مختلف بر کنترل کرم ساقه‌خوار برنج در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری  
 Figure 6. Mean (± SE) of different insecticides efficiency on the effectiveness of controlling the rice stem borer at different sampling times. Different letters indicate the existence of a significant difference using Duncan's multiple range tests at  $P < 0.05$ .

گونه آفت مهم کشاورزی شامل پسیل آسیایی مرکبات *Diaphorina citri* Kuwayama، کنه قرمز مرکبات *Panonychus citri* Kuwayama (McGregor)، شپشه یا سرخرطومی ذرت *Sitophilus zeamais* Motschulsky و کرم برگ‌خوار پائیزه، *Spodoptera frugiperda* Smith مورد ارزیابی قرار گرفت و گزارش شد که حشره کش مورد مطالعه اثرات کشنده و زیرکشنده را روی همه گونه‌های آفات موجب شده است. با این حال، فعالیت کنه کشی آن علیه *P. citri* بین ۱۰ و ۱۰۰ برابر بیشتر از فعالیت حشره کشی آن روی سه آفت دیگر بود. علی‌رغم کارایی بالای آن، این حشره کش زیستی اثر باقیمانده کوتاه (تقریباً یک روز) را نشان داد (Zarandi et al., 2015). اثر ماترین روی پسیل پسته با سایر حشره کش‌های رایج (اسپیروتترامات و ایمیداکلوپراید) علیه این آفت بررسی شد و نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد روی آگرو با دوز ۱ تا ۱/۵ در هزار توانسته است جمعیت آفت را همانند حشره کش‌ها مقایسه کنترل کند و همچنین از دیگر مزایای روی آگرو بر بعضی حشره کش‌های مورد مقایسه از جمله سرعت تاثیر در ۲ روز و دوام تاثیر

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که کلرپایریفوس کارایی بالایی را در کنترل کرم ساقه‌خوار برنج داشت. اختلاف مشاهده شده در نتایج دو پژوهش می‌تواند به سبب متفاوت بودن ساقه‌خوارها و شرایط انجام آزمایش‌ها بوده باشد. ارزیابی مزرعه‌ای بی‌تورین، یک فرمولاسیون تجارتي از باکتری *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* روی کرم ساقه‌خوار نواری برنج، *C. suppressalis* با دو فاکتور مقدار محلول‌پاشی (۰/۵، ۱ و ۱/۵ لیتر در هکتار از باکتری باسیل و تیمار شاهد آب‌پاشی) و تعداد محلول‌پاشی (یک، دو و سه بار) انجام گرفت و نتایج نشان داد که در مرحله زایشی گیاه برنج در مزرعه، کمترین درصد آلودگی خوشه‌های سفید شده در نسل دوم آفت در تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار با دو و سه بار محلول‌پاشی به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۸۳ درصد به دست آمد. همچنین محلول‌پاشی بی‌تورین با ۱/۵ لیتر در هکتار با دو و سه بار مصرف در مرحله زایشی گیاه برنج از کارایی (۴۲/۹۳ و ۴۸/۴۸ درصد) بیشتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود (Majidi-Shilsar, 2014). فعالیت حشره کش زیستی بر پایه ماترین علیه چهار

تا هفت روز پس از سمپاشی دوم کاهش دهد و کرم ساقه‌خوار زرد را روی برنج هفت روز بعد از سمپاشی اول و دوم کاملاً از بین ببرد. در مطالعه حاضر نیز کلرپایرفوس بالاترین کارایی در میان حشره‌کش‌های مورد بررسی را با میانگین ۸۵/۸۵ درصد در چهارده روز پس از اعمال تیمارها به خود اختصاص داد (Thein et al., 2019).

در مطالعه حاضر نیز ماترین کارایی بالایی (۷۸/۹۷ درصد) را در کنترل کرم ساقه‌خوار برنج نشان داد که در توافق با نتایج پژوهش فوق در رابطه با اثر کنترلی قابل توجه این ترکیب در کنترل آفات می‌باشد. کارایی حشره‌کش جدید روی آگرو (غلظت‌های یک و دو در هزار) با حشره‌کش‌های مالاتیون و هگزافلومرون با غلظت دو در هزار جهت کنترل سوسک برگ‌خوار غلات، *Lema melanopa* Linnaeus در شرایط مزرعه مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج نشان داد که حشره‌کش جدید و زیست‌سازگار ماترین با غلظت دو در هزار می‌تواند به عنوان جایگزین ترکیبات خطرناک مانند مالاتیون جهت کنترل سوسک برگ‌خوار گندم باشد (Sharifi et al., 2020). در پژوهش دیگری با مقایسه تأثیر ماترین (روی آگرو) با غلظت ۵۰۰ سی‌سی در هکتار و بی‌تی با غلظت ۲-۱/۵ کیلوگرم در هکتار با حشره‌کش‌های دیگر بر جمعیت لاروهای کرم غوزه پنبه، *Helicoverpa armigera* Hubner در شرایط مزرعه‌ای گزارش کردند که پس از چهار روز کارایی ماترین و بی‌تی به ترتیب ۴۷/۹ و ۴۶/۴ درصد و در نقطه پایانی آزمایش (۳۰ روز بعد از اعمال تیمارها) به ترتیب ۵۵/۵ و ۴۸/۵ درصد برآورد شد (Bagheri et al., 2021).

### نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که به ترتیب حشره‌کش‌های فنیتروتیون، فیرونیل، کلرپایرفوس، ماترین و بی‌تی به طور معنی‌داری باعث کاهش درصد

حداقل تا ۱۴ روز می‌توان اظهار داشت که روی آگرو بتواند در شرایط فعلی برای کنترل آفت پسیل کمک مناسبی انجام دهد (Emami Shaher Baback, 2017). حشره‌کش زیستی بی‌تی) بر کنترل کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، *O. nubilalis* ارزیابی شد. محققان بیان داشتند که حشره‌کش زیستی بی‌تی با غلظت ۲ کیلوگرم در هکتار بر کنترل کرم ساقه‌خوار اثر مثبتی داشت (Molaei & Jamshidi, 2018)، اما کارایی آن در مقایسه با حشره‌کش‌های دیگر به طور معنی‌داری کمتر بوده، در حالی که نسبت به شاهد توانست کنترل معنی‌داری را نتیجه دهد. نتایج پژوهش فوق با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت دارد. در مطالعه مدیریت تلفیقی کرم ساقه‌خوار نواری برنج، *C. suppressalis* روی برنج طارم هاشمی تحت شرایط مزرعه تیمار مورد ارزیابی قرار گرفت که شامل زود کاشت، دیر کاشت، آزاد سازی *Trichogramma brassicae* Bezdenko دیازینون گرانول ۱۰٪، حشره‌کش میکروبی بی‌تی، فرمون جنسی، زنبور *T. brassicae* + حشره‌کش میکروبی بی‌تی، زنبور *T. brassicae* + فرمون جنسی، فرمون جنسی + بی‌تی + زنبور *T. brassicae* و تیمار کنترل بود، نتایج نشان داد که بهترین عملکرد در درصد غلاف برگ‌مایل به قهوه‌ای، مرگ جوانه مرکزی، سفید شدن خوشه‌ها یا سرسفیدی، عملکرد در هکتار و درصد تبدیل شالی به برنج سفید مربوط به مدیریت تلفیقی رهاسازی زنبور *T. brassicae* + فرمون جنسی + کاربرد بی‌تی بود (Toorani et al., 2019). نتایج مطالعات فوق نشان دهنده تأثیر قابل توجه حشره‌کش بی‌تی در کنترل آفات بالپولکدار به ویژه کرم ساقه‌خوار برنج می‌باشد که در راستای یافته‌های مطالعه حاضر است. همچنین مطالعات نشان دادند که کلرپایرفوس با غلظت ۰/۳ لیتر در هکتار توانست کرم ساقه‌خوار زرد را کنترل کند و درصد مرگ جوانه مرکزی را در هفت روز پس از سمپاشی اول

تفاوت معنی داری نداشت. نکته قابل ذکر این است که اثر حشره کشی و کارایی ترکیبات مورد بررسی با گذشت زمان افزایش پیدا کرده است؛ به طوری که بالاترین درصد کارایی حشره کش ها در پایان آزمایش در روز چهاردهم بعد از اعمال تیمارها بدست آمد. براساس یافته های مطالعه حاضر، می توان از حشره کش ماترین عنوان جایگزین مناسبی برای حشره کش های شیمیایی پرخطر در کنترل کرم ساقه خوار برنج در مزارع برنج شمال کشور استفاده کرد.

آلودگی ساقه به مرگ جوانه مرکزی در بوته های برنج شدند. بررسی درصد کارایی حشره کش های مورد مطالعه در کنترل کرم ساقه خوار برنج نشان داد که ماترین با کارایی ۷۸/۹۷ درصد اختلاف معنی داری با حشره کش های کلرپایرفوس و فیپرونیل نداشت و توانست کرم ساقه خوار برنج را به خوبی کنترل کند. همچنین، حشره کش بی تی با آنکه با اختلاف معنی دار، کارایی کمتری نسبت به کلرپایرفوس، فیپرونیل و ماترین داشت، اما اثر کنترلی آن با حشره کش فنیتروتیون

## REFERENCES

- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Mohammadnia, A., Esfandiaripour S, & Taleghani, R. (2021). Agricultural statistics: 2019-20 Cropping cycle. The first volume: Crops. *Ministries of Agricultural- Jihad*, Tehran. 97 pp.
- Akdeniz, D. & Ozmen, A. (2011). Antimitotic effects of the biopesticide oxymatrine. *Caryologia*, 64, 117–120.
- Amini, A., Nouri, S. E. & Aslani Sangdeh, B. (2014). Evaluation of Rice Production Sustainability Using Multi Criteria Decision Making Methods: The case of Rezvanshahr County. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 11(1), 101-127.
- Asghari Tabari, B., Sheikhi Gorjan, A., Shojaei, M., Rajabi, M. Z. & Yousefi Porshekeh, A. (2009). Susceptibility of three developmental stages of *Liriomyza sativa* Blanchard (Dip: Agromyzidae) to biorational insecticides in vitro conditions. *Journal of Entomological Research*, 1, 23– 4.
- Azarimi, Y., Lotfalizadeh, H. & Taghizadeh, M. (2015). To Evaluate the Efficacy of Different Insecticides on Reduction of European Corn Borer, *Ostrinia nubilalis* Hubner., Damage in Moghan Region. *Pesticides in Plant Protection Science*, 2(1), 19-30.
- Bagheri, N., Mohammadi Sharif, M. & Golmohammadi, G. R. (2021). Comparing the efficacy of some chemical and non-chemical insecticides for control of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) under cotton field conditions. *Plant protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 44(3), 141-135. <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2012.724469>.
- Chen, R. & Klein, M. G. (2012). Efficacy of insecticides against the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae), and use of sex pheromones to time accurately the yearly application. *International Journal of Pest Management*, 58(4), 354-360. <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2012.724469>.
- Cheng, X., Chang, C. & Dai, S. M. (2010). Responses of striped stem borer, *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae), from Taiwan to a range of insecticides. *Pest Management Science*, 66(7), 762-769. <https://doi.org/10.1002/ps.1939>.
- El-Mageed, A. E. M. A. & Shalaby, S. E. M. (2011). Toxicity and biochemical impacts of some new insecticide mixtures on cotton leaf worm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Plant Protection Science*, 47, 166–175. <https://doi.org/10.17221/3/2011-PPS>.

- Emami Shaher Baback, Y., Basirat, M., Rajabi Momenabad, A., Mirzaie Malekabad, R., & Masuomi Riseh, H. (2017). Effect of Agro Zinc Pesticide on Common Pistachio Emission of *Agonoscaena pistaciae* and Its Side Effects on Two Natural Enemies of this Pest. Final report of the research project. *Agricultural Research, Education and Extension Organization*. 30 pp.
- Henderson, C. F. & Tilton, E. W. (1955). Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of economic entomology*, 48(2), 157-61. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>
- Hasni Moghadam, M., Asadpour, H. & Samalandrov, A. (2013). Investigating the analysis of the challenges and bottlenecks of biological control development in the management of the fight against the rice stem borer from a socio-economic point of view. *Journal of Plant Pests and Diseases*, 80 (1), 69-80. <https://doi.org/10.22092/jaep.2012.100892>.
- Khanjani M. 2012. Crop plant pests of Iran. *BoAli Sina University Press*, Hamedan. 720 p.
- Kim, M. J., Shim, C. K., Kim, Y. K., Jee, H. J., Yun, J. C., Hong, S. J., Park, J. H. & Han, E. J. (2013). Insecticidal effect of organic materials of Bt, neem and matrine alone and its mixture against major insect pests of organic Chinese cabbage. *The Korean Journal of Pesticide Science*, 17(3), 213-9.
- Majidi Shilsar, F. & Ebadi, A. A. (2013). Management of striped stem borer, *Chilo suppressalis* Walker on hybrid rice in the paddy field. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, 26(4), 416-423. <https://doi.org/10.22067/jpp.v26i4.18429>
- Majidi Shilsar, F., Amouoghli Tabari, M. & Amini-Khalafbadam, M. (2013). Evaluation of the Effectiveness of Fipronil Insecticide in Control of *Chilo suppressalis* Walker in the Paddy Field. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, 27(3), 333-341. <https://doi.org/10.22067/jpp.v27i3.26760>
- Majidi-Shilsar, F., Tarang, A., Hosseinichaleshtari, M., Alagholipour, M. & Khoshkdaman, M. (2021). Screening of twenty rice genotypes for tolerance or resistance to striped stem borer (*Chilo suppressalis*) in paddy field. *Plant Pests Research*, 11(2), 1-14. <https://doi.org/10.22124/iprj.2021.5026>.
- 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.
- Majidi-Shilsar, F. (2014). Field evaluation of Bithurin, a commercial formulation of *Bacillus thuringiensis* against stripped stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. *Plant Pests Research*, 4(2), 47-58.
- Marzban, R., Kalantary, M. & Yousefi, A. (2014). Familiarity with the use of Biti bacteria in agricultural products. Promotional publication, *Iran's Plant Protection Research Institute*, Tehran. 14pp.
- Medo, I. & Marcic, D. (2013). The effects of Kingbo biopesticide on *Tetranychus urticae* Koch female adults. *Pesticides and Phytomedicine*, 28, 195-202. <https://doi.org/10.2298/pif.v28i3.4321>.
- Molaei, M. & Jamshidi, S. (2018). Effect of some chemical and biological insecticides on European corn borer control in Moghan region. *Agroecology Journal*, 14(1), 21-38.

- Noorbakhsh, S. 2018. List of important pests, diseases, and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods for their control. Ministry of Agriculture Jihad and Plant Protection Organization. 209 pp.
- Pouramiri, M., Alinia, F., Imani, S., Shayanmehr, M. & Ahadiyat, A. (2018). Efficiency of selected pesticides and integrated pest management approaches for control of *Chilo suppressalis* (Walker) (Lep.: Crambidae) in double cropping rice systems. *Plant Pests Research*, 8(1), 45-56. <https://doi.org/10.22124/iprj.2018.2837>
- 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. <https://doi.org/25.224587>.
- Osku, T. & Nasieri, M. (2014). Investigating the resistance and susceptibility of promising lines to striped stem borer (*Chilo suppressaliss* Walker). *Journal of Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 37(2), 15-24. [https://plantprotection.scu.ac.ir/article\\_10718\\_d36799a712030e6af1c6a7dd095a548e.pdf](https://plantprotection.scu.ac.ir/article_10718_d36799a712030e6af1c6a7dd095a548e.pdf).
- Perme, Z. & Gilanpour, A. (2018). Investigating the policies of rice market regulation in Iran and comparing it with selected countries and providing solutions to improve its market regulation. *Commercial Studies Quarterly*, 7(38), 32-49. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.25383876.2021.5.1.5.9>.
- Rokhshani, A. (2019). Principles of agricultural toxicology (pesticides). *Farhang Universal Publications*, Tehran. 374 pp.
- Saeb, H., Hasni Moghadam, M. & Najafi Nawai, A. (2013). Determining the level of economic losses of stem borer in early and late rice cultivars by chemical and biological methods. *The 16th Iranian Plant Protection Congress*, Tabriz University, Tabriz. 299 pp.
- SAS Institute. 2018. SAS/STAT user's guide, version 9.1. Statistical analysis system Institute, Electronic version, Gary, NC. USA.
- Sharifi, M., Tabrizi Mistani, M., Rajaei, A. R., Mobasheri, M. T., Ghaderi, K. & Khamar, E. (2021). Comparison of the Efficacy of Safe Compounds on the Control of Rice Stem Borer, *Chilo suppressalis*, and on the Yield Components of Rice in Aerobic Fields of Golestan Province. *Journal Pesticides in Plant Protection Sciences*, 7(2), 109-118. <https://doi.org/10.22092/jppps.2021.126234>.
- Sharifi, M., Mobasheri, M. T., Ghaderi, K. & Malek Shahkoe, S. (2020). Comparison of the efficiency of Rui Agro as new insecticides with Malathion and Hexaflumuron for control of Cereal leaf beetle *Lema melanopa* (Col.: Chrysomelidae) in field conditions. *Journal of Entomological Research*, 12(1), 51-60.
- Su, J., Zhang, Z., Wu, M. & Gao, C. (2014). Changes in insecticide resistance of the rice striped stem borer (Lepidoptera:Crambidae). *Journal of Economic Entomology*, 107, 333–341. <https://doi.org/10.1603/EC13285>.
- Tabari, A., Alinia, F., Ghahari, H. & Hajiamiri, M. (2009). Study on the number of application of diazinon (G10%) insecticide against striped stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. *Iranian Plant Protection research*, 23 (2), 34-26. <https://doi.org/10.22067/jpp.v23i2.2547>.

Tabari, A., Ghahari, H. & DadpoorMoghanloo, H. (2011). Rice stem worm. *Technical-Scientific Journal of the Ministries of Agricultural Jihad, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Country Rice Research Institute, Rasht*, 39 pp.

Thein, O., Ko, K. & Tun, H. L. (2019). Comparison on chemical control of yellow rice stem borer on summer rice in Myaungmya seed farm, Myaungmya township, Ayeyarwaddy region by Mixture of Chlorpyrifos and Cypermethrin, Chlorpyrifos alone and Cypermethrin alone. *Dagon University Commemoration of 25th Anniversary Silver Jubilee Research Journal*, 9(2), 252-258.

Toorani, A. H., Abbasipour, H., Amiri Besheli, B. & Heydari, S. (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*, 52(13-14), 1079-1094. <https://doi.org/10.1080/03235408.2019.1679949>.

Yao, R., Zhao, D.D., Zhang, S., Zhou, L. Q., Wang, X., Gao, C. F. & Wu, S. F. (2017). Monitoring and mechanisms of insecticide resistance in *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Crambidae) with special reference to diamides. *Pest Management Science*, 73(6), 1169–1178. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.4439>.

Yousefi, S. (2009). Factors affecting the decision-making of farmers in Isfahan province in the management of rice pest control. Master's thesis on rural development. *Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan*. 120pp.

Vaziri Archangani, S., Sharifi, M. & Javar S. (2018). Comparison of insecticidal efficiency between two poisons, Proclaim Fit and Imunit, on the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae). The 8th national conference on sustainable agriculture and natural resources. *Mehr Arvand Institute of Higher Education, Tehran*. 9pp.

Zibae, A., Sendi, J.J., Ghadamyari, M., Alinia, F. & Etebari, K. (2009). Diazinon resistance in different selected strains of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Crambidae) in NorthernIran. *Journal of Economic Entomology*, 102(3), 1189–1196. <https://doi.org/10.1603/029.102.0343>

Zarandi, O. Z., Ribeiro, L. P., Ansante, T. F., Santos, M. S., Bordini, G. P., Yamamoto, P. T. & Vendramim, J. D. (2015). Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. *Crop Protection*, 67, 160-167. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2014.10.010>.



© 2023 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



**Comparison of the effectiveness of some bio- and conventional insecticides for the control of rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Crambidae) in Gorgan**

M. Tabrizi Mistani<sup>1</sup>, M.H. Sarailoo<sup>2</sup>, M. Sharifi<sup>3\*</sup>

1. M.Sc. student of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. **\*Corresponding Author:** Assistant Professor Plant Protection Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran (mahboobehsharifi67@yahoo.com)

Received: 7 August 2023

Accepted: 8 November 2023

---

**Abstract**

**Background and Objectives**

Rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Crambidae), is one of the most important and destructive rice pests in the world, including Iran, especially in the northern provinces. Every year, a significant amount of chemical insecticides are introduced into the environment to control this pest, which has caused many concerns in human health (rice farmers and consumers) and other organisms (aquatic, birds, livestock, etc.). Therefore, replacing high-risk chemical insecticides with environmentally friendly and safe compounds can reduce the side effects of pesticides and reduce the occurrence of resistance in this pest to the insecticides used and, as a result, control it more effectively. This study was conducted to compare the effectiveness of several common biological and chemical insecticides to control the rice stem borer, *C. suppressalis*.

For this purpose, a study was designed as a randomized complete block design with six treatments and four replications and was carried out in a field located in Hashemabad village, Gorgan city, Iran. The experimental treatments included chlorpyrifos (Dursban<sup>®</sup>, EC 40.8%, 2 L/hectare), fipronil (Regent<sup>®</sup>, SC 50%, 1 L/hectare), fenitrothion (Sumithion<sup>®</sup>, EC 50%, 1.5 L/hectare), B.T. (1 L/hectare), Matrin (Rui Agro<sup>®</sup>, SL 0.6%, 1 L/hectare), and a control group (water foliar spraying). Additionally, the larval population was sampled one day before foliar spraying and 3, 7, and 14 days after foliar spraying. The Henderson-Tilton formula was used to calculate the mortality rate (insecticide efficiency). Analysis of variance was performed using the GLM model with SAS software. Means were compared using Duncan's multi-range test at the 5% probability level.

The analysis of variance indicated significant differences among the treatments in terms of stem infection percentage and death of the central bud at 7 and 14 days after treatment application. Additionally, the analysis of variance results for stem contamination after 14 days of insecticide application revealed that all insecticides could reduce stem contamination compared to the control treatment, with some insecticides falling within the same statistical group. Regarding the effectiveness of the treatments in controlling the rice stem borer, the analysis of variance results showed that chlorpyrifos, Matrine, and fipronil were the most effective insecticides, followed by fenitrothion and BT, at 3 days after treatment application. At 7 days after treatment application, chlorpyrifos exhibited the highest efficiency, averaging 81.24%, which was not significantly different from fipronil and Matrine. Fenitrothion and BT



insecticides demonstrated the lowest efficiency. The same trend persisted 14 days after treatment application, with chlorpyrifos achieving the highest efficiency at an average of 85.85%. There were no significant differences between chlorpyrifos, fipronil, and Matrine, which had efficiencies of 79.65% and 78.97%, respectively. BT insecticide recorded the lowest efficiency level at 54.18%, which was significantly different from the other insecticides.

Based on the present study's findings, it is evident that insecticides such as Chlorpyrifos and Fipronil, which have been extensively used in Iran for the chemical control of the rice stem borer, have raised concerns regarding the development of resistance in this pest. Therefore, it is advisable to consider alternatives such as Matrine, which is safer and less hazardous. Matrine, with its distinct mode of action, can serve as a highly suitable option for controlling the rice stem borer while reducing the likelihood of resistance development against insecticides.

**Keywords:** *chlorpyrifos, Matrin, B.T., stem contamination, efficiency*

---

Associate editor: M. Ziaee (Ph.D.)

**Citation:** Tabrizi Mistani, M., Sarailoo, M.H. & Sharifi, M. (2023). Comparison of the effectiveness of some bio- and conventional insecticides for the control of rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Crambidae) in Gorgan. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 46(3), 1-15. <https://10.22055/ppr.2023.44504.1704>.