



علمی پژوهشی

## تأثیر سطوح مختلف کودهای نیتروژنی و پتاسیمی بر جبران خسارت ساقه‌خوار نواری برنج، *Chilo suppressalis* (Lep.: Crambidae) در مزرعه

فرزاد مجیدی شیل سر\* و حسن شگری واحد

موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶)

### چکیده

استفاده از کود پتاسیمی به همراه کود نیتروژنی می‌تواند در بازیابی آسیب‌های گیاه برنج در هنگام حمله کرم ساقه‌خوار مفید باشد که در نهایت منجر به کاهش مصرف حشره‌کش‌های شیمیایی در شالیزار می‌شود. این پژوهش در مرحله رویش گیاه و نسل اول آفت روی برنج رقم هاشمی انجام شد. برای انجام آزمایش از تیمارهایی به شرح زیر استفاده شد: T0= بدون استفاده از کود نیتروژنی و پتاسیمی (شاهد)، T1= مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره+۱۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم، T2= مصرف ۱۳۰ کیلوگرم کود اوره+۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم، T3= مصرف ۱۶۳ کیلوگرم کود اوره+۲۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم، T4= مصرف ۱۹۵ کیلوگرم کود اوره+۲۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین مقدار کودی ترکیب کودهای نیتروژنی و پتاسیمی به ترتیب ۱۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت تقسیم در دو مرحله می‌تواند خسارت کرم ساقه‌خوار نواری برنج را در نسل اول و در مرحله رویش گیاه برنج جبران نموده و حتی منجر به افزایش عملکرد آن نسبت به تیمار شاهد شود. همچنین، رابطه رگرسیونی بین جوانه‌های مرکزی مرده و میزان عملکرد محصول برنج ناشی از تیمارهای کودی طی دو سال پژوهش نشان داد که با کاهش درصد آلودگی جوانه‌های مرکزی در نسل اول، میزان عملکرد محصول در تیمارهای مورد آزمایش روند افزایشی داشت. بنابراین، موفقیت در مدیریت ساقه‌خوار نیازمند توسعه روش‌های بهینه برای جبران خسارت و افزایش تولید برنج می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** برنج، جبران، جوانه مرکزی مرده، کنترل به‌زراعی، کود شیمیایی

## مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یک محصول غذایی اصلی و مهم برای بیش از نیمی از جمعیت جهان است و بیش از ۵۰ درصد از کالری دریافتی روزانه را به خود اختصاص می‌دهد (Khush, 2005). آفات حشره‌ای و عوامل بیمارگر گیاهی یک چالش بسیار جدی در بهبود بهره‌وری و دستیابی به تولید هستند. حدود ۵۲ درصد از تولید جهانی برنج سالانه به دلیل آسیب ناشی از عوامل تنش زیستی از بین می‌رود که ۲۱ درصد آن به حمله آفات حشره‌ای نسبت داده می‌شود (Yarasi, 2008). تلفات کلی ناشی از آسیب حشرات در برنج ۲۵ درصد برآورد شد (Dhaliwal et al., 2010). از این میان، ۲۰ تا ۳۰ درصد آسیب مزارع برنج کشورهای شرق آسیا به تنهایی توسط کرم ساقه‌خوار زرد، *Scirpophaga* (Walker) *incertulas* ایجاد می‌شود (Lal, 1996). تهدید آفات حشره‌ای همراه با استفاده نامتعادل از مواد مغذی گیاهی، از عوامل اصلی بهره‌وری پایین محسوب می‌شود. استفاده منطقی از کودهای نیتروژنی، پتاسیمی و فسفره<sup>۱</sup> به عنوان اقدامات زراعی حیاتی در استراتژی-مدیریت تلفیقی آفات<sup>۲</sup> برنج در نظر گرفته می‌شود طغیان و خسارت حشره آفت را به کمترین مقدار می‌رساند. در ضمن، عملکرد را به طور قابل توجهی افزایش و کیفیت برنج را بهبود می‌بخشد. کودهای نیتروژنی، فسفره و پتاسیمی از مواد مغذی ضروری گیاهی در تولید برنج هستند. همچنین، مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی با تغییر خصوصیات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاهان میزبان از طریق انتخاب میزبان و تناسب بوم‌شناختی مانند زنده‌مانی، رشد، باروری و کاهش قابل توجه مقاومت میزبان در برابر گیاه‌خواران، باعث افزایش بروز آفات حشره‌ای می‌شود و این کار، شرایط تغذیه-ای برای گیاه‌خواران را بهبود می‌بخشد (Barbour et al., 1991). استفاده از پتاسیم (K) به عنوان یک ماده مغذی اصلی گیاه، سنتز پروتئین را افزایش می‌دهد و در نتیجه، محتوای اسید آمینه شیره گیاهی را با کاهش مطلوبیت برای تولید مثل آفات مکنده کاهش می‌دهد (Samiyyan and

(Janarthanan, 1988). بنابراین، کوددهی نه تنها بر رشد و نمو بلکه در عملکرد گیاهان زراعی تأثیر می‌گذارد، بلکه فعالیت آفات حشره‌ای را به طور مستقیم و غیر مستقیم با تأثیر نهایی بر عملکرد تنظیم می‌کند. ساقه‌خوارهای خانواده Pyralidae و Crambidae مانند کرم ساقه‌خوار زرد، *Scirpophaga incertulas* (YSB)، کرم ساقه‌خوار نواری، *Chilo suppressalis* Walker، کرم سفید، *S. innotata* (WSB)، ساقه‌خوار طلایی، *C. auricilius*، کرم ساقه‌خوار سر سیاه *C. polychrysus* و کرم ساقه‌خوار صورتی، *Sesamia inferens* از جمله حشرات اصلی برنج هستند. در میان آن‌ها، کرم ساقه‌خوار زرد غالب‌ترین گونه در مناطق گرمسیری آسیا است، در حالی که کرم ساقه‌خوار نواری، گونه اصلی در کشورهای با آب و هوای معتدل است. لارو ساقه‌خوار جوان از برگ و داخل غلاف برگ، ولی لاروهای مسن داخل ساقه از بافت-های آوندی تغذیه می‌کنند (Alinia et al., 2000).

مجیدی شیل سر (Majidi-Shilsar, 2019) اظهار داشت که کرم ساقه‌خوار نواری برنج در تمام استان‌های برنج-خیز کشورمان به استثنای استان خوزستان زندگی می‌کند و به علت مخفی بودن مرحله خسارتزا (لاروی) کنترل آن مشکل است. همچنین، به دلیل شرایط سخت کنترل این آفت، امروزه بین ۴۰۰۰ تا ۸۰۰۰ تن حشره کش گرانول دیازینون در مزارع برنج مصرف می‌شود (Majidi-Shilsar, 2015). گزارش شده است که آلودگی گونه‌های مختلف ساقه‌خوارهای برنج تحت تأثیر کودهای نیتروژنی قرار می‌گیرند، به طوری که جوانه‌های مرکزی مرده و خوشه‌های سفید شده ناشی از YSB با سطوح نیتروژن بالاتر افزایش می‌یابد (Yein. and Das, 1988). اثرات مشابهی از مصرف نیتروژن بر بروز SSB نیز مشاهده شده است (Tan, 1986; Swaminathan, et al., 1985; Ma. and Lee, 1996). در میان کودها، پتاسیم نقش حیاتی در رشد و متابولیسم محصول دارد. پتاسیم برای افزایش استحکام و کیفیت فیبر در گیاه مورد توجه قرار گرفته است. همچنین، کودهای پتاسیمی

ساقه خوار نواری و کاهش مصرف حشره کش ها در شرایط مزرعه می باشد (Sarwar, 2012).

### مواد و روش ها

این تحقیق در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات برنج (رشت) انجام شد. خزانه گیری در دهه دوم فروردین ماه سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام و نشاءها پس از ۳ تا ۴ برگی شدن (۲۰ تا ۲۵ روزه) در اواسط اردیبهشت به زمین اصلی منتقل شدند. در این آزمایش، رقم برنج مورد مطالعه رقم هاشمی بود. در زمین اصلی نشاء به فاصله ۲۰×۲۰ سانتی متر از همدیگر نشاکاری شدند. اندازه هر کرت آزمایشی ۲۰ متر مربع (۴×۵ متر) بود. کنترل بیماری های رایج و علف های هرز در قطعات آزمایشی طبق توصیه های بخش تحقیقات گیاهپزشکی مؤسسه انجام شد. برای تامین آلودگی بیشتر، در قطعات آزمایشی لامپ های ۱۰۰ وات نصب شدند (داخل هر بلوک ۵ عدد به فاصله ۱۰ متر). این آزمایش با هدف، بکاربردن مقادیر مختلف کودهای نیتروژنه و پتاسه برای جبران خسارت ناشی از کرم ساقه خوار نواری انجام شد. در این تحقیق روی مرزهای هر قطعه تا عمق ۵۰ سانتی متر به منظور جلوگیری از نفوذ عمقی آب و کود با پلاستیک مهار شد. برای انجام آزمایش، نیتروژن و پتاسیم به ترتیب از منابع اوره و سولفات پتاسیم (شرکت خدمات حمایتی کشاورزی، مربوط به سال ۱۴۰۰ بود) تامین شدند. (سولفات پتاسیم، کود پودری سفید یا کرم رنگ است که مقدار پتاسیم آن به صورت K<sub>2</sub>O حدود ۵۰ درصد می باشد و فرم قابل جذب آن برای گیاهان (K<sup>+</sup>) است. تیمارهای مورد آزمایش به شرح زیر می باشد: T<sub>0</sub>=بدون استفاده از کود نیتروژنه و پتاسیمی (شاهد)، T<sub>1</sub>=مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره+ ۱۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیمی، T<sub>2</sub>=مصرف ۱۳۰ کیلوگرم کود اوره+ ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم، T<sub>3</sub>=مصرف ۱۶۳ کیلوگرم کود اوره+ ۲۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم، T<sub>4</sub>=مصرف ۱۹۵ کیلوگرم کود اوره+ ۲۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسی). مصرف کود پتاسیمی ۵۰ درصد در زمان نشاکاری و ۵۰ درصد بقیه در مرحله وجین اول و کود نیتروژنه ۵۰ درصد در زمان نشاکاری و ۵۰ درصد بعد از مشاهده آلودگی جوانه های مرکزی مرده

یکی از مهم ترین منابع تأمین عنصر پتاسیم در گیاهان محسوب می شود. گیاه برنج در کمبود پتاسیم مقاومت خودشان را به تنش ها، آفات و بیماری ها از دست می دهند (Read et al., 2006). پتیگرو (Pettigrew, 2008) نشان داد که پتاسیم به عنوان یک فعال کننده آنزیمی در بیش از ۶۰ واکنش آنزیمی نقش دارد که این آنزیم ها در بسیاری از فرآیندهای گیاه مانند فتوسنتز، تنفس، متابولیسم کربوهیدرات ها، جابجایی و سنتز پروتئین نقش ایفا می کنند. پتاسیم همچنین نقش مهمی در حفظ پتانسیل اسمزی و جذب آب در طول رشد و نمو گیاه دارد و کمبود آن باعث کیفیت پایین تر و کاهش عملکرد می شود (Oosterhuis, 2001). به تازگی، بیشترین توجه به رابطه بین محتوای پتاسیم در گیاهان میزبان و تغییرات عملکرد آفات حشره ای معطوف شده است. تیواری (Tiwari, 2002) در یک مطالعه ثابت نمود که پتاسیم تحمل گیاه برنج را در برابر شرایط آب و هوایی نامطلوب، طغیان آفات حشره ای و بیماری ها بهبود می بخشد. بررسی های سرور ۲۰۱۲ نشان داد که عنصر پتاسیم یکی از مواد مغذی اصلی گیاه است و موجب بهبود عملکرد و کیفیت محصول برنج می شود. همچنین، او اظهار داشت که مقادیر مختلف کودهای پتاسیمی در ترکیب با کود نیتروژنی باعث جبران خسارت ناشی از آفت ساقه خوار می شود. او گزارش کرد که استفاده از کودهای شیمیایی برای جبران خسارت آفت ساقه خوار آلودگی زیست محیطی ناشی از سمپاشی کاهش می یابد. چنانچه بتوان فقط نسل اول آفت ساقه خوار را با استفاده از تقسیط کودهای شیمیایی برای ۶۰۰ هزار هکتار مدیریت نمود، پیش بینی می شود که مصرف حدود ۹۰۰۰ تن حشره کش ها با فرمولاسیون گرانول کاسته شود. نظر به اینکه مبارزه شیمیایی از یک طرف به دلیل گران بودن حشره کش و ایجاد هزینه غیر قابل انکار و از طرف دیگر با ایجاد مشکلات زیست محیطی، فرصت بررسی و دستیابی به مناسب ترین نسبت های کودی برای کاهش و جبران خسارت کرم ساقه خوار از اهمیت بیشتری را طلب می کند. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات سطوح مختلف کودهای نیتروژنی و پتاسیمی به منظور ترمیم گیاه برنج ناشی از خسارت کرم

با ۷/۴۳ درصد آلودگی جوانه‌های مرکزی در گروه bc قابل مشاهده است. در همین شکل، بیشترین آلودگی مربوط به تیمار T0 با ۲۳/۶۶ درصد آلودگی نشان داده است (شکل ۱). نتایج حاصل از بررسی تاثیر تیمارهای کودی روی عملکرد برنج مربوط به سال ۱۳۹۸ در شکل ۲ نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار عملکرد به ترتیب مربوط به تیمارهای T2 با ۴۱۵۹/۷۵ و تیمار شاهد با ۳۲۳۱/۵۸ کیلوگرم در هکتار بود. سایر تیمارها بین این دو مقدار و به لحاظ آماری به ترتیب در گروه a و c جای گرفتند. با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی می‌توان اذعان داشت که تیمار T2 مناسب‌ترین تیماری کودی برای کاهش میزان آلودگی و جبران خسارت آفت است. به بیان دیگر، در صورت مشاهده آلودگی جوانه‌های مرکزی در نسل اول، چنانچه کود نیتروژنی به مقدار ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود پتاسه در شالیزار استفاده شوند، می‌تواند خسارت آفت ساقه‌خوار را بدون استفاده حشره‌کش جبران نمایند. اما، در دو تیمار T3 و T4 با وجود اینکه مقدار عملکرد نزدیک به عملکرد تیمار T1 می‌باشد، اما مصرف مقادیر بیش‌تری از کودهای شیمیایی در تیمارهای مورد آزمایش از یک سو موجب افزایش هزینه خرید کود پتاسیمی و از سوی دیگر موجب افزایش ورس ساقه‌های برنج خواهد شد و در نتیجه، قابل توصیه برای جبران خسارت آفت ساقه-خوار نمی‌باشد (شکل ۲).

شکل ۳ رابطه رگرسیونی بین جوانه‌های مرکزی مرده و عملکرد محصول برنج ناشی از تیمارهای کودی را در سال ۱۳۹۸ نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که با افزایش درصد آلودگی جوانه‌های مرکزی در نسل اول، عملکرد محصول در تیمارهای مورد آزمایش روند کاهشی داشته است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود بیشترین عملکرد مربوط به تیمار T2 با کمترین آلودگی جوانه‌های مرکزی می‌باشد (شکل ۳).

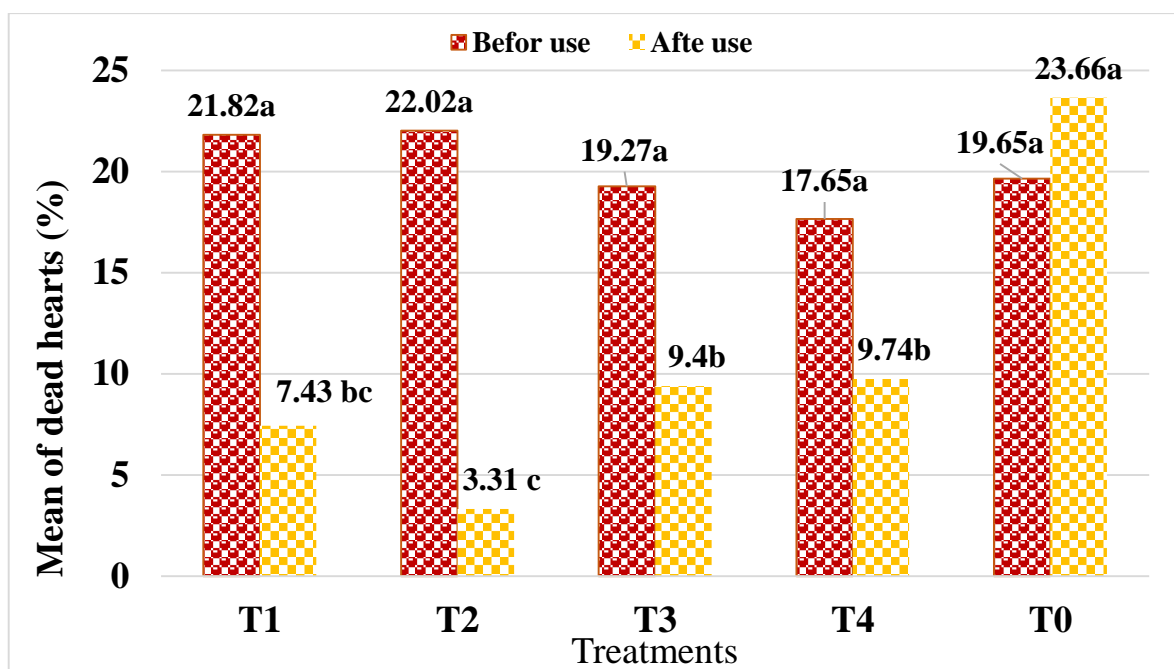
ناشی از خسارت کرم ساقه‌خوار نواری برنج بود. کود فسفره نیز از منبع سوپر فسفات تریپل در پایان مرحله آماده سازی زمین و بر اساس آزمون خاک مصرف شد. شاخص‌های ارزیابی در مرحله رویشی گیاه برنج تعداد ساقه‌های آلوده و درصد آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده و در مرحله رسیدگی کامل برنج، مقدار عملکرد هر تیمار بود. فاصله نمونه برداری قبل و بعد از کوددهی تا ۳ هفته بود. نمونه برداری برای تعیین آلودگی، در هر قطعه با شمارش تعداد ده بوته و با در نظر گرفتن فرمول (Mahapatra and Nanda, 1996) انجام شد.

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

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS version 16.0 انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد تحلیل و مقایسه شدند. همچنین رابطه رگرسیونی بین جوانه‌های مرکزی مرده و عملکرد محصول برنج ناشی از تیمارهای کودی طی دو سال در نرم افزار اکسل رسم شد.

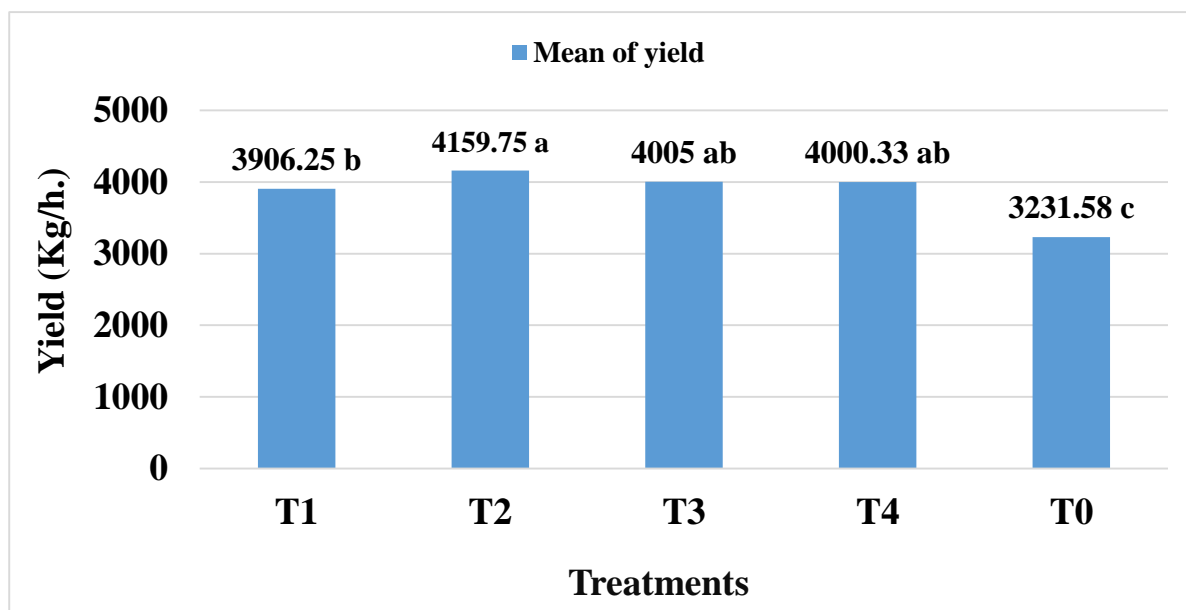
## نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب دو سال آزمایش ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ نشان داد که اثر متقابل سال در مقادیر مختلف کودی روی جوانه‌های مرکزی مرده و عملکرد محصول برنج معنی دار بوده است، بنابر این، داده‌های مربوط به نتایج پژوهش دو سال به طور جداگانه لحاظ شد. همچنین، میانگین مربعات بین صفات جوانه‌های مرکزی مرده و عملکرد طی دو سال پژوهش نشان داد که در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. شکل ۱ رابطه مقادیر مختلف کودهای نیتروژنی و پتاسیمی را طی سال ۱۳۹۸ نشان می‌دهد. کمترین آلودگی جوانه‌های مرکزی مربوط به تیمار T2 با ۳/۳۱ درصد بود که در گروه آخر یا C قرار گرفت. بعد از آن، تیمار T1



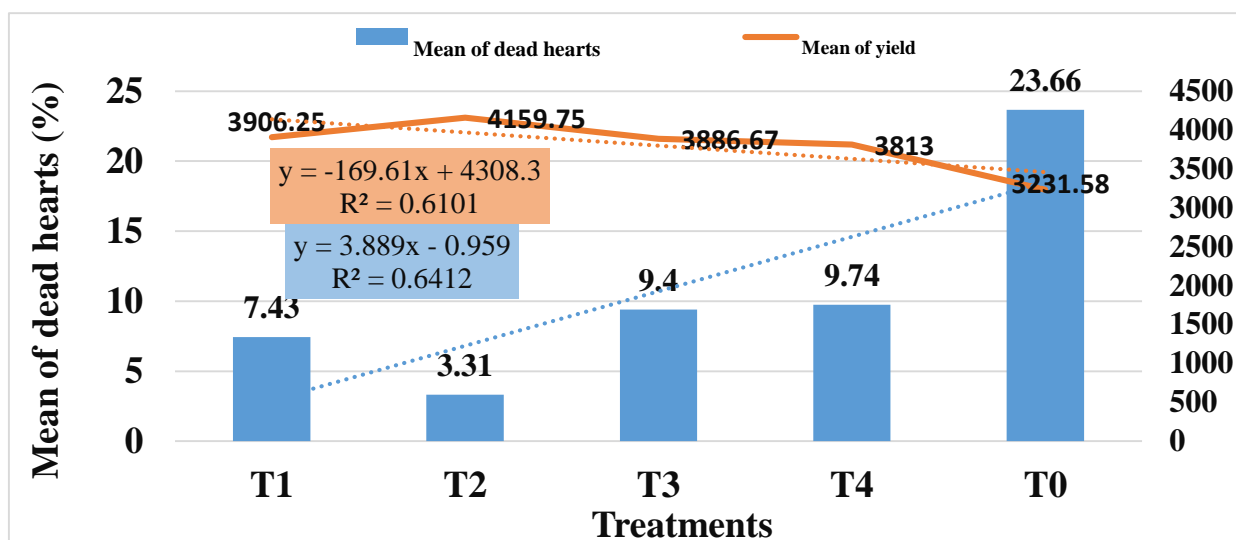
شکل ۱- اثر تیمارهای کودی روی جوانه‌های مرکزی مرده در نسل اول آفت ساقه‌خوار (۱۳۹۸)

Figure 1. The effect of fertilizer treatments on dead hearts in the first generation of rice striped stem borer (2019)



شکل ۲- تاثیر تیمارهای کودی روی عملکرد محصول در جبران خسارت ساقه‌خوار نواری برنج (۱۳۹۸)

Figure 2. The effect of fertilizer treatments on crop yield in compensation for the damage caused by the rice striped stem borer (2019)



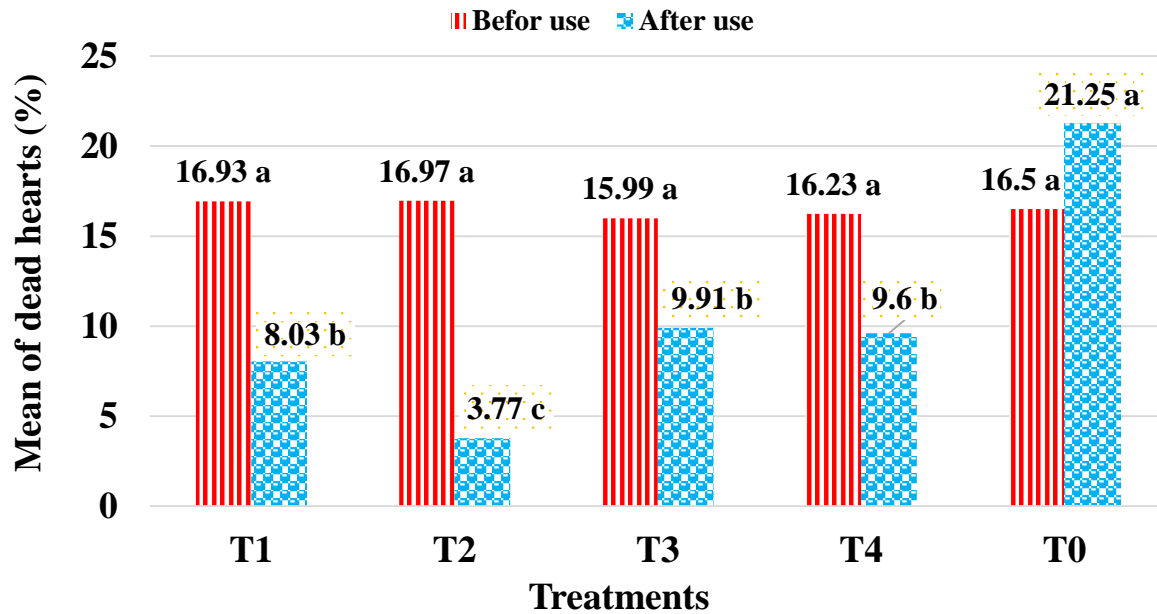
شکل ۳- رابطه رگرسیونی بین تیمارهای کودی و جوانه‌های مرکزی مرده در نسل اول آفت ساقه‌خوار (۱۳۹۸)

Figure 3 . Regression relationship between fertilizer treatments and dead central buds in the first generation of stem-eating pest (2019)

کود پتاسه به جای تیمارهای کود T3 و T4 استفاده نمود. در همین شکل بیشترین آلودگی در تیمار شاهد (T0) با ۲۱/۲۵ درصد مشاهده شد (شکل ۴).

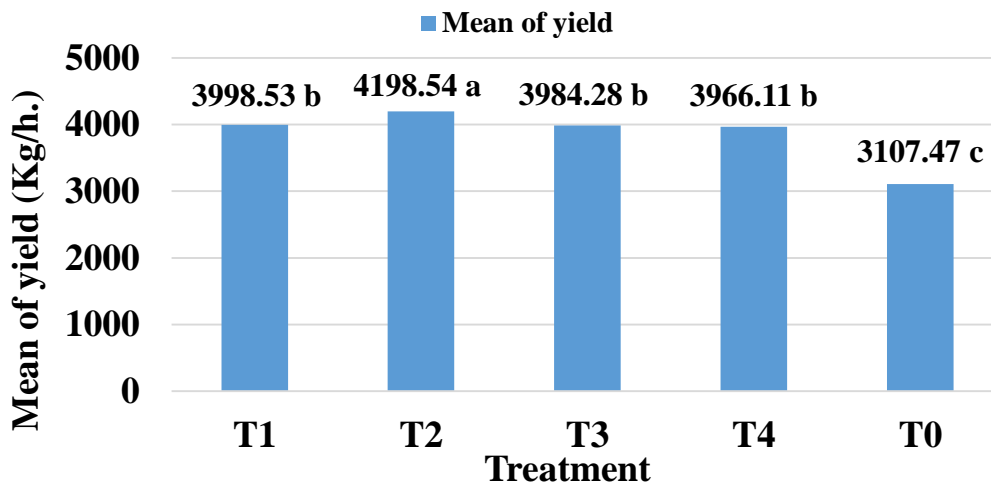
شکل ۵ رابطه بین تیمارهای کودی و عملکرد محصول برنج را در قطعات آزمایشی در مزرعه نشان می‌دهد. در این شکل بیشترین مقدار عملکرد مربوط به تیمار T2 با ۴۱۹۸/۵۴ کیلوگرم در هکتار بود. در واقع این تیمار، مربوط به تیماری است که آلودگی جوانه‌های مرکزی در نسل اول آفت روند کاهشی داشته است. همچنین، کمترین مقدار عملکرد در تیمار شاهد با ۳۱۰۷/۴۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۵).

شکل ۴ رابطه بین تیمارهای کودی و آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده مزرعه به خسارت کرم ساقه‌خوارنوازی برنج را نشان می‌دهد. در این شکل کمترین مقدار آلودگی در تیمار کودی T2 مشاهده شد. مشاهده می‌شود آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده در تیمار مذکور با ۳/۷۷ درصد به لحاظ آماری در گروه C جای گرفت. در همین شکل تیمارهای T1، T3 و T4 به ترتیب با ۸/۰۳، ۹/۹۱ و ۹/۵۹ درصد آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده در یک گروه قرار گرفتند. این موضوع نشان دهنده آن است که در صورت مصرف تیمارهای کودی برای ترمیم خسارت ناشی از کرم ساقه‌خوار می‌توان از تیمار کودی (T1) به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ کیلوگرم



شکل ۴- میانگین درصد جوانه‌های مرکزی مرده در نسل اول آفت ساقه‌خوار قبل و بعد از کودپاشی (۱۳۹۹)

Figure 4. The average percentage of dead hearts in the first generation of rice stem borer pest before and after fertilization (2020)

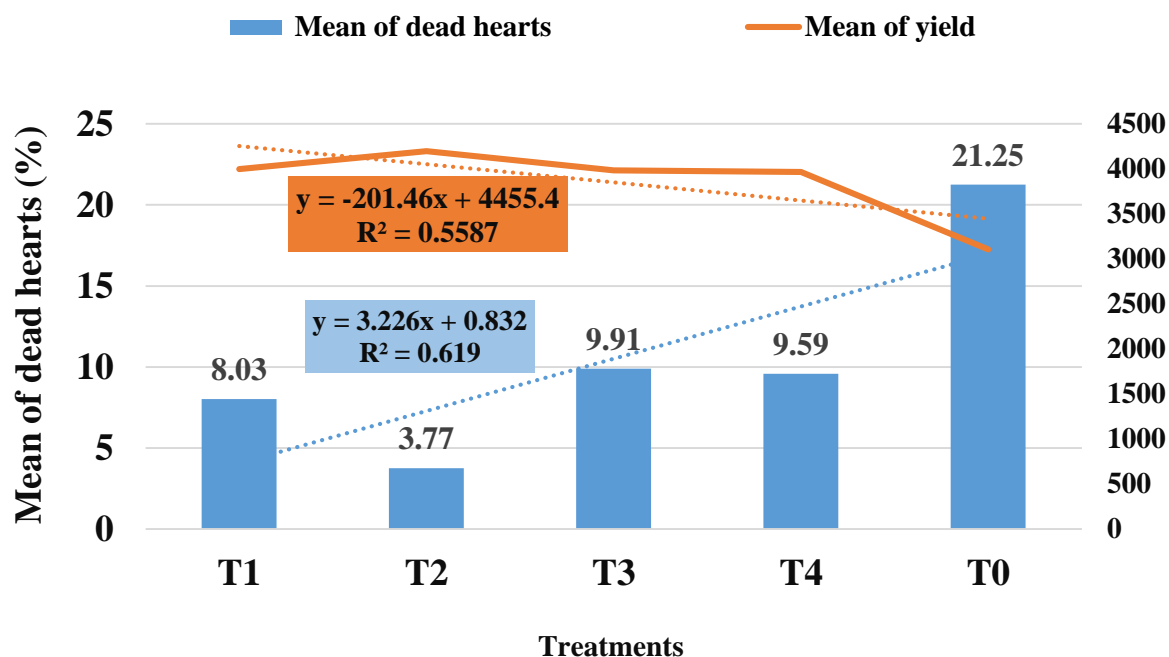


شکل ۵- رابطه بین تیمارهای کودی و عملکرد محصول (۱۳۹۹)

Figure 5. Relationship between fertilizer treatments and crop yield (2020)

مشاهده می‌شود، بیشترین عملکرد مربوط به تیمار T2 است که دارای کمترین آلودگی جوانه‌های مرکزی می‌باشد همچنین، نتایج این بررسی در شکل ۶ نشان می‌دهد که منفی بودن شیب معادله خط و گواه این موضوع است که با افزایش آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده در مرحله رویش گیاه برنج مقدار عملکرد روند کاهشی داشته است (شکل ۶).

شکل ۶ رابطه رگرسیونی بین جوانه‌های مرکزی مرده و عملکرد محصول برنج ناشی از تیمارهای کودی را در سال ۱۳۹۹ نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که با افزایش درصد آلودگی جوانه‌های مرکزی در نسل اول، عملکرد محصول در تیمارهای مورد آزمایش روند کاهشی داشته است (مطابق آزمایش سال اول). همان‌طور که در شکل



شکل ۶- رابطه رگرسیونی بین تیمارهای کودی و جوانه‌های مرکزی مرده در نسل اول آفت ساقه خوار (۱۳۹۹)

Figure 6. Regression relationship between fertilizer treatments and dead hearts in the first generation of rice stem borer pest (2020)

های آسیب‌دیده از آفت و افزایش عملکرد برنج شدند، اما مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. همچنین، او نشان داد که در صورت کاربرد پتاسیم در سطوح پایین، زیست توده گیاه برنج به طور قابل توجهی کمتر از گیاهانی است که از سطوح بالاتر استفاده کرده‌اند، اما افزایش بیشتر مقدار پتاسیم از ۵۰ به ۶۰ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش زیست توده گیاه برنج افزایش شد. همچنین، ایشان بر اساس مشاهده‌هایشان اظهار داشتند که می‌توان اطمینان حاصل کرد که در نظر گرفتن نسبت هزینه فایده استفاده از پتاسیم به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار ممکن است موثرترین استراتژی در مهار بروز آفت ساقه‌خوار برنج باشد. نتایج پژوهش او نشان داد که استفاده از کود پتاسیمی می‌تواند در ترمیم آسیب‌های گیاهی در هنگام حمله لاروهای ساقه-خوار مفید باشد که این می‌تواند از یک طرف موجب افزایش عملکرد باشد و از طرف دیگر، آلودگی محیطی را کاهش دهد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج بررسی پژوهشگر مذکور (Perrenoud, 1990) نشان داد که برهمکنش کودهای نیتروژنی و پتاسیمی

مقایسه میانگین روش کوددهی بیان‌کننده تاثیر مثبت معنی‌دار کودهای اوره و سولفات پتاسیم در بوته‌های خسارت دیده ناشی از آفت ساقه‌خوار در سال ۱۳۹۹ و ۱۳۹۸ می‌باشد. همچنین، مقایسه نتایج تاثیر کودپاشی بر عملکرد دانه برنج بیان‌کننده این مطلب است که تاثیر کود پاشی روی عملکرد برنج دارای اثر مثبت و معنی‌دار بر عملکرد دانه برنج در سال‌های اول و دوم آزمایش می‌باشد. در مجموع، از نتایج به دست آمده می‌توان استنباط نمود که ترکیب کودهای نیتروژنی و پتاسیمی به ترتیب به میزان ۱۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت تقسیم در دو مرحله می‌تواند خسارت کرم ساقه‌خوار نواری برنج را در نسل اول و در مرحله رویشی گیاه برنج جبران نموده و حتی منجر به افزایش عملکرد آن نسبت به تیمار شاهد شود. در این رابطه، نتایج بررسی‌های سرور (Sarwar, 2012) نشان داد که در مقایسه تیمار کودی با شاهد تیمار نشده، کود پتاسیم به طور معنی‌داری میزان آلودگی به ساقه‌خوارهای برنج را کاهش داده و عملکرد محصول را افزایش داد. بر اساس مشاهده‌های او، تیمارهای ۵۰ و ۶۰ کیلوگرم پتاسیم به طور معنی‌داری باعث ترمیم بوته



در حالیکه این موضوع یعنی فرآیند پاسخ جبرانی گیاه به خسارت وارده به خوبی شناخته نشده است. جیانگ و چنگ بیان کردند که برای پاسخ جبرانی گیاه برنج خسارت دیده ناشی از لارو *C. suppressalis* می‌تواند به طور قابل توجهی تحت تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن باشد (Jiang and Cheng, 2003). آن‌ها نشان دادند که گیاه برنج می‌تواند به خوبی آسیب ناشی از ساقه‌خوار را در سطوح کوددهی کم تا متوسط (۲۰۰-۴۰۰ میلی‌گرم بر گلدان) با تولید پنجه‌های جدید جبران کند. اما، چنین جبرانی در سطوح مصرفی بیش از حد (۸۰۰-۶۰۰ میلی‌گرم گلدان) مشاهده نشد و در نتیجه گیاهان فوق آسیب‌جدا دیده و درصد جوانه‌های مرکزی مرده بیشتر شد. بوتو و همکاران (Bhutto et al., 2015) نشان دادند که در صورت حمله آفت ساقه‌خوار به گیاه برنج با مصرف مقادیر کودهای نیتروژنی و فسفره خسارت آفت (درصد جوانه‌های مرکزی مرده، درصد خوشه‌های سفید شده) جبران می‌شود. آنها نشان دادند مصرف ترکیب دو نوع کود به میزان P-80+N-120 کیلوگرم در هکتار موجب تحریک رشد گیاه در مرحله رویشی، افزایش پنجه‌زنی و در نتیجه، افزایش عملکرد شد. نتایج پژوهشگران مذکور با تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین، بررسی‌های دیگر نشان داد که کمبود نیتروژن در گیاه برنج آثار سویی همچون کوچک ماندن اندازه گیاه، کاهش تعداد پنجه‌های تولید شده، زرد شدن برگ‌های قدیمی و تبدیل آن‌ها به رنگ نارنجی و اندازه متوسط تا کوچک برگ‌های فوقانی را در بردارد. همچنین، مصرف بیش از اندازه عنصر نیتروژن در گیاه برنج موجب افزایش ارتفاع بوته و طولانی‌تر شدن رشد رویشی گیاه شده و حمله آفت به این گیاه افزایش بیشتری داشته و در نتیجه دانه ضعیف‌تر شده و احتمال افزایش پوکی و شکنندگی شدن دانه افزایش می‌یابد (Salim, 2002). همچنین، برای تایید نتایج پژوهش حاضر و مقایسه آن با نتایج مذکور، افزایش مصرف مقدار کودهای نیتروژنی و پتاسیمی به مقدار ۱۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عوارضی همچون آلودگی بیشتر جوانه‌های مرکزی مرده، افزایش ارتفاع رقم برنج (رقم هاشمی)، ورس یا خوابیدگی و پوک شدن دانه‌های برنج را به همراه

همیشه مثبت بوده، به این معنی که پتاسیم مقاومت محصول برنج را زمانی که میزان نیتروژن بیشتری دریافت می‌کند، افزایش می‌دهد. همچنین، نسبت به زمانی که نیتروژن دریافت نمی‌کنند، باعث کاهش مقاومت محصول می‌شود و حتی در این موقع با دریافت کود پتاسیمی، مقاومت و جبران خسارت امکان‌پذیر نخواهد شد. بنابراین، پتاسیم به طور کلی قادر است اثرات مضر نیتروژن بر سلامت گیاه را کاهش دهد. در این ارتباط، نتایج پژوهش حاضر با نتایج این پژوهش مطابقت دارد، به طوری که در این آزمایش نتایج بررسی نشان داد که با افزایش کود نیتروژنی و پتاسیمی از ۱۰۰ کیلوگرم به ۱۳۰ و ۱۵۰ کیلوگرم خسارت جوانه‌های مرکزی مرده روند کاهشی داشته و حتی عملکرد این تیمار در مقایسه با سایر تیمارها نیز افزایش یافته است.

گوامپا و همکاران (Quampah, et al., 2011) نشان دادند که کاربرد پتاسیم می‌تواند باعث کاهش ورودی کودها و کاهش کاربرد سموم دفع آفات به دلیل بروز کمتر آفات، کاهش تلفات عملکرد و در نهایت، افزایش درآمد کشاورزان برای توسعه پایدار حفاظت و تولید برنج شود. همچنین، ترولدنیئر (Trolldenier, 1984) یک برهمکنش مثبت بین N و K در گندم‌های سالم و آلوده که در گلدان رشد کرده بودند، پیدا نمود. همچنین، دو نسبت نیتروژن (۳ و ۶ گرم در گلدان) و دو نسبت پتاسیم (۰/۷۵ و ۳ گرم K20) در گلدان استفاده شد. مشاهده شد که نیتروژن عملکرد دانه گیاهان سالم و آلوده را در حضور میزان بالای پتاسیم بسیار بیشتر افزایش داده است. او از داده‌های موجود نتیجه گرفت که عملکرد یا رشد گیاهان آلوده به‌طور معمول کمتر از گیاهان سالم است، حتی زمانی که تغذیه پتاسیم کافی باشد. برخی پژوهشگران گزارش کرده‌اند که خسارت گیاه برنج ناشی از تغذیه کرم ساقه‌خوار زرد برنج در مراحل اولیه پنجه‌زنی با استفاده از کودهای نیتروژنی و پتاسیمی به ترتیب به مقدار ۱۲۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نه تنها موجب جبران خسارت آفت شده بلکه باعث افزایش عملکرد هم می‌شود (Chatterjee and Mondal, 2020). تاکنون، افزایش توانایی جبران گیاه خسارت دیده برنج نسبت به کرم ساقه‌خوار به دلیل افزایش کود نیتروژن گزارش شده است (Ishikura, et al., 1953).

دیگر، افزایش میزان نیتروژن، زمانی که کوددهی پتاسیم کافی باشد، مقاومت گیاه را افزایش می‌دهد، بنابراین پتاسیم اثرات مضر نیتروژن بر سلامت گیاه را تعدیل می‌کند (Fuchs and Grossmann, 1972). بنابر این، نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهشگر مذکور بر ترمیم خسارت گیاه برنج مطابقت دارد. در مجموع از نتایج به دست آمده می‌توان استنباط نمود که استفاده از ترکیب کودهای نیتروژنی و پتاسیمی می‌تواند در جبران آسیب‌های گیاهی ناشی از حمله لاروهای ساقه‌خوار نواری موثر باشد و به طور همزمان سبب افزایش عملکرد محصول برنج و کاهش آلودگی محیطی می‌شود.

### سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۷-۰۴-۰۴-۰۰۸-۹۸۰۲۸۰ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است که با حمایت مالی موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شده است. به این جهت، نگارندگان از تمام همکارانی که ما را در اجرای پروژه یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

داشت. فوچس و گروسمان (Fuchs and Grossmann, 1972) بیان کردند که تمام مواد مغذی بر سلامت گیاه تأثیر می‌گذارند، اما نیتروژن و پتاسیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. همچنین آن‌ها نشان دادند که نیتروژن زیاد باعث کاهش مقاومت می‌شود و پتاسیم زیاد اثر معکوس داشته و تعادل بین این دو ماده مغذی مهم‌تر از میزان مصرف مطلق آن‌ها است، زیرا کمبود نسبی نیتروژن یا کمبود نسبی پتاسیم تقریباً اثر یکسانی را در کاهش مقاومت نشان می‌دهند. همچنین، آن‌ها بررسی بسیار کاملی را در مورد تأثیر تغذیه بر مقاومت گیاهان زراعی منتشر کرده‌اند. آن‌ها اظهار داشتند که عنصر نیتروژن (N) موجب حساس شدن گیاه به آفات شده، اما عنصر پتاسیم (K) قوی‌ترین تأثیر را بر مقاومت گیاه دارد و عمل این دو عنصر تقریباً همیشه در جهت مخالف است، به طوری که توانایی مقاومت، به ویژه مقاومت به بیماری‌های قارچی و باکتریایی به نسبت N و K بستگی دارد. به طوری که K تأثیر غالب‌تری بر مقاومت دارد. این برهمکنش تقریباً همیشه مثبت بوده، به این معنی که پتاسیم، مقاومت محصول را زمانی که گیاهان نیتروژن دریافت می‌کنند، از زمانی که به آن‌ها نیتروژن داده نمی‌شود، بیشتر افزایش می‌دهد. به عبارت

### References

- Alinia, F., Ghareyazie, B., Rubia, L., Bennett, J. and Cohen, M. B. 2000. Effect of plant age, larval age, and fertilizer treatment on resistance of a cry1Ab-transformed aromatic rice to Lepidopterous stem borers and foliage feeders. **Journal of Economic Entomology** 93: 484-493.
- Barbour, J. D., Farrar, R. R. and Kennedy, G. G. 1991. Interaction of fertilizer regime with host plant resistance in tomato. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 60: 289-300.
- Bhutto, A. A., Farhanullahkhan, M., Ursani, T. J., and Chandio, J. I. 2015. Compensatory behavior of paddy in response to additional nitrogen and phosphorus application with incidence of yellow rice stem borer. **Fuuast Journal of Biology** 5(2): 285-288
- Chatterjee1, S. and Mondal, P. 2020. Impact of Nitrogen and Potash on the Incidence of *Scirpophaga incertulas* and *Cnaphalocrocis medinalis* and Yield of Rice. **International Journal of Bio-resource and Stress Management**. 11(5): 482-487
- Dhaliwal, G. S., Jindal, V. and Dhawan, A. K. 2010. Insect pest problems and crop losses: Changing trends. **Indian Journal of Ecology** 37: 1-7.
- Fuchs, W.H. and Grossmann, F. 1972. Emhrung und Resistenz von Kulturpflanzen gegendiber Krankheitserregem und Schiidlingen. Im Handbuch der Pflanzenemfhrung und Dfungung. Editor Linser, H., Springer-Verlag, Wien-New-York, 1006-1107.
- Jiang, M. X. and Cheng, J. A. 2003. Interaction between the stripped stem borer *Chilo suppressalis* (Walker) (Lep., pyralidae) larvae and rice plants in response to nitrogen fertilization, **Anzeiger fur Schadlingskunde. Journal of Pest Science** 76: 124-128.

- Khush, G. S.** 2005. What it will take to feed five billion rice consumers by 2030. **Plant Molecular Biology** 59: 1-6.
- Lal, O. P.** 1996. Recent advances in Entomology (Ed.) Lal, O.P. APC publications Pvt. Ltd., New Delhi, pp. 392.
- Ma, K. C. and Lee, S. C.** 1996. Occurrence of major rice insect pests at different transplanting times and fertilizer levels in paddy field. **Korean Journal of Applied Entomology** 35(2): 132-136.
- Mahapatra, G. K. and Nanda, U.** 1996. Integrating neem in yellow stem borer management in kharif rice. **Indian Journal of Entomology** 58(4): 369-373.
- Majidi Shilsar, F.** 2015. Crop loss assessment of rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker on Hashemi rice variety under field conditions. **Plant Protection Journal** 5(2): 25-37. (In Farsi)
- Majidi-Shilsar, F.** 2019. Combining effect of Entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*, and insecticides against *Chilo suppressalis* in field conditions. **Journal of Entomological Research** 10(4): 89-101. (In Farsi)
- Oosterhuis, D.** 2001. Physiology and nutrition of high yielding cotton in the USA. Informac, **Oes Agronômicas Piracicaba** 95: 18-24.
- Perrenoud, S.** 1990. Potassium and Plant Health. International Potash Institute Bern/Switzerland Int. 365 pp.
- Pettigrew, W. T.** 2008. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. **Physiologia Plantarum** 133: 670-681.
- Quampah, A., Wang, R. M., Shamsi, I. H., Jilani, G., Zhang, Q., Hua, S. and Xu, H.** 2011. Improving water productivity by potassium application in various rice genotypes. **International Journal of Agriculture and Biology** 13: 9-17.
- Read, J. J., Reddy, K. R. and Jenkins, J. N.** 2006. Yield and fiber quality of Upland cotton as induced by nitrogen and potassium nutrition. **European Journal of Agronomy** 24: 282-290.
- Salim, M.** 2002. Nitrogen induced changes in rice plant: Effects on host-insect interactions. **Pakistan Journal of Agricultural Research** 17(3): 210-220.
- Samiyyan, K. and Janarthanan, R.** 1988. Effect of potassium in combination with nitrogen on the incidence of green leaf hopper in rice. **Plant Protection Bulletin** 40(2): 1-3.
- Sarwar, M.** 2012. Effects of potassium fertilization on population build up of rice stem borers (lepidopteron pests) and rice (*Oryza sativa* L.) yield. **Journal of Cereals and Oilseeds** 3(1): 6-9.
- Swaminathan, K., Saroja, R. and Raju, N.** 1985. Influence of source and level of nitrogen application on pest incidence. International rice research newsletter 10(1): 24.
- Tan, Y. C.** 1986. Preliminary study on relationship of nitrogen fertilizer with population of stripped stem borer. **Entomological knowledge** 23(3): 101-102.
- Tiwari, K. N.** 2002. Nutrient Deficiency Symptoms in Rice. Rice Production (Special Supplement Publication, D. L. (Eds.) Armstrong, International Program Saskatoon, Saskatchewan, Canada. **Better Crops International** 16: 23-25.
- Trolldenier, G.** 1984. Effect of potassium fertilizers on take-all of wheat. Proceeding of 18<sup>th</sup> the rice-wheat workshop. 15-16 October, India pp. 359.
- Yarasi, B., Sadumpati, V., Immani, C. P., Vudem, D. R. and Khareedu, V. R.** 2008. Transgenic rice expressing *Allium sativum* leaf agglutinin (ASAL) exhibits high-level resistance against major sap-sucking pests. **Plant Biology** 8: 102-115.
- Yein, B. R. and Das, G. R.** 1988. Effect of spacing and nitrogen levels on the incidence of insect pests of rice. **Pesticide** 22: 37-40.



## Research paper

**The effect of different levels of nitrogen and potassium fertilizers on the compensation of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Lep.: Crambidae) in the field****F. Majidi-Shilsar\* and H. Shokrivahed**

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

(Received: December 19, 2022- Accepted: February 5, 2023)

**Abstract**

The use of potassium fertilizer along with nitrogen fertilizer can be useful in recovering the damages of the rice plant during the attack of the stem borer, which ultimately leads to the reduction of the use of chemical insecticides in the paddy field. This research was carried out in the vegetative phase of the plant and the first generation of the pest on Hashemi cultivar rice. The following treatments were used for the experiment: T0=without the use of nitrogen and potassium fertilizer (control), T1=consumption of 46 kg of pure nitrogen per hectare with 50 kg of pure potassium oxide per hectare (100 kg of urea fertilizer+100 kg of fertilizer Potassium sulfate), T2=Consumption of 60 kg of pure nitrogen per hectare with 75 kg of pure potassium oxide per hectare (130 kg of urea fertilizer+150 kg of potassium sulfate fertilizer), T3=Consumption of 75 kg of nitrogen per 100 kg of nitrogen per hectare pure per hectare (163 kg of urea fertilizer+200 kg of potassium sulfate fertilizer) and T4=consumption of 90 kg of pure nitrogen per hectare with 125 kg of pure potassium oxide per hectare (195 kg of urea fertilizer+25 kg of sulfate fertilizer). The results showed that the most appropriate amount of fertilizer to compensate for the damage caused by the rice stem borer is the combination of nitrogen and potassium fertilizers, respectively 130 and 150 kg per hectare in two stages in the form of division and during the growth stage of the rice plant and in addition to compensation, it leads to an increase in its yield compared to the control treatment. Also, the regression relationship between dead hearts and rice crop yield due to fertilizer treatments during two years of research showed that with decreasing the percentage of dead hearts contamination in the first generation, crop yield in the treated treatments had an increasing trend. Therefore, success in stem borer management requires the development of optimal methods to compensate the damage and increase rice production.

**Key words:** Agronomic control, chemical fertilizer, compensation, dead hearts, rice

\*Corresponding author: majidi14@yahoo.com

