تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۰ -۱۱(۲): ۱-۱۴

علمی پژوهشی

غربالگری بیست ژنوتیپ مختلف برنج از نظر تحمل یا مقاومت به کرم ساقه‌خوار نواری (*Chilo suppressalis*) در شرایط مزرعه

فرزاد مجیدی شیل‌سر*، علیرضا ترنگ، مریم حسینی، مهرزاد اله‌قلی‌پور و مریم خشک دامن

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

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۳۰)

چکیده

کرم ساقه‌خوار نواری برنج (*Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Pyralidae) به عنوان مهم‌ترین آفت در شالیزارهای شمال کشور محسوب می‌شود و قادر است سالانه خسارت زیادی به گیاه برنج وارد نماید. در حال حاضر، استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی یکی از متداول‌ترین روش‌های کنترل این آفت می‌باشد؛ اما به دلیل مسائل و مشکلات زیست محیطی ناشی از آن‌ها در اکوسیستم زراعی برنج ناگزیر باید به دنبال روش‌های سالم‌تر از جمله استفاده از ارقام یا لاین‌های مقاوم یا متحمل به کرم ساقه‌خوار نواری برنج گام برداشت. پژوهش حاضر به منظور دستیابی به ارقام و لاین (های) مقاوم یا متحمل به خسارت کرم ساقه‌خوار نواری برنج با بررسی بذرهای ۲۰ لاین و رقم امید بخش برنج، انجام شد. بدین منظور آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲۰ تیمار و در سه تکرار در شرایط مزرعه در موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، در دو مرحله رویشی و زایشی گیاه برنج نسبت به کرم ساقه‌خوار مورد ارزیابی قرارگرفت. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تمام ۲۰ رقم و لاین‌های مورد آزمایش در نسل اول کرم ساقه‌خوار نواری برنج و بر اساس سیستم ارزیابی استاندارد برنج(ایری) با آلودگی جوانه‌های مرکزی مرده بین ۱۵/۲۹ تا ۲۱/۸۵ درصد و در گروه نسبتاً مقاوم قرار گرفتند (درجه ۵). همچنین، در نسل دوم آفت با تعیین آلودگی در خوشه‌های سفید شده، لاین ۴ در گروه مقاوم و ارقام و لاین‌های ردیف‌های ۲، ۴، ۵، ۷، ۱۱،۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۸ با بیشترین آلودگی به کرم ساقه‌خوار، در گروه نسبتاً مقاوم قرار گرفتند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که ارقام و لاین‌های در ردیف ۱، ۳، ۶، ۸، ۹، ۱۲، ۱۶ و ۱۹ نسبت به کرم ساقه‌خوار نواری در گروه نسبتاً حساس گروه‌بندی شدند. همچنین، رقم گوهر با بیشترین آلودگی خوشه‌های سفید شده در مرحله زایشی گیاه برنج با ۳۱/۲۸ درصد، در گروه حساس قرار گرفت؛ بنابراین، در پژوهش حاضر لاین ۵ ردیف ۱۱، لاین ۱۴ ردیف ۱۰ و لاین ۳۷ ردیف ۱۷ برای انجام برنامه‌های اصلاحی و مدیریت تلفیقی کرم ساقه خوارنواری برنج معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: آفت، خوشه‌های سفید شده، مدیریت تلفیقی، مرگ جوانه‌های مرکزی

نویسنده مسئول: majidi14@yahoo.com

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از گونه‌های مهم تیره غلات و تامین‌کننده غذای بیش از دو میلیارد نفر در جهان است. تقریباً ۹۰ درصد برنج، در آسیا تولید و مصرف می‌شود. سطح زیر کشت این گیاه در جهان حدود ۱۵۴ میلیون هکتار و تولید سالیانه شلتوک حدود ۷۴۵ میلیون تن می‌باشد (Koizumi and Furuhashi, 2020). ایران یکی از کشورهای مهم تولید کننده برنج در منطقه است؛ به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۸ حدود ۴ میلیون و ۴۲۲ هزار تن شلتوک در سطح زیرکشت ۸۹۲ هزار هکتار در استان‌های برنج‌خیز تولید شدکه این میزان تولید در کاهش واردات موثر می‌باشد (Ahmadi *et al*., 2020). این گیاه در طول رشد و نموی خود در معرض حمله‌ی عوامل زیان‌آور زنده متعددی قرار می‌گیرد که حشرات آفت به ویژه ساقه‌خوارها یکی از آن‌ها می‌باشند. در ایران و اغلب مناطق جهان، کرم ساقه‌خوار نواری، *Chilo suppressalis* Walker از عوامل مهم خسارت‌زای برنج محسوب می‌شود (Majidi-Shilsar, 2015). پاسالو و کاتی (Pasalu and Katti, 2006) گزارش کردند که نزدیک به ۳۰۰ گونه از حشرات زیان آور به مراحل مختلف محصول برنج حمله می‌کنند و در میان آن‌ها، تنها ۲۳ گونه باعث آسیب قابل توجهی در برنج می‌شوند. کرم ساقه‌خوار برنج، گیاه برنج را از مرحله گیاهچه تا مرحله رسیدن مورد حمله قرار داده و به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده در تولید برنج محسوب می‌شود (Pathak, 1975). از زمان ظهور این آفت در مزارع برنج ایران، تاکنون روش‌های مختلفی برای کنترل آن به‌کار گرفته شده است، اما کنترل شیمیایی هنوز اصلی‌ترین روش محسوب می‌شود. از یک سو، مصرف مداوم حشره‌کش‌های شیمیایی کارایی این روش را به دلیل استقرار لاروهای آن داخل ساقه‌های برنج، کاهش داده است. از سوی دیگر، کنترل شیمیایی سبب از بین رفتن دشمنان طبیعی و موجودات زنده غیر هدف در زیست‌بوم شالیزار و افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی شده است (Majidi-Shilsar and Ebadi, 2012; Amooghli-Tabari *et al*., 2015). امروزه در دنیا، کشاورزان برای کنترل این آفت اغلب از آفت‌کش‌های شیمیایی استفاده می‌کنند (Khush, 1984). ویسالاکشیمی و همکاران (Visalakshmi *et al*., 2014) در بررسی‌های خود نشان دادند که استفاده از گیاهان مقاوم در کشاورزی به دلیل ایجاد مقاومت، مقرون به صرفه بودن، داشتن حداقل مشکلات اکولوژیکی و داشتن رفتار دوستانه زیست محیطی از شاخص‌ترین اقدامات در مدیریت تلفیقی آفات است. کرم ساقه‌خوار نواری برنج در بعضی از کشورها قادر است تا ۱۰۰ درصد محصول برنج را از بین ببرد (Alam *et al*., 1972). مجیدی‌شیل‌سر و عبادی (Majidi-Shilsar and Ebadi, 2012) نشان دادند که لاروهای سنین دوم تا پنجم این آفت که بیشترین خسارت را به گیاه برنج تحمیل می‌نمایند، داخل ساقه زندگی می‌کنند؛ بنابراین، کنترل این آفت با استفاده از آفتکش‌های شیمیایی را با مشکل مواجه می‌کنند. از طرف دیگر، امروزه ۴۰۰۰ تا ۸۰۰۰ تن حشره‌کش گرانول دیازینون برای کنترل این حشره در مزارع برنج شمال ایران مصرف می‌شود (Majidi-Shilsar, 2015) که اثرات زیان بار آن‌ها در برهم زدن تعادل طبیعی در اکوسیستم زراعی برنج، ضرورت استفاده از ارقام متحمل یا مقاوم به کرم ساقه‌خوار را اجتناب ناپذیر می‌کند.

اشراقی و همکاران (Eshraqi *et al*., 1993) در بررسی واکنش لاین‌ها و ارقام به کرم ساقه‌خوارگزارش کردند که لاین‌های ۶۷۰۳، ۶۷۰۵، ۶۶۱۶ و ۶۷۳۵ در مقایسه با رقم طارم به عنوان برنج مقاوم و لاین‌های ۶۶۲۶ و ۶۶۲۷ در مقایسه با رقم آمل ۳ از نظر حساسیت به کرم ساقه‌خوار برنج در یک گروه قرار گرفتند. پاتاک (Pathak *et al*., 1971) استفاده از واریته‌های مقاوم به حشرات را به عنوان یک روش کنترل‌کننده نام برده و واکنش مقاومت ۱۰،۰۰۰ رقم و لاین برنج را نسبت به کرم ساقه‌خوار برنج مطالعه کرده است. وی اعلام کرد که مقاومت ارقام برنج نسبت به کرم ساقه‌خوار نواری برنج تابع چندین ژن[1]است و هیچ رقمی در جهان یافت نمی‌شود که مقاومت کامل نسبت به این آفت داشته باشند.

[1]. Polygenic

خوش (Khush, 1986) در بررسی‌های خود نتیجه گرفت که رقم IR36 دارای مقاومت چند جانبه به آفات و بیماری‌ها از جمله کرم ساقه‌خوار نواری برنج و بلاست برنج است. موناکا و اکاموتو (Munakat and Okamoto, 1967) اعلام کردند که ماده جلب‌کننده کرم ساقه‌خوار برنج در ارقام مختلف ماده‌ای به‌نام اوریزانون[1] با ساختار شیمیایی آلدئیدی به‌نام پنتادسینال[2] است. صائب و محمد صالحی (Saeb and Mohammad Salehi, 1996) در بررسی واکنش مقاومت ۷۸ ژنوتیپ برنج ارسالی از مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج نسبت به کرم ساقه‌خوار برنج در شرایط مزرعه‌ای، ژنوتیپ‌های W1263 و IR29 را به ترتیب به عنوان برنج‌های مقاوم و حساس معرفی کردند. همچنین، آن‌ها گزارش کردند که این ژنوتیپ‌ها در دوره رویشی، مقاومت بسیار خوبی نسبت به حمله آفت از خود نشان دادند، در حالی‌که در مرحله زایشی، خسارت ناشی از تغذیه آفت ساقه‌خوار حدود ۹۶ درصد بود و در گروه حساس قرار گرفت. آن‌ها در همین آزمایش، کمترین آلودگی خوشه‌های سفید شده (۸ درصد) را در ژنوتیپ IR46292-24-2-2 و بیشترین آلودگی خوشه‌های سفید شده (۱۵ درصد) را در رقم برنج بینام مشاهده کردند. داس (Das, 1977) اعلام کرد که خاصیت آنتی‌بیوز در ژنوتیپ‌های برنج TKM6 و Taitung16 نسبت به کرم ساقه‌خوار به عامل‌های بیولوژیکی و بیوشیمیائی آن‌ها مرتبط است. وی گزارش کرد که مقاومت ارقام برنج خزر و بینام در نسل‌های اول دوم ساقه‌خوار برنج علاوه بر خصوصیات مذکور به ویژگی‌های مرفولوژیکی (ارتفاع، پهنای برگ، قطر ساقه و کرک‌دار بودن برگ) نیز بستگی دارد. چاهودهاری و همکاران (Chaudhary *et al.*, 1985) گزارش کردند که مقاومت کرم ساقه‌خوار نواری برنج دارای ماهیت چندژنی است.

حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*, 2010) در ارزیابی صفات کمی موثر در سازوکار مقاومت برنج به کرم ساقه‌خوار نشان دادند که لاین ۴ (دمسیاه×فجر) با کمترین مرگ جوانه‌های مرکزی و خوشه‌های سفید شده به عنوان مقاوم‌ترین و لاین ۳ (سنگ طارم×دیلمانی) با بیشترین مرگ جوانه مرکزی و خوشه‌های سفید شده به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ نسبت به کرم ساقه‌خوارنواری برنج می‌باشند. همچنین، آن‌ها بیان کردند که در همبستگی، صفاتی از قبیل ارتفاع بوته و کلروفیل برگ در مقاومت آنتی زنوزی و قطر ساقه و تعداد پنجه در مقاومت آنتی بیوزی در تحمل گیاه موثر می‌باشد. بر اساس گزارش چاهودهاری و همکاران (Chaudhary *et al.*, 1984) بسیاری از عوامل مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مرتبط با مقاومت در برابر حشرات، به‌وسیله مجموعه‌ای از ژن‌های مختلف کنترل می‌شوند. بر اساس گزارش اسفاکیاناکیس و همکاران (Sfakianakis *et al.*, 1981) روش‌های شیمیایی مانند به‌کارگیری حشره کش‌ها برای کنترل حشرات زیان‌آور در گیاه ذرت، روی کیفیت این محصول تاثیر منفی دارد. بنابراین، استفاده از ارقام مقاوم برای کنترل حشرات بدون هیچ هزینه اضافی به کشاورز، در مقایسه با سایر روش‌های کنترل در مدیریت تلفیقی آفات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. بررسی‌های سایر پژوهشگران روی ۳۷ ژنوتیپ برنج نشان داد که مرگ جوانه‌های مرکزی و خوشه‌های سفید شده ناشی از خسارت ساقه‌خوار از ۶/۲ تا ۵۲/۸ درصد بود که منشا این اختلاف، مربوط به واکنش یک ژنوتیپ به ژنوتیپ‌های دیگر نسبت به آفت ساقه‌خوار می‌باشد. بررسی‌های مروات (Marwat, 1992) در ارزیابی مقاومت ۴۴ ژنوتیپ برنج نسبت به کرم ساقه‌خوار زرد، *Scirpophaga incertulas* W. نشان داد که فقط ژنوتیپ‌های IR13639-34، DR83 و BG276-5 حد متوسطی از مقاومت به آفت مذکور را نشان دادند. بررسی‌های خان و همکاران (Khan *et al.*, 2010) در ارزیابی مزرعه‌ای ارقام مختلف برنج باسماتی نسبت به ساقه‌خوارهای نواری و زرد با ژنوتیپ‌های Basmati-Super و Basmati-370 به ترتیب کمترین و بیشترین میزان آلودگی را نشان دادند. در ایران نیز پژوهش‌های متعددی در زمینه غربال‌گری و بررسی سازوکار مقاومت برنج نسبت به کرم ساقه‌خوار برنج انجام گرفته است. در

[1]. Pentadecenal

[2]. Oryzanon

پژوهش دیگری که توسط اسکو و نصیری (Osko and Nasiri, 2014) روی چهار ژنوتیپ برنج شامل ۸۶۱۵، ۸۴۰۵، DN-23-1 (قائم) و طارم محلی (شاهد) انجام گرفت، نشان داده شد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تعداد دسته‌های تخم و میانگین وزن لاروی در نسل اول تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند، اما در نسل دوم از نظر تعداد دسته-های تخم، درصد بقای لاروی و درصد خوشه‌های سفید شده بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. از اهداف اصلی این پژوهش، شناسایی ژنوتیپ‌های برنج متحمل یا مقاوم نسبت به کرم ساقه‌خوار نواری و معرفی آن در برنامه ملی اصلاح نباتات برنج با رویکرد تولید محصول و زیست بوم سالم در قالب مدیریت تلفیقی کرم ساقه‌خوار نواری برنج است. هدف پژوهش حاضر انتخاب ژنوتیپ (های) امید بخش متحمل یا مقاوم به کرم ساقه‌خوار نواری برنج در مزرعه و تعیین ارتباط بین درصد آلودگی با فاکتورهای مرفولوژیکی ژنوتیپ‌ها است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت در شرایط مزرعه‌ای انجام شد.

تهیه ارقام و لاین‌های مورد آزمایش و پرورش نشاء

بذر ژنوتیپ‌های مورد بررسی در فروردین ماه از بانک ژن موسسه تحقیقات برنج کشور تهیه و در خزانه‌ی تهیه نشا به تفکیک هر لاین، بذرپاشی شدند (جدول ۱).

جدول ۱- فهرست ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه

Table 1. List of Rice genotypes studied

Row	Names of genotypes	Original of genotypes	Genetic lineage
1	Jamshid Joo	Siamezgi – Shaft-Guilan-Iran	Cultivar of Hashemi bulk
2	Ziba Joo	Komachal- Astana-Guilan-Iran	Cultivar of Hashemi bulk
3	Hashemi garm	Pen Chah - Astana-Guilan-Iran	Cultivar of Hashemi bulk
4	Line 9	Tarom Dilmani × Ali Kazemi-RRII	Cultivar of Hashemi bulk
5	Line 10	Vazragah- Sangar-Rasht	Cultivar of Hashemi bulk
6	Line 23 No. 8	Bazqaleh- Sangar-Rasht	Cultivar of Hashemi bulk
7	Line 4 No. 4	Espand-Soumehsara- Guilan- Iran	Cultivar of Hashemi bulk
8	Ziba Joo	Chamsqal-Soumehsara- Guilan- Iran	Cultivar of Hashemi bulk
9	Line 26	Atashgah-pasikhan-Rasht- Guilan-Iran	Cultivar of Hashemi bulk
10	Line 14	Bijarps-Rasht- Guilan- Iran	Cultivar of Hashemi bulk
11	Line 5	Jomae Bazaar-TolomShar-Soumehsara- Guilan- Iran	Cultivar of Hashemi bulk
12	Jamshid Joo	Siadervishan- Soumehsara-	Cultivar of Hashemi bulk
13	Hashemi garm	Nargestan- Soumehsara- Guilan- Iran	Cultivar of Hashemi bulk
14	Line 4	Kuchkam-Masal-- Guilan	Cultivar of Hashemi bulk
15	Line 31	Sarvandan- Sangar-Rasht	Cultivar of Hashemi bulk
16	Line 21	Girdeh– Shaft-Guilan-Iran	Cultivar of Hashemi bulk
17	Line 37	Balasbaneh-Kochesfan--Rasht-	Cultivar of Hashemi bulk
18	Line 11	Katesar-Khomam- Rasht	Cultivar of Hashemi bulk
19	Hashemi Local	RRII	Cultivar of Hashemi bulk
20	Gohar	International Rice Research Institute, IRRI	Pusa-1238-1(m)[1]×Pusa-1238-81-6(f)

[1]. International Rice Research Institute, IRRI

انجام آزمایش در مزرعه آزمایشی

پروژه حاضر در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲۰ تیمار (ارقام و لاین‌های امید بخش برنج) در سه تکرار انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۵ × ۴ مترمربع در نظر گرفته شد. قبل از انتقال نشاء به زمین آزمایشی، کرت‌ها با علامت‌گذار دستی (مارکر فلزی) با فاصله کاشت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر علامت‌گذاری شدند. سپس، نشاکاری در اواسط اردیبهشت ماه انجام شد. برای تامین آلودگی مناسب به کرم ساقه‌خوار برنج، به ازای هر بلوک یک عدد لامپ جیوه‌ای ۱۰۰ وات با فاصله مساوی (سه متر از هم) نصب شد. در طول فصل رشد از هیچ آفت‌کشی استفاده نشد. همچنین، در دو مرحله رویشی و زایشی علاوه بر تعیین آلودگی، تعداد لارو نیز شمارش شد. در این آزمایش، مقدار عملکرد برای هر رقم یا لاین به‌طور مجزا اندازه‌گیری شد. همچنین، صفات مرفولوژیکی گیاه شامل ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول برگ، عرض برگ و طول خوشه به‌منظور ارزیابی اندازه‌گیری شدند.

نمونه‌برداری و ارزیابی ارقام و لاین‌ها

نمونه‌برداری برای انجام آزمایش در دو مرحله رویشی (نسل اول آفت) و زایشی گیاه برنج (نسل دوم آفت) انجام شد. در مرحله رویشی، مرگ جوانه‌های مرکزی[1] و در مرحله زایشی آلودگی خوشه‌های سفید شده[2] یک هفته تا ۱۰ روز قبل از برداشت اندازه‌گیری شدند (Majidi-Shilsar, 2015). برای تعیین درصد آلودگی در دو مرحله رویشی و زایشی، در هر کرت تعداد ده بوته با در نظر گرفتن تعداد ساقه‌های آلوده و نیز تعداد ساقه‌های سالم و آلوده شمارش شده و درصد آلودگی بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Mahapatra and Nanda, 1996):

$$\text{Wh and Dh \%} = \frac{\text{مجموع تعداد ساقه‌های آلوده}}{\text{تعداد ساقه‌های آلوده + تعداد ساقه‌های سالم}} \times 100$$

تجزیه آماری و تحلیل داده‌ها

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS, version 9 انجام شد (McArdle, 2009). میانگین‌ها با آزمون توکی مقایسه شدند. همچنین، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس شاخص مقاومت و حساسیت ژنوتیپ‌های برنج به کرم ساقه-خوار که توسط موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج تدوین شده بود (IRRI, 2013) (جدول ۲) انجام شد. برای تعیین منشا ژنتیکی توده‌های برنج مورد مطالعه و گروه‌بندی ویژگی‌های مورفولوژیکی ژنوتیپ‌ها، طبقه‌بندی براساس روش کلاستر و با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. همچنین، ارتباط بین صفات مورد آزمایش با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت، واکنش ژنوتیپ‌های مختلف برنج نسبت به کرم ساقه‌خوار نواری تعیین شد (جدول ۲).

جدول ۲- سیستم ارزیابی استاندارد ایری میزان آلودگی بوته‌های برنج به کرم ساقه‌خوار نواری

Table 2. Standard evaluation system for the extent of contamination of rice plants with stem borer

Level of resistance	Scale	Infection rank Percentage of dead hearts	Infection rating Percentage of white heads
Immune	0	0	0
Highly resistant	1	1-10	1-5
Resistant	3	11-20	6-10
Moderately resistant	5	21-30	11-15
Moderately susceptible	7	31-60	16-25
Susceptible	9	61-100	26-100

Standard Evaluation System, International Rice Research Institute, IRRI (2013)

نتایج و بحث

جدول ۳ و ۴ صفات اندازه‌گیری‌شده‌ی ۲۰ ژنوتیپ، شامل ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، طول خوشه، مرگ جوانه‌های مرکزی ، تعداد لارو ساقه‌خوار در نسل اول، درصد خوشه‌های سفیده، تعداد لارو ساقه‌خوار در نسل دوم و عملکرد محصول را در مراحل رویشی و زایشی گیاه برنج نشان می‌دهند. در جدول ۳ بیشترین ارتفاع مربوط به لاین ردیف ۱۶ با ارتفاع ۱۵۸/۹ سانتی‌متر مشاهده شد.

همچنین، کمترین ارتفاع در رقم گوهر با ارتفاع ۱۰۸/۳ سانتی‌متر مشاهده شد. در همین جدول بیشترین و کمترین طول برگ پرچم در جمشید جو ردیف ۱ و لاین ۳۷ ردیف ۱۷ به ترتیب با ۶/ ۳۷ و ۲۲/۹۰ سانتی‌متر به دست آمد. نتایج این بررسی نشان داد که رقم گوهر با ۱/۴۲ سانتی‌متر بیشترین عرض برگ و رقم هاشمی ردیف ۱۴ با ۰/۹۷ سانتی‌متر کمترین عرض برگ را به خود اختصاص دادند. همچنین، در این جدول بیشترین قطر ساقه (۲/۸۱ میلی‌متر) در رقم گوهر و کمترین قطر ساقه در زیباجو ردیف ۲ با ۲/۰۸ میلی‌متر مشاهده شد، قطر ساقه یکی از صفات مهمی است که می‌تواند در استقرار و خسات کرم ساقه‌خوار موثر باشد. در همین جدول بیشترین طول خوشه در لاین ردیف ۵ (۲۹/۶ سانتی‌متر) و کمترین طول خوشه در جمشید جو (ردیف ۱۲)، لاین ۱۱ (ردیف ۱۸) و لاین ۳۱ (ردیف ۱۵) مشاهده شد.

جدول ۳- تجزیه مرکب میانگین صفات ارتفاع گیاه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، قطر ساقه و طول خوشه ۲۰ ژنوتیپ در مراحل رویشی و زایشی گیاه یرنج آلوده به کرم ساقه‌خوار نواری در مزرعه (۹۷ -۱۳۹۶)

Table 3. Combined analysis of the estimated mean traits of plant height, flag leaf length, flag leaf width, stem diameter and panicle length 20 genotype in the vegetative and reproductive stages of the rice plant compared to stem borer under paddy field conditions (2017-2018)

No. names of genotypes	Plant height mean	Flag leaf length mean (cm)	Flag leaf width mean (cm	Stem diameter mean (mm)	Panicle length mean (cm)
1	139.4±14.71^{kl}	37.6±1.13^{a}	1.17±0.06^{a}	2.59±0.29^{b}	28.43±1.46^{bc}
2	146.8±28.28^{gh}	26.75±1.06^{fg}	1.09±0.12^{a}	2.08±0.06^{i}	26.95±0.64^{ef}
3	138.9±28.42^{lm}	24.4±0^{hi}	0.99±0.03^{a}	2.26±0.23^{fgh}	27.77±1.36^{cd}
4	142.6±14.42^{i}	30.7±3.53^{cd}	1.21±0.24^{a}	2.28±0.11^{efgh}	26.8±1.27^{f}
5	150.8±17.86^{cd}	30.7±4.94^{cd}	1.06±0.03^{a}	2.33±0.47^{defg}	29.6±0.57^{a}
6	146.9±27.29^{gh}	31.67±2.12^{c}	1.14±0^{a}	2.24±0.01^{fgh}	25.93±4.72^{gh}
7	156.1±19.09^{b}	34.4±1.13^{b}	0.98±0.2^{a}	2.47±0.04^{bc}	29.4±1.98^{a}
8	140.6±20.64^{jk}	28.15±4.73^{e}	1.04±0.03^{a}	2.48±0.31^{bc}	27.05±3.46^{ef}
9	146±18.10^{h}	25.27±5.51^{h}	1.14±0.06^{a}	2.32±0.11^{efg}	25.4±0.57^{gh}
10	149.5±25.31^{de}	27.3±0.14^{ef}	1.02±0.25^{a}	2.07±0.15^{i}	29±0.85^{ab}
11	148.1±27.86^{fg}	28.1±1.83^{ef}	1.04±0.01^{a}	2.15±0.21^{hi}	25.55±1.20^{gh}
12	142.3±17.67^{i}	25±5.65^{h}	1.13±0.09^{a}	2.23±0.13^{gh}	25.33±3.20^{h}
13	133.2±0.23^{n}	30.3±0.14^{cd}	1.08±0.03^{a}	2.46±0.17^{bcd}	27.53±3.20^{de}
14	141.4±0.84^{ij}	28.15±4.17^{e}	0.97±0.04^{a}	2.23±0.04^{gh}	28.15±2.19^{cd}
15	151.8±4.52^{c}	27.25±2.19^{ef}	0.99±0.09^{a}	2.32±0.22^{efg}	25.3±3.25^{h}
16	158.9±3.92^{a}	31.5±0.14^{cd}	1±0^{a}	2.3±0.14^{efg}	28±1.41^{cd}
17	148.9±6.08^{ef}	22.9±2.96^{j}	1.02±0.03^{a}	2.04±0^{i}	25.7±1.84^{gh}
18	150.7±19.32^{cd}	30.13±4.66^{d}	1.04±0.03^{a}	2.33±0.33^{defg}	25.4±1.13^{gh}
19	137.9±18.52^{m}	23.5±5.51^{ij}	1.02±0^{a}	2.25±0.22^{fgh}	29.05±0.92^{ab}
20	108.3±5.46^{o}	25.56±3.15^{gh}	1.42±0.05^{a}	2.81±0.28^{a}	26.8±1.01^{g}

In each column, dissimilar letter(s) indicate a significant difference at the 5% level based on LSD test.

بر اساس داده‌های جدول ۴ بیشترین آلودگی مرگ جوانه‌های مرکزی مربوط به رقم جمشید جو (ردیف ۱) با ۲۱/۸۵ درصد آلودگی بود که در گروه نسبتاً حساس جای گرفت. علاوه بر این، کمترین مرگ جوانه‌های مرکزی در

لاین ۵ (ردیف ۱۱) با ۱۲/۷۲ درصد آلودگی به‌دست آمد. همچنین، این آزمایش نشان دادکه لاین ۵ با کمترین مرگ جوانه‌های مرکزی نسبت به کرم ساقه‌خوار نواری در رتبه نسبتاً مقاوم قرار گرفت. در جدول ۴، تعداد لارو موجود در ساقه‌های آلوده، در نسل اول آفت در رقم جمشید جو (ردیف ۱) ۲۴ عدد بود که به همراه مرگ جوانه‌های مرکزی مقام اول را داشت. جدول ۴ نشان می‌دهد که رقم گوهر با بیشترین خوشه‌های سفید شده (۳۲/۳۹ درصد) و لاین ۳۷ (ردیف ۱۷) با کمترین خوشه‌های سفید شده (۷/۷۹ درصد) در گروه آخر جای گرفتند. رقم گوهر به‌دلیل آلودگی بالا، بیشترین تعداد لارو ساقه‌خوار موجود در ساقه‌های آلوده در نسل دوم آفت (۳۳/۱۷ عدد) را به‌خود اختصاص داد. در رقم گوهر آلودگی به کرم ساقه‌خوار در مرحله زایشی گیاه مصادف با نسل دوم آفت زیاد بوده و این رقم در رتبه بسیار حساس جای گرفت؛ بنابراین، این رقم قابل توصیه و توسعه برای ادامه کارهای اصلاحی نمی‌باشد.

در جدول ۴ کمترین تعداد لارو در لاین‌های ۱۴ (ردیف ۱۰) و لاین ۳۷ (ردیف ۱۷) به‌ترتیب به تعداد ۱۱/۱۷ و ۱۰/۶۷ لارو بود. در این بررسی، رقم گوهر بیشترین آلودگی به نسل دوم آفت ساقه‌خوار را به‌خود اختصاص داد، ولی دارای عملکرد بالاتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد آزمایش بود (۵/۸۷۰ تن در هکتار). دلیل عملکرد بالاتر این رقم با وجود خسارت بیشتر، می‌تواند قدرت پنجه‌زنی بالای این رقم در مرحله رویشی و ادامه آن در مرحله زایشی گیاه برنج باشد.

جدول ۵ ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد آزمایش در ژنوتیپ‌های مختلف برنج را در مراحل رویشی و زایشی گیاه برنج نسبت به کرم ساقه‌خوار نشان می‌دهد. مطابق با داده‌های جدول، ارتفاع گیاه با عرض برگ پرچم دارای همبستگی مثبت بود. همچنین، ارتفاع گیاه و طول برگ پرچم با خوشه‌های سفید شده و تعداد لاروها در ساقه‌های آلوده‌ی برنج در نسل دوم همبستگی مثبت داشت، اما با عملکرد، همبستگی منفی نشان داد. عرض برگ پرچم با قطر ساقه، خوشه‌های سفید شده با تعداد لارو در ساقه‌های آلوده در نسل دوم و مقدار عملکرد در هکتار در سطح احتمال یک درصد دارای همبستگی مثبت بود. قطر ساقه با عملکرد همبستگی مثبت داشت و با تعداد لارو در ساقه‌های آلوده در نسل دوم همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد از خود نشان داد. در جدول ۵ مشاهده می‌شود که طول خوشه با عملکرد در سطح احتمال یک درصد، دارای همبستگی مثبت بود. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که مقدار عملکرد با خوشه‌های سفید شده و تعداد لارو در نسل دوم آفت دارای همبستگی منفی می‌باشد (جدول ۵). در این رابطه، بیشترین مقدار همبستگی مربوط به عرض برگ پرچم با مقدار عملکرد (۰/۷۷)، بعد از آن ارتفاع ژنوتیپ با عرض برگ پرچم (۰/۷۵) و عرض برگ پرچم با آلودگی خوشه‌های سفید شده (۰/۸۸) بود. در این پژوهش ارتفاع، عرض برگ و قطر ساقه بیشترین تاثیر را در آلودگی ساقه‌های آلوده و تعداد لاروهای آفت در داخل ساقه نشان دادند. در همین رابطه، حسینی و همکاران (Hosseini *et al*., 2010) در ارزیابی مقاومت لاین‌های برنج به کرم ساقه‌خوار نواری، صفاتی شامل ارتفاع گیاه، طول برگ، تعداد پنجه، عرض برگ و قطر ساقه را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که تاثیر ارتفاع گیاه و قطر ساقه در ایجاد آلودگی خوشه‌های سفید شده بیشتر از سایر صفات بوده و از همبستگی بیشتری برخوردار بودند. نتایج پژوهش حاضر در موسسه تحقیقات برنج با نتایج آن‌ها مطابقت دارد. همچنین، آن‌ها چهار لاین IRRI-2×Hassani-3، Tarom×Deylamani-3، (IR58025A×IR-19R)/Sepidrod-3 و (IR58025A×IR-19R)/Neda-3 را به عنوان لاین‌های مقاوم به کرم ساقه‌خوار نواری برنج معرفی کردند.

جدول ۴- تجزیه مرکب میانگین صفات مرگ جوانه‌های مرکزی مرده، تعداد لارو در ساقه در نسل اول، خوشه‌های سفید شده، تعداد لارو در ساقه در نسل دوم و عملکرد ۲۰ ژنوتیپ در مراحل رویشی و زایشی گیاه برنج آلوده به کرم ساقه‌خوار نواری در مزرعه (۹۷ -۱۳۹۶)

Table 4. Combined analysis of mean traits of death hearts, number of larvae per stem in the first generation, white heads, number of larvae per stem in the second generation and yield of 20 genotypes in the vegetative and reproductive stages of the rice plant compared to stem borer under paddy field conditions (2017-2018)

No. names of genotypes	Dead hearts mean (%)	No. of* larvae per stem mean (1)	White heads mean (%)	No. of* larvae per stem mean (2)	Yield mean (tone)
1	21.85±6.05^{a}	24±6.12^{a}	17.82±6.37^{bcde}	18.17±5.89^{bcd}	4.511±0.09^{bc}
2	19.11±1.59^{ab}	21.17±2.12^{ab}	12.21±0.5^{fgh}	14.17±0.71^{cdef}	4.106±0.18^{bc}
3	18.72±7.52^{ab}	20.67±8.49^{ab}	18.28±0.64^{bcd}	20.17±4.48^{bc}	3.833±0.19^{c}
4	17.51±2.62^{ab}	19.17±4.48^{ab}	13.41±0.81^{fgh}	15.17±0.23^{cdef}	4.544±0.34^{bc}
5	16.11±4.08^{ab}	18.17±4.95^{ab}	11.99±1.36^{gh}	13.5±1.65^{def}	4.204±0.27^{bc}
6	19.82±0.69^{ab}	21.33±1.41^{ab}	19.78±1.04^{b}	23.17±2.12^{b}	4.821±0.29^{b}
7	17.22±1.36^{ab}	19.83±1.65^{ab}	11.66±5.42^{hi}	13.5±5.42^{efd}	4.186±0.07^{bc}
8	16.63±0.97^{ab}	17.83±3.06^{ab}	15.46±2.99^{bcde}	17.5±1.17^{bcd}	4.150±0.13^{bc}
9	19.3±4.20^{ab}	22.17±4.01^{ab}	18.45±4.45^{bc}	20.17±4.01^{bc}	4.164±0.1^{bc}
10	13.55±0.56^{b}	14.15±0.95^{ab}	8.63±1.39^{ij}	11.17±2.59^{ef}	4.371±0.05^{bc}
11	12.72±1.65^{b}	14.82±3.06^{b}	13.75±4.71^{fgh}	16±5.19^{cdef}	4.595±0.12^{bc}
12	18.68±4.34^{ab}	20.33±5.65^{ab}	17.48±4.5^{bcd}	19.67±4.24^{bc}	4.301±0.04^{bc}
13	15.8±2.88^{ab}	17.5±4.48^{ab}	13.05±8.06^{fgh}	14.5±6.83^{cdef}	4.107±0.11^{bc}
14	18.21±1.89^{ab}	19.33±5.42^{ab}	15.13±5.37^{defg}	17±5.66^{cde}	4.186±0.15^{bc}
15	19.39±0.03^{ab}	21±3.53^{ab}	11.98±2.74^{gh}	13.33±2.35^{efd}	4.295±0.01^{bc}
16	17.87±1.78^{ab}	18.5±0.24^{ab}	17.83±6.95^{bcde}	19.17±7.30^{bcd}	4.472±0.03^{bc}
17	12.09±0.69^{b}	14.33±0.94^{b}	7.79±1.12^{j}	10.67±1.41^{f}	4.420±0.01^{bc}
18	18.79±1.24^{ab}	20±2.83^{ab}	14.71±3.73^{efgh}	16.17±4.01^{cdef}	4.680±0.11^{b}
19	16.8±2.53^{ab}	18.17±4.01^{ab}	17.12±10.37^{bce}	20.17±10.13^{bc}	4.143±0.14^{bc}
20	15.29±3.61^{bc}	19.5±2.12^{ab}	32.39±4^{a}	33.17±3.06^{a}	5.870±0.01^{a}

In each column, dissimilar letter(s) indicate a significant difference at the 5% level based on LSD test.
*1-2 Average number of larvae inside the stem in the first generation and the second generation.

موناکاتا و اوکاموتو (Munakata and Okamoto 1967) ثابت نمودند که ارقام برنج دارای برگ‌های طویل‌تر، عریض‌تر و بلندتر حساسیت بیشتری نسبت به کرم ساقه‌خوار برنج دارند. هنریش (Heinrichs, 1994) گزارش کرد که از بین واریته‌های مختلف برنج هیچ ژنوتیپی نسبت به کرم ساقه‌خوار مقاوم نیست و حتی واریته‌هایی با مقاومت بالا وقتی تحت تاثیر جمعیت زیاد آفت قرار می‌گیرند، خسارت زیادی می‌بینند و بررسی‌های ژنتیکی متعدد نشان داده‌اند که نوع مقاومت کرم ساقه‌خوار در طبیعت، چند ژنی می‌باشد. این پژوهشگر بیان کرد که چند گونه برنج وحشی وجود دارد که از مقاومت نسبی بالایی نسبت به کرم ساقه‌خوار برخوردار می‌باشند. نتایج پژوهش حاضر در موسسه تحقیقات برنج در رشت نشان داد که بعضی از ژنوتیپ‌های موردآزمایش با نتایج آزمایش پژوهشگر مذکور مطابقت دارد. از چند دهه قبل، پژوهشگران موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج با جمع-آوری توده‌های ژنتیکی از سراسر دنیا و تولید ژنوتیپ‌های جدید برنج به بررسی امکان وجود منابع ژنی مقاوم به حشرات آفات برنج پرداخته‌اند که کمک موثری در مدیریت تلفیقی آفات در جهان نموده است.

جدول ۵- ضریب همبستگی بین صفات ژنوتیپ‌های مختلف برنج (۱۳۹۶-۹۷)

Table 5. Correlation coefficient between traits of different rice genotypes (2017-2018)

Morphological traits	Plant height	Flag leaf length	Flag leaf width	Stem diameter	Panicle length	Dead hearts	No.of larvae per stem (1)	White heads	No. of larvae per stem (2)	Yield mean (tone)
Plant height	1									
Flag leaf length	0.26^{ns}	1								
Flag leaf width	0.75**	0.02^{ns}	1							
Stem diameter	0.53*	0.11^{ns}	0.42*	1						
Panicle length	0.11 ^{ns}	0.38*	0.30^{ns}	0.06^{ns}	1					
Dead hearts	0.11^{ns}	0.26^{ns}	0.01^{ns}	0.01^{ns}	0.03^{ns}	1				
No.of larvae per stem (1)	0.01^{ns}	0.20^{ns}	0.25 ^{ns}	0.05^{ns}	0.10^{ns}	0.25*	1			
White heads	0.72**	0.88**	0.72**	0.39*	0.02^{ns}	0.09^{ns}	0.13^{ns}	1		
No. of larvae per stem (2)	0.72**	0.55**	0.70**	0.86**	0.22^{ns}	0.12^{ns}	0.16^{ns}	0.99**	1	
Yield mean (Tone)	0.54*	0.06^{ns}	0.77**	0.44*	0.74	0.28^{ns}	0.01^{ns}-	-0.66*	-0.65*	1

**Correlation is significant at 1% level. * The correlation is significant at the 5% level and Ns without meaning.

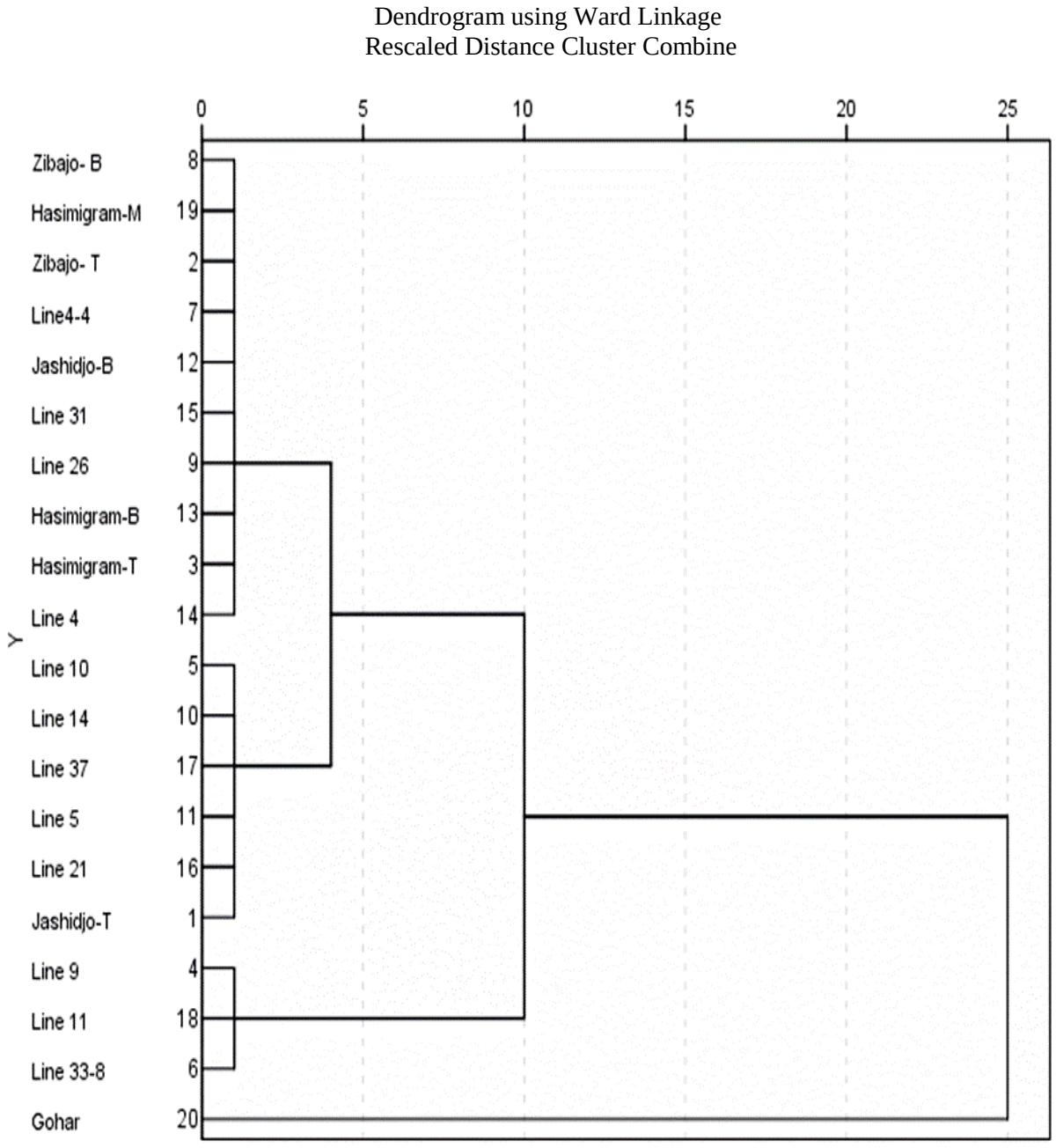
در سال‌های اخیر توجه زیادی به استفاده از روش‌های غیرشیمیایی به ویژه، مهار زیستی و استفاده از ارقام مقاوم به آفات، معطوف شده است (Noori Qanblani et *al.*, 1971; Pathak *et al.*,1995). در پژوهش‌های انجام‌شده در موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج در فیلیپین، بیش از ۱۷۰۰۰ ژنوتیپ برنج برای مقاومت به کرم ساقه‌خوار نواری برنج (*C. suppressalis*) و ۳۹۰۰۰ ژنوتیپ نسبت به کرم ساقه‌خوار زرد برنج، *S. incertulas* غربالگری شدند، که از این تعداد فقط چند واریته سطح متوسطی از مقاومت را ایجاد کردند. آن‌ها بیش از ۳۰ لاین دارای مقاومت متوسط تا بالا را نسبت به آفت مذکور پیدا نمودند. از جمله، ژنوتیپ TKM-6 از هندوستان، یکی از متحمل‌ترین ژنوتیپ‌هایی است که علیه کرم ساقه‌خوار نواری برنج معرفی شده است (Roy *et al.*, 1971; Khush, 1984; Rapusas and Heinrichs, 1987).

در همین ارتباط، ویسالاکشیمی و همکاران (Visalakshmi et al., 2014) در غربالگری ژرم پلاسم‌های مختلف برنج برای مقاومت به کرم ساقه‌خوار زرد برنج در هندوستان، نشان دادند که ژرم پلاسم‌های CR2211-76 و CR300-2305 در مرحله زایشی طی دو سال آزمایش نسبت به آفت مذکور مقاوم بوده و ژرم پلاسم CR-3005-77-2 دارای رتبه نسبتاً مقاوم برای هر دو سال آزمایش و ژرم پلاسم CR3006-8-2 در سال اول آزمایش در رتبه نسبتاً مقاوم و در سال دوم آزمایش در رتبه نسبتاً حساس قرار گرفتند. نتایج بررسی‌های مروات (Marwat, 1992) نشان داد که موقعی که لاروهای ساقه‌خوار نواری برنج از واریته IR-198007-21 تغذیه نمایند، اندازه لاروها کوچک‌تر شده و رشد و نمو آن‌ها مختل می‌شود. او دلیل این موضوع را وجود ترکیبات بیوشیمیایی در واریته مذکور بیان کرد. سریواستاوا و همکاران (Srivastava *et al.*, 2005) نشان دادند که چندین عامل مورفولوژیکی گیاه شامل ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول و عرض برگ پرچم همبستگی مثبتی با تعداد تخم‌هایی که توسط شب‌پره‌های ساقه‌خوار گذاشته می‌شود، دارند. همچنین، آن‌ها نشان دادند واریته های دارای لایه‌های با بافت لیگنینی و اسکلروتینی بیشتر و نیز تعداد سلول‌های سیلیسی بیشتر، از مقاومت بیشتری نسبت به آفت ساقه‌خوار برخوردار می‌باشند. در همین رابطه، سینق و سیدهو (Singh and Sidhu, 1993) گزارش کردند که سیلیس موجود در گیاه برنج مانع فعالیت آنزیم‌های پپسین، ترپسین، آمیلاز، استیل کولین استراز، فسفاتاز، اورآز و استراز می‌شود.

پاندا و همکاران (Panda *et al*., 1975) گزارش کردند که واریته‌های Ratna و TKM6 (محتوی ۱۹/۳- ۱۹ درصد) نسبت به واریته‌های IR8 و Jay (۱۷/۵- ۱۷/۴ درصد) به دلیل وجود سیلیکات بیشتر جزء واریته مقاوم هستند. بررسی‌های حسینی و همکاران (Hossieni *et al*.,2011) در ارزیابی مقاومت ۱۰ ژنوتیپ برنج در شرایط گلخانه و مزرعه‌ای نشان دادکه بیشترین درصد جوانه‌های مرکزی مرده، درصد خوشه های سفید شده، تعداد دسته‌های تخم و درصد زنده‌مانی لاروی در لاین سه (سنگ طارم × طارم دیلمانی) و بیشترین میانگین وزن لاروی در لاین پنج (IRRI-2× نوک سیاه) مشاهده شد. در این مطالعه، حساس‌ترین و متحمل‌ترین لاین ها به به ترتیب لاین‌های سه (سنگ طارم × طارم دیلمانی) و چهار (فجر× دم‌سیاه) گزارش شد.

بررسی‌های هنریش (Heinrichs, 1994) در تجزیه بیوشیمیایی گیاه برنج نشان داد که ماده‌ای به نام اوریزانون از گیاه برنج متصاعد می‌شود که برای تخم‌گذاری شب‌پره‌های ساقه‌خوار و تغذیه لاروها جلب‌کننده می‌باشد. واریته TKM6 دارای بیشترین سازوکار مقاومت از نوع آنتی بیوز نسبت به کرم ساقه‌خوار نواری برنج بود. بررسی‌های مجیدی شیل‌سر و الهقلی پور (Majidi-Shilsar and Allagholipour, 2019) در موسسه تحقیقات برنج، رشت نشان داد که از میان ۶۳ رقم و ژنوتیپ‌های مورد آزمایش به کرم ساقه‌خوار نواری برنج، ژنوتیپ‌های هاشمی×صالح-۲۱، هاشمی×صالح-۸۷، صالح×محمدی-۱ با بیش از ۱۱ درصد خوشه‌های سفید شده در رتبه نسبتاً حساس و ژنوتیپ‌های غریب×سپیدرود-۲، اهلمی- طارم×سپیدرود-۵۳ و رقم هاشمی بیش از ۱۰ درصد خوشه‌های سفید شده در رتبه نسبتاً مقاوم طبقه بندی شدند. آن‌ها اظهار داشتند که آلودگی ژنوتیپ‌های مختلف بستگی به ویژگی‌های مرفولوژیکی نظیر ارتفاع، طول برگ و غیره دارد، اما اگر ارقام با خصوصیات مرفولوژیکی مشابه در کنار یکدیگر کشت شوند، آلودگی به ساقه‌خوار در آن‌ها متفاوت خواهد بود. بررسی‌های باقری و همکاران (Baghari *et al*., 2020) در ارزیابی مقاومت کرم ساقه خوار نواری برنج در لاین‌های امید بخش برنج در شرایط مزرعه‌ای نشان دادند که ژنوتیپ‌های میلاد، آمل ۳ و دشت بیشترین درصد آلودگی به کرم ساقه خوار را داشتند و هر سه از قطر ساقه بیشتری برخوردار بودند. این سه ژنوتیپ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ارتفاع بیشتری داشتند و با توجه به این‌که این آفت داخل ساقه تغذیه می‌کند، بنابراین، این خصوصیت ژنوتیپ‌های فوق، محیط مناسبی را برای زندگی آن‌ها فراهم نموده در نتیجه، درصد خسارت یا به عبارت دیگر، شدت آلودگی و کاهش عملکرد، بیشتر خواهد بود. آن‌ها نشان دادند که ارقام آمل ۲، پرتو و IR50 از درصد آلودگی کمتری برخوردار بوده و قطر ساقه کمتری داشتند. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهشگران مذکور مطابقت دارد. در این پژوهش تجزیه و تحلیل با استفاده از تجزیه کلاستر (تجزیه خوشه‌ای) به روش وارد (Ward) برای گروه‌بندی ویژگی‌های مورفولوژیکی مورد مطالعه و برش دندروگرام از فاصله ۴، ژنوتیپ‌ها را به چهار گروه طبقه‌بندی کرد. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های ارقام محلی و چهار لاین اصلاح شده با شماره ردیف ۱۴، ۳، ۱۳، ۹، ۱۵، ۱۲، ۷، ۲، ۱۹ و ۸ بود. در گروه دوم، همه ژنوتیپ‌های اصلاح شده به‌جز رقم جمشید جو شامل ۱، ۱۶، ۱۱، ۱۷، ۱۰ و ۵ قرار گرفتند. گروه سوم شامل سه لاین اصلاح شده‌ی در ردیف‌های با شماره ۶، ۱۸ و ۴ بود. در گروه چهارم تنها رقم گوهر ردیف شماره ۲۰ با منشاء خارجی طبقه‌بندی شد. دیاگرام حاصل نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در چهار گروه ژنتیکی قرار گرفتند، همگی ژنوتیپ‌ها از توده‌های رقم محلی هاشمی بوده و از یک منطقه جمع‌آوری شده بودند، ولی با یکدیگر اختلاف ژنتیکی دارند (شکل ۱).

در این پژوهش، رقم گوهر که حاصل تلاقی دو ژنوتیپ پوسا می‌باشد، نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد آزمایش با منشاء ایرانی، در یک گروه جداگانه قرار گرفت. این آزمایش نشان داد که رقم گوهر با بیشترین آلودگی در مرحله زایشی گیاه برنج (نسل دوم آفت ساقه‌خوار) (۳۳/۱۷ درصد آلودگی



شکل ۱- تجزیه کلاستر حاصل از تجزیه صفات مورد اندازه‌گیری دو سال با استفاده از ماتریس فاصله مربع فاصله اقلیدسی و روش تجزیه وارد

Figure 1. Cluster analysis obtained from the analysis of the measured traits for two years using the square distance matrix of Euclidean distance and Ward analysis

بر اساس خوشه‌های سفید شده) در گروه بسیار حساس (درجه ۲۶ و بیشتر) جای گرفت. نتایج بررسی نشان داد که براساس سیستم استاندارد ایری، در نسل دوم آفت، با تعیین آلودگی خوشه‌های سفید شده، ژنوتیپ‌های ردیف‌های ۲، ۴، ۵، ۷، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۷ و ۱۸ با آلودگی متوسط در گروه نسبتاً حساس (درجه ۱۵-۱۱) طبقه‌بندی شدند. لاین‌های ۱۴ ردیف ۱۰ و لاین ۳۷ ردیف ۱۷ با کمترین آلودگی خوشه‌های سفید شده به‌ترتیب با ۹/۱۳ و ۸/۳ درصد آلودگی در گروه نسبتاً مقاوم جای گرفتند. نتایج حاصله نشان داد که ژنوتیپ‌های ردیف ۱، ۳، ۶، ۸، ۹، ۱۲، ۱۶ و ۱۹ نسبت به کرم ساقه‌خوار

نواری در گروه نسبتاً حساس (درجه ۲۵-۱۶) گروه‌بندی شدند. در این بررسی، ژنوتیپ‌هایی که دارای کمترین میانگین تعداد لارو در ساقه، کمترین درصد مرگ جوانه‌های مرکزی، کمترین درصد آلودگی خوشه‌های سفید شده و کمترین قطر ساقه بودند، برای کارهای اصلاحی معرفی شدند. در این پژوهش، همه‌ی ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به‌جز رقم گوهر، یکی از والدین‌شان رقم محلی (هاشمی) می‌باشد، ولی، از لحاظ مقاومت واکنش متفاوتی نسبت به کرم ساقه-خوار نواری نشان دادند. این ژنوتیپ‌ها، با وجود منشاء ژنتیکی یکسان، به لحاظ ویژگی‌های فنوتیپی اختلاف داشتند. بنابراین، در پژوهش حاضر لاین ۵ ردیف ۱۱، لاین ۱۴ ردیف ۱۰ و لاین ۳۷ ردیف ۱۷ برای انجام برنامه‌های اصلاحی و مدیریت تلفیقی کرم ساقه‌خوارنواری برنج معرفی شدند. نتایج این بررسی با نتایج چاهودهاری و همکاران (Chaudhary *et al*., 1984) که لاین IR20 را به‌عنوان لاین مقاوم به کرم ساقه‌خوار نواری معرفی کردند، مطابقت دارد.

سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی به شماره‌ی مصوب 7-04-04-015-960385 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.

References

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Abd Shah, H. and Kazemian, A. 1399. Agricultural statistics of the crop year 1397-98, Volume One, Crop Products. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, 97 p.

Alam, M. Z., Alam, M. S. and Abbas, M. 1972. Status of different stem borers as pests of rice in Bangladesh. International Rice Common Newsleter 21(2): 729.

Amooghli-Tabari, M., Nouri Ganbalani, G., Fathi, S. A. A, Moumeni, A., Razmjou G. and Nabipour, A. R. 2015. Mass screening of different rice genotypes to rice striped stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Pyralidae), under the field condition. **Journal of Iranian Entomological Society of Iran** 35(2): 49-61. (in Farsi)

Bagheri, N., Babaeian, N. J. and Pasha, A. 2020. Evaluation of rice promising lines for resistance to striped stem borer in field conditions. **Journal of Crop Breeding** 11(23): 195-206. (in Farsi)

Chaudhary, R. C., Khush, G. S. and Heinrichs, E. A. 1984. Varietal resistance to rice stem-borers in Asia. Insect Science and its. Aplication 5: 447-463.

Chaudhary, R. C., Khush, G. C. and Heinrichs, E. A. 1985. Varietal resistance to rice stem borers in Asia. **The Review of Applied Entomology** 73 (14): 252.

Das, Y. T. 1977. Some factors of resistance to *Chilo suppressalis* in rice varieties Asia. **The Review of Applied Entomology** 65(6): 938.

Eshraqi, A., Osko, T. and Najafi Navai, I. 1993. Comparison of contamination of cultivars and promising lines of rice with stem borer. Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress, Guilan University Press, Rasht, p. 54.

Heinrichs, E. A. 1994. Host plant resistance. In Heinrichs, E. A. (Ed.). Biology and management of rice insects. IRRI. Wily Eastern Ltd., pp. 517- 548.

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

Hosseini, S. Z., Babaian Jelodar, N., Baghari, R., Ali Nia F. and Osko, T. 2011. Evaluation of resistance of Iranian rice to rice stem borer (*Chilo suppressalis*). **Applied Entomology and Phytopathology** 78 (2): 131-152. (in Farsi)

IRRISTAT Institute. 1992. IRRISTAT user's guide: Biometric unit. International Rice Research Institute**.** Manila, Philippines.

International Rice Testing Program. 2013. Standard evaluation system for rice, 5th ed. International Rice Research Institute Manila, Philippines. 65 pp.

Khan, S., Murtaza, M. G. and Mir, H. 2010. Screening of six rice varieties against yellow stem borer, *Scirpophaga incetulas* Walker. **Sarhad Journal of Agriculture** 29(4): 591-594.

Khush, G. S. 1984. Breeding rice for resistance to insects. **Protection Ecology** 7:147- 165.

Khush, G. S. 1986. Rice varietalimprovement. International Rice Commission Newsletter. FAO, Rome. 2(34): 111-126.

Koizumi, T. and Furuhashi, **G.** 2020. Global rice market projections distinguishing Japonica and Indica rice under climate change. **JARQ** 54(1): 63-91.

Majidi-Shilsar, F. and Ebadi, A. A. 2012. Management of *Chilo suppressalis* Walker on hybrid rice in paddy. **Journal of Plant Protection. Mashhad Ferdowsi University** 26(4): 423-416. (in Farsi)

Majidi-Shilsar, F. 2015. Crop loss assessment of rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker on Hashemi rice variety under field conditions .**Journal of Plant Pests Research** 5(2): 25-37. (in Farsi)

Majidi-Shilsar, F. and Allah Gholipour, M. 2019. Evaluation of promising rice genotypes for resistance to rice striped stem borer, *Chilo suppressalis* (Lep.; Crambidae) in paddy field conditions. **Plant Protection Journal** 9(4): 285-297.

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

Marwat, N. K. 1992. Role of antibiosis in the resistance of rice to the attack of *Tryporyza* spp. stem borers. **Indian Journal of Entomology** 54(1): 84-88.

McArdle, J. J. 2009. Latent variable modeling of SAS/STATUser's Guide, Version 9. Cary, NC.

Munakata, K. and Okamoto, D. 1967. Varietal resistance to rice stem borer in Japan. In the Major Insect Pests of Rice. Proceeding of the Symp. at the IRRI. John Hopkins Press, Baltimore. pp. 419-430.

Noori Qanblani, Q., Hosseini, M. and Yaghmaei, F. 1995. Plant resistance to insects. Mashhad University Jihad Publications 262 p.

Osko, T. and Nasiri. M. 2014. Evaluation of sensitivity and resistance of promising rice lines to *Chilo suppressalis* (Walk). **Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)** 37(2): 15-24. (in Farsi)

Painter, R. H. 1958. Resistance of plants to insects. **Annual Review of Entomology** 3: 226-290 pp.

Panda, N., Pradhan, B., Samalo, A. P. and Prakasa Rao, P. S. 1975. Note on the relationship of some biochemical factors with the resistance in the varieties to yellow rice stem borer. **Indian Journal of Agricultural Sciences** 45(10): 499-501.

Pasalu, I. C. and Katti, G. 2006. Advances in eco friendly approaches in rice IPM. **Journal of Rice Research** 1(1): 83-90.

Pathak, M., Andres, F., Gallacgac, N. and Raros, R. 1971. Resistance of varieties to striped rice borers. International Rice Research Institute. 69 pp

Pathak. M. D. 1975. Insect Pest of Rice. Indian Rice Research Institute, Phillippines. 68 p.

Rapusas, H. R. and Heinrichs, E. A. 1987. Genetic evaluation for insect resistance in rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Roy, J. K., Israel, P. and Pawar, M. S. 1971. Breeding for insect resistance in rice. **Oryza** 8: 129- 134.

Saeb, H. and Mohammad Salehi, M. S. 2002. Evaluation of resistance of rice sent by International Rice Research Institute against rice stem borer in field conditions. Proceedings of 13th Iranian Plant Protection Congress. 7-11 September, Iran. pp. 184.

Sfakianakis, I. N, Vimplis, I., Staurakis, G. and Fytizas, E. 1981. Insecticide evaluation for control of *Sesamia nonagrioides* in maize. **Annals of the Benaki Phytopathological Institute** 13: 73-79.

Singh, J. and Sidhu. G. S. 1993. Advances in insect resistance in Rice. In Dhaliwal, G. S. and Dilawari, V. K. (Eds.). Advances in host plant resistance to insect (eds. Dhaliwal, G. S. and Dilawari, v. k.). Kalyani Publishers, Ludhiana. 443 p.

Srivastava, S. K., Biswas, R., Garg, D. K., Gyawali, Haqua, N. M. M., Saroj Jaipal, P. I., Kamal, N. Q., Kumar, P., Pathak, M., Pathak. P. K., Prasad, C. S., Ramzan, M., Rehman, A., Rurmzan, M., Salim, M., Singh, A., Singh, U. S. and Tiwari, S. N. 2005. Management of stem borers of rice and wheat in rice- wheat system of Pakistan, Nepal, India and Bangladesh. Rice-Wheat Consertium for the Indo-Gangentic Plains, India.

Visalakshmi, V., Hari Satyanarayna, N., Jyothula, D. P. B., Raju, M. R. B. and Ramana Murthy, K. V. 2014. Screening of rice germplasm for resistance to yellow stem borer *Scirpophaga incertulas* Walker. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences** 4: 129-133.

Plant Pest Research
2021- 11 (2): 1-14

Research paper

Screening of twenty rice genotypes for tolerance or resistance to striped stem borer (*Chilo suppressalis*) in paddy field

F. Majidi-Shilsar*, A. Tarang, M. Hosseinichaleshtari, M. Alagholipour and M. Khoshkdaman

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

(Received: March 3, 2021- Accepted: August 21, 2021)

Abstract

Rice striped stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lep.: Pyralidae) is considered as the most important pest in paddy fields in north of Iran and causes severe damages to rice cultivation. Currently, the use of chemical insecticides is the most common practice in controlling this pest. However, considering environmental problems, it is advisable to look for alternative methods, including the use of resistant or tolerant cultivars to rice striped stem borer. Thus in the current study 20 lines and cultivars of rice were considered. The results indicated that all 20 cultivars and lines tested in the first generation of rice striped stem borer showed dead hearts ranging from 15.29 to 21. 85% based on the standard evaluation system of rice (IRRI) and relatively stood in resistant group (Scale 5). In the second generation of the pest the infection symptom of white heads clusters depicted that the line number 4 was in the resistant group, and lines 2, 4, 5, 7, 13, 11, 14, 15 and 18 in relatively resistant group. The results of this study showed that cultivars and lines of 1, 3, 6, 8, 9, 12, 16 and 19 are grouped in a relatively sensitive group to rice striped stem borer. Our study also showed that the Gohar cultivar with 31.28% white heads in reproductive stage was placed in the sensitive group. Therefore, in the present study, line 5 (row 11), line 14 (row 10) and line 37 (row 17) are recommended for breeding and integrated management programs for rice striped stem borer.

Key words: Pest, white heads, integrated management, dead hearts

*****Corresponding author: majidi14@yahoo.com