نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۵۳۱-۵۲۵

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 525-531

اثر محلول‌پاشی عناصر سیلیس، پتاسیم و روی بر برخی ویژگی‌های زراعی و خسارت بیماری بلاست و کرم ساقه‌خوار نواری (*Chilo suppressalis* Walker) برنج رقم طارم هاشمی

نعمت‌اله صداقت[۱]- همت‌اله پیردشتی[۲]- سیده ارحامه فلاح شمسی[۳*]- عبدالرضا رنجبر[۴] - سحر لیلایی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تیمار محلول‌پاشی عناصر سیلیس (۵ در هزار)، پتاسیم (۲ در هزار) و روی (۲ در هزار) بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، درصد خسارت بیماری بلاست گردن خوشه و درصد آلودگی کرم ساقه‌خوار نواری در رقم طارم هاشمی، آزمایشی به صورت پژوهش در مزرعه در سال ۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار محلول‌پاشی بر تمامی صفات به جز طول خوشه، وزن هزار دانه و تعداد پنجه معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیش‌ترین میزان عملکرد دانه (۴۵۱۸ کیلوگرم در هکتار)، تعداد دانه در خوشه (۱۸۵/۲)، تعداد دانه پر (۱۷۴/۶)، درصد باروری خوشه (۹۴/۳ درصد) و کم‌ترین تعداد دانه پوک در خوشه (۱۰/۶) و کم‌ترین درصد خسارت بلاست (۳ درصد) و کرم ساقه‌خوار برنج (۰/۳ و ۱/۲ درصد به ترتیب درصد آلودگی و سفید شدن خوشه) در تیمار محلول‌پاشی سیلیس به‌دست آمد. هم‌چنین، همبستگی منفی و معنی‌داری بین تعداد دانه پر و درصد آلودگی بلاست (**۰/۷۱- =r)، درصد آلودگی کرم ساقه‌خوار (**۰/۷۲- =r) و سفیدشدن خوشه (۰/۸۹- =r) در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده محلول‌پاشی عناصر روی، سیلیس و پتاسیم توانست عملکرد دانه (افزایش حدود ۲ تا ۱۴ درصدی) را همراه با کاهش خسارت کرم ساقه‌خوار (حدود ۹ تا ۸۷ درصد) و بلاست گردن خوشه (حدود ۲۷ تا ۸۷ درصد) بهبود بخشد. از بین عناصر محلول‌پاشی شده نیز سیلیس بیش‌ترین اثر مثبت را بر صفات مورد مطالعه داشت.

واژه‌های کلیدی: برنج، بلاست، سیلیس، کرم ساقه‌خوار، محلول‌پاشی

مقدمه

بر اساس آمار، حدود سه میلیون تن شلتوک در کشور تولید شده که استان مازندران با تولید ۴۱/۷ درصد از آن و دارا بودن ۳۸/۴ درصد از اراضی شالیکاری در جایگاه نخست قرار دارد (۶). با این وجود، آفات و بیماری‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های فرا روی تولید پایدار در برنج، در نظر گرفته می‌شوند. در این میان یکی از جدی‌ترین آفات برنج، کرم ساقه‌خوار نواری (*Chilo suppressalis* Walker) است که در اواسط و انتهای مراحل رشد گیاه به آن حمله کرده و موجب خشکیدگی جوانه مرکزی و سفیدشدن خوشه می‌گردد و در نتیجه کاهش تعداد پنجه، افزایش دانه‌های پوک، ورس گیاه و کاهش شدید عملکرد را به دنبال دارد (۲۱). از دیگر عوامل اثرگذار بر تولید برنج، بیماری بلاست با پراکنش در بیش از ۸۰ کشور دنیاست که از مرحله گیاهچه‌ای تا رسیدگی به گیاه برنج حمله می‌کند و کاهش عملکرد بیش از ۵۰ درصدی را سبب می‌شود (۳۱). گزارش شده که در استان مازندران از میان انواع سموم، سموم حشره‌کش (به ویژه دیازینون) و علف‌کش بیش‌ترین مصرف را دارند و از بین شهرستان‌های این استان، آمل، بابل و ساری از بیش‌ترین سطح زیرکشت برنج و نیز مصرف سموم کشاورزی بویژه دیازینون برخوردار هستند (۲). از سوی دیگر مطالعه صورت گرفته در شهرستان آمل (۸) نشان داد که نمونه‌های برنج طارم از منطقه غرب این شهرستان از میزان بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی[۶] (۱۰ ppb) سم دیازینون برخوردار بوده و سایر نمونه‌ها حاوی باقی‌مانده سم در حد مجاز بودند.

در عین حال استفاده از تغذیه برگی به‌عنوان روشی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات محیطی آن‌ها پیشنهاد شده است.

۱ و ۳- کارشناس‌ارشد و دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: (Email: arhameh_fallahshamsi@yahoo.com
۲- دانشیارگروه زراعت، پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴-کارشناس‌ارشد بیماری‌های گیاهی موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران (آمل)
۵- دانشجوی دکتری قارچ‌شناسی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

6- World Health Organization: WHO

با این روش، می‌توان عناصر را در سریع‌ترین زمان به‌گونه‌ای مستقیم در اختیار شاخه، برگ یا میوه قرار داد (۷). گزارش شده که سیلیس مقاومت به بیماری را در گیاهان دو لپه و تک لپه افزایش می‌دهد. در همین راستا همبستگی منفی بین محتوای سیلیسیوم در بافت گیاه و شدت بیماری بلاست، شیت‌بلایت برنج، سفیدک پودری جو و گندم گزارش شده است (۲۷). در همین زمینه دو فرضیه برای نقش سیلیسیوم در افزایش مقاومت به بیماری‌ها مطرح شده است، نخست: به جای ماندن سیلیسیوم روی سطح بافت‌ها به عنوان مانع فیزیکی که مانع نفوذ و یا حساسیت کم‌تر سلول‌ها به تجزیه آنزیمی به وسیله عوامل بیماریزای قارچی می‌شود که همبستگی مثبت بین محتوای سیلیس و درجه جلوگیری از بیماری و آفات از این فرضیه پشتیبانی می‌کند. دوم: کاربرد سیلیس به عنوان پیام، تولید فیتوالکسین را القا می‌کند. در همین راستا کاربرد سیلیس در خیار موجب تحریک فعالیت کیتیناز، فعالیت سریع پراکسیداز و پلی‌فنول‌اکسیداز گردید (۲۶). هم‌چنین محلول‌پاشی پتاسیم سیلیکات (در دو اسیدیته متفاوت) از شیوع بیماری بلاست جلوگیری نمود، به‌طوری که بیش‌ترین کاهش شیوع بلاست از تیمار چهار گرم در لیتر سیلیس (صرف‌نظر از اسیدیته محلول) به‌دست آمد (۱۶). از سوی دیگر، بر اساس گزارش رزنده و همکاران (۲۸) محلول‌پاشی سیلیس شدت لکه قهوه‌ای را در برنج کاهش داد، هر چند کنترل ایجاد شده به اندازه کاربرد سیلیس در خاک نبود. در پژوهش دیگری افزایش ۴۰-۳۷ درصدی وزن دانه، ۳۰-۱۰ درصدی عملکرد دانه و کاهش ۴۰ درصدی شیوع بیماری بلاست به‌دلیل استفاده از سیلیس گزارش شده است (۱۸). نتایج آزمایش حسینی و همکاران (۲۳) نشان داد که تیمار ۲۰ گرم کود سیلیس با افزایش محتوای سیلیس در ساقه، بیش‌ترین کاهش خسارت کرم ساقه‌خوار برنج را در ژنوتیپ‌های مورد بررسی موجب گردید. چنانکه در برنج رقم پرتو درصد سفید شدن خوشه از ۱۸/۱ درصد در شرایط شاهد به ۰/۱۱ درصد کاهش یافت. هم‌چنین همبستگی منفی (r= -۰/۹۳**) بین محتوای سیلیس و درصد شیوع کرم ساقه‌خوار برنج (درصد خشکیدگی جوانه مرکزی و سفید شدن خوشه) از سوی چاندرامانی و همکاران (۱۷) گزارش شد. سرور (۲۹) نیز گزارش کرد که کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود پتاسیم در هکتار میزان خشکیدگی جوانه مرکزی را از ۴/۳۳ درصد در شرایط شاهد به ۲/۴۰ درصد و سفیدشدن خوشه را از ۷/۱۲ درصد به ۳/۵۸ درصد کاهش داد. از این‌رو کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم، راهکاری مؤثر در جلوگیری از شیوع آفت کرم ساقه‌خوار برنج و بهبود آسیب گیاه پس از حمله آفت معرفی شد. ویژگی‌های ارقام برنج نیز بر میزان خسارت کرم ساقه‌خوار تأثیرگذار است. گزارش شده که ارتفاع ساقه و بوته برنج بیشترین نقش را در جلب پروانه کرم ساقه‌خوار جهت تخم‌ریزی داشته (۴) و نیز دوره رشد طولانی سبب مواجهه گیاه با نسل سوم کرم ساقه‌خوار می‌شود که به موجب آن کنترل آفت مشکل می‌گردد (۱۱).

از سویی دیگر، امروزه نوعی از اجرای پژوهش تحت عنوان پژوهش در مزرعه (OFR[1]) در حال گسترش است که با مشارکت کشاورزان روی زمین خودشان و اغلب برای گسترش فناوری‌های جدید یا تغییر یافته صورت می‌گیرد. این روش به پژوهشگر کمک می‌کند تا شرایط و مشکلات کشاورزان را دریابد. در عین حال فرصتی برای شناسایی مشکلات و مسائل تحقیق و نیز اصلاح و دوباره‌آزمایی سیستم طراحی شده است (۱۵). البته از آن‌جایی که در پژوهش در مزرعه نسبت به تحقیق در مزرعه پژوهشی، عموماً کنترل کم‌تری صورت می‌گیرد، به‌همین سبب نیازمند طراحی دقیق‌تر می‌باشد (۲۰). با توجه به مصرف بی‌رویه سموم (۶) و اثرات سوء آن بر سلامتی (۹و۱۰) و نیز سیر صعودی آمار سرطان در سال‌های اخیر در ایران (۱و۱۳) استفاده از روش‌های زراعی در کنار روش‌های اصلاحی جهت کاهش مصرف سموم ضروری به‌نظر می‌رسد. از این‌رو این پژوهش به صورت پژوهش در مزرعه با هدف بررسی اثر عناصر روی، پتاسیم و سیلیس بر کاهش خسارت کرم ساقه‌خوار و بیماری بلاست بر رقم برنج طارم هاشمی و نیز بهبود عملکرد و اجزای عملکرد دانه انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۱ در شهرستان آمل- روستای اسکی محله، در مزرعه‌ای زیر نظر مرکز خدمات کشاورزی رودبار به صورت پژوهش در مزرعه و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. ابعاد هر کرت ۴×۵ متر بود و نشاکاری به صورت سه نشاء در هر کپه و با فاصله کشت۲۰×۲۰ سانتی‌متر اجرا شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش، طارم هاشمی بوده که از گروه ارقام ایندیکا، بومی و کیفی، با عملکرد پایین، ریشک‌دار، پابلند و متوسطرس محسوب می‌گردد که کشاورزان منطقه توجه خاصی به کشت این رقم دارند. عملکرد متوسط این رقم ۴۲۰۰-۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (۱۲). شخم اولیه و ثانویه، تسطیح و ایجاد پشته‌های حد واسط بین کرت‌ها، برای تمامی کرت‌ها به طور یکسان انجام گرفت. کودهای مصرفی شامل نیتروژن، فسفر و پتاس براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) به طور یکسان برای تمامی کرت‌ها و به‌ترتیب ۱۰۰ کیلوگرم اوره، ۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیم، و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هر هکتار اعمال شد.

تیمارهای کودی سیلیس (۵ در هزار)، پتاسیم (۲ در هزار) و روی (۲ در هزار) در چهار سطح (شاهد، سیلیس، پتاس و سولفات روی) در۲۰ روز پس از نشاء اعمال گردید. خصوصیات کودهای مصرفی در جدول ۲ ارائه شده است.

1- On-Farm Research

جدول۱- مشخصات خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی (۰ تا ۳۰ سانتی‌متری)

هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	مواد خنثی شونده	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	رس	سیلت	شن	بافت خاک
دسی‌زیمنس بر متر		درصد			میلی‌گرم بر کیلوگرم		درصد			
۰/۲	۷/۶	۱۲/۵	۲/۵	۰/۲	۱۰/۸۱	۱۵۶/۹	۱۳	۲۳	۶۴	سیلتی لوم

صفات مورد مطالعه عملکرد دانه و اجزای عملکرد (تعداد کل دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد دانـه پـوک در خوشـه، وزن هـزار دانـه، درصد باروری خوشه، تعداد پنجه در بوته و طول خوشه) و آلودگی بـه بلاست گردن خوشـه و آلـودگی و سـفید شـدن خوشـه در اثـر کـرم ساقه‌خوار برنج بودند.

اندازه‌گیری خسارت کرم ساقه‌خوار برنج با دو مرحله آمـاربرداری، برای نسل اول ۴۵ روز بعد از نشاء (خشـک شـدن جوانـه مرکـزی) و نسل دوم (سفید شدن خوشه) یک هفته قبل از برداشت از ۱۰ بوته در هر کرت صورت گرفت و درصـد آلـودگی براسـاس روابـط ۱ و ۲ (۵) محاسبه شد. آماربرداری مربوط به بیمـاری بلاسـت گـردن خوشـه در تاریخ ۱۳۹۱/۵/۲۱، یک هفته پیش از برداشت انجام پـذیرفت (رابطـه ۲). تعیین خسارت کرم ساقه‌خوار برنج بر اساس رتبـه‌بنـدی هنـریش (جدول ۳) صورت گرفت (۵ و ۲۱).

$$\text{درصد آلودگی ساقه} = \frac{\text{تعداد ساقه‌های آلوده}}{\text{تعداد ساقه در بوته‌های آلوده}} \times \frac{\text{تعداد بوته‌های آلوده}}{\text{تعداد کل بوته‌های مورد آزمایش}} \times ۱۰۰$$

$$\text{درصد آلودگی خوشه} = \frac{\text{تعداد خوشه‌های آلوده}}{\text{تعداد کل خوشه در بوته‌های آلوده}} \times \frac{\text{تعداد بوته‌های آلوده}}{\text{تعداد کل بوته‌های مورد آزمایش}} \times ۱۰۰$$

$$\text{درصد تأثیرپذیری} = \frac{\text{میزان محصول در کرت شاهد} - \text{میزان محصول در کرت تیمار شده}}{\text{میزان محصول در کرت شاهد}} \times ۱۰۰$$

برای اندازه‌گیری طول خوشه (۱۰ خوشه در هـر کـرت)، از محـل گره گردن تا نوک خوشه با خط‌کش اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها برای تجزیه‌های آماری استفاده شد. تعداد ۱۰ خوشـه از هـر کـرت بـه‌طـور تصادفی انتخاب و تعداد دانه پر و پوک شمارش گردید. تعداد هزار دانه بذر پر از نمونه خرمن‌شده انتخاب و پس از توزین به عنوان وزن هـزار دانه منظور گردید. در مرحله رسیدگی دانه عملکـرد دانـه از محصـول برداشت شده از ۲/۵ متر مربع از وسط هر کرت (با حذف اثر حاشیه) و در رطوبت ۱۴ درصد محاسبه و درصد تأثیرپذیری از رابطه ۳ محاسـبه شد. ابتدا داده‌های آزمایش از نظر نرمال بودن توزیع خطای آزمایشـی با نرم‌افزار SPSS و با آزمون شاپیرو–ویلک مورد آزمون قـرار گرفتنـد (جدول۴) و داده‌های غیرنرمال پس از تبدیل داده در تجزیه با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده شدند. مقایسه میانگین نیز بر اساس آزمـون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح آماری پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

مطابق نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریـانس، اثـر محلـول‌پاشـی سیلیس، پتاسیم و روی از بین صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد بر تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پر، درصد باروری خوشه و عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۵). بررسی میانگین‌ها نشـان داد کـه بـیش‌تـرین مقدار عملکرد دانه (۴۵۱۸/۹ کیلوگرم در هکتار)، تعداد دانه در خوشـه (۱۸۵/۲)، تعداد دانه پر (۱۷۴/۶) و درصد باروری خوشه (۹۴/۳ درصد) در تیمار محلول‌پاشی عنصر سـیلیس ثبـت شـد. بـرای صـفات طـول خوشه، وزن هزار دانه و تعداد پنجه، اثر تیمار محلـول‌پاشـی از لحـاظ آماری معنی‌داری نبود (جدول ۵). در صفات عملکرد دانه، تعـداد دانـه در خوشه، تعداد دانه پر و درصد باروری خوشه که اثر تیمـار معنـی‌دار بوده کم‌ترین میـزان در تیمـار شـاهد و در تیمارهـای محلـول‌پاشـی، مقادیر بیش از شاهد بود که نشان از بهبود صـفات نسـبت بـه شـاهد تحت اثر محلول‌پاشی عناصر روی، سیلیس و پتاسـیم دارد و در میـان تیمارهای محلول‌پاشی تیمار سیلیس اثر بیش‌تـری بـر صـفات مـورد بررسی داشت.

جدول۲-خصوصیات کودهای استفاده شده در آزمایش

کود	میزان مصرف کود /میزان آب مصرفی	زمان محلول‌پاشی	ویژگی‌ها	شرکت تولید کننده
پتاس	یک لیتر در هکتار/۵۰۰ لیتر در هکتار	عصر (خنک ترین زمان)	–قابل جذب از طریق شاخ و برگ	صنایع شیمیایی شیمی کُرد
سیلیس	دو لیتر در هکتار (به ازاء هر لیتر کود مایع مصرفی یک کیلوگرم کود ازته استفاده شود) /۴۰۰ لیتر در هکتار	عصر (خنک ترین زمان)	– قابل جذب از طریق برگ – قابل اختلاط با انواع حشره‌کش‌ها، قارچکش‌ها و سایر کودهای دیگر – موثرترین روش مصرف، اسپری کردن روی گیاه	نهاده سبز
سولفات روی	به نسبت ۲ در هزار	عصر (خنک ترین زمان)	–قابل جذب از طریق شاخ وبرگ	صنایع شیمیایی شیمی کُرد

جدول۳-رتبه‌بندی سیستم ارزیابی استاندارد هنریش برای تعیین خسارت کرم ساقه‌خوار برنج (۵ و ۲۱)

رتبه بندی	درجه بندی	درصد آلودگی	خوشه‌های سفید شده برنج (درصد)
مقاوم	۰	بدون خسارت	بدون خسارت
نسبتاً مقاوم	۱	۱-۱۰	۱-۵
مقاومت متوسط	۳	۱۱-۲۰	۶-۱۰
مقاومت کم	۵	۲۱-۳۰	۱۱-۱۵
نسبتاً حساس	۷	۳۱-۶۰	۱۶-۲۵
حساس	۹	>۶۰	>۲۵

جدول ٤-آزمون نرمال بودن صفات مورد بررسی در رقم طارم هاشمی

صفات مورد بررسی	درصد آلودگی بلاست برنج	درصد آلودگی کرم ساقه خوار	خوشه‌های سفید شده	عملکرد دانه	طول خوشه	تعداد دانه در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه پر در خوشه	وزن هزار دانه	تعداد پنجه در بوته	درصد باروری خوشه	درصد تاثیرپذیری عملکرد
آماره	۰/۹۲۹	۰/۹۶۴	۰/۸۲۹	۰/۹۵۸	۰/۹۳۵	۰/۹۶۵	۰/۹۱۸	۰/۹۶۷	۰/۹۸۰	۰/۹۴۷	۰/۹۳۵	۰/۷۸۷
درجه آزادی	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۹
معنی‌داری	۰/۳۷۰	۰/۶۶۵	۰/۱۷۱	۰/۷۶۰	۰/۴۳۳	۰/۸۵۱	۰/۲۶۹	۰/۸۷۲	۰/۹۸۴	۰/۵۹۰	۰/۴۳۲	۰/۲۶۲

با توجه به افزایش درصد باروری خوشه و ثبت بیش‌ترین تعداد دانه پر و نیز وزن هزار دانه در تیمار سیلیس، بالاترین عملکرد دانه نیز از این تیمار به‌دست آمد (جدول۵). چاکرالحسینی و همکاران (۳) تأثیر مثبت محلول‌پاشی سولفات روی (۳ در هزار) را بر عملکرد دانه برنج رقم چرام ۱ گزارش کردند. ما و همکاران (۲۵) نیز دریافتند که افزودن سیلیس در مراحل مختلف رشد گیاه برنج، افزایش وزن خشک کاه و دانه و افزایش درصد دانه‌های پر را به‌همراه دارد. با این وجود، افزایش در مرحله زایشی بیش از مراحل رویشی و رسیدگی بود. با توجه به این‌که بیش‌ترین بخش سیلیس ذخیره شده در گیاه برنج (۷۰-۷۵ درصد)، در پهنک برگ جذب می‌شود، مشابه پنجره با افزایش امکان عبور نور به بافت مزوفیلی، کارآیی مصرف نور را افزایش می‌دهد (۲۴ و ۲۵). هم‌چنین سیلیس سبب کاهش تجزیه رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شود (۳۰). مطالعه انجام گرفته توسط حسین و همکاران (۲۲) نیز آشکار کرد که سیلیس با افزایش طویل شدن سلول و کشش‌پذیری دیواره سلول، رشد برگ را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر سیلیس در افزایش افراشتگی برگ، بهبود مصرف آب، کاهش سمیت فلزات سنگین و تعرق کوتیکولی نقش دارد (۱۴). بنابراین به‌نظر می‌رسد سیلیس از طریق اثرات ذکر شده افزایش فتوسنتز و به دنبال آن افزایش عملکرد را در پی دارد.

جدول۵- مقایسه میانگین و تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد دانه رقم طارم هاشمی در محلول‌پاشی عناصر سیلیس، پتاسیم و روی

تیمار محلول پاشی	عملکرد دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	طول خوشه (سانتی‌متر)	تعداد دانه در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه پر در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد پنجه	باروری خوشه (درصد)
شاهد	۳۹۷۰/۸^{b}	۲۵/۷	۱۵۵/۹^{b}	۱۵/۸^{a}	۱۴۰/۰^{c}	۲۷/۱	۱۷/۸	۸۹/۸^{c}
پتاسیم	۴۱۲۰/۰^{b}	۲۶/۴	۱۷۱/۵^{ab}	۱۳/۵^{ab}	۱۵۷/۹^{b}	۲۷/۲	۱۷/۲	۹۲/۱^{b}
روی	۴۰۵۳/۲^{b}	۲۶/۶	۱۷۱/۳^{ab}	۱۲/۵^{bc}	۱۵۸/۸^{b}	۲۷/۰	۱۹/۲	۹۲/۷^{b}
سیلیس	۴۵۱۸/۹^{a}	۲۹/۳	۱۸۵/۲^{a}	۱۰/۶^{c}	۱۷۴/۶^{a}	۲۹/۱	۱۵/۷	۹۴/۳^{a}
آزمون F								
بلوک	۱۳۲۵۹۰	۱۰/۸۷	۵/۵۳	۵/۹۵	۰/۲۴	۱/۴۴	۲/۳۶	۱/۵۹
تیمار	۱۷۷۵۱۷**	۷/۲۶^{ns}	۴۲۸/۹*	۵/۹۵**	۵۹۸/۹**	۳/۲۱^{ns}	۶/۱۹^{ns}	۱۰/۲۹**
خطای آزمایش	۲۰۴۱۲	۴/۸۲	۶۷/۰۷	۱/۷۴	۵۶/۷۳	۱/۳۶	۵/۹۱	۰/۴۳
ضریب تغییرات (درصد)	۳/۴۲	۸/۱۳	۴/۷۸	۱۰/۰۶	۴/۷۷	۴/۲۲	۱۳/۸۸	۰/۷۱

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

خسارت بلاست و کرم ساقه‌خوار برنج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۶)، خسارت بلاست و کرم ساقه‌خوار در تیمارهای محلول‌پاشی عناصر روی، سیلیس و پتاسیم، مشخص شد که اثر تیمار بر صفات درصد آلودگی کرم ساقه‌خوار، درصد سفید شدن خوشه و درصد آلودگی بلاست معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). بیش‌ترین مقدار درصد آلودگی کرم ساقه‌خوار، درصد سفید شدن خوشه و درصد آلودگی بلاست از تیمار شاهد به‌دست آمد و در اثر محلول‌پاشی عناصر، درصد خسارت کاهش یافت، به‌طوری‌که کم‌ترین میزان آلودگی و خسارت از تیمار سیلیس ثبت شد. پس از تیمار شاهد تیمار محلول‌پاشی روی و پس از آن پتاسیم بالاترین آلودگی و خسارت را داشتند. با توجه به درصد تأثیرپذیری عملکرد دانه، تیمارهای محلول‌پاشی افزایش ۱۳/۶-۲/۲ درصدی عملکرد دانه را نسبت به شاهد سبب گردیدند که کم‌ترین و بیش‌ترین افزایش، به‌ترتیب مربوط به محلول‌پاشی روی و سیلیس بود (جدول۶). در آزمایش داتنوف و همکاران (۱۸) کاهش ۲۹ درصدی شیوع بلاست نسبت به کرت‌های شاهد با کاربرد سیلیس گزارش شده است. نتایج مطالعه‌ای دیگر نیز نشان داد که محلول‌پاشی پتاسیم سیلیکات، شیوع بلاست را در برنج از ۵۱ درصد در شرایط کنترل به ۲۶ درصد در تیمار ۱۶ گرم سیلیس در لیتر کاهش داد. اما بر اجزای عملکرد دانه اثری نداشت (۱۶). بر اساس گزارش‌ها تشکیل کوتیکول دو لایه در نتیجه کاربرد سیلیس و تحریک مقاومت گیاه با تولید ترکیبات ضد قارچ از نفوذ عامل بیماری و پاتوژن‌ها جلوگیری و میزان خسارت را کاهش می‌دهد (۱۴).

با توجه به نتایج به‌دست آمده و رتبه‌بندی ارائه شده از سوی هنریش (جدول ۳)، رقم طارم هاشمی در شرایط معمول نسبتاً مقاوم به کرم ساقه‌خوار بوده و محلول‌پاشی پتاسیم و روی سبب بهبود مقاومت آن نمی‌گردد، اما کاربرد عنصر سیلیس این رقم را در گروه ارقام مقاوم به کرم ساقه‌خوار قرار می‌دهد (جدول ۶). از نظر صفت درصد سفیدشدن خوشه، رقم طارم هاشمی در تیمار شاهد جزء ارقام نسبتاً مقاوم بوده و محلول‌پاشی عناصر روی، سیلیس و پتاسیم باعث افزایش مقاومت برنج به سفید شدن خوشه می‌شود.

نتایج همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد دانه، درصد آلودگی و خسارت کرم ساقه‌خوار و بلاست نشان می‌دهد که عملکرد دانه با تعداد دانه در خوشه (r=۰/۵۸*)، تعداد دانه پر (r=۰/۶۲*)، وزن هزار دانه (r=۰/۸۱**) و درصد باروری خوشه (r=۰/۶۳*) همبستگی مثبت و با تعداد دانه پوک (r=-۰/۶۰*) و درصد سفیدشدن خوشه (r=-۰/۶۲*) همبستگی منفی و معنی‌داری دارد. هم‌چنین همبستگی بین درصد آلودگی بلاست، درصد آلودگی کرم ساقه‌خوار و سفیدشدن خوشه با تعداد دانه در خوشه (به ترتیب ۰/۷۳**-، ۰/۷۵**- و ۰/۸۷**-) و تعداد دانه پر (به ترتیب ۰/۷۱**-، ۰/۷۲**- و ۰/۸۹**-) منفی بود. از سوی دیگر بین درصد آلودگی کرم ساقه‌خوار و بلاست همبستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۸۵**) مشاهده شد (جدول۷).

چنان‌چه از نتایج این پژوهش بر می‌آید، کاربرد عناصر روی، سیلیس و پتاسیم در بهبود عملکرد دانه، تعداد دانه پر و درصد باروری خوشه رقم طارم هاشمی مؤثر بوده و بهبود مقاومت آن را به آفت کرم ساقه‌خوار برنج و بیماری بلاست به‌همراه داشته است.

جدول۶- مقایسه میانگین و تجزیه واریانس خسارت بلاست و کرم ساقه‌خوار و درصد تأثیرپذیری رقم طارم هاشمی در محلول‌پاشی عناصر

تیمار محلول‌پاشی	کرم ساقه خوار				بلاست	درصد تأثیرپذیری[۱]
	آلودگی (درصد)	رتبه‌بندی	سفیدشدن خوشه (درصد)	رتبه‌بندی	آلودگی (درصد)	
شاهد	۲/۲^{a}	نسبتاً مقاوم	۹/۵^{a}	نسبتاً مقاوم	۲۲/۷^{a}	-
پتاسیم	۱/۰^{b}	نسبتاً مقاوم	۲/۷^{b}	مقاوم	۱۰/۱^{b}	۳/۶^{b}
روی	۲/۰^{a}	نسبتاً مقاوم	۳/۱^{b}	مقاوم	۱۶/۵^{ab}	۲/۲^{b}
سیلیس	۰/۳^{c}	مقاوم	۱/۲^{b}	مقاوم	۳/۰^{c}	۱۳/۶^{a}
			آزمون F			
تیمار	۰/۳۴**		۱/۸۹**		۵/۱۵**	۳/۹۰**
بلوک	۰/۰۷^{ns}		۰/۰۲^{ns}		۳/۳۲**	۰/۰۱^{ns}
خطا	۰/۰۲		۰/۱۱		۰/۳۹	۰/۱۰
ضریب تغییرات (درصد)	۱۲/۰۵		۱۶/۵۱		۱۸/۴۲	۱۲/۹۲

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد [۱]برای شاهد درصد تأثیرپذیری قابل محاسبه نیست

نتایج هم‌چنین حاکی از آن است که در مرحله رشد رویشی (درصد خشکیدگی جوانه مرکزی) عنصر سیلیس در افزایش مقاومت موثر بوده و در مرحله زایشی گیاه (سفید شدن خوشه)، هر سه عنصر بهبود مقاومت به کرم ساقه‌خوار را سبب گردید.

با توجه به اثر مثبت محلول‌پاشی عناصر روی، سیلیس و پتاسیم بر کرم ساقه‌خوار برنج و بیماری بلاست، به‌نظر می‌رسد کاربرد این عناصر می‌تواند ضمن بهبود عملکرد دانه و اجزای عملکرد به کاهش اثرات سوء سموم آفت‌کش و قارچ‌کش کمک نماید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کمک‌های آقای مهندس سید حسین حسینی مدیر محترم مرکز خدمات کشاورزی رودبار و آقای اسدالله گازا در اجرای این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- آقاجانی ح.، اعتماد ک.، گویا م. م.، رمضانی ر.، مدیریان م.، و نادعلی ف. ۱۳۹۰. گزارش کشوری ثبت موارد سرطانی سال ۱۳۸۷. واحد مدیریت بیماری‌های غیرواگیر- اداره پیشگیری از بیماری‌های سرطان. نشر تندیس. ۴۵۲ صفحه.

۲- اسکندری ط.، علی اشرفی‌پور ر.، یداللهی ع. ا.، توحیدی ف.، و برزویی ف. ۱۳۸۷. بررسی آماری میزان مصرف سموم کشاورزی در شهرستان‌های استان مازندران. دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست. دانشگاه تهران، ۲۸ اردیبهشت-۱ خرداد. ۱-۷.

۳- چاکرالحسینی م.ر.، محتشمی ر. و اولیایی ح.ر. ۱۳۸۸. بررسی اثرات میزان، منبع و روش مصرف کود روی بر صفات کمی و کیفی برنج زراعی رقم چرام ۱. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. ۵(۱): ۴۳-۳۳.

۴- حسینی س.ز.، بابائیان جلودار ن.، باقری ن.، علی‌نیا ف.، و اسکو ت. ۱۳۸۹. صفات کمی موثر در مکانیزم‌های مقاومت برنج به کرم ساقه‌خوار (*Chilo suppressalis* (Walker)). گیاه پزشکی (مجله علمی کشاورزی). ۳۳ (۲):۹۰-۷۷.

۵- حسینی س. ز.، بابائیان جلودار ن.، باقری ن.، خادمیان ر.، و حسن نتاج ا. ۱۳۹۰. شناسایی مقدماتی لاین‌های مقاوم به کرم ساقه‌خوار برنج، *Chilo suppressalis* (Walker)، در شرایط مزرعه. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۸ (۱):۶۸-۴۹.

۶- دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی (جلد اول محصولات زراعی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷). وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، تهران، ایران. ۱۱۴ صفحه.

۷- رحیمی م.م.، و مظاهری د. ۱۳۸۷. واکنش مورفولوژیکی و عملکرد ذرت نسبت به ترکیبات شیمیایی آهن و مس. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۸(۱): ۱۰۰-۹۶.

۸- شکرزاده م.، کرمی م.، و ابراهیمی قادی م. ا. ۱۳۹۱. ارزیابی میزان باقی مانده سموم اورگانو فسفره در برنج تولیدی شهرستان آمل در شمال ایران. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۲۲(۱): ۲۲۱-۲۱۵.

۹- فتاحی ا.، پریور ک.، جورسرایی س. غ.، و مقدم‌نیا ع. ا. ۱۳۸۶. تأثیر دیازینون بر روی سلول‌های لایدیگ و سطح هورمون‌های جنسی در موش سفید کوچک. مجله دانشگاه علوم پزشکی بابل. ۹(۴): ۲۲-۱۵.

۱۰- فتاحی ا.، جورسرایی س. غ.، پریور ک.، و مقدم‌نیا ع. ا. ۱۳۸۶. بررسی اثر دیازینون بر روی فرآیند اسپرماتوژنزیس در موش سفید کوچک. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی سمنان. ۹(۱):۸۱-۷۵.

۱۱- مجیدی شیل‌سر ف.، و عبادی ع. ا. ۱۳۹۱. مدیریت کرم ساقه‌خوار نواری (*Chilo suppressalis* Walker) روی برنج هیبرید در شالیزار. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۶(۴): ۴۲۳-۴۱۶.

۱۲- مهدوی ف.، اسماعیلی م. ع.، فلاح ا.، و پیردشتی ه. ۱۳۸۴. مطالعه خصوصیات مورفولوژیک، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بومی و اصلاح شده برنج (*Oryza sativa* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۷(۴):۲۹۷-۲۸۰.

۱۳- یاوری پ.، ابدی ع.، و محرابی ی. ۱۳۸۲. اپیدمیولوژی علل مرگ و میر و روند تغییرات آن در سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۰ در ایران. مجله پزشکی حکیم. ۶(۳): ۱۴-۷.

14- Ahstiani A.F., Kadir J., Nasehi A., Hashemian Rahaghi S.R., and Sajili H. 2012. Effect of silicon on rice blast disease. Pertanika Journal Tropical Agricutural Science, 35(s):1-12.

15- Atta-Krah A.N. 1988. Unit 5: On-Farm Research: In D. Rocheleau, F. Weber, and A. Field-Juma, Agroforestry in Dryland Africa .ICRAF, Nairobi. 311 pp. http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5545E/x5545e08.htm#5.0%20performance%20objectives. (visited May 2013)

16- Buck G.B., Korndörfer G.H., Nolla A., and Coelho L. 2008. Potassium silicate as foliar spray and rice blast control. Journal of Plant Nutrition, 31(2): 231-237.
17- Chandramani P., Rajendran R., Muthiah C., and Chinniah C. 2010. Organic source induced silica on leaf folder, stem borer and gall midge population and rice yield. Journal of Biopesticides, 3(2):423-427.
18- Datnoff L.E., Deren C.W. and Snyder G.H. 1997. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. Crop Protection, 16 (6): 525-531.
19- Datnoff L.E,. and Rodrigues F.A. 2005 .The role of silicon in suppressing rice diseases. APSnet Features, http://apsnet.org/online/feature/silicon/(February, 2005). 28 pp.
20- DFID Biometrics Advisory and Support Services. 1997. On-Farm Trials – Some Biometrics Guidelines. Reading, UK: Statistical Services Centre, Department of Applied Statistics, University of Reading.
21- Heinrichs E.A. 1994. Biology and management of rice insects. International Rice Research Institute Publishing, 779 p.
22- Hossain M.T., Mori R., Soga K., Wakabayashi K., Kamisak S., Fujii S., Yamamoto R., and Hoson T. 2002. Growth promotion and an increase in cell wall extensibility by silicon in rice and some other poaceae seedlings. Journal of Plant Research, 115: 23–27.
23- Hosseini S.Z., Babaeian Jelodar N.A., and Bagheri N.A. 2011. Effect of silica on morphological traits and resistance of rice to striped stem borer (*Chilo suppressalis* Walker). Plant Ecophysiology, 3:95-100.
24- Kaufman P.B., Takeoka Y., Carlson T.J., Bigelow W.C., Jones Ones J.D., Moore P.H., and Ghosheh N.S. 1979. Studies on silica deposition in sugarcane (*Saccharum* spp.) using scanning electron microscopy, energy dispersive X-ray analysis, neutron activation analysis and light microscopy. Phytomorphology, 29:185–193.
25- Ma J.F., Nishimura K., and Takahashi E. 1989. Effect of silicon on the growth of rice plant at different growth stages. Soil Sciences and Plant Nutrition, 35:3, 347-356.
26- Ma J. F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. Soil Science and Plant Nutrition, 50(1):11-18.
27- Menzies J., Bowen P., Ehret D., and Glass A.D.M. 1992. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117(6):902-905.
28- Rezende D.C., Rodrigues F.Á., Carré-Missio V., Schurt D.A., Kawamura I.K., and Korndörfer G.H. 2009. Effect of root and foliar applications of silicon on brown spot development in rice. Australasian Plant Pathology, 38: 67–73.
29- 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 Cereal and Oilseeds, 3(1): 6-9.
30- Tale-Ahmad S., and Haddad R. 2011. Study of silicon effects on antioxidant enzyme activities and osmotic adjustment of wheat under drought stress. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 47 (1): 17–27.
31- Webster R.K. 2000. Rice Blast Disease Identification Guide. Department of Plant Pathology. University of California, Davis. 4pp.