

تأثیر منابع و مقادیر مختلف کود سیلیس بر رشد، عملکرد و میزان آلودگی به کرم ساقه‌خوار در رقم طارم‌هاشمی و لاین ۸۴۳ در گیاه برنج

یاسر غلامی^{۱*}، علی درخشان
شادمهری^۲، احمد غلامی^۳،
الهیاری فلاح^۴ و منوچهر قلی‌پور^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران.
۲. استادیار دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران.
۳. دانشیار دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران.
۴. استادیار مرکز تحقیقات برنج کشور، آمل، ایران.

چکیده

سیلیس به عنوان یک عنصر ضروری برای گیاهان زراعی و یک منبع غذایی مهمی برای رشد برنج به شمار می‌رود که در صورت عدم جایگزینی کافی این عنصر، گیاه با کمبود سیلیس مواجه شده، باعث بروز اختلال تغذیه‌ای جدی در گیاه و عدم ثبات در پایداری مقاومت به آفات می‌گردد. در این راستا پژوهشی به منظور بررسی اثر سیلیس بر رشد، عملکرد و تحمل به کرم ساقه‌خوار در رقم طارم-هاشمی و لاین ۸۴۳ گیاه برنج انجام شد. این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور در آمل در سال ۱۳۹۰ به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد آزمایش، شامل رقم، در دو نوع لاین ۸۴۳ (V₁) و رقم طارم-هاشمی (V₂)، منابع سیلیس در دو نوع SiO₂/۷۳ (S₁) و بقایای معدن سیلیس سوادکوه ۲۲٪ (S₂) و مقدار مصرف سیلیس شامل سه سطح صفر (D₁)، ۲۵۰ (D₂) و ۵۰۰ (D₃) کیلوگرم سیلیس خالص در هکتار بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که لاین ۸۴۳ در تمامی صفات به جز وزن هزاردانه و تحمل به کرم ساقه‌خوار به طور معنی‌داری نسبت به طارم‌هاشمی برتری داشت ولی بین دو منبع کود سیلیس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج مربوط به مقدار مصرف کود سیلیس نشان داد، تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، بهترین تیمار مصرفی کود سیلیس در مزرعه بود. مصرف این کود باعث افزایش معنی‌دار سیلیس ساقه، سیلیس برگ، تعداد پنجه، سطح برگ پرچم، وزن خشک برگ، وزن هزاردانه و عملکرد دانه و همچنین سبب کاهش معنی‌دار زاویه برگ دوم با ساقه و درصد آلودگی به کرم ساقه‌خوار شد.

واژه‌های کلیدی: سیلیس، برنج، عملکرد، کرم ساقه‌خوار.

* نویسنده مسئول:

E-mail: Yasser.glm50@gmail.com

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۸/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱۳

مقدمه

امروزه به علت هزینه‌های فزاینده کودهای شیمیایی لازم است که جذب و مصرف عناصر غذایی از کارایی بالایی برخوردار باشد تا بدین وسیله از هزینه‌های فزاینده تولید کاسته شده و درآمد بالاتری برای زارعین حاصل آید. همچنین در میان گیاهان زراعی و به خصوص غلات، برنج یکی از مهم‌ترین آن‌ها در جهان می‌باشد که منحصرأ به منظور مصرف انسان کشت می‌شود، این گیاه غذای عمده بیش از نصف مردم دنیا بوده، به طوری که برنج و گندم جمعاً حدود ۴۰ درصد انرژی مصرفی انسان را تشکیل می‌دهند (۶). مطالعه‌های متعددی فواید سیلیس را برای گیاهان آلی مخصوصاً برای گیاهان گروه گرامینه ثابت کرده است. گیاهان زیادی توانایی جذب این عنصر را دارند و بسته به گونه گیاهی، محتوی سیلیس تجمع یافته در بیوماس می‌تواند از دامنه ۱۰ تا بیشتر از ۱۰۰ گرم در کیلوگرم باشد (۹). سیلیس سبب عمودی‌تر شدن برگ‌ها می‌شود و اثر اصلاحی سیلیس بر عمود بودن برگ، زمانی مفید خواهد بود که گیاه در تراکم بالا کشت شده و محدودیت نور برای فتوسنتز وجود دارد (۲۴). ساموئل و همکاران (۱۹۹۳) اعلام کردند، افزایش رشد و عملکرد گیاه در حضور سیلیس از طریق بهبود توانایی مکانیکی ساقه و برگ‌ها در جذب نور و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه می‌باشد (۲۵). کاربرد سیلیس باعث افزایش اندازه برگ، تعداد برگ و سطح برگ گیاه می‌شود (۱۶). همچنین با افزایش غلظت سیلیس در محلول غذایی وزن خشک برگ نیز به طور کاملاً معنی‌داری افزایش می‌یابد (۱۳). البته در بررسی‌های مقدماتی تصور نمی‌شود که میزان سیلیس تأثیر زیادی بر عملکرد دانه داشته باشد، ولی این عنصر با سرعت بخشیدن به رشد رویشی و افزایش تولید ماده خشک و کاهش تعرق، باعث افزایش کمیت دانه و در نهایت عملکرد اقتصادی می‌گردد (۳). اپستین (۲۰۰۹) نیز در مطالعات خود اعلام کرد که عنصر سیلیس اثرات مثبتی

بر رشد و عملکرد گیاه دارد (۱۰). همچنین بالاسترا و همکاران (۱۹۸۹) دریافتند که افزایش عملکرد دانه با مصرف سیلیس در گیاهان مختلف به خاطر افزایش وزن هزاردانه است (۴). کاربرد کودهای سیلیسی، باعث افزایش تعداد خوشه در گیاهان نیز می‌شود (۸). همچنین سیلیس به عنوان یک عنصر مفید برای گیاهان شناخته شده است که موجب، افزایش مقاومت گیاهان به آفات می‌شود (۲۲). در میان تعداد زیادی از عوامل تنش‌زای زنده و غیر زنده که عملکرد برنج را تحت تاثیر قرار می‌دهند، آفات و امراض گیاهی جز مهم‌ترین آن‌ها هستند (۱۴). از جمله آفات برنج، کرم ساقه‌خوار است، که از آفات مهم برنج کاری‌های دنیا محسوب می‌شود. این آفت در سال ۱۳۵۱ برای نخستین بار از شمال کشور گزارش شده است (۲). استفاده از سیلیس به عنوان منبع کودی سبب افزایش تحمل گیاهان در برابر این آفت می‌شود به طوری که بوسکوپریز و مریک (۱۹۹۰) علل طغیان ساقه‌خواران در مزارع ذرت در نیجریه شرقی را به دلیل میزان کم سیلیس، در خاک منطقه می‌دانند (۷). در آزمایشی که توسط کپینگ و مایر (۲۰۰۰) انجام شد نیز به این نتیجه رسیدند که اثر افزایش مقاومت به آفت به وسیله سیلیس در واریته‌های حساس بیشتر از واریته‌های مقاوم است و لذا کاربرد سیلیس، خطر کشت نیشکر، خصوصاً واریته‌های پرمحصول ولی حساس را در مناطق آلوده به ساقه‌خوار کاهش می‌دهد (۱۷). در ضمن باید به این نکته نیز توجه داشت که خاک‌های کشاورزی از کانی‌های سیلیسی (Si) فراوانی برخوردار هستند ولی مقادیر زیادی از سیلیس این خاک‌ها به طور طبیعی برای جذب گیاه، غیر قابل استفاده می‌باشد، چون فرم قابل جذب سیلیس برای گیاهان به صورت SiO_2 است. لذا در این آزمایش اثر این دو منبع کود سیلیسی بر میزان جذب سیلیس، رشد، عملکرد، اجزای عملکرد و تحمل به کرم ساقه‌خوار در گیاه برنج مورد بررسی قرار گرفت، تا بتوانیم به اهمیت این عنصر در زراعت پی ببریم.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ در موسسه تحقیقات برنج کشور در آمل با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی به منظور بررسی اثر دو منبع مختلف سیلیس، در سه مقدار مصرف، بر رشد، عملکرد و تحمل به کرم ساقه‌خوار در رقم طارم‌هاشمی و لاین ۸۴۳ در گیاه برنج، به صورت یک طرح مزرعه‌ای در داخل میکروپلات‌های بتونی هر یک با مساحت یک متر مربع و به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. خاک مزرعه دارای بافت سیلتی لوم، حاوی ۱/۵ درصد کربن آلی با قابلیت هدایت الکتریکی ۱/۴۱ دسی‌زیمنس بر متر، pH معادل ۷/۸ و حاوی ۲ درصد Si بود. در این آزمایش فاکتور اول، رقم، شامل: لاین ۸۴۳ (V₁) و رقم طارم‌هاشمی (V₂) بود. لاین ۸۴۳ یک لاین پرمحصول اما با کیفیت کمتر است که در سال ۱۳۷۵ از طریق دورگ‌گیری بین (A₁V₁V₂ 67014-138-3) × IR رقم نعمت، در ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن به وجود آمد و در سال ۱۳۸۰ خالص شد. رقم طارم‌هاشمی نیز یک رقم محلی و با کیفیت بوده که نسبت به ارقام پرمحصول مثل لاین ۸۴۳ محصول کمتری تولید می‌کند و طول دوره رسیدن آن (بذرپاشی تا رسیدن) کوتاه‌تر از لاین ۸۴۳ است. فاکتور دوم، منابع سیلیس، شامل: ۷۳٪ SiO₂ (S₁) و بقایای معدن سیلیس سوادکوه ۲۲٪ (S₂) و فاکتور سوم مقدار مصرف سیلیس، شامل سه مقدار: صفر (D₁)، ۲۵۰ (D₂) و ۵۰۰ (D₃) کیلوگرم سیلیس خالص در هکتار از ۷۳٪ SiO₂ و بقایای معدن سیلیس بود. در مجموع آزمایش با ۱۲ تیمار و در ۳ تکرار انجام گرفت. صفات مورد بررسی در این آزمایش مقدار سیلیس ساقه و برگ، تعداد پنجه، زاویه برگ دوم با ساقه، سطح برگ پرچم، سطح سایر برگ‌ها، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، تعداد خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه، عملکرد و میزان آلودگی به کرم ساقه‌خوار بودند. کلیه عملیات داشت در تمام کرت‌ها به

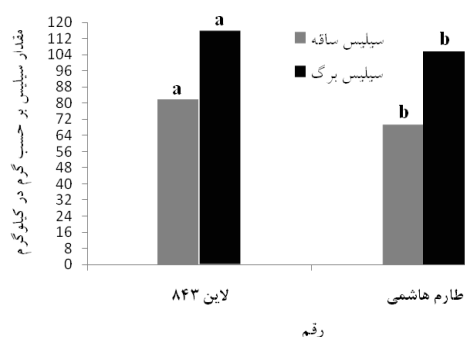
طور یکسان انجام شد. دو منبع کود سیلیس نیز در مرحله پایه و پنجه‌دهی به خاک داده شدند، به این ترتیب که نصف مقدار کود مربوط به هر تیمار در مرحله پایه و نصف دیگر آن در مرحله حداکثر پنجه‌دهی به خاک اضافه شد. نوع کودهای پایه اعمال شده در مزرعه شامل کود اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل بود که هر کدام به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱۰ گرم برای هر کرت) در مزرعه اعمال شدند. در داخل هر میکروپلات تعداد ۲۵ کپه برنج با فاصله ۲۰ سانتی‌متر در تاریخ ۱۳۹۰/۳/۵ نشاکاری شد. تعداد پنجه در متر مربع، در مرحله‌ی حداکثر پنجه‌دهی برای تمام کرت‌ها شمرده شد. برای بدست آوردن زاویه برگ دوم (از بالای گیاه) با ساقه در مرحله گل‌دهی، در هر کرت ۴ کپه به صورت تصادفی نشانه‌گذاری شد و در هر کپه، ۴ ساقه به طور تصادفی انتخاب و زاویه برگ دوم با ساقه، به وسیله نقاله در هر کرت محاسبه شد. سپس کپه‌های نشانه‌گذاری شده از خاک خارج و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در ابتدا برگ‌های پرچم و سایر برگ‌ها (غیر از برگ پرچم) را از کپه‌ها جدا کرده و با استفاده از دستگاه، سطح برگ پرچم و سایر برگ‌ها محاسبه شد. سپس برگ‌ها و ساقه‌های مربوط به هر کرت را در آون قرار داده و بعد از گذشت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد، وزن خشک برگ و ساقه محاسبه گردید. اندازه‌گیری سیلیس برگ و ساقه در آزمایشگاه مطابق روش یوشیدا و همکاران (۲۶) محاسبه شد. برای بررسی میزان آلودگی به کرم ساقه‌خوار برنج، چند روز قبل از مرحله برداشت، از هر کرت رقم طارم‌هاشمی و لاین ۸۴۳، تعداد ۳ کپه برنج را به صورت تصادفی برداشت کرده و در هر کپه تک‌تک ساقه‌ها مورد بررسی قرار گرفت، به صورتی که ابتدا تعداد پنجه‌های هر کپه را شمرده و سپس تعداد پنجه‌های آلوده بدست آورده شد و درصد آلودگی در هر کپه محاسبه شد، و با میانگین‌گیری از درصد آلودگی سه کپه، میزان درصد آلودگی یک کرت بدست آمد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در

برگ نشان داد که واریته و اثر متقابل واریته در نوع کود در سطح یک درصد و اثر مقدار مصرف سیلیس در سطح ۵ درصد معنی دار شدند (جدول ۱). ما و تاکاهاشی (۱۹۹۰) اعلام کردند، جذب کل سیلیس توسط گیاه برنج در مرحله زایشی ۶۵٪ است که به مراتب بیشتر از مرحله رویشی (۱۰٪) و رسیدگی (۲۵٪) است، همچنین در طول دوره زایشی ۵۲٪ سیلیس در پهنک برگ و ۴۸٪ سیلیس در ساقه ذخیره می شود (۱۹). در واقع بیشترین غلظت سیلیس در گیاه در محل هایی مشاهده می شود که بیشترین تبخیر را دارند (۱۵). نتایج حاصل از آزمون LSD نشان داد که میانگین مقدار سیلیس چه در ساقه و چه در برگ در لاین ۸۴۳ بیشتر از رقم طارم هاشمی شد (شکل ۱). بین دو منبع کود سیلیس نیز اختلاف معنی داری وجود نداشت. در رابطه با فاکتور سوم یعنی مقدار مصرف کود سیلیس بیشترین میانگین مقدار سیلیس (گرم در کیلوگرم) هم در برگ و هم در ساقه مربوط به تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین میانگین مقدار سیلیس هم در برگ و هم در ساقه مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در مقدار مصرف سیلیس روی سیلیس ساقه نشان داد که بیشترین مقدار سیلیس ساقه بر حسب گرم در کیلوگرم، مربوط به تیمار لاین ۸۴۳ و مقدار کود ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار طارم-هاشمی و بدون مصرف کود سیلیس بود (شکل ۳).

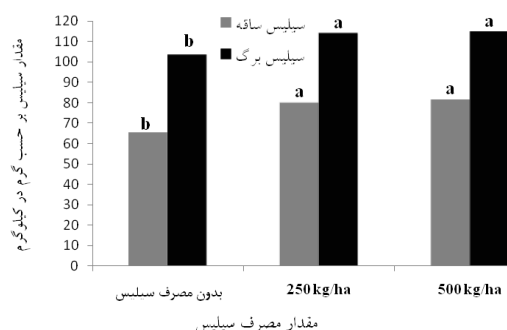
تاریخ ۱۳۹۰/۵/۲۳ برای رقم طارم هاشمی و در تاریخ ۱۳۹۰/۶/۸ برای لاین ۸۴۳ تعداد ۹ کپه وسطی هر کرت را برداشت کرده و با شمردن تعداد کل خوشه های برداشت شده، تعداد خوشه در متر مربع، برای هر کرت محاسبه شد. سپس از میان کپه های برداشت شده تعداد ۹ خوشه را به طور تصادفی انتخاب کرده و تعداد دانه در هر خوشه بدست آورده شد. برای محاسبه وزن هزاردانه، ۹ نمونه ۱۰۰ تایی بذر، از هر کرت جدا کرده و وزن هزاردانه در رطوبت ۱۴٪ محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد، کپه های برداشت شده را خرمن کوبی کرده و عملکرد هر کرت نیز در رطوبت ۱۴٪ بدست آورده شد. برای بدست آوردن جداول تجزیه واریانس داده ها و اثرات یگانه فاکتورها از نرم افزار SAS و برای بدست آوردن اثرات متقابل از نرم افزار MSTATC و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

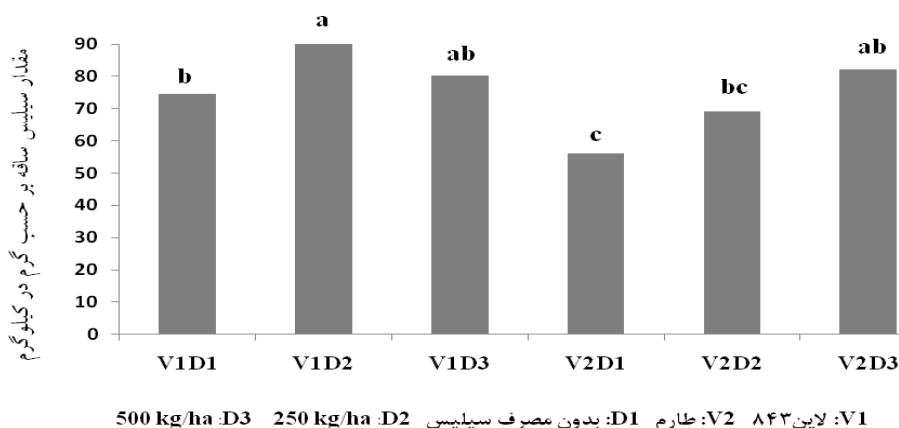
مقدار سیلیس ساقه و برگ (گرم در کیلوگرم): واریته و مقدار مصرف سیلیس در سطح یک درصد و اثر متقابل واریته در مقدار مصرف کود در سطح ۵ درصد در صفت مقدار سیلیس در ساقه معنی دار شدند (جدول ۱). همچنین نتایج تجزیه واریانس در رابطه با صفت مقدار سیلیس در



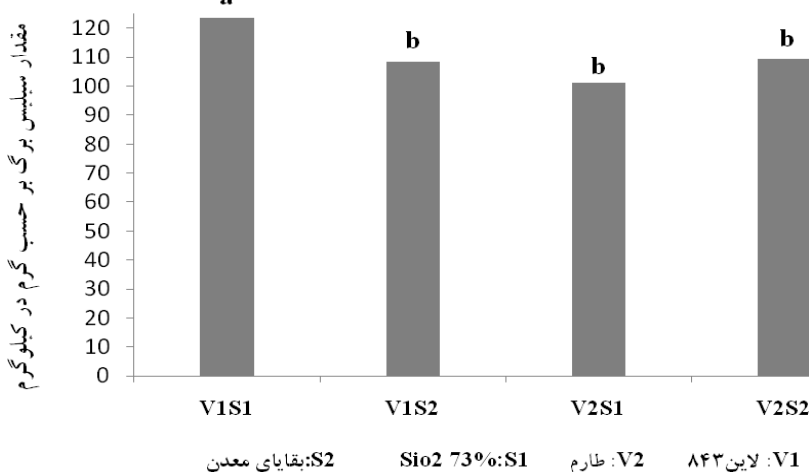
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر مصرف سیلیس بر مقدار سیلیس ساقه و برگ



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر رقم بر مقدار سیلیس ساقه و برگ



شکل ۳- مقایسه اثر متقابل رقم و مصرف سیلیس روی سیلیس ساقه



شکل ۴- مقایسه اثر متقابل رقم و منبع سیلیس روی سیلیس برگ

خصوصیات مورفولوژیکی برنج

تعداد پنجه در متر مربع: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر واریته بر تعداد پنجه در متر مربع در سطح یک درصد و اثر مقدار مصرف کود سیلیس بر تعداد پنجه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). فلاح و همکاران (۲۰۰۴) نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار سیلیس در محلول غذایی پنجه‌دهی گیاه برنج افزایش یافته است (۱۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در لاین ۸۴۳، تعداد

مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در نوع کود روی سیلیس برگ نشان داد که بیشترین مقدار سیلیس برگ مربوط به تیمار لاین ۸۴۳ و ۷۳٪ SiO₂ و کمترین آن مربوط به تیمار رقم طارم‌هاشمی و ۷۳٪ SiO₂ بود (شکل ۴). قابل ذکر است که اثر منبع کود سیلیس (۷۳٪ SiO₂ و بقایای معدن سیلیس ۲۲٪) بر هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد. یعنی این دو کود از لحاظ تاثیر روی برنج تفاوتی با یکدیگر نداشتند.

پنجه در متر مربع به طور معنی‌داری بیشتر از رقم طارم هاشمی شد (جدول ۲)، همچنین، مقایسه میانگین مربوط به مقدار مصرف کود سیلیس نشان داد که کمترین تعداد پنجه مربوط به تیمار شاهد برابر با ۲۹۸ پنجه در متر مربع و بیشترین تعداد پنجه مربوط به تیمار ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار برابر با ۳۲۲ پنجه در متر مربع بود (جدول ۳).

زاویه برگ دوم با ساقه (درجه): نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر وارپته بر زاویه برگ دوم با ساقه در سطح یک درصد و اثر مقدار مصرف سیلیس بر زاویه برگ دوم با ساقه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میانگین زاویه برگ دوم با ساقه در لاین ۸۴۳ برابر با ۱۳/۹ درجه و در رقم طارم‌هاشمی برابر با ۲۰/۸ درجه بود (جدول ۲). همچنین، با افزایش مصرف کود سیلیس زاویه برگ دوم با ساقه کاهش یافت، به طوری که تیمار ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار زاویه برگ دوم با ساقه را ۲/۲۴۹ درجه و تیمار ۲۵۰ کیلوگرم این زاویه را ۰/۸۴۹ درجه نسبت به تیمار شاهد کاهش داد، ضمن اینکه بین تیمار ۲۵۰ کیلوگرم و ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). وجود سیلیس در گیاه برنج، سبب جلوگیری از بافت مردگی برگ‌های بالغ و پلاسیدگی برگ‌های گیاه می‌شود، در نتیجه برگ‌ها در زمان بیشتری حالت برافراشتگی خود را حفظ می‌کنند (۲۰).

سطح برگ پرچم (سانتی‌متر مربع در متر مربع): نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر وارپته در سطح یک درصد و اثر مقدار مصرف سیلیس در سطح ۵ درصد بر سطح برگ پرچم معنی‌دار شد (جدول ۱). کایا و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند، کاربرد سیلیس باعث افزایش اندازه برگ، تعداد برگ و افزایش سطح برگ گیاه می‌شود. در نوعی خیزران هندی نیز ثابت شده که تجمع سیلیس در برگ‌ها بیشتر از اندام‌های دیگر بوده و مقدار آن‌ها با افزایش سن برگ افزایش می‌یابد، این نتایج نقش اساسی تبخیر و تعرق

را در تجمع سیلیس تایید می‌کند (۲۳). مقایسه میانگین بین داده‌ها نشان داد که سطح برگ پرچم در لاین ۸۴۳ و رقم طارم‌هاشمی به ترتیب برابر با ۱۵۸۴۰ و ۵۱۰۷ سانتی‌متر مربع در متر مربع شد (جدول ۲). همچنین، مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار، سطح برگ پرچم را ۱۸/۶۷ درصد و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار از این کود، سطح برگ پرچم را ۱۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳).

سطح سایر برگ‌ها (غیر از برگ پرچم): نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر وارپته بر سطح سایر برگ‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میانگین سطح برگ‌ها در لاین ۸۴۳ برابر با ۴۰۴۵۸ سانتی‌متر مربع در متر مربع و در رقم طارم برابر با ۲۲۴۵۷ سانتی‌متر مربع در متر مربع شد (جدول ۲). همچنین، با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار سطح سایر برگ‌ها در گیاه برنج ۱۴/۳۳ درصد افزایش یافت، ولی این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

وزن خشک برگ (گرم در متر مربع): نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر وارپته بر وزن خشک برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۴). فلاح (۲۰۰۰) نتیجه گرفت که مصرف سیلیس با تحریک رشد گیاه باعث افزایش وزن خشک ساقه و برگ در گیاه برنج می‌شود (۱۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد، میانگین وزن خشک برگ در لاین ۸۴۳ به طور معنی‌داری بیشتر از رقم طارم‌هاشمی شد (جدول ۲). همچنین، نتایج نشان داد که با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار وزن خشک برگ ۱۲/۰۱ درصد و با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار وزن خشک برگ ۱۵/۲۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۳).

وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع): نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که تنها اثر وارپته بر وزن خشک ساقه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گیاه برنج تحت شرایط استفاده از سیلیس

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		سیلیس ساقه	سیلیس برگ	تعداد پنجه	زاویه برگ دوم با ساقه
سطح سایر برگ‌ها	سطح برگ پرچم	سطح برگ	سطح سایر برگ‌ها	سطح سایر برگ‌ها	سطح سایر برگ‌ها
تکرار (۲)	۲	۷۰/۷۵ ^{ns}	۴۴۵/۰۲ ^{ns}	۸۶۱/۵۸ ^{ns}	۱/۳۵ ^{ns}
واریته (V)	۱	۱۴۱۸/۷۷**	۱۰۴۵/۴۴**	۲۱۳۴۴۴**	۴۲۵/۱۸**
نوع کود سیلیس (S)	۱	۲۳۵/۱۱ ^{ns}	۱۰۰ ^{ns}	۶۰۸/۴۴ ^{ns}	۵/۶ ^{ns}
مقدار مصرف سیلیس (D)	۲	۹۲۱/۰۸**	۴۶۸/۳۶*	۲۱۲۱/۳۳*	۱۵/۴۷*
اثر متقابل (V×S)	۱	۱۸/۷۷ ^{ns}	۱۲۴۸/۴۴**	۱۸۶/۷۷ ^{ns}	۱/۳۶ ^{ns}
اثر متقابل (V×D)	۲	۴۷۰/۵۲*	۳۱۸/۳۶ ^{ns}	۳۶۷ ^{ns}	۴/۲۸ ^{ns}
اثر متقابل (S×D)	۲	۳۳۷/۸۶ ^{ns}	۳۴/۰۳ ^{ns}	۲۲۴/۷۷ ^{ns}	۳/۰۵ ^{ns}
اثر متقابل (V×S×D)	۲	۷۹/۱۹ ^{ns}	۵۸/۵۲ ^{ns}	۳۴۹/۷۷ ^{ns}	۲/۷۸ ^{ns}
خطای کل	۲۲	۱۳۲/۲۹	۹۵/۲۷	۵۳۹/۱۲	۳/۴۱
درصد ضریب تغییرات		۱۵/۲۶	۸/۸۲	۷/۳۹	۱۰/۶۳

ns, * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی دار بودن و معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار سبب افزایش ۸/۹۲ درصدی تعداد خوشه در متر مربع شد.

تعداد دانه در خوشه: نتایج تجزیه واریانس این صفت نشان داد که فقط اثر واریته در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد دانه در خوشه معنی دار شد (جدول ۴). ماتسئو و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند که کمبود سیلیس در غلات کاهش تعداد دانه در خوشه را به دنبال دارد. نتایج حاصل از آزمون LSD نشان داد، میانگین تعداد دانه در خوشه در لاین ۸۴۳ برابر با ۱۳۵ و در رقم طارم‌هاشمی برابر با ۹۵ عدد شد (جدول ۲). همچنین در آزمایشی که توسط کمالی مقدم و همکاران (۱۳۸۶) روی گیاه گندم انجام شد، اعلام کردند که سطوح مختلف سیلیس بر تعداد دانه در خوشه تأثیر معنی داری نداشت. مقایسه میانگین مربوط به مقدار مصرف سیلیس در این صفت معنی دار نشد، ولی کمترین تعداد دانه در خوشه مربوط به تیمار شاهد بود.

وزن هزاردانه (گرم): نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تنها اثر مقدار مصرف سیلیس روی این صفت در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین مربوط به مقدار مصرف کود سیلیس نشان داد که کمترین وزن هزاردانه مربوط به تیمار شاهد برابر با ۲۶/۰۶ گرم و

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، میانگین وزن خشک ساقه در لاین ۸۴۳ برابر با ۸۶۱/۲۵ گرم در متر مربع و در رقم طارم‌هاشمی برابر با ۶۰۵/۶۷ گرم در متر مربع شد (جدول ۲). لی و همکاران (۱۹۸۹) در آزمایشات خود دریافتند که مصرف کودهای سیلیسی باعث افزایش وزن خشک ساقه در گندم می‌شود. مقدار مصرف کود از نظر آماری تأثیر معنی داری روی وزن خشک ساقه نداشت، ولی با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار، وزن خشک ساقه ۱۲ درصد افزایش پیدا کرد.

عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج

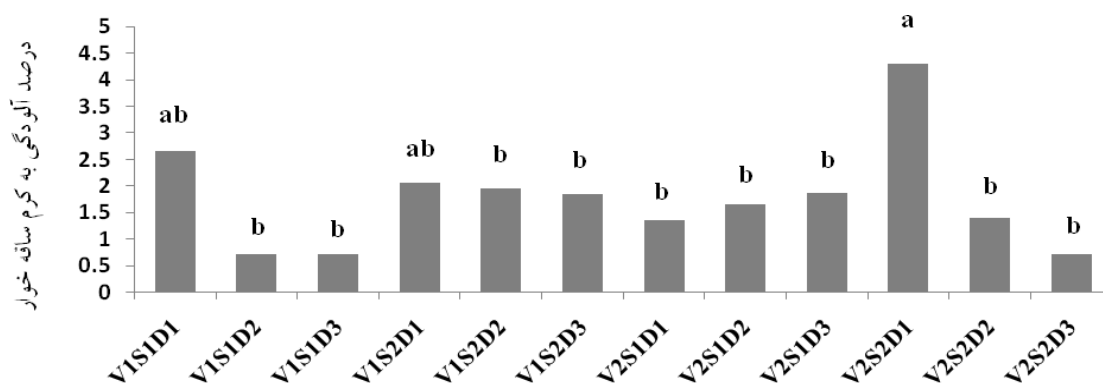
تعداد خوشه در متر مربع: در تجزیه واریانس این صفت تنها اثر واریته بر تعداد خوشه در متر مربع در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد، میانگین تعداد خوشه در لاین ۸۴۳ برابر با ۳۵۳ خوشه در متر مربع و در رقم طارم‌هاشمی برابر با ۲۲۴ خوشه در متر مربع شد (جدول ۲). ماتسئو و همکاران (۱۹۹۵) اعلام کردند، کمبود این عنصر بر تعداد خوشه در غلات تأثیر منفی دارد. مقدار مصرف سیلیس نیز از نظر آماری تأثیر معنی داری بر تعداد خوشه در متر مربع نداشت، اما مصرف

و کاهش تعرق، باعث افزایش کمیت دانه و در نهایت عملکرد اقتصادی می‌گردد (۳).

درصد آلودگی به کرم ساقه‌خوار: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم در نوع کود در مقدار مصرف سیلیس در مورد این صفت در سطح ۰.۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین مربوط به مقدار مصرف سیلیس نشان داد که بیشترین درصد آلودگی مربوط به شاهد برابر با ۲/۵۹ درصد و کمترین درصد آلودگی به ساقه‌خوار مربوط به تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار برابر با ۱/۲۸ درصد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه رقم در نوع کود در مقدار مصرف کود نیز نشان داد که بیشترین درصد آلودگی مربوط به تیمار طارم‌هاشمی و بدون مصرف سیلیس برابر با ۴/۳ درصد و کمترین درصد آلودگی مربوط به تیمار لاین ۸۴۳، ۷۳٪ SiO_2 و مقدار ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار برابر با ۰/۷۰۷ درصد بود (شکل ۵). انباشتگی سیلیس در اپیدرم بافت‌های گیاه، یک مکانیسم اصلی است که یک سیستم دفاعی را در برابر حمله حشرات و قارچ‌ها ایجاد می‌کند (۵).

بیشترین وزن هزاردانه مربوط به تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار برابر با ۲۶/۹۳ گرم بود (جدول ۳). چائومینگ و همکاران (۱۹۹۹) اعلام کردند که سیلیس باعث افزایش وزن هزاردانه در گیاه می‌شود.

عملکرد (گرم در متر مربع): نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر واریته بر وزن خشک برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، میانگین عملکرد در لاین ۸۴۳ برابر با ۱۱۲۶ گرم در متر مربع و در رقم طارم‌هاشمی برابر با ۵۰۱/۵ گرم در متر مربع شد (جدول ۲). همچنین، مقایسه میانگین مربوط به مقدار مصرف عنصر سیلیس نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد مربوط به تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار برابر با ۸۵۷/۸ گرم در متر مربع و کمترین میانگین عملکرد مربوط به تیمار شاهد برابر با ۷۴۶/۵ گرم در متر مربع بود، به طوری که با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار مقدار عملکرد ۱۲/۱۶ درصد و با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار از این کود مقدار عملکرد ۱۴/۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۳). در واقع این عنصر با سرعت بخشیدن به رشد رویشی، افزایش تولید ماده خشک



۵۰۰ kg/ha :D3 250 :D2 0 :D1 بقایای معدن :S2 SiO_2 73%:S1 طارم :V2 ۸۴۳ :V1

شکل ۵- مقایسه میانگین اثر رقم، نوع کود و مقدار مصرف سیلیس بر آلودگی به کرم ساقه‌خوار

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات مورد مطالعه

رقم	تعداد پنجه در متر مربع	زاویه برگ با ساقه (درجه)	سطح برگ پرچم (cm ² /m ²)	سطح سایر برگ‌ها (cm ² /m ²)	وزن خشک برگ (gr/m ²)	وزن خشک ساقه (gr/m ²)	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد عملکرد در (gr/m ²)
لایسن (V ₁)	۳۹۱ a	۱۳/۹ b	۱۵۸۴۰ a	۴۰۴۵۸ a	۱۷۹/۱۶ a	۸۶۱/۲۵ a	۳۵۳ a	۱۱۲۶ a
طارم هاشمی (V ₂)	۲۳۷ b	۲۰/۸ a	۵۱۰۷ b	۲۲۴۵۷ b	۱۰۷/۷۵ b	۶۰۵/۶۷ b	۲۲۴ b	۵۰۱/۵ b

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مقدار مصرف سیلیس بر صفات مورد مطالعه

مقدار مصرف سیلیس	تعداد پنجه در متر مربع	زاویه برگ با ساقه (درجه)	سطح برگ پرچم (cm ² /m ²)	وزن خشک برگ (gr/m ²)	وزن خشک هزار دانه (گرم)	عملکرد (gr/m ²)	درصد آلودگی به ساقه خوار
شاهد (D ₁)	۲۹۸ b	۱۸/۴ a	۹۴۴۳ b	۱۳۱/۵ b	۲۶/۰۶ b	۷۴۶/۵ b	۲/۵۹ a
۲۵۰ (kg/ha) (D ₂)	۳۲۱ a	۱۷/۵ ab	۱۱۲۰۷ a	۱۴۷/۳ ab	۲۶/۶۹ a	۸۳۷/۳ ab	۱/۴۳ ab
۵۰۰ (kg/ha) (D ₃)	۳۲۲ a	۱۶/۲ b	۱۰۷۷۰ ab	۱۵۱/۶ a	۲۶/۹۳ a	۸۵۷/۸ a	۱/۲۸ b

اعدادی که حداقل یک حرف مشترک دارند در سطح ۵ درصد معنی دار نمی‌باشند.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گیاه برنج تحت شرایط استفاده از سیلیس

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد	آلودگی به ساقه خوار
تکرار (r)	۲	۷۳۴/۳۷ ^{ns}	۱۵۹۰۵ ^{ns}	۱۴۸۸/۸۶ ^{ns}	۹۴/۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۲۰۶۴۰/۸۶ ^{ns}	۱/۵۲ ^{ns}
واریته (V)	۱	۴۵۸۸۵ ^{**}	۵۸۷۸۶۳ ^{**}	۱۴۹۳۸۲/۲ ^{**}	۱۴۲۰۵/۴۶ ^{**}	۰/۷۲ ^{ns}	۳۵۱۲۵۰/۰۶ ^{**}	۰/۴۸ ^{ns}
نوع کود سیلیس (S)	۱	۷۰۲/۳۸ ^{ns}	۴۳۱/۰۱ ^{ns}	۷۳۸/۰۲ ^{ns}	۱۳۷/۳۵ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۹۱۰/۰۲ ^{ns}	۲/۷۴ ^{ns}
مقدار مصرف سیلیس (D)	۲	۱۳۴۴/۶۷ ^{ns}	۲۲۲۸۱/۲ ^{ns}	۱۹۰۷/۵۲ ^{ns}	۲۲/۹۷ ^{ns}	۲/۴۶ ^{**}	۴۲۱۰۸/۶۹ ^{ns}	۶/۲۳ ^{ns}
اثر متقابل (V×S)	۱	۴۷۷/۵۳ ^{ns}	۶۶۰/۴۴ ^{ns}	۴/۶۹ ^{ns}	۶/۹۸ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۶۶۷/۳۶ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
اثر متقابل (V×D)	۲	۳۶۰/۰۸ ^{ns}	۶۲۸۳/۹۲ ^{ns}	۱۹/۰۸ ^{ns}	۶/۴۶ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۳۸۸۸/۰۲ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}
اثر متقابل (S×D)	۲	۹۹۱/۹۹ ^{ns}	۲۲۵۶۷/۱ ^{ns}	۳۴۴/۶۹ ^{ns}	۱۳/۸۴ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۳۰۱۶/۸۶ ^{ns}	۱/۰۷ ^{ns}
اثر متقابل (V×S×D)	۲	۷۳۱/۱۹ ^{ns}	۱۴۷۸۷/۸ ^{ns}	۶۱۸/۰۲ ^{ns}	۳۴/۵۲ ^{ns}	۰/۷۵ ^{ns}	۴۴۱۱/۱۹ ^{ns}	۷/۴۵ [*]
خطای کل	۲۲	۵۳۷/۷۷	۱۴۱۵۰/۸	۱۱۱۲/۹۸	۵۴/۶۹	۰/۳۲	۱۴۳۹۲/۸۶	۰/۲۷
درصد ضریب تغییرات		۱۶/۱۶	۱۶/۲۲	۱۱/۵۶	۶/۴۳	۲/۱۵	۱۴/۷۴	۲۹/۴

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی دار بودن و معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

نتیجه گیری

شود لذا برای کاهش خسارت آفت کرم ساقه‌خوار، هزینه تولید و همچنین زیان‌های مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی، مصرف کود سیلیس یکی از راه‌کارهای مناسب می‌باشد. همچنین نتایج آزمایش نشان داد، مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار تاثیر بیشتری را روی صفات مورد بحث

کودهای سیلیسی یکی از منابع موثر در افزایش رشد و عملکرد در مزارع برنج می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه بیشترین مصرف سموم شیمیایی برای مبارزه با آفت کرم ساقه‌خوار در استان‌های شمالی و در مزارع برنج انجام می -

10. Epstein, E., 2009. Silicon: Its manifold roles in plants. Department of Land, Air and Water Resources – Soils and Biogeochemistry, University of California, Davis, CA, USA. pp. 155-160.
11. Fallah, A., 2000. Effects of silicon and nitrogen on growth, lodging and spikelet filling in Rice (*Oryza sativa* L.). Ph. Thesis. UPLB.
12. Fallah, A., R. M. Visperas, and A. A. Alejar, 2004. The interactive effect of silicon and nitrogen on growth and spikelet filling in rice (*Oryza sativa* L.). The Philippine Agricultural Science, 87: 174-176.
13. Gao, X., C. H. Zou, L. Wang, and F. Zhang, 2006. Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. Journal of Plant Nutrition, 29: 1637- 1647.
14. Heinrichs, E. A., 1994. Biology and management of rice insect pests. International Rice Research Institute Publishing, pp. 779.
15. Henriot, C., X. Draye, I. Oppitz, R. Swennen, and B. Delvaux, 2006. Effects, distribution and uptake of silicon in banana (*Musa spp* L.) under controlled condition. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 287: 359-374.
16. Kaya, C., L. Tuna, and D. Higgs, 2006. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water – stress condition. Journal of Plant Nutrition, 29: 1469- 1480.
17. Keeping, M. G., and J. H. Meyer, 2000. Increased resistance of sugarcane to Eldana saccharina Walker (Lep: Pyralidae) with calcium silicate application. Proceeding South African sugar Technologist Association, pp. 74.
18. Li, Y. C., A. K. Adva, and M. E. Sumner, 1989. Response of cotton cultivars to aluminum in solution with varying silicon concentration. Journal of Plant Nutrition, 12: 881- 892.
19. Ma, J. F., and E. Takahashi, 1990. Effects of silicon acid on phosphorus uptake by rice plant. Soil Science and Plant Nutrition, 35: 227-234.
20. Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plant. Academic press. London.
21. Matsuo, T., K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, and J. Hirata, 1995. Science of the rice plant, Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo (Japan), 2: 1240.
22. Merrill, R. C., 2005. Industrial Applications of the Sodium Silicates, Some Recent Developments, Quartz Company, Philadelphia, Chap. 3: 337.
- داشت اما با توجه به اینکه بین مصرف ۵۰۰ کیلوگرم و ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار در تمام صفات از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت، در نتیجه برای کاهش هزینه‌های مربوط به خرید کود و اعمال آن در مزرعه، تیمار ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار بهترین سطح مصرفی کود سیلیس در مزرعه می‌باشد.

منابع

۱. کمالی مقدم، ع.، م. ج. ملکوتی، و م. لطف الهی، ۱۳۸۶. بررسی تاثیر مولیبدن (Mo) و سیلیسیم (Si) بر عملکرد و میزان پروتئین گندم. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج. ۶۸۴-۶۸۳ص.
۲. محمدزاده صوفی، ع.، ۱۳۷۶. کلیاتی از مبارزه آفات و نکاتی درباره آفت کرم ساقه خوار برنج. سنبله، ۸۹: ۶۶-۶۹.
3. Agarie, S., H. Uchida, W. Agata, F. Kubota, and B. Kaufamn, 1993. Effect of silicon on growth, dry matter production and photosynthesis in rice (*Oryza sativa* L.). Crop Production and Improvement Technology, 34: 225-234.
4. Balastra, M. L., C. M. Juliano, P. Villreal, 1989. Effect of silicon level on some properties *Oryza sativa* straw and Hult. Canadian Journal of Botany, 67: 2356-2363.
5. Biel, K., V. Matichenkov, and I. Fomina, 2008. Role of silicon in plant defensive system. Silicon in Agriculture Conference South Africa. pp. 28.
6. Bienvenido, O., 1993. Rice in human food and nutrition. 26: PP. 35.
7. Bosque Perez, N. A., and J. H. Mareck, 1990. Distribution and species composition of lepidopterist maize borers in southern Nigeria. Bulletin of Entomological Research, 80: 363-368.
8. Chaoming, Z., L. Jianfei, and CH. Liping, 1999. Yield effects on the application of silicon fertilizer in early hybrid Rice. Journal Article, 2: 79 -80.
9. Epstein, E, 1991. Silicon. Annu. Rev. Plant physiol. Plant Molecular Biology, 50: 641-664.

- supplementation on cucumber fruit: changes in surface characteristics. *Annals of Botany*, 72: 433-440.
26. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez, 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. 3rd ed. Int. Rice. Inst, Los Banos, Laguna, Philippines.
23. Motomura, H., N. Mita, and M. Suzuki, 2002. Silicon accumulation in long-lived leaves of *Sasa veitchii*. *Annals of Botany*, 90: 149- 152.
24. Rossate, L., P. Laine, and A. Qurry, 2001. Nitrogen storage and remobilization in *Brassica napus* L. during the growth cycle. *Journal of Experimental Botany*, 52 (361): 1655-1663.
25. Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret, and J. G. Menzies, 1993. The effects of silicon

Effect of Different Sources and Amounts of Silicon Fertilizer on Growth, Yield and Infestation Rate of Stem Borer in Two Rice Cultivars of Hashemi Taron and 843 Lines

Y. Gholami^{1*}, A. Derakhshan Shadmehri², A. Gholami³, A. Falah⁴, M. Gholipor⁵

1. M.Sc student of Shahrood University of Technology, Iran.
2. Assistant Professor of Shahrood University of Technology, Iran
3. Associate Professor of Shahrood University of Technology, Iran.
4. Assistant Professor of Rice Research Institute of Iran, Amol, Iran.
5. Associate Professor of Shahrood University of Technology, Iran.

Abstract

Silicon is as an essential element for crops and an important food source for the growth of rice plant. If no adequate replacement for this element, plants are faced with a shortage of silicon causing serious eating disorder and instability in plant resistance to pests. This research was done to investigate the effect of silicon on growth, yield and tolerance to rice stem borer in Taron Hashemi variety and 843 line of rice plant. The experiment was carried out in research field of Rice Research Institute of Iran in Amol in 2011 as a factorial based on randomized complete block design with three replications. Treatments of the experiment included two rice varieties (843 lines (V_1) and Taron Hashemi variety (V_2)), two type of silicon sources, SiO_2 73% (S_1) and remains of Savadkoh mine 22% (S_2). The amount of silicon was used in three levels: 0 (D_1), 250 (D_2) and 500 kg/ha (D_3) of pure silicon. The results showed that 843 line significantly had advantages to Taron Hashemi variety in all characters except of weight of 1000 grains and tolerance to stem borer. And two silicon sources were not significantly different. Also the results showed that 250 kg/ha of silicon was the best treatment for silicon fertilizer in the farm. Using this fertilizer significantly increased stem silicon, leaf silicon, the number of tillers, flag leaf area, leaf dry weight, weight of 1000 grains, grain yield and also significantly decreased second leaf angle to stem and damage of rice stem borer.

Keywords: Silicon, Rice, Yield, Rice stem borer.

***Corresponding Author:**

E-mail: yasser.glm50@gmail.com

Received: 2012/11/19

Accepted: 2013/09/04