

تأثیر مقادیر مختلف کود سیلیکاته بر رشد و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی

الهیار فلاح^{۱*}، حسین الیاسی^۲

۱- هیات علمی، معاونت موسسه تحقیقات برنج، آمل

۲- کارشناس ارشد زراعت، معاونت موسسه تحقیقات برنج، آمل

تاریخ وصول: ۹۱/۳/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۵

چکیده

نیاز برنج به عنصر سیلیسیم بیش از سایر عناصر غذایی است ولی تاکنون ضرورت این عنصر شناخته نشده است. برای بررسی تأثیر سیلیسیم بر روی رشد و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی، آزمایشی به صورت گلدانی و مزرعه ای با سه تکرار در سال زراعی ۸۸ و ۸۹ در گلخانه و مزرعه معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) اجرا شد. سه سطح کودی نیتروژن با مقادیر (۶۹، ۹۲، ۱۱۵ kgN/ha) همراه با سه سطح کود سیلیکاته (۰، ۲۵۰، ۵۰۰ kg/ha) به صورت فاکتوریل اجرا شد. صفات زراعی نظیر ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، سطح برگ و وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک کل در مراحل حداکثر پنجه زنی و گلدهی اندازه گیری شد. در زمان رسیدن فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد تعیین شد. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف سیلیس در گلدان، غلظت سیلیس برگ افزایش یافته است. تأثیر سیلیس در آزمایش گلدانی بیشتر از آزمایش مزرعه ای بود. با مصرف کود سیلیکاته، وزن خشک کل و عملکرد افزایش یافت که در سطح پنج درصد معنی دار بود. بهبود وزن خشک با افزایش سطح برگ، ارتفاع گیاه و تعداد پنجه در کپه همراه بود. افزایش عملکرد ناشی از بهبود تعداد دانه پر و وزن خشک خوشه بود. مصرف ۲۵۰ تا ۵۰۰ کیلو گرم در هکتار کود سیلیکاته باعث افزایش پنج درصدی عملکرد در آزمایش مزرعه ای و ۲۴ درصدی در آزمایش گلدانی شد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، رشد، سیلیس، طارم هاشمی، عملکرد

مقدمه

گیاه برنج برای رشد و نمو نیاز به نور، دی اکسید کربن، آب و عناصر غذایی دارد. عرضه چنین نهاده‌هایی در محدوده کمبود باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه برنج می‌شود. دادن عناصر غذایی به صورت کود منجر به افزایش رشد گیاه و در نتیجه بهبود تولید بیوماس و عملکرد محصول زراعی می‌شود (۱۶). سیلیسیم یک عنصر مفید برای رشد گیاه برنج می‌باشد (۲۳). برنج نیاز فراوان به عنصر سیلیسیم برای رشد دارد. برآورد شده است، برای تولید ۱۰۰ کیلوگرم شلتوک، نیاز به ۲۰ کیلوگرم SiO_2 است که توسط گیاه برنج جذب می‌شود (۲۱). فراهمی سیلیسیم در خاک بستگی به بافت و درجه حرارت خاک دارد. خاکهای با میزان رس کم، احتمالاً دارای کمبود سیلیسیم می‌باشند (۱۴ و ۲۰). ریشه های گیاه برنج سیلیسیم را خیلی سریعتر از سایر مواد غذایی جذب می‌کند (۱۷ و ۲۱). سیلیسیم به صورت سیلیکاتهای بی شکل (اوپال، ژل سیلیکا، یافیتولیت ها) در گیاهان عالی در تمام قسمت های گیاه در دیواره سلولی، فضاهای بین سلولی، ریشه ها، برگها و اندامهای تولید مثل رسوب می‌کند (۲، ۳ و ۸). یاماجی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی ناقل تنظیم کننده توزیع سیلیسیم در گیاه برنج دریافتند که ژنهای LSI_1 ، LSI_2 ، LSI_6 به عنوان ناقل های سیلیکا در گیاه برنج عمل می‌کنند بطوریکه LSI_1 و LSI_2 در ریشه گیاه برنج نقش دارند ولی LSI_6 در توزیع و انتقال سیلیکا در ساقه و برگ انجام وظیفه می‌کند (۲۲). در ریشه ها، هر دو LSI_1 و LSI_2 در اگزودرم و آندودرم ها قرار دارند ولی LSI_1 در سمت درون و LSI_2 در سمت بیرون مشاهده می‌شود. کاهش فعالیت LSI_1 و LSI_2 سبب کاهش جذب سیلیسیم به وسیله ریشه ها می‌شود (۱۸ و ۲۲). سیلیسیم باعث افزایش قدرت اکسید کننده گی ریشه های برنج می‌شود و در نتیجه علاوه بر افزایش تبدلات یونی حضور یون اکسیژن را در ریزوسفر ریشه افزایش می‌دهد و خسارت ناشی از تنش های محیطی نظیر سرما و شوری را در گیاه برنج افزایش می‌دهد

(۱۱). مصرف کودهای سیلیکاته نیز باعث افزایش تحمل گیاه برنج به بیماریها می‌شود (۷، ۴ و ۱۲). با توجه به کشت مداوم برنج در منطقه شمال و جذب پنج برابری عنصر سیلیسیم در مقایسه با عنصر نیتروژن، مصرف کودهای سیلیکاته باعث بهبود رشد و عملکرد برنج خواهد شود. هدف این آزمایش، تعیین تاثیر سیلیسیم بر روی رشد و عملکرد برنج طارم هاشمی در شرایط مزرعه و گلخانه بوده است.

مواد روش ها

برای بررسی اثر سیلیسیم بر رشد و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی، آزمایشی به صورت گلدانی در قالب طرح کامل تصادفی و مزرعه ای در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸ و ۸۹ در گلخانه و مزرعه معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) اجرا شد. سه سطح نیتروژن (۶۹، ۹۲، ۱۱۵) از منبع کود اوره همراه با سه سطح کود سیلیکاته (0 ، 250 ، 500 kg/ha) به صورت فاکتوریل اجرا شد. کود سیلیکاته در مزرعه از بقایای سیلیسیم معدن سواد کود و در آزمایش گلدانی کود حاوی ۷۳ درصد سیلیسیم گرانوله ژاپنی مصرف شد. کودهای اوره و سیلیکاته به صورت پایه و ۳۰ روز بعد از نشاکاری به کرتها یا گلدان داده شد. اندازه کرت در مزرعه 4×3 متر و نشاء به صورت تک بوته با تراکم 20×20 سانتیمتر بود و گلدان به قطر ۳۴ سانتیمتر حاوی ۱۰ کیلو گرم خاک و سه تا بوته نشاء بود. صفات زراعی ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، سطح برگ و وزن خشک برگ، ساقه و کل در سه مرحله رشدی حداکثر پنجه زنی، گلدهی و رسیدن فیزیولوژیکی اندازه گیری شد. میزان سیلیسیم برگ در مرحله گلدهی اندازه گیری شد. عملکرد و اجزای عملکرد نیز در زمان رسیدن فیزیولوژیکی اندازه گیری شدند. داده های حاصل در قالب طرح آماری و با نرم افزار SAS تجزیه مرکب شده و مقایسه میانگین داده ها به روش دانکن و با برنامه Mstat-C در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند (۲۴ و ۱۹).

نتایج و بحث

مرحله حداکثر پنجه زنی: جدول تجزیه واریانس مرکب اثر سیلیس بر روی صفات مرفولوژیکی در آزمایش گلدانی در مرحله حداکثر پنجه زنی نشان داد (جدول ۱) اثر سیلیس و نیتروژن بر روی ارتفاع بوته، تعداد پنجه در کپه، سطح برگ در کپه، وزن خشک برگ، ساقه و کل در سطح احتمال یک درصد معنی دار است ولی اثر سال فقط برای صفات تعداد پنجه در کپه در سطح یک درصد و سطح برگ در کپه در سطح پنج درصد معنی دار است. اثرات متقابل سیلیس و نیتروژن نیز بر صفات فوق در سطح یک درصد معنی دار شده است. سایر اثرات متقابل تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارد. ولی در آزمایش مزرعه ای فقط اثر نیتروژن و اثر متقابل نیتروژن و سیلیس در سطح احتمال ۱ یا ۵ درصد معنی دار شده است (جدول ۱). سایر اثرات تفاوت معنی دار آماری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. مقایسه میانگین اثر تیمار سیلیس (جدول ۲) نشان می دهد با افزایش مصرف سیلیس از صفر به ۲۵۰ کیلوگرم در آزمایش گلدانی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در کپه و وزن خشک ساقه و وزن خشک کل افزایش یافته است و در سطح احتمال پنج درصد معنی دار است ولی سطح برگ در کپه و وزن خشک برگ در سطح 250 kg/ha معنی دار نشده ولی در سطح ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار معنی دار شده است. آگاهی و همکاران (۱۹۹۳) بیان داشتند مصرف کود های سیلیکات باعث افزایش ارتفاع، سطح برگ، تعداد پنجه و وزن خشک کل شده است (۵). فلاح (۲۰۰۰) نیز نتیجه گرفت مصرف کود سیلیکاته مایع حاوی ۲۷٪ سیلیکون باعث افزایش ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک ریشه، ساقه و برگ شده است ولی باعث افزایش فتوسنتز خالص گیاه برنج نشده است (۱۰). مقایسه میانگین تیمارها اثر سیلیس در آزمایش مزرعه ای تفاوتی بین سطوح مختلف مصرف کود سیلیکاته فوق نداشته است چون منبع کود سیلیکاته از معدن سیلیس سواد کوه بوده است که احتمالاً میزان حلالیت کمتری در آب داشته است.

اثرات نیتروژن بر روی کلیه صفات در آزمایش مزرعه ای و گلخانه ای معنی دار شده است. محققان زیادی در مورد نقش مثبت نیتروژن بر روی پارامترهای رشد گیاه برنج گزارش کردند (۱۶، ۲۹، ۱). عنصر نیتروژن به واسطه تحریر بیوسنتز سیتوکنین و صدور آن از ریشه به بخش های هوایی گیاه، سبب افزایش تقسیمات سلولی و متعاقب آن افزایش ارتفاع، تعداد پنجه و سطح برگ در گیاه برنج می شود (۱۶). از دلایل افزایش تعداد پنجه توسط نیتروژن، تاثیر غیر مستقیمی است که نیتروژن به واسطه سیتوکنین بر هورمون جبرلین دارد. به این ترتیب که سیتوکنین موجب تکثیر و افزایش بخش های انتهایی ساقه و برگ های جوان می شود که محل سنتز جبرلین هستند (۱۶ و ۹). عنصر سیلیسیم نیز باعث راست قامتی برگ های برنج شده و در نتیجه نفوذ نور به داخل کانوپی گیاه برنج را افزایش داده و سبب افزایش فتوسنتز کانوپی می شود و در نتیجه وزن خشک کل افزایش می یابد (۱۰). ممکن است سیلیس باعث افزایش سنتز سیتوکنین در گیاه برنج شود (۱۵ و ۱۶).

مرحله گلدهی: جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر سیلیس بر روی صفات مرفولوژیکی در آزمایش گلدانی در سطح آماری یک درصد معنی دار بوده است ولی در آزمایش مزرعه ای بر تعداد پنجه در کپه و وزن خشک کل در سطح یک درصد معنی بوده اما بر روی ارتفاع بوته، سطح برگ در کپه، معنی دار نبوده است. اثرات متقابل سیلیس و نیتروژن بر روی تعداد پنجه در کپه و سطح برگ در کپه در آزمایش گلدانی در سطح احتمال یک درصد معنی بوده است. سایر اثرات متقابل در جدول معنی دار نبوده است (جدول ۴). با افزایش مصرف سیلیس در آزمایش گلخانه ای ارتفاع بوته، تعداد پنجه در کپه، سطح برگ در کپه، وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک کل در هر کپه افزایش یافته است و این افزایش در سطح احتمال پنج درصد در مقایسه میانگین تیمارها معنی دار است (جدول ۲). در آزمایش مزرعه نیز، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در کپه، وزن خشک برگ ساقه و کل در کپه در

(۱۹۹۳) دریافتند کمبود سیلیس، باعث کاهش تعداد دانه های پر و در نتیجه عملکرد شده است. فلاح (۲۰۰۰) نیز نتیجه گرفت مصرف کود مایع حاوی ۲۷ درصد سیلیس باعث ۱۰-۱۵ درصدی افزایش عملکرد در آزمایش گلدانی شده است. جدول تجزیه واریانس مرکب در آزمایش گلدانی نشان داد اثر سیلیس بر روی عملکرد و اجزای عملکرد بجز وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار است (جدول ۷). مقایسه میانگین تیمارهای مختلف سیلیس (جدول ۸) نشان می دهد که با افزایش مصرف سیلیس، بجز وزن هزار دانه سایر اجزای عملکرد یعنی تعداد خوشه در کپه، طول خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه، تعداد کل دانه در خوشه، شاخص برداشت و عملکرد افزایش یافته و این تفاوت در سطح پنج درصد معنی دار است. شاخص برداشت در تیمار ۵۰۰ کیلو گرم کود سیلیکاته در مقایسه با شاهد به اندازه ۲۵ درصد افزایش یافته است که ناشی از افزایش تعداد دانه پر در خوشه، وزن خشک خوشه در کپه و وزن خشک کل بوده است. محققان زیادی نیز در مورد نقش مثبت سیلیس بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج گزارش نمودند (۱۵، ۱۴، ۱۳ و ۲۵). در نتیجه عملکرد هم نسبت به شاهد ۲۴/۹ درصد افزایش یافته است. بنابراین در این آزمایش مصرف ۵۰۰ کیلو گرم کود سیلیکاته به همراه مصرف ۲۰۰ کیلو گرم کود اوره جهت حصول به عملکرد مطلوب برای رقم طارم هاشمی توصیه می شود.

تشکر و قدرانی

بدین وسیله از موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران که هزینه این پژوهش را تامین نمودند تشکر و قدرانی می شود

سطح ۵۰۰ کیلوگرم از منبع کود سیلیکاته معدن سوادکوه در مقایسه با شاهد معنی دار بوده و باعث بهبود صفات فوق شده است. بنظر می رسد با افزایش مصرف سیلیس از معدن سواد کوه اثر آن بر رشد گیاه برنج مشهود می شود چون میزان حلالیت آن در آب پایین است (در حدود ۲۰ درصد). بدیهی است با افزایش مصرف نیتروژن صفات زراعی (مثل ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک) برنج در مرحله گلدهی نیز افزایش یافته است.

در این آزمایش با مصرف سیلیس در گلدان، میزان غلظت سیلیس بافت برگ افزایش یافت. آگاری و همکاران (۱۹۹۳) و فلاح (۲۰۰۰) نیز دریافتند با مصرف سیلیس، غلظت این عنصر در بافت های گیاه برنج افزایش یافته است. میزان سیلیس برگ متأثر از میزان مصرف نیتروژن بوده است یعنی با افزایش مصرف نیتروژن در خاک گلدان، میزان سیلیس برگ کاهش یافته است (۱۴، ۱۳، ۱۲). دیرین (۱۹۹۷) دریافت که میزان نیتروژن بافت های مختلف گیاه با مصرف کود سیلیکاته کاهش یافته است (۶).

مرحله رسیدن فیزیولوژیکی: جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سیلیس در مرحله رسیدن فیزیولوژیکی در آزمایش مزرعه ای بر طول خوشه، وزن خشک کل در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است ولی بر روی تعداد دانه پر در کپه و عملکرد در سطح احتمال پنج درصد معنی دار است. اثر نیتروژن بر ارتفاع بوته، تعداد خوشه در کپه، طول خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه، تعداد دانه کل در خوشه و عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی دار است. ولی اثر متقابل سیلیس و نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر روی عملکرد و اجزای عملکرد معنی دار نبوده است. سایر اثرات متقابل نیز معنی دار نشده است (جدول ۵). در مقایسه میانگین سطوح مختلف سیلیس در آزمایش مزرعه ای (جدول ۶) نشان داد فقط تعداد دانه پر در خوشه و عملکرد بین شاهد (صفر) و مصرف ۵۰۰ کیلو گرم کود سیلیس سواد کوه معنی دار شده است. آگاری و همکاران

جدول ۱. تجزیه واریانس مرکب اثر سیلیس و نیتروژن بر روی صفات مرفولوژیکی در مرحله حداکثر پنجه زنی در آزمایش گلدانی و مزرعه ای

میانگین مربعات

وزن خشک کل		وزن خشک ساقه		وزن خشک برگ		سطح برگ در کپه		تعداد پنجه در کپه		ارتفاع بوته		درجه آزادی	منابع تغییرات
مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه		
۱۵/۸۹ ^{NS}	۱/۴ ^{NS}	۴ ^{NS}	۰/۲۵ ^{NS}	۳/۹۴ ^{NS}	۰/۴۶ ^{NS}	۱۰۸۶۸/۴ ^{NS}	۱۰۶۱۰/۶۲*	۵/۳۵ ^{NS}	۲/۸۹۳**	۱۵/۸۲ ^{NS}	۱/۷۷۵ ^{NS}	۱	سال
۱/۵۶	۰/۰۳۵	۰/۴۱	۰/۰۹	۰/۳۷	۰/۰۸	۱۱۶۷۵/۱۹	۱۳۵۹/۸	۰/۰۸	۰/۱۳۶	۱/۴۴	۱/۰۰۸	۴	خطای سال در تکرار
۳۹/۲۵ ^{NS}	۲۰/۷۳**	۷/۸۲ ^{NS}	۶/۶۶**	۱۷/۷۴ ^{NS}	۵/۳۶۷**	۴۱۱۴۰۶/۶*	۹۹۹۵/۶۷*	۴/۹ ^{NS}	۳/۲۰۶**	۹/۴۵ ^{NS}	۱۰۹/۴۵۸**	۲	سیلیس
۱۸۹/۴۷**	۷/۴۵**	۸۹/۴۸**	۴/۰۵**	۲۱/۵۹*	۰/۵۱۵*	۷۵** ۹۴۴۰۰۱	۱۰۶۳۲/۹۱*	۱۵/۶۹*	۱۲/۱**	۱۳۹/۳۸**	۱۳۹/۴۶**	۲	نیتروژن
۱۰۶/۰۳*	۱۱/۴**	۴۸/۵۵**	۳/۵۲**	۱۲/۳۹ ^{NS}	۰/۲۷ ^{NS}	۲۸۸۹۵۴*	۲۱۳۷۳/۸۴**	۷/۷۲ ^{NS}	۱/۴۷*	۹۵/۸۹**	۲۲/۷۱۴ ^{NS}	۴	سیلیس × نیتروژن
۰/۸۹ ^{NS}	۰/۰۰۵ ^{NS}	۱۱/۴**	۰/۰۰۷ ^{NS}	۳/۵۲**	۰/۰۰۲ ^{NS}	۴۴۱۶۲/۳۵ ^{NS}	۱۲۳۵/۴ ^{NS}	۰/۲۰۵ ^{NS}	۰/۴۴۵ ^{NS}	۷/۴۹ ^{NS}	۰/۷۶۶ ^{NS}	۲	سال × سیلیس
۱/۰۶ ^{NS}	۰/۳۲ ^{NS}	۰/۰۱ ^{NS}	۰/۰۶۷ ^{NS}	۱/۰۷ ^{NS}	۰/۳۲۹ ^{NS}	۵۰۷۸/۸۵ ^{NS}	۸۷/۲۷ ^{NS}	۰/۱۲۵ ^{NS}	۰/۱۰۹ ^{NS}	۵/۸۸ ^{NS}	۰/۵۴۵ ^{NS}	۲	سال × نیتروژن
۱/۵ ^{NS}	۰/۲۴ ^{NS}	۰/۱۸ ^{NS}	۰/۰۵۰ ^{NS}	۰/۸۲ ^{NS}	۰/۰۹۲ ^{NS}	۶۲۱۴/۲۷ ^{NS}	۲۸۸۷/۲۹ ^{NS}	۰/۲۵۶ ^{NS}	۰/۳۸۹ ^{NS}	۶/۵۰۹ ^{NS}	۱/۰۳۸ ^{NS}	۴	سال × سیلیس × نیتروژن
۲۹/۴۴	۰/۸۹۷	۱۱/۴۹	۰/۵۶۸*	۶/۵۵	۰/۱۱۴	۹۰۵۱۶/۸	۲۲۳۲/۷۹	۴/۰۴۹	۰/۴۱	۹/۸۵۱	۹/۲۹۶	۳۲	خطای کل
۲۳/۳۸	۹/۴۵	۳۰/۰۹	۱۳/۴۲	۲۱/۴۵	۷/۶۸	۲۱/۶۸	۱۲/۳	۱۸/۴۳	۵/۲۹	۳/۹۶	۳/۸۵		ضریب تغییرات

NS: در سطح احتمال ۵٪ معنی دار نیست، * در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است، ** در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر تیمار سیلیس بر روی صفات مرفولوژیکی رقم طارم هاشمی در سطوح مختلف نیتروژن در آزمایش گلدانی و مزرعه ای در مرحله حداکثر پنجه زنی

وزن خشک کل در		وزن خشک ساقه		وزن خشک برگ		سطح برگ در کپه		تعداد پنجه در کپه		ارتفاع بوته		صفات مقدار سیلیس کیلو گرم در هکتار
کپه (گرم)		کپه (گرم)		کپه (گرم)		(سانتی متر مربع)		کپه		(سانتیمتر)		
مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	
۲۴/۸a	۸/۹ c	۱۱/۷a	۴/۹۲ b	۱۳/۰۸a	۳/۹۸ b	۱۵۶۲a	۳۶۶/۰۵ b	۱۱/۵a	۱۱/۶ b	۷۸/۷۶a	۷۶/۶ c	۰
۲۳a	۱۰/۱۲ b	۱۱/۶a	۵/۹۲ a	۱۱/۳۸a	۴/۲ b	۱۳۰۰/۷a	۳۷۵/۴۵ b	۱۱/۷a	۱۲/۱۰ a	۷۸/۷۷a	۸۱/۵ a	۲۵۰
۲۱/۵a	۱۱/۰۳ a	۱۰/۵a	۶/۰۲ a	۱۱/۳۴a	۵/۰۱ a	۱۲۹۹/۶a	۴۱۰/۷۵ a	۱۰/۵a	۱۲/۵ a	۸۰a	۷۹/۴b	۵۰۰

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۰.۵٪ به روش دانکن تفاوت آماری ندارند

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تیمار سیلیس بر روی صفات مرفولوژیکی رقم طارم هاشمی در سطوح مختلف نیتروژن در آزمایش گلدانی و مزرعه ای در مرحله گلدهی

وزن خشک کل در		وزن خشک ساقه		وزن خشک برگ		سطح برگ در کپه		تعداد پنجه در کپه		ارتفاع بوته		صفات مقدار سیلیس کیلو گرم در هکتار
کپه (گرم)		کپه (گرم)		کپه (گرم)		(سانتیمتر مربع)		کپه		(سانتیمتر)		
مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	
۷۶/۶b	۱۰/۵۰ b	۵۳/۶b	۶/۳۲ b	۲۳b	۴/۱۸ b	۳۹۰۴/۵a	۴۵۶/۱۲ c	۱۴/۸b	۱۴/۶۶ c	۱۵۱/۸b	۱۲۱/۷ b	۰
۷۵/۲b	۱۱/۰۸ ab	۵۱c	۶/۵۲ b	۲۴/۱b	۵/۰۶ a	۳۴۸۴/۵a	۷۷۰/۵۴ b	۱۶b	۱۹/۷ b	۱۵۲/۳ab	۱۳۵/۹ a	۲۵۰
۹۰/۹a	۱۲/۱۱ a	۶۳/۷a	۷/۰۸ a	۲۷/۱a	۵/۱۳ a	۳۹۷۴/۲a	۹۱۶/۱۲ a	۱۷/۷a	۲۲/۸ a	۱۵۶a	۱۳۶/۲ a	۵۰۰

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۰.۵٪ به روش دانکن تفاوت آماری ندارند

جدول ۴. تجزیه واریانس مرکب اثر سیلیس و نیتروژن بر روی صفات مرفولوژیکی در مرحله گلدهی رقم طارم هاشمی در آزمایش گلدانی و مزرعه ای

میانگین مربعات												درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن خشک کل		وزن خشک ساقه		وزن خشک برگ		سطح برگ در کپه		تعداد پنجه در کپه		ارتفاع بوته			
مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه		
۴۲/۳ ^{ns}	ns ۰/۲۳۲	۰/۵ ^{ns}	ns ۰/۰۰۱	۳۳/۶ ^{ns}	۰/۱۹۴ ns	۴۱۸۹۸۶ ^{ns}	ns ۲۷۶۶/۶۲	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۴۳ ns	۲/۳۴ ^{ns}	۶/۲۲ ns	۱	سال
۲۷/۵ ^{ns}	۰/۰۰۵	۱/۶ ^{ns}	۰/۰۴۹	۴۲/۲ ^{ns}	۰/۰۵	۷۶۵۶۹۳ ^{ns}	۱۳۱۲/۳۲	۰/۷۷ ^{ns}	۵/۱۷	۳۲/۴۳ ^{ns}	۴/۵	۴	خطای سال در تکرار
۱۳۶۰	** ۹/۲۳	۸۱۴/۷ ^{**}	* ۲/۷۸۵	۸۲/۷ [*]	۵/۰۴ **	۱۲۶۳۳۳۹/۵ ^{ns}	** ۹۹۴۹۲۶/۲	۳۸/۱۱ ^{**}	** ۳۰۴/۵۴	۹۶/۱۱ ^{ns}	۱۲۳۷/۳۶ **	۲	سیلیس
۶۳۳/۶ ^{**}	** ۷/۰۰۹	۱۶۸/۵ ^{**}	ns ۲/۱۱	۳۵/۶ ^{**}	۱/۴۲ **	۹۴۹۷۰۶۹/۲ ^{**}	** ۲۷۵۲۱۱/۸۸	۳۹/۴۱ ^{**}	ns ۳/۰۰۳	۷۱/۳۵ ^{ns}	۲۱۶/۱۹ **	۲	نیتروژن
۳۲/۶ ^{ns}	ns ۱/۶۵	۲۶/۷ [*]	ns ۰/۶۲۵	۳۶/۷ ^{ns}	۰/۹۶ **	۲۵۹۹۲۸۶/۱ [*]	** ۱۰۲۰۴۱/۴۵	۴/۷۸ ^{ns}	** ۲۲/۰۷	۱۱۱/۷۵ [*]	۶۷/۱۷ ns	۴	سیلیس × نیتروژن
۰/۶ ^{ns}	ns ۱/۴۸	۱ ^{ns}	ns ۰/۷۴۳	۰/۲۴ ^{ns}	ns ۰/۱۲۷	۲۸۶۳۴۰/۱ ^{ns}	۲۶۱۹/۳ ns	۱/۳۱ ^{ns}	۰/۳۲ ns	۱۱/۹۲ ^{ns}	۲۴/۸۶ ns	۲	سال × سیلیس
۶/۹ ^{ns}	ns ۰/۳۲۴	۰/۸ ^{ns}	ns ۰/۳۶۹	۵/۷ ^{ns}	ns ۰/۰۱۱	۵۷۵۲۱/۹ ^{ns}	ns ۶۹۷۲/۱۲	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۳۳ ns	۱۱/۵۹ ^{ns}	۱۹/۲۷ ns	۲	سال × نیتروژن
۱/۳ ^{ns}	ns ۰/۳۴۸	۰/۵ ^{ns}	ns ۰/۳۱۹	۲/۸ ^{ns}	ns ۰/۱۱۴	۴۲۶۶۱/۷ ^{ns}	۳۴۷۸/۵ ns	۰/۴۱ ^{ns}	۰/۵۷ ns	۱/۹۸ ^{ns}	۳۶/۸۲ ns	۴	سیلیس × نیتروژن
۲۱/۱	۱/۳۱۵	۷/۹	۰/۸۰۴	۱۸/۷۷	۰/۱۸۲	۸۱۰۶۱۴/۱۵	۲۱۶۲/۱۲	۴/۶۶	ns ۳۱۷/۵	۳۲/۰۹	۳۷/۱۸	۳۲	خطای کل
۵/۷	۱۰/۰۳	۵	۱۳/۴۹	۱۷/۵	۸/۹۱	۲۳/۷۷	۶/۵۱	۱۳/۳۲	۱۰/۱۱	۳/۶۹	۴/۶۴		ضریب تغییرات

ns: در سطح احتمال ۵٪ معنی دار نیست، *: در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است، **: در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است

جدول ۵. جدول تجزیه واریانس مرکب اثر سیلیس و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم طارم هاشمی در آزمایش مزرعه ای در مرحله رسیدن فیزیولوژیکی

عملکرد	وزن خشک کل	میانگین مربعات			طول خوشه	تعداد خوشه در کپه	ارتفاع بوته	درجه آزادی	منابع تغییرات
		تعداد کل دانه در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه پر در خوشه					
۱۷۲۴۱/۳ ^{ns}	۲۷ ^{ns}	۴۲/۵ ^{ns}	۰/۱ ^{ns}	۷۹/۷ ^{ns}	۰/۸ ^{ns}	۰/۲ ^{ns}	۹/۲ ^{ns}	۱	سال
۸۴۷۱۶ ^{ns}	۱/۷ ^{ns}	۲۲/۵ ^{ns}	۶/۴ ^{ns}	۲۸/۸ ^{ns}	۰/۶ ^{ns}	۸/۷ ^{ns}	۱۵/۳ ^{ns}	۴	خطای تکرار در سال
۴۱۹۰۳۴/۷ [^]	۹۰۰۱/۹ ^{^^}	۲۸۰/۳ ^{ns}	۲۲/۶ ^{ns}	۵۱۱/۵ [^]	۶/۵ ^{^^}	۵/۷ ^{ns}	۲۱/۱ ^{ns}	۲	سیلیس
۱۴۷۲۳۹۹/۷ ^{**}	۴۶۱/۵ ^{ns}	۱۷۳۵/۹ ^{^^}	۲۱۴/۱ ^{^^}	۶۸۸/۶ ^{^^}	۶/۶ ^{^^}	۱۹۱ ^{^^}	۹۶۲/۵ ^{^^}	۲	نیتروژن
۲۲۴۳۳۸/۸ ^{ns}	۲۰۳/۸ ^{ns}	۱۵۴/۵ ^{ns}	۳۴/۷ ^{ns}	۸۶/۳ ^{ns}	۲/۵ ^{ns}	۱/۳ ^{ns}	۱۰۹/۱ [^]	۴	سیلیس × نیتروژن
۱۲۶۸۱/۵ ^{ns}	۲/۴ ^{ns}	۹۳/۹ ^{ns}	۴/۲ ^{ns}	۲۶/۴ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۲ ^{ns}	۲/۸ ^{ns}	۲	سال × سیلیس
۱۵۴۳/۵ ^{ns}	۱۰/۵ ^{ns}	۲۶/۹ ^{ns}	۰/۸ ^{ns}	۳۰/۹ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۲ ^{ns}	۳/۵ ^{ns}	۲	سال × نیتروژن
۲۹۶۵۳ ^{ns}	۱۲/۷ ^{ns}	۱۸/۹ ^{ns}	۲/۳ ^{ns}	۶/۳ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۱/۵ ^{ns}	۱/۶ ^{ns}	۴	سال × سیلیس × نیتروژن
۱۲۱۰۹۵/۳	۱۷۷/۳	۱۶۵	۲۱	۱۲۱/۷	۱/۲	۳/۲	۲۸/۷	۳۲	خطای کل
۶/۴	۹/۶	۱۰/۲	۳۷/۵	۹/۸	۳/۳	۹	۳/۲		ضریب تغییرات

ns: در سطح احتمال ۵٪ معنی دار نیست،*: در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است،**: در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر تیمار سیلیس بر روی عملکرد و اجزای عملکرد رقم طارم هاشمی در سطوح مختلف نیتروژن در آزمایش مزرعه ای

عملکرد	وزن خشک کل (کیلو گرم در هکتار)	تعداد کل دانه در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه پر در خوشه	طول خوشه (سانتیمتر)	تعداد خوشه در کپه	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	صفات
								میزان سیلیس
۵۲۶۹/۳b	۱۱۴/۳c	۱۲۳/۸۳a	۱۳a	۱۰۹/۷b	۳۲/۸b	۱۹/۵a	۱۶۷/۸a	۰
۵۳۶۸/۳ab	۱۴۵/۷b	۱۲۲/۵۱a	۱۲/۸a	۱۰۹/۷b	۳۲/۷b	۲۰/۴a	۱۶۹/۴a	۲۵۰
۵۵۶۸/۸a	۱۵۶/۲a	۱۲۹/۹۱a	۱۰/۹a	۱۱۸/۹a	۳۳/۸a	۱۹/۳a	۱۶۹/۸a	۵۰۰

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ به روش دانکن تفاوت آماری ندارند

جدول ۷. جدول تجزیه واریانس مرکب اثر سیلیس و نیتروژن بر صفات مرفولوژی رقم طارم هاشمی در آزمایش گلخانه ای در مرحله رسیدن فیزیولوژیکی

میانگین مربعات												
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد خوشه در کپه	طول خوشه	تعداد دانه پر	تعداد دانه پوک	تعداد دانه کل	وزن خشک کل	وزن خشک دانه پر	وزن خشک دانه پوک	وزن خشک خوشه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۲۰/۶۸ ^{ns}	۰/۵۱ ^{ns}	۱۶۸۸۱۴/۷۴ ^{ns}	۵۴۱۹/۳۹ ^{ns}	۱۵۵۱۵۹/۶۷ ^{ns}	۱/۴۲ ^{ns}	۳۶/۸ ^{ns}	۰/۲۷ ^{ns}	۳۴/۷۵ ^{ns}	۳۵/۶۹ ^{ns}	۲/۳۱ ^{ns}
سال	۱	۰/۳ ^{ns}	۰/۷۸ ^{ns}	۱۶۰۰/۶۶ ^{ns}	۳۴۰ ^{ns}	۴۶۵/۲۳ ^{ns}	۱/۷۸ ^{ns}	۱/۰۲ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۱/۸۴ ^{ns}	۱/۹۹ ^{ns}	۰/۷۱ ^{ns}
خطای تکرار در سال	۲	۳/۹۱	۰/۱	۹۱۷۰/۶۶	۱۳۴/۶۲	۷۱۰۲/۷۳	۲/۵۲	۴/۱۱	۰/۰۱۹	۳/۸۵	۳/۹	۰/۹۴
سیلیس	۲	۳۹۴/۹۶ ^{**}	۱۱/۱۸ ^{**}	۱۱۳۹۷۶۹	۱۹۴۵۷۷	۲۲۵۶۱۸۰	۲۷	۵۰۴/۳ ^{**}	۵/۳۹ ^{**}	۶۰۷/۳۵ ^{**}	۷۱	۲/۱۵ ^{ns}
نیتروژن	۲	۱۸/۶۸ ^{ns}	۴/۹۹ ^{**}	۱۲۲۸۲۶/۹۱ ^{ns}	۱۵۹۷۲/۳۱ ^{ns}	۱۷۵۹۳۰/۱۴ ^{ns}	۶۶	۴۳/۸۵ ^{ns}	۰/۷۱ ^{ns}	۵۵/۹۹ ^{ns}	۹۹	۳/۰۸ ^{ns}
سیلیس × نیتروژن	۴	۳۴/۴ [*]	۱۱/۳۷ ^{**}	۱۲۶۳۳۳/۸۵ ^{ns}	۱۴۹۳۹/۴۸ ^{ns}	۱۳۱۷۵۷/۶۸ ^{ns}	۱۵۵/۵ ^{**}	۱۱۶/۴ [*]	۰/۷۵ ^{ns}	۱۰۳/۰۵ ^{ns}	۹۹	۳/۱۵ ^{ns}
سال × سیلیس	۲	۰/۳ ^{ns}	۰/۰۸۹ ^{ns}	۹۱۴/۶۶ ^{ns}	۲۰۳/۲۸ ^{ns}	۱۴۹۷/۸۴ ^{ns}	۰/۹۳ ^{ns}	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۴۲ ^{ns}	۴۸	۰/۱۴ ^{ns}
سال × نیتروژن	۲	۰/۹۱ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۵۹۷۲/۱۶ ^{ns}	۴۰۹/۹۲ ^{ns}	۸۱۹۶/۶۴ ^{ns}	۰/۴۵ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۷۵ ^{ns}	۸۵	۰/۰۳ ^{ns}
سال × سیلیس × نیتروژن	۴	۰/۴۱ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۳۰۹۴/۳۳ ^{ns}	۴۲۰/۱۲ ^{ns}	۳۵۶۱/۰۵ ^{ns}	۰/۷۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰۰۸	۰/۱۷ ^{ns}
خطای کل	۳۲	۹/۵	۰/۶۲۹	۷۳۰۶۵/۵۳	۸۰۰۲/۵۵۷	۸۷۴۷۲/۹۳	۱۲/۱۹	۳۷/۳۹	۰/۲۸	۳۹/۳۸	۵۷	۱/۷۵۴
ضریب تغییرات		۱۴/۴۳	۲/۹۴	۱۸/۶	۳۵/۹	۱۷/۳۷	۹/۱۳	۱۷/۴۲	۴۱/۱۵	۱۷/۲۴	۱۷/۰۵	۵/۵۴

ns: در سطح احتمال ۵٪ معنی دار نیست، *: در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است، **: در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر تیمار سیلیس بر روی صفات مرفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد در سطوح مختلف نیتروژن در آزمایش گلدانی

عملکرد در کپه گرم	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	وزن خشک خوشه در کپه گرم	صفات						
				تعداد کل دانه در کپه	تعداد دانه پوک در کپه	تعداد دانه پر در کپه	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد خوشه در کپه	وزن خشک کل در کپه (گرم)	
۳۰/۸۲ b	۳۲/۸۶ b	۲۴/۱۴ a	۳۱/۸۳ b	۱۴۳۵/۸ b	۱۸۵/۰ c	۱۲۵۰/۸ b	۲۶/۸۲ b	۱۷/۴۴ c	۳۱/۵۸ c	۰
۳۳/۴۶ b	۳۵/۳۴ b	۲۴/۰۳ a	۳۴/۴ b	۱۵۶۷/۶ b	۱۹۳/۵ b	۱۳۷۴/۱ b	۲۷/۷۸ a	۲۰/۱۱ b	۳۷/۱۶ b	۲۵۰
۴۱/۰۲ a	۴۳/۸۶ a	۲۳/۴۹ a	۴۲/۹۳ a	۲۱۰۴/۲ a	۳۶۹/۲ a	۱۷۳۵/۰ a	۲۶/۲۲ c	۲۶/۵۶ a	۴۵/۹۴ a	۵۰۰

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ به روش دانکن تفاوت آماری ندارند

- chaff application on Si and N absorption, lodging resistance and yield in rice plant., *Plant., Prod. Sci.*, 2(3): 159-164.
14. Ma, J.F., 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and a biotic stresses. *Soil Sci. Plant Nut.*, 50, 11-18.
15. Ma, J. F., Miyake, Y., Takahashi, E., 2001. Silicon as beneficial elements for crop plants. In: Datnoff, L. E., Snyder, G. H., Korndorfer, G. H. (Eds), *Silicon in Agriculture*. Elsevier Science Publishing, Amsterdam, pp. 17-39.
- 16-Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. London, UK: Academic Press.
- 17.Matsuo, T. K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, and H. Hirata. 1995. *Science of the rice plant*. Vol. 2. Physiology. Food and Agriculture policy Research center, Tokyo, Japan.
- 18-Mitani, N., Ma, JF., 2005. Uptake system of silicon in different plant species. *J. Exp. Bot.*, 56: 1255-1261.
- 19-Sas Institute Inc., 1988. *SAS/STAT user's guide*. Version 6. Fourth Edition. Statistical Analysis Institute Inc., Cary North Carolina.
- 20-Savant, N. K., Snyder, G. H., Datnoff, L. E., 1997. Silicon management and rice production. *Adv. Agron.*, 58, 151-199.
- 21-Takahashi, E. 1995. Uptake mode and physiological functions of silica. *Sci. Rice Plant.*, 2:58-71.
- 22-Yamaji. N, N. Mitani and J. F. Ma. 2008. A Transporter regulating silicon distribution in rice shoot. *Plant cell*, 20:1381-1389.
- 23- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of rice crop science*. IRRI.
- 24- Yoshida, S. , D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez. 1976. *Laboratory manual for physiological studies of rice*. 3rded. IRRI.
- 25- Zhang, L. X. and C. W. Deren. 1998. Physiological and phonological effects of silicon application on two rice cultivars. Annual meeting Abstract of ASA, CSSA and SSSA in Baltimore, Maryland. October, 18- 23.
- منابع
- ۱- فلاح ، الهیاری ، ۱۳۸۳. بررسی اثرات مصرف سیلیس بر روی رشد و عملکرد برنج. آمل. معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران.
- ۲- فلاح ، الهیاری، ۱۳۸۰. نقش سیلیس در گیاهان. انتشارات معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران.
- ۳- شهدی کومله، عباس، ۱۳۸۳. بررسی توانایی میزان جذب سیلیسیوم توسط ارقام مختلف برنج. رشت. موسسه تحقیقات برنج کشور
- ۴-ملکوتی ، م. ج. و کاوسی، م. ۱۳۸۳. تغذیه متعادل برنج . معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی. انتشارات سنا- ۶۱۱ ص.
- 5- Agarie ,S., H. Uchida, W. Agata, F. Kubota, and P. B. Kaufman. 1993. Effect of silicon on growth, dry matter production and photosynthesis in rice plant (*Oryza sativa* L.). CPITA. 225-234, KSCS, Korea.
- 6- Deren, C. W. 1997. Changes in nitrogen and phosphorus concentrations of silicon-fertilized rice grown on organic soil. *J. Plant Nut.*, 20(6):765-771.
- 7-Dobermann, A. and T. Fairhurst. 1997. *Field Handbook. Nutritional disorders and nutrient management in rice*. International Rice Research Institute (IRRI). Potash and phosphate Institute of Canada (PPIC) 162. P.
8. Epstein, E. 1994. The anomaly of silicon in plant biology. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91, 11-17.
9. Epstein, E. 1999. Silicon. *Ann. Rev. Plant*, 50, 641-664.
- 10-Fallah. A. 2000. Effects of; silicon and nitrogen on growth, lodging and spikelet filling in Rice (*Oryza sativa* L.). Ph. thesis. UPLB.
- 11-Hodson, M. J., and Sangster, A. G. 2002. Silicon and abiotic stress. Pages 99-104 in: *Second Silicon in Agriculture Conference*. T. Matoh, ed. Press-Net, Kyoto, Japan.
12. Liang R. O., Y. C., Sun, W. C., Mheld, V. 2005. Effects of foliar- and root-applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *Cucumis sativus*. *Plant Pathol.*, 54, 678-685.
- 13.Hossain, A. K., T. Horiuchi, and S. Migagawa. 1999. Effects of powdered rice

Effect of different rate of silicate fertilizer on the growth and yield of Tarom Hashemi rice variety

Allahyar Fallah^{1*}, Hossein Elyasi²

1-Assisntant Professor, Rice Research, Amol

2-M.Sc. Rice Research, Amol

Received: 06/11/2012

Accepted: 03/2/2013

Abstract

The rice plant need the silicon element more than other nutrition elements, but its importance has not been clearly known. In order to study of silicon effect on the growth and yield of rice (Tarom Hashemi variety), an experiment was carried out in pot and field conditions with three replicates in the greenhouse and in the field of Rice Research Institute of Iran (Amol) in 2009 and 2010. Three levels of N fertilizer (69, 92 and 115 kg/ha) with three levels of silicon fertilizer (0, 250 and 500 kg/ha) were considered as a factorial design. The agronomic characters such as plant height, tiller number, leaf area, leaf and stem dry weight were measured at three stages. The yield and yield component were obtained at physiological maturity stage. The results showed that with increasing of silicon fertilizer in pot, silicon concentration in the leaf was increased ($P < 0.05$). The silicon effect in pot experiment was more than in the field. With using of silicon fertilizer, total dry weight and yield were increased that there were significant at 5% level of probability. Dry weight was improved with increasing of leaf area, plant height and tiller number per hills. Increasing of yield was due to improving of number of filled grain and panicle dry weight. Application of 250-500 kg/ha silicon fertilizer was increased about 5% of yield in the field and 24% in pot experiment.

Key words: growth, silicon, yield, yield components, Tarom Hashemi

* Corresponding author

E-mail: afallah1@yahoo.com

