مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴

مجله پژوهش‌های به زراعی

برهمکنش سیلیس و پتاسیم در دو آرایش کاشت بر مؤلفه‌های خوابیدگی و عملکرد شلتوک برنج رقم طارم هاشمی

رضا یدی[1*] ، سلمان دستان[1]

۱- بخش علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۵

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثر مقادیر سیلیس و پتاسیم در دو آرایش کاشت بر مؤلفه‌های خوابیدگی و عملکرد برنج بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی واقع در شهرستان بابل در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. مقادیر سیلیس در سه سطح ۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان عامل اصلی و مقادیر پتاسیم در سه سطح ۰، ۷۲/۵ و ۱۴۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص به‌عنوان عامل فرعی و دو آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ و ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به‌عنوان عامل فرعی - فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع گیاه، طول خوشه، طول میانگره ۴ و طول برگ پرچم برای تیمار عدم مصرف سیلیس و پتاسیم مشاهده شد. همچنین، بالاترین گشتاور خمشی میانگره ۴ برای تیمار شاهد سیلیس و پتاسیم به‌دست آمد. حداکثر عملکرد شلتوک (۶۲۴/۶ کیلوگرم در هکتار) به‌دلیل افزایش طول خوشه و تعداد پنجه در کپه با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار تولید شد. بیشترین طول برگ پرچم (۲۸/۸۹ سانتی‌متر) و شاخص برداشت (۳۷/۵۹ درصد) در آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مشاهده شد. ولی حداکثر ارتفاع گیاه و تعداد کل پنجه در کپه در آرایش کاشت مربعی ۲۰×۲۰ سانتی‌متر حاصل گردید. بنابراین، مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس و ۱۴۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، به‌علت کاهش خوابیدگی و افزایش عملکرد به‌عنوان مقادیر کودی مناسب توصیه می گردند.

واژه‌های کلیدی: برنج، پتاسیم، تراکم بوته، سیلیس، گشتاور خمشی

* نگارنده مسئول (reza_yadi2007@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خوابیدگی بوته در شالیزارها یکی از مشکلات اساسی زراعت برنج بوده که منجر به کاهش عملکرد می‌شود. از جمله راه‌کارهای اساسی برای حل این معضل در منطقه به‌ویژه برای کشت ارقام محلی، مصرف کود سیلیس و پتاسیم و بهینه‌سازی تراکم کاشت می‌باشد. سیلیسیم دومین عنصر فراوان خاک بوده و به‌عنوان یک عنصر کاملاً مفید برای گیاهان عالی مطرح است (Nakata *et al.*, 2008). گزارش شد که مصرف سیلیکات منیزیم به‌میزان ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش عملکرد دانه برنج از ۲۱ تا ۳۳ درصد شد (Bernal, 2008). همچنین، در تحقیقی دیگر مشاهده شد که مصرف سیلیکات کلسیم به‌میزان ۲ تن در هکتار سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در کپه، طول خوشه و در نتیجه افزایش ۳۰- ۲۵ درصدی عملکرد دانه شد (Shashidhar *et al.*, 2008). دیگر محققان نیز اظهار داشتند، سیلیس بیش از ۱۰ درصد از وزن خشک اندام هوایی را تشکیل می‌دهد و مصرف کود حاوی آن باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی در محصولات از جمله برنج و نیشکر می‌شود (Du *et al.*, 2011). علاوه بر این، با کاربرد محلول اسید مشتق از سیلیس در خزانه برنج، نشاهای قوی و سالم به‌دست آمده که باعث افزایش عملکرد دانه و کاه نسبت به شاهد می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر، سیلیس سبب افزایش ارتفاع بوته، شاخص برداشت، تعداد خوشه‌چه در خوشه، تعداد خوشه‌چه پوک در خوشه، تعداد پنجه در کپه، عملکرد کاه، وزن هزار دانه، نشاسته دانه، قطر دانه و پروتئین دانه شد (Ahmad *et al.*, 2013). Bhavya *et al* (2011) در گزارش خود اعلام کردند، کاربرد اسید سیلیسیلیک باعث افزایش طول برگ، سطح برگ، محتوای کلروفیل برگ، تعداد خوشه و عملکرد در هکتار شد. دیگر محققان بیان کردند که مصرف سیلیس سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، افزایش وزن خشک و بهبود عملکرد، اجزای عملکرد و وزن هزار دانه برنج می‌شود (Li *et al.*, 2011). سیلیسیم با ته‌نشین شدن در دیواره سلولی آوندهای چوبی از فرو ریختن آن‌ها در شرایط تعرق زیاد جلوگیری می‌کند و با استحکام ساقه موجب کاهش خوابیدگی بوته می‌شود (Murillo-Amador *et al.*, 2006). در مطالعه‌ای آمده است، مصرف سیلیس باعث افزایش ارتفاع گیاه، طول خوشه، طول میانگره و گشتاور خمشی میانگره سوم، سلولز، همی‌سلولز و لیگنین شده است (Dastan *et al.*, 2012).

عنصر پتاسیم بر خلاف نیتروژن و فسفر اثر قطعی و مشخصی در پنجه‌زنی گیاه برنج ندارد، ولی موجب افزایش تعداد خوشه‌چه‌ها در خوشه شده و درصد خوشه‌چه‌های پر و وزن هزار دانه را بالا می‌برد (Dobermann & Fairhurst, 2000). در تحقیقی گزارش شد که پتاسیم از نظر آماری بر پنجه‌زنی برنج تأثیری نداشت (Wilson *et al* ,1996) ولی این عنصر تأثیر مثبت آشکاری بر تعداد خوشه‌چه در خوشه داشت (Singh & Jain, 2000). با توجه به میزان پتاسیم قابل دسترس موجود در خاک، افزودن سطوح مختلف کود پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت، عملکرد دانه، تعداد خوشه در واحد سطح، وزن هزار دانه، تعداد پنجه و ارتفاع گیاه نداشت، اما باعث افزایش معنی‌دار تعداد خوشه‌چه در خوشه و درصد خوشه‌چه پر شده در خوشه گردید (اصفهانی و همکاران، ۱۳۸۴). در بررسی اثرات مقادیر کودی و آرایش‌های کاشت ۱۵×۱۰، ۲۰×۱۲، ۲۰×۲۰ و ۲۵×۱۵ سانتی‌متر بر عملکرد دو رقم برنج گزارش گردید که بالاترین عملکرد دانه و بیولوژیک در آرایش کاشت مربعی ۲۰×۱۲ سانتی‌متر حاصل شد (Hamidul Islam & Altaf

Archive of SID

www.SID.ir

Hossian, 2002). همچنین، در آزمایش دیگری بیشترین عملکرد دانه در آرایش کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر مربع حاصل گردید و علت آن نیز افزایش تعداد خوشه در مترمربع بود (Baloch *et al.*, 2002). با افزایش تراکم کاشت از ۲۰ به ۸۰ بوته در مترمربع، ارتفاع گیاه کاهش یافت (Munnujan *et al.*, 2002). Maeda (2002) اظهار داشت، عملکرد دانه بین تراکم ۲۵ و ۱۷ کپه در مترمربع اختلاف معنی‌داری ندارد. هنگامی که مقداری کود مصرف شد، عملکرد دانه در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع کاهش یافت، زیرا گل‌های تولیدی و دانه‌های بارور کاهش یافت ولی تعداد دانه افزایش نشان داد. Mobasser *et al* (2007) با بررسی تراکم‌های مختلف کاشت دریافتند با افزایش تراکم در واریته پر محصول ندا از ۱۱ بوته به ۴۴ بوته در مترمربع (از آرایش کاشت مربعی ۳۰×۳۰ به ۱۵×۱۵ سانتی‌متر)، تعداد کل پنجه و پنجه مؤثر در بوته کاهش یافت ولی به علت افزایش تعداد خوشه در واحد سطح، عملکرد دانه افزایش یافت. بنابراین با توجه به اهمیت کود سیلیس و پتاسیم بر تحمل گیاه نسبت به تنش‌های محیطی و تولید محصول برنج، این پژوهش به‌منظور بررسی اثر مقادیر سیلیس و پتاسیم در دو آرایش کاشت بر مؤلفه‌های خوابیدگی و عملکرد شلتوک برنج رقم طارم هاشمی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی واقع در شهرستان بابل با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. خاک محل آزمایش لوم رسی بود. نمونه‌برداری خاک قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام شد که دارای pH برابر ۷/۱۳، هدایت الکتریکی ۰/۲۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر، ماده آلی برابر ۱/۲ درصد و غلظت فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب برابر با ۱۲ و ۱۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و نیتروژن کل آن برابر ۰/۲۲ درصد بود.

آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. سیلیس در سه سطح ۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار (از منبع سیلیکات کلسیم) به‌عنوان عامل اصلی و پتاسیم در سه سطح (۰، ۷۲/۵ و ۱۴۵ کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار) از منبع سولفات پتاسیم که در دو مرحله و به میزان ۵۰ درصد قبل از نشاکاری و ۳۰ روز بعد از نشاکاری مصرف شد به‌عنوان عامل فرعی و دو آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ و ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به‌عنوان عامل فرعی فرعی بودند. جهت اجرای عملیات طرح، ابتدا زمین خزانه آماده و عمل تسطیح، ماله‌کشی و کودپاشی انجام شد و سپس بذرها توسط محلول ۵ در هزار ویتاواکس تیرام ضدعفونی شدند و در محیط مناسب جوانه‌دار گردیده و گوشه‌ای از مزرعه به خزانه اختصاص یافت و ۶۰ کیلوگرم بذر برای یک هکتار در خزانه مصرف شد. پس از آن زمین به ۷۲ کرت با طول و عرض ۵×۲ متر تقسیم شد. در زمان کاشت کود اوره به میزان ۷۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر خالص به مقدار ۱۱۱ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. زمانی که ارتفاع نشاء به ۲۵ سانتی‌متر رسید، به زمین اصلی انتقال یافت و بر اساس تیمار آرایش کاشت، نشاکاری انجام شد. دو روز بعد از نشاکاری کرت‌های مورد نظر آبیاری شدند. کود اوره در مرحله تشکیل اولین جوانه خوشه در غلاف به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و در مرحله بعد از خوشه‌دهی کامل به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار برای هر کرت استفاده شد. مبارزه با

Archive of SID

www.SID.ir

علف‌های هرز با سم علف‌کش بوتاکلر در زمان چهار روز بعد از نشاکاری و وجین دستی در طی ۲۰، ۳۸ و۵۰ روز بعد از نشاکاری انجام شد. هم‌چنین، برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج دوبار از سم دیازینون (گرانول ۵ درصد) در مرحله انتهای پنجه‌دهی و مرحله گلدهی استفاده گردید. صفات ذیل در طی مراحل رشد مورد ارزیابی قرار گرفتند: ارتفاع گیاه، طول ساقه، طول برگ پرچم، طول خوشه، تعداد کل پنجه در کپه و تعداد پنجه بارور در کپه با شمارش و اندازه‌گیری از روی ۱۲ بوته در مرحله خوشه‌دهی کامل حاصل شد. عملکرد شلتوک و عملکرد کاه با برداشت بوته‌ها از ۴ مترمربع از وسط هر کرت با رطوبت ۱۴ درصد اندازه‌گیری شد و از نسبت عملکرد شلتوک به عملکرد زیستی، شاخص برداشت حاصل شد و به صورت درصد بیان گردید. گشتاور خمشی میانگره ۴ با انتخاب ۱۲ ساقه از بین ۴ کپه در هر کرت از طریق فرمول ذیل به‌دست آمد (Islam *et al.*, 2007). گشتاور خمشی میانگره ۴ از حاصل‌ضرب طول گیاه از قاعده میانگره ۳ و ۴ تا رأس خوشه با وزن تر همین بخش (شمارش میانگره‌ها از بالا به پایین بوته می‌باشد) حاصل می‌شود که بر حسب گرم در سانتی‌متر بیان می‌گردد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از این آزمایش با نرم‌افزار آماری MSTAT-C و SAS انجام شد. مقایسات میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس تیمارها نشان داد که ارتفاع گیاه از نظر آماری تحت اثر مقادیر سیلیس، آرایش کاشت و اثرمتقابل دوگانه سیلیس و آرایش کاشت در سطح احتمال یک درصد و تحت اثر متقابل سه گانه تیمارها در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارها نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (۱۶۱/۵ سانتی‌متر) با کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و کم‌ترین آن (۱۱۱/۲ سانتی‌متر) با کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار به‌دست آمد. ارتفاع گیاه در آرایش ۲۰×۲۰ سانتی‌متر مربع (۱۳۵/۲۵ سانتی‌متر)، معادل ۴/۲۶ درصد بیشتر از آرایش ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع (۱۲۹/۷۲ سانتی‌متر) بود (جدول ۲). حداکثر ارتفاع گیاه تحت اثر متقابل ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار در آرایش کاشت ۱۰×۱۰ و ۲۰×۲۰ سانتی‌متر مربع و حداقل آن (۱۰۷/۱ سانتی‌متر) در اثر متقابل ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع حاصل شد (جدول ۳). در اثر متقابل سه‌گانه کمترین ارتفاع گیاه مربوط به مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس و ۷۲/۵ و ۱۴۵ کیلوگرم پتاسیم در آرایش ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع (۱۰۶ و ۱۰۵/۳ سانتی‌متر) بود (جدول ۴). سیلیس باعث بهبود ارتفاع گیاه، طول میانگره و وزن تر در گیاه برنج می‌شود (Fallah, 2008). اصفهانی و همکاران (۱۳۸۴) دریافتند ارتفاع بوته از نظر آماری تحت تأثیر مقادیر پتاسیم اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۱). Yoshinaga (2005) گزارش کرد که کم‌ترین ارتفاع گیاه برنج در تراکم کاشت ۱۶۰ بوته در مترمربع و بیش‌ترین ارتفاع گیاه برای تراکم کاشت ۴۰ بوته در مترمربع حاصل شد که با نتایج این تحقیق مغایرت دارد.

Mobasser *et al* (2007) با بررسی تراکم در ژنوتیپ‌های مختلف برنج دریافتند که با افزایش تراکم کاشت به علت محدودیت در جذب مواد غذایی، ارتفاع بوته کاهش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

با توجه به جدول ۱ طول خوشه از نظر آماری تنها تحت اثر اصلی مقادیر سیلیس در سطح احتمال

Archive of SID

www.SID.ir

یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین طول خوشه (۳۱/۸۸ سانتی‌متر) و کم‌ترین طول خوشه (۲۴/۳۸ سانتی‌متر) به‌ترتیب تحت تیمار شاهد (عدم مصرف سیلیس) و ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار به‌دست آمد (جدول ۲). Dobermann *et al* (2002) بیان کردند طول خوشه در برنج نشاکاری شده و هم‌چنین در کشت مستقیم بر عملکرد دانه به‌علت انتقال بیش‌تر مواد فتوسنتزی مؤثر می‌باشد. دیگر محققان دریافتند که طول خوشه از نظر آماری تحت اثر تراکم‌های مختلف کاشت در ارقام مختلف برنج قرار نگرفت (Mobasser *et al.*, 2007).

طول برگ پرچم از نظر آماری تنها تحت اثر اصلی مقادیر سیلیس در سطح احتمال پنج درصد و برای اثر مقادیر پتاسیم و آرایش کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارها نشان داد که کمترین طول برگ پرچم (۲۵/۲۱ سانتی‌متر) با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. کم‌ترین طول برگ پرچم (۲۴/۷۱ سانتی‌متر) مربوط به تیمار شاهد (عدم مصرف پتاسیم) و بیش‌ترین میزان آن با مصرف ۷۲/۵ و ۱۴۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (برابر ۲۷/۵۸ و ۳۰/۰۸ سانتی‌متر) حاصل شد. با افزایش تراکم، طول برگ پرچم ۱۰/۹۹ درصد افزایش یافت (جدول ۲). Pantuwan *et al* (2002) گزارش کردند که عملکرد دانه برنج با طول برگ پرچم دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین مربعات (تجزیه واریانس) صفات زراعی، مؤلفه‌های خوابیدگی و عملکرد برنج تحت مقادیر سیلیس و پتاسیم در دو آرایش کاشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	طول خوشه	طول برگ پرچم	طول میانگره چهارم	حرکت خمش میانگره چهارم	تعداد کل پنجه در کپه	تعداد پنجه بارور در کپه	تعداد خوشه در مترمربع	تعداد خوشه‌چه در خوشه	عملکرد شلتوک	شاخص برداشت
تکرار	۳	۱۵۰/۲^{ns}	۱۲/۱*	۴۱/۴^{ns}	۹۹/۲*	۶۲۷۹۴۶/۸^{ns}	۱۳/۳^{ns}	۱۲/۴^{ns}	۲۰۰۸۸/۴*	۷۳۸/۲*	۷۷۱۸/۳^{ns}	۱/۲^{ns}
سیلیس (S)	۲	۱۶۲۲۹/۷**	۳۳۹/۵**	۹۱/۳*	۱۱۲۷/۸**	۳۹۹۲۴۲۶/۴*	۱۶۰/۵*	۳۸/۶^{ns}	۱۴۶۶۴۵/۴**	۱۷۹۱/۷**	۵۸۸۳۲۲/۷**	۱۰۱۱/۳**
خطا	۶	۱۰۴/۷	۳/۲	۲۰/۲	۱۵/۴	۶۵۷۶۴۱	۲۲/۷	۱۸/۵	۵۰۰۵	۷۸/۳	۴۸۱۱/۹	۱۸/۱
پتاسیم (K)	۲	۴۲/۴^{ns}	۷^{ns}	۱۷۳/۶**	۲۲/۶^{ns}	۴۰۴۳۹۴/۱*	۴/۶^{ns}	۶/۸^{ns}	۵۵۲۷/۷*	۴۴۷/۶^{ns}	۲۵۸۳/۴^{ns}	۴۲/۸^{ns}
S×K	۴	۲۲/۲^{ns}	۱/۵^{ns}	۲۴/۹^{ns}	۱۵/۷^{ns}	۲۲۳۳۲/۷^{ns}	۷/۱^{ns}	۴/۲^{ns}	۱۴۹۹^{ns}	۴۴/۴^{ns}	۲۵۵/۹^{ns}	۲۰/۱*
خطا	۱۸	۸۱/۷	۵/۱	۱۸/۱	۳۷/۱	۱۰۸۴۳۰/۴	۱۷	۱۶	۱۵۷۶	۲۷۸/۶	۱۹۱۰/۶	۶/۱
آرایش کاشت (D)	۱	۵۵۰**	۴^{ns}	۱۴۷/۴**	۶/۷^{ns}	۷۰۳۱۰۰/۴^{ns}	۶۷۲/۲**	۶۹۰/۹**	۳۵۲۸**	۱۲۲۵/۱**	۳۰۶۸/۱^{ns}	۵۸/۱**
S×D	۲	۲۹۴/۷**	۴/۲^{ns}	۰/۷^{ns}	۱۶/۴^{ns}	۳۷۵۰۰/۹^{ns}	۱۵۷/۳**	۱۳۲/۶**	۲۵۰/۳^{ns}	۲۵۰/۵^{ns}	۴۵۱۰/۴^{ns}	۱۷/۴*
K×D	۲	۴/۴^{ns}	۰/۴^{ns}	۷/۷^{ns}	۳۴^{ns}	۶۹۶۱۰/۷^{ns}	۲۶/۴*	۱۴/۹^{ns}	۷/۱^{ns}	۵/۳^{ns}	۶۰۵۷/۷^{ns}	۵/۵^{ns}
S×K×D	۴	۸۱/۳*	۱^{ns}	۷/۶^{ns}	۶/۶^{ns}	۸۳۵۶۳/۵^{ns}	۹/۸^{ns}	۱۳/۵*	۲۳۶/۷^{ns}	۲۴۶/۲^{ns}	۲۰۵۶/۱^{ns}	۰/۸^{ns}
خطا	۲۷	۳۶/۹	۳/۸۲	۸/۳	۱۴/۱	۵۱۵۹۸/۵	۵/۵	۶/۱	۳۶۱/۵	۱۵۱/۹	۲۷۰۵/۶	۳/۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۴/۵۸	۶/۹۱	۱۰/۵۱	۱۱/۹۴	۹/۲۴	۱۱/۰۹	۱۲/۹۰	۵/۵۱	۱۰/۴۴	۱۱/۷۲	۵/۰۷

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات زراعی، مؤلفه‌های خوابیدگی و عملکرد برنج تحت مقادیر سیلیس و پتاسیم در دو آرایش کاشت

تیمارها	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	طول خوشه (سانتی‌متر)	طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	طول میانگره ۴ (سانتی‌متر)	حرکت خمش میانگره ۴ (گرم در سانتی‌متر)	تعداد کل پنجه در کپه	تعداد پنجه بارور در کپه	تعداد خوشه در مترمربع	تعداد خوشه‌چه در خوشه	عملکرد شلتوک (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (درصد)
مقادیر سیلیس											
عدم مصرف (شاهد)	۱۲۴/۸ b	۲۴/۳۸ c	۲۸/۶۷ a	۳۱/۲۹ b	۲۸۶۳ a	۱۹/۶۳ b	۱۸/۱۷ a	۲۶۸/۳ c	۱۰۸/۴ b	۳۶۰ b	۳۳/۴۲ b
۲۵۰ کیلوگرم در هکتار	۱۱۱/۲ c	۲۸/۶۳ b	۲۵/۲۱ b	۲۴/۶۳ c	۲۰۴۸ b	۱۹/۶۷ b	۱۸/۵۴ a	۳۴۱/۸ b	۱۲۰/۹ a	۳۴۷/۳ b	۴۴/۱۷ a
۵۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱۶۱/۵ a	۳۱/۸۸ a	۲۸/۵۰ a	۳۸/۳۳ a	۲۴۶۸ ab	۲۴/۱۳ a	۲۰/۵۴ a	۴۲۴/۵ a	۱۲۵ a	۶۲۴/۶ a	۳۲/۴۹ b
مقادیر پتاسیم											
عدم مصرف (شاهد)	۱۳۳/۴ a	۲۸/۸۳ a	۲۴/۷۱ b	۳۱/۷۱ a	۲۵۸۴ a	۲۱/۵۸ a	۱۹/۷۱ a	۳۲۷/۴ b	۱۲۳ a	۴۴۶/۳ a	۳۵/۵۸ b
۷۲/۵ کیلوگرم در هکتار	۱۳۳/۱ a	۲۷/۷۵ a	۲۷/۵۸ a	۳۲/۲۱ a	۲۴۷۱ ab	۲۰/۷۱ a	۱۸/۸۳ a	۳۵۴/۸ a	۱۱۶/۳ a	۴۳۲/۶ a	۳۸/۱۷ a
۱۴۵ کیلوگرم در هکتار	۱۳۱ a	۲۸/۲۹ a	۳۰/۰۸ a	۳۰/۳۳ a	۲۳۲۵ b	۲۱/۱۳ a	۱۸/۷۵ a	۳۵۲/۵ a	۱۱۵ a	۴۵۲/۹ a	۳۶/۳۲ b
آرایش کاشت											
۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع	۱۲۹/۷ b	۲۸/۰۶ a	۲۸/۸۹ a	۳۱/۷۲ a	۲۳۶۱ a	۱۸/۰۸ b	۱۶ b	۳۳۷/۹ b	۱۱۳/۹ b	۴۵۰/۷ a	۳۷/۵۹ a
۲۰×۲۰ سانتی‌متر مربع	۱۳۵/۳ a	۲۸/۵۳ a	۲۶/۰۳ b	۳۱/۱۱ a	۲۵۵۸ a	۲۴/۱۹ a	۲۲/۱۹ a	۳۵۱/۹ a	۱۲۲/۲ a	۴۳۷/۴ a	۳۵/۷۹ b

حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

طول میانگره ۴ از نظر آماری تنها تحت اثر مقادیر سیلیس در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). بیش‌ترین طول میانگره ۴ (۳۸/۳۳ سانتی‌متر) با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و کم‌ترین مقدار آن (۲۴/۶۳ سانتی‌متر) با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار به‌دست آمد (جدول ۲). سیلیس باعث افزایش و طول میانگره می‌شود (Fallah, 2008). طول میانگره چهارم به‌عنوان مهم‌ترین مؤلفه مورفولوژیکی وابسته به خوابیدگی محسوب می‌شود، زیرا بیش‌ترین خوابیدگی در این میانگره صورت می‌گیرد (Islam *et al*., 2007).

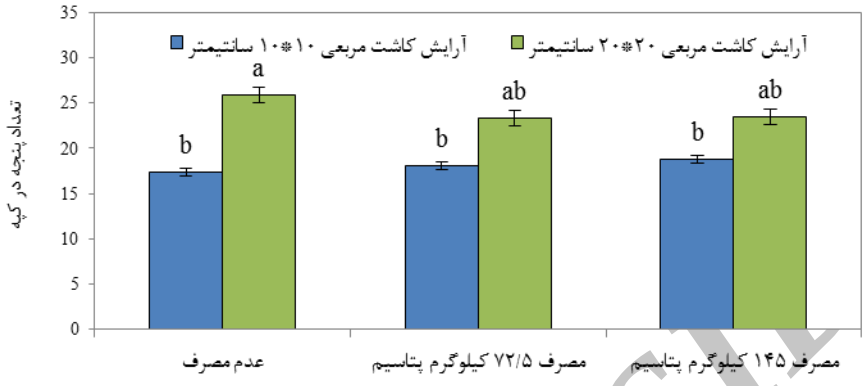
با توجه به جدول تجزیه واریانس، مؤلفه گشتاور خمشی میانگره ۴ از نظر آماری تنها تحت اثر مقادیر سیلیس و پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارها نشان داد که بیش‌ترین گشتاور خمشی میانگره ۴ (۲۸۶۳گرم در سانتی‌متر) مربوط به تیمار عدم مصرف سیلیس بود. کم‌ترین گشتاور خمشی (۲۰۴۸ گرم در سانتی‌متر) با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار مشاهده شد. هم‌چنین تحت مقادیر پتاسیم نیز بیش‌ترین گشتاور خمشی مربوط به تیمار عدم مصرف پتاسیم (۲۵۸۴ گرم در سانتی‌متر) و کم‌ترین میزان آن (۲۳۲۵ گرم در سانتی‌متر) با مصرف ۱۴۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار حاصل شد (جدول ۲). با مصرف سیلیس، ساقه قویتری نسبت به تیمار عدم مصرف سیلیس حاصل شده و در برابر شکستگی تحمل داشتند. Mobasser *et al* (2008) دریافتند که مصرف سیلیس تا ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش گشتاور خمشی میانگره چهارم گردید. پتاسیم به‌علت شدت بخشیدن در تشکیل لیگنین در سلول‌های پارانشیمی و افزایش ضخامت دیواره ساقه به خصوص در قسمت‌های پایینی آن موجب افزایش مقاومت گیاه در مقابل خوابیدگی می‌گردد. هم‌چنین، پتاسیم باعث بهبود گشتاور خمشی و افزایش مقاومت به شکستگی در برنج می‌شود. Islam *et al* (2007) با بررسی حرکت خمش میانگره ۳ و ۴ در بین ۱۶ ژنوتیپ برنج در فصل مرطوب مشخص نمود که کم‌ترین حرکت خمش از میانگره‌های ۳ و ۴ حاصل شد. Yoshinaga (2005) گزارش نمود که با افزایش تراکم کاشت از ۴۰ به ۱۶۰ بوته در مترمربع، حرکت خمش افزایش معنی‌داری را نشان داد.

تعداد کل پنجه در کپه از نظر آماری تحت اثر تیمار مقادیر سیلیس و اثرمتقابل پتاسیم در آرایش کاشت در سطح احتمال پنج درصد و تحت اثر آرایش کاشت و اثرمتقابل سیلیس در آرایش کاشت در سطح یک تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). بیش‌ترین تعداد پنجه در کپه (۲۴ پنجه) با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و کم‌ترین آن تحت تیمار عدم مصرف سیلیس (۱۹ پنجه) و ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار (۱۹ پنجه) به‌دست آمد. تعداد کل پنجه در کپه در آرایش کاشت مربعی ۲۰×۲۰ سانتی‌متر (۲۴ پنجه) بیش‌تر از آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ سانتی‌متر (۱۸ پنجه) بود (جدول ۲). کم‌ترین تعداد پنجه در کپه در اثر متقابل عدم مصرف سیلیس و آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ سانتی‌متر (۱۵ پنجه) و اثر متقابل ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ سانتی‌متر (۱۴ پنجه) حاصل شد (جدول ۴). بیش‌ترین تعداد پنجه در کپه (۲۵ پنجه) در اثرمتقابل عدم مصرف پتاسیم در آرایش کاشت مربعی ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به‌دست آمد (شکل ۱). Matsuo *et al* (1995) گزارش کردند جذب سیلیس پنجه‌دهی را تقویت کرد. اصفهانی و همکاران (۱۳۸۴) نشان دادند که مقادیر مختلف پتاسیم اثر معنی‌داری بر تعداد پنجه در کپه نداشت. Mobasser *et al* (2007) بیان کردند که با افزایش تراکم کاشت تا ۱۲۰ بوته در مترمربع، تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

پنجه در بوته به نسبت ۷۵ درصد کاهش یافت. Hamidul Islam & Altaf Hossian (2002) نیز گزارش کردند با کاهش تراکم کاشت در گیاه برنج به علت برخورداری بیشتر گیاهچه از نور و مواد غذایی به تعداد پنجه در کپه افزوده گردید. Pal *et al* (2002) نیز اظهار کرد با افزایش تراکم کاشت تعداد پنجه در کپه کاهش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.



شکل ۱- اثرمتقابل پتاسیم در آرایش کاشت بر تعداد کل پنجه در کپه

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر سیلیس در آرایش کاشت بر اجزای عملکرد و شاخص برداشت برنج

اثرمتقابل	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد کل پنجه در کپه	تعداد پنجه بارور در کپه	شاخص برداشت (درصد)
S_1D_1	۱۱۹/۴ c	۱۵/۸۳ b	۱۴/۵۸ c	۳۴/۵۸ c
S_1D_2	۱۳۰/۳ b	۲۳/۴۲ a	۲۱/۷۵ ab	۳۲/۲۵ d
S_2D_1	۱۰۷/۱ d	۱۴/۵ b	۱۳/۴۲ c	۴۵/۷۵ a
S_2D_2	۱۱۵/۳ c	۲۴/۸۳ a	۲۳/۷۵ a	۴۲/۵۸ b
S_3D_1	۱۶۲/۷ a	۲۳/۹۲ a	۲۰ b	۳۲/۴۳ d
S_3D_2	۱۶۰/۳ a	۲۴/۳۳ a	۲۱/۰۸ b	۳۲/۵۴ d

*: حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.
S_1، S_2 و S_3: به‌ترتیب عدم مصرف سیلیس و مصرف ۲۵۰ و ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار
D_1 و D_2: به‌ترتیب آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ و ۲۰×۲۰ سانتی‌متر

تعداد پنجه بارور در کپه از نظر آماری تحت اثر اصلی آرایش کاشت و اثرمتقابل سیلیس در آرایش کاشت در سطح احتمال یک درصد و اثرمتقابل سه گانه در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر ساده تیمارها نشان داد که تعداد پنجه بارور در آرایش کاشت مربعی ۲۰×۲۰ سانتی‌متر مربع (۲۲/۱۹ پنجه) معادل ۳۸/۶۹ درصد بیش‌تر از آرایش کاشت ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع (۱۶ پنجه بارور) بود (جدول ۲).

بیش‌ترین تعداد پنجه بارور (۲۳/۷۵ پنجه بارور) تحت اثرمتقابل ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار در آرایش ۲۰×۲۰ سانتی‌متر مربع حاصل شد. کم‌ترین تعداد پنجه بارور برای اثرمتقابل عدم مصرف سیلیس در آرایش ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع (۱۴/۵۸ پنجه بارور) و ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار در آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ سانتی‌متر (۱۳/۴۲ پنجه بارور) به‌دست آمد (جدول ۳). Matsuo *et al* (1995) گزارش کردند، جذب سیلیس پنجه‌دهی را تقویت می‌کند. اصفهانی و

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران (۱۳۸۴) دریافتند مقادیر مختلف پتاسیم تأثیر معنی داری بر تعداد پنجه بارور در کپه نداشت، پتاسیم تاثیر چندانی بر پنجه زنی برنج ندارد. Hamidul Islam & Altaf Hossian (2002) دریافتند که تعداد پنجه بارور در آرایش کاشت ۱۵×۲۵ سانتی‌متر مربع نسبت به ۱۰×۱۵ سانتی‌متر مربع دو برابر شد. Baloch *et al* (2002) گزارش کردند که با افزایش تعداد بوته در مترمربع در ژنوتیپ‌های مختلف برنج به علت رقابت شدید بین بوته‌ها و عدم رسیدن نور به کف کنوپی، تحریک جوانه‌ای رویشی کنند که به تبع آن تعداد کل پنجه و پنجه مؤثر در بوته کاهش یافت.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه عامل‌ها بر ارتفاع گیاه و تعداد پنجه بارور در کپه

اثرمتقابل	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد پنجه بارور در کپه
$S_1K_1D_1$	۱۱۸ de	۱۲/۵ e
$S_1K_1D_2$	۱۳۴/۸ b	۲۴/۵ a
$S_1K_2D_1$	۱۲۴/۳ cd	۱۵/۵ de
$S_1K_2D_2$	۱۲۸ bc	۲۱/۷۵ abc
$S_1K_3D_1$	۱۱۶ de	۱۵/۷۵ de
$S_1K_3D_2$	۱۲۸ bc	۱۹ cd
$S_2K_1D_1$	۱۱۰ ef	۱۴/۲۵ c
$S_2K_1D_2$	۱۱۳/۳ ef	۲۴ ab
$S_2K_2D_1$	۱۰۶ f	۱۲/۵ e
$S_2K_2D_2$	۱۱۹/۸ cde	۲۲/۷۵ abc
$S_2K_3D_1$	۱۰۵/۳ f	۱۳/۵ e
$S_2K_3D_2$	۱۱۲/۸ ef	۲۴/۵ a
$S_3K_1D_1$	۱۶۳/۵ a	۲۰/۵ abc
$S_3K_1D_2$	۱۶۰/۸ a	۲۲/۵ abc
$S_3K_2D_1$	۱۵۹/۸ a	۱۹/۷۵ c
$S_3K_2D_2$	۱۶۱ a	۲۰/۷۵ abc
$S_3K_3D_1$	۱۶۴/۸ a	۱۹/۷۵ c
$S_3K_3D_2$	۱۵۹ a	۲۰ bc

*: حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.
S_1، S_2 و S_3: به‌ترتیب عدم مصرف سیلیس و مصرف ۲۵۰ و ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار. K_1، K_2 و K_3: به‌ترتیب عدم مصرف پتاسیم و مصرف ۷۲/۵ و ۱۴۵ کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار. D_1 و D_2: به‌ترتیب آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ و ۲۰×۲۰ سانتی‌متر

تعداد خوشه در مترمربع از نظر آماری تحت تنها اثر مقادیر سیلیس و آرایش کاشت در سطح احتمال یک درصد و آرایش کاشت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد خوشه (۴۲۴/۵ عدد) با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس و کمترین تعداد آن (۲۶۸/۳ عدد) تحت تیمار شاهد (بدون مصرف سیلیس) به دست آمد. کمترین تعداد خوشه (۳۲۷/۴ عدد) تحت تیمار عدم مصرف پتاسیم و بیشترین تعداد آن تحت مقادیر ۷۲/۵ و ۱۴۵ کیلوگرم (برابر ۳۵۴/۸ و ۳۵۲/۵ عدد) به‌دست آمد. تعداد خوشه در مترمربع در آرایش ۲۰×۲۰ سانتی‌متر مربع (۳۵۱/۸۹ عدد) بیشتر از آرایش ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع (۳۳۷/۸۹ عدد) بود (جدول ۲). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که با کمبود سیلیس، تعداد خوشه کم می‌شود که در نتیجه آن عملکرد گیاه با کاهش مواجه می‌گردد

Archive of SID

www.SID.ir

(Matsuo *et al.*, 1995). اصفهانی و همکاران (۱۳۸۴) دریافتند، مقادیر مختلف پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر تعداد خوشه در واحد سطح نداشت. Mobasser *et al* (2007) دریافتند با افزایش تراکم کاشت هر چند تعداد کل پنجه در کپه کاهش یافت ولی با افزایش تعداد ساقه در واحد سطح بر تعداد خوشه در مترمربع افزوده گردید. Pal *et al* (2002) نیز نتایج مشابهی را بیان نمودند.

تعداد کل خوشه‌چه در خوشه از نظر آماری تنها تحت تأثیر مقادیر سیلیس و آرایش کاشت در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). کمترین تعداد خوشه‌چه (۱۰۸/۴ عدد) تحت تیمار بدون مصرف سیلیس و بیشترین تعداد آن تحت مقادیر ۲۵۰ و ۵۰۰ کیلوگرم (برابر ۱۲۰/۹ و ۱۲۵ عدد) حاصل شد. تعداد کل خوشه‌چه در آرایش کاشت ۲۰×۲۰ (۱۲۲/۱۹ عدد) بیشتر از آرایش کاشت ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مربع (۱۱۳/۹۴ عدد) بود (جدول ۲). در تحقیقی گزارش شد که تعداد خوشه‌چه در خوشه از نظر آماری تحت تأثیر مصرف سیلیس قرار نگرفت، اما روند آن افزایشی بود (Mobasser *et al.*, 2008). تعداد خوشه‌چه در خوشه و درصد خوشه‌چه پر شده از نظر آماری تحت تأثیر مقادیر مختلف پتاسیم و اثر متقابل پتاسیم نیتروژن × تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (اصفهانی و همکاران، ۱۳۸۴).

Singh & Jain (2000) گزارش کردند، مصرف پتاسیم تأثیر مثبتی بر تعداد خوشه‌چه در خوشه دارد. Yang (2000) در بررسی اثر فواصل کاشت روی ارقام برنج گزارش کرد که با کاهش تراکم کاشت، تعداد خوشه‌چه در خوشه به طور معنی‌داری افزایش یافت. Mobasser *et al* (2007) دریافتند با افزایش تراکم کاشت در گیاه برنج از تعداد کل خوشه‌چه در خوشه به علت افزایش رقابت کاهش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. Baloch *et al* (2002) نیز گزارش کردند در آرایش کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر مربع، تعداد خوشه‌چه در خوشه بیشتر از آرایش‌های کاشت ۲۰×۲۰ و ۲۲/۵×۲۲/۵ سانتی‌متر می‌باشد.

با توجه به نتایج جدول ۱، عملکرد شلتوک از نظر آماری تنها تحت اثر اصلی مقادیر سیلیس در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. مقایسه میانگین اثر اصلی عامل‌ها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد شلتوک (۶۲۴/۶ گرم در مترمربع) با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و کم‌ترین عملکرد تحت تیمار عدم مصرف (۳۶۰ گرم در مترمربع) و ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار (۳۴۷/۳ گرم در مترمربع) به‌دست آمد (جدول ۲). Chaoming *et al* (1999) گزارش کردند، در مجموع مصرف سیلیس در برنج باعث افزایش عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد خوشه‌چه در خوشه، درصد خوشه‌چه پر شده و وزن هزار دانه می‌گردد. Mauad *et al* (2002) بیان نمود، سیلیس عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. با مصرف سیلیس عملکرد دانه به طور غیر معنی‌داری افزایش یافت (Mobasser *et al.*, 2008). اصفهانی و همکاران (۱۳۸۴) بیان کردند، سطوح مختلف کود پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه برنج ندارد. بنابراین، واکنش عملکرد برنج به کود پتاسیم و در مکان‌های مختلف و بسته به مقادیر پتاسیم قابل دسترس خاک متفاوت است. Mobasser *et al* (2007) گزارش کردند با افزایش تراکم کاشت، علی‌رغم کاهش تعداد پنجه مؤثر در بوته به علت افزایش تعداد ساقه اصلی و در نتیجه تعداد خوشه در واحد سطح به میزان عملکرد دانه افزوده گردید.

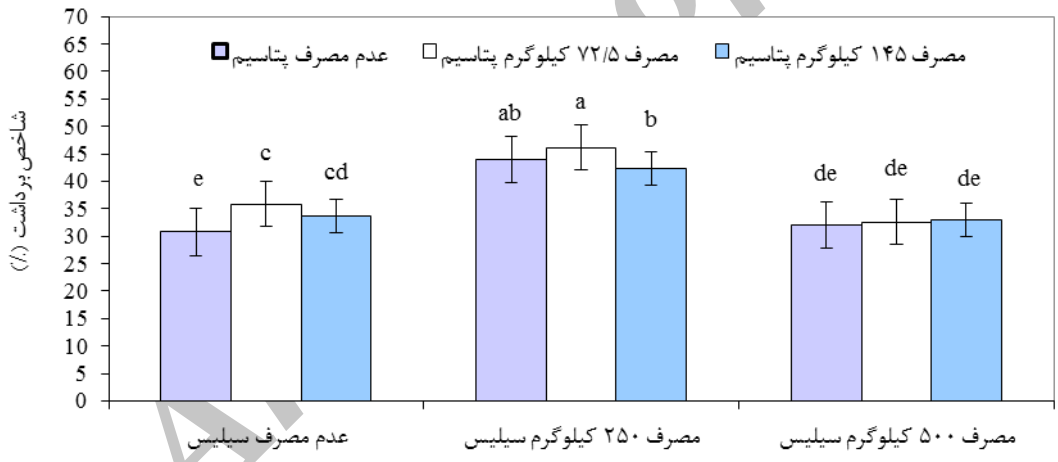
شاخص برداشت از نظر آماری تحت اثر اصلی مقادیر سیلیس و آرایش کاشت در سطح احتمال یک درصد و اثرمتقابل سیلیس در پتاسیم و سیلیس در آرایش کاشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر اصلی عامل‌ها نشان داد که بیش‌ترین شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

برداشت (۴۴/۱۷ درصد) با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار به‌دست آمد. کم‌ترین شاخص برداشت تحت تیمار عدم مصرف سیلیس (۳۳/۴۲ درصد) و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس (۳۲/۴۹ درصد) مشاهده شد. هم‌چنین، بیش‌ترین شاخص برداشت (۳۸/۱۷ درصد) تحت مقدار ۷۲/۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار حاصل شد. کم‌ترین شاخص برداشت تحت تیمار شاهد (۳۵/۵۸ درصد) و مصرف ۱۴۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (۳۶/۳۲ درصد) مشاهده شد. شاخص برداشت در آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ سانتی‌متر (۳۷/۵۹ درصد) بیش‌تر از آرایش کاشت مربعی ۲۰×۲۰ سانتی‌متر (۳۵/۷۹ درصد) بود (جدول ۲). بالاترین شاخص برداشت (۴۶/۱۳ درصد) تحت اثرمتقابل ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در ۷۲/۵ کیلوگرم پتاسیم و کم‌ترین آن تحت اثرمتقابل تیمار بدون مصرف سیلیس در بدون مصرف پتاسیم (۳۰/۷۵ درصد) به‌دست آمد (شکل ۲). هم‌چنین حداکثر شاخص برداشت تحت اثرمتقابل ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و آرایش کاشت مربعی ۱۰×۱۰ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۳). Datnoff *et al* (1997) بیان کردند، سیلیس به علت افزایش برخی از اجزای عملکرد موجب افزایش شاخص برداشت می‌شود. Zheng & Shanon (2000) دریافتند که با افزایش تراکم از ۴۰ به ۷۲ بوته در مربع، شاخص برداشت برنج به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

Hamidul Islam & Altaf Hossian (2002) در بررسی آرایش‌های کاشت ۱۰×۱۵، ۱۲×۲۰ و ۱۵×۲۰ سانتی‌متر بیش‌ترین شاخص برداشت را برای آرایش کاشت ۱۲×۲۰ سانتی‌متر اعلام نمود.



شکل ۲- اثرمتقابل سیلیس و پتاسیم بر شاخص برداشت

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اصفهانی، م.، م. صدرزاده، م. کاووسی، و ع. دباغ محمدی نسب. ۱۳۸۴. اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژن و پتاسیم بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه برنج رقم طارم. مجله علوم زراعی ایران. ۷ (۳): ۲۲۶-۲۴۰.

Ahmad,A., M. Afzal, A.U.H. Ahmad, and M.Tahir. 2013. Effect of foliar application of silicon on yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.) Cercetari Agronomice in Moldova. Vol.XLVI, No, 3(155)/2013.

Baloch,W.A., M. Soomro, and M. Ahmad. **2002**. Optimum plant density for high yield in rice (*Oryza sativa* L.). Asian Journal of Plant Science. 1: 25- 27.

Bernal, J. 2008**.** Response of rice and Sugarcane to Magnezium Silicate in different Soils of Colombia, South America. Silicon in Agriculture Conference. Wild Coast Sun,South Africa, 26-31 October.

Bhavya, H.K., V.Nachegowda, S. Jaganath, K.N. Sreenivas, and N.B. Prakash. 2011. Effect of foliar silicic acid and boron acid in Bangalore blue grapes. International Conference on Silicon in Agriculture September 13-18,2011 Beijing,China.

Chaoming, Z., L. Jianfei, and Ch. Liping. 1999. Yield effects on the application of silicon fertilizer early hybrid rice. Agronomy Journal. 2: 79-80.

Dastan, S., M. Siavoshi, D. Zakavi, A. Ghanbari Malidarreh, R.Yadi, E. Ghorbannia, A. Nasiri. 2012**.** Application of Nitrogen and Silicon Rates on Morphological and Chemical Lodging Related Characteristics in rice (*Oryza sativa* L.) North of Iran. Journal of Agriculture Science, Canada. 4(6): 12-18.

Datnoff,L.E., C.W. Dren, and G.H. Snyder. 1997**.** Silicon fertilizer for disease management of rice in Florida. Crop Production. 16(6): 525-531.

Dobermann,A., and T.Fairhurst. 2000. Rice nutrient hisorders and nutrient management. Hand book series. Internationa rice research institute

Dobermann, A.C.D., D. Witt, S. Dawe, S. Abdulrachman, H.C. Gines, R. Agarajan, S. Satawa Thananont, T.T. Son, P.S. Tan, G.H .Wang, N.V. Chien, V.T.K. Thoa, C.V. Phung, P. Stalin, P.Muthukrishnan, V.Rani, M.Babu, S. Chatuporn, L. Sook Thon Gsa, Q. Sun, R.Fu, and G.C. Simbahun. 2002**.** Site-specific nutrient management for intensive rice cropping system in Asia. Field Crop Res. 74: 37- 66.

Du, Y.H., Z.J. Zhuang, C.Y. Zhang, Z.W. Xu, and H.Y. Chen. 2011. A novel silicate-dissolving bacteria strain: Silicate-releasing capacity in soil and its agronomic implications in rice. International Conference on Silicon in Agriculture September 13-18,2011 Beijing, China.

Fallah, A. 2008**.** Studies effect of silicon on lodging parameters in rice plant under hydroponics culture in a greenhouse experiment. Silicon in Agriculture Conference, Wild Coast Sun, South Africa, 26-31 October.

Hamidul Islam,M. and S.M. Altaf Hossian. 2002. Effect of fertilization and planting density on the yield of two varieties of fine rice. Pakistan Journal of Biological Science. 5: 500- 513.

Islam, M.S., Sh. Peng, R.M. Visperas, and N. Ereful. **2007.** Loding-related morphological traits of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem. Field Crops Res. 104 (2): 240-248.

Li, Y.Y., S.Q. Liu, J.H. Ji, Y.X. Tong, Y. Liu, and M.Y. Zhang. **2011.** Effect of silicon fertilizer on nutrition and yield of rice under the condition of iron and manganese stress. International Conference on Silicon in Agriculture September 13-18, 2011 Beijing, China.

Archive of SID

www.SID.ir

Pal, R.K., M.A. Taleb, and M.B. Hossain. 2002**.** Effect of planting method and hill arrangement on the yield and yield components of late transplanted a man rice frown under different planting dates. Journal of Biological Sciences. 5(11):1232-1236.

Pantuwan, G., S. Fukai, M. Cooper, S. Rajatasereekul, and J.C.O. Toole. 2002. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) to drought under rainfed types. Field Crop Res. 73: 169-180.

Shashidhar, H.E., N. Chandrashekhar, C. Narayanaswamy, A.C. Mahendra, and N.B. Prakash. 2008**.** Calcium silicate as silicon source and its interaction with nitrogen. Silicon in Agriculture Conference.Wild Coast Sun,South Africa. 26-31 October.

Singh, S. and M.C. Jain. 2000**.** Growth and yield response of traditional tall and improved semi-tall rice cultivars to moderate and high nitrogen, phosphorus levels. Indian Journal of Plant Physiology. 5: 38-46.

Wilson, C.E., N.A. Salton, P.A. Dickson, R.J. Norman, and B.R. Wells. 1996**.** Rice response to phosphorus and potassium fertilizer application. Research series-Arkansas Agriculture Experiment Station. 450: 15-18.

Yang, F. 2000**.** Effects of plants density on growth and yield of rice. Journal of Gillin Agricultural University. 22(4)18-22.

Yoshinaga, S. 2005. Improved lodging resistance in rice (*Oryza sativa* L.) cultivated by submerged direct seeding using a newly developed hill seeder. JARQ. 39:147-152.

Zheng,L. and M.C. Shanon. 2000**.** Effect of salinity on grain yield and yield components of rice at different seedling densities. Agronomy Journal. 92:418-423.

Maeda,T. 2002**.** Effect of plant density on rice yield and occurrence of panicle blast in the culture with low agricultural chemicals. Japonica Journal of Crop Science. 71 (1): 50-56.

Matsuo, T., K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, and J. Hirata. 1995**.** Science of the rice plant, Food and Agriculture Policy Research Center, Tokoyo, Japan, No. 2, PP. 1240.

Mauad,M., C.A.C.Crusciol, H.Grassi Filho, and J.C.Correa. 2003. Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. Scientia Agricola. 60: 761-765.

Mobasser, H.R., A. Ghanbari-Malidareh, and A.H. Sedghi. 2008**.** Effect of silicon application to nitrogen rate and splitting on agronomical characteristics rice (*Oryza sativa* L.). Silicon in agriculture conference, South Africa. PP: 57.

Mobasser, H.R., D. Barari Tari, M. Vojdani, R. Sadrabadi, and A. Eftekhari. 2007**.** Effect of seedling age and planting space on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.). Asian Journal of plant Science. 6 (2): 438- 440.

Munnujan, Kh., A. Hamid, A. Hashem, and H. Osamu. 2002**.** Effects of nitrogen fertilizer levels and planting density on growth and yield of long grain rice. Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University. 24:1-10.

Murillo-Amador, B., H.G. Jones, V. Kayac, and R.L. Aguilar. 2006**.** Effect of foliar application of calcium nitrate on growth and physiological attributes of cowpea (*Vigna unguiculata*) grown under salt stress. Environmental Botany. 58: 188-196.

Nakata, Y., M. Ueno, J. Kihara, M. Ichili, M.S. Taketa, and S. Arase. 2008. Rice blast disease and susceptibility to pests in a silicon uptake deficient mutant. Crop Protection. 27: 865-868.

Archive of SID

www.SID.ir