یافته های نوین کشاورزی
سال پنجم- شماره٤- تابستان ۱۳۹۰

نتایج کاربرد سیلیس و پتاسیم بر خصوصیات مورفولوژیکی وابسته به ورس عملکرد کمی برنج رقم طارم هاشمی

آرش قاسمی میانایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت، تهران، ایران
حمیدرضا مبصر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر ، گروه زراعت، قائم‌شهر ، ایران
حمید مدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران
سلمان دستان*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت، تهران، ایران

چکیده

این آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی واقع در شهرستان ساری در سال ۱۳۸۹ اجرا شد. مقادیر صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار به عنوان عامل اصلی و سطوح صفر، ۳۰، ٦۰ و ۹۰ کیلوگرم پتاس خالص در هکتار به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد همه صفات مورد بررسی به غیر از طول خوشه، طول میانگره ٤، حرکت خمش میانگره چهارم و شاخص برداشت تحت تاثیر مقادیر سیلیس قرار گرفتند، همچنین صفات طول ساقه، ارتفاع گیاه، طول میانگره چهارم، حرکت خمش میانگره چهارم، تعداد پنجه بارور، عملکرد دانه و شاخص برداشت تحت تاثیر مقادیر پتاسیم تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. هیچ یک از صفات مورد بررسی تحت اثر متقابل مقادیر سیلیس × مقادیر پتاسیم قرار نگرفتند. حداکثر عملکرد دانه (٦۱۲ گرم در متر مربع) با کاربرد ۷۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار حاصل شد، چون بیشترین تعداد پنجه در کپه و تعداد پنجه بارور نیز تحت این تیمار به دست آمد. کمترین حرکت خمش میانگره چهارم با مصرف ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار حاصل شد. بیشترین تعداد پنجه بارور، عملکرد دانه (۵۷۵/۳ گرم در متر مربع) و شاخص برداشت (۳۵/٦ ٪) با کاربرد ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار حاصل شد. عملکرد دانه با تعداد کل پنجه در کپه و تعداد پنجه بارور همبستگی مثبتی نشان داد. شاخص برداشت با طول برگ پرچم، تعداد پنجه بارور و عملکرد دانه همبستگی مثبت نشان داد. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده مقادیر۷۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و ۱۸۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به عنوان تیمار مناسب معرفی می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: برنج، سیلیس، پتاسیم، حرکت خمش، عملکرد دانه

---

* نویسنده مسئول: E-mail: Sdastan@srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله:۹۰/۹/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/٤/۱۵

مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی دنیاست و بعد از گندم جایگاه دوم را از نظر تولید سالانه به خود اختصاص داده و غذای اصلی نیمی از مردم دنیا را تشکیل می‌دهد، مبدأ اولیه برنج از قاره آسیا و از کشور هندوستان بوده و همچنین کشت برنج دیم از حدود پنج هزار سال قبل از میلاد مسیح رایج بوده است (۹). سیلیس یکی از فراوان‌ترین عناصر در پوسته زمین و خاکستر گیاهان است و به خاطر اثرات مثبت در کشت برنج به عنوان عنصر ضروری برای این گیاه زراعی می‌باشد (۲۳ و ۳٤۷). در گیاه برنج و گندم جذب سیلیس به صورت فعال صورت می‌گیرد و تحت تاثیر میزان تعرق قرار نمی‌گیرد و این عنصر عمدتاً در بخش هوایی قرار دارد و در اپیدرم پهنک برگ، اسکلرانشیم، بافت‌های آوندی و غلاف آوندی وجود دارد، سیلیس در اپیدرم خارجی و در طول دیواره سلولی و در تمام بافت‌های ریشه گیاه وجود دارد و نیز در برگ‌های پیر بیشتر از نوع جوان آن موجود است (٤۱). سیلیس در گیاه برنج باعث افزایش رشد از طریق افزایش تعداد پنجه، سطح برگ و فعالیت‌های فتوسنتزی برگ‌های پایین می‌شود و کمبود آن سبب افتادگی برگ‌ها در برنج و لکه برگی در نیشکر می‌شود (۱۸). سیلیس باعث عمودی شدن برگ‌های برنج و پایداری آنها، افزایش مقاومت به بیماری‌های قارچی و همچنین افزایش درصد خوشه‌چه‌های پر شده و افزایش عملکرد دانه برنج می‌شود (۱۳، ١٤ و ۱۹).

به طور کلی سیلیس از طریق افزایش تعداد کل خوشه‌چه در خوشه، درصد خوشه‌چه‌های پر شده، وزن هزار دانه و کاهش خوابیدگی (ورس)، موجب افزایش عملکرد دانه برنج می‌شود (۱۰). سیلیس در گیاه برنج به کندی حرکت می‌کند و به نظر می‌رسد که جذب سیلیس توسط برنج بعد از مرحله پنجه‌دهی و یا بعد از طویل شدن ساقه شروع می‌شود (۲۵). سیلیس باعث رشد رویشی و افزایش تولیدات ماده خشک می‌شود و تعرق را کاهش می‌دهد و بر کیفیت و عملکرد دانه اثر می‌گذارد (۵). سیلیس برای پایداری عملکرد محصول برنج ضروری می‌باشد (۵). در حضور سیلیس برگ‌ها، ساقه‌ها و غلاف‌های گیاهان، به ویژه برنج یک رشد مستقیم نشان می‌دهد و در نتیجه توزیع نور در داخل پوشش گیاهی به طور قابل توجهی بهبود می‌یابد (۱۸ و ۳۹). جذب سیلیس در ارقام مختلف و همچنین در اندام‌های مختلف گیاه برنج متفاوت است (٦ و ٤٤). سیلیس در محدود ساختن خروج غیر ضروری آب و جلوگیری از نفوذ مسیلیوم های قارچی نقش دارد، مطابق این عقیده با افزایش مقادیر سیلیس در برنج خروج آب از گیاه کاهش یافته و قدرت حفظ آب بالا می‌رود (٤۸). مصرف سیلیس در حد مطلوب باعث افزایش تحمل گیاهان کشت شده به شوری و خشکی می‌گردد و حتی ظرفیت نفوذ پذیری آب در خاک را افزایش می‌دهد. در سیستم آبیاری نوین با مصرف سیلیس، ٤۰-۱۰ ٪ در مصرف آب بدون اینکه بر روی کمیت و کیفیت محصول تاثیر منفی داشته باشد، صرفه‌جویی می‌شود (۸). سیلیس باعث بهبود ارتفاع گیاه، طول میانگره، وزن تر، حرکت خمش و مقاومت به شکستگی در گیاه برنج می‌شود و شاخص ورس که از

نسبت حرکت خمش به مقاومت به شکستگی به‌دست می‌آید را نیز افزایش می‌دهد و همچنین باعث افزایش مقاومت به خوابیدگی ورس در گیاه برنج گردد (۲۰). افزایش مصرف سیلیس در گیاه برنج ممکن است تنش آبی داخل گیاه را نیز کاهش دهد (٤٥). عنصر پتاسیم بر خلاف نیتروژن و فسفر اثر قطعی و مشخصی در پنجه‌زنی گیاه برنج نداشته ولی موجب افزایش تعداد خوشه‌چه‌ها در هر خوشه شده و درصد خوشه‌چه‌های پر و وزن هزار دانه را بالا می‌برد (۱۷). در یک آزمایش دیگر در پنجاب هندوستان، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم پتاس در هکتار باعث افزایش تعداد پنجه‌ها و وزن هزار دانه و در نتیجه عملکرد دانه شد (۸). آزمایش‌های انجام شده در چین نشان داد کاربرد ۱۱۲ کیلوگرم اکسید پتاسیم در هکتار عملکرد دانه برنج را افزایش داد (۷). نتایج تحقیقات انجام شده در مناطق مختلف نشان داده است که میانگین پاسخ برنج به کاربرد پتاس در بنگلادش، چین، هندوستان و فیلیپین به ترتیب ۷/٦، ۹/۳، ٤/٦ و ٦/٤ کیلوگرم شلتوک به ازای هر کیلوگرم کابرد پتاس بود و در شالیزارهای مازندران ۳ الی ۲۳ کیلوگرم شلتوک بود (٤ و ۳۰). پتاس از نظر آماری بر پنجه‌زنی برنج تاثیری نداشت، ولی این عنصر تاثیر مثبت آشکاری بر تعداد خوشه‌چه در خوشه داشت (۲٤ و ٤۰). پتاس موجب افزایش درصد خوشه‌چه‌های پر شده در هر خوشه شد و کمبود آن موجب عقیمی دانه‌های گرده در مرحله آبستنی و در نتیجه کاهش تعداد خوشه‌چه‌های پر شده گردید (١٦).

با توجه به میزان پتاس قابل دسترس موجود در خاک، افزودن سطوح مختلف کود پتاس تاثیر 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 (۱). پراساد و پراساد (۱۹۹۷)، ویلسون و همکاران (۱۹۹٦)، داهاتوند (۱۹۹۵) و ایکبال و همکاران (۱۹۹۱) بیان کردند با توجه به میزان پتاس قابل دسترس موجود در خاک، افزودن سطوح مختلف کود پتاس تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت. لذا با توجه به اهمیت کود سیلیس و پتاس بر رشد و تولید محصول برنج، این طرح تحقیقاتی به منظور بررسی اثرات مقادیر سیلیس و پتاسیم بر خصوصیات مورفولوژیکی وابسته به ورس و عملکرد کمی برنج رقم طارم هاشمی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات مقادیر سیلیس و پتاسیم بر خصوصیات مورفولوژیکی وابسته به ورس و عملکرد کمی برنج رقم طارم هاشمی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی واقع در شهرستان ساری با عرض جغرافیایی ٣٦ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۱ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۲/۵ متر از سطح دریا در سال ۱۳۸۹ 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 ۷/۱، هدایت الکتریکی ۰/۲۲ میلی‌موس

بر سانتی‌متر، ماده آلی برابر ۱/٦ ٪ و غلظت فسفر و پتاس قابل جذب به ترتیب برابر با ۱۲ و ۱۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و نیتروژن کل آن برابر ۰/۲۲ ٪ بود.

جدول۱: شرایط آب و هوایی محل آزمایش در طول دوره رشد برنج

ماه‌های سال	حداقل درجه حرارت (سانتی‌گراد)	حداکثر درجه حرارت (سانتی‌گراد)	تبخیر ماهانه (میلی‌متر)	میزان بارندگی (میلی‌متر)
فروردین	۱۰/۵	۱٤/۸	۸٤/٤	۱۸/۲
اردیبهشت	۱۳/٦	۲۱/۸	۹۳/۷	۲۱/۱
خرداد	۲۰/۲	۳۱/۰	۱٦٦/٦	۱۸/۹
تیر	۲۱/۹	۲۹/۰	۱۳٦/۳	۲۲/٤
مرداد	۲۳/۱	۳۲/۹	۱۹۹/۷	۷/۵
شهریور	۲۳/۷	۳۰/۲	۱۸٤/۲	۲۳/۵

آزمایش به فرم کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. مقادیر سیلیس در چهار سطح صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و۷۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سیلیکات کلسیم از خاکستر معدنی کوه‌های فیروزکوه و از معدن سیلیس تهیه شده که دارای ٦۰ ٪ سیلیس بود به عنوان عامل اصلی و مقادیر پتاسیم در چهار سطح صفر، ۳۰، ٦۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار پتاس خالص به فرم سولفات پتاسیم که در دو مرحله و به میزان ۵۰ ٪ قبل از نشاءکاری و۳۰ روز بعد از نشاءکاری مصرف شد، به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند.

جهت اجرای عملیات طرح، ابتدا زمین خزانه آماده و عمل تسطیح، ماله‌کشی و کودپاشی انجام شد و سپس بذر توسط محلول ۵ در هزار ویتاواکس تیرام ضدعفونی شدند و در محیط مناسب جوانه دار گردیده و گوشه‌ای از مزرعه به خزانه اختصاص یافت و ٦۰ کیلوگرم بذر برای یک هکتار در خزانه مصرف شد و بعد از آن زمین را به چهار بلوک که هر بلوک به ۱٦ کرت با طول و عرض ۵×۲ متر مربع تقسیم شد. در زمان کاشت کود اوره به میزان ۷۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر خالص به مقدار ۱۱۱ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. زمانی که ارتفاع نشاء به ۲۵ سانتی‌متر رسید به زمین اصلی انتقال یافت و با تراکم ۲۵ بوته در متر مربع کاشت انجام شد و دو روز بعد از نشاءکاری 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 علف‌های هرز با سم علف‌کش بوتاکلر در زمان چهار روز بعد از نشاءکاری و وجین دستی در طی ۲۰، ۳۸ و۵۰ روز بعد از نشاءکاری انجام شد و همچنین برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج دو بار از سم

دیازینون (گرانول ۵ ٪) در مرحله انتهای پنجه‌دهی و مرحله گلدهی استفاده گردید و 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 (٤۷).
- عملکرد دانه (شلتوک) و عملکرد کاه با برداشت بوته‌ها از ٤ متر مربع از وسط هر کرت با رطوبت ١٤ ٪ اندازه‌گیری شد و از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت حاصل شد و به صورت درصد بیان گردید (٤٦).
- حرکت خمش میانگره چهارم با انتخاب ۱۲ ساقه ار بین ٤ کپه در هر کرت از طریق فرمول ذیل به دست آمد (۲۲).

حرکت خمش میانگره چهارم از حاصل‌ضرب طول گیاه از قاعده میانگره سوم و چهارم تا راس خوشه با وزن تر همین بخش (شمارش میانگره‌ها از بالا به پایین بوته می‌باشد) حاصل می‌شود که بر حسب گرم در سانتی‌متر بیان می‌گردد.

آنالیز و تجزیه آماری داده‌های حاصل از این آزمایش با نرم افزار آماری MSTAT-C و SAS انجام شد و مقایسات میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

طول ساقه از نظر آماری تحت تاثیر مقادیر سیلیس در سطح احتمال یک درصد و تحت تاثیر مقادیر پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۲). با افزایش مصرف سیلیس تا ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار طول ساقه به نسبت ١٤/٤ ٪ کاهش یافت، به طوری‌که بیشترین (۹۷/۸ سانتی‌متر) و کمترین (۸۳/۷ سانتی‌متر) طول ساقه به ترتیب تحت تیمار بدون مصرف و با مصرف ۷۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار حاصل شد. همچنین با مصرف پتاسیم تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیز طول ساقه به نسبت ١٣/٦ ٪ کاهش یافت، به طوری‌که حداکثر (۹۹/۵ سانتی‌متر) و حداقل (۸٦/۰ سانتی‌متر) طول ساقه تحت تیمار بدون مصرف و با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). سیلیس باعث بهبود ارتفاع گیاه، طول میانگره و وزن تر در گیاه برنج می‌شود (۲۰).

گیاه برنج اکثر سیلیکون جذب شده را روی سطح برگ قرار می‌دهد و بدین وسیله تعرق کوتیکولی را کاهش می‌دهد و کاهش تعرق تاثیر زیادی را روی مرحله طویل شدن گیاه می‌گذارد (٤۵). اصفهانی و همکاران (١٣٨٤) دریافتند کود پتاس از نظر آماری تاثیری بر ارتفاع بوته نداشت. فلاح و سعادتی (١٣٧٤) بیان کردند پتاس باعث کاهش ارتفاع گیاه برنج می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. ارتفاع گیاه از نظر آماری تحت تاثیر مقادیر سیلیس در سطح احتمال یک درصد و تحت تاثیر مقادیر پتاسیم در سطح

احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۲). حداکثر (۱۲۲/٤ سانتی‌متر) و حداقل (۱۰۷/۱) ارتفاع گیاه تحت تیمار بدون مصرف سیلیس و با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس حاصل شد. بیشترین ارتفاع گیاه (۱۱۸/۰ سانتی‌متر) تحت تیمار بدون مصرف پتاسیم به دست آمد و کمترین ارتفاع گیاه تحت مقادیر ٦۰ و ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار حاصل شد که به ترتیب برابر ۱۱۱/۹ و ۱۱۱/٦ سانتی‌متر بود (جدول ۳). یوشیدا و همکاران (۱۹٦۲) دلیل افزایش ارتفاع گیاه همراه با افزایش سطوح سیلیکات سدیم را به اثر سیلیس روی راست قامتی برگ‌ها نسبت دادند. آگاری و همکاران (۱۹۹۳) نشان دادند کودهای سیلیکاته باعث رشد رویشی گیاه برنج و افزایش تولید ماده خشک می‌شود. سیلیس باعث بهبود ارتفاع گیاه، طول میانگره و وزن تر در گیاه برنج می‌شود (۲۰). گیاه برنج اکثر سیلیکون جذب شده را روی سطح برگ قرار می‌دهد و بدین وسیله تعرق کوتیکولی را کاهش می‌دهد و کاهش تعرق تاثیر زیادی را روی مرحله طویل شدن گیاه می‌گذارد (۱٤). اصفهانی و همکاران (۱۳۸٤) دریافتند ارتفاع بوته از نظر آماری تحت تاثیر مقادیر پتاسیم اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. پتاسیم باعث کاهش ارتفاع گیاه برنج می‌شود (۳).

جدول۲: تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی وابسته به ورس و عملکرد کمی برنج تحت تاثیر مقادیر سیلیس و پتاسیم

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه	طول خوشه	ارتفاع گیاه	طول برگ پرچم	طول میانگره چهارم	حرکت خمش میانگره چهارم	عملکرد دانه	عملکرد کاه	شاخص برداشت
تکرار	۳	٤۵/۷۱^{ns}	۱٦۷/۷۳*	۳۸۰/۲۹*	۳۱۹/۸۵**	۱۰۰/٦۳^{ns}	٦٦۳۷۳٤/۵*	۲۹٤۳٤/۸^{ns}	۱٦۰۹۲۸/۳**	۱۱۳/٤^{ns}
مقادیر سیلیس (a)	۳	۷۳۲/۵**	۲٦/٤۳^{ns}	٦۸۱/۵۸**	۱۰۵/۱۹**	۱۰٦/۳۵^{ns}	۲۹۲۳۵۸/۸^{ns}	٤۸۰۹۸/۹*	۷۹٦۷۸/۲*	۳۹/٦^{ns}
خطا	۹	٤۱/۵	۳۱/۱٦	٦٤/۸۵	۱٤/۵۹	٤٤/٦۳	۱٦٤۸٤۹/٤	۱٦٤۷۱/۷	۲۱٦۱٦/٤	٤۰/۸
مقادیر پتاسیم (b)	۳	۱۳/۰٤*	۲/۲۷^{ns}	۱۳۹/۲۹*	٤/۷۳^{ns}	٤۷/٤۳*	۵۰٤۹۹۵/۱**	٦۲۳۵/۵**	٤۹۵۵/۸^{ns}	۲۷/۱*
a × b	۹	٤۲/۷۵^{ns}	۸/٤۲^{ns}	٤٦/۰۱^{ns}	۲/٤۱^{ns}	۱۱/۸۱^{ns}	۷۰۷٦٦۸/۸^{ns}	۸۰۸/۳^{ns}	۸۰۳۱/۱^{ns}	۱۱/۷^{ns}
خطا	۳٦	۳٦/۱٤	۷/۰۲	۵۱/۹٦	٦/۷۵	۱۰/۹۹	٤۷۷٦٤/۵	۹۹۹/۲	۸۱۱۸/۸	۷/۰۰
ضریب تغییرات (٪)		٦/۷۸	۱۰/۳۳	٦/۳۳	۱۰/۱۵	۱۱/۸٦	۱۲/۷۰	۵/۷۳	۸/۵۹	۷/٦۵

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

با توجه به جدول ۲، طول برگ پرچم از نظر آماری تنها تحت تاثیر مقادیر سیلیس در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار نشان داد. بیشترین طول برگ پرچم (۲۸/۹ سانتی‌متر) با مصرف ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس به دست آمد و کمترین طول برگ پرچم (۲۲/۷ سانتی‌متر) با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و تحت تیمار بدون مصرف و با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس به ترتیب برابر ۲۵/۹ و ۲٤/۹ سانتی‌متر بود (جدول ۳). صدقی و همکاران (۱۳۸٦) گزارش کردند طول برگ پرچم تحت تاثیر مصرف سیلیس قرار نگرفت. یوشیدا و همکاران (۱۹٦۹) بیان کردند اثر سیلیس روی افزایش طول برگ بسیار جزئی است ولی باعث راست قامتی برگ‌ها و اثرات اصلاحی روی بعضی از خصوصیات

برگ به ویژه عمود بودن برگ دارد. پانتوان و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که عملکرد دانه برنج با طول برگ پرچم دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار می‌باشد.

طول میانگره چهارم از نظر آماری تحت تاثیر مقادیر پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). کمترین طول میانگره چهارم (۲۵/٤ سانتی‌متر) با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم حاصل شد و تحت تیمار بدون مصرف پتاسیم و با مصرف ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم به ترتیب برابر ۲۸/۸، ۲۸/۹ و ۲۸/۷ سانتی‌متر بود که در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول ۳). سیلیس باعث بهبود ارتفاع گیاه و طول میانگره می‌شود که با نتایج این آزمایش مغایرت داشت (۲۰).

جدول۳: مقایسه میانگین صفات مرفولوژیکی وابسته به ورس و عملکرد کمی برنج تحت تاثیر مقادیر سیلیس و پتاسیم

تیمارها	طول ساقه	ارتفاع گیاه	طول برگ پرچم	طول میانگره چهارم	حرکت خمش میانگره چهارم	عملکرد دانه	عملکرد کاه	شاخص برداشت
مقادیر سیلیس								
شاهد (بدون مصرف)	۸۷/۸ a	۱۲۲/٤ a	۲۵/۹ ab	۲۵/٤ a	۱۵۱۸ a	٤۹۸/۸ b	۹٤٦/۷ b	۳٤/٦ a
۲۵۰ کیلوگرم در هکتار	۸۹/٦ ab	۱۱٤/۹ ab	۲۲/۷ c	۳۰/٦ a	۱۷۲۹ a	۵۱۲/۱ b	۱۰۷۲/۰ a	۳۳/۱ a
۵۰۰ کیلوگرم در هکتار	۸۳/٤ b	۱۰۷/۱ c	۲٤/۹ bc	۲۹/۸ a	۱۸٤۲ a	۵۸۳/٦ ab	۱۱۰۹/۰ a	۳۳/۹ a
۷۵۰ کیلوگرم در هکتار	۸۳/۷ b	۱۱۰/۹ bc	۲۸/۹ a	۲٦/۱ a	۱۷۲۲ a	٦۱۲/۰ a	۱۰٦۷/۰ a	۳۳/۸ a
مقادیر پتاسیم								
شاهد (بدون مصرف)	۹۹/۵ a	۱۱۸/۰ a	۲۵/۸ a	۲۸/۸ a	۱۹۱٤ a	۵۳۰/٦ c	۱۰٦۲/۰ a	۳۲/۸ b
۳۰ کیلوگرم در هکتار	۸۹/۱ ab	۱۱۳/۸ ab	۲۵/۷ a	۲۸/۹ a	۱۷٦۹ ab	۵٤۱/۳ bc	۱۰۵۱/۰ a	۳٤/٦ ab
٦۰ کیلوگرم در هکتار	۸٦/۹ b	۱۱۱/۹ b	۲٦/۱ a	۲۸/۷ a	۱٦۲٦ bc	۵۵۹/٤ ab	۱۰۲۳/۰ a	۳۵/٤ a
۹۰ کیلوگرم در هکتار	۸٦/۰ b	۱۱۱/٦ b	۲٤/۸ a	۲۵/٤ b	۱۵۰۳ c	۵۷۵/۳ a	۱۰۵۸/۰ a	۳۵/٦ a

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

اصفهانی و همکاران (۱۳۸٤) دریافتند کود پتاس از نظر آماری تاثیری بر ارتفاع بوته نداشت. فلاح و سعادتی (۱۳۷٤) بیان کردند پتاس باعث کاهش ارتفاع گیاه برنج می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. حرکت خمش میانگره ٤ از نظر آماری تنها تحت تاثیر مقادیر پتاسیم در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲).

بیشترین حرکت خمش میانگره ٤ (۱۹۱٤ گرم در سانتی‌متر) تحت تیمار بدون مصرف پتاسیم به دست آمد و با مصرف پتاسیم تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار حرکت خمش میانگره چهارم به نسبت درصد روند افزایشی نشان داد، به طوری‌که کمترین (۱۵۰۳ گرم در سانتی‌متر) حرکت خمش میانگره چهارم با مصرف ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار حاصل شد (جدول ۳). افزایش محتوای سیلیس در ساقه برنج با مقاومت به ورس رابطه مستقیمی دارد (۳۲). مبصر و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند مصرف سیلیس تا ۵۰۰

کیلوگرم در هکتار باعث کاهش حرکت خمش میانگره چهارم گردید که با نتایج این تحقیق مغایرت داشت. پتاسیم به علت شدت بخشیدن در تشکیل لیگنین در سلول‌های پارانشیمی و افزایش ضخامت دیواره ساقه به خصوص در قسمت‌های پائینی ساقه موجب افزایش مقاومت گیاه در مقابل خوابیدگی خواهد شد، همچنین پتاسیم باعث بهبود حرکت خمش و افزایش مقاومت به شکستگی در برنج می‌شود (۳).

تعداد پنجه در کپه از نظر آماری تحت تاثیر مقادیر سیلیس در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). بیشترین (۱٤/۸ عدد) تعداد پنجه در کپه با مصرف ۷۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار به دست آمد و کمترین (۱۰/۱ عدد) تعداد پنجه در کپه با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار حاصل شد (جدول ۳). صدقی و همکاران (۱۳۸٦) بیان کردند تعداد پنجه در کپه تحت تاثیر مصرف سیلیس قرار نگرفت. ما و تاکاهاشی (۱۹۹۰) و آگاری و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند سیلیس در گیاه برنج، باعث افزایش تعداد پنجه می‌شود. ماتسو و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند جذب سیلیس پنجه‌دهی را تقویت کرد. اصفهانی و همکاران (۱۳۸٤) دریافتند مقادیر مختلف پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر تعداد پنجه در کپه نداشت. پتاسیم تاثیر چندانی بر پنجه‌زنی برنج ندارد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. تعداد پنجه بارور در کپه از نظر آماری تحت تاثیر مقادیر سیلیس و پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۲). کمترین (۷/۲ عدد) و بیشترین (۱۲/۱ عدد) تعداد پنجه بارور در کپه به ترتیب با مصرف ۲۵۰ و ۷۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار نتیجه شد و تحت تیمار بدون مصرف سیلیس و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار به ترتیب برابر ۹/۸ و ۹/۸ عدد بود. با مصرف پتاسیم تعداد پنجه بارور به نسبت ۱٦/۳ ٪ روند افزایشی داشت، به طوری‌که کمترین تعداد پنجه بارور تحت تیمار بدون مصرف پتاسیم حاصل شد و تحت مقادیر ۳۰، ٦۰ و ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به ترتیب برابر ۹/۷، ۱۰ و ۱۰/٤ عدد بود (جدول ۳). ما و تاکاهاشی (۱۹۹۰) گزارش کردند سیلیس در گیاه برنج، باعث افزایش تعداد پنجه می‌گردد. سیلیس باعث افزایش تعداد پنجه بارور شد (۵). ماتسو و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند جذب سیلیس پنجه‌دهی را تقویت کرد. تعداد پنجه موثر در کپه تحت تاثیر مصرف سیلیس قرار نگرفت (۳٦). اصفهانی و همکاران (۱۳۸٤) دریافتند مقادیر مختلف پتاسیم تاثیر معنی داری بر تعداد پنجه بارور در کپه نداشت. یوشیدا و همکاران (۱۹۸۱) بیان کردند پتاسیم تأثیر چندانی بر پنجه‌زنی برنج ندارد.

عملکرد دانه از نظر آماری تحت تاثیر مقادیر سیلیس در سطح احتمال پنج درصد و تحت تاثیر مقادیر پتاسیم در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲).

با مصرف سیلیس عملکرد دانه به نسبت ۱۸/۵ ٪ افزایش یافت، به طوری‌که کمترین (٤۹۸/۸ گرم در متر مربع) و بیشترین (٦۱۲ گرم در متر مربع) عملکرد دانه به ترتیب تحت تیمار بدون مصرف سیلیس و با مصرف ۷۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار حاصل شد. همچنین با مصرف پتاسیم عملکرد دانه به نسبت ۷/۸

٪ روند افزایشی داشت، به طوری‌که حداقل (٥۳۰/٦ گرم در متر مربع) و حداکثر (٥۷٥/۳ گرم در متر مربع) عملکرد دانه تحت تیمار بدون مصرف پتاسیم و با مصرف ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). چائومینگ و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند در مجموع مصرف سیلیس در برنج باعث افزایش عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد خوشه‌چه، درصد خوشه‌چه پر شده و وزن هزار دانه می‌گردد. مائود و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند سیلیس عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. ما و تاکاهاشی(۱۹۹۰) گزارش کردند سیلیس در گیاه برنج، باعث افزایش عملکرد دانه شد. با مصرف سیلیس عملکرد دانه به طور غیر معنی‌داری افزایش یافت (۳٦). اصفهانی و همکاران (۱۳۸٤) بیان کردند سطوح مختلف کود پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه برنج ندارد. این نتیجه با نتایج ویلسون و همکاران (۱۹۹٦) و ایکبال و همکاران (۱۹۹۱) مطابقت دارد. بنابراین واکنش عملکرد برنج به کود پتاسیم و در مکان‌های مختلف و بسته به مقادیر پتاسیم قابل دسترس خاک متفاوت است. مارشنر (۱۹۹٥) گزارش کردند در مجموع مصرف پتاسیم در برنج باعث افزایش عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد خوشه‌چه، درصد خوشه‌چه پر شده و وزن هزار دانه می‌گردد. ماتسو و همکاران (۱۹۹٥) گزارش کردند پتاسیم عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. ددیتا و گومز (۱۹۸۰) گزارش کردند پتاسیم در گیاه برنج، باعث افزایش عملکرد دانه شد. با مصرف پتاسیم عملکرد دانه به طور غیر معنی‌دار افزایش یافت (۲٤).

عملکرد کاه از نظر آماری تنها تحت تاثیر مقادیر سیلیس در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). کمترین عملکرد کاه (۹٤٦/۷ گرم در متر مربع) تحت تیمار بدون مصرف سیلیس حاصل شد و در سطوح دیگر مصرف سیلیس از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند که با مصرف ۲٥۰، ٥۰۰ و ۷٥۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار به ترتیب برابر ۱۰۷۲، ۱۱۰۹ و ۱۰٦۷ گرم در متر مربع بود (جدول ۳). آگاری و همکاران (۱۹۹۳) نشان دادند که کودهای سیلیکاته با اثر بر رشد رویشی موجب افزایش تولید ماده خشک شده در نتیجه موجب بالا رفتن عملکرد گیاه برنج می‌شود. ماتسو و همکاران (۱۹۹٥) بیان کردند که سیلیس باعث رشد رویشی و افزایش ماده خشک گیاه برنج می‌شود. صدقی و همکاران (۱۳۸٦) گزارش کردند مصرف سیلیس موجب افزایش عملکرد کاه می‌شود. اصفهانی و همکاران (۱۳۸٤) دریافتند مقادیر مختلف پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشت. همچنین کود پتاس با اثر روی رشد زایشی موجب افزایش تولید ماده خشک شده و در نتیجه موجب بالا رفتن عملکرد گیاه برنج می‌شود. ماتسو و همکاران (۱۹۹٥) بیان کردند که پتاسیم باعث رشد زایشی و افزایش ماده خشک گیاه برنج می‌شود.

شاخص برداشت از نظر آماری تنها تحت تاثیر مقادیر پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۲). با مصرف پتاسیم تا میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار شاخص برداشت به نسبت ۷/۹ ٪ روند افزایشی نشان داد، به طوری‌که حداقل (۳۲/۸ درصد) شاخص برداشت تحت تیمار بدون مصرف پتاسیم

حاصل شد و حداکثر شاخص برداشت با مصرف ٦٠ و ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار نتیجه شد که به ترتیب برابر ۳۵/٤ و ۳۵/٦ ٪ بود (جدول ۳). صدقی و همکاران (۱۳۸٦) نشان دادند که شاخص برداشت تحت تاثیر مصرف سیلیس قرار نگرفت اما روند آن افزایشی بود زیرا میزان عملکرد دانه را نسبت به عملکرد کاه با شدت بیشتری افزایش داد. اصفهانی و همکاران (۱۳۸٤) دریافتند مقادیر مختلف پتاس تاثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت. پتاس به علت افزایش برخی از اجزای عملکرد موجب افزایش شاخص برداشت می‌شود (۳۱).

ضرایب همبستگی بین صفات

عملکرد دانه با حرکت خمش میانگره چهارم همبستگی منفی داشت. ولی با تعداد کل پنجه در کپه و تعداد پنجه بارور همبستگی مثبتی نشان داد. شاخص برداشت با طول میانگره چهارم، حرکت خمش میانگره چهارم و عملکرد کاه همبستگی منفی داشت، ولی با طول برگ پرچم، تعداد پنجه بارور و عملکرد دانه همبستگی مثبت نشان داد. ارتفاع گیاه با طول ساقه و طول خوشه همبستگی مثبت و بسیار بالایی نشان داد. طول برگ پرچم با طول ساقه، طول خوشه و ارتفاع گیاه همبستگی مثبت داشت. حرکت خمش میانگره چهارم با طول خوشه، طول برگ پرچم و طول میانگره چهارم همبستگی مثبت نشان داد. تعداد کل پنجه در کپه و تعداد پنجه بارور در کپه با طول ساقه، طول خوشه، ارتفاع گیاه و طول برگ پرچم همبستگی مثبت داشت. همچنین تعداد پنجه بارور در کپه با تعداد کل پنجه در کپه همبستگی مثبت و بسیار بالایی نشان داد (جدول ٤).

تعداد پنجه در کپه همبستگی مثبت و بسیار بالائی با عملکرد دانه نشان داد (٦). لیوید و همکاران (۱۹٦۹) بیان داشتند برنج از جمله گیاهان زراعی می‌باشد که انبوهی از پنجه را در زمان‌های مختلف تولید می‌کند و دارای خصوصیات ویژه‌ای از رشد است که هرگز تراکم‌های مشابهی از گیاهان را تولید نمی‌کند و تغییرات موقتی در شرایط محیطی ممکن است موجب تغییر در واکنش پنجه‌ها به مواد غذایی، درجه حرارت و تنش‌های متابولیکی شود و در نتیجه بقاء و حفظ هر پنجه همبستگی منفی با حداکثر تعداد پنجه‌ها دارد. مایلر و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کرده‌اند قابلیت پنجه‌زنی یکی از مهم‌ترین صفات برنج است به طوری‌که پنجه‌ها می‌توانند تولید بعدی خوشه‌ها را تحت تأثیر قرار بدهند این صفات یعنی قابلیت پنجه‌زنی با عملکرد دانه همبستگی بسیار بالایی دارد. وانگ و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند قابلیت پنجه‌زنی بالا در برنج‌های هیبرید تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشته است.

جدول ٤: ضرایب همبستگی بین صفات تحت مقادیر سیلیس و پتاسیم در برنج رقم طارم هاشمی

صفات	طول ساقه	طول خوشه	ارتفاع گیاه	طول برگ پرچم	طول میانگره چهارم	حرکت خمش میانگره چهارم	تعداد کل پنجه	تعداد پنجه بارور	عملکرد دانه	عملکرد کاه	شاخص برداشت
طول ساقه	۱										
طول خوشه	-۰/۰۳	۱									
ارتفاع گیاه	۰/۸۹**	۰/۳٤**	۱								
طول برگ پرچم	۰/۳۷**	۰/٤۲**	۰/٥٤**	۱							
طول میانگره چهارم	۰/۰۰٤	۰/۰۸	۰/۰٦	-۰/۰٥	۱						
حرکت خمش میانگره چهارم	۰/۰۳	۰/۳٤**	۰/۱٥	۰/۲٥*	۰/۳۳**	۱					
تعداد کل پنجه	۰/۳۳**	۰/۳۱*	۰/٤٦**	۰/۳۹**	۰/۰٤	۰/۰٦	۱				
تعداد پنجه بارور	۰/۲۱*	۰/۳۲**	۰/۳۹**	۰/٤۲**	-۰/۰٥	-۰/۱۰	۰/۸۸**	۱			
عملکرد دانه	۰/۲۰	-۰/۱۹	۰/۰٥	۰/۰۱	-۰/۲۸*	-۰/٤٦**	۰/٤۰**	۰/۳٥**	۱		
عملکرد کاه	۰/۲٥*	۰/۱۲	۰/۲۲*	-۰/۲۷*	-۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۲۲*	۰/۰۰۱	۰/۲۳*	۱	
شاخص برداشت	-۰/۰۲	-۰/۲۰	-۰/۱٤	۰/۲٥*	-۰/۳۳**	-۰/۳۱*	۰/۰۸	۰/۲۲*	۰/٥۹**	-۰/٥۳**	۱

* و**: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

نتیجه‌گیری نهایی

حداکثر عملکرد دانه (٦۱۲ گرم در متر مربع) تحت میزان ۷٥۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار حاصل شد، چون بیشترین تعداد پنجه در کپه و تعداد پنجه بارور تحت این تیمار به دست آمد. بیشترین تعداد پنجه بارور، عملکرد دانه (٥۷٥/۳ گرم در متر مربع) و شاخص برداشت (۳٥/٦ ٪) و همچنین کمترین حرکت خمش میانگره چهارم با کاربرد ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار حاصل شد. عملکرد دانه با تعداد کل پنجه در کپه و تعداد پنجه بارور همبستگی مثبتی نشان داد. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده، مقادیر ۷٥۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به علت افزایش اجزای عملکرد، عملکرد کمی و شاخص برداشت به عنوان مقادیر کودی مناسب معرفی می‌گردند.

منابع

۱- اصفهانی، م.، صدرزاده، م.، کاووسی، م. و دباغ محمدی نسب، ع. ۱۳۸٤. اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژن و پتاسیم بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه برنج رقم طارم. مجله علوم زراعی ایران. ۷ (۳). ۲۲٦-۲٤۰.

۲- صدقی، ع. ۱۳۸٦. بررسی اثرات مقادیر سیلیس و تقسیط نیتروژن در واکنش با مصرف سیلیس در برنج رقم طارم هاشمی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین – پیشوا. ۹۰ صفحه.

۳- فلاح، و. و سعادتی، ن. ۱۳۷٤. بررسی تأثیر زمان مصرف پتاس بر روی برنج مازندران (گزارش نهائی). انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، آمل.

٤- ملکوتی، م. ج.، داودی، م. ج. ، سعادتی، ن.، ولی‌نژاد، م.، رمضانپور، م. ر.، محمودی، م. و محمدیان، م. ۱۳۸۰. تعیین حد بحرانی پتاسیم برای برنج و بررسی پاسخ آن به کلرور پتاسیم در اراضی شالیزاری مازندران. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، ویژه‌نامه مصرف بهینه کود. ۱۲ (١٤): ٥٤-٦٢.

5- **Agarie, S., Uchida, H., Agata, W., Kubota. F. and Kaufman, B. 1993.** Effect of silicon on growth, dry matter production and photosynthesis in rice; Crop Pro and Improv Tech. NO. 34: 225-234.

6- Alina, K. 1984. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Boca Raton, FL., USA.

7- Bao, L. 1985. Effect and management of potassium fertilizer on wetland rice in China. PP. 282-292. In: Wetland Soils. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.

8- Bocharnikova, E. A. and Matichenkov, V. 2008. Using Si fertilizers for reducing irrigation water application rate.Silicon in Agriculture Conference, Wild Coast Sun, South Africa, 26-31 October.

9- Chabra, D., Kashaninejad, M. and Rafiee, S. 2006. Study and comparison of waste contents in different rice dryers. Proceeding of the First National Rice Symposium. Amol, Iran.

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

11- Counce, P. A. and Wells, B. R. 1990. Rice plant Population density effect on early- season nitrogen reguirement. J. Pro. Agri. 3: 390-393.

12- Dahatonde, B. N. 1995. Effect of NPK fertilization on growth and yield of paddy. PKV Research Journal. 19: 184-185.

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

14- Datnoff, L. E., Snyder, G. H. and Korndorfer, G. H. 2001. Silicon in Agricalture. Studies in Plant Science. Amsterdam: Elsevier, 403pp.

15- De Datta, S. K. and Gumez, K. A. 1980. Changes in phosphorus and potassium response in wetland rice soils in south and south-east Asia. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.

16- De Detta, S. K. and Mikkelsen, D. S. 1985. Potassium nutrition of rice. In: Munson, R.D., summer, M.E., Bishop, W.D., Potassium in Agriculture. American society of agronomy, CSSA, SSSA, Madison, WI, PP. 665-699.

17- Dobermann, A. and Fairhurst, T. 2000. Nutrient disorders and nutrient management. Hand book series.

18- Elawad, S. H. and Green, V. E. 1979. Silicon and rice plant environment, a review of recent research. Riv. Riso 28: 235-253.

19- Elawad, S. H., Gascho, G. J. and Stret, J. J. 1982. Response of sugar cane of silicate source and rate. I. Growth and yield. Agron. J. 74: 781-783.

20- 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.

21- Iqbal, J., Cheema. A. A., Niazi, M. N. and Dogar, M. S. 1991. Response of potassium application to rice and wheat in salt affected soils. *Technique*, 8: 19-30.

22- Islam, M. S., R. S. Peng., M. Visperas., and N. Ereful. 2007. Loding- related morphological traits of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem. 101: 240- 248.

23- Jones, L.H., and Handereck, K.A. 1976. Silica in soils and plants. Agron. J. 19: 107- 109.

24- Kalita, V., N.J. Ojha., and M.C. Talukdar. 1995. Effect of levels and time of potassium application onyield and yield attributes of upland rice. Journal of potassium Research, 11: 203-206.

25- Kato, N. and Owa, N. 1990. Dissolution mechanism of silicate slage fertilizers in paddy. Soil Sci. 4: 609-610.

26- Kolar, J. S. and Grewal, H. S. 1989. Response of rice to potassium. Int. Rice Res. Newsletter. 14 (3): 33.

27- Lioyd, G. Wu. T. Wilson, and Mcclung, A. M. 1998. Contribution of rice tillers to drymatter accumulation and yield. Agron. J. 90: 317- 323.

28- Ma, J. F. and Takahashi, E. 1990. Effect of silicic acid on phosphorus uptuke by rice plant. Soil. Sci. Plant. Nutr. 35: 227- 234.

29- Ma, J. F. and Yamaji, N. .2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. Trends Plant Sci.11:392-397.

30- Mahapatra, I. C. and Prasad, P. 1970. Response of rice to potassium in relation to its transformation and availability under waterlogged conditions. Fert. News 15 (2): 34-41.

31- Marchner, H .1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic press. 890p.

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

33- Mauod, M., Crusciol, C. A. and Grass, H. 2003. Nitrogen and fertilizer of upland rice. Piracicaba. Vol. 60. NO. H.

34- Mengel, K. and Kirkby, E. A. 1987. Principles of Plant Nutrition 4th Edition International Potash Ins. Bern, Swizerland. 687 pp.

35- Miller, B. C., Hill, J. E. and Roberts, S. R. 1991. Plant population effects on growth and yield water seeded rice. Agron J. 83: 291-297.

36- Mobasser, H. R., Ghanbari-Malidareh, A. and Sedghi, A. H. 2008. Effect of silicon application to nitrogen rate and 435plitting on agronomical characterstics of rice (*Oryza sativa* L.). Silicon in Agriculture Conference, Wild Coast Sun, South Africa, 26-31 October.

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

38- Prasad, B. and Prasad, J. 1997. Response of rice to potassium application in calcareous soils. Journal of Potassium Research. 13: 50-57.

39- Savant, N. K., Snyder, G. H. and Datnoff, L. E. 1997. Silicon management and sustainable rice production. Adv. Agron. 58: 151-199.

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

41- Tanaka, A. and Park, Y. D. 1996. Significant of the absorption and distribution of silica in the growth of rice plants. Soil Sci. plant Nutr. 12: 25-28.

42- Wang, G., Dobernann, A., Witt, C., Sun, Q. and Fu, R. 2001. Performance of site-specific 435utrient management for irrigated rice in southeast China Agron J. 93:869-878.

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

44- Windslow, M. D., Okada, K. and Correa-Victoria, F. 1997. Silicon deficiency and the adaptation of tropical rice ecotypes. Plant Soil. 188: 239-248.

45- Yoshida, S. 1975. Factors that limit the growth and yields of upland rice. IRRI. Los Banos. Phillippines. PP: 46-71.

46- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, Lagunna, Philippines.

47- Yoshida, S., Nrasero, S. A. and Ramirez, A. 1969. Effects of silica and nitrogen supply on some leaf characters of the rice plant, Plant and Soil. 31: 48-46.

49- Yoshida, S., Ohinishi, Y. and Kitagishi, K. 1962. Chemical forms, mobility and deposition of silicon in the rice plant, Soil Sci. Plant Ntr. 8:15-21.