

## اثرات متقابل مصرف کود سیلیس و فسفر روی شدت بیماری بلاست در برنج رقم طارم

مهرداد قاسمی لمراسکی

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر و عضو باشگاه پژوهشگران جوان

سید وحید علوی

استادیار بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ساری، ایران

عباس قنبری مالیدره\*

استادیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جویبار، ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۰

### چکیده

به‌منظور بررسی اثرات متقابل مصرف مقادیر مختلف سیلیس و فسفر روی شدت بیماری بلاست برنج رقم طارم، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در شهرستان ساری به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. فسفر خالص در سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و سیلیس خالص در سه سطح صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم سیلیس با ۳۸۴۹/۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. درصد آلودگی به بلاست برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده، به نحوی که پایین‌ترین درصد آلودگی به بلاست برگ با مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس، منجر به کاهش شدت بیماری تا ۱۰ درصد نسبت به شاهد گردید. این مقدار مصرف سیلیس قطر لکه‌های ناشی از بلاست روی برگ را نیز به طور معنی‌داری نسبت به شاهد بدون مصرف سیلیس (۱۰/۴۸ میلی‌متر) کاهش داد. سطوح مختلف فسفر، تأثیر معنی‌داری روی درصد آلودگی برگ، خوشه، گره و دانه به بلاست و همچنین روی میانگین قطر لکه‌های ناشی از بلاست نداشت. سطوح سیلیس روی تعداد گره، خوشه و دانه آلوده تأثیری نداشت. در بررسی اثر متقابل فسفر و سیلیس، مقدار ۱۰۰۰ سیلیس و مقدار صفر فسفر منجر به کاهش میانگین قطر لکه‌ها و معنی‌دار شدن آن گردید. در مقادیر ۱۰۰ فسفر و مقدار ۱۰۰۰ سیلیس نسبت به مقدار صفر سیلیس در حضور این مقدار فسفر، کاهش درصد آلودگی به بلاست برگ معنی‌دار شد. لذا می‌توان دریافت که برخلاف مصرف سیلیس به تنهایی، مصرف توأمان سیلیس و فسفر تأثیر قابل ملاحظه‌ای در حد معنی‌دار شدن در صفات مختلف مورد بررسی برای بلاست برنج نداشته است.

واژه‌های کلیدی: برنج، سیلیس، فسفر، بلاست برگ، بلاست خوشه.

\* نویسنده مسوول مکاتبات، mehr.lemrasky97@yahoo.com

## مقدمه

بلاست برنج یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های برنج و جدی‌ترین تهدید برای تولید برنج در نواحی زیرکشت برنج جهان است. این بیماری اغلب به صورت بلاست برگ، گردن و خوشه ظاهر می‌شود که بلاست گردن، بیشترین کاهش محصول را به همراه داشته است. (Seebold *et al.*, 2004). این بیماری می‌تواند تمام قسمت‌های هوایی گیاه را مورد هجوم قرار دهد، اما اغلب در مرحله رویشی، با ایجاد بلاست برگ و در مرحله زایشی به محل گره‌های محور زیرخوشه (گردن) یا به طور مستقیم به خوشه‌ها حمله می‌نماید (Seebold *et al.*, 2000).

عامل بیماری بلاست برنج از رده آسکومیست‌های هتروتالیک با نام *Magnaporthe grisea* Barr (Hebert) است که علاوه بر برنج سایر گونه‌های غلات را نیز آلوده می‌نماید. رابطه ما بین سلول‌های این قارچ و سلول‌های میزبان منجر به واکنش‌های بیولوژیکی توسط گیاه می‌گردد و علایم بیماری بلاست را ظاهر می‌نماید (Howard, 1994). در بین بیماری‌های قارچی برنج، بلاست بیشترین اهمیت را دارد. در مناطق مختلف جهان میزان کاهش سالیانه محصول در حدود ۱۱ تا ۳۰ درصد برآورد شده است (Hwang *et al.*, 1987). خسارت این بیماری به صورت کاهش عملکرد و کیفیت بذور گزارش شده است، به طوری که به ازای هر ۱۰ درصد بلاست گردن خوشه، ۶ درصد کاهش عملکرد بذر و ۵ درصد افزایش گچی شدن دانه برنج حادث شده است (Katsube & Koshimizu, 1970).

در کلیه مراحل رشد، گیاهانی که از تنش غذایی رنج می‌برند در قبال بیماری‌ها ضعیف‌تر و حساس‌تر خواهند بود، لذا می‌توان گفت که مواد غذایی به طور غیرمستقیم بر روی شدت بیماری‌ها اثرگذار است. توصیه‌های کودی به دلیل تعدیل در جذب مواد غذایی و فراهم کردن عناصر مورد نیاز برای گیاهان، جهت رشد و عملکرد طبیعی، فراگیر شده و توسعه پیدا کرده‌اند (Huber, 2000).

سیلیسیوم دومین عنصر معدنی بسیار فراوان روی سطح زمین و بیش از ۳۱ درصد وزن پوسته زمین و ۳ تا ۱۷ ppm از خاک را تشکیل می‌دهد. گیاهان زیادی توانایی جذب سیلیس را دارند و بسته به گونه‌ها، محتوای سیلیس تجمع یافته در بیوماس می‌تواند از ۱۰ تا بیش از ۱۰۰ گرم در کیلوگرم باشد (Elawad & Green, 1979). در برنج، تجمع سیلیس در حدود ۱۰۸ درصد بیشتر از نیتروژن است و تولید محصول برنج با عملکرد دانه ۵ تن در هکتار، ۲۳۰ تا ۴۷۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس را از خاک برداشت می‌کند (Savant *et al.*, 1997). استفاده از کودهای سیلیس باعث افزایش وزن هزار دانه می‌گردد (Balastra *et al.*, 1989). عدم وجود سیلیس باعث کاهش ۴۰ درصدی در خوشچه‌های بارور شده و کاهش ۱۰ درصدی تعداد کل خوشچه‌های پانیکول‌ها را به همراه داشته است (Ma & Takahashi, 1989). سیلیس عملکرد خوشچه و مقدار دانه را افزایش می‌دهد و برای پایداری عملکرد برنج ضروری است (Mauad *et al.*, 2003). حذف سیلیس به طور محسوسی جذب فسفر به وسیله برنج را کاهش و جذب آهن و منگنز را افزایش می‌دهد (Okuda & Takahashi, 1961). لایه مضاعف سیلیس از خروج غیرضروری آب و

همینطور نفوذ میسلیوم‌های قارچ جلوگیری می‌نماید (Yoshida et al., 1962). در برگ‌های مسن، لیگنینی شدن و یا تجمع سلیس در سلول‌های اپیدرمی مانع فیزیکی مؤثری در نفوذ هیف‌های قارچ بوده است (Vandervorm, 1980). مصرف سلیس در کشت غرقابی در خاک‌های با کمبود سلیس، عملکرد را افزایش و بیماری بلاست را کاهش داده است (Takahashi, 1995). از اثرات دیگر کاربرد سلیس می‌توان به کاهش اندازه و همچنین تعداد لکه‌ها به میزان ۴۵-۳۰ درصد، کاهش میزان آلودگی به بیماری بلاست و افزایش دوره کمون قارچ بیماری‌زا اشاره نمود (Seebold et al., 2001). شدت بیماری بلاست بیش از ۵۰ درصد در مقایسه با تیمارهای بدون مصرف سلیس و ۸۰ درصد در استفاده توأم با قارچ‌کش بنومیل کاهش یافته است (Datnoff & Snyder, 1994). افزایش مقاومت به بیماری بلاست معمولاً به علت سلیسی شدن سلول‌های اپیدرم، که جایگاه اولیه حمله قارچ عامل بیماری بلاست بوده، می‌باشد (Saigusa et al., 2000).

در مطالعاتی که در کشور ایران صورت گرفته، مشخص شده است که سلیس نقش مثبتی در رشد برنج داشته و موجب مقاومت به ورس و بیماری گردیده و سبب کاهش تعداد روز تا مرحله ابتدای پنجه‌دهی، پنجاه درصد گل‌دهی و ظهور خوشه‌های آغازین گردیده و حرکت خمش ساقه با مصرف سلیس کاهش یافته که به تبع آن بر درصد خوشه‌های پر شده و در نتیجه عملکرد دانه افزوده شده، اما وزن هزار دانه کاهش یافته است (Sedghy, 2007; Grami, 2008; Solaimany & Amiry-Larjany, 2004). مصرف سلیسیم موجب کاهش بیماری بلاست برنج گردیده و از ورود هیف‌های عامل بیماری ممانعت نموده و با تشکیل مواد آلی سلیس‌دار مانع از بین رفتن دیواره سلول‌ها از طریق آنزیم قارچ شده است (Malakoty & Tehrany, 1999; Ghanbary-Mallidareeh, 2008). علی‌رغم اهمیت به‌کارگیری سلیس به‌عنوان یکی از عناصر در تغذیه گیاهان در جهان که بیش از دو دهه است که مورد قبول اندیشمندان بین‌المللی قرار گرفته، اما تاکنون در زراعت و باغبانی ایران جایگاهی نداشته است. بررسی‌های بسیار معدودی در کشور در مورد این عنصر با ارزش صورت گرفته، اما در خصوص اثر تلفیقی این عنصر با سایر عناصر، هیچگونه اطلاعاتی در دست نیست (Malakoty & Tehrany, 2000). با توجه به فیزیولوژی گیاه برنج و نیاز آن به عنصر سلیس به‌عنوان یک عنصر پرمصرف در این زراعت، تعیین محدوده مناسب به کارگیری این عنصر به همراه فسفر در زراعت برنج با هدف کاهش شدت بیماری بلاست (در حدی که شدت این بیماری پایین‌تر از محدوده آستانه اقتصادی خسارت و بی‌نیاز از کنترل شیمیایی گردد)، در مهمترین ارقام کیفی برنج در کشور خصوصاً طارم که حساس‌ترین رقم به بیماری بلاست در میان ارقام موجود در شمال کشور می‌باشد، می‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه‌های تولید و افزایش عملکرد ایفا نماید چرا که در حال حاضر مصرف بی‌رویه سموم، بدون اطلاع از میزان خسارت بیماری بلاست به‌خصوص در ارقام حساسی مثل طارم در شمال کشور به شدت رواج دارد. لازم به ذکر است که رقم طارم علی‌رغم کم‌محصول بودن و هزینه‌های کنترل بیماری بلاست، به لحاظ بالا بودن کیفیت و در نتیجه بالا بودن

قیمت آن، بیشتر سطح زیرکشت برنج توسط کشاورزان را در منطقه شرقی استان مازندران به خود اختصاص داده است.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۸ در مزرعه‌ای واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول ۵۳ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۶ متر از سطح دریا انجام شد. بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی منطقه ساری دارای اقلیم مرطوب با تابستانی گرم و زمستانی سرد می‌باشد. به طوری که بیشترین و کمترین میزان بارندگی در طی دوره رشد گیاه به ترتیب در مرداد ماه به میزان ۸۰/۹ میلی‌متر و تیر ماه به میزان ۰/۱ میلی‌متر بود. خاک زراعی محل اجرای طرح از نوع رسی و مقدار ماده-آلی آن ۲/۴۶ درصد، کربن آلی ۱/۴۳ درصد، فسفر و پتاس قابل جذب به ترتیب ۱۴ و ۱۶۱ پی پی ام، هدایت الکتریکی برابر ۱/۹۸، درصد مواد خنثی شونده برابر ۱۲ درصد، و pH برابر ۷/۴۳ بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام گردید. فاکتورهای مفادیر سیلیس و فسفر به عنوان تیمار در نظر گرفته شد. فسفر خالص در سه سطح شامل صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود سوپر فسفات تریپل و سیلیس خالص در سه سطح شامل صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سیلیکات کلسیم معدنی (پودر سنگ معدن برفام حاوی ۸۰ درصد سیلیس) انتخاب شد که در زمان تهیه بستر در هر یک از کرت‌های آزمایشی به طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط شد. رقم برنج کشت شده طارم محلی بود.

عملیات آماده‌سازی زمین با روش رایج منطقه انجام گردید. شخم اولیه و ثانویه توسط گاوآهن برگردان-دار زده شده و سپس کرت‌بندی قطعات نیز انجام شد. نیتروژن از منبع کود اوره و به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت یک‌سوم در مرحله کاشت، یک‌سوم در مرحله ظهور خوشه آغازین و یک‌سوم در مرحله خوشه‌دهی کامل و کود پتاسیم از منبع کود سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان تهیه بستر مصرف شد. خزانه برنج در کنار مزرعه اصلی تهیه و نشاءها پس از ۳۰ روز آماده نشاءکاری شدند. نشاءکاری در تاریخ ۱۹ خرداد و با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع، فاصله کاشت ۲۰×۱۵ سانتی‌متر، دو جوانه (نشاء) برای هر کپه در عمق سه سانتی‌متری خاک در کرت‌هایی به ابعاد هشت مترمربع انجام گرفت. برای مبارزه با علف‌های هرز، سمپاشی با علف‌کش بوتاکلر به میزان چهار لیتر در هکتار و در زمان چهار روز بعد از نشاءکاری انجام شد و یک‌بار هم در طی دوره رویشی (در مرحله حداکثر پنجه‌زنی) عملیات وجین دستی انجام گرفت. برای کنترل آفت کرم ساقه‌خوار طی یک مرحله (۳۷ روز پس از نشاء) و بلافاصله پس از مشاهده لارو آفت از سم گرانول پادان چهار درصد استفاده شد. عمق آب غرقابی در کرت‌ها در طی دوره رشد حدوداً پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

نمونه‌برداری و جمع‌آوری اطلاعات جهت اندازه‌گیری میزان تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر شدت بیماری بلاست و تجزیه و تحلیل آنها بر اساس روش‌های (Seebold, Skudiene & Nekrosiene, 2009) (2001) *et al.* (2005) Datnoff & Rodrigues (2001) *et al.* همراه با تغییراتی به شرح زیر انجام شد:

**تعیین عملکرد دانه عملکرد دانه** با برداشت دانه از کپه‌های موجود در وسط هر کرت با قرار دادن قاب یک مترمربعی توزین و تعیین گردید و سپس به صورت کیلوگرم در هکتار بیان شد (Yoshida, 1981).

**تعیین درصد آلودگی به بلاست برگ:** ۳۳ روز پس از نشاء از هر کرت ۶ گیاه، در هر گیاه ۵ بوته، از هر بوته ۴ برگ (برگ‌های زیر برگ پرچم) به‌طور تصادفی با حرکت در طول، عرض و قطرهای هر کرت انتخاب و مورد بررسی قرار گرفته و تعداد و قطر لکه‌ها در چهار برگ و ۱۰ لکه در هر برگ اندازه‌گیری شد (طول و عرض لکه به‌وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد) و درصد آلودگی به بلاست در هر کرت توسط فرمول زیر محاسبه گردید (Seebold *et al.*, 2001)

$$100 \times \text{تعداد کل برگ} / \text{تعداد برگ آلوده} = \text{درصد آلودگی به بلاست برگ در هر کرت}$$

**تعیین درصد آلودگی به بلاست خوشه:** ۷۰ روز پس از نشاء، از هر کرت ۵۰ خوشه به‌طور تصادفی با حرکت در طول، عرض و قطرهای هر کرت انتخاب و میزان آلودگی به بلاست خوشه از مبنای آخرین بند خوشه به سمت خوشه اندازه‌گیری و سپس درصد خوشه‌های آلوده در هر کرت توسط فرمول زیر به دست آمد (Datnoff & Rodrigues, 2005):

$$100 \times \text{تعداد کل خوشه اندازه‌گیری شده در هر کرت} / \text{تعداد خوشه‌های آلوده در هر کرت} = \text{درصد خوشه‌های آلوده}$$

**تعیین درصد آلودگی به بلاست گره:** از هر کرت ۵۰ خوشه به‌طور تصادفی با حرکت در طول، عرض و قطرهای هر کرت انتخاب شده و میزان آلودگی به بلاست گره از مبنای آخرین بند بلاست خوشه به سمت پایین (ساقه) با خط‌کش اندازه‌گیری شد و میزان آلودگی بلاست گره تا ۲ گره شمارش و اندازه‌گیری گردید و سپس درصد گره‌های آلوده در هر کرت از فرمول زیر محاسبه شد (Skudiene & Nekrosiene, 2009).

$$100 \times \text{تعداد کل گره مشاهده شده در هر کرت} / \text{تعداد گره آلوده مشاهده شده} = \text{درصد گره‌های آلوده در هر کرت}$$

**تعیین درصد دانه‌های آلوده:** از هر کرت ۵۰ خوشه به‌طور تصادفی انتخاب شده و تعداد دانه‌های آلوده بر اساس شناسایی لکه‌های ناشی از بلاست و مشاهده میکروسکوپی اسپوره‌های عامل بیماری در محل این لکه‌ها شمارش شد و سپس درصد دانه‌های آلوده در هر کرت از فرمول زیر محاسبه شد (Wang *et al.*, 2001):

۱۰۰ × تعداد کل دانه در ۵۰ خوشه از هر کرت / تعداد دانه آلوده در ۵۰ خوشچه از هر کرت = درصد دانه آلوده در هر کرت  
در پایان داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت.  
مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شده است.

## نتایج و بحث

### عملکرد دانه

با توجه به جدول ۱ تجزیه واریانس صفت عملکرد دانه در تیمار مصرف کود سیلیس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است، به طوری که بیشترین عملکرد دانه در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس با ۳۸۴۹/۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس با عملکرد دانه ۳۵۱۳/۹ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۲). در سطوح فسفر، صفت عملکرد دانه معنی‌دار نبود، به طوری که عدم مصرف کود فسفر و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به ترتیب با ۳۸۵۸/۷ کیلوگرم در هکتار و ۳۶۳۳/۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین بوده‌اند. تیمار عدم مصرف فسفر و مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم کود سیلیس با ۴۱۰۱/۶۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس با ۳۳۳۵/۴۷ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشته‌اند (جدول ۳). تفاوت عملکرد این دو تیمار ۷۶۶/۱۵ کیلوگرم در هکتار و برابر با ۱۸/۶۷ درصد افزایش در عملکرد دانه بوده است. این مورد با یافته‌های (Prabhu et al., 2001) که دریافتند به واسطه استفاده ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار SiO<sub>2</sub> شدت رنگ پریدگی دانه به طور متوسط ۱۷/۵ درصد کاهش پیدا کرد و همچنین عملکرد دانه نیز به میزان ۲۰ درصد افزایش یافت، مطابقت دارد.

همچنین مصرف سیلیس سبب کاهش تعداد روز تا مرحله ابتدای پنجه‌دهی، پنجاه درصد گل‌دهی، ظهور خوشه‌های آغازین و رسیدگی کامل شده و حرکت خمش ساقه با مصرف سیلیس کاهش یافته که به تبع آن بر درصد خوشه‌های پر شده و در نتیجه عملکرد دانه افزوده شده، اما وزن هزار دانه کاهش یافته است. (Sedghy, 2007). سیلیس به تنهایی باعث بهبود و افزایش عملکرد به میزان ۵۱ درصد شده و این افزایش به طور معنی‌داری بیشتر از زمانی بوده که از قارچ‌کش استفاده شده است (Savant et al., 1997). سیلیس فتوستتزر را افزایش نمی‌دهد، بلکه باروری جنسی و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Deren, 2001). استفاده از میزان ۱۰۰۰-۵۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس برای تمام ارقام مورد آزمایش در مقایسه با ارقام مشابه بدون مصرف سیلیس به طور معنی‌داری عملکرد دانه را به میزان ۲۴-۱۹ درصد افزایش داده است (Seebold et al., 2001). کاربرد ۱۸/۷ گرم سیلیس در هر مترمربع تجمع سیلیس را در گیاه ۲ برابر کرد و باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۴۸ درصد شد (Winslow, 1992). عملکرد دانه در سطوح مختلف سیلیس ۵۰ و ۱۰۰ پی پی ام نسبت به سطح صفر افزایش می‌یابد (Fallah et al., 2004). مصرف سیلیس در برنج باعث

افزایش عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد خوشه‌چه در خوشه، درصد پر شدن دانه، دانه‌های رسیده و وزن هزار دانه می‌شود (Mauad et al., 2003., Chaoming et al., 1999).

### درصد آلودگی به بلاست برگ

درصد آلودگی به بلاست برگ در تیمار مصرف کود سلیس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). به طوری‌که بالاترین درصد آلودگی به بلاست برگ در تیمار عدم مصرف کود سلیس با ۹۲/۵۵ درصد و کمترین با مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سلیس با درصد آلودگی به بلاست برگ ۸۲/۹۱ درصد حاصل شد. این امر حاکی از آن است که با افزایش سطح مصرف کود سلیس، درصد آلودگی به بلاست برگ دارای روند کاهشی بوده است و با یافته‌های (Rabindra et al., 1981) که اظهار داشتند با مصرف سلیس، بلاست برگ کاهش یافته مطابقت دارد. همچنین شدت بلاست برگ که به‌عنوان تعداد لکه در هر برگ ارزیابی می‌شود با افزایش مصرف سلیس کاهش پیدا کرده است (Hayasaka et al., 2008). تیمار مصرف کود سلیس در مقایسه با عدم مصرف آن دارای آلودگی به بلاست برگ کمتری بوده است (Ghanbary-Mallidarreh, 2008). سلیس به تنهایی توانسته شدت بلاست برگ را در مقایسه با تیمار عدم مصرف سلیس، بیش از ۵۰ درصد کاهش دهد (Datnoff & Snyder, 1994). کاربرد سلیس به میزان ۵۰۰ یا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری شدت ابتلا به بلاست برگ را در میان ارقام مورد آزمایش کاهش داده و همچنین بلاست برگ در ارقام با مقاومت نسبی و ارقام حساس با افزایش میزان مصرف سلیس کاهش یافته است (Seebold et al., 2000). سطوح مختلف فسفر تاثیر معنی‌داری روی درصد آلودگی به بلاست برگ نداشت.

همچنین با افزایش سطح مصرف کود فسفر درصد آلودگی به بلاست برگ دارای روندی افزایشی بوده است (جدول ۲). تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و عدم مصرف کود سلیس با ۹۴/۱۶ درصد بالاترین و عدم مصرف کود فسفر و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سلیس با ۷۹/۹۹ درصد کمترین آلودگی به بلاست برگ را داشته‌اند. اختلاف درصد آلودگی به بلاست برگ این دو تیمار ۱۴/۱۷ درصد می‌باشد. در مقدار ۱۰۰ فسفر و مقدار ۱۰۰۰ سلیس نسبت به مقدار صفر سلیس در حضور این مقدار فسفر، کاهش آلودگی به بلاست برگ معنی‌دار گردیده است، اما میزان این آلودگی بیشتر از زمانی است که در مقدار صفر فسفر از مقادیر ۵۰۰ یا ۱۰۰۰ سلیس استفاده شده است. در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر، افزایش مصرف کود سلیس باعث کاهش درصد آلودگی به بلاست برگ شده است، یعنی صفت درصد آلودگی به بلاست برگ دارای روند کاهشی بوده است، علاوه بر این در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر نیز با افزایش سطح سلیس، درصد آلودگی به بلاست برگ روندی کاهشی را طی کرده است (جدول ۳).

### درصد خوشه‌های آلوده

با توجه به جدول ۱ تجزیه واریانس درصد خوشه‌های آلوده تحت تأثیر مقادیر مصرف کودهای فسفر و سیلیس قرار نگرفت، به طوری که در سطوح فسفر بالاترین درصد خوشه‌های آلوده در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر با ۴۱/۸۳ درصد و کمترین مقدار آن در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر با ۳۸/۶۶ درصد به دست آمد. در سطوح سیلیس نیز عدم مصرف کود سیلیس با ۴۴ درصد و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس با ۳۶/۳۳ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد خوشه‌های آلوده را حاصل نموده‌اند. در مقایسه با عدم مصرف سیلیس، در تیمار استفاده از ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس درصد خوشه‌های آلوده روندی کاهشی داشت (جدول ۲). بنابراین نتایج با یافته‌های Rabindra *et al.* (1981) که اظهار کردند با مصرف سیلیس، بلاست خوشه کاهش یافته مطابقت دارد. همچنین Datnoff *et al.* (1991) کاهش معنی‌داری را در خصوص شدت ابتلا به بلاست خوشه در برنج‌هایی که در آنها از سیلیکات کلسیم استفاده شده بود مشاهده کردند. تیمار مصرف کود سیلیس در مقایسه با عدم مصرف آن دارای آلودگی به بلاست خوشه کمتری بوده است (Ghanbary-Mallidarreh, 2008). سیلیس به کار رفته از نوع سیلیکات کلسیم بلاست خوشه را به خوبی قارچ‌کش‌های جیوه‌ای کاهش داد (Kitani *et al.*, 1960). شدت ابتلا به بلاست خوشه به واسطه استفاده از سیلیس به تنهایی یا به همراه قارچ‌کش در مقایسه با شاهد بدون استعمال سیلیس کاهش پیدا کرد (Seebold, 1998). سیلیس به تنهایی توانست بلاست خوشه را به طور مؤثر یا حتی بهتر از زمان استفاده کامل از قارچ‌کش تری سیکلازول کاهش دهد (Seebold *et al.*, 2004). کاربرد سیلیس به میزان ۵۰۰ یا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری شدت ابتلای خوشه را در میان ارقام مورد آزمایش کاهش داد و همچنین بلاست خوشه در ارقام با مقاومت نسبی و ارقام حساس با افزایش میزان مصرف سیلیس کاهش یافت (Seebold *et al.*, 2000). کاربرد ۱۸/۷ گرم سیلیس در هر مترمربع تجمع سیلیس در برنج را ۲ برابر کرد و به طور معنی‌داری باعث کاهش شدت ابتلا به بلاست خوشه شد (Winslow, 1992).

### درصد گره‌های آلوده

همان طوری که در جدول ۱ مشاهده می‌شود صفت درصد گره‌های آلوده تحت تأثیر مقادیر مصرف کود فسفر و سیلیس معنی‌دار نشده است، به طوری که در سطوح فسفر بالاترین درصد گره آلوده با ۶۰/۸۳ درصد مربوط به تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و پایین‌ترین درصد گره آلوده با ۵۱/۱۶ درصد مربوط به عدم مصرف کود فسفر می‌باشد (جدول ۲). در سطوح سیلیس نیز عدم مصرف کود سیلیس با ۵۹ درصد و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس با ۵۴/۵۸ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد گره‌های آلوده را داشته‌اند (جدول ۲). با افزایش مصرف فسفر درصد گره‌های آلوده افزایش، ولی با افزایش مصرف



سیلیس درصد گره‌های آلوده کاهش می‌یابد که این نتایج با یافته‌های (Seebold et al. (2000) مطابقت دارد.

### درصد دانه‌های آلوده

همان‌طوری که در جدول ۱ تجزیه واریانس مشاهده می‌شود صفت درصد دانه‌های آلوده تحت تأثیر مقادیر مصرف کود فسفر و سیلیس معنی‌دار نشده است، به طوری که صفت درصد دانه‌های آلوده در سطوح مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و عدم مصرف فسفر به ترتیب با ۰/۹۴ و ۰/۸۶ درصد بیشترین و کمترین بوده‌اند. در سطوح سیلیس بالاترین درصد دانه‌های آلوده در تیمار مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس با ۰/۹۴ درصد و کمترین میزان آن در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس با ۰/۸۸ درصد حاصل شد (جدول ۲). با وجود تغییرات در سطوح فسفر و سیلیس، این تغییرات روند خاصی نداشته است. اگرچه سطح عدم مصرف فسفر کمترین دانه‌های آلوده و همچنین سطح مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس نیز کمترین دانه‌های آلوده را داشته است، در نتیجه به نظر می‌رسد که عدم مصرف فسفر و افزایش مصرف سیلیس تیمار مناسبی برای کاهش درصد دانه‌های آلوده است.

### میانگین قطر لکه‌ها

با توجه به جدول ۱ تجزیه واریانس صفت میانگین قطر لکه‌ها در تیمار مصرف کود سیلیس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است، به طوری که بیشترین میانگین قطر لکه‌ها در تیمار مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس با ۲۴/۲۱ میلی‌متر و کمترین آن با مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس با ۱۶/۸۹ میلی‌متر حاصل شد (جدول ۲). در سطوح فسفر، صفت میانگین قطر لکه‌ها معنی‌دار نبود، به طوری که عدم مصرف کود فسفر و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به ترتیب با ۲۲/۲۸ و ۲۰/۴۴ میلی‌متر بیشترین و کمترین بوده‌اند. همچنین با توجه به جدول مقایسه میانگین‌های دانکن می‌توان دریافت که با افزایش سطح مصرف کود فسفر، میانگین قطر لکه‌ها دارای روندی کاهشی بوده است (جدول ۲). در بررسی اثر متقابل فسفر و سیلیس، مقدار ۱۰۰۰ سیلیس و مقدار صفر فسفر منجر به کاهش میانگین قطر لکه‌ها و معنی‌دار شدن آن نسبت به دو مقدار دیگر سیلیس گردیده است. همچنین تیمار عدم مصرف کود فسفر و عدم مصرف کود سیلیس با ۲۷/۱۴ میلی‌متر بیشترین و عدم مصرف کود فسفر و مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس با ۱۴/۴۹ میلی‌متر کمترین میانگین قطر لکه‌ها را داشته‌اند. در عدم حضور فسفر، میانگین قطر لکه‌ها با افزایش سطح مصرف کود سیلیس روند کاهشی داشته است (جدول ۳). بنابراین نتایج با یافته‌های (Rodrigues et al. (2003) که بیان داشتند تفاوت معنی‌داری در تیمار عدم مصرف سیلیس و مصرف سیلیس در ۹۶ ساعت پس از آلوده‌سازی با *M. grisea* مشاهده شد و هنگام استفاده از سیلیس قطر لکه‌ها کمتر بود، مطابقت دارد. همچنین قطر لکه‌های اسپورزایی به میزان ۴۵-۳۰ درصد در

بیشترین میزان مصرف سیلیس کاهش معنی داری داشته است (Seebold *et al.*, 2000). برای هر رقم مورد آزمایش، با افزایش سیلیس قطر لکه‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (Seebold *et al.*, 2001).

### میانگین تعداد لکه‌ها

جدول ۱ تجزیه واریانس، نشان می‌دهد که صفت میانگین تعداد لکه تحت تأثیر مقادیر مصرف کود فسفر و سیلیس معنی دار نشده است، به طوری که صفت میانگین تعداد لکه‌ها در مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر با ۴/۰۴ لکه بیشترین و در تیمار عدم مصرف کود فسفر با ۳/۶۲ لکه کمترین تعداد لکه را داشته‌اند. همچنین با توجه به جدول مقایسه میانگین‌های دانکن می‌توان مشاهده نمود که با افزایش سطح مصرف کود فسفر میانگین تعداد لکه‌های آلوده به بلاست دارای روند افزایشی بوده است. در سطوح سیلیس بیشترین میانگین تعداد لکه مربوط به تیمار عدم مصرف کود سیلیس با ۴/۲۰ لکه و کمترین آن مربوط به مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سیلیس با ۳/۷۳ لکه حاصل شد. علاوه بر این با افزایش سطح مصرف کود سیلیس میانگین تعداد لکه‌ها افزایش پیدا کرد، ولی در عین حال میانگین تعداد لکه‌ها کمتر از زمانی بود که سطح فسفر افزایش پیدا کرد (جدول ۲).

بنابراین نتایج با یافته‌های (Volk *et al.*, 1958) که بیان داشتند تعداد لکه‌های بلاست روی برگ زمانی که مقدار سیلیس در برگ افزایش پیدا کرد، به طور خطی کاهش یافت- مطابقت دارد. همچنین سیلیس موجود در اپیدرم برگ می‌تواند مانع نفوذ بیماری گردد، در حالی که تعداد لکه ارزیابی شده در هر برگ با افزایش مصرف سیلیس کاهش پیدا کرد (Hayasaka *et al.*, 2008).

تعداد لکه‌های اسپورزایی با افزایش میزان سیلیس کاهش پیدا کرد (Seebold *et al.*, 2000). با توجه به اینکه اثرات متقابل معنی دار نبود، بیشترین میانگین تعداد لکه در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم کود فسفر و عدم مصرف کود سیلیس برابر با ۴/۵۳ لکه و کمترین در تیمار عدم مصرف فسفر و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس با میانگین تعداد لکه، ۳/۴۸ لکه بوده است. همچنین در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر، با افزایش سطح مصرف کود سیلیس میانگین تعداد لکه‌ها دارای یک روند کاهشی بوده است (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس مصرف سلیس و فسفر بر روی شدت بیماری بلاست برنج رقم طارم

منابع تغییرات	df	عملکرد دانه	عملکرد برگ	آلودگی به بلاست برگ	خوشه‌های آلوده	گروه‌های آلوده	دانه‌های آلوده	میانگین قطر لکه‌ها	میانگین تعداد لکه‌ها	میانگین فاصله بلاست گره اول	میانگین فاصله بلاست گره اول
تکرار	3	143581.83 ns	253.87**	353.92 ns	885.28**	0.24 ns	579.00**	2.43 **	82.01 **		
P فسفر	2	180124.86 ns	87.72 ns	30.77 ns	288.36 ns	0.01 ns	11.37 ns	0.70 ns	40.51 ns		
Si سلیس	2	385684.03*	183.69 *	176.44 ns	62.19 ns	0.23ns	171.21*	0.81 ns	39.23 ns		
Si×P فسفر×سلیس	4	127693.66ns	23.38 ns	122.27 ns	67.77 ns	0.12 ns	41.61 ns	0.12 ns	24.85 ns		
E خطای آزمایش	24	9544.36	45.30	188.75	129.28	0.18	32.10	0.27	12.94		
C. V. (%)	35	8.31	7.80	34.25	20.13	47.66	26.75	13.53	8.19		

ns در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نیست، \* و \*\* به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است

جدول ۲- بررسی مقایسه میانگین اثر مصرف سلیس و فسفر بر روی شدت بیماری بلاست برنج رقم طارم

سطوح تیمارها	df	عملکرد دانه	عملکرد برگ	آلودگی به بلاست برگ	خوشه‌های آلوده	گروه‌های آلوده	دانه‌های آلوده	میانگین قطر لکه‌ها	میانگین تعداد لکه‌ها	میانگین فاصله بلاست گره اول	میانگین فاصله بلاست گره اول
سطوح فسفر P	0	3858.7 a	83.19 a	39.83 a	51.16 a	0.86 a	22.28 a	3.62 a	44.79 ba		
	50	3662.3 a	87.22 a	41.83 a	60.83 a	0.94 a	20.80 a	4.03 a	41.80 b		
	100	3633.6 a	88.33 a	38.66 a	57.41 a	0.88 a	20.44 a	4.04 a	45.14 a		
	0	3791.1 a	92.55 a	44.00 a	59.00 a	0.90 a	27.37 a	4.20 a	42.05 b		
سطوح سلیس Si	500	3513.9 b	85.27 ba	36.33 a	54.58 a	0.94 a	24.21 a	3.73 a	44.03 ba		
	1000	3849.5a	82.91 b	40.00 a	55.83 a	0.88 a	16.89 b	3.76 a	45.66 a		

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، تفاوت معنی‌داری ندارند (دانکن  $\alpha = 5\%$ )

جدول ۳- بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل مصرف سیلیس و فسفر بر روی شدت بیماری بلاست بزرج رقم طارم

سطوح فسفر	عملکرد دانه %	خوشه‌های آلوده %		گره‌های آلوده %		دانه‌های آلوده %		میانگین قطر لکه‌ها mm		میانگین تعداد لکه‌ها mm		میانگین فاصله پلاست گره اول Cm	
		%	%	%	%	%	%	mm	mm	mm	Cm		
0	3703.18 abc	87.49 ab	51.00 a	54.50 a	1.01 a	27.14 a	3.82 ab	42.37 b					
500	3771.25 abc	79.99 b	32.50 a	48.0 a	0.98 a	25.20 a	3.48 b	42.54 b					
1000	4101.63 a	82.08 b	36.00 a	51.00 a	0.60 a	14.49 b	3.55 b	49.47 a					
0	3791.55 abc	90.00 ab	43.00 a	67.00 a	1.03 a	19.33 ab	4.53 a	41.22 b					
500	3435.08 bc	87.49 ab	39.00 a	59.00 a	1.07 a	24.16 a	3.89 ab	42.59 b					
1000	3760.23 abc	84.16 ab	43.50 a	56.00 a	0.71 a	18.47 ab	3.69 ab	41.59 b					
0	3878.70 ab	94.16 a	38.00 a	55.00 a	0.68 a	20.63 ab	4.25 ab	42.55 b					
500	3335.48 c	88.33 ab	37.50 a	56.00 a	1.02 a	22.82 ab	3.84 ab	46.96 ab					
1000	3686.60 abc	82.49 b	40.50 a	60.00 a	0.93 a	17.87 ab	4.04 ab	45.91 ab					

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند تفاوت معنی داری ندارند (دانکن، ۵/۵). (α=)

بر اساس جدول ۴، ضرایب همبستگی صفات بیماری میانگین قطر لکه با درصد آلودگی به بلاست برگ ( $r=0/375$ ) همبستگی منفی دارد؛ یعنی با افزایش قطر لکه درصد آلودگی کاهش می‌یابد و همچنین با درصد دانه‌های آلوده ( $r=0/432$ ) نیز همبستگی مثبتی در سطح احتمال یک درصد دارد؛ یعنی با افزایش قطر لکه‌ها درصد دانه‌های آلوده نیز افزایش می‌یابد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات

۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
						۱	۱. درصد آلودگی بلاست برگ
					۱	۰/۲۳۸	۲. درصد خوشه‌های آلوده
				۱	۰/۲۸۱	۰/۲۱۲	۳. درصد گره‌های آلوده
			۱	۰/۲۴۹	-۰/۰۵۵	-۰/۱۹۰	۴. درصد دانه‌های آلوده
		۱	۰/۴۳۲**	-۰/۱۴۱	-۰/۲۷۰	-۰/۳۷۵*	۵. میانگین قطر لکه
	۱	-۰/۶۲۴**	۰/۰۱۷	۰/۲۷۳	۰/۲۸۳	۰/۵۳۱**	۶. میانگین تعداد لکه
۱	۰/۰۶۰	-۰/۲۰۸	-۰/۳۴۶**	-۰/۱۷۴	-۰/۰۰۳	-۰/۱۶۶	۷. عملکرد دانه

میانگین تعداد لکه با درصد آلودگی به بلاست برگ ( $r=0/531$ ) در سطح احتمال یک درصد، همبستگی مثبت دارد؛ یعنی با افزایش تعداد لکه بیماری‌زا درصد آلودگی افزایش می‌یابد و همچنین با میانگین قطر لکه‌ها ( $r=-0/624$ ) همبستگی منفی معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارد؛ یعنی با افزایش میانگین تعداد لکه، میانگین قطر لکه‌ها کاهش می‌یابد. عملکرد دانه همبستگی منفی معنی‌داری با درصد دانه‌های آلوده ( $r=-0/346$ ) دارد؛ یعنی با افزایش درصد دانه‌های آلوده عملکرد دانه کاهش می‌یابد.

### منابع و مأخذ

- Balastra, M. L. F., Perez, C. M., Juliano, B. O., and Villreal, P. 1989. Effects of silica level on some properties of *Oryza sativa* straw and hull. *Can. Journal of Botany*, 67: 2356-2363.
- Chaoming, Z., Jianfei, L., and Liping, C. H. 1999. Yield effects on the application of silicon fertilizer in early hybrid rice. *Journal article*, 2: 79-80.
- Datnoff, L. E., and Rodrigues, F. A. 2005. The role of silicon in suppressing rice diseases. *American Phytopathological Society*, 28 p.
- Datnoff, L. E., and Snyder, G. H. 1994. Comparison of silicon and Benomyl alone and in combination for reducing blast incidence. *Biological. Culture. Tests.*, 9: 73.
- Datnoff, L. E., and Snyder, G. H., Raid, R. N., and Jones, D. B. 1991. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. *Plant Dis.*, 75: 729-732
- Deren, C. W. 2001. Plant genotype, silicon concentration and silicon-related responses. *Studies in Plant Science*, 8: 149-158.
- Elawad, S. H., and Green, V. E. 1979. Silicon and rice plant environment: A review of recent research. *Riv. Riso.*, 28: 235-253.

8. Fallah, A., Visperas, R. M., and Alejar, A. A. 2004. The interactive effect of silicon and nitrogen on growth and spikelet filling in rice (*Oryza sativa*. L) Philipp. Agric. Scientist, 87: 174-176.
9. Ghanbary- Mallidarreh, A. 2008. Effect of application silicon and nitrogen rates on yield and agronomical and physiological characteristics of rice Var. Tarom in two water system. A thesis for PHD degree, Islamic Azad University of Tehran. (In Farsi)
10. Grami, M. 2008. Effect of silicon on photosynthesis, yield and vegetative growth stage of rice plant in greenhouse environment. The national congress of rice, Ghaemshahr, Mazandaran. (In Farsi)
11. Hayasaka, T., Fujii, H., and Ishiguro, K. 2008. The role of silicon in preventing appressorial penetration by the rice blast fungus. Phytopatology, 98: 10380-1044.
12. Howard, R. J. 1994. Cell biology of pathogenesis. In: R. S., Ziegler, S. A., Leong, and P. S. Teng (Ed), Rice Blast Disease, CAB international, IRR, pp. 3-22.
13. Huber, 2000. The relationship between nutrients and other elements to plant disease. Spectrum Analytic, Inc. Retrieved from <http://www.Spectrumanalytic.com/>
14. Hwang, B. K., Koh, Y. J., and Chung, H. S. 1987. Effects of adult plant resistance on blast severity and yield of rice plant. Plant Dis., 71: 1035-1038.
15. Katsube, T., and Koshimizu, Y. 1970. Influence of blast disease on harvests of rice plants. I. Effects of panicle infection on yield components and quality. Bulletin of the Tohoku Agricultural Experiment station, 39: 55-96.
16. Kitani, K., Natsume, T., and Asaga, K. 1960. Application of calcium silicate to control blast disease of rice. (II) Combined effect of calcium silicate and mercuric fungicide. Shikokou Agric. Res., 6: 123-126.
17. Ma, J. F., and Takahashi, E. 1989. Effect of silicic acid on phosphorus uptake by rice plant. Soil Sci.
18. Malakoty, M. J., and Tehrany, M. 1999. The role of microelements in increasing the yield of crop plants. Tarbiyat modarres publishment. First publish, Tehran. Iran. 187p. (In Farsi)
19. Malakoty, M. J., and Tehrany, M. 2000. The role of microelements on increasing the yield of crop plants (The micro elements with the huge effect), Tarbiyat Modarres publishment, Tehran. (In Farsi)
20. Mauad, M., Crusciol, C. A. C., Grassi-Filhoand, H., and Correa, J. C. 2003. Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. Scientia Agricola, 60: 761-765.
21. Okuda, A., and Takahashi, E. 1961. Studies on the physiological role of silicon in crop plants (Part 1); Discussion on the silicon deficient culture method. J. Sci. Soil Manure, 32: 475-48.
22. Prabhu, A. S., Barbosa-Filho, M. P., Filippi, M. C., Datnoff, L. E., and Snyder, G. H. 2001. Silicon from rice disease control perspective in Brazil. In: Silicon in Agriculture. L. E., Datnoff, G. H., Snyder, and G. H., Korndorfer, (Eds.). Studies in plant Science, Vol. 8. Elsevier Science B. Amsterdam, the Netherlands, pp. 293-311.
23. Rabindra, B., Gowda, S. S., and Rajappa, H. K. 1981. Blast disease as influenced by silicon in some rice varieties. Current Res., 10: 82-83.
24. Rodrigues, F. A., Vale, F. X. R., Korndorfer, G. H., Prabhu, A. S., Datnoff, L. E., Oliveira, M. A., and zambolim, L. 2003. Influence of silicon on sheath blight of rice in Brazil. Crop port., 22: 23-29.
25. Saigusa, M., Yamamoto, A., and shibuya, K. 2000. Effect of porous hydrated calcium silicate on resistance of rice plant, Tohoku University, Japan.

26. Savant, N. K., Snyder, G. H., and Datnoff, L. E. 1997. Silicon management and sustainable rice production. *Advan. Agron.*, 58: 151-199.
27. Sedghy, A. 2007. Evaluation of effect of application silicon and nitrogen in rice Var. Tarom Hashmi. A thesis for the degree of Master of Science in breeding, Mazandaran Agriculture University. (In Farsi)
28. Seebold, K. W. 1998. The influence of silicon fertilization on the development and control of blast, caused by *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr, in upland rice. Ph.D. Thesis, University of Florida, Gainesville.
29. Seebold, K. W., Datnoff, L. E., Correa-Victoria, F. J., Kucharek, T. A., and Snyder, G. H. 2004. Effects of silicon and fungicides on the control of leaf and neck blast in upland rice. *Plant Dis.*, 88: 253-258.
30. Seebold, K. W., Datnoff, L. E., Correa-Victoria, F. J., Kucharek, T. A., and Snyder, G. H. 2000. Effect of silicon rate and host resistance on blast, scald, and yield of upland rice. *Plant Disease*, 84: 871-876.
31. Seebold, K. W., Kucharek, T. A., Datnoff, L. E., Correa-victoria, F. J., and Marchetti, M. A. 2001. The influence of silicon on components of resistance to blast in susceptible, partially resistant, and resistant cultivars of rice. *Phytopathology*, 91: 63-69.
32. Skudiene, R., and Nekrosiene, R. 2009. Effect of preceding crops on the winter cereal productivity and disease incident. *Acta agriculturae slovenica*, 93(2): 169-179
33. Solaimany, A., and Amiry-Larijany, B. 2004. Principals of rice cultivation. First publish. Arvije publishment, Tehran, 330p. (In Farsi)
34. Takahashi, E. 1995. Uptake mode and physiological function of silica. *Sci. Rice Plant.*, 2: 58-71.
35. Vandervorm, P. D. G. 1980. Uptake of Si by five plant species, as influenced by variation in Si- supply. *Plant Soil.*, 56: 753-756.
36. Volk, R. J., Kahn, R. P., and Weintraub, R. L. 1958. Silicon content of the rice plant as a factor in influencing its resistance to infection by the rice blast fungus, *pyricularia oryzae*. *Phytopathology*, 48: 121-178
37. Wang, H., Li, C., and Liang, Y. 2001. Agricultural utilization of silicon in china. In: *Silicon in Agriculture*, (Eds.) L. E., Datnoff, G. H., Snyder and G. H., Korndorfer. Elsevier Science, the Netherlands, pp. 343-358.
38. Winslow, M. D. 1992. Silicon, disease resistance, and yield of rice genotypes under upland cultural conditions. *Crop Sci.*, 32: 1208-1213.
39. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.
40. Yoshida, S., Ohnishi, Y., and Kitagishi, K. 1962. Chemical forms, mobility and deposition of silicon in the rice plant. *Soil Sci Plant Nutr.*, 8: 15-21.