

بررسی اثر متقابل سیلیسیوم و فسفر بر رشد و عملکرد برنج (*Oryza sativa* L.)

عباس شهدی کومله^۱ و مسعود کاوسی^۲
۱، ۲. اعضاء هیئت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور
تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۱۰/۳

خلاصه

در یک آزمایش مزرعه‌ای اثر دو منبع کودی سلیکاته و فسفاته در خاک و مرتبط با رشد و عملکرد یک رقم برنج محلی (بی‌نام) در سال ۱۳۷۶ در قالب طرح کرت‌های خردشده وبا چهار تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور- رشت مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق را چهار سطح فرعی سیلیسیوم (۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سلیکات کلسیم) و چهار سطح اصلی فسفر (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و از منبع سوپرفسفات تریپل) تشکیل دادند. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از عملکرد دانه، وزن ماده خشک، غلظت‌های سیلیسیوم و فسفر و جذب فسفر و سیلیسیوم اندام هوایی گیاه. تجزیه واریانس نشان داد که فسفر بر وزن شلتوک و سیلیسیوم بر وزن ماده خشک، غلظت سیلیسیوم، جذب سیلیسیوم و جذب فسفر اندام هوایی گیاه برنج تاثیر معنی‌داری داشته است. مقایسه میانگین به روش دانکن حاکی از اثرگذاری مصرف مجزای ۴۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سلیکاته و فسفاته در افزایش وزن خشک و عملکرد دانه (شلتوک) برنج بود، ولی مصرف تلفیقی ۸۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار از منابع کودی سلیکاته و فسفاته حداکثر عملکرد دانه (شلتوک) را در این تحقیق بروز داده است.

واژه‌های کلیدی: سیلیسیوم و فسفر، گیاه برنج

مقدمه

سیلیسیوم بعد از اکسیژن فراوانترین عنصر پوسته زمین بوده (۸، ۱۱، ۱۴) و مقدار محدودی از آن در pH معمول خاکها بصورت اسید مونوسلیسیک توسط ریشه گیاه جذب می‌شود (۹، ۱۴، ۱۷). گیاهان در استفاده از سیلیسیوم بعنوان یک عنصر غذایی متفاوتند و در این میان غلات، مخصوصا برنج بطور طبیعی چندین برابر بقولات و سایر دولپه‌ایها سیلیسیوم جذب می‌نمایند (۱، ۲، ۴، ۱۴). نیاز گیاه برنج به سیلیسیوم در هر سال بین ۱۸۰۰-۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد گردیده است (۱) فلذا انتظار می‌رود در خاک مناطقی که زراعت تک‌کشتی برنج مرسوم است، دیر یا زود از نظر این عنصر فقیر خواهند شد. محققین (۱، ۶) مشاهده نمودند که هرگاه مقدار سیلیسیوم کاه برنج از ۱۰ درصد کمتر شود کمبود سیلیسیوم در گیاه برنج

ظاهر می‌گردد. و اندروم مشاهده نمود که با افزایش سیلیسیوم به محیط کشت عملکرد برنج، سویا، آفتابگردان، گندم و نیشکر افزایش یافته است (۱۵). کاربرد سیلیسیوم منجر به افزایش غلظت آن در گیاه برنج گردیده است (۱۳). سالیانه مقادیر زیادی کود فسفاته در شالیزارها مصرف می‌گردد و این در حالی است که کمبود فسفر خصوصا در خاکهای اسیدی نقاط جهان یک عامل محدودکننده رشد معرفی گردیده است. کمبود فسفر عمده‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاه در خاکهای اسیدی نقاط مختلف جهان می‌باشد. فسفر معمولا بصورت HPO_4^{2-} و H_2PO_4^- توسط ریشه گیاه برنج جذب و مورد استفاده قرار می‌گیرد. از ویژگیهای کودهای فسفاته تثبیت و غیرقابل استفاده شدن بخش اعظم آن پس از مصرف در خاک می‌باشد، بطوریکه بازیابی توسط گیاه نسبتا کم و تحرک آن در خاک ناچیز است.

مزرعه و تجزیه آزمایشگاهی بوسیله برنامه آماری کامپیوتری MSTATC مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که سطوح فسفر تاثیر معنی‌داری بر وزن شلتوک برنج در سطح پنج درصد داشته است (جدول ۲) و بیشترین مقدار شلتوک برنج با مصرف ۲۵ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار حاصل شد، ادامه روند افزایش مصرف فسفر منجر به کاهش عملکرد شلتوک گیاه برنج رقم بینام گردید (جدول ۳). از دیرباز فسفر بعنوان یک عنصر ضروری موثر در رشد و عملکرد برنج شناخته شده است (۱۴). افزایش عملکرد با مصرف مقدار ۲۵ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار حاکی از آن است که جهت تامین نیاز غذایی گیاه برنج می‌بایست مقدار کافی و مناسب فسفر قابل جذب در محلول خاک موجود باشد تا ضمن تعادل با سایر عناصر غذایی گیاه بتواند به عملکرد مطلوبی دست یابد لکن افزایش هرچه بیشتر فسفر نیز می‌تواند نوعی عدم تعادل در جذب سایر عناصر غذایی و خاصه عناصر کم مصرفی نظیر روی (Zn) و مس (Cu) موجود در خاک ایجاد نموده و گیاه با مشکل جذب آنها روبرو شود و این عدم تعادل باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه برنج شود. سطوح مصرف سیلیسیوم بر غلظت سیلیسیوم، وزن خشک اندام هوایی، جذب فسفر و جذب سیلیسیوم برنج تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشته است (جدول ۲).

در طی دوره آزمایش مراقبت‌های ویژه انجام گردید بطوریکه حتی‌الامکان سعی شد به مقدار حداقل یک لایه نازک تا حداکثر ۵ سانتیمتر آب در تمام قطعات موجود باشد و بمنظور جلوگیری از خسارت آفات و بیماریها در طی مرحله رشد گیاه برنج و در زمان مناسب یک مرحله علیه کرم ساقه‌خوار و یک مرحله نیز علیه بیماری بلاست سمپاشی انجام و وجین علف هرز قطعات نیز در یک مرحله و بصورت سنتی صورت گرفت. در انتهای مرحله رسیدگی برنج، محصول تیمارها پس از حذف حاشیه از یک مترمربع و بصورت کفبر برداشت، خرمکوبی و با رطوبت ۱۴٪ محاسبه گردید. اندام هوایی فاقد دانه هر بوته نیز پس از شستشو با آب معمولی و آب مقطر در دمای ۶۷ درجه سانتیگراد آون تا رسیدن به یک وزن ثابت خشک گردید. وزن خشک اندام هوایی گیاه برنج اندازه‌گیری و پس از پودر نمودن با دستگاه گیاه خردکن، فسفر اندام هوایی به روش نوریسنجی تعیین (۱۶) و برای اندازه‌گیری سیلیسیوم در گیاه مقدار ۲ گرم از نمونه گیاه خشک و پودر شده را توزین و درون بالون ریخته و مقدار ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۵ میلی‌لیتر آب اکسیژنه، ۵ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ در یک سیستم رفلاکس ورودی دستگاه گرماده بمدت ۶-۷ ساعت هضم گردید. محتوی نهایی را صاف و مقدار رسوب بالای کاغذ صافی به کمک کروزه چینی در کوره و در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد بمدت ۳۰ دقیقه نگهداشته شد. پس از خارج نمودن کروزه از کوره، محتوی حاصل که در واقع سیلیسیوم (به شکل SiO_2) می‌باشد به روش توزین محاسبه گردید. در پایان مقادیر عددی حاصل از نتایج

جدول ۲- تجزیه واریانس مربوط به غلظت فسفر، غلظت سیلیسیوم، وزن خشک اندام هوایی، وزن شلتوک، جذب فسفر،

جذب سیلیسیوم برنج رقم بینام

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		غلظت سیلیسیوم	غلظت فسفر	وزن خشک	وزن شلتوک
تکرار	۳	۴/۳۰ NS	۰/۰۰۲ NS	۲۶۳/۱۶ NS	۱۰۵۵۹/۸۹ NS
فسفر	۳	۰/۸۱ NS	۰/۰۰۲ NS	۵۰۶/۲۸ NS	۲۳۹۶۴/۰۶ *
اشتباه اول	۹	۱/۷۳	۰/۰۰۱	۱۲۶۹/۶۵	۵۲۰/۸۵۱
سیلیس	۳	۵/۶۴ **	۰/۰۰۰۱ NS	۱۴۶۹/۵۱ **	۲۲۴۳/۲۳ NS
تاثیر متقابل سطوح فسفر و سیلیس	۹	۰/۸۱ NS	۰/۰۰۱ NS	۷۰۱/۸۵ **	۳۷۶۴/۰۶ NS
اشتباه دوم	۳۶	۰/۸۰	۰/۰۰۱	۲۳۱/۷۷	۴۵۱۳/۰۲
ضریب تغییرات (درصد)	--	۸/۵۶	۱۱/۱۲	۱۰/۰۲	۱۷/۵۰

*, **, * : بترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

NS : از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۳- تاثیر سطوح فسفر و سیلیسیوم بر وزن شلتوک و وزن

سطح سیلیسیوم (کیلوگرم درهکتار)	سطح فسفر (کیلوگرم درهکتار)				میانگین
	۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	
	وزن خشک (گرم در مترمربع)				
۰	۱۳۹/۱ bc*	۱۳۳/۷c	۱۲۹/۹c	۱۵۲/۸bc	۱۳۸/۹ b
۴۰۰	۱۴۳/۱ bc	۱۴۷/۶bc	۱۷۱/۳b	۱۶۳/۸bc	۱۵۶/۵ a
۸۰۰	۱۵۸/۸ bc	۱۴۱/۲bc	۱۵۳/۳bc	۱۵۱/۰bc	۱۵۱/۱ a
۱۶۰۰	۱۷۵/۷a	۱۵۴/۵bc	۱۷۵/۵a	۱۳۸/۷bc	۱۶۱/۱ a
میانگین	۱۵۴/۲ A	۱۴۴/۳ A	۱۵۷/۵ A	۱۵۱/۶A	---
وزن شلتوک (گرم در مترمربع)					
۰	۳۵۲/۵bc*	۳۹۲/۵bc	۳۹۷/۵bc	۳۴۷/۵c	۳۷۲/۵a
۴۰۰	۳۴۷/۵c	۴۰۲/۵bc	۴۶۲/۵b	۳۴۷/۵c	۳۹۰/۰a
۸۰۰	۳۵۲/۵bc	۴۸۵/۰a	۴۰۷/۵bc	۳۴۵/۰c	۳۹۷/۵a
۱۶۰۰	۳۸۵/۰bc	۳۹۲/۵bc	۳۹۵/۰bc	۳۳۰/۰c	۳۷۵/۶a
میانگین	۳۵۹/۴AB	۴۱۸/۱A	۴۱۵/۶A	۳۴۲/۵B	---

* میانگین‌هایی که برای هر صفت اندازه‌گیری شده در یک حرف کوچک و یا در هر ردیف در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند، براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند.

جدول ۴- تاثیر سطوح فسفر و سیلیسیوم بر غلظت‌های

سیلیسیوم و فسفر اندام هوایی برنج رقم بینام

سطح سیلیسیوم (کیلوگرم درهکتار)	سطح فسفر (کیلوگرم درهکتار)				میانگین
	۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	
	غلظت سیلیسیوم (درصد)				
۰	۱۰/۵۱ ab*	۹/۹۱ab	۹/۰۹۷b	۹/۶۴ab	۹/۷۹ b
۴۰۰	۱۰/۲۲ ab	۱۰/۴۹ab	۱۰/۸۱ab	۹/۷۹ab	۱۰/۳۳ b
۸۰۰	۱۰/۹۸ ab	۱۰/۳۳ab	۱۰/۳۰ab	۹/۷۴ab	۱۰/۳۴ b
۱۶۰۰	۱۱/۳ab	۱۱/۱۷a	۱۱/۳۱a	۱۱/۳۹a	۱۱/۲۲ a
میانگین	۱۰/۶۸ A	۱۰/۴۸ A	۱۰/۳۸ A	۱۰/۱۴A	---
غلظت فسفر (درصد)					
۰	۰/۲۰a*	۰/۲۳a	۰/۲۲a	۰/۲۲a	۰/۲۲a
۴۰۰	۰/۲۱a	۰/۲۴a	۰/۲۳a	۰/۲۲a	۰/۲۲a
۸۰۰	۰/۲۰a	۰/۲۲a	۰/۲۰a	۰/۲۳a	۰/۲۱a
۱۶۰۰	۰/۲۱a	۰/۲۲a	۰/۲۴a	۰/۲۲a	۰/۲۲a
میانگین	۰/۲۱A	۰/۲۳A	۰/۲۲A	۰/۲۲A	---

* میانگین‌هایی که برای هر صفت اندازه‌گیری شده در یک حرف کوچک و یا در هر ردیف در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند، براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند.

تانکا و پارک (۱۹۶۶) افزایش غلظت سیلیسیوم و وزن خشک اندام هوایی برنج را با مصرف سیلیسیوم گزارش نمودند.

سیلیسیوم از طریق تقلیل سمیت عناصر کم مصرف و تعدیل جذب عناصر پرمصرف بر رشد و عملکرد وزن خشک اندام هوایی گیاه تاثیر می‌گذارد. مقایسه میانگین به روش دانکن (جدول ۳ و ۴) نشان می‌دهد که مصرف ۴۰۰ کیلوگرم سیلیکات کلسیم در هکتار وزن خشک اندام هوایی برنج در سطح پنج درصد معنی‌دار گردیده بطوریکه با افزایش هرچه بیشتر سیلیسیوم افزایش معنی‌داری در وزن خشک مشاهده نمی‌گردد و بیشترین غلظت سیلیسیوم نیز با مصرف ۱۶۰۰ کیلوگرم از کود سیلیکات در هکتار بروز نموده است. تاثیر متقابل سطوح فسفر و سیلیسیوم بر وزن خشک و جذب فسفر بترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۵- تاثیر سطوح فسفر و سیلیسیوم بر مقادیر جذب

سیلیسیوم و فسفر اندام هوایی برنج رقم بینام

سطح سیلیسیوم (کیلوگرم درهکتار)	سطح فسفر (کیلوگرم درهکتار)				میانگین
	۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	
	جذب سیلیسیوم (گرم در مترمربع)				
۰	۱۴/۶۱ cde*	۱۳/۱۸de	۱۱/۸۲e	۱۴/۷۰cde	۱۳/۵۸ c
۴۰۰	۱۴/۵۷ cde	۱۵/۵۱cd	۱۸/۰۲abc	۱۶/۱۱abcd	۱۶/۰۵ b
۸۰۰	۱۷/۵۴ abc	۱۴/۶۰cde	۱۵/۵۷cd	۱۴/۴۸cde	۱۵/۵۴ b
۱۶۰۰	۱۹/۳۳ab	۱۷/۲۰abc	۱۹/۶۱a	۱۵/۷۹bcd	۱۷/۹۸ a
میانگین	۱۶/۵۱ A	۱۵/۱۲ A	۱۶/۲۵ A	۱۵/۲۷A	---
جذب فسفر (گرم در مترمربع)					
۰	۰/۲۸c*	۰/۳۱bc	۰/۲۹c	۰/۳۴bc	۰/۳۱b
۴۰۰	۰/۳۰c	۰/۳۶bc	۰/۴۰b	۰/۳۵bc	۰/۳۵a
۸۰۰	۰/۳۲bc	۰/۳۲bc	۰/۳۱c	۰/۳۵bc	۰/۳۲a
۱۶۰۰	۰/۳۷bc	۰/۳۴bc	۰/۴۲a	۰/۳۱c	۰/۳۶a
میانگین	۰/۳۲A	۰/۳۳A	۰/۳۵A	۰/۳۴A	---

* میانگین‌هایی که برای هر صفت اندازه‌گیری شده در یک حرف کوچک و یا در هر ردیف در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند، براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند.

هرچند که مصرف سطوح مختلف فسفر بر وزن خشک اندام هوایی برنج معنی‌دار نبوده ولی مقایسه میانگین به روش دانکن نشان می‌دهد که مصرف ۱۶۰۰ کیلوگرم سیلیکات کلسیم با ۵۰ کیلوگرم در هکتار با و بدون سوپرفسفات تریپل بیشترین عملکرد وزن خشک اندام هوایی برنج را حاصل کرده است و چنین روندی در عملکرد وزن شلتوک با مصرف ۸۰۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از کودهای سلیکاته و فسفاته در

کیلوگرم سوپر فسفات تریپل بیشترین جذب فسفر را داشته است و این تفاوت در سطح پنج درصد معنی دار می باشد. با توجه به جدول ۱ دلیل این اثر احتمالا می تواند به فاکتور رقت ناشی از رشد زیاد اندام هوایی گیاه برنج تلقی گردد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از سرکارخانم بصیری ماشین نویس بخش تحقیقات خاک و آب موسسه تحقیقات برنج کشور که در تایپ کامپیوتری این مجموعه زحمت کشیدند تشکر و قدردانی می گردد.

هکتار حاصل گردیده است (جدول ۳). عبارتی برای دستیابی افزایش عملکرد وزن خشک اندام هوایی به مقدار بیشتری از نسبت سیلیسیوم و فسفر مورد نیاز است در حالیکه افزایش عملکرد وزن شلتوک برنج در سطح پایین تری از این نسبتها قابل حصول است. رشد رویشی ارقام گیاه برنج می تواند همبستگی مثبت یا منفی با عملکرد دانه گیاه برنج داشته باشد (۳). جدول ۵ و ۲ نشان می دهند که مصرف مقادیر مختلف فسفر بر غلظت و جذب فسفر اندام هوایی تاثیر معنی داری نداشته است در حالیکه مصرف ۱۶۰۰ کیلوگرم سیلیکات کلیسم و ۵۰

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. حق پرست، م و پ، عزیزی. ۱۳۶۳. تاثیر سیلیکات سدیم بر قابلیت استفاده جذب فسفر و مشاهده اثر جنبی آن بر روی مقاومت گیاه برنج (بینام) در مقابل کرم ساقه خوار. گزارش طرح تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.
2. Arthur, W. 1989. Relationships among nitrogen, silicon and heavy metal uptake by plants. *Soil Sci.* 147: 457- 460.
3. DeDatta, S. K. 1976. Principles and Practices of Rice Production. Intern. Rice Res. Ins.
4. Islam, A., & R. C. Saha. 1969. Effects of silicon on the chemical composition of rice in plants. *Plant Soil.* 30: 446- 458.
5. Islam, A. 1964. The yield and chemical composition of soybeans as affected by three levels of complementary nutrients associated with five levels phosphorus. *Pakistan J. Soil Sci.* 1: 32- 47.
6. James, H. C., & S. Yoshida. 1970. An assessment of the effect silicate application on rice by asimulation method. *Soil Sci. Plant Nutr.* 16: 212- 214.
7. James, V. & D. E. Williams. 1967. Manganese and silicon interaction in the gramineae. *Plant Soil.* 107: 131- 139.
8. Jianfeng, M., & E. Takahashi. 1990. Effect of silicon on the growth and phosphorus uptake of rice. *Plant Soil.* 126: 115- 119.
9. Jones, L. H., & K. A. Handreck. 1967. Silica in soils, plant and animals. *Adv. Agron.* 19: 107- 149.
10. Jones, L. H. P., & K. A. Handreck. 1969. Uptake of silica by trifolium in carnatum in relation to the concentration the external solution and to transpiration. *Plant Soil.* 200: 71- 80.
11. Larry, P., W. Dixon & J. B. Weed 1977. Minerals in soil Environments. 2th ED, *Soil Sci. Soc. Amer. J. P:* 471- 540.
12. Sawarkar, M. J., & B. K. Pathak. 1985. Effect of silicate and phosphste application on nutrition of maize. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 33: 930- 932.
13. Tanaka, A., & Y. D. Park. 1966. Sigtificance of the absorbtion and distribution of silicon in the grwth of the rice plant. *Soil Sci plant Nutr.* 12: 23- 27.
14. Tisdale, S. L., W. L. Nelson, & J. D. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizers. 4th ED. Macmillan publishing compony. P: 397- 398.
15. Vandervorm, P. D. J. 1980. Uptake of Si by five plant species, as influenced by variations in Si- Supply. *Plant Soil.* 56: 113- 156.
16. Victor. J. K. 1961. Method of analysis for soil, plant and water. Univ. Calif. Div. Agric. Sci. P: 959- 962.
17. Yoshida, S., Y. Ohnishi, & K. Kitayishi 1962. Chemical froms, mobility and deposition of silicon rice plant. *Soil Sci. Plant Nutr.* 8: 107- 113.

Evaluation of Interaction of Silica and Phosphorous on the Growth and Grain Yield of Rice (*Oryza sativa* L.)

A. SHAHDI KUMLEH¹ AND M. KAVOSSI²

1, 2, Members of Scientific Board, Rice Research Institute of Iran (RRII)

Accepted Dec. 24, 2003

SUMMARY

To evaluate the effect of silica and phosphorous application on the growth and yield of a local rice variety, a field study was conducted in 1997 in Rice Research Institute of Iran (RRII). A split plot in a RCBD was adopted with four replications including different levels of silicate application (0, 400, 800 and 1600 kg/ha calcium silicate) as sub plots and rates of P₂O₅ application (0, 25, 50 and 100 kg/ha P₂O₅ as triple super phosphate) as main plot. Rice grain yield, silicon and phosphorous concentration in the shoot of rice plant, dry matter and total P as well as Si uptake in plant tops were determined at ripening stage. Results showed that effect of phosphorous on the grain yield, and effect of Si application on the dry matter, Si concentration and total uptake of Si and P were significant. Although among different rates of P₂O₅ and calcium silicate, application of 25 kg/ha P₂O₅ and 400 kg/ha calcium silicate showed higher dry matter and grain yield, but a combination of 25 kg/ha P₂O₅ with 800 kg/ha calcium silicate produced highest grain yield. This may indicate positive interaction of silica with phosphorous on the growth as well as rice grain yield.

Key words : Silica and Phosphorous, Rice plant, Interaction.