اثر سولفات روی بر پارامترهای کیفی وابسته به نیتروژن و روی در ژنوتیپ‌های پرمحصول و کم محصول برنج

رضا یدی*[۱]، سلمان دستان[۲]، فاطمه حق شناس گتابی[۳]

۱. عضو هیات علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور بوشهر.

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت، تهران، ایران.

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر.

*reza_yadi2007@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر سولفات روی بر پارامترهای کیفی ژنوتیپ‌های برنج، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی واقع در شهرستان بابل در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. سطوح ۰، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار به عنوان عامل اصلی و ژنوتیپ‌های سنگ طارم، طارم محلی، ندا و شیرودی به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد با مصرف سولفات روی غلظت نیتروژن دانه افزایش یافت. بیشترین غلظت نیتروژن دانه برای رقم شیرودی به دست آمد. حداکثر جذب نیتروژن دانه با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی حاصل شد. جذب نیتروژن دانه برای رقم شیرودی حداکثر و برای رقم سنگ طارم و طارم محلی حداقل بود. بیشترین غلظت روی دانه با مصرف تحت سطوح ۴۰ کیلوگرم سولفات روی و کمترین درصد آن برای تیمار شاهد سولفات روی حاصل شد. بیشترین جذب روی دانه با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی به دست آمد. حداکثر جذب نیتروژن دانه برای اثر متقابل مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی و دو رقم ندا و شیرودی و اثر متقابل مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی و دو رقم ندا و شیرودی به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: برنج، رقم، روی، عملکرد دانه.

مقدمه

عناصر کم مصرف عناصری هستد که برای رشد و نمو گیاه بسیار لازم و اساسی می‌باشند اما در مقادیر کمتر از عناصر غذایی اصلی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. پژوهشگران متعددی نیز گزارش کردند که روی باعث افزایش درصد نیتروژن و پروتئین در اندام هوایی گیاهان زراعی می‌شود (ماناسترو و همکاران، ۲۰۰۷؛ ساوان و همکاران ۲۰۰۶). بگام و همکاران (۲۰۰۳) با کاربرد مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد روی در گیاه برنج متذکر شدند که کود روی درصد نیتروژن و پروتئین را افزایش می‌دهد. این محققین حداکثر پروتئین و درصد نیتروژن را به ترتیب ۷/۱۴ و ۱/۲ در سطح کودی ۵ و ۷/۵ کیلوگرم اکسیدروی در هکتار بدست آوردند. التاهامی و گرادلی (۲۰۰۷) در مطالعه محلول‌پاشی روی بر پاسخ فیزیولوژیکی رشد و عملکرد و کیفیت لوبیا سبز نشان داد که محلول‌پاشی روی کیفیت غلات را همچون محتوی پروتئین و کربوهیدات‌ها را افزایش داد. پک و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثر روی در ترکیبات پروتئین از گندم نان اعلام کردند که کاربرد روی به طور معنی‌داری در ترکیبات پروتئین دانه مؤثر است و محلول‌پاشی روی به طور معنی‌داری باعث کاهش گلیادین و افزایش نسبت پروتئین پلیمری به گلیادین شد. روی یک ریز مغذی مهم در امر فعالیت آنزیم های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده‌های رشد می‌باشد. نارس

و عقیم بودن دانه‌های گرده، کوچکی اندازه برگ، وجود نوارهای روشن در امتداد رگبرگ اصلی برگ، و یا کوتولگی گیاه از علایم کمبود این عنصر ریز مغذی در گیاه است. طبق گزارشات ملکوتی و طهرانی (۱۳۸۴) اظهار داشتند مصرف خاکی و برگی عناصر ریز مغذی آهن، روی، منگنز و مس در امر تغذیه ذرت باعث افزایش عملکرد دانه شده است و در این بین نقش مثبت آهن و روی در افزایش عملکرد بیش از نقش منگنز و مس بود. در این تحقیق اثر سولفات روی بر پارامترهای کیفی ژنوتیپ‌های پرمحصول و کم محصول برنج بررسی شد.

مواد و روش‌ها

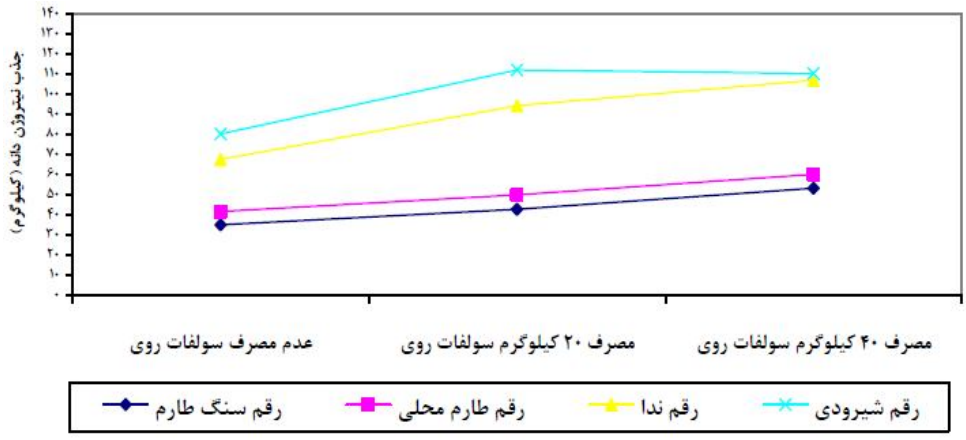
به منظور بررسی سولفات روی بر پارامترهای کیفی ژنوتیپ‌های پرمحصول و کم محصول برنج، آزمایشی در مزرعه پژوهشی واقع در شهرستان بابل با عرض جغرافیایی ۴۳ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۱۳ درجه و ۵۳ درجه شرقی و با ارتفاع ۱۵ متر از سطح دریا در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. نمونه‌برداری خاک قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام شد که دارای pH برابر ۷/۷، ماده آلی برابر ۲/۴ درصد و غلظت فسفر و پتاس قابل جذب به ترتیب برابر با ۱۵/۸ و ۱۸۰ پی پی ام و نیتروژن کل آن برابر ۰/۱۸ درصد بود. آزمایش به فرم کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سطوح ۰، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ سولفات روی در هکتار به عنوان عامل اصلی و ژنوتیپ‌های سنگ طارم، طارم محلی، ندا و شیرودی به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. بر اساس دستورالعمل یوشیدا Yoshida, (1981) عملیات کاشت، داشت و برداشت انجام شد.

برای تعیین محتوای نیتروژن دانه و کاه به وسیله روش میکروکجلدال استفاده شد. برای تعیین محتوای روی در دانه و کاه و کلش از روش ASTM استفاده شد در این روش دو گرم برنج آسیاب شده در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. نمونه‌ها به وسیله محلول نیتریک پرکلریک اسید تجزیه شد. که این از روش استاندارد $ASTM_{2000}$ صورت گرفت. سپس۲/۵ میلی‌گرم اسید سولفوریک به ازای هر یک گرم نمونه به آن اضافه شد. بعد نمونه‌ها را در دستگاه مخلوط کن آزمایشگاهی به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده و بعد از آن نمونه‌ها را به وسیله اسید شسته ودر مکان گرم قرار گرفت و به تدریج دما را افزایش یافت تا دمای محلول (مخلوط) به دمای بخار برسد. این افزایش دما را تا آنجا ادامه یافت تا بخار شدن پر کلریک مشاهده شود. بعد از آن آب دی یونیزه شده را به محلول تجزیه شده اضافه شد تا مقدار آن به ۲۵ میلی‌لیتر برسد. محتوای روی دانه به وسیله روش Flame Atomic Absorrption Spectophotometery اندازه‌گیری شد. در این روش از دستگاه Chemtech و Alfa-4 ساخت کشور آلمان برای اندازه‌گیری روی در دانه استفاده شد و این دستگاه بر اساس واحد میلی‌گرم بر کیلوگرم بیان شد (Anonymous, 1998). داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

غلظت نیتروژن دانه: این صفت از نظر آماری تحت اثر سولفات روی در سطح احتمال ۵٪ و تحت اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). با مصرف سولفات روی درصد نیتروژن دانه افزایش یافت، به طوری که بیشترین درصد نیتروژن دانه معادل ۱/۶۱ و ۱/۴۸٪ با مصرف ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم روی و کمترین نیتروژن دانه برابر ۱/۱۲٪ تحت تیمار شاهد مشاهده شد. کمترین درصد نیتروژن دانه (۱/۳۳٪) برای رقم سنگ طارم و بیشترین درصد آن برای رقم شیرودی معادل ۱/۴۹٪ به دست آمد و برای دو ژنوتیپ طارم محلی و ندا برابر ۱/۴۳ و ۱/۳۶٪ بود (جدول ۲).

جذب نیتروژن دانه در هکتار: این صفت از نظر آماری تحت اثر سولفات روی و اثر متقابل سولفات روی و ژنوتیپ در سطح احتمال ۵٪ و تحت اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). حداکثر جذب نیتروژن دانه (۸۲/۷۸ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی و کمترین آن تحت تیمار شاهد برابر ۵۶/۲۱ کیلوگرم در هکتار بود. جذب نیتروژن دانه برای رقم شیرودی حداکثر (۱۰۱ کیلوگرم در هکتار) و برای رقم سنگ طارم و طارم محلی حداقل بود که به ترتیب برابر ۴۳/۷۴ و ۵۰/۶۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲). حداکثر جذب نیتروژن دانه برای اثر متقابل مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی و دو رقم ندا و شیرودی برابر ۹۶/۴ و ۱۱۲/۳ کیلوگرم در هکتار و اثر متقابل مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی و دو رقم ندا و شیرودی برابر ۱۰۷/۲ و ۱۱۰/۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان جذب نیتروژن دانه در هکتار برای اثر متقابل تیمار شاهد و رقم سنگ طارم (۳۵/۰۸ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (شکل ۱).

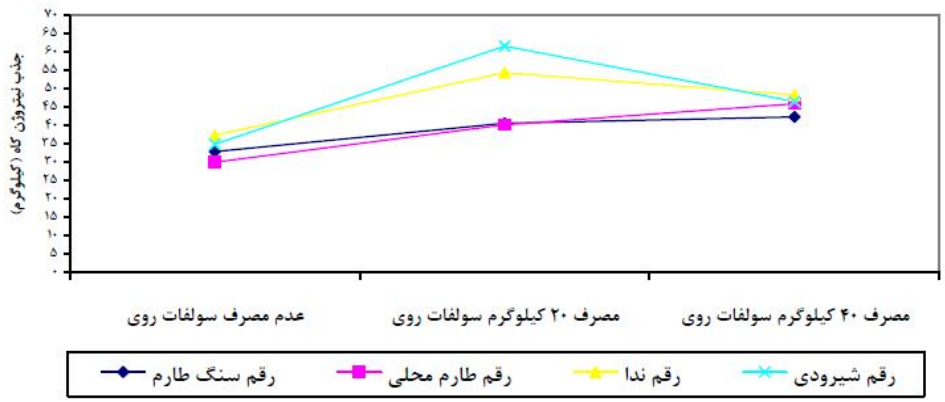


شکل ۱. اثر متقابل سولفات روی و ژنوتیپ بر جذب نیتروژن دانه.

غلظت نیتروژن کاه و کلش: این صفت از نظر آماری تنها تحت اثر سولفات روی در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). با مصرف سولفات روی غلظت نیتروژن کاه افزایش یافت، به طوری که بیشترین درصد نیتروژن کاه معادل ۰/۶۳ و ۰/۶۲٪ با مصرف ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم روی و کمترین نیتروژن دانه برابر ۰/۴٪ تحت تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲).

جذب نیتروژن کاه و کلش در هکتار: جذب نیتروژن کاه و کلش از نظر آماری تحت اثر سولفات روی و اثر متقابل

سولفات روی و ژنوتیپ در سطح احتمال ۵٪ و تحت اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). حداکثر جذب نیتروژن کاه برابر ۴۵/۷۸ و ۴۹/۲۲ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم سولفات روی و کمترین آن تحت تیمار شاهد برابر ۳۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. جذب نیتروژن کاه برای رقم ندا و شیرودی حداکثر (۴۶/۷۱ و ۴۷/۶۹ کیلوگرم در هکتار) و برای رقم سنگ طارم و طارم محلی حداقل بود که به ترتیب برابر ۳۸/۵۸ و ۳۸/۶۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲). حداکثر جذب نیتروژن برای اثر متقابل مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی و رقم شیرودی برابر ۶۱/۶۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان جذب نیتروژن در هکتار برای اثر متقابل تیمار شاهد و رقم طارم محلی (۲۹/۹۳ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (شکل ۲).



شکل ۲. اثر متقابل سولفات روی و ژنوتیپ بر جذب نیتروژن کاه و کلش.

شاخص برداشت نیتروژن: شاخص برداشت نیتروژن از نظر آماری تنها تحت اثر سولفات روی در سطح احتمال ۵٪ قرار گرفت (جدول ۱). بالاترین شاخص برداشت نیتروژن برابر ۷۳/۷۹٪ برای تیمار شاهد و کمترین شاخص برداشت نیتروژن با مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی برابر ۷۰/۱۲٪ به دست آمد و با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار برابر ۷۲/۴٪ بود.

غلظت روی دانه: غلظت روی دانه از نظر آماری تحت اثر سولفات روی و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین غلظت روی دانه با مصرف تحت سطوح ۴۰ کیلوگرم سولفات روی برابر ۲۷/۲۵٪ و کمترین درصد آن برای تیمار شاهد سولفات روی برابر ۱۸/۲۵٪ حاصل شد. کمترین غلظت روی دانه برابر ۲۰٪ برای رقم ندا و بیشترین درصد آن برای رقم سنگ طارم برابر ۲۷/۵۶٪ حاصل شد و برای دو رقم طارم محلی و ندا برابر ۲۳/۳۳ و ۲۰٪ بود (جدول ۲).

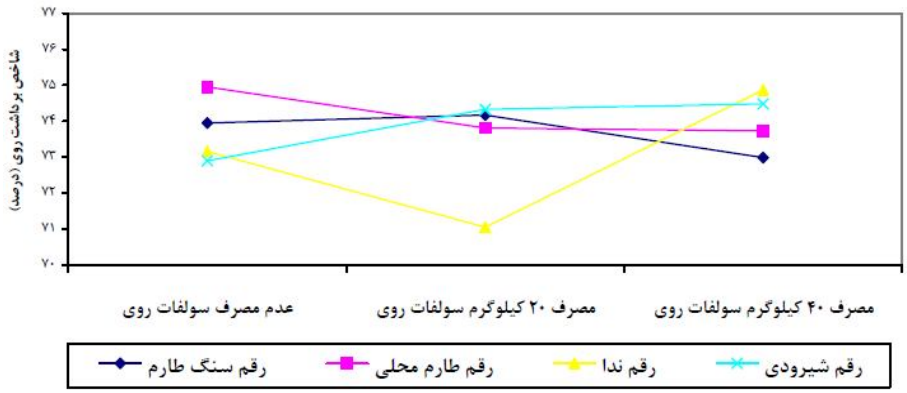
جذب روی دانه در هکتار: این صفت از نظر آماری تحت اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین جذب روی دانه برابر ۱۳/۴۸ گرم در هکتار با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی به دست آمد و کمترین میزان آن برابر ۹/۶۵ گرم در هکتار تحت تیمار شاهد سولفات روی حاصل شد و برای مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی برابر ۱۱/۵۸ گرم در هکتار بود. کمترین جذب روی دانه برای دو رقم سنگ طارم و طارم محلی برابر ۹/۰۵ و ۹/۲۶ گرم در هکتار و بیشترین جذب روی دانه برای دو رقم ندا و شیرودی برابر ۱۳/۳ و ۱۴/۶۷ گرم در هکتار حاصل شد (جدول ۲).

غلظت روی کاه و کلش: غلظت روی کاه و کلش از نظر آماری تحت اثر سولفات روی در سطح احتمال ۵٪ و تحت اثر

ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین غلظت روی کاه و کلش با مصرف تحت سطوح ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم سولفات روی برابر ۸/۵۲ و ۹/۶۲٪ و کمترین درصد آن برای تیمار شاهد سولفات روی برابر ۶/۴۸٪ حاصل شد. بیشترین غلظت روی کاه و کلش برای رقم سنگ طارم برابر ۹/۸۸٪ و کمترین غلظت روی کاه و کلش برای ژنوتیپ‌های طارم محلی، ندا و شیرودی برابر ۸/۱۹، ۷/۲۸ و ۷/۴۸٪ بود (جدول ۲).

جذب روی کاه و کلش در هکتار: این صفت از نظر آماری تنها تحت اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۵٪ قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین جذب روی کاه و کلش برابر ۷/۱۲ گرم در هکتار با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی به دست آمد و کمترین میزان آن برابر ۵/۴۸ گرم در هکتار تحت تیمار شاهد سولفات روی حاصل شد و برای مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی برابر ۶/۶۳ گرم در هکتار بود. بیشترین جذب روی کاه و کلش برای رقم سنگ طارم برابر ۷/۴ گرم در هکتار حاصل شد و کمترین میزان آن برای ژنوتیپ‌های طارم محلی، ندا و شیرودی مشاهده شد که به ترتیب برابر ۵/۸۶، ۶/۴ و ۵/۹۸ گرم در هکتار بود (جدول ۲).

شاخص برداشت روی: این صفت از نظر آماری تنها تحت اثر متقابل سولفات روی و ژنوتیپ در سطح احتمال ۵٪ اختلاف آماری معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). کمترین شاخص برداشت روی برابر ۷۱/۰۵٪ برای اثر متقابل مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی و رقم ندا و بیشترین شاخص برداشت روی برای اثرات متقابل مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی و ژنوتیپ‌های سنگ طارم، طارم محلی، ندا و شیرودی معادل ۷۲/۹۹، ۷۳/۷۳، ۷۴/۸۷ و ۷۴/۴۸٪ و اثر متقابل مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی و ژنوتیپ‌های سنگ طارم، طارم محلی و شیرودی برابر ۷۴/۱۷، ۷۳/۸۱ و ۷۴/۳۳٪ و اثر متقابل تیمار شاهد سولفات روی و دو رقم سنگ طارم و طارم محلی برابر ۷۳/۹۵ و ۷۴/۵۹٪ حاصل شد (شکل ۳).



شکل ۳. اثر متقابل سولفات روی و ژنوتیپ بر شاخص برداشت عنصر روی

بحث

پژوهشگران متعددی نیز گزارش کردند که روی باعث افزایش درصد نیتروژن و پروتئین در اندام هوایی گیاهان زراعی می‌شود (ماناسترو و همکاران، ۲۰۰۷؛ ساوان و همکاران ۲۰۰۶). بگام و همکاران (۲۰۰۳) با کاربرد مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد روی در گیاه برنج متذکر شدند که کود روی درصد نیتروژن و پروتئین را افزایش می‌دهد. این محققین حداکثر پروتئین و درصد نیتروژن را به ترتیب ۷/۱۴ و ۱/۲ در سطح کودی ۵ و ۷/۵ کیلوگرم اکسیدروی در هکتار بدست آوردند.

التاهامی و گرادلی (۲۰۰۷) در مطالعه محلول‌پاشی روی بر پاسخ فیزیولوژیکی رشد و عملکرد و کیفیت لوبیا سبز نشان داد که محلول‌پاشی روی کیفیت غلات را همچون محتوی پروتئین و کربوهیدات‌ها را افزایش داد. پک و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثر روی در ترکیبات پروتئین از گندم نان اعلام کردند که کاربرد روی به طور معنی‌داری در ترکیبات پروتئین دانه مؤثر است و محلول‌پاشی روی به طور معنی‌داری باعث کاهش گلیادین و افزایش نسبت پروتئین پلیمری به گلیادین شد. روی یک ریز مغذی مهم در امر فعالیت آنزیم های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده‌های رشد می‌باشد. نارس و عقیم بودن دانه‌های گرده، کوچکی اندازه برگ، وجود نوارهای روشن در امتداد رگبرگ اصلی برگ، و یا کوتولگی گیاه از علایم کمبود این عنصر ریز مغذی در گیاه است.

نتیجه‌گیری کلی

با مصرف سولفات روی غلظت نیتروژن دانه افزایش یافت، به طوری که بیشترین درصد نیتروژن دانه با مصرف ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم روی و کمترین نیتروژن دانه تحت تیمار شاهد مشاهده شد. حداکثر جذب نیتروژن دانه با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی حاصل شد. جذب نیتروژن دانه برای رقم شیرودی حداکثر و برای رقم سنگ طارم و طارم محلی حداقل بود. بیشترین غلظت روی دانه با مصرف تحت سطوح ۴۰ کیلوگرم سولفات روی به دست آمد. کمترین غلظت روی دانه برای رقم ندا و بیشترین درصد آن برای رقم سنگ طارم حاصل شد. بیشترین جذب روی دانه با مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی به دست آمد. بیشترین جذب روی دانه برای دو رقم ندا و شیرودی حاصل شد. حداکثر جذب نیتروژن دانه برای اثر متقابل مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی و دو رقم ندا و شیرودی و اثر متقابل مصرف ۴۰ کیلوگرم سولفات روی و دو رقم ندا و شیرودی و کمترین میزان جذب نیتروژن دانه در هکتار برای اثر متقابل تیمار شاهد و رقم سنگ طارم به دست آمد.

جدول ۱. میانگین مربعات اثر سولفات روی بر پارامترهای کیفی ژنوتیپ‌های پر محصول و کم محصول برنج.

منابع تغییرات	درجه آزادی	غلظت نیتروژن دانه	غلظت نیتروژن کاه	جذب نیتروژن دانه	جذب نیتروژن کاه	شاخص برداشت نیتروژن	غلظت روی دانه	غلظت روی کاه	جذب روی دانه	جذب روی کاه	شاخص برداشت روی
تکرار	2	0.23*	0.141*	292.16	726.26	66.13*	85.36*	7.18	28.35	1.03	7.33
سولفات روی (A)	2	0.78*	0.203*	2255.19*	791.30*	41.10*	246.36**	30.32*	44.10	8.53	1.39
خطا	4	0.05	0.029	357.15	198.94	18.80	11.74	2.55	31.83	5.24	1.93
رقم (B)	3	0.04**	0.011	7307.02**	221.91**	2.83	97.89**	12.56**	72.87**	4.39*	1.84
A × B	6	0.01	0.005	155.33*	82.72*	3.94	2.81	1.01	5.25	0.98	4.57*
خطا	18	0.01	0.003	77.69	38.85	2.06	9.83	1.20	5.01	1.00	2.01
ضریب تغییرات (٪)	-	6.38	9.17	12.34	14.52	11.99	13.60	13.36	19.35	15.60	11.93

* و **: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر سولفات روی بر پارامترهای کیفی ژنوتیپ‌های پر محصول و کم محصول برنج.

تیمارها	غلظت نیتروژن دانه (٪)	غلظت نیتروژن کاه (٪)	جذب نیتروژن دانه (کیلوگرم در هکتار)	جذب نیتروژن کاه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت نیتروژن (٪)	غلظت روی دانه (٪)	غلظت روی کاه (٪)	جذب روی دانه (گرم در هکتار)	جذب روی کاه (گرم در هکتار)	شاخص برداشت روی (٪)
سولفات روی										
شاهد	1.12 b	0.40 b	56.21 b	33.75 b	73.79 a	18.25 b	6.48 b	9.65 b	5.48 b	73.65 a
۲۰ کیلوگرم در هکتار	1.48 a	0.63 a	75.37 ab	49.22 a	70.12 b	23.67 ab	8.52 a	11.58 ab	6.63 ab	73.34 a
۴۰ کیلوگرم در هکتار	1.61 a	0.62 a	82.78 a	45.78 a	72.40 ab	27.25 a	9.62 a	13.48 a	7.12 a	74.02 a
ژنوتیپ										
سنگ طارم	1.33 c	0.52 b	43.74 c	38.58 b	72.30 a	27.56 a	9.88 a	9.05 b	7.40 a	73.40 a
طارم محلی	1.43 ab	0.55 ab	50.63 c	38.68 b	72.79 a	23.33 b	8.19 b	9.26 b	5.86 b	74.04 a
ندا	1.36 bc	0.53 b	90.43 b	46.71 a	71.51 a	20.00 c	7.28 b	13.30 a	6.40 b	73.02 a
شیرودی	1.49 a	0.59 a	101.0 a	47.69 a	71.81 a	21.33 bc	7.48 b	14.67 a	5.98 b	73.90 a

*: حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

منابع

۱. ملکوتی م ج و طهرانی م م، ۱۳۸۴. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی"عناصر خرد با تأثیر کلان"، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران- ایران.

2. Anonymous, 1998. Official Methods of Analysis of the AOAC International, 16th ed., supplement. AOAC International, Washington, D.C., pp. 25–28
3. Begum M Noor M Miah H and Mainul Basher M, 2003. Effect of rate and method of zinc application on growth and yield of Aus rice. Pakistan Journal of Biological Sciences. 6 (7): 688- 692.
4. El- Tohamy WA and Grealdy NHME, 2007. Physiological responses, growth, yield and quality of Snap Beans in response to foliar application of Yeast, Vitamin E and zinc under sandy Soil condition. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 1(3): 294- 299.
5. Monasterio IO Pena J and Cakmak I, 2007. Grain Protein and concentration in Wheat. . Zinc Crops. Istanbul, Turkey.
6. Peck AW Mcdonald GK and Grahan RD, 2008. Zinc nutrition influences the protein composition of flour in bread wheat (*Triticum aestivum*). Journal of Cereal Science. 47: 266-274.
7. Sawan Z Hafez S Basyony A and Alkassas A, 2006. Cottonseed, Protein, oil yield and oil peoperties as influence by potassium fertilization and foliar application of zinc and phosphorus. World Journal of Agricultural Sciences. 2(1): 66- 74.
8. Yoshida S, 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, Lagunna, Philippines.