نقش نانوسیلیکون و دیگر منابع سیلیس همراه با کاربرد نیتروژن و فسفر بر ویژگی‌های تکنولوژیکی و کیفیت پخت دانه برنج در رقم طارم هاشمی

مرتضی سام دلیری[۱]، علی افتخاری[۲]

چکیده:

به منظور بررسی نقش نانوسیلیکون و دیگر منابع سیلیس همراه با کاربرد نیتروژن و فسفر بر ویژگی‌های تکنولوژیکی و کیفیت پخت دانه برنج در رقم طارم هاشمی، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در شمال کشور، استان مازندران در منطقه ساری سواحل دریای خزر به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح منابع سیلیس شامل سیلیکات کلسیم و سیلیکات پتاسیم، به صورت خاک مصرف، محلول پاشی نانوسیلیکون و بدون مصرف سیلیس یا شاهد و دو سطح عدم مصرف و مصرف ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره و دو سطح فسفر شامل عدم مصرف و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفاتتریپل بودند. نتایج نشان داد کاربرد تیمارهای سیلیس، نیتروژن و فسفر بر طول دانه قبل پخت تأثیری نداشت ولی منابع نانوسیلیکون و سیلیکات پتاسیم در هر دو سال دارای بیشترین طول دانه بعد پخت و در سال اول دارای بیشترین دمای ژلاتینه و در سال دوم دارای بیشترین نسبت طویل شدن دانه و غلظت ژل بودند، کاربرد نیتروژن سبب افزایش طول دانه و کاهش غلظت ژل در هر دو سال و افزایش نسبت طویل شدن دانه تنها در سال اول شد همچنین در طی هر دو سال آزمایش زمانی که نانوسیلیکون و سیلیکات پتاسیم با نیتروژن مصرف شدند بیشترین طول دانه بعد پخت و دمای ژلاتینه شدن حاصل شد. اثر ساده تیمار فسفر بر هیچ یک از صفات معنی‌دار نبود، ولی کاربرد همزمان نانوسیلیکون با فسفر و سیلکیات پتاسیم با فسفر سبب افزایش نسبت طویل شدن دانه در هر دو سال و افزایش طول دانه بعد پخت در سال دوم شدند، تیمار مصرف هم زمان نیتروژن با فسفر در سال دوم دارای بیشترین درصد آمیلوز بود.

کلمات کلیدی: نانوسیلیکون ، برنج، کیفیت پخت

۱دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس
۲استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

مقدمه:

برنج یکی از مهمترین محصولات کشاورزی دنیاست و بعد از گندم جایگاه دوم را از نظر تولید سالانه به خود اختصاص داد و غذای اصلی نیمی از مردم دنیا را تشکیل می‌دهد لذا توجه به کیفیت آن امری ضروری به نظر می‌رسد، کیفیت برنج به وسیله ظاهر دانه، کیفیت پخت و ارزش غذایی آن تعیین می‌شود در این رابطه خصوصیات فیزیکی مانند طول و عرض و نسبت طول به عرض دانه از فاکتورهای مهم برای مصرف کنندگان است (Hossein et al., ۲۰۰۹). ویژگی غذایی و پخت و پز تحت تأثیر ویژگی‌های شیمیایی نشاسته از جمله آمیلوز و آمیلوپکتین قرار می‌گیرد (Futakuchi et al., ۲۰۰۸). برنج با توجه به محتوای آمیلوزی موجود در دانه به گروه‌های مومی (۲٪-۰) بسیار کم (۹٪-۳) متوسط (۲۵٪-۲۰) و بالا (۲۵٪<) تقسیم می‌شوند (Cruz and Khush, ۲۰۰۰). افزایش طول دانه بدون افزایش قطر دانه به عنوان یک ویژگی مثبت در ارقام برنج می‌باشد (Hossain et al., ۲۰۰۹; Danbaba et al., ۲۰۱۱) کاربرد سیلیس تحت شرایط خشکی سبب افزایش نسبت طول دانه به عرض دانه شد و طول دانه در رقم LET ۱۴۴۴ در تیمارهای بدون تنش آبی و تیمار کاربرد سیلیس تحت شرایط خشکی بیشتر از زمانی بود که گیاه تنها تحت تنش خشکی قرار گرفته بود همچنین در این مطالعه گزارش شد که تیمار کاربرد سیلیس تحت شرایط خشکی سبب افزایش آمیلوز در دانه گردید (Emam et al.,۲۰۰۷; Perez et al.,۱۹۹۰). در پژوهش اعلام شد که تقسیط نیتروژن در دو مرحله ۵۰ درصد زمان انتقال نشاء و ۵۰ درصد در زمان ساقه رفتن باعث افزایش عملکرد و افزایش آمیلوز دانه شد (Manzoor et al., ۲۰۰۶). در مطالعه‌ای کاربرد سیلیکات پتاسیم سبب افزایش درصد آمیلوز دانه اثر معنی‌دار نداشته ولی با توجه به مقایسات میانگین‌ها کاربرد سیلیکات پتاسیم و نیتروژن بر میزان صفات قوام ژل و دمای ژلاتینه شدن اثر معنی‌داری نداشته ولی با توجه به مقایسات میانگین‌ها اثرات متقابل بین سیلیکات پتاسیم و نیتروژن کمترین مقدار قوام ژل و دمای ژلاتینه شدن در تیمار شاهد حاصل شد (Mosavi-Azandehi et al., ۲۰۱۳). در پژوهشی اعلام شد کاربرد سیلیس باعث کاهش نرخ گچی در دانه افزایش قوام ژل و میزان پروتئین در دانه برنج می‌گردد (Zhang Guo-liang et al., ۲۰۰۷). در مطالعه اثر نیتروژن و پتاس بر کیفیت دانه در برنج اعلام شد که کاربرد نیتروژن سبب افزایش قوام ژل در دانه شد ولیبر درجه حرارت ژلاتینه شدن اثر معنی داری نداشت (Bahmani and Ranjbar, ۲۰۰۷) .

مواد و روش‌ها:

این آزمایش در مزرعه‌ای واقع در شمال کشور در استان مازندران منطقه ساری در سواحل دریای خزر با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا طی سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۳ اجرا گردید. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در هر دو سال قبل از شروع آزمایش از عمل ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد. نتایج آزمایش خاک در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- آنالیز خاک مزرعه از عمل ۳۰-۰ سانتی‌متر

Table۱ . Soil analysis of experimental from at ۰-۳۰ cm.

سال	بافت Text	ماسه Sand%	لای Silt%	رس Clay%	ماده آلی O.M%	کربن آلی O.C%	ازت %N	فسفر P(p.p.m)	پتاسیم K(p.p.m)	اسیدیته PH	هدایت الکتریکی E.C
۱۳۹۱ ۲۰۱۲	CL	۴۲	۲۴	۳۴	۱،۵۸	۰،۹۲	۰،۱۲	۲،۵	۹۳	۷،۳۹	۰،۴۲
۱۳۹۲ ۲۰۱۳	CL	۳۹	۲۶	۳۵	۱،۴۶	۰،۸۵	۰،۰۷	۵،۸	۲۱۴	۷،۹۹	۱،۵۱

تیمارهای آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید، تیمارها شامل منابع سیلیس در ۴ سطح سیلیکات کلسیم و پتاسیم به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت خاک مصرفی که حاوی ۹۹ درصد سیلیس و یک درصد کلسیم و پتاسیم، محلول پاشی نانو سیلیکون به میزان ۲۰ پی‌پی ام و شاهد یا بدون مصرف سیلیس، دو سطح نیتروژن (۷۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره) دو سطح فسفر (۲۰۰ و صفر کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار) بود. نشا کاری در اول خرداد ماه هر دو سال و در هنگام نشا کاری هر کپه شامل سه نشا که با فاصله ۲۵ × ۲۵ سانتیمتر مربع در کرتهای مشخص شده قرار گرفت. تیمارهای مقادیر سیلیکات کلسیم، سیلیکات پتاسیم و فسفر بعد از آماده شدن کرت بدون حضور آب به صورت کامل با خاک مخلوط شد. کود نیتروژن به صورت سرک در سه مرحله، مرحله اول بعد از نشا کاری، مرحله دوم در مرحله ظهور خوشه آغازین و سومین مرحله بعد از خروج کامل خوشه‌ها بود. زمان محلول پاشی نانوسیلیکون با غلظت ۲۰ppm در سه مرحله به ترتیب اوایل پنجه زنی، اواخل پنجه زنی و بعد از خروج کامل خوشه صورت گرفت. کنترل علف‌های هرز با دست و برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار دو بار از سم دیازنیون (گرانول ۵ درصد) در مرحله انتهای پنجه‌دهی و مرحله گلدهی استفاده گردید. در طی مراحل نمو و رشد گیاه، نمونه‌ها به صورت تصادفی با رعایت اثر حاشیه‌ای از هر کرت انتخاب شدند و داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری MSTATC تجزیه آماری شده و مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و نمودارها در محیط WORD ترسیم شدند.

ویژگی‌های تکنولوژیکی و کیفیت پخت دانه

۱- اندازه‌گیری طول و عرض دانه قبل از پخت: تعداد ۱۰ عدد برنج سالم انتخاب و توسط دستگاه فتو ان لارجر بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. این دستگاه طول و عرض دانه خام و پخته شده را تا بزرگ‌نمایی حدود ۱۰ برابر نشان داده که روی کاغذ میلی‌متری بر حسب میلی‌متر قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

۲-افزایش طول دانه پس از پخت: دانه بعضی از ارقام پس از پخت افزایش طول بیش‌تری از خود نشان می‌دهند. افزایش طول بدون افزایش ضخامت یک عامل مثبت در کیفیت برنج می‌باشد.

روش کار: ۲۵ دانه برنج سالم انتخاب و ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه می‌شود. سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه خیسانده شده و در داخل حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه پخت می‌شوند. برنج‌های پخته شده به داخل پتری دیش‌هایی که داخل آن کاغذ صافی قرار داده شده، انتقال می‌یابند. سپس ۱۰ دانه برنج پخته برای اندازه‌گیری طول دانه پخته انتخاب شده و با دستگاه فتو ان‌لارجر با بزرگ‌نمایی ۱۰ طول برنج پخته شده اندازه‌گیری می‌شود.

۳- نسبت طویل شدن یا ضریب ری آمدن: نسبت طویل شدن نیز یکی از ویژگی‌های مؤثر در تعیین تکلیف محسوب می‌شود که از تقسیم میانگین طول برنج پخته به میانگین طول برنج خام به دست آمد. این ویژگی که از برجسته‌ترین ویژگی‌های مربوط به کیفیت پخت است به ضریب رعنایی نیز معروف می‌باشد (حبیبی، ۱۳۹۰؛ توسلی لاریجانی، ۱۳۷۴).

خصوصیات شیمیایی دانه برنج با تعیین محتوای آمیلوز دانه، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل مشخص می‌شود. این سه ویژگی با میزان نشاسته دانه برنج در ارتباط می‌باشند. ۹۰ درصد آندوسپرم دانه برنج را نشاسته تشکیل می‌دهد و نشاسته پلیمری از گلوکز و دکستروز می‌باشد.

۴- محتوای آمیلوز برنج: تعیین آمیلوز با استفاده از روش کالرومتریک در طول موج ۶۲۰ نانومتر با تشکیل کملکسید – نشاسته انجام شد (جولیانو، ۱۹۷۱). آماده‌سازی نمونه‌ها جهت تعیین جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر: به تعداد نمونه‌های مورد آزمون با انژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری برداشته و تا نصف آن از آب مقطر پر می‌شود. سپس ۲ میلی‌لیتر از محلول ژلاتینه شده را داخل بالنژوژه ریخته و ۱ میلیمتر اسید استیک ۱ مولار ۲ میلی‌لیتر محلول ید به رنگ آبی در می‌آید پس از ۲۰ دقیقه جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۰۰ نانومتر قرائت می‌شود. جهت رسم منحنی استاندارد سه رقم برنج با درصد آمیلوز مشخص (پایین متوسط و بالا) به عنوان استاندارد انتخاب می‌شوند و با ترسیم نمودار جذب بر حسب غلظت منحنی استاندارد توسط Excel انجام می‌شود. با به دست آوردن معادله مورد نظر درصد آمیلوز ارقام مختلف محاسبه می‌شود.

۵- دمای ژلاتینه شدن[۳]: تعیین دمای ژلاتینه شدن نشاسته آن دوسپرمیک آزمایش مهم برای تعیین کیفیت پخت در برنج می‌باشد. دمایی که نیاز است گرانول‌های نشاسته به طور برگشت ناپذیری متورم شوند دمای ژلاتینه نامیده می‌شود. دامنه تغییرات آن از ۵۵ تا ۷۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. دمایی که نشاسته ژلاتینه می‌شود یک عامل مهم کیفی است که ارتباط با مدت زمان پخت و ماهیت برنج پخته شده دارد. در برنامه‌های اصلاحی تولید ارقام، این عامل معمولاً با آزمون قلیا تعیین می‌شود (جولیانو، ۱۹۸۲). این آزمون روشی آسان و مقرون به صرفه نسبت به سایر روش‌هاست. در این آزمون دانه‌های برنج در داخل محلول هیدروکسید پتاسیم رقیق قرار گرفته و درجه حل شدن دانه‌ها در محیط قلیا با دادن نمره در تک تک دانه‌ها تعیین می‌شود. از نظر دمای ژلاتینه شدن ارقام ولاین‌های برنج به سه محدوده بالا، متوسط و پایین طبقه‌بندی می‌شوند. هدف از این آزمون، تعیین دمای ژلاتینه شدن دانه برنج در محلول پتاسیم به مدت ۲۳ ساعت می‌باشد که نشاندهنده دمای ژلاتینه شدن یک رقم پایین، متوسط یا بالاست.

۶- قوام ژل[۴]: اندازه‌گیری این ویژگی تکمیل کننده آزمون تعیین آمیلوز می‌باشد که بر پایه قوام برنج سفید در پتاسیم ۰/۲ نرمال است. قوام ژل نشان دهنده میزان حرکت ژل برنج پخته می‌باشد (کاگامپانگ، ۱۹۷۳). قوام ژل با تعیین طول حرکت ژل در صفحه افقی به مدت ۰/۵ الی ۱ ساعت تعیین می‌شود. در نمونه‌هایی با آمیلوز مشابه (کم‌تر از ۲۵ درصد) دامنه‌های متفاوتی از قوام ژل مشاهده می‌شود. قوام ژل در برنج‌هایی با درصد آمیلوز کمتر از ۲۴ درصد معمول انرمی آن متوسط هستند (کاگامپانگ، ۱۹۷۳). بر اساس آزمون قوام ژل برنج‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱) GC سخت (طول حرکت ژل ۴۰ میلیمتر یا کمتر). ۲) GC متوسط (طول حرکت ژل ۴۱ تا ۶۰ میلیمتر) و ۳)GC نرم (طول حرکت ژل بیش‌تر از ۶۱ میلی‌متر).

نتایج و بحث:

- ویژگی‌های تکنولوژیکی (کیفیت ظاهری، کیفیت پخت دانه)

۱- طول دانه قبل از پخت

این صفت کیفی از نظر آماری تحت تأثیر هیچ یک از تیمارها در دو سال آزمایش قرار نگرفت (جدول۲) صفت طول دانه قبل از پخت در سال اول آزمایش با نسبت طویل شدن دانه در سطح احتمال یک درصد دارای همبستگی منفی معنی‌داری بود اما در سال دوم این صفت با صفات نسبت طویل شدن دانه و فسفر دانه در سطح احتمال یک درصد و با سیلیس کاه و نیتروژن دانه در سطح احتمال پنج درصد دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود (جدول ۹ و ۸) در نتایج مطالعه‌ای مشخص شد طول دانه در رقم LET۱۴۴۴ در تیمارهای بدون تنش آبی و تیمار کاربرد سیلیس تحت شرایط خشکی بیشتر از زمانی بود که گیاه تنها تحت تنش خشکی قرار گرفته بود (Manal et al., ۲۰۱۴). طول دانه قبل از پخت در نظام‌های کاشت SRI (۸/۹۶ میلی‌متر) و بهبود یافته (۸/۸۳ میلی‌متر) بیش‌تر از

۳Gelatinization Temperature
۴Gel Consistency

نظام سنتی (۸/۰۹ میلی‌متر) بود. همچنین مقدار آن برای رقم طارم هاشمی (۱۰/۲۳میلی‌متر) حداکثر و برای رقم ندا (۶/۸۸ میلی‌متر) حداقل بود (دستان، ۱۳۹۱).

۲- طول دانه پس از پخت (ری آمدن)

طول دانه پس از پخت از نظر آماری در هر دو سال تحت اثر ساده منابع سیلیس در سطح یک درصد و تحت اثر نیتروژن یک و پنج درصد به ترتیب برای سال اول و دوم و اثر متقابل دوگانه سیلیس در نیتروژن در هر دو سال به ترتیب با احتمال پنج و یک درصد و همچنین در سال دوم این صفت تحت تیمار سلیس در نیتروژن در هر دو سال به ترتیب با احتمال پنج و یک درصد و همچنین در سال دوم این صفت تحت تیمار سیلیس با فسفر در سطح احتمال یک درصد و تحت اثر متقابل سه گانه تیمارها نیز در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). در هر دو سال منابع نانوسیلیکونو سیلیکات پتاسیم به صورت مشترک بیشترین طول دانه بعد از پخت و سیلیکات کلسیم و شاهد به صورت مشترک در سال اول و تیمار شاهد در سال دوم کمترین طول دانه بعد از پخت را شامل شدند، (جدول ۳) کاربرد نیتروژن باعث افزایش ۱/۶۳ و ۱/۰ درصدی طول دانه بعد از پخت نسبت به شاهد بترتیب برای سال اول و دوم شد. در اثر متقابل دوگانه سیلیس و نیتروژن مشاهده شد که در هر دو سال کاربرد هم زمان نانوسیلیکون با نیتروژن و سیلیکات پتاسیم با نیتروژن مشاهده شد که در هر دو سال کاربرد همزمان نانوسیلیکون با نیتروژن و سیلیکات پتاسیم با نیتروژن دارای بیشترین و تیمار شاهد دارای کمترین طول دانه بعد از پخت بود. (جدول ۴) در تیمار اثر متقابل دو گانه سیلیس با فسفر در سال اول کاربرد نانوسیلیکون همراه با فسفر و در سال دوم آزمایش کاربرد نانوسیلیکون همراه با مصرف فسفر و کاربرد سیلیکات پتاسیم در هر دو سطح فسفر دارای بالاترین طول دانه بعد پخت بودند (جدول ۵) در اثر متقابل سه گانه تیمارها در سال دوم مشاهده شد که بیشترین طول دانه پس از پخت در اثر متقابل مصرف توام سیلکات پتاسیم با نیتروژن بدون مصرف فسفر و کمترین طول دانه پس از پخت در تیمارهای شاهد سیلیس در هر دو سطح نیتروژن با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به دست آمد (جدول ۷). صفت طول دانه پس از پخت با صفات نسبت طویل شدن دانه، دمای ژلاتینه شدن، نیتروژن کاه، سیلیس کاه و نیتروژن دانه در سطح احتمال یک درصد و با سیلیس دانه در سطح احتمال پنج درصد دارای همبستگی مثبت معنی‌داری داشت در سال در سال دوم آزمایش این صفت با صفات نسبت طویل شدن دانه، غلظت ژل، دمای ژلاتینه شدن و سیلیس کاه در سطح احتمال یک درصد دارای ضریب همبستگی مثبت بالایی بود (جداول ۹ و ۸). افزایش طول دانه بدون افزایش قطر دانه به عنوان یک ویژگی مثبت در ارقام برنج می‌باشد (Hossain et al., ۲۰۰۹; Danbaba et al., ۲۰۱۱). طول دانه پس از پهخت تحت نظام کاشت سنتی (۱۲/۱۰میلیمتر) به نسبت ۶/۲۱ و ۴/۹۵ درصد کم‌تر از SRI (۱۲/۹ میلی‌متر) و بهبود یافته (۱۲/۷۳ میلی‌متر) بود. بیشترین طول دانه پس از پخت برای رقم طارم هاشمی و سنگ طارم برابر ۱۴/۰۸ و ۱۳/۷۲ میلی‌متر و میزان ان (۱۰/۸۳ میلی‌متر) برای رقم ندا به دست آمد. این صفت برای دو رقم شیرودی نیز برابر ۱۱/۶۹ میلی‌متر بود (دستان، ۱۳۹۱).

۳- نسبت طویل شدن دانه

نسبت طویل شدن دانه در هر دو سال تحت اثر ساده سیلیس و اثر متقابل سیلیس با نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و تحت اثر ساده نیتروژن و اثر متقابل سه گانه سیلیس، نیتروژن و فسفر بترتیب برای سال اول و دوم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در سال اول کاربرد نانوسیلیکون سبب افزایش ۴/۲۵ درصدی و در سال دوم بطور مشترک با سیلیکات پتاسیم سبب افزایش ۵/۰۴ درصدی این صفت نسبت به شاهد شد. (جدول ۳). نسبت طویل شدن دانه با کاربرد نیتروژن در سال اول آزمایش باعث افزایش ۱/۱۴ درصدی آن نسبت به شاهد شد (جدول ۳). نسبت طویل شدن دانه در سال اول با کاربرد نانوسیلیکون در هر دو سطح نیتروژن و در سال دوم با کاربرد هم زمان سیلیکات پتاسیم با نیتروژن حاصل شد (جدول ۴) در تیمار اثر متقابل سه گانه سال دوم آزمایش نشان داده شد که بالاترین نسبت طویل شدن دانه در تیمار مصرف هم زمان نانوسیلیکون با ۶۹ کیلوگرم نیتروژن بدون مصرف فسفر (۱/۸۹۳ برابر) بدست آمد. (جدول ۷) در سال اول صفت نسبت طویل شدن دانه با صفات دمای ژلاتینه شدن، سیلیس کاه و نیتروژن دانه در سطح احتمال یک درصد و با صفات نیتروژن کاه و سیلیس دانه در سطح احتمال پنج درصد دارای همبستگی مثبت معنی‌داری ولی با صفت آمیلوز دانه در سطح احتمال پنج درصد دارای همبستگی منفی معنی‌داری بود همچنین در سال دوم نیز مشاهده شد صفت نسبت طویل شدن دانه با صفات غلظت ژل، دمای ژلاتینه شدن و سیلیس کاه در سطح احتمال یک درصد و با صفت سیلیس دانه در سطح احتمال پنج درصد دارای همبستگی مثبت معنی‌داری بود. (جداول ۹ و ۸) در گزارشی اعلام شد کاربرد سیلیس تحت شرایط خشکی سبب افزایش نسبت طول دانه به عرض دانه شد (Manal et al., ۲۰۱۴). دستان (۱۳۹۱) بیان داشت که بالاترین میزان ری آمدن ۱/۵۸ درصد برای رقم ندا و پایین‌ترین میزان آن به میزان ۱/۳۹ درصد برای رقم طارم هاشمی مشاهده شد. برای دو ژنوتیپ سنگ طارم و شیرودی به ترتیب برابر ۱/۴۶ و ۱/۴۸ درصد بود. در آزمایش (۲۰۰۵) ,.yang et al کیفیت برنج تحت دو نظام سنتی و SRI بررسی شد کیفیت دانه تحت هر دو شیوه کشت به طور معنی‌داری تحت اثر وارد شدن زودهنگام یا دیرهنگام گیاه به مرحله ظهور خوشه پنجه‌های موجود در کپه قرار گرفت. با تأخیر در وارد شدن به مرحله خوشه‌دهی کیفیت دانه کاهش یافت.

۴- مقدار آمیلوز[۵]

محتوای آمیلوز دانه از نظر آماری در هر دو سال تحت اثر متقابل نیتروژن و فسفر به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد و همچنین در سال دوم آزمایش تحت اثر ساده سیلیس و اثر متقابل سیلیس با نیتروژنو سیلیس با فسفر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثرات ساده سال دوم نشان داده شد تیمار شاهد سیلیس (۲۰/۸۶ درصد) و منبع مصرفی نانوسیلیکون (۲۰/۸۵ درصد) بطور مشترک دارای بیشترین و منابع سیلیکات کلسیم (۲۰/۴۰ درصد) و سیلیکات پتاسیم (۲۰/۴۹ درصد) بطور مشترک دارای کمترین درصد آمیلوز دانه بودند. (جدول ۳). در اثر متقابل دو گانه سیلیس با نیتروژن در سال دوم مشخص

۵Amylose Content

شد کاربرد سیلیکات کلسیم بدون مصرف نیتروژن (۲۰/۱۳ درصد) و کاربرد سیلیکات پتاسیم با مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۰/۲۷ درصد) در پایین‌ترین سطح این صفت و دیگر اثرات متقابل دوگانه به صورت مشترک در بالاترین سطح قرار گرفتند (جدول ۴)، همچنین در تیمار اثر متقابل دو گانه سیلیس با فسفر در سال دوم مشاهده شد تیمار شاهد سیلیس با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار (۲۱/۰۷ درصد) دارای بالاترین و کاربرد سیلیکات پتاسیم تؤام با ۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار (۲۰/۲۰ درصد) دارای پایین ترین درصد آمیلوز دانه بودند (جدول ۵). همچنین در اثر متقابل دوگانه نیتروژن با فسفر بیشترین درصد آمیلوز در سال اول مربوط به تیمار شاهد و در سال دوم مربوط به تیمار شاهد و مصرف هم زمان نیتروژن با فسفر بود (جدول ۶). صفت درصد آمیلوز دانه در سال ول آزمایش تنها با صفت غلظت ژل در سطح احتمال پنج درصد دارای همبستگی مثبت معنی‌داری بود اما این صفت در سال دوم با هیچ یک از صفات همبستگی ندارد (جداول ۹ و ۸). در نتایج آزمایشگاه کاربرد ۲۵ درصد نیتروژن در زمان گلدهی باعث افزایش پروتئین و کاهش آمیلوز در دانه شد (Hao et al., ۲۰۰۷; Perez et al., ۱۹۹۰) . در پژوهش دیگر اعلام شد که تقسیط نیتروژن در دو مرحله ۵۰ درصد زمان انتقال نشاء و ۵۰ درصد در زمان ساقه رفتن باعث افزایش عملکرد و افزایش آمیلوز دانه شد (Manzoor et al., ۲۰۰۶) مطالعه‌ای گزارش شد کاربرد سیلیکات پتاسیم و نیتروژن بر میزان درصد آمیلوز دانه اثر معنی‌دار نداشته ولی با توجه به مقایسات میانگین‌ها کاربرد سیلیکات پتاسیم سبب افزایش درصد آمیلوز شد (Mosavi-Azandehi et al., ۲۰۱۳). در نتایج یک آزمایش گزارش شد که تیمار کاربرد سیلیس تحت شرایط خشکی سبب افزایش آمیلوز در دانه شد (Manal et al., ۲۰۱۴) حداکثر میزان آمیلوز ۲۲/۷۲ درصد مربوط به SRI و حداقل میزان آن ۲۱/۴۵ درصد مربوط به نظام سنتی بود و تحت نظام بهبود یافته برابر ۲۱/۹۷ درصد بود. بیشترین میزان آمیلوز ۲۳/۷۷ درصد مربوط به نظام سنتی بود و تحت نظام بهبود یافته برابر ۲۱/۹۷ درصد بود. بیش‌ترین میزان آمیلوز ۲۳/۷۷ درصد برای رقم طارم هاشمی و کم‌ترین میزان آمیلوز ۲۰/۴۸ درصد برای رقم ندا به دست آمد و برای دو ژنوتیپ سنگ طارم شیرودی نیز برابر ۲۲/۶ و ۲۱/۳۳ درصد بود (دستان، ۱۳۹۱). اکثر برنج‌هایی که درصد آمیلوز پایینی دارند از خوشه پنجه‌هایی با حداقل میزان پوکی و تعداد دانه‌های شکسته می‌باشند (Uphoff, ۲۰۱۱). در آزمایش (۲۰۰۵) Yang et al., در دو نظام سنتی و SRI کیفیت به طور معنی‌داری تحت اثر وارد شدن زود یا دیر هنگام گیاه به مرحله ظهور خوشه پنجه‌های موجود در کپه قرار گرفت. با تأخیر در وارد شدن به مرحله خوشه‌دهی کیفیت دانه کاهش یافت. طول دوره خوشه‌دهی در SRI اهمیت بیش‌تری نسبت به نظام سنتی دارد. SRI موجب بهبود کیفیت دانه برنج، به ویژه باعث افزایش برنج آسیاب و آرد شده و کاهش درصد گچی شدن دانه شد. امّا به شکل دانه و محتوای آمیلوز اثر معنی‌داری مشاهده نگردید. تحت اثر SRI افزایش قابل ملاحظه کیفیت برنج مشاهده شد. (Wang et al., ۲۰۰۱).

۵- قوام ژل (GC)

غلظت ژل از نظر آماری در هر دو سال تحت اثر ساده کود نیتروژن بترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد و در سال دوم تحت اثر متقابل دوگانه سیلیس با نیتروژن در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۲) در سال اول و دوم آزمایش با مصرف کود نیتروژن غلظت ژل بترتیب معادل ۵/۳۴ و ۷/۰۱ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). در اثر متقابل دوگانه سیلیس با نیتروژن در سال دوم نشان داده شد، تیمار کاربرد سیلیکات پتاسیم بدون حضور نیتروژن (۵۴/۲۵ میلیمتر) و تیمار شاهد سیلیس با کاربرد ۶۹ کیلوگرم نیتروژن (۴۳/۷۵ میلیمتر) به ترتیب بیشترین و کمترین میزان غلظت ژل را شامل شدند (جدول ۴) صفت غلظت ژل در سال اول آزمایش تنها با صفت سیلیس کاه در سطح احتمال پنج درصد و برای سال دوم با صفت دمای ژلاتینه شدن در سطح یک درصد دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بود (جداول ۹ و ۸) در پژوهشی اعلام شد کاربرد سیلیس باعث کاهش نرخ گچی در دانه افزایش قوام ژل و میزان پروتئین در دانه برنج می‌گردد (Zhang Guo-Liang et al., ۲۰۰۷). اما در نتایج بررسی دیگر نشان داده شد کاربرد سیلیکات پتاسیم و نیتروژن بر میزان صفات قوام ژل اثر معنی‌داری نداشته ولی با توجه به مقایسات میانگینها اثرات متقابل بین سیلیکات پتاسیم و نیتروژن کمترین مقدار این صفت در تیمار شاهد حاصل شد (Mosavi-Azandehi et al.,۲۰۰۳). در مطالعه اثر نیتروژن و پتاس بر کیفیت دانه در برنج اعلام شد که کاربرد نیتروژن سبب افزایش قوام ژل در دانه شد (Bahmani and Ranjbar, ۲۰۰۷). حداکثر قوام ژل در روش SRI برابر ۵۲/۶۳ میلیمتر و حداقل قوام ژل ۴۶/۵۹ میلی‌متر تحت نظام کاشت سنتی به دست آمد و تحت نظام کاشت بهبود یافته برابر ۴۹/۲۲ میلی‌متر بود. بیش‌ترین قوام ژل ۵۲/۶۷ میلی‌متر برای رقم طارم هاشمی و کم‌ترین قوام ژل ۴۶/۵ میلی‌متر برای رقم ندا به سدت آمد و میزان آن برای دو ژنوتیپ سنگ طارم و شیرودی به ترتیب برابر ۵۰/۷۵ و ۴۸ میلی‌متر بود (دستان، ۱۳۹۱). صفات کیفی گیاه برنج تحت اثر نظام SRI بهبود و توسعه یافتند و افزایش قابل ملاحظه‌ای در کیفیت برنج حاصل شد (Zhu et al.,۲۰۰۵)

۶- درجه حرارت ژلاتینی شدن (GT)

این صفت کیفی در هر دو سال از نظر آماری تحت اثر ساده منابع کود سیلیس در سطح یک درصد و اثر متقابل دو گانه سیلیس در نیتروژن بترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار شد، در سال دوم آزمایش صفت دمای ژلاتینه شدن در سطح احتمال یک درصد تحت اثر متقابل دوگانه نیتروژن با فسفر و همچنین در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر اثر متقابل دوگانه سیلیس با فسفر و اثر متقابل سه گانه تیمارها قرار گرفت (جدول ۲)، در سال اول آزمایش نانوسیلیکون و سیلیکات پتاسیم و در سال دوم تیمار نانوسیلیکون به تنهایی دارای بالاترین دمای ژلاتینه شدن بود (جدول ۳) در اثر متقابل دوگانه سیلیس و نیتروژن در سال اول مشاهده شد که بیشترین دمای ژلاتینه شدن در تیمارهای مصرف هم زمان سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیکون با نیتروژن و همچنین در سال دوم آزمایش تیمارهای مصرف هم زمان سیلیکات پتاسیم با نیتروژن و نانوسیلیکون در هر دو سطح نیتروژن حاصل شد (جدول ۴). در اثر

متقابل دوگانه سیلیس با فسفر در سال دوم آزمایش نشان داده شد که تیمارهای نانوسیلیکون بدون کاربرد فسفر و سیلیکات کلسیم بدون مصرف فسفر بترتیب با ۴/۱۰۰ و ۳/۴۵۰ دارای بیشترین و کمترین دمای ژلاتینه شدن بودند (جدول ۵) در تیمار اثر متقابل دوگانه نیتروژن با فسفر در سال دوم مشخص شد که تیمارهای کاربرد نیتروژن بدون مصرف فسفر (۳/۷۴۲) و تیمار عدم مصرف نیتروژن با کاربرد فسفر (۳/۶۴۲) در یک گروه در بالاترین سطح و تیمارهای شاهد (۳/۶۱۷) و کاربرد همزمان نیتروژن با فسفر (۳/۵۸۳) در یک گروه در پایین‌ترین سطح دمای ژلاتینه شدن قرار گرفتند (جدول ۶) در اثر متقابل سه گانه تیمارها در سال دوم آزمایش مشاهده شد که بیشترین دمای ژلاتینه شدن مربوط به مصرف هم زمان نانوسیلیکون با نیتروژن بدون کاربرد فسفر (۴/۱۳۳) می‌باشد (جدول) ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که صفت دمای ژلاتینه شدن در هر دو سال با صفات سیلیس کاه و سیلیس دانه در سطح احتمال یک درصد دارای همبستگی مثبت معنی‌داری بود علاوه بر این در سال دوم نیز این صفت با نیتروژن دانه و نیتروژن کاه در سطح احتمال پنج درصد دارای همبستگی معنی‌داری بود (جدول ۷). در نتایج آزمایشی نشان داده شد با تقسیط نیتروژن تفاوت معنی‌داری بر میزان دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل ایجاد نشد (اسمائیل زاده و همکاران ۱۳۹۰) در نتایج آزمایشی بیان شد که کاربرد سیلیکات پتاسیم و نیتروژن بر میزان دمای ژلاتینه شدن اثر معنی‌داری نداشته ولی با توجه به مقایسات میانگینها اثرات متقابل بین سیلیکات پتاسیم و نیتروژن کمترین مقدار این صفت مربوط به شاهد بود (Mosavi-Azandehi et al., ۲۰۱۳) در مطالعه اثر نیتروژن و پتاس بر کیفیت دانه در برنج اعلام شد که کاربرد نیتروژن بر درجه حرارت ژلاتینه شدن اثر معنی‌داری نداشت (Bahmani and Ranjbar, ۲۰۰۷).

جدول ۲ – میانگین مربعات تجزیه و تحلیل واریانس صفات کیفی تحت منابع مختلف سیلیس و سطوح کود نیتروژن و فسفر در سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲.

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول دانه قابل پخت		طول دانه بعد پخت		نسبت طویل شدن دانه		درصد آمیلوز		غلظت ژل		دمای ژلاتینه شدن	
		۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱
تکرار	۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۵	۰/۰۸۳	۰/۰۸۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۳	۷/۱۴۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹
سیلیس (Si)	۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۴	۰/۹۹۵**	۰/۷۰۸**	۰/۰۲۲**	۰/۰۱۴**	۰/۶۷۰**	۰/۳۱۳	۳۳/۵۷۶	۳۳/۵۰۰	۱/۴۶۷**	۰/۲۸۷**
نیتروژن (N)	۱	۰/۰۰۷	۰/۰۱۳	۰/۲۹۳*	۰/۶۰۳**	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷*	۰/۲۸۵	۰/۰۵۳	۱۵۷/۶۸۸**	۸۵/۳۳۳*	۰/۰۱۳	۰/۰۸۲
Si*N	۳	۰/۰۲۱	۰/۰۰۶	۰/۲۱۰**	۰/۲۸۵*	۰/۰۱۶**	۰/۰۰۹**	۰/۵۱۵**	۰/۲۱۶	۵۹/۰۷۶**	۱۳/۳۸۹	۰/۰۸۷**	۰/۸۴*
فسفر (P)	۱	۰/۰۷۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۴۷	۰/۳۳۳	۶/۰۲۱	۲۷/۰۰۰	۰/۰۵۳	۰/۰۳۰
Si*P	۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶	۰/۱۸۴**	۰/۱۴۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۵۸۵**	۰/۲۴۷	۲۰/۴۱۰	۱۰/۳۸۹	۰/۰۵۵*	۰/۰۴۲
N*P	۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۳۱	۰/۰۴۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۲/۰۴۲**	۱/۴۷۰**	۰/۵۲۱	۰/۳۳۳	۰/۱۰۱**	۰/۰۵۳
Si*N*P	۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۱۴۳*	۰/۱۸۹	۰/۰۰۶*	۰/۰۰۳	۰/۰۸۷	۰/۱۰۹	۳۲/۶۸۸	۲۴/۱۶۷	۰/۵۵*	۰/۰۶۶
خطای آزمایشی	۳۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۴۸	۰/۰۸۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۹۲	۰/۲۴۲	۱۳/۳۰۸	۲۰/۶۱۳	۰/۰۱۵	۰/۰۳۰
C.V%	-	۱/۴۰	۱/۳۲	۳۱/۲	۲/۱۲	۲/۸۶	۲/۶	۲/۰۵	۲/۳۸	۱۰/۵۳	۹/۳۴	۰/۷۵	۴/۷۴

* نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، * تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns عدم تفاوت معنی دار

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده سیلیس، نیتروژن و فسفر بر روی صفات کیفی برنج در سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲.

تیمارها	طول دانه قبل از پخت		طول دانه بعد از پخت		نسبت طویل شدن دانه		درصد آمیلوز		غلظت ژل		دمای ژلاتینه شدن	
	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱
سیلیس												
S۱	۷/۳۲۸a	۷/۳۰۶ a	۱۲/۹۴ c	۱۳/۰۵ c	۱/۷۶۵c	۱/۷۸۶c	۲۰/۸۶a	۲۰/۷۴a	۴۷/۵۰b	۴۷/۴۲a	۳/۳۲۵c	۳/۳۵۷b
S۲	۷/۲۶۹a	۷/۳۰۴ a	۱۳/۲۹ b	۱۳/۲۳b	۱/۸۱۰b	۱/۸۱۱bc	۲۰/۴۰b	۲۰/۷۱a	۴۷/۷۵b	۴۶/۹۲a	۳/۳۶۲c	۳/۳۵۸b
S۳	۷/۳۱۸a	۷/۳۲۰ a	۱۳/۵۸ a	۱۳/۵۰a	۱/۸۵۴a	۱/۸۴۲ab	۲۰/۴۹b	۲۰/۷۳a	۵۱/۰۰a	۵۰/۳۳a	۳/۹۰۰b	۳/۹۰۸a
S۴	۷/۲۵۶a	۷/۲۷۴ a	۱۳/۵۱ a	۱۳/۵۷a	۱/۸۵۴a	۱/۸۶۲a	۲۰/۸۵a	۲۰/۷۲a	۴۹/۶۳a	۴۹/۶۷a	۴/۰۰a	۳/۹۴۲a
نیتروژن												
N۱	۷/۲۸۷a	۷/۲۸۵ a	۱۳/۲۶ b	۱۳/۲۳b	۱/۸۱۷a	۱/۸۱۳b	۲۰/۵۸a	۲۰/۶۲a	۵۰/۷۵a	۴۹/۹۲a	۳/۶۲۵a	۳/۶۰۰a
N۲	۷/۳۰۸ a	۷/۳۱۸ a	۱۳/۴۰ a	۱۳/۴۵a	۱/۸۳۳a	۱/۸۳۷a	۲۰/۷۳a	۲۰/۶۸a	۴۷/۱۹a	۴۷/۲۵a	۳/۶۶۹a	۳/۶۸۳a
فسفر												
P1	۷/۳۱۴ a	۷/۳۱۸ a	۱۳/۳۵ a	۱۳/۳۴a	۱/۸۲۳a	۱/۸۲۱a	۲۰/۶۸a	۲۰/۷۳a	۴۹/۳۱a	۴۹/۳۳a	۳/۶۸۳a	۳/۶۶۷a
P۲	۷/۲۷۱ a	۷/۲۸۵ a	۷/۲۸۵ a	۱۳/۳۴a	۱/۸۲۷a	۱/۸۲۹a	۲۰/۶۲a	۲۰/۵۷a	۴۸/۶۳a	۴۷/۸۳a	۳/۶۱۲a	۳/۶۱۷a

اعداد هر گروه در ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

۷۰ کیلوگرم نیتروژن =N۲ عدم مصرف نیتروژن=N۱ نانوسیلیکون=S۴ سیلیکات پتاسیم=S۳ سیلیکات کلسیم=S۲عدم مصرف سیلیس = S۱ ۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار = P۲ عدم مصرف فسفر = P۱ در هکتار

جدول ۴-مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه سیلیس در نیتروژن بر روی صفات کیفی برنج در سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲.

تیمارها	طول دانه قبل از پخت		طول دانه بعد از پخت		نسبت طویل شدن دانه		درصد آمیلوز		غلظت ژل		دمای ژلاتینه شدن	
	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱
SIN۱	۷/۳۴۰a	۷/۳۰a	۱۲/۹۱d	۱۲/۹۸c	۱/۷۶۰d	۱/۷۷۸b	۲۰/۸۰a	۲۰/۶۲a	۵۱/۲۵ab	۴۹/۶۳ab	۳/۲۷c	۳/۳۳c
SIN۲	۷/۳۱۵a	۷/۳۱۲a	۱۲/۹۶cd	۱۳/۱۲bc	۱/۷۷۰cd	۱/۷۹۳b	۲۰/۹۲a	۲۰/۸۷a	۴۴/۷۵c	۴۵/۱۷b	۳/۲۷۵c	۳/۳۸۳c
S۲N۱	۷/۲۰۰b	۷/۲۵۷a	۱۳/۳۸b	۱۳/۳۲bc	۱/۸۵۸ab	۱/۸۳۵ab	۲۰/۱۳b	۲۰/۲۷a	۴۹/۰۰b	۴۸/۳۳ab	۳/۴۲۵c	۳/۴۰۰c
S۲N۲	۷/۳۳۸a	۷/۳۲۵a	۱۳/۲۰bc	۱۳/۱۴bc	۱/۷۹۸d	۱/۷۸۷d	۲۰/۶۷a	۲۰/۵۵a	۴۶/۵۰bc	۴۵/۵۰b	۳/۳۰۰c	۳/۳۱۷a
S۳N۱	۷/۳۴۰a	۷/۳۲۳a	۱۳/۴۷b	۱۳/۲۳b	۱/۸۲۰bc	۱/۸۰۵ab	۲۰/۷۰a	۲۰/۷۸a	۵۴/۲۵a	۵۲/۱۷a	۳/۷۷۵b	۳/۷۵۰b
S3N2	۷/۲۹۵a	۷/۳۱۷a	۱۳/۷۹a	۱۳/۷۶a	۱/۸۹۰a	۱/۸۸۰a	۲۰/۲۷b	۲۰/۵۸a	۴۷/۷۵bc	۴۸/۵۰ab	۴/۰۲۵a	۳/۰۶۷a
S٤N۱	۷/۳۳۳ab	۷/۲۵۸a	۱۳/۳۷b	۱۳/۳۸a	۱/۸۳۲ab	۱/۸۳۳a	۲۰/۶۷a	۲۰/۷۰a	۴۸/۵۰b	۴۹/۵۰ab	۴/۰۲۵a	۳/۹۱۷ab
S٤N۲	۷/۲۸۰ab	۷/۲۹۰a	۱۳/۶۵a	۱۳/۷۷a	۱/۸۷۵ab	۱/۹۹۰a	۲۱/۰۲a	۲۰/۷۳a	۵۰/۷۵ab	۴۹/۸۳ab	۳/۹۷۵a	۳/۹۶۷a

اعداد هر گروه در ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

۷۰ کیلوگرم نیتروژن =N۲ عدم مصرف نیتروژن =N۱ نانوسیلیکون =S۴ سیلیکات پتاسیم =S۳ سیلیکات کلسیم = S۲ عدم مصرف سیلیس =S۱ در هکتار

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل دو گانه سیلیس در فسفر بر روی صفات کیفی برنج در سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲.

تیمارها	طول دانه قبل از پخت		طول دانه بعد از پخت		نسبت طویل شدن دانه		درصد آمیلوز		غلظت ژل		دمای ژلاتینه شدن	
	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱
S۱P۱	۷/۳۴۷ab	۷/۳۲۲a	۱۳/۰۶cd	۱۳/۱۵ cd	۱/۷۵۵cd	۱/۷۹۳bc	۲۰/۶۳bcd	۲۰/۶۵a	۴۶/۵۰b	۴۶/۸۳a	۳/۳۰۰cd	۳/۳۸۳b
S۱P۲	۷/۳۰۷abc	۷/۲۹۰a	۱۲/۸۱d	۱۲/۹۵d	۱/۷۷۵cd	۱/۷۷۸c	۲۱/۰۷a	۲۰/۸۳a	۴۸/۳۳ab	۴۸/۰۰a	۳/۳۵۰cd	۳/۳۳۳b
S۲P۱	۷/۳۰۷abc	۷/۳۱۲a	۱۳/۴۰ab	۱۳/۳۱bcd	۱/۷۹۷bcd	۱/۷۲۰abc	۲۰/۳۳de	۲۰/۴۳a	۴۹/۵۰ab	۴۸/۵۰a	۳/۴۵۰c	۳/۴۱۷b
S۲P۲	۷/۲۳۰c	۷/۲۹۷a	۱۳/۱۸bc	۱۳/۱۵cd	۱/۸۲۳abc	۱/۸۰۲bc	۲۰/۴۷cde	۲۰/۳۸a	۴۶/۰۰b	۴۵/۳۳a	۳/۲۷۵d	۳/۳۰۰b
S۳P۱	۷/۳۶۷a	۷/۳۶۷a	۱۳/۵۶a	۱۳/۴۵abc	۱/۸۴۰ab	۱/۸۲۳abc	۲۰/۷۸abc	۲۰/۹۵a	۵۲/۱۷a	۵۱/۳۳a	۳/۸۷۵b	۳/۸۵۰a
S۳P۲	۷/۲۶۷bc	۷/۲۷۲a	۱۳/۵۹a	۱۳/۵۵ab	۱/۸۶۸a	۱/۸۶۲a	۲۰/۲۰e	۲۰/۵۲a	۴۹/۸۳ab	۴۹/۳۳a	۳/۹۲۵b	۳/۹۶۷a
S٤P۱	۷/۲۳۲c	۷/۲۶۸a	۱۳/۳۶ab	۱۳/۶۴abc	۱/۸۴۵ab	۱/۸۴۸ab	۲۰/۹۷ab	۲۰/۹۰a	۴۹/۰۰ab	۵۰/۶۷a	۴/۱۰۰a	۴/۰۱۷a
S٤P۲	۷/۲۹۳abc	۷/۲۸۰a	۱۳/۶۵a	۱۳/۷۱a	۱/۸۶۳a	۱/۸۷۵a	۲۰/۷۳abc	۲۰/۵۳a	۵۰/۱۷ab	۴/۷۶a	۳/۹۰۰b	۳/۸۶۷a

اعداد هر گروه در ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

۲۰۰ کیلوگرم در هکتار=P۲ عدم مصرف فسفر=P۱ نانوسیلیکون=S۳ سیلیکات کلسیم=S۲ عدم مصرف سیلیس=S۱

جدول۶-مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن در فسفر بر روی صفات کیفی برنج در سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

تیمارها	طول دانه قبل از پخت		طول دانه بعد از پخت		نسبت طویل شدن دانه		درصد آمیلوز		غلظت ژل		دمای ژلاتینه شدن	
	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱
N۱P۱	۷/۳۰۸a	۷/۳۱۵ a	۱۳/۲۵ a	۱۳/۱۹ b	۱/۸۱۹ b	۱/۸۰۳ a	۲۰/۸۱ a	۲۰/۸۸a	۵۱/۰۰a	۵۰/۵۸a	۳/۶۱۷b	۳/۵۲۹a
N۱P۲	۷/۲۵۴ a	۷/۲۵۴ a	۱۳/۲۶ a	۱۳/۲۶ ab	۱/۸۲۴ a	۱/۸۲۳ a	۲۰/۳۳ b	۲۰/۳۶b	۵۰/۵۰ab	۴۹/۲۵ab	۳/۶۴۲a	۳/۶۰۸a
N۲P۱	۷/۳۱۵ a	۷/۳۲۰ a	۱۳/۴۴ a	۱۳/۴۸ a	۱/۸۱۷ a	۱/۸۴۰ a	۲۰/۵۵ b	۲۰/۵۹ab	۴۷/۵۸bc	۴۸/۰۸ab	۳/۷۴۲a	۳/۷۴۲a
N۲P۲	۷/۲۹۵ a	۷/۳۱۵ a	۱۳/۳۵ a	۱۳/۴۲ ab	۱/۸۳۱ a	۱/۸۳۵ a	۲۰/۹۰ ab	۲۰/۷۷ab	۴۶/۶۷c	۴۶/۴۲b	۳/۵۸۳b	۳/۶۲۵a

اعداد هر گروه در ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

۲۰۰ کیلوگرم در هکتار=P۲ عدم مصرف فسفر= P۱ ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار=N۲ عدم مصرف نیتروژن=N۱

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه سیلیس در نیتروژن در فسفر بر روی صفات کیفی برنج در سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲.

تیمارها	طول دانه قبل از پخت		طول دانه بعد از پخت		نسبت طویل شدن دانه		درصد آمیلوز		غلظت ژل		دمای ژلاتینه شدن	
	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱
S۱N۱P۱	۷/۳۶۰ab	۷/۳۳۷a	۱۲/۹۸de	۱۳/۰۳ef	۱/۷۶۰def	۱/۷۷۳e	۲۰/۷۵abcde	۲۰/۷۳ab	۵۰/۰۰abcde	۴۹/۳۳a	۳/۲۰۰g	۳/۳۶۷c
S۱N۱P۲	۷/۳۲۰abc	۷/۲۶۳a	۱۲/۸۴de	۱۲/۹۳f	۱/۷۶۰def	۱/۷۸۳de	۲۰/۸۵abcde	۲۰/۵۰ab	۵۲/۳۳abc	۵۰/۰۰a	۳/۳۶۷g	۳/۳۰۰c
S۱N۲P۱	۷/۳۲۳abc	۷/۳۰۷a	۱۳/۱۵cde	۱۳/۲۷bcdef	۱/۷۹۰cdef	۱/۸۱۳abcde	۲۰/۵۵bcdef	۲۰/۵۷ab	۴۳/۰۰e	۴۴/۳۳a	۳/۴۰۰fg	۳/۴۰۰c
S۱N۲P۲	۷/۲۹۳abc	۷/۳۱۷a	۱۲/۷۷e	۱۲/۰۸f	۱/۷۵۰ef	۱/۷۷۳e	۲۱/۳۰a	۲۱/۱۷a	۴۴/۳۳de	۴۶/۰۰a	۳/۳۳۳fg	۳/۳۱۷c
S۲N۱P۱	۷/۲۵۰abcd	۷/۲۸۷a	۱۳/۶۳ab	۱۳/۵۴abcde	۱/۸۸۰ab	۱/۸۶۰abcd	۲۰/۳۵defg	۲۰/۵۳ab	۵۳/۰۰abc	۵۱/۶۷a	۳/۵۶۷ef	۳/۵۰۰c
S۲N۱P۲	۷/۱۵۰d	۷/۲۲۷a	۱۳/۱۴cde	۱۳/۰۹def	۱/۸۳۷abcd	۱/۸۱۰abcde	۱۹/۹۰g	۲۰/۰۰b	۴۵/۰۰de	۴۵/۰۰a	۳/۳۰۰g	۳/۳۰۰c
SN۲P۱	۷/۳۶۳ab	۷/۳۳۷a	۱۳/۱۷cde	۱۳/۰۷ef	۱/۷۱۳f	۱/۷۸۰de	۲۰/۳۰efg	۲۰/۳۳ab	۴۶/۰۰cde	۴۵/۳۳a	۳/۳۳۳g	۳/۳۳۳c
S۲N۲P۲	۷/۳۱۰abc	۷/۳۶۷a	۱۳/۲۳bcd	۱۳/۲۲cdef	۱/۸۱۰abcde	۱/۷۹۳cde	۲۱/۰۵abc	۲۰/۷۷ab	۴۷/۰۰bcde	۴۵/۶۷a	۳/۲۶۷g	۳/۳۰۰c
S۳N۱P۱	۷/۳۸۰a	۷/۳۶۳a	۱۳/۲۶bcd	۱۳/۰۷ef	۱/۷۹۷bcdef	۱/۷۷۳e	۲۱/۱۰ab	۲۱/۱۳a	۵۴/۰۰ab	۵۱/۶۷a	۳/۶۳۳de	۳/۵۶۷bc
S۳N۱P۲	۷/۳۰۰abc	۷/۳۸۳a	۱۳/۴۸abc	۱۳/۴۰abcdef	۱/۸۴۳abcd	۱/۸۳۷abcde	۲۰/۳۰efg	۲۰/۶۳ab	۵۴/۶۷abcd	۵۲/۶۷a	۳/۹۰۰bc	۳/۹۳۳a
S۳N۲P۱	۷/۳۵۳abc	۷/۳۷۳a	۱۳/۸۸a	۱۳/۸۳a	۱/۸۸۳ab	۱/۸۷۳abc	۲۰/۴۵cdefg	۲۰/۷۷ab	۵۰/۳۳de	۵۱/۰۰a	۴/۱۰۰ab	۴/۱۳۳a
S۳N۲P۲	۷/۲۳۷bcd	۷/۲۶۰a	۱۳/۷۰a	۱۳/۶۹abc	۱/۸۹۳a	۱/۸۸۷ab	۲۰/۱۰fg	۲۰/۴۰ab	۴۵/۰۰bcde	۴۶/۰۰a	۳/۹۳۳abc	۴/۰۰a
S۴N۱P۱	۷/۲۴۳abcd	۷/۲۷۳a	۱۳/۱۵cde	۱۳/۱۳def	۱/۸۱۰abcde	۱/۸۰۳bcde	۲۱/۰۵abc	۲۱/۱۰a	۴۷/۰۰abcde	۴۹/۶۷a	۴/۰۶۷ab	۳/۹۳۳a
S۴N۱P۲	۷/۲۴۷abcd	۷/۲۴۳a	۱۳/۵۹ab	۱۳/۶۲abcd	۱/۸۵۷abc	۱/۸۶۳abcd	۲۰/۳۰efg	۲۰/۳۰ab	۵۰/۰۰abcd	۴۹/۳۳a	۴/۰۰abc	۳/۹۰۰a
S۴N۲P۱	۷/۲۲۰cd	۷/۲۶۳a	۱۳/۵۸ab	۱۲/۷۶ab	۱/۸۸۰ab	۱/۸۹۳a	۲۰/۹۰abcd	۲۰/۷۰ab	۵۱/۰۰abcd	۵۱/۶۷a	۴/۱۳۳a	۴/۱۰۰a
S۴N۲P۲	۷/۳۴۰abc	۷/۳۱۷a	۱۲/۷۲a	۱۳/۷۹ab	۱/۸۷۰abc	۱/۸۸۷ab	۲۱/۱۵a	۲۰/۷۷ab	۵۰/۳۳	۴۸/۰۰a	۳/۸۰cd	۳/۸۳۳ab

اعداد هر گروه در ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار =N۲ نانوسیلیکون=S۴ سیلیکات پتاسیم=S۳ سیلکات کلسیم=S۲ عدم مصرف سیلیس=S۱

۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار=P۲ عدم مصرف فسفر=P۱

جدول ۸- ضریب همبستگی صفات کیفی دانه برنج تحت تأثیر تیمارهای منابع مختلف سیلیس و سطوح نیتروژن و فسفر در سال زراعی ۱۳۹۱

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱- طول دانه قبل پخت	۱	۰/۰۰	-۳۶۸**	۰/۲۲۱	۰/۱۳۶	-۰/۰۸۶	-۰/۱۰۳	۰/۱۰۸	-۰/۱۳۶	-۰/۱۲۹	۰/۰۰۹	-۰/۰۸۸
۲- طول دانه بعد از پخت		۱	۰/۹۲۱**	-۰/۲۳۷	-۰/۲۵۸	۰/۵۴۰**	۰/۱۳۷	۰/۳۷۵**	۰/۳۶۷**	-۰/۰۰۷	۰/۳۸۱**	۰/۳۲۸*
۳-نسبت طویل شدن			۱	-۰/۳۱۰*	۰/۱۷۷	۰/۴۹۸**	۰/۱۵۳	۰/۳۲۰*	۰/۳۸۴**	۰/۰۴۴	۰/۳۶۳**	۰/۲۹۴*
۴- درصد آمیلوز				۱	۰/۳۰۶*	۰/۱۰۱	-۰/۰۷۸	-۰/۰۱۴	۰/۱۷۳	-۰/۱۶۱	۰/۰۰۹	۰/۰۲۲
۵- غلظت ژل					۱	۰/۲۶۸	-۰/۲۰۵	-۰/۱۷۷	۰/۳۱۴*	-۰/۲۳۵	-۰/۲۲۷	۰/۰۴۰
۶-دمای ژلاتینه						۱	۰/۰۶۶	۰/۲۴۶	۰/۴۵۴**	-۰/۱۳۵	۰/۱۸۱	۰/۳۹۹*
۷- فسفر کاه							۱	۰/۳۶۷**	۰/۱۶۸	۰/۹۱۴**	۰/۳۵۷**	۰/۱۹۵
۸- نیتروژن کاه								۱	۰/۲۸۳*	۰/۲۳۵	۰/۷۲۵**	۰/۳۱۲
۹-سیلیس کاه									۱	۰/۰۴۴	۰/۲۱۴	۰/۶۶۷**
۱۰-فسفر دانه										۱	۰/۲۲۴	۰/۰۲۷
۱۱-نیتروژن دانه											۱	۰/۲۹۲
۱۲-سیلیس دانه												۱

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

جدول ۹- ضریب همبستگی صفات کیفی دانه برنج تأثیر تیمارهای منابع مختلف سیلیس و سطوح نیتروژن و فسفر در سال زراعی ۱۳۹۲

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱- طول دانه قبل پخت	۱	۰/۰۹۰	-۰/۴۱۹**	۰/۲۱۷	۰/۰۴۱	-۰/۲۱۰	-۰/۳۲۹**	-۰/۱۹۶	-۰/۲۸۱*	-۰/۲۲۹	-۰/۲۷۹*	-۰/۲۷۰
۲- طول دانه بعد از پخت		۱	۰/۹۳۰**	-۰/۱۱۵	۰/۵۷۴**	۰/۷۰۶**	-۰/۱۷۴	۰/۱۱۴	۰/۳۵۵**	-۰/۱۱۱	۰/۲۱۵	۰/۲۵۹
۳-نسبت طویل شدن			۱	-۰/۲۱۴	۰/۴۹۳**	۰/۶۶۸**	-۰/۰۲۲	۰/۱۳۱	۰/۳۶۳**	-۰/۰۱۷	۰/۲۶۹	۰/۲۹۴*
۴- درصد آمیلوز				۱	۰/۰۸۶	۰/۰۲۸	-۰/۲۴۱	۰/۱۴۹	۰/۰۸۹	۰/۰۵۰	۰/۱۳۱	۰/۲۶۹
۵- غلظت ژل					۱	۰/۵۳۴**	-۰/۰۷۳	-۰/۱۶۱	۰/۱۱۵	-۰/۰۲۷	-۰/۱۱۹	۰/۱۷۰
۶-دمای ژلاتینه						۱	-۰/۰۱۴	۰/۲۷۷*	۰/۴۸۸**	-۰/۰۳۲	۰/۲۹۸*	۰/۴۱۸**
۷- فسفر کاه							۱	۰/۳۶۱**	۰/۳۴۹**	۰/۴۱۹**	۰/۰۲۳	۰/۳۰۷
۸- نیتروژن کاه								۱	۰/۶۷۸**	۰/۲۵۱	۰/۴۴۷**	۰/۴۱۴**
۹-سیلیس کاه									۱	۰/۳۷۱**	۰/۲۲۱	۰/۶۵۷**
۱۰-فسفر دانه										۱	۰/۰۵۸	۰/۳۶۹**
۱۱-نیتروژن دانه											۱	۰/۱۴۳
۱۲-سیلیس دانه												۱

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

منابع:

اسماعیل زاده مریدانی م.، م. اشرفی نژاد، س. گالشی، و م. عاشوری، ۱۳۹۰. بررسی اثر کود نیترژن بر عملکرد کمی و کیفی دانه ارقام برنج ارقام (۱ بهار و هاشمی) در گیلان. مجله الکترونیک تولیدات گیاهی زراعی، جلد چهارم، شماره ص. ۱۳۷-۱۲۱.

دستان، س. ۱۳۹۱. ارزیابی شاخص‌های زراعی و اکوفیزیولوژیک ژنوتیپ‌های برنج غرقابی در نظام‌های زراعی تغییر یافته. رساله دکتری رشعه زراعت گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران. ۲۸۷ صفحه.

Bahmaniar. M.A., and Ranjbar. GA, ۲۰۰۷.Response of rice (Orizasativa L.) cooking quality properties to Nitrogen and potassium application.Pak. J. of Bio. Sci., ۱۰(۱۱): ۱۸۸۰-۱۸۸۴

Cruz ND, Khush GS (۲۰۰۰) Rice grain quality evaluation procedures. In: Singh RK, Singh US and Khush GS (Eds). Aromatic Rices, Oxford and IBH Publishing Co Pvt. Ltd, New Delhi, p ۱۵- ۲۸

Danbaba N, Anounye JC, Gana AS, Abo ME, Ukwungwu MN (۲۰۱۱) Grain quality characteristics of Ofadarice (Oryzasativa L.): Cooking and eating quality. Into Food ResJ.۱۸: ۶۲۹-۶۳۴

Futakuchi K, Watanabe H, Jones MP (۲۰۰۸) Relationship of grain protein content to other grain quality traits in interspecific Oryza sativa L. Oryza glaberrima steud. Progenies Agric J. ۳: ۵۰-۵۷

Hao, H.L., Wei, Y.Z., Yang, X.E., Feng, Y., and Wu, C.Y. ۲۰۰۷.Effects ofdifferent nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in Shootand grain quality in rice (Oryza sativa). Rice Sci., ۱۴: ۲۸۹-۲۹۴ .

Hossain MS, Singh AK, Fasih-uz-Zaman (۲۰۰۹) Cooking and eating characteristics of some newly identified inter sub-specific (indicia/japonica) rice hybrids. Sci Asia. ۳۵:۳۲۰-۳۲۵

Manal M. Emam, Hemmat E. Khattab, Nesma M. Helal, Abdelsalam E. Deraz.۲۰۱۴. Effect of selenium and silicon on yield quality of rice plant grown under drought stress. Australian Journal of Crop Science. AJCS ۸(۴):۵۹۶-۶۰۵

Manzoor, Z., Ali, R.I., Awan, T.H., Khalid, N., and Ahmad, M. ۲۰۰۶.Appropriate time of nitrogen application to fine rice, Oryza sativa. J. Agric. Res. ۴۴: ۲۶۱-۲۶۹ .

Perez, C.M., Juliano, B.O., De Datta, S.K., and Amarante, S.T. ۱۹۹۰. Effects of nitrogen fertilizer treatment and source and season on grain quality of IR۶۴ rice.Plant Foods Human Nutr., ۴۰: ۱۲۳-۱۳۰

Mosavi-Azandehi, S.M., A. Fallah and R. Taghizade.۲۰۱۳. Effect of prayingPotassiumSilicate andNitrogen on thePhysicochemicalCharncteristicsof Ratoon Rice (Tarom's local Variety).lnternational journal of Agronomy and Plant Production. Vol., ۴ (۱۰), ۲۷۴۸-۲۷۵۰.

Wang, G., A. Dobermann, C. Witt, Q. Sun and R. Fu. ۲۰۰۱. Pevformanceof site-specific nu erient management for irrigated rice in southeast china.agron.j.۹۳:۸۶۹-۸۷۸ .

Wang, S., W. Cao, D. Jiang, D. B. Tai, and Y. Zhu. ۲۰۰۳. Effects of SRI technique on physiological characteristics and population development in rice. Chinese Journal of Rice Science ۱۷: ۳۱-۳۶. [In Chinese .]

Yang, X., X. Lin, X. Zeng, X. Wang, and S. Luo. ۲۰۰۵.Effect of nitrogen management on grain yield and nitrogen utilization under the System of Intensified Rice cultivation. Chinese Journal of Soil Science۳۸: ۴۶۳-۴۶۶ .

Zhang Guo-liang, DAI Qi-gen, WANG Jian-wu, ZHANG Hong-cheng, HUO Zhong-yang, LING Li, WANG Xian, ZHANG Jun.۲۰۰۷.Effects of Silicon Fertilizer Rate on Yield and Quality of japonica Rice Wuyujing ۳. Chinese Journal of Rice Science (CJRS) .Vol. ۲۱ »Issue (۳): ۲۹۹-۳۰۳

Zhu, Z.G., G.Q. Wei, J. Li, Q.Q. Qian and J.Q. Yu. ۲۰۰۴. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (Cucumis sativus L.). Plant Sci ۱۶۷:۵۲۷-۵۳۳

Role of nano-silicon and other silicon resources with nitrogen and phosphorus application on technological of traits of seed in rice (Oryza sativa)

M. Samdeliri[1],A. Eftekhari[1]

[1]Department of Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Chai us ,

Abstract

In order to investigation of role of nano-silicon and other silicon resources with nitrogen and phosphorus application on yield and yield components of rice (TaromHashemi variety), this experiment was carried out as factorial in randomized complete blocks design with three replications at north of Iran, Mazandaran province in sari region in ۲۰۱۲ and ۲۰۱۳. Treatment was silicon resources in four levels including calcium silicate and potassium silicate the land use and nano-silicon foliar application and non-application (control), as nitrogen application from Urea resource in two levels including ۰ and ۷۰ kg ha-۱ and phosphorus application from P۲۰۵ resource in two levels including ۰ and ۲۰۰ kg ha-۱. The results showed that application the treatments silicon, nitrogen and phosphorus on grain length was not affect but nano-silicon resource and potassium silicate in both years the highest grain length and first year the maximum grain elongation ratio and gel content was obtained. The nitrogen application cause to increased grain length and decreased gel content in both years and increased grain elongation ratio only in first year, also in both years of experiment, application nano-silicon with potassium silicate with nitrogen, the maximum grain length after cookie and gelatinization temperature was obtained. The simple effect of phosphorus treatment was not effect on traits but application phosphorus with nano-silicon and phosphorus with potassium silicate cause to increased grain elongation ratio in both years and increased grain length after cookie in second year. The most of amylose content was achieved in interaction effects nitrogen with phosphorus in second year.

Key words: Nano silicon, Rice،Cookie quality