

تاثیر محلولپاشی سیلیس و پتاسیم و کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام برنج ایرانی طارم هاشمی و طارم محلی (*Oryza sativa* L.)

مهرداد قاسمی لمراسکی*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشجوی دکتری گروه زراعت، تهران، ایران

قربان نورمحمدی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، استاد گروه زراعت، تهران، ایران

حمید مدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، دانشیار گروه زراعت، اراک، ایران

حسین حیدری شریف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، استاد گروه زراعت، تهران، ایران

حمیدرضا مبصر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم شهر، استادیار گروه زراعت، قائم شهر، ایران.

چکیده

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ به صورت مزرعه ای در منطقه ساری به صورت کرت های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو رقم برنج طارم هاشمی و طارم محلی به عنوان عامل اصلی، نیتروژن در سه سطح کودی کاربرد ۳۵، ۷۰ کیلوگرم در هکتار و نیتروکسین به عنوان عامل فرعی و محلولپاشی با آب، نانو سیلیکون، نانو کلات پتاسیم و محلول نانو سیلیکون + نانو کلات پتاسیم به عنوان عامل فرعی فرعی بودند. نتایج نشان دادند بیشترین طول خوشه (۲۸/۷۷ سانتی متر) و بیشترین خوشه چه کل در خوشه (۱۱۳/۸۰ خوشه چه) به ترتیب متعلق به رقم طارم هاشمی و طارم محلی بود. بیشترین پنجه بارور و عملکرد کاه (بترتیب ۲۱/۰۷ پنجه و ۶۱۲۹/۱۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین خوشه چه پر و شاخص برداشت (به ترتیب ۹۱/۰۹ خوشه چه و ۰/۴۲/۷۵) با مصرف ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. با محلولپاشی تنها نانو سیلیکون بیشترین عملکرد دانه (۴۷۴۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد در حالی که بالاترین شاخص برداشت (۰/۴۵/۱۸) با محلولپاشی توأم نانو سیلیکون و نانو کلات پتاسیم به دست آمد. بیشترین شاخص برداشت با مصرف نیتروکسین در رقم محلی (۰/۴۶/۳۴) و همچنین با مصرف توأم نیتروکسین و نانو سیلیکون (۰/۴۶/۲۹) به دست آمد.

* نویسنده مسئول: E-mail : mehr.lemrasky97@yahoo.com

واژه های کلیدی: برنج، سیلیس، پتاسیم، نیتروژن، عملکرد و اجزاء عملکرد

مقدمه

برنج یکی از مهم ترین 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 می دهد، همچنین مبدأ اولیه برنج از قاره آسیا و از کشور هندوستان بوده است (۱۹). سیلیسیم دومین عنصر فراوان در خاک است و به عنوان یک عنصر کاملاً مفید برای گیاهان عالی مطرح می شود (۴۱). در حقیقت ۲۸٪ از سطح پوسته زمین از سیلیس تشکیل شده است (۴۴). برخی از گونه های گیاهی، به خصوص گیاهان خانواده غلات قادر به تجمع سیلیسیم در بافت هایشان می باشند (۲۹). میزان تجمع سیلیسیم در برنج می تواند تا ۱۰٪ وزن خشک گیاه هم برسد (۴۱). شکل قابل حل سیلیسیم در خاک اسید سیلیک " $\text{Si}(\text{OH})_4$ " می باشد که به همین شکل و به طور مستقیم قابل جذب می باشد (۲۱). سیلیس باعث افزایش قدرت اکسیدکنندگی ریشه های برنج می شود و در نتیجه علاوه بر افزایش تبادلات یونی حضور یون اکسیژن را در محیط ریزوسفر افزایش می دهد و خسارت ناشی از تنش های محیطی نظیر سرما و شوری را در برنج کاهش می دهد (۳۰).

مصرف کودهای سیلیکاته نیز باعث افزایش تحمل گیاه برنج به بیماری ها می شود (۳۴). در آزمایشی در اثر مصرف سیلیسیم نسبت به عدم مصرف آن، عملکرد دانه برنج افزایش یافت (۲۵). سیلیس تجمع یافته در اندام های تعرق کننده گیاه، می تواند منجر به تشکیل لایه کوتیکولی از سیلیس گردد که به واسطه کاهش تعرق، موجب کاهش مصرف آب نیز گردد (۲۰). در آزمایشی نشان داده شد که با مصرف سیلیکات کلسیم در برنج، میزان تعرق و تعداد ساقه کاهش یافت (۴۲). بیش ترین تأثیر سیلیس، تشکیل ژل سیلیسی می باشد که در سطح برگ ها، ساقه ها و سایر اندام های برنج قرار می گیرد (۲۵).

پتاسیم به عنوان یکی از عناصر پر مصرف اهمیت بسیار زیادی دارد و اگرچه خود جزیی از ساختمان گیاه نیست، ولی در انجام واکنش های داخلی گیاه نقش کلیدی دارد تا حدی که به آن عنصر کیفیت می گویند (۱۰). ارقامی از برنج که عملکرد بالاتری دارند نیازمند تأمین پتاسیم بیشتری نیز می باشند (۳۱). از علایم کمبود پتاسیم، کاهش استحکام ساقه برنج است (۳۲) که در نتیجه منجر به افزایش ورس می گردد (۳۵) و (۴۶). به طور کلی از اثرات مثبت پتاسیم در گیاه می توان به افزایش مواردی مانند تعداد پنجه، تعداد خوشه، تعداد خوشچه های بارور، جذب نیتروژن و فسفر، طول و سطح برگ، مقاومت به بیماری ها، ضخیم شدن و طویل شدن ریشه ها و قوی و ضخیم شدن ساقه اشاره کرد (۳۷). نتیجه کمبود پتاسیم در گیاه، کاهش فتوسنتز خالص و کاهش چشمگیر عملکرد گیاهان زراعی است (۲۲). نتایج پژوهش ها نشان داده کاربرد پتاسیم به طور معنی داری ماده خشک کاه و عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد در برنج افزایش می دهد. همچنین کاربرد کود پتاسیم تأثیر معنی داری در میزان جذب عناصر غذایی در کاه و دانه دارد (۱۷) و مصرف کود پتاسیم عملکرد دانه برنج را افزایش داد (۴۳). حد بحرانی پتاسیم در خاک برای

برنج ۲۷۰ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد (۱۸). مصرف پتاسیم تأثیر معنی داری را در صفاتی مانند تعداد دانه در هر خوشه، درصد دانه های پوک، عملکرد زیستی و شاخص برداشت در برنج دارد (۱۵). در آزمایشی دیگر نشان داده شد که کود پتاسیم تأثیر مثبتی در پرشدن دانه ها دارد در حالی که کمبود آن موجب عقیمی گرده ها و کاهش تعداد دانه های پر شده در برنج گردید (۲۳ و ۳۹).

نیترژن مهم ترین عنصر محدود کننده رشد برنج می باشد و عدم جذب این عنصر در هر مرحله از رشد باعث کاهش عملکرد خواهد شد (۲۸). نودری (۱۳۸۰) گزارش داد که مقادیر مختلف کود نیترژن بر درصد دانه های پر در خوشه برنج هیبرید HI78 در سطح یک درصد معنی دار است. بنابراین سطوح بالای نیترژن موجب تولید مواد فتوسنتزی بیشتری می شود که این عمل به علت افزایش غلظت کلروفیل برگ و افزایش تعداد پنجه در واحد سطح می باشد. از طرفی نتایج تحقیقات مینا و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان داد که ارتفاع گیاه، تعداد پنجه های بوجود آمده در هر کپه، طول خوشه، تعداد دانه در هر خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد شلتوک تا سطح کودی ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار افزایش می یابد ولی در سطوح بالاتر یعنی ۲۰۰ کیلوگرم به بالا، عملکرد شلتوک، تعداد دانه در هر خوشه و وزن هزار دانه شروع به کاهش می نماید. مصرف زیاد نیترژن باعث عدم رشد و گسترش ریشه شده و جذب سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه نیز به اندازه کافی انجام نگرفته و در نتیجه میزان کربوهیدرات گیاه شدیداً افت می کند.

کمبود کربوهیدرات باعث پوکی دانه و لاغر شدن آن می گردد (۳). تحقیقات نشان داد که با کاربرد بهینه کود نیترژن، مقدار کربوهیدرات های ذخیره شده افزایش یافته و این مقدار کربوهیدرات در پر کردن دانه ها و افزایش وزن هزار دانه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (۱ و ۱۴). نحوی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند بیشترین مقدار عملکرد دانه (۴/۶۹ تن در هکتار) را در سطح کودی ۱۷۵ کیلوگرم کود نیترژن در سال های اولیه مطالعه این برنج (بهار ۱) به دست آوردند. فاگرا و بالیگار (۲۰۰۱) با کاربرد سطوح مختلف نیترژن متذکر شدند که کود نیترژن عملکرد دانه و ماده خشک را در برنج افزایش می دهد. همچنین بلدر و همکاران (۲۰۰۵) سطوح مختلف مصرف کود نیترژن را در مزرعه برنج بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که میزان تولید دانه برنج با افزایش مقدار نیترژن افزایش یافت. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر نانو ذرات های سیلیس و کلات پتاس و مقادیر نیترژن بر عملکرد دانه و اجزای آن در دو رقم بومی و اصلاح شده برنج می باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در مزرعه ای واقع در شهرستان ساری با عرض جغرافیایی ۳۶/۳۸ و طول جغرافیایی ۵۳/۱۲ و ارتفاع ۱۳/۵ متر از سطح دریا اجرا گردید. خصوصیات هواشناسی و

خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است. آزمایش به صورت کرت های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو سطح رقم (طارم هاشمی و طارم محلی) به عنوان عامل اصلی و عامل فرعی در سه سطح کودی (۳۵، ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین (بدون مصرف کود نیتروژن) و محلول پاشی نانو در چهار سطح (عدم محلول پاشی (شاهد)، محلول پاشی نانو سیلیکون، محلول پاشی نانو کلات پتاسیم و محلول پاشی توأم نانو سیلیکون + نانو کلات پتاسیم) به عنوان عامل فرعی در فرعی بودند.

ابتدا زمین مزرعه با توجه به نقشه طرح آزمایشی در کرت های مورد نظر آماده شد که کل تعداد کرت های مورد آزمایش در این طرح ۷۲ کرت بود و همزمان عملیات آماده سازی خزانه صورت گرفت. بذریاشی در خزانه با بذوری که دارای جوانه هایی به طول ۲-۳ میلی متر بودند انجام گردید. گیاهچه ها وقتی به ارتفاع مطلوب ۲۵-۲۰ سانتی متر رسیدند در کرت هایی با مساحت ۱۰ متر مربع (۵ × ۲) نشاکاری شدند. در هنگام نشاکاری هر کپه شامل سه نشاء بود که با فاصله ۲۵ × ۲۵ سانتی متر مربع در زمین اصلی قرار می گیرد. بعد از کاشت نشاءها، همه عملیات به زراعی مانند آبیاری، مبارزه با آفات، بیماری ها، علف های هرز برای همه کرت ها به صورت یکنواخت انجام گرفت و در زمان رسیدگی، حدود ۱۰ روز قبل از برداشت آب مزرعه به طور کامل قطع گردید.

در این مطالعه به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به صورت پایه به زمین شالیزاری اضافه شد و نیتروژن را نیز در سه مرحله تقسیط شد به طوری که نیمی از آن را به صورت پایه و نیمی دیگر را در دو بخش (ظهور خوشه آغازین یا انتهای پنجه هی و بعد از خوشه دهی کامل) به صورت سرک مصرف شد. همچنین به منظور استفاده از نیتروکسین قبل از انتقال نشاءها به زمین اصلی، ریشه آنها را با این کود تلقیح و سپس اقدام به کاشت نموده شد. محلول پاشی با نانو سیلیکون در اواسط پنجه دهی، اواخر پنجه دهی و خوشه دهی کامل صورت گرفت ولی پتاسیم را به غیر از اواسط پنجه دهی در مرحله خوشه آغازین نیز محلول پاشی شد.

صفات مورد مطالعه شامل طول خوشه، تعداد خوشه چه کل در خوشه، تعداد خوشه چه پر در خوشه، تعداد خوشه چه پوک در خوشه (با میانگیری از روی ۲۰ خوشه در هر کرت)، وزن هزار دانه (با توزین ده دسته صدتایی از دانه های تولید شده در هر کرت)، تعداد پنجه بارور در کپه (با میانگیری از میان ۱۲ کپه در هر کرت)، عملکرد دانه (شلتوک)، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک (با برداشت از ۴ متر مربع از وسط هر کرت با رطوبت ۱۲٪) و شاخص برداشت (۱۰۰ × [عملکرد بیولوژیک/عملکرد اقتصادی]) بودند. پس از جمع آوری داده ها، تجزیه آن به کمک نرم افزار آماری MSTAT-C بوده و رسم نمودارها

با نرم افزار Excel انجام شد. مقایسه میانگین ها از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

جدول ۱: خصوصیات هواشناسی محل آزمایش

| ماه های سال | حداقل درجه حرارت | حداکثر درجه حرارت | متوسط ماهیانه | تبخیر | میزان بارندگی (میلی متر) |
|-------------|------------------|-------------------|---------------|-------|-----------------------------|
| فروردین | ۱۱/۱ | ۲۰/۳ | ۱۵/۷ | ۸۳/۶ | ۱۸/۲ |
| اردیبهشت | ۱۴/۰ | ۲۵/۲ | ۱۹/۶ | ۱۴۲/۸ | ۵۸/۸ |
| خرداد | ۱۹/۵ | ۲۹/۵ | ۲۴/۵ | ۱۷۷/۲ | ۷/۶ |
| تیر | ۲۲/۶ | ۳۱/۷ | ۲۷/۲ | ۱۹۸/۸ | ۴/۸ |
| مرداد | ۲۲/۲ | ۳۰/۳ | ۲۶/۲ | ۱۲۹/۱ | ۴۹/۸ |
| شهریور | ۲۳/۱ | ۳۰/۴ | ۲۶/۷ | ۱۱۷/۶ | ۲۶/۳ |

جدول ۲: خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

| عمق (cm) | اسیدیته | ماده آلی | کربن آلی | رس | لای | ماسه | پتاسیم | فسفر | منیزیم | آهن | منگنز | روی | مس | بافت |
|-------------|---------|----------|----------|---------------------|-----|------|--------|------|--------|------|-------|-----|-----|------|
| | | درصد | درصد | میلی گرم بر کیلوگرم | | | | | | | | | | |
| ۳۰-۰ | ۸/۳ | ۴/۶۱ | ۲/۶۸ | ۳۷ | ۲۶ | ۳۷ | ۲۳ | ۲ | ۷۰۴ | ۳۳/۷ | ۸/۳ | ۱/۲ | ۳/۹ | رس |

نتایج و بحث

طول خوشه

همان طوری که در جدول ۳ مشاهده می شود، طول خوشه از نظر آماری تنها تحت تأثیر رقم در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد. مقایسه میانگین اثرات ساده صفات نشان دادند رقم طارم هاشمی با ۲۸/۷۷ سانتی متر طول خوشه بلندتری را داشت (جدول ۴). بر اساس آزمایش انجام شده توسط شهیدی پور (۱۳۹۰) نشان داده شد طول خوشه در برنج رقم فجر (۲۹/۷۰ سانتی متر) کمتر از برنج رقم شیرودی (۳۰/۵۶ سانتی متر) بود و همچنین بیشترین طول خوشه تحت اثر متقابل نیتروژن و رقم، برای مقدار نیتروژن ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار و برنج رقم فجر (۳۰/۹۲ سانتی متر) و کمترین طول خوشه در مقدار نیتروژن صفر کیلوگرم و رقم فجر (۲۸/۸۷ سانتی متر) مشاهده شد.

همچنین مشخص شد بیشترین طول خوشه با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به دست آمد که به ترتیب برابر ۳۳/۹۳ و ۳۲/۱۴ سانتی متر بود. وی دریافت که بلندترین طول خوشه تحت اثر متقابل سیلیس و پتاسیم برای تیمار با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس و ۹۰ کیلوگرم

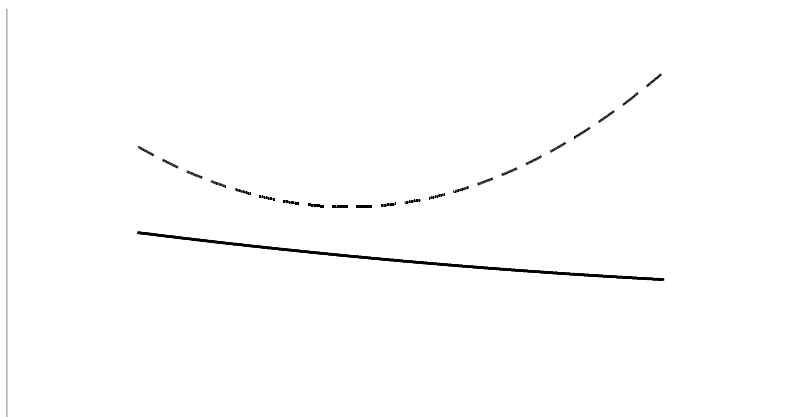
پتاسیم در هکتار (۳۶/۷۸ سانتی متر) و کوتاهترین طول خوشه تحت شرایط بدون مصرف سیلیس و با مصرف ۴۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (۲۸/۱۷ سانتی متر) حاصل شد (۲). سایر محققین نشان داد که هر چند طول خوشه از نظر آماری تحت تأثیر عوامل آزمایش قرار نگرفت ولی با مصرف سیلیس طول خوشه ۱/۹۴٪ افزایش یافت. همچنین طول خوشه بدون مصرف پتاسیم (۲۵/۳۱ سانتی متر) کمترین و با مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (۲۸/۴۰ سانتی متر) بیشترین مقدار شد. بلندترین طول خوشه تحت اثر متقابل سیلیس با پتاسیم، بدون مصرف سیلیس و پتاسیم (۱۳۶/۶۰ سانتی متر) و کوتاهترین طول خوشه بدون مصرف سیلیس و با مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (۱۲۷ سانتی متر) مشاهده شد (۱۱).

تعداد کل خوشه چه در کپه

تعداد کل خوشه چه کپه تحت اثر ساده رقم و تحت اثرات متقابل رقم با کود قرار گرفت و در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول ۳)، به طوری که در رقم محلی (۱۱۳/۸۰ خوشه چه) تعداد خوشه چه کل بیشتری را به خود اختصاص داد. هر چند تعداد خوشه چه کل در کپه تحت اثر ساده کود و محلولپاشی نانو قرار نگرفت ولی بین سطوح مختلف کود و محلولپاشی نانو تفاوت معنی داری حاصل آمد به طوری که کمترین مقدار خوشه چه کل با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن (۱۰۶/۰۲ خوشه چه) و با عدم محلولپاشی نانو (۱۰۵/۰۰ خوشه چه) به دست آمد (جدول ۴).

شکل ۱ گویای این مطلب می باشد که بیشترین خوشه چه کل (۱۱۹/۶ خوشه چه) تحت اثر متقابل رقم محلی با نیتروکسین حاصل شد. شهیدی پور (۱۳۹۰) نشان داد تعداد کل خوشه چه در خوشه تحت تأثیر نیتروژن و رقم قرار نگرفت با این وجود با افزایش نیتروژن، تعداد خوشه چه در خوشه افزایش یافت. همچنین تعداد خوشه چه در خوشه در رقم فجر بیشتر از شیروودی بود. یزدپور (۱۳۹۳) طی مطالعه ای که نقش نانو سیلیکون و دیگر منابع سیلیس بر جذب نیتروژن و فسفر، شاخص ورس و عملکرد کمی و کیفی برنج بررسی می کرد دریافت که در سال دوم آزمایش با کاربرد ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۸۹/۵۶ خوشه چه) و عدم مصرف نیتروژن (۷۹/۰۴ خوشه چه) به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد کل خوشه چه در خوشه این صفت را به خود اختصاص دادند.

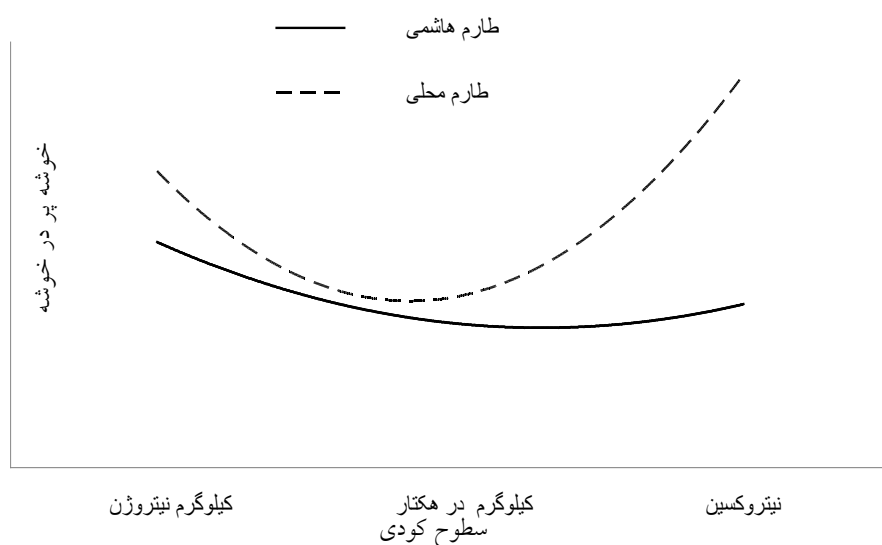
حداقل تعداد کل خوشه چه در خوشه در شرایط بدون مصرف پتاسیم (۱۱۴/۸ خوشه چه) به دست آمد و با مصرف پتاسیم تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار این تعداد به نسبت ۱۳/۷۴٪ روند افزایشی داشت (۲). میرقنبریان سرخی (۱۳۹۰) نیز دریافت که با مصرف پتاسیم تعداد کل خوشه چه در خوشه افزایش یافت.



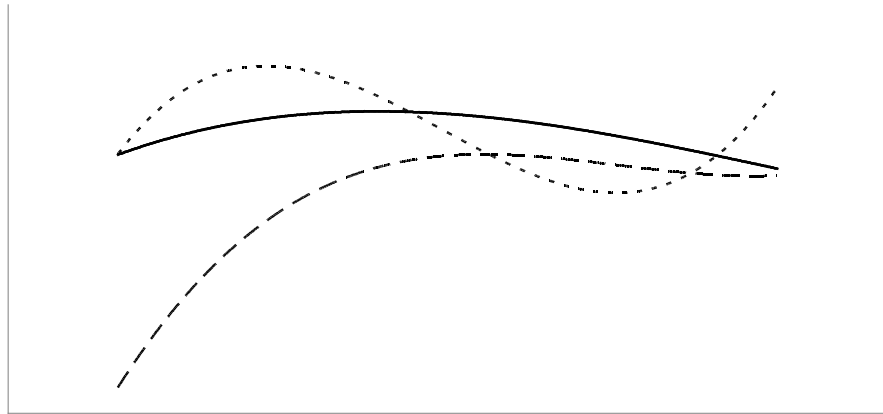
کود نیتروژن مورد استفاده میزان درصد دانه های پر ایجاد شده افزایش می یابد که این نیز می تواند به دلیل قابل دسترس بودن مواد غذایی برای گیاه باشد که سبب می شود تا دانه های بیشتری پر شوند. قاسمی لمراسکی (۱۳۸۹) نشان داد هر چند تعداد خوشه چه پر در خوشه تحت تأثیر سیلیس معنی دار نشد اما در سطوح مختلف سیلیس، بیشترین (۸۷/۸۲ خوشه چه) و کمترین (۸۵/۸۶ خوشه چه) خوشه چه پر در خوشه به ترتیب با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف سیلیس حاصل شد. یزدپور (۱۳۹۳) دریافت که تفاوت تعداد خوشه چه پر در خوشه در دو تیمار سیلیکات پتاسیم و شاهد برابر ۱۱/۹ عدد که معادل افزایش ۱۶ درصدی منبع سیلیکات پتاسیم نسبت به شاهد بود.

همچنین این محقق نشان داد که در سال دوم آزمایش با مصرف ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۸۳/۴۰ خوشه چه) بیشترین و بدون مصرف نیتروژن (۷۴/۵۴ خوشه چه) کمترین تعداد خوشه چه پر در خوشه حاصل شد، به عبارتی کاربرد نیتروژن سبب افزایش ۱۲ درصدی خوشه چه پر در خوشه نسبت به شاهد شد (۱۳). مشخص شد که کمترین تعداد خوشه چه پر شده در خوشه برای تیمار بدون مصرف سیلیس و بیشترین آن با اختلاف ۲۷/۱۳ خوشه چه پر با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار (۱۲۴/۳ خوشه چه پر) به دست آمد.

همچنین تحت مقادیر پتاسیم، بیشترین تعداد خوشه چه پر در خوشه با مصرف ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (۱۲۳/۲ خوشه چه پر) حاصل شد که در مقایسه با شاهد (بدون مصرف پتاسیم) ۲۲/۳ خوشه چه پر اختلاف داشت. بیشترین تعداد خوشه چه پر در خوشه تحت اثر متقابل سیلیس با پتاسیم با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس و ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (۱۴۱/۵ خوشه چه پر) حاصل شد (۲).



شکل ۲- خوشه چه پر در خوشه تحت اثر متقابل رقم با کود



وزن هزار دانه

همان طوری که در جدول ۳ تجزیه واریانس ملاحظه می شود، از نظر آماری وزن هزار دانه تحت تأثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفت ولی تحت تأثیر آزمون دانکن تفاوت معنی داری بین سطوح مختلف محلولپاشی نانو نشان داد به طوری که بالا ترین وزن هزار دانه (۲۵/۳۸ گرم) با محلول پاشی همزمان نانو سیلیکون و نانو کلات پتاسیم به دست آمد (جدول ۴). نتایج نشان داد وزن هزار دانه تحت اثر ساده رقم و اثر متقابل نیتروژن با رقم اختلاف معنی داری به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد از خود نشان داد، به طوری که وزن هزار دانه در رقم شیروودی (۲۴/۵۶)، بیشتر از رقم فجر (۲۱/۷۷) بود (۴). میرقنبریان سرخی (۱۳۹۰) نشان داد که، هر چند وزن هزار دانه از نظر آماری تحت اثر ساده سیلیس، پتاسیم و تحت اثر متقابل سیلیس با پتاسیم قرار نگرفت ولی با مصرف سیلیس وزن هزار دانه ۰/۱۲٪ افزایش یافت و همچنین با مصرف مقادیر ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم وزن هزار دانه به ترتیب ۰/۹۷، ۰/۴۲ و ۰/۲۱٪ افزایش یافت. در همین مورد یزدپور (۱۳۹۳) نشان داد که اگر چه وزن هزاردانه در هر دو سال آزمایش تحت تاثیر سیلیس قرار نگرفت و همه در یک سطح قرار دارند ولی وزن هزار دانه با مصرف سیلیس نسبت به عدم مصرف آن افزایش یافت. همچنین مبصر و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که مقدار نیتروژن بر وزن هزار دانه اثر معنی داری ندارد.

تعداد پنجه بارور در کپه

از نظر آماری تعداد پنجه بارور در کپه تحت اثر ساده کود قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات ساده صفات نشان داد بیشترین پنجه بارور در کپه با مصرف ۷۰ کیلوگرم نیتروژن (۲۱/۰۷ پنجه) حاصل شد (جدول ۴). صدقی (۲۰۰۷) بیان کرد تعداد پنجه در کپه تحت تأثیر مصرف سیلیس قرار نگرفت. نتایج نشان داد که تعداد کل پنجه موثر تحت تأثیر رقم قرار نگرفت ولی تحت تأثیر مقادیر نیتروژن اختلاف معنی داری را داشت به طوری که بیشترین تعداد پنجه موثر با مصرف ۱۱۵ و ۵۷/۵ کیلوگرم نیتروژن و کمترین تعداد پنجه موثر بدون مصرف نیتروژن (۱۷/۷۶ پنجه در کپه) به دست آمد (۴). قنبری مالیدره (۱۳۸۸) بیان داشتند که تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد در صفت تعداد پنجه بارور در کپه در سطوح مقادیر کود نیتروژن مشاهده شد به طوری که با مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین پنجه بارور در کپه و بدون مصرف نیتروژن کمترین پنجه بارور در کپه حاصل شد.

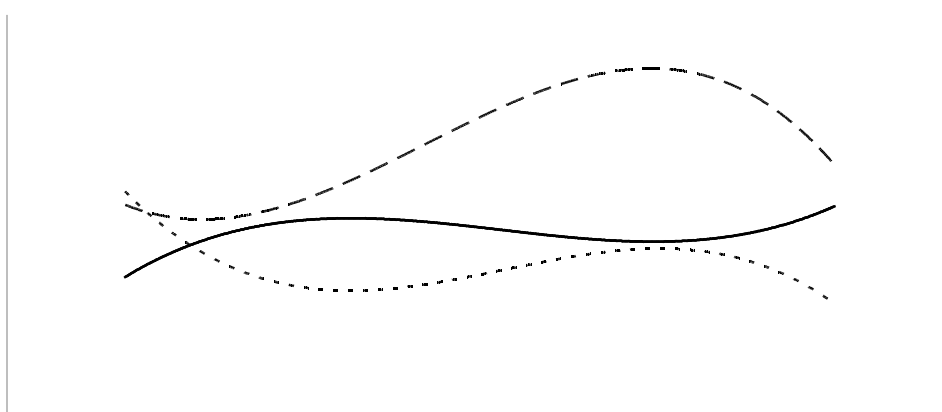
عملکرد دانه

همان طوری که در جدول ۳ تجزیه واریانس ملاحظه می شود، از نظر آماری عملکرد دانه در سطح احتمال ۵٪ تحت اثر ساده محلولپاشی نانو قرار گرفت، به طوری که با محلولپاشی نانو کلات پتاسیم (۶۷/۶۷/۶۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه بالاتری حاصل آمد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه (۵۱۵۵ کیلوگرم در هکتار) تحت اثر متقابل رقم هاشمی با ۷۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با محلولپاشی پتاسیم به دست آمد (جدول ۵). مشخص شد که کمترین عملکرد دانه بدون مصرف نیتروژن (۵۹۳۶/۱ کیلوگرم در هکتار) و بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۱۱۵ نیتروژن در هکتار (۸۷۴۱/۷ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. همچنین عملکرد دانه در رقم فجر (۶۹۶۸/۵ کیلوگرم در هکتار) کمتر از رقم شیرودی (۷۹۸۵/۲ کیلوگرم در هکتار) بود. بیشترین عملکرد دانه تحت اثر متقابل نیتروژن با رقم، در رقم شیرودی و با مصرف ۱۱۵ نیتروژن در هکتار (۹۵۵۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و کمترین عملکرد دانه در رقم فجر و بدون مصرف نیتروژن (۵۵۶۶/۶۶ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (۴). صالحی فر و همکاران (۱۳۹۰) دریافتند که بیشترین مقدار دانه تولیدی مربوط به بالاترین مقدار کودی مورد استفاده می باشد. به طوری که با افزایش مقدار کود نیتروژن مورد استفاده در زمین تعداد دانه تولیدی در مترمربع نیز افزایش می یابد. بیشترین میزان تولید شلتوک با بکاربردن ۱۵۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد، که این نتایج نشان می دهد که قابل دسترس تر بودن نیتروژن سبب افزایش عملکرد می گردد، که این افزایش به دلیل تأثیر کود نیتروژن بر تعداد پنجه و خوشه در گیاه و همچنین تعداد دانه و وزن دانه در خوشه می باشد. چادھاری و همکاران (۲۰۰۹) حداکثر عملکرد دانه را در سطح کودی ۸۵ کیلوگرم در هکتار اعلام کردند. از ۸۵ تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار تغییرات معنی داری در عملکرد دانه مشاهده نگردید و از ۱۱۵ کیلوگرم به بالاتر باعث کاهش محسوس عملکرد دانه شد که این کاهش عملکرد همراه با افزایش سطح کودی مصرفی به خاطر افزایش شیوع بیماری بود. رضایی (۱۳۸۹) دریافت که کمترین عملکرد دانه بدون مصرف پتاسیم حاصل گردید که برابر ۳/۳۱۴ گرم در متر مربع بود و با افزایش مقادیر پتاسیم تا ۴۵ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه ۶/۹۵ و ۱۲/۵۴٪ نسبت به شاهد افزایش یافت. علت افزایش عملکرد دانه با مصرف ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به خاطر افزایش تعداد کل پنجه و پنجه مؤثر در بوته، تعداد کل خوشه چه در خوشه و وزن هزار دانه بوده است. دیگر محقق نشان داد که هرچند پتاسیم از نظر آماری اثر معنی داری بر عملکرد دانه نداشت ولی با مصرف پتاسیم عملکرد دانه افزایش یافت (۱۱).

عملکرد کاه

جدول ۳ تجزیه واریانس گویای این مطلب می باشد که عملکرد کاه از نظر آماری تحت اثر ساده کود در سطح احتمال ۵٪ و تحت اثرات متقابل کود با محلولپاشی نانو و اثر متقابل سه گانه به ترتیب در سطح

احتمال ۵٪ و یک درصد معنی دار شد. مقایسات میانگین اثرات ساده صفات نشان دادند که با مصرف ۷۰ کیلوگرم نیتروژن (۶۱۲۹/۱۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد کاه بیشتری تولید شد (جدول ۴). شکل ۴ گویای این مطلب می باشد که با مصرف همزمان ۷۰ کیلوگرم نیتروژن و محلولپاشی نانو کلات پتاسیم بیشترین عملکرد کاه (۶۶۳۳ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. شهیدی پور (۱۳۹۰) نشان داد که بیشترین عملکرد کاه با مصرف ۵۷/۵ و ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن (به ترتیب ۱۲۷۳۰/۶ و ۱۳۶۹۴/۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن بدون مصرف نیتروژن (۱۰۱۱۹/۴ کیلوگرم در هکتار) حاصل آمد و همچنین بیشترین عملکرد کاه تحت اثر متقابل رقم شیرودی با مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن بدست آمد. طی مطالعه ای که یزدپور (۱۳۹۳) انجام داد مشخص شد که در سال اول آزمایش عملکرد کاه بدون مصرف نیتروژن و با مصرف ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۳۲۹۴ و ۴۳۴۶ کیلوگرم در هکتار بود و همچنین عملکرد کاه در سال دوم آزمایش با عدم مصرف نیتروژن و کاربرد ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۴۴۵۵ و ۵۶۳۵ کیلوگرم در هکتار شد، به عبارتی کاربرد نیتروژن باعث افزایش ۳۱/۹۳ و ۲۶/۴۸ درصدی عملکرد کاه در هکتار به ترتیب برای سال اول و دوم آزمایش نسبت به تیمار شاهد شد. مشخص شد که حداکثر عملکرد کاه با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار حاصل گردید که برابر ۷۴۸/۸ گرم در مترمربع بود. بیشترین عملکرد کاه با مصرف ۴۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (۷۵۰/۱ گرم در مترمربع) و حداقل عملکرد کاه بدون مصرف پتاسیم (۶۶۲/۳ گرم در مترمربع) به دست آمد. بیشترین عملکرد کاه تحت اثر متقابل سیلیس و پتاسیم با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار و ۴۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار بدست آمد (۴).



جدول ۳: تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد تحت تیمارهای کود و محلولپاشی نانو سیلیس و پتاسیم در ارقام برنج

| میانگین مربعات | | | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|------------|----------------------------|
| خوشه چه در خوشه | خوشه چه پر در خوشه | خوشه چه کل در خوشه | طول خوشه | وزن هزار دانه | | |
| ۱/۲۰ ^{ns} | ۰/۱۲ ^{ns} | ۶۱/۴۹ ^{ns} | ۶۷/۵۹ ^{ns} | ۸/۱۸ ^{ns} | ۲ | تکرار |
| ۱۴/۳۶ ^{ns} | ۱/۰۷ ^{ns} | ۱۰۴۹/۷۴ ^{ns} | ۱۷۷۶/۵۸* | ۳۰۳/۷۷** | ۱ | رقم |
| ۲/۲۵ | ۰/۲۴ | ۱۸۹/۷۵ | ۹۲/۴۰ | ۰/۹۹ | ۲ | خطا |
| ۱/۶۵ ^{ns} | ۰/۹۶ ^{ns} | ۵۰۸/۷۸** | ۱۴۹/۰۶ ^{ns} | ۰/۷۳ ^{ns} | ۲ | کود |
| ۰/۳۵ ^{ns} | ۰/۲۴ ^{ns} | ۳۴۲/۳۹* | ۲۶۹/۹۰* | ۰/۶۸ ^{ns} | ۲ | رقم × کود |
| ۲/۷۵ | ۰/۵۹ | ۴۰/۲۴ | ۴۰/۴۲ | ۱/۱۳ | ۸ | خطا |
| ۲/۴۲ ^{ns} | ۰/۶۰ ^{ns} | ۲۹۴/۶۲** | ۱۳۳/۵۲ ^{ns} | ۱/۲۴ ^{ns} | ۳ | محلولپاشی نانو |
| ۱/۰۵ ^{ns} | ۰/۱۳ ^{ns} | ۷۱/۸۵ ^{ns} | ۴۹/۲۱ ^{ns} | ۱/۸۲ ^{ns} | ۳ | رقم × محلولپاشی نانو |
| ۰/۸۷ ^{ns} | ۰/۵۸ ^{ns} | ۱۸۲/۶۶* | ۱۵۰/۸۳ ^{ns} | ۳/۴۳ ^{ns} | ۶ | کود × محلولپاشی نانو |
| ۱/۲۲ ^{ns} | ۰/۱۴ ^{ns} | ۴۶/۹۸ ^{ns} | ۵۷/۵۰ ^{ns} | ۱/۱۲ ^{ns} | ۶ | رقم × کود × محلولپاشی نانو |
| ۱/۵۱ | ۰/۲۷ | ۶۰/۵۴ | ۷۴/۳۹ | ۱/۶۵ | ۳۶ | خطای کل |
| ۴/۹۱ | ۱۳/۹۹ | ۸/۰۷ | ۷/۹۳ | ۴/۸۱ | | ضریب تغییرات (%) |

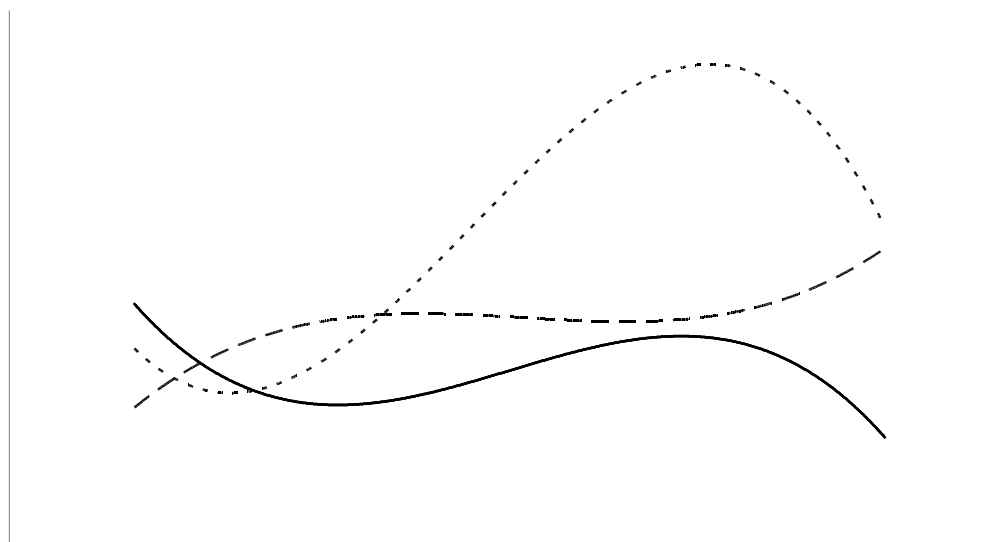
ادامه جدول ۳:

| میانگین مربعات | | | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------|----------------------------|
| شاخص برداشت | عملکرد بیولوژیک | عملکرد کاه | عملکرد دانه | تعداد پنجه بارور در کپه | | |
| ۱/۹۵ ^{ns} | ۵۳۰۵۳۵/۷۶ ^{ns} | ۱۴۴۰۱۰۴/۱۷ ^{ns} | ۱۲۴۰۳۲۷/۴۳ ^{ns} | ۴۱/۳۵ ^{ns} | ۲ | تکرار |
| ۲۴/۸۸ ^{ns} | ۲۰۸۱۷۳۷۸/۱۳ ^{ns} | ۹۴۲۵۰۳۴/۷۲ ^{ns} | ۲۲۲۷۸۰۸/۶۸ ^{ns} | ۲۲/۰۵ ^{ns} | ۱ | رقم |
| ۴۹/۴۲ | ۲۶۵۴۳۱۳/۵۴ | ۲۱۲۸۱۵۹/۷۲ | ۴۳۰۹۱۰/۷۶ | ۴/۳۴ | ۲ | خطا |
| ۴۹/۸۰* | ۳۰۸۷۳۱۷/۰۱ ^{ns} | ۲۸۱۲۶۰۴/۱۷* | ۷۸۵۰۴/۵۱ ^{ns} | ۱۱۶/۴۴** | ۲ | کود |
| ۷/۲۲ ^{ns} | ۱۵۶۹۶۵/۶۳ ^{ns} | ۱۴۸۲۶۳۹ ^{ns} | ۱۶۹۴۱۷/۰۱ ^{ns} | ۲/۴۷ ^{ns} | ۲ | رقم × کود |
| ۹/۴۴ | ۱۴۷۷۲۵۲/۷۸ | ۶۱۶۴۲۳/۶۱ | ۳۲۲۹۵۷/۶۴ | ۷/۶۰ | ۸ | خطا |
| ۸/۷۴* | ۱۲۳۹۶۲۴/۴۲ ^{ns} | ۲۴۰۹۶۰/۶۵ ^{ns} | ۴۹۹۱۸۴/۶۱* | ۰/۷۰ ^{ns} | ۳ | محلولپاشی نانو |
| ۶/۴۱* | ۲۰۸۴۸۱/۸۳ ^{ns} | ۲۵۴۸۴۹/۵۴ ^{ns} | ۱۸۷۰۸/۶۸ ^{ns} | ۱/۵۵ ^{ns} | ۳ | رقم × محلولپاشی نانو |
| ۶/۰۳* | ۱۴۰۲۸۲۴/۴۲* | ۶۵۹۳۶۳/۴۳* | ۱۹۴۰۰۲/۶۶ ^{ns} | ۱/۳۶ ^{ns} | ۶ | کود × محلولپاشی نانو |
| ۷/۰۸* | ۲۲۲۳۸۸۶/۰۰** | ۱۰۴۹۳۶۳/۴۳** | ۲۸۰۸۲۸/۱۳ ^{ns} | ۲/۲۳ ^{ns} | ۶ | رقم × کود × محلولپاشی نانو |
| ۲/۲۳ | ۵۸۷۴۰۱/۷۴ | ۲۲۶۰۳۰/۰۹ | ۱۲۱۱۴۹/۴۲ | ۲/۳۲ | ۳۶ | خطای کل |
| ۳/۳۶ | ۷/۴۳ | ۸/۲۸ | ۷/۶۲ | ۸/۱۵ | | ضریب تغییرات (%) |

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

عملکرد بیولوژیک

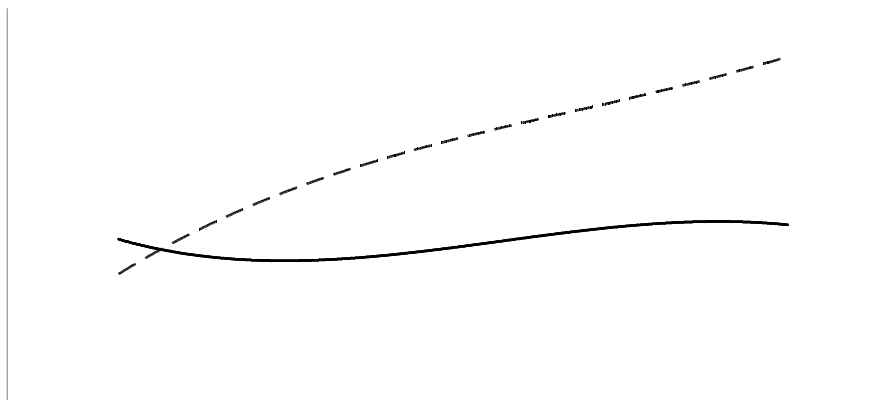
همان طوری که در جدول ۳ تجزیه واریانس کاملاً مشهود می باشد، از نظر آماری عملکرد بیولوژیک تحت اثرات متقابل کود با محلولپاشی نانو و اثر متقابل سه گانه به ترتیب در سطح احتمال ۵٪ و یک درصد معنی دار شد. هرچند تیمارها اثر معنیداری بر عملکرد بیولوژیک نداشتند اما آزمون دانکن اختلاف معنی داری را بین سطوح مختلف محلولپاشی نانو نشان داد به طوری که با محلولپاشی نانو کلات پتاسیم (۱۰۶۶۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیولوژیک بالاتری به دست آمد (جدول ۴). با مصرف همزمان ۷۰ کیلوگرم نیتروژن و محلولپاشی نانو کلات پتاسیم بیشترین عملکرد کاه (۱۱۵۸۰ کیلوگرم در هکتار) تحت اثر متقابل کود با محلولپاشی نانو به دست آمد (شکل ۵). نتایج نشان داد که تعداد کل پنجه موثر تحت تأثیر رقم قرار نگرفت ولی تحت تأثیر مقادیر نیتروژن اختلاف معنی داری را داشت به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن از صفر کیلوگرم به ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک به میزان ۴۰/۲٪ افزایش یافت (۴). قنبری و همکاران (۲۰۰۸) در این رابطه اعلام داشتند که بیشترین عملکرد بیولوژیکی در بالاترین سطح مصرف نیتروژن حاصل شد. نولا و همکاران (۲۰۱۲) در نتایج خود اظهار داشتند که مصرف سیلیس عملکرد بیولوژیکی را افزایش می دهد.



نتایج حاصل از تحقیقات معینی (۱۳۹۱) و قاسمی میانایی (۱۳۸۹) نیز نشان داد مصرف سیلیس عملکرد بیولوژیکی را افزایش می دهد. میرقنبریان سرخی (۱۳۹۰) نشان داد با مصرف سیلیس عملکرد بیولوژیک به میزان ۱۳/۸۷٪ افزایش یافت. هرچند از نظر آماری مصرف پتاسیم اثر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک نداشت ولی با مصرف مقادیر ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار عملکرد بیولوژیک به ترتیب به میزان ۲/۲ و ۳/۹۶٪ نسبت به عدم مصرف پتاسیم افزایش یافت در حالی که عملکرد بیولوژیک با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، به میزان ۳/۳۸ نسبت به عدم مصرف پتاسیم کاهش داشت. تحت اثر متقابل سیلیس با پتاسیم بیشترین عملکرد بیولوژیک با مصرف سیلیس و ۴۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (۱۲۱۷/۹۶ کیلوگرم در متر مربع) به دست آمد.

شاخص برداشت

از نظر آماری شاخص برداشت تحت اثرات ساده کود و محلول پاشی نانو و تحت اثرات متقابل رقم با محلول پاشی نانو، کود با محلول پاشی نانو و رقم \times کود \times محلول پاشی نانو قرار گرفت و در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول ۳)، مقایسه میانگین اثرات ساده صفات نشان دادند که کمترین (۴۲/۷۵٪) و بیشترین (۴۵/۱۸٪) شاخص برداشت به ترتیب با مصرف ۷۰ کیلوگرم نیتروژن و محلول پاشی توأم نانو سیلیکون و نانو کلات پتاسیم به دست آمد (جدول ۴). با محلول پاشی توأم نانو سیلیکون و نانو کلات پتاسیم در رقم محلی بالاترین شاخص برداشت (۴۶/۳۴٪) به دست آمد (شکل ۶). همچنین شکل ۷ گویای این مطلب می باشد که چنانچه کود بیولوژیک نیتروکسین توأم با محلول پاشی نانو سیلیکون مورد مصرف قرار گیرد بالاترین شاخص برداشت (۴۶/۲۹٪) به دست آمد. صدقی (۲۰۰۷) نشان داد شاخص برداشت برنج تحت تاثیر سیلیس قرار نگرفت اما روند آن افزایشی بود زیرا میزان عملکرد دانه را نسبت به عملکرد گاه با شدت بیشتری افزایش داد. شهیدی پور (۱۳۹۰) دریافت بیشترین شاخص برداشت با مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن (۳۸/۷٪) و کمترین شاخص برداشت بدون مصرف نیتروژن (۳۷٪) به دست آمد. همچنین شاخص برداشت در رقم فجر (۳۵/۱۲٪) کمتر از رقم شیروودی (۴۰/۶۶٪) بود.



جدول ۴: مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد تحت تیمارهای کود و محلولپاشی نانو سیلیس و پتاسیم

| عوامل آزمایشی | طول خوشه | خوشه چه کل در خوشه | خوشه چه پر در خوشه | خوشه چه پوک در خوشه | وزن هزار دانه (g) |
|-----------------------------|----------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| رقم | | | | | |
| طارم هاشمی | ۲۸/۷۷a | ۱۰۳/۸۶b | ۹۲/۵۴a | ۱۲/۵۹a | ۲۵/۴۵a |
| طارم محلی | ۲۴/۶۶b | ۱۱۳/۸۰a | ۱۰۰/۱۸a | ۱۴/۶۰a | ۲۴/۵۶a |
| کود (نیترژن) | | | | | |
| ۳۵ کیلوگرم در هکتار | ۲۶/۶۲ | ۱۰۹/۶۹ab | ۹۸/۳۹a | ۱۲/۳۲ | ۲۵/۰۳ |
| ۷۰ کیلوگرم در هکتار | ۲۶/۹۲ | ۱۰۶/۰۲b | ۹۱/۰۹b | ۱۵/۲۶ | ۲۵/۲۵ |
| نیتروکسین | ۲۶/۶۱ | ۱۱۰/۷۷a | ۹۹/۶۰a | ۱۳/۲۱ | ۲۴/۸۳ |
| محلولپاشی نانو | | | | | |
| شاهد | ۲۶/۴۴ | ۱۰۵/۰۰b | ۹۰/۵۳b | ۱۴/۷۷ab | ۲۵/۱۰ab |
| نانو سیلیس | ۲۶/۸۳ | ۱۱۰/۶۹ab | ۹۹/۷۸a | ۱۲/۱۸b | ۲۵/۰۳ab |
| نانو کلات پتاس | ۲۷/۰۲ | ۱۱۰/۸۵a | ۹۷/۰۵a | ۱۴/۸۵a | ۲۴/۵۰b |
| نانو سیلیس + نانو کلات پتاس | ۲۶/۵۷ | ۱۰۸/۷۷ab | ۹۸/۰۸a | ۱۲/۵۸ab | ۲۵/۳۸a |

ادامه جدول ۴:

| عوامل آزمایشی | تعداد پنجه بارور در کپه | عملکرد دانه (kg/ha) | عملکرد کاه (kg/ha) | عملکرد بیولوژیک (kg/ha) | شاخص برداشت (%) |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| رقم | | | | | |
| طارم هاشمی | ۱۹/۲۴a | ۴۷۴۳/۸۹a | ۶۱۰۵/۵۶a | ۱۰۸۴۹/۴۴a | ۴۳/۸۳a |
| طارم محلی | ۱۸/۱۳a | ۴۳۹۲/۰۸a | ۵۳۸۱/۹۴a | ۹۷۷۴/۰۳a | ۴۵/۰۰a |
| کود (نیترژن) | | | | | |
| ۳۵ کیلوگرم در هکتار | ۱۸/۲۵b | ۴۶۲۵/۶۳ | ۵۶۲۷/۰۸ab | ۱۰۲۵۲/۷۱ | ۴۵/۲۰a |
| ۷۰ کیلوگرم در هکتار | ۲۱/۰۷a | ۴۵۶۷/۰۸ | ۶۱۲۹/۱۷a | ۱۰۶۹۶/۲۵ | ۴۲/۷۵b |
| نیتروکسین | ۱۶/۷۳b | ۴۵۱۱/۲۵ | ۵۴۷۵/۰۰b | ۹۹۸۶/۲۵ | ۴۵/۲۹a |
| محلولپاشی نانو | | | | | |
| شاهد | ۱۸/۴۵ | ۴۳۸۹/۴۴c | ۵۶۹۴/۴۴ | ۱۰۰۸۳/۸۹b | ۴۳/۵۸c |
| نانو سیلیس | ۱۸/۹۳ | ۴۴۶۹/۴۴bc | ۵۶۷۲/۲۲ | ۱۰۱۴۱/۶۷b | ۴۴/۱۵bc |
| نانو کلات پتاس | ۱۸/۷۱ | ۴۷۴۶/۶۷a | ۵۹۱۶/۶۷ | ۱۰۶۶۳/۳۳a | ۴۴/۷۴ab |
| نانو سیلیس + نانو کلات پتاس | ۱۸/۶۴ | ۴۶۶۶/۳۹ab | ۵۶۹۱/۶۷ | ۱۰۳۵۸/۰۶ab | ۴۵/۱۸a |

اعداد هر تیمار آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد

منابع

- ۱- احمدی، ع.، سرمد، س. و زالی، ع. ۱۳۸۳. مقایسه توان ذخیره سازی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و سهم آن ها در چهار رقم گندم در شرایط آبیاری مطلوب و تشتی، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۴، صفحات ۹۳۱-۹۲۱.
- ۲- رضایی، ا. ۱۳۸۹. بررسی اثرات مقادیر سیلیس و پتاسیم در دو آرایش کاشت بر خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی وابسته به ورس در برنج (*Oryza sativa L.*) رقم طارم محلی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر. ۱۰۲ صفحه.
- ۳- سلیمانی، ع. و امیری لاریجانی، ب. ۱۳۸۳. اصول به زراعی برنج، چاپ اول، انتشارات آرویج تهران. ۳۰۳ صفحه
- ۴- شهیدی پور، ر. ۱۳۹۰. بررسی اثرات مقادیر مختلف نیتروژن و تعداد نشاء در کپه برصفت زراعی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در دو رقم برنج (*Oryza sativa L.*). پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر. ۱۲۱ صفحه.
- ۵- صالحی فر، م.، ج. اصغری، س. ح. پیمان، ح. سمیع زاده و ح. دوستی. ۱۳۹۰. اثرات فاصله کشت، کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج هیبرید (بهار ۱). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد چهارم، شماره دوم. ۱۶۸-۱۵۵.
- ۶- قاسمی میانایی، آ. ۱۳۸۹. تاثیر مصرف مقادیر کود سیلیس و پتاسیم بر خصوصیات مورفولوژیکی وابسته به ورس و صفات زراعی برنج رقم طارم هاشمی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. ۷۶ صفحه.
- ۷- قاسمی لمراسکی، م. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر مصرف مقادیر کود سیلیس و فسفر روی عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شدت بیماری بلاست برنج رقم طارم در استان مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر. ۱۰۷ ص.
- ۸- قنبری مالیدره، ع. ۱۳۸۸. تاثیر مقادیر نیتروژن و سیلیس بر عملکرد و خصوصیات آگرونومیکی و فیزیولوژیکی برنج رقم طارم در دو سیستم آبیاری. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۶۰ صفحه.
- ۹- معینی، ن. ۱۳۹۱. بررسی مصرف سیلیس بر جذب فسفر در گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر. ۱۱۰ صفحه.
- ۱۰- ملکوتی، م. ۱۳۷۸. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی. چاپ چهارم. دفتر نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۱ ص.
- ۱۱- میرقنبریان سرخی، س. ح. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر مقادیر سیلیس و پتاسیم بر خصوصیات آگرومورفولوژیک وابسته به ورس در برنج (*Oryza sativa L.*). پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر. ۷۸ صفحه.
- ۱۲- نوذری، ش. ۱۳۸۰. بررسی اثرات سطوح مختلف ازت و تراکم های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج هیبرید (H178). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان. ۱۰۷ صفحه.
- ۱۳- یزدپور، ح. ۱۳۹۳. نقش نانوسیلیکون و دیگر منابع سیلیس بر جذب نیتروژن و فسفر، شاخص ورس و عملکرد کمی و کیفی برنج (*Oryza sativa L.*). رساله دکتری رشته زراعت، گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی. کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۲۷۵ صفحه.

- 14- Akita, K. 1998. Physiological aspects improving yield potential tropical rice cultivation. Rice research IRRI, Manila Philippines. 41-76pp.
- 15- Bahmanyar, M. A. and Soodaee Mashae, S. 2010. Influences of nitrogen and potassium top dressing on yield and yield components as well as their accumulation in rice (*Oryza sativa* L.). Afric. J. Biotech. 9: 18. 2648-2653.
- 16- Belder, P., Spiertz, J. H. J., Bouman, B. A. M. and Toung, T. P. 2005. Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water irrigation. Field Crop Research. 93: 169-185.
- 17- Brohi, A. R., Karaman, M. R., Topbas, M., Aktas, T. A. and Savasli, E. 2000. Effect of potassium and magnesium fertilization on yield and nutrient content of rice crop grown on artificial siltation soil. Turk. J. Agri. For. 24: 429-435.
- 18- Cate, R. B. J. C. and Nelson, L. A. 1971. A simple Statistical Procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33: 658-660.
- 19- Chabra, D., Kashaninejad, M. and Rafiee, S. 2006. Study and comparison of waste contents in different rice dryers. Proceeding of the First National Rice Symposium. Amol, Iran.
- 20- Chaudhary, S. M., Muzzammil, H., Iqbal, J. and Anjum, M. A. 2009. Effect of nitrogen doses on incidence of bacterial leaf blight in rice. J. Agric. Res. 47(3).
- 21- Chen, W., Yao, X., Cai, K. and Chen, J. 2010. Silicon alleviates drought stress of rice plants by improving plant water status, photosynthesis and mineral nutrient absorption. Biological trace element research. 142: 67-76.
- 22- Ding, Y., Luo, W. and Xu, G. 2006. Characterization of magnesium nutrition and interaction of magnesium and potassium in rice. Ann. Appl. Biol. 149: 111-123.
8. Emami, A. 1996. Analyses Method of Plants. Agricultural Organization of Research, Education and Promotion. Institute of Soil and Water Research, 982p. (In Persian)
- 23- Esfehiani, M., Sadrzade, S. M., Kavooosi, M. and Dabagh-Mohammad-Nasab, A. 2005. Study the effect of different levels of nitrogen and potassium fertilizers on growth, grain yield, yield components of rice (*Oryza sativa*) cv. Khazar, Iran. Agron. J. 7: 3. 226-241. (In Persian)
- 24- Fageria, N. K. and Baligar, V. C. 2001. Lowland rice response to nitrogen fertilization, soil science Plant Annual, 32 (189): 140 – 142.
- 25- Fallah, A. 2000. Effects of silicon and nitrogen on growth lodging and spike let filling in rice. PhD Thesis, University of the Philippines Losbanos, 108p.
- 26- Ghanbari- Malidarreh, A., A. Kashani, G. Nourmohammadi, H. R. Mobasser, V. Alavi and Fallah, A. 2008. Effect of silicon and nitrogen rates on leaf and neckblast, chlorophyll content and yield of rice (*Oryzasativa* L.) in two water management systems (flooding and deficit irrigation) in the north of Iran.
- 27- Ghanbari-Malidarreh, A., Azimnejad, A., Alavi, S. V. and Mobasser, H. R. 2011. Effect of different sources of silicon content on grain yield and yield components of rice (*Oryzasativa* L.). International Conference on Silicon in Agriculture September 13-18 ,2011 Beijing, China.
- 28- Haefel, S. M., Naklang, K., Harnpichitvitaya, D., Jearakongman, S., Skulkhu, E., Romyen, P., Tabtim, S. and Suriya-Arunroj, S. 2006. Factor affecting rice yield and fertilizer response in rain fed lowlands of northeast Thailand. Field Crop Research. 98: 39- 51.
- 29- Hayasaka, T., Fujii, H. and Ishiguro, K. 2008. The role of silicon in preventing appressorial enetration by the rice blast fungus. Phytopathology, 98(9):1038-1044.
- 30- Hodson, M. J. and Sangster, A. G. 2002. Silicon and abiotic stress. P 99-104, In: Matoh, T. (ed.), Second Silicon in Agriculture Conference. Press-Net, Kyoto, Japan.
- 31- Hu, H. and Wang, G. H. 2004. Nutrient uptake and use efficiency of irrigated rice in response to potassium application. Pedosphere. 1: 125-130.
- 32- Kant, S. and Kafkafi, U. 2002. Potassium and abiotic Stresses in Plants. In: Pasricha, N.S., S.K. Bansal (eds.), Role of potassium in nutrient management for sustainable crop production in India. Potash Research Institute of India: Gurgaon, Haryana.
- 33- Korndörfer, G. H., Pereira, H. S. and Camargo, M. S. 2004. Calcium and Magnesium Silicates in Agriculture. 3rd edn. GPSi/ICIAG/UFU, Uberlândia, Brazil.
- 34- Liang, Y. C., Sun, W. C. and Mheld, V. 2005. Effects of foliar- and root-applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in Cucumis sativus. Plant Pathol. 54: 678-685.
- 35- Mahbub, M. A., Khanam, M., Rahman, M. S., Hossain, M. A. and Gomosta, A..R. 2006. Determination of lodging characters of some BRRI recommended rice varieties at three nitrogen levels during wet season in Bangladesh. Bangladesh J. Bot. 35: 117-124.
- 36- Meena, S. L., Surendra, S. Y., Shivay, and Singh, S. 2003. Response of hybrid rice (*Oryza sativa*) to nitrogen and potassium application in sandy clay lome soile. Indina. J. Agric. Sci. 73(1): 8-11. 0439-444 .
- 37- Michael, A. and Picker, J. 1996. Potassium and Phosphorus Nutrition in Rice. Information from 1996 Missouri Rice Research Update.

- 38- **Mobasser, H. R., Ghanbari-Malidareh, A. and Sedghi, A. H. 2008.** Effect of silicon application to nitrogen rate and splitting on agronomical characteristics rice (*Oryza sativa* L.). Silicon in agriculture conference, South Africa. PP: 57.
- 39- **Mondal, S. S., Dasmahapatra, A. N. and Chatterjee, B. N. 1987.** Effect of high rates of potassium and nitrogen on rice yield components. Environ. Eco. 5: 300-303.
- 40- **Nahvi, M., Alahghilipoor, M., Ghorbanpoor, M. and Mehrgan, H. 2005.** Effect of plant density and nitrogen fertilizer rate for Hybrid rice (GRH1). Pejhoresh va Sazandegi. J.17(66):33-38.
- 41- **Nakata, Y., Ueno, M., Kihara, J., Ichii, M., Taketa, S. and Arase, S. 2008.** Rice blast disease and susceptibility to pests in a silicon uptake deficient mutant. Crop Protection. 27: 865-868.
- 42- **Nolla, A., R. J. Faria, Korndorfer, G. H. and Silva, T. R. B. 2012.** Effect of Silicon on drought tolerance of upland rice. Journal of Agricultur & Environment .10: 1. 269-272.
- 43- **Qi-chun, Z., Guang-huo, W., Yu-ke, F., Peiyuan, Q. and Schoenau, J. J. 2011.** Effect of potassium fertilization on soil potassium pools and rice response in an intensive cropping system in China. J. Plant Nutr. Soil Sci. 174: 73-80.
- 44- **Rodrigues, F. A. and Datnoff, L. E. 2005.** Silicon and rice disease management. Fitopatologia Surendran, U. 2005. Split application of muriate of potash and sulphate of potash on growth, yield attributes, uptake and availability of nutrients in lowland rice cv.PY-5. J. Agric. Sci. 1: 42-48.
- 45- **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)
- 46- **Williams, J. and Smith, S. G. 2001.** Correcting potassium deficiency can reduce rice stem diseases. Better Crop. 85: 7-9.