اثر قطع آبیاری و مقدار سیلیس بر پارامترهای مربوط به عملکرد و ورس و روابط بین آن‌ها در برنج رقم طارم محلی

روح‌اله جعفری‌پور[*1]، سلمان دستان[2]، ابراهیم قربان‌نژاد[3]، مرتضی سیاوشی[4]، امیر معصومی[5]

۱. **دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر، گروه زراعت، قائم‌شهر، ایران.**
۲. **دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت، تهران، ایران.**
۳. **مسئول دفتر برنج سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران.**
٤. **مدرس گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور بهشهر.**
۵. **کارشناس ناظر برنج سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران.**
[*]rjafaripour@ymail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر مصرف سیلیس و قطع آبیاری بر برنج رقم طارم محلی، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دشت‌ناز ساری در سال ۱۳۸۹ اجرا شد. قطع آبیاری به مدت ۱۵ روز در چهار مرحله‌ی ابتدا، اواسط و انتهای پنجه‌دهی (آغازه گل‌آذین) و ۵۰٪ گلدهی به عنوان عامل اصلی و سه مقدار ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم سیلیس خالص در هکتار به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد قطع آبیاری در مرحله‌ی ابتدای پنجه‌زنی موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه، تعداد پنجه بارور در کپه و عملکرد دانه گردید. بیشترین تعداد پنجه و پنجه بارور و حداکثر عملکرد دانه در تیمار قطع آبیاری مرحله ۵۰٪ گلدهی حاصل شد. کمترین حرکت خمش تحت تیمار قطع آبیاری در اواسط پنجه‌زنی و با مصرف ۵۰۰ کیلوگرم سیلیس به دست آمد. شاخص ورس با ارتفاع بوته و حرکت خمش همبستگی مثبتی داشت ولی با مقاومت به شکستگی همبستگی منفی و بسیار بالایی نشان داد. به عبارتی با کاهش ارتفاع بوته، حرکت خمش و شاخص ورس کاهش و مقاومت به شکستگی افزایش می‌یابد. بنابراین مرحله ابتدای پنجه‌دهی به قطع آبیاری بسیار حساس است، زیرا باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گردید.

واژه‌های کلیدی: برنج، قطع آبیاری، سیلیس، حرکت خمش، عملکرد دانه. شاخص ورس.

مقدمه

نیاز آبی محصولات زراعی متفاوت می‌باشد و چون برنج گیاهی نیمه آبزی است در مقایسه با دیگر محصولات زراعی به آب بیشتری نیاز دارد. آب نیز از جمله عواملی است که بر صفات مرفولوژیک و فیزیولوژیکی برنج تاثیر می‌گذارد. بر این اساس کمبود آب می‌تواند روی فرآیند انبساط سلول توسط تغییرات فیزیکی و متابولیکی تاثیر بگذارد (Boyer and Kramer, 1995). وقتی آبیاری به تاخیر افتاد، وزن خشک شاخه‌ها کاهش یافت (Grigg *et al.*, 2000). کمبود آب از طریق اثرگذاری بر انتقال آنزیم‌های فتوسنتزی و فعالیت آنزیم ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز موجب کاهش فتوسنتز و وزن خشک دانه می‌شود (Bocharnikova and Matichenkov, 2008). بازدارندگی رشد

برگ برنج در کم آبی به خصوص می‌تواند در طول مراحل استقرار اولیه دانه رخ دهد، درست زمانی که حداکثر سطح برگ برای افزایش محصول لازم است، از دلائل این مسئله می‌توان به کاهش انعطاف‌پذیری دیواره سلول‌ها و کاهش پتانسیل اسمزی و فشار تورژسانس در کم آبی اشاره کرد. میزان دسترسی به رطوبت خاک، مهم‌ترین عامل در تعیین عملکرد گیاهان زراعی در مناطق نیمه خشک می‌باشد (Stone *et al.*, 2001). ارقام مختلف برنج در مرحله رویشی به کم آبی حساسیت بیشتری دارند و تنش در این مرحله موجب کاهش عملکرد بیشتری در مقایسه با مرحله زایشی می‌گردد (Pantuwan *et al.*, 2002). سیلیس یکی از فراوان‌ترین عناصر در پوسته زمین و خاکستر گیاهان است (Jones and Handereck, 1976)، و به خاطر اثرات مثبت در کشت برنج به عنوان عنصر ضروری برای این گیاه زراعی می‌باشد (Mengel and Kirkby, 1987). سیلیس باعث بهبود ارتفاع گیاه، طول میانگره، وزن تر، حرکت خمش و مقاومت به شکستگی در گیاه برنج می‌شود و شاخص ورس که از نسبت حرکت خمش به مقاومت به شکستگی بدست می‌آید را نیز افزایش می‌دهد و همچنین باعث افزایش مقاومت به خوابیدگی ورس در گیاه برنج گردد (Fallah, 2008). هدف از این تحقیق، تعیین اثر مقادیر سیلیس و قطع آبیاری بر عملکرد دانه، خصوصیات مورفولوژیک و حرکت خمش برنج بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دشت ناز ساری با عرض جغرافیائی ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۱ درجه شرقی با ارتفاع ۱۱/۵ متر از سطح دریا در سال ۱۳۸۹ با رقم طارم محلی اجرا شد. خاک محل آزمایش لوم رسی بود. نمونه‌برداری خاک قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام شد که دارای pH برابر ۷/۶۸، هدایت الکتریکی ۰/۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر، ماده آلی برابر ۲/۴۶ درصد و غلظت فسفر، پتاسیم و سیلیس قابل جذب به ترتیب برابر با ۳۳/۸، ۴۵۵ و ۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و نیتروژن کل آن برابر ۰/۲۲ درصد بود.

آزمایش به شکل کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. قطع آبیاری در هر یک از مراحل ابتدای پنجه‌دهی، اواسط پنجه‌دهی، انتهای پنجه‌دهی (آغازه گل آذین) و ۵۰٪ گلدهی به مدت ۱۵ روز به عنوان عامل اصلی در نظر گرفته شد. در حین اعمال تیمارهای قطع آبیاری مراحل ابتدای پنجه‌دهی و مرحله ۵۰ درصد گلدهی اگرچه با بارندگی توام شد ولی در هر چهار مرحله ترک خوردگی شدیدی در خاک دیده شد. سه مقدار سیلیس ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار سیلیس خالص از منبع خاکستر معدنی حاصل از کارخانه سیمان فیروزکوه که به صورت کود پایه، ۱۵ روز قبل از نشاکاری مصرف شد به عنوان عامل فرعی بود.

رقم طارم محلی به علت پابلند و حساس بودن به ورس در این آزمایش کشت گردید. عملیات کاشت، داشت و برداشت برنج بر اساس دستورالعمل یوشیدا (Yoshida, 1981) انجام شد و صفات ارتفاع گیاه، طول میانگره ۴، تعداد کل پنجه در کپه، تعداد پنجه موثر در کپه، حرکت خمش میانگره ۴ و عملکرد دانه در طی مراحل رشد مورد ارزیابی قرار گرفتند (Yoshida, 1981). آنالیز و تجزیه آماری داده‌های حاصل از این آزمایش با نرم افزار آماری MSTAT-C انجام گردید و مقایسات میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد از بین صفات مورد مطالعه تنها ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در کپه و تعداد پنجه موثر در

کپه تحت اثر تیمار قطع آبیاری اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. هیچ یک از صفات مورد بررسی تحت اثر مقدار سیلیس و اثر متقابل قطع آبیاری × مقدار سیلیس معنی‌دار نشدند (جدول ۱). حداکثر ارتفاع گیاه (۱۲۳/۸۸ سانتی‌متر)، تعداد پنجه در کپه (۱۹/۱۱ عدد) و تعداد پنجه موثر (۱۸/۳۳ عدد) با قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی نتیجه گردید ولی بیشترین حرکت خمش میانگره ۴ (۱۹۱۴/۳۰ گرم در سانتی‌متر) با قطع آبیاری در مرحله ابتدای پنجه دهی به دست آمد. حداقل ارتفاع گیاه (۱۱۲/۸۸ سانتی‌متر)، طول میانگره ۴ (۲۷/۵۵ سانتی‌متر)، تعداد پنجه در کپه (۱۲/۳۳ عدد) و تعداد پنجه موثر (۱۰/۸۸ عدد) با قطع آبیاری در مرحله ابتدای پنجه‌دهی حاصل شد (جدول ۲).

کمترین عملکرد دانه تحت تیمار قطع آبیاری در مرحله ابتدای پنجه‌دهی (۳۲۹/۲ گرم در سانتی‌متر مربع) حاصل شد که علت این امر به خاطر کاهش شدید ارتقاع گیاه، تعداد پنجه در کپه و تعداد پنجه بارور در کپه بوده است، همچنین بیشترین عملکرد دانه در قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی حاصل شد که برابر ۴۰۸/۷۸ گرم در متر مربع بود (جدول ۲). هر چند هیچ یک از صفات مورد بررسی تحت اثر مقدار سیلیس قرار نگرفتند، ولی با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم سیلیس در هکتار در مقایسه با شاهد (بدون مصرف) ارتفاع گیاه (۱۲۱/۰۸ سانتی‌متر)، تعداد پنجه در کپه (۱۶/۹۱ عدد)، تعداد پنجه موثر در کپه (۱۵/۴۱ عدد) و حرکت خمش میانگره ۴ (۱۷۶۸/۲۰ گرم در سانتی‌متر) به ترتیب به نسبت ۲، ۵/۹، ۷ و ۴/۴۳ درصد کاهش داشتند، ولی عملکرد دانه (۳۵۰/۹۲ گرم در متر مربع) به میزان درصد ۳/۳۹ افزایش یافت (جدول ۲).

جدول ۱. تجزیه واریانس تاثیر قطع آبیاری و مصرف سیلیس بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد برنج رقم طارم محلی.

منابع تغیرات	DF	ارتفاع گیاه	طول میانگره ۴	تعداد پنجه در کپه	تعداد پنجه موثر در کپه	حرکت خمش میانگره ۴	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲۲/۱۱^{ns}	۹/۰۰^{ns}	٤/۷٥^{ns}	٦/۸٤^{ns}	٥۳۳۷۹۰/۱۹*	۳۳۳۹۷/۸٦*
قطع آبیاری (a)	۳	۲۳۸/۷٤*	۱۲/۲٥^{ns}	۷٥/۸۷**	۸۳/۸۰**	۱٦۰۹۱۹/۸۸^{ns}	۱۰۷۸۸/٦٦^{ns}
خطا	٦	۳۸/٦۲	۱۲/۰۰	٥/۳۸	۲/٥۲	۲۳۹٥٤۹/۳۸	٤۲۲٦/٤۱
مقدار سیلیس (b)	۲	۳٤/۱۹^{ns}	٥/۱۰^{ns}	٤/۰۰^{ns}	٥/٥۲^{ns}	۲٥٥۳٤/٥۲^{ns}	۸۸٤/٦۹^{ns}
a×b	٦	۱٤/۸۲^{ns}	٤/۰۰^{ns}	۲/۹٦^{ns}	٤/۷٥^{ns}	۱٦٥۹۲۸/۰٤^{ns}	٤۷۲۸/۲٥^{ns}
خطا	۱٦	۱٦/۳۳	۸/۰۰	۸/۷۲	۸/۹۰	۱۳۸۱۳۷/۷۷	٥٤٥٤/۹۸
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۳٥	٤/۷۸	۱۸/۱۷	۲۰/۳۸	۲۱/٦۷	۲۰/٤۹

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول۲. مقایسه میانگین تاثیر قطع آبیاری و مصرف سیلیس بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد برنج رقم طارم محلی.

تیمارها	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)	طول میانگره ۴ (سانتیمتر)	تعداد کل پنجه در کپه	تعداد پنجه موثر در کپه	حرکت خمش میانگره ۴ (گرم در سانتیمتر)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)
قطع آبیاری						
ابتدای پنجه‌دهی	۱۱۲/۸۸ b	۲۷/۵۵ a	۱۲/۳۳ c	۱۰/۸۸ c	۱۹۱٤/۳۰ a	۳۲۹/۲۲ b
اواسط پنجه‌دهی	۱۲۳/۱۱ a	۲۹/۸۸ a	۱٦/۰۰ b	۱٤/۳۳ b	۱٦۳۳/۸۰ a	۳٦۰/۲۲ ab
حداکثر پنجه‌دهی	۱۲۲/۳۳ a	۲۸/۳۳ a	۱۷/۵۵ ab	۵/۰۰ b	۱٦٦۸/٦۰ a	۳٤۳/۵٦ ab
۵۰ درصد گلدهی	۱۲۳/۸۸ a	۲۹/۸۸ a	۱۹/۱۱ a	۱۸/۳۳ a	۱٦٤۳/۲۰ a	٤۰۸/۷۸ a
مقدار سیلیس						
بدون مصرف	۱۲۱/۰۸ a	۲۸/۹۱ a	۱٦/۹۱ a	۱۵/٤۱ a	۱۷٦۸/۲۰ a	۳۵۰/۹۲ a
۵۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱۲۱/۹۱ a	۲۸/۹۱ a	۱۵/۹۱ a	۱٤/۱٦ a	۱٦۸٦/۰۰ a	۳٦۷/۵۸ a
۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱۱۸/٦٦ a	۲۸/۹۲ a	۱۵/۹۱ a	۱٤/۳۳ a	۱٦۹۰/۰۰ a	۳٦۲/۸۳ a

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

عملکرد دانه با وزن هزار دانه همبستگی مثبت (۰/۳۳**) ولی با طول خوشه، طول برگ پرچم و تعداد خوشه‌چه پوک در خوشه همبستگی منفی داشت. تعداد خوشه در متر مربع با تعداد خوشه‌چه پوک در خوشه و طول خوشه همبستگی منفی و بسیار بالایی به ترتیب برابر (۰/۴۴**- و ۰/۳۶**-) داشت، یعنی با افزایش تعداد خوشه در متر مربع، طول خوشه و تعداد کل خوشه‌چه در خوشه کاهش یافت. ارتفاع گیاه با طول میانگره سوم و چهارم همبستگی مثبت در سطح احتمال پنج درصد داشت. از طرفی ارتفاع گیاه با حرکت خمش میانگره سوم و چهارم (۰/۴۶** و ۰/۴۲**) همبستگی مثبت و بسیار بالا داشته ولی با مقاومت به شکستگی میانگره چهارم همبستگی منفی در سطح احتمال یک درصد (۰/۴۹**-) دارد. به عبارت دیگر با افزایش طول میانگره چهارم ارتفاع گیاه بیشتر شد، لذا مقاومت به شکستگی کاهش ولی حرکت خمش میانگره چهارم افزایش می‌یابد (جدول ۳).

قطر میانگره چهارم با حرکت خمش میانگره چهارم همبستگی مثبت و بسیار بالایی (۰/۵۷**) دارد. یعنی با افزایش قطر میانگره چهارم، حرکت خمش میانگره چهارم کاهش می‌یابد. این نتیجه در مورد میانگره سوم نیز صادق است. شاخص ورس میانگره چهارم با ارتفاع گیاه و حرکت خمش میانگره چهارم همبستگی مثبت در سطح احتمال یک درصد داشت ولی با مقاومت به شکستگی میانگره چهارم همبستگی منفی و بسیار بالایی (۰/۷۶**-) داشت. به عبارتی با کاهش ارتفاع گیاه حرکت خمش و شاخص ورس میانگره چهارم کاهش یافته و مقاومت به شکستگی میانگره چهارم افزایش می‌یابد (جدول ۳).

Yoshinaga, (2005) دریافت رابطه معکوس بین مقاومت به شکستگی با شاخص ورس وجود دارد. اسلام و همکاران (Islam *et al.*, 2007) بیان کردند شکستن ساقه در میانگره‌های پایین در پاسخ به حرکت خمش قسمت‌های بالای ساقه اتفاق می‌افتد. وقتی آبیاری به تاخیر افتاد، وزن خشک شاخه‌ها کاهش یافت (Grigg *et al.*, 2000).

جدول ۳. ضرایب همبستگی بین صفات ارقام برنج در روش‌های مختلف آبیاری.

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۷	۸
۱. طول میانگره ۳	۱								
۲. طول میانگره ۴	۰/۶**	۱							
۳. قطر میانگره ۳	-۰/۲۱	-۰/۱۳	۱						
۴. قطر میانگره ۴	-۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۷۵**	۱					
۵. مقاومت به شکستگی ۳	-۰/۴۳**	-۰/۲۲	۰/۲۵*	۰/۰۸	۱				
۶. مقاومت به شکستگی ۴	-۰/۳۷**	-۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۸۷**	۱			
۷. حرکت خمش میانگره ۴	۰/۲۳	۰/۰۷	۰/۳۷**	۰/۵۷**	-۰/۱۶	-۰/۱۱	۱		
۸. ارتفاع گیاه	۰/۴۷*	۰/۳۴**	-۰/۱۳	۰/۱۲	-۰/۵۷**	-۰/۴۹**	۰/۴۶**	۱	
۹. شاخص ورس میانگره ۴	۰/۲۷*	-۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۱۳	-۰/۶۱**	-۰/۷۶**	۰/۵۵**	۰/۵۱**	۱

جدول ۳. ضرایب همبستگی بین صفات ارقام برنج در روش‌های مختلف آبیاری.

صفات	طول خوشه	طول برگ پرچم	تعداد خوشه‌چه پوک	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	خوشه در متر مربع
طول خوشه	۱						
طول برگ پرچم	۰/۷۰**	۱					
تعداد خوشه‌چه پوک	۰/۱۵	۰/۱۷	۱				
وزن هزار دانه	-۰/۴۴**	-۰/۲۱	۰/۰۳	۱			
عملکرد دانه	-۰/۶۲**	-۰/۵۱**	-۰/۵۷**	۰/۳۳**	۱		
شاخص برداشت	-۰/۷۳**	-۰/۶۳**	-۰/۳۸**	۰/۴۲**	۰/۸۵**	۱	
تعداد خوشه در متر مربع	-۰/۳۶**	-۰/۴۱**	-۰/۴۴**	-۰/۰۶	۰/۲۳	۰/۳۳	۱

نتیجه‌گیری نهائی

به طور کلی از نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت مرحله شروع پنجه‌دهی به قطع آبیاری بسیار حساس بوده، زیرا اجزای عملکرد مانند تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور در کپه و در نهایت عملکرد دانه کمترین بوده است و بیشترین عملکرد دانه با قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی به دست آمد. مهم‌ترین و موثرترین اجزای عملکرد که با عملکرد دانه همبستگی بسیار بالایی دارد، وزن هزار دانه و تعداد خوشه‌چه پوک در خوشه می باشد. شاخص ورس میانگره چهارم همبستگی مثبت و بسیار بالایی با ارتفاع گیاه و حرکت خمش میانگره چهارم داشت. قطر میانگره سوم و چهارم بر شاخص ورس میانگره چهارم اثر معنی‌داری نداشته است.

Reference:

Bocharnikova EA and Matichenkov V, 2008. Using Si fertilizers for reducing irrigation water application rates. Silicon in Agriculture Conference, Wild Coast Sun, South Africa, 26-31 October.

Boyer J and Kramer P, 1995. Water Relation of Plants and Soils. San Diego. USA. Academic Press: 495 pp.

Fallah A, 2008. Studies effect of silicon on lodging parameters in rice plant under hydroponics culture in a greenhouse experiment. Silicon in Agriculture Conference, Wild Coast Sun, South Africa, 26-31 October.

Grigg BC Beyrouty CA Norman RJ Gbur EE Hanson M and Wells BR, 2000. Rice responses to changes in floodwater and N timing in southern USA. Field Crop Research. 66: 73-79.

Islam MS Peng Sh Visperas RM and Ereful N, 2007. Lodging- related morphological traits of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem. Field Crop Res 101:240-248.

Jones LH and Handereck KA, 1976. Silica in soils and plants. Agron. J. 19: 107- 109.

Mengel K and Kirkby EA, 1987. Principles of Plant Nutrition 4th Edition International Potash Ins. Bern, Swizerland. 687pp.

Pantuwan G Fukai S Cooper M Rajatasereekul S and O'Toole JC, 2002. Yield response of rice (*Oryza sativa*) to drought under rain fed types. Field Crop Res. 73: 169–180.

Stone L Goodrum RDE Jafar MN and Khan AH, 2001. Rooting front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. Agron. J. 1105-1110.

Yoshida S, 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, Lagunna, Pilippines.

Yoshinaga S, 2005. Improved Lodging Resistance in Rice (*Oryza sativa*) cultivated by submerged direct seeding using a newly developed Hill seeder. JARQ 39(3), 147-152 (2005) http://www.jircas.affric.go.jp.