تحقیقات غلات
سال دوم/ شماره سوم/ ۱۳۹۱ (۱۷۹-۱۶۵)

اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بومی و اصلاح شده برنج در شرایط محیطی گنبد کاووس

مهدی غیاثی اسکوئی[1*]، حسن فرحبخش[2]، حسین صبوری[3] و قاسم محمدی نژاد[2]

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنرکرمان، ۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۹- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۴)

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و تعدادی از صفات وابسته به آن، ۱۵ ژنوتیپ برنج (شامل ۷ رقم بومی و ۸ رقم خارجی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط بدون تنش (غرقاب) و تنش خشکی پایان فصل در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه‌ی صفات مورد مطالعه در دو شرایط محیطی وجود داشت، به طوری که ارقام بومی واکنش بهتری در مقابل تنش خشکی نشان دادند. در شرایط غرقاب، بیشترین میانگین عملکرد متعلق به ژنوتیپ‌های دم‌سیاه و سرخو بود و در شرایط تنش خشکی، رقم گرده بیشترین عملکرد را داشت. بررسی درصد کاهش میانگین صفات در اثر تنش خشکی نشان داد که بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی، به دلیل افزایش تعداد دانه پوک (۴۵/۲۳ درصد) بود. وزن صد دانه (۰/۸۹) در شرایط بدون تنش (غرقاب) و تعداد دانه پر (۰/۹۲) در شرایط تنش خشکی، بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه داشتند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفات مختلفی در توجیه عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی نقش داشتند، به طوری که در شرایط بدون تنش، وزن صد دانه و در شرایط تنش خشکی، تعداد دانه پر دارای بالاترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه بود. بنابراین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که صفات وزن صد دانه و تعداد دانه پر به عنوان مهم‌ترین صفات زراعی برای انتخاب ارقام با عملکرد دانه بالا به ترتیب تحت شرایط بدون تنش (غرقاب) و تنش خشکی می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه علیت، تنش خشکی، ضریب همبستگی، عملکرد دانه

[*]نویسنده مسئول: mehdi_ghiasy@yahoo.com

مقدمه

برنج به عنوان یک گیاه غرقابی، از حساس‌ترین گیاهان در برابر کمبود آب است و بیشترین نیاز آبی را در بین غلات دارد (Tao *et al*., 2006; Yang *et al*., 2008). برنج نسبت به دیگر گیاهان تحت آبیاری، بیشترین سطح زیر کشت را داراست، بیش از ۸۰ درصد منابع آب شیرین در قاره آسیا برای اهداف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نیمی از کل این آب صرف تولید برنج می‌شود (Dawe *et al*., 1998). تخمین زده شده است که در حدود ۲۰۰ میلیون تن برنج در اثر تنش‌های محیطی نظیر آفات و بیماری‌ها از بین می‌رود و تنش خشکی تقریباً در ۵۰ درصد از اراضی تولید برنج دنیا اتفاق می‌افتد (Bouman *et al*., 2001). بنابراین، افزایش تحمل به خشکی مخصوصاً در برنج که از مهم‌ترین گیاهان زراعی در آسیا محسوب می‌شود، ضروری به نظر می‌رسد (Widawsky and O'Toole, 1990; Singh, 2003).

درک بهتر ریخت-تشریحی (مورفو-آناتومی) و اساس فیزیولوژیک تغییرات تحمل تنش آب می‌تواند برای ایجاد ارقام جدید زراعی به منظور دسترسی به تولید بهتر، تحت شرایط آبی مورد استفاده قرار گیرد (Nam *et al*., 2001). در طول تکامل گیاهان بروز انواع خشکی موجب شده است که مکانیسم‌های مختلف مقاومت به خشکی در سطوح مختلف نظام حیاتی از ملکول تا سلول بافت و بالاتر به وجود آیند. مطالعه این مکانیسم‌ها اطلاعات مهمی را در جهت اصلاح گیاهان زراعی به منظور افزایش تحمل به تنش خشکی فراهم می‌نمایند. گیاهان از طریق مکانیسم-های مختلف و پیچیده‌ای که به واسطه سازگاری آنها در مقابل تنش خشکی به وجود آمده است، مانند فرار یا اجتناب از خشکی، می‌توانند تنش خشکی را تحمل کنند (Levit, 1980; Mostajeran and Rahimi, 2008). اجتناب از خشکی و تحمل به خشکی دارای مکانیسم‌ها و فرآیندهای متفاوتی هستند. فنولوژی گیاه عامل بسیار مهم تأثیرگذار بر اجتناب گیاه از تنش خشکی است. واکنش گیاهان در برابر تنش خشکی با توجه به شدت تنش و مرحله رشد و نمو گیاه بسیار متفاوت است (Chaves *et al*, 2004; Zhao *et al*, 2008). لافیته (Lafitte *et al*., 2003) گزارش کرد که برنج در مرحله گل‌دهی بسیار حساس به تنش خشکی است و این بدان معنی است که فرار از تنش خشکی با کوتاه‌تر کردن تعداد روز تا رسیدن به گل‌دهی می‌تواند یکی از مکانیسم‌های گیاه برای افزایش عملکرد در برنج است.

پیردشتی و همکاران (Pirdashti *et al*., 2004) اثر تنش کمبود آب را در مراحل مختلف رشد برنج مورد بررسی قرار دارند و اظهار نمودند که تنش کمبود در مرحله رشد رویشی به طور معنی‌داری باعث کاهش ارتفاع گیاه شد و تعداد پنجه‌ها را نیز کاهش داد، اما در مرحله زایشی و پرشدن دانه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد شلتوک نیز به طور معنی‌داری کاهش یافت. وینکل (Winkel, 1989) دریافت که حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی در غلات حد فاصل سنبله رفتن تا گل-دهی است و ارقامی که قبل از گل‌دهی بتوانند بیوماس بالای تولید و ذخیره اسیمیلات در ساقه را افزایش دهند جزو ارقام متحمل به خشکی معرفی می‌شوند.

یک راه حل اساسی برای برطرف کردن اثرات سوء تنش شناسایی ژنوتیپ‌هایی است که مجموعه‌ای از صفات مطلوب با توارث بالا را داشته باشند. تاکنون روش‌های متعددی جهت ارزیابی پایداری عملکرد ارقام گیاهی در دامنه وسیعی از شرایط آب و هوایی ارائه شده است. مقایسه عملکرد در شرایط محیطی متضاد (تنش و بدون تنش) و گزینش ژنوتیپ‌هایی که به هر دو محیط سازگار باشند، هدف اصلی این گونه پژوهش‌ها بوده است (Rajaram and Van Ginkel, 2001). ریچاردز (Richards, 1996) بیان کرد که انتخاب بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط تنش و غرقاب باعث انتخاب آلل‌های مطلوب تحت شرایط تنش خشکی انتخاب شده و پاسخ همزمان به انتخاب در شرایط بدون تنش به دلیل وراثت پذیری بالا اجزاء عملکرد، حداکثر است.

با توجه به این که برنج به عنوان یک محصول استراتژیک در کشور بوده و از گیاهانی است که نیاز آبی بالایی دارد و از طرف دیگر منطقه گنبد کاووس از مناطق مناسب برای مطالعه تنش خشکی است، این بررسی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد که هدف از آن، تعیین متحمل‌ترین ارقام منطقه نسبت به تنش کمبود آب و شناسایی صفات موثر بر عملکرد دانه در دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش (غرقاب) بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج به تنش خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و حساس به این تنش، ۱۵ ژنوتیپ برنج، شامل ۷ رقم خارجی و ۸ رقم ایرانی (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط جداگانه، بدون تنش (غرقاب) و تنش خشکی، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس، با طول جغرافیایی ′۵۴/°۴۵ شرقی و عرض جغرافیایی ′۹۶/°۳۶ شمالی با ارتفاع ۵۲ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۱۳۸۹ انجام شد. این منطقه از نظر آب و هوایی جزء اقلیم مدیترانه‌ای محسوب می‌شود، به طوری که قسمت اعظم نزولات آسمانی در فصل سرد به وقوع می‌پیوندد. فصل تابستان نسبتاً گرم و خشک است، به طوری که با توجه به آمار منحنی تغییرات درجه حرارت و بارندگی با داشتن ۲۰۰–۱۵۰ روز خشک جزء مناطق با آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم و خشک و با داشتن فصل سرد و مرطوب و فصل گرم و خشک جزء رژیم نیمه خشک و خشک محسوب می‌شود. بر اساس گزارشات هواشناسی شهرستان گنبد کاووس میزان بارندگی در این فصل زراعی به مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر بود که به عنوان شرایط طبیعی منطقه در نظر گرفته می‌شود.

اگرچه مطالعات زیادی در تحمل به خشکی در برنج انجام شده است، اما با توجه به موقعیت جغرافیایی منطقه به نظر می‌رسد مطالعات خشکی روی برنج در این منطقه از اعتبار بیشتری برخوردار باشد. قبل از کاشت در خزانه، محل خزانه با دقت توسط تیلر شخم زده شد. بذر کافی از ۱۵ ژنوتیپ مورد مطالعه پس از ضد عفونی با هیپوکلریت سدیم تجاری ۱۰ درصد در خزانه کشت شد. خزانه به طریق ژاپنی احداث شد، بدین ترتیب که سطح خزانه بالاتر از جوی‌های آبیاری طرفین قرار گرفت. مقدار بذر مصرفی به میزان ۲۰۰ گرم در متر مربع خزانه بود. بذرها به مدت ۲۴ ساعت در آب معمولی خیسانده شدند و بعد به مدت ۱۲ ساعت در محلول ۲ در هزار مانکوزب قرار گرفتند و سپس بذرها بدون آبکشی در گونی‌های کنفی قرار داده شدند تا جوانه‌دار شوند. در این مدت، بذرها چندین بار به آرامی تکان داده شدند تا جوانه زنی به طور یکنواخت انجام شود و برای خشک نشدن بذرها، چندین بار آب پاشی انجام شد.

در طول رشد نشاها در خزانه اقدام به آماده سازی زمین اصلی شد. زمین اصلی پس از آبیاری و دو بار شخم، تسطیح و غرقاب شد. پس از این که ارتفاع نشاها به حدود ۳۰ سانتی‌متر رسید (بسته به رقم حدود ۲۵ تا ۳۵ روز پس از کاشت بذر در خزانه) نشاها به مزرعه انتقال داده شدند. اندازه واحدهای آزمایشی ۲ متر مربع (ابعاد کرت ۱ × ۲) و با فاصله ۱ متر از یکدیگر در نظر گرفته شد. بعد انتساب تصادفی تیمارها به واحد آزمایشی، نشاءکاری به صورت ۴ بوته در هر کپه انجام شد. هر ژنوتیپ در ۶ ردیف با فاصله ۲۵ سانتی‌متر بین بوته‌ها و ۲۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها در ردیف‌های به طول ۲ متر کشت شد.

آبیاری مزرعه آزمایشی در هر دو محیط غرقاب و تنش، تا مرحله پنجه دهی ارقام به طور یکسان به طور غرقاب انجام شد سپس برای ایجاد تنش، آبیاری از ۴۰ روز پس از نشاء (مرحله حداکثر پنجه زنی) تا پایان فصل زراعی به فاصله ۲۵ روز انجام شد که برای شرایط اقلیمی منطقه تنها یک‌بار آبیاری انجام شد. صفات مورد مطالعه شامل: عملکرد، وزن صد دانه، تعداد خوشه اولیه، تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد پنجه، ارتفاع، طول خوشه، طول خروج خوشه از غلاف، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، مساحت برگ پرچم و باروری بود. نمونه‌ها با حذف اثر حاشیه انتخاب شدند و صفات مربوطه مورد اندازه گیری قرار گرفتند.

پس از ثبت صفات، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها، همبستگی‌ها و رگرسیون گام به گام با استفاده از نرم افزارهای SPSS و SAS انجام شد.

نتایج و بحث

تفاوت بسیار معنی‌داری ($p<0/01$) بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه‌ی صفات مورد مطالعه وجود داشت (جدول ۲). معنی‌دار بودن صفات مورد مطالعه بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام از لحاظ صفات مورد مطالعه است که برخی از این صفات می‌توانند در تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مورد استفاده قرار گیرد. البته چون ارقام مورد مطالعه در آزمایش دارای مبدأ متفاوت و شامل ارقام محلی، اصلاح شده داخلی و خارجی هستند، طبیعتاً وجود تفاوت بین ۱۵ رقم نیز منطقی بود. تجزیه واریانس اثر متقابل رقم×شرایط آبیاری برای صفات، وزن

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط غرقاب و تنش خشکی
Table 1- Name of studied rice genotypes in normal and stress conditions

شماره No.	ژنوتیپ Genotype	منشأ Origin	شماره No.	ژنوتیپ Genotype	منشأ Origin
1	طارم محلی Tarom Mahali	Iran	9	طارم امیری Tarom Amiri	Iran
2	CT13382-8-3-N	IRRI	10	Graldo	Italy
3	سپید رود Sepidroud	Iran	11	گرده Gardeh	Iran
4	IR83752-B-B123	IRRI	12	دم سیاه Domsiah	Iran
5	PANDA	India	13	BRSBONANC	IRRI
6	سنگ جو Sangejo	Iran	14	شاه پسند Shahpasand	Iran
7	سرخو Sarkho	Iran	15	IR664-1-2-1-1-5-5	IRRI
8	USEN	IRRI			

صد دانه تعداد خوشه اولیه، تعداد دانه پر، تعداد دانه پوک، عملکرد، تعداد روز تا گل‌دهی، طول خوشه، طول خروج خوشه از غلاف، مساحت برگ پرچم و باروری در سطح احتمال یک درصد دارای تفاوت بسیار معنی‌دار بود که نشان دهنده رفتار متفاوت ژنوتیپ‌ها در سطوح مختلف تنش کمبود آب از نظر صفات مورد مطالعه بود. واکنش-های متفاوت ژنوتیپ‌های برنج بین محیط غرقاب و تنش خشکی توسط تعدادی از محققین مختلف بررسی شد که می‌توان به لنسراس و همکاران (Lanceras *et al.*, 2004) و صفایی چایی کار و همکاران (Safaei chaeikar *et al.*, 2008) اشاره کرد. نظر به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ×مکان تجزیه واریانس مرکب، به دو تجزیه جداگانه نرمال و تنش برش دهی شد (جداول ۳ و ۴).

تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط غرقاب و تنش خشکی نشان داد ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه‌ی صفات مورد مطالعه در هر دو شرایط تفاوت بسیار معنی‌داری داشتند (جداول ۳ و ۵). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که بالاترین میزان عملکرد در شرایط غرقاب به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های دم سیاه با میانگین عملکرد ۷/۲۱، سرخو با میانگین عملکرد ۶/۹۱ و گرده با میانگین عملکرد ۵/۹۱ تن در هکتار بود و در شرایط تنش خشکی به ترتیب ژنو تیپ‌های گرده با میانگین عملکرد ۵/۱۲ و سنگ جو با میانگین عملکرد ۴/۲۴ تن در هکتار بیشترین عملکرد را به خود اختصاص دادند (جداول ۵ و ۶). همان‌طور که ملاحظه می‌شود کاهش شدید عملکرد در ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به شرایط غرقاب وجود دارد. بالا بودن عملکرد در این ژنوتیپ‌ها را می‌توان با متغیر بودن اجزای عملکرد در آن‌ها و همچنین واکنش متفاوت به شرایط محیطی مرتبط دانست. ارقامی مانند دم سیاه و سرخو که در شرایط غرقاب بالاترین مقدار عملکرد را داشتند از نظر صفات وزن صد دانه، تعداد دانه پر و تعداد پنجه بیشترین مقدار را نشان دادند، به طوری که کاهش و عدم پایداری در این اجزاء باعث کاهش عملکرد این ارقام در شرایط تنش شد. این ژنوتیپ‌ها از لحاظ دیگر صفات مانند ارتفاع، طول خوشه و طول خروج خوشه از غلاف و مساحت برگ پرچم و باروری نیز مقادیر بالایی نشان دادند که نشان دهنده نقش مثبت این صفات در شرایط غرقاب است (جدول ۵) و ارقامی مانند گرده که در شرایط تنش بالاترین مقدار عملکرد را داشتند از لحاظ صفات وزن صد دانه و تعداد دانه پر بیشترین مقدار را در شرایط تنش به خود اختصاص دادند و از لحاظ دیگر صفات مورد بررسی مانند طول خوشه، طول خروج خوشه از غلاف، عرض و مساحت برگ پرچم در رده بالایی بودند (جدول ۶). ارقام با عملکرد بالا در شرایط تنش تعداد تا روز گل‌دهی و

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای صفات مختلف در ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Table 2. Combined analysis of variance for different traits in studied rice genotypes

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares													
		وزن صد دانه 100 Kernel weight (gr)	تعداد خوشه‌چه Spikelet number	تعداد دانه پر Grain fill number	تعداد دانه پوک Grain un fill number	عملکردانه Yield (Ton.ha-1)	تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی Days to flowery (Day)	تعداد پنجه Tiller number	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول خوشه Panicle length (cm)	طول خروج خوشه extrusion length of panicle	طول برگ پرچم Flag leaf length (cm)	عرض برگ پرچم Flag leaf width (cm)	مساحت برگ پرچم Flag leaf area (cm)	باروری maturity (%)
شرایط آبیاری Irrigation conditions	1	1.42**	14.08**	163485.44**	12084.44**	103287.26**	35.04**	28.90**	244.22**	10.84**	58.44**	35.21**	0.53**	10.84**	19.32**
تکرار داخل شرایط آبیاری Rep with in Irrigation conditions	4	0.00	1.06	379.47	176.77	699.53**	0.072	2.13	25.46	3.83	1.86	7.328	0.016	10.18	0.68
ژنوتیپ Genotype	14	0.07**	26.10**	12417.59**	2704644**	65003.76**	54.50**	11.83**	1221.61**	48.88**	87.13**	48.52**	0.18**	74.74**	1270.27**
رقم × شرایط آبیاری Irrigation conditions × Genotype	14	0.06**	14.11**	1610.18**	226379.82**	22591.32**	5.568**	6.82 ns	120.87 ns	40.52**	14.81**	32.41**	0.61ns	62.20**	654.47**
خطا Error	56	0.00	0.05	168.52	29.82	236.33	0.056	6.11	33.19	2.151	2.50	5.80	0.19	7.38	0.01
ضریب تغییرات (CV)	-	4.13	8.46	1.76	1.73	3.87	1.33	16.15	5.68	6.77	25.07	10.74	12.47	14.61	0.57

ns, * and **: Non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

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

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات ژنوتیپ‌های برنج تحت شرایط بدون تنش

Table 3. Analysis of variance of traits in rice genotypes under non-stress condition

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares													
		وزن صد دانه 100 Kernel weight (gr)	تعداد خوشه‌چه Branch number	تعداد دانه پر filled Grain	تعداد دانه پوک unfilled Grain	عملکرد Grain Yield (Ton.ha-1)	تعداد روز تا۵۰٪ گل‌دهی Days to flowery (Day)	تعداد پنجه Tiller number	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول خوشه Panicle length (cm)	طول خروج خوشه panicle extrusion	طول برگ پرچم Flag leaf length (cm)	عرض برگ پرچم Flag leaf width (cm)	مساحت برگ پرچم Flag leaf area (cm)	باروری Maturity (%)
تکرار Replication	2	0.00	1.8	790.26	87.49	917.54	1.159	1.66	1.92	5.36	0.25	12.93	0.02	17.58	0.05
ژنوتیپ Genotype	14	0.06**	31.27**	4332.57**	11770.16**	39248.21**	288.61**	73.05**	29.60**	35.95**	35.95**	35.04**	0.91**	81.66**	510.79**
خطا Error	28	0.00	0.86	320.62	21.32	342.96	1.86	1.86	2.20	1.92	1.60	4.72	0.19	5.64	0.20
ضریب تغییرات (CV)		4.89	10.02	3.05	1.64	3.67	1.56	15.37	4.51	6.10	17.82	9.43	2.41	12.07	0.59

*, ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

*،** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال۵٪، ۱٪ .

جدول۴- تجزیه واریانس صفات ژنوتیپ های برنج تحت شرایط تنش خشکی

Table 4. Analysis of variance of traits in rice genotypes under stress condition

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares													
		وزن صد دانه 100 Kernel weight (gr)	تعداد خوشه‌چه Branch number	تعداد دانه پر filled Grain	تعداد دانه پوک unfilled Grain	عملکرد Grain Yield (Ton.ha-1)	تعدادروزتا گل‌دهی Days to flowery (Day)	تعداد پنجه Tiller number	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول خوشه Panicle length (cm)	طول خروج خوشه panicle extrusion	طول برگ پرچم Flag leaf length(cm)	عرض برگ پرچم Flag leaf width (cm)	مساحت برگ پرچم Flag leaf are (cm)	باروری Maturity (%)
تکرار Replication	2	5.00	0.28	49.68	5.80	482.02	0.28	2.60	653.85	2.20	3.68	1.72	0.20	2.51	0.29
رقم Genotype	14	0.07**	8.94**	3301.18**	23718.1**	48346.16**	261.46**	50.60**	6.49**	53.46**	49.16**	45.89**	0.15**	55.28**	1269.54**
خطا Error	28	0.00	0.26	16.36	38.35	129.96	5.72	5.33	6.83	7.48	33.50	12.31	12.52	17.26	0.47
ضریب تغییرات (CV)	-	2.298	6.06	5.67	1.21	3.93	1.51	17.07	6.83	7.48	5.67	33.50	12.03	1.51	17.07

*, ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

*،** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال۵٪، ۱٪ .

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت شرایط غرقاب

Table 5. Mean comparison of studied traits under non-stress condition

صفات Traits / ژنوتیپ Genotype	وزن صددانه (گرم) 100 Kernel weight (gr)	تعداد خوشه‌چه Branch number	تعداد دانه پر filled Grain	تعداد دانه پوک unfilled Grain	عملکرد (تن در هکتار) Grain Yield (Ton.ha-1)	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی (روز) Days to flowery (Day)	تعداد پنجه Tiller number	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	طول خوشه (سانتی‌متر) Panicle length (cm)	طول خروج خوشه (سانتی‌متر) panicle extrusion	طول برگ پرچم (سانتی‌متر) Flag leaf length (cm)	عرض برگ پرچم (سانتی‌متر) Flag leaf width (cm)	مساحت برگ پرچم (سانتی‌متر) Flag leaf are (cm)	باروری (درصد) Maturity (%)
طارم محلی Tarom Mahali	1.08 D	6.66 G	915.00 E	139.33 K	4.88 EF	80.33 G	14.66 DE	134.66 A	21.66EFG	16.33 A	21.66 CDEF	1.06 BC	17.32 CD	86.78 C
CT13382-8-3-N	1.14CD	10.0 CD	1063.67 C	299.00 E	5.34 CD	85.33 D	20.00 BC	101.33 E	25.66 BC	2.96 GH	25.66 B	1.06 BC	20.52 BC	87.05 I
سپید رود Sepidrod	0.91E	8.33 EF	577.00 J	326.67 D	3.34 H	84.00 DE	23.66 AB	77.00 H	20.33 GH	2.40 GH	17.33 G	0.90 C	11.72 E	63.84 M
IR83752-B-B123	1.12CD	8.0 EFG	812.67 G	789.33 A	5.37 C	91.33 C	28.00 A	104.3 DE	22.0 EFG	7.06 D	23.20 BCDE	1.23 AB	21.48 B	50.72 N
PANDA	1.17 C	7.0 FG	868.00 F	164.33 I	5.03 DE	96.33 B	12.66 DE	97.33 EFG	18.66 HI	8.03 CD	24.03 BCD	1.0 BC	18.0 BCD	84.08 E
سنگ جو Sang Jo	1.29 B	7.33 EFG	1144.00 B	391.00 C	5.72 B	80.00 G	20.66 B	91.00 FG	20.66FH	6.06 ED	21.86 CDEF	1.0 BC	16.41 D	74.52 J
سرخو Sarkho	1.46 A	7.33 EFG	1169.33 B	102.33 L	6.91 A	79.66 G	20.33 B	117.33 BC	21.00 FG	8.16 CD	20.66 EFCD	B1.16	18.1 BCD	91.95 A
USEN	1.17 C	8.33 EF	602.67 IJ	239.33 G	4.54 G	82.67 EF	12.3DEEL	105.33 ED	22.66EFG	9.60 C	20.33 EFG	1.03 BC	15.75 D	71.57 L
طارم امیری Tarom Amiri	1.16CD	8.33 EF	1017.33 D	103.33 L	5.34 C	80.33 G	14.33 DE	11.00CD	24.50BD	13.16 B	24.83 BC	1.03 BC	19.26 BCD	90.78 B
Graldo	0.95 E	12.67 B	739.33 H	273.00 F	3.50 H	103.33 A	13.33 DE	90.33 G	17.0oI	4.83 EFG	18.33 FG	11.43 A	19.6 BCD	73.03 KG
گرده Gardeh	1.15 CD	11.33 BC	886.60 EF	205.33 H	5.87 B	80.66 FG	15.66 CD	99.00 EF	20.33 GH	4.23 FGH	23.33 BCDE	1.06 BC	18.8 BCD	81.19
دم سیاه Dom Siah	1.29 A	7.33 EFG	1236.00A	213.0 H	7.21 A	80.33 G	21.33 B	124.00 B	26.50 B	12.00 B	22.00 CDE	1.06 BC	17.5 BCD	85.30 D
BRSBONANC	1.10 CD	19.33 A	625.67 I	650.00 B	3.53 H	104.66 A	11.00 E	104.0 DE	23.83 CD	3.20 GH	29.33 A	1.42 A	39.42 A	49.04 O
شاه پسند Shah Pasand	1.11 DE	8.66 DE	611.67 I	151.66 J	4.52 G	79.33 G	13.33 DE	121.33 B	30.66 A	2.33 H	29.33 A	1.42 A	31.27 A	80.13H
IR664-1-2-1-1-5-5	1.09 CD	8.53 CDE	802.00 G	162.00I	4.61FG	104.33 A	14.66 DE	120.83 B	25.53 BC	6.40 DE	24.10 BCD	1.00 BC	18.08 BCD	83.13 F

Means with the same letter in each columns have not significantly different.

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت شرایط تنش

Table 6. Mean comparison of studied traits under -stress. conditions

صفات Traits / ژنوتیپ Genotype	وزن صددانه (گرم) 100 Kernel weight (gr)	تعداد خوشه‌چه Branch number	تعداد دانه پر filled Grain	تعداد دانه پوک unfilled Grain	عملکرد (تن در هکتار) Grain Yield (Ton.ha-1)	تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی (روز) Days to flowery (Day)	تعداد پنجه Tiller number	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	طول خوشه (سانتی‌متر) Panicle length (cm)	طول خروج خوشه (سانتی‌متر) panicle extrusion (cm)	طول برگ پرچم (سانتی‌متر) Flag leaf length (cm)	عرض برگ پرچم (سانتی‌متر) Flag leaf width (cm)	مساحت برگ پرچم (سانتی‌متر) Flag leaf are (cm)	باروری (درصد) Maturity (%)
طارم محلی Tarom Mahali	1.08 AB	7.33 DE	902.33C	225.66M	3.92D	75.67I	13.0 DE	126.67A	22.8 EFG	11.33B	24.67BC	1.0BCD	18.5BCD	79.99A
CT13382-8-3-N	0.92D	7.33 DE	519.66H	573.33F	2.86F	81.67F	14.67CD	94.0DEFG	24.33 A	3.83DEF	21.3CDE	1.16B	19.02BC	45.55I
سپیدرود Sepidrod	0.94D	7.33 DE	643.0 F	516.0H	2.99F	81.67F	17.67BC	67.00H	23.67A	3.83DEF	22.00CD	1.0BCD	16.50CDE	55.48H
IR83752-B-B123	1.07B	8.0EFG	1029.6B	549.33L	4.17BC	85.76E	21.67A	91.00EFG	19.33D	0.90FG	21.00CD	1.13B	17.65CDE	65.21E
PANDA	0.99C	12.33A	384.33I	1160.6A	2.11H	93.00D	11.67EF	100.33	11.00F	1.67EFG	31.16A	1.10BC	25.70A	24.87L
سنگ جو Sangjo	1.05B	7.33EFG	857.66D	330.33B	4.24B	72.67J	20.0AB	74.67H	22.0ABC	5.33CD	21.16CD	1. 0BCD	15.87DEI	72.19
سرخو Sarkho	0.85E	7.33 DE	660.0 E	308.66K	3.61E	76.00I	14.33CDE	107.33BC	20.33CD	4.67DE	17.50EF	1.0BCD	13.12EF	68.14D
USEN	0.78F	6.33F	354.00 J	200.66N	2.43G	79.33G	11.33EF	105.33BC	23.0AB	14.37A	21.00CD	1.0BCD	15.80CDE	63.82F
طارم امیری Tarom Amiri	0.99C	8.33EF	853.66D	228.6 M	3.95CD	76.67HI	12.00EF	102. 3BCD	22.8ABC	10.16B	16.33F	0.80D	9.80F	78.87B
Graldo	0.63H	8.00CD	242.66K	365.33I	1.29I	89.67B	8.00FG	85.67G	16.66E	5.67CD	18.83DE	1.80A	25.02A	39.91J
گرده Gardeh	1.11 A	8.67C	12813.3A	718.00C	5.12A	79.33G	11.33EF	98.33CDE	21.0BCD	4.5DE	18.83DE	1.1BCD	17.27BCDE	64.09F
دم سیاه Dom Siah	0.79 FG	7.00 EF	389.33I	252.00L	2.37G	77.67H	16.32BCD	112/33 B	23.83A	8.33BC	24.00BC	1.0BCD	13.75DEF	60.71G
BRSBONANC	0.76 G	10.33B	0.76G	701.66D	1.25I	104.66A	6.33G	89.33FG	22.8ABC	3.83DEF	۲۹/۳۳ A	1.20B	21.75AB	24.47
شاه پسند Shah Pasand	0.62 H	8.33 C	0.62H	639.0E	0.72J	76.33AI	12.00E	100.3CDE	12.00F	5.00G	20.77CD	0.90CD	13.95DEF	14.8M
IR664-1-2-1-1-5-5	0/95D	11.00B	0.95D	916.66B	2.39G	12.67ED	۱۶/۶۶DE	87.67FG	24.00A	4.67DE	28.17AB	1.0BCD	18.62BCD	38.52K

Means with the same letter in each columns have not significantly different.

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند.

ارتفاع نسبتاً کمتری داشتند. بنابراین می‌توان اظهار داشت که ارقام زودرس و پاکوتاه نسبتاً تحمل به تنش بالاتری نشان دادند (جدول ۶). اندازه گیاه می‌تواند در تحمل به تنش خشکی مؤثر است. گیاهان کوچک با سطح برگ کمتر و شاخص سطح برگ کوچک‌تر به طور نسبی آب کمتری در نواحی با کمبود آب مصرف می‌کنند و ارقامی با خصوصیت فرار از خشکی انتهای فصل و قابلیت رشد در این شرایط، دارای قابلیت تولید یک محصول مطمئن تحت شرایط تنش می‌باشند. یکی از دلایل بالا بودن عملکرد ژنوتیپ سنگ جو را می‌توان زودرس بودن این ژنوتیپ در شرایط خشکی دانست. البته این مکانیسم موجب کاهش عملکرد ژنوتیپ‌ها نیز می‌شود، به طوری که رقم BRSBONANC زودرس‌ترین ژنوتیپ در شرایط خشکی بود، ولی به علت پایین بودن عملکرد نمی‌تواند به عنوان یک رقم متحمل شناسایی شود.

با توجه به عملکرد و اجزای عملکرد بالای رقم گرده تحت شرایط رشدی و زمان گل‌دهی مناسب، این رقم جهت فرار از خشکی و حفظ رشد در خلال دوره خشکی می‌تواند رقمی مناسب برای کاشت در شرایط خشکی محسوب شود. پانتوان و همکاران (Pantuwan *et al.*, 2002) گزارش کردند که تنوع شدیدی در عملکرد دانه و سایر صفات در هر دو شرایط با تنش و بدون تنش مشاهده شده است. در این تحقیق گیاهانی که گل‌دهی آن‌ها با تأخیر شروع شد بیشتر صدمه دیدند چرا که آن‌ها زمانی به گل رفتند که میزان آب خاک کاهش شدیدی یافته بود.

جدول ۷- مقایسه میانگین و درصد کاهش صفات در ژنوتیپ‌های برنج تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 7. Mean comparison and the reduction percentage of traits in rice genotypes under normal and stress conditions

صفات Traits	شرایط بدون تنش Non-stress condition	شرایط تنش خشکی Stress condition	درصد کاهش صفات Reduction (%)
وزن صد دانه 100 Kernel weight	1.15b	0.90a	21.73
تعداد خوشه چه Branch number	9.28b	8.49a	8.51
تعداد دانه پر Filled grain	871.40b	601.84a	30.93
تعداد دانه پوک Unfilled grain	512.40b	280.64a	45.23
عملکرد Grain yield	503.91b	289.656a	42.52
تعداد روز تا گل‌دهی Days to flowering	87.51b	83.55a	4.52
تعداد پنجه Tiller number	17.07b	13.53a	20.73
ارتفاع بوته Plant height	106.59b	96.16a	9.78
طول خوشه Panicle length	22.74b	20.61a	9.36
طول خروج خوشه Panicle extension	7.12b	5.51a	22.61
طول برگ پرچم Flag leaf length	23.07a	21.82a	5.41
عرض برگ پرچم Flag leaf width	1.12a	1.08a	3.57
مساحت برگ پرچم Flag leaf area	19.67b	17.48a	11.34
درصد باروری Maturity percentage	67.28b	53.24a	20.87

درصد کاهش میانگین صفات نشان داد کـه بیشـترین آسیب ناشی از تنش خشکی، مربوط به تعـداد دانـه پـوک (۴۵/۲۳ درصد) و عملکرد (۴۲/۵۲ درصد) بود (جدول ۷). با در نظر گرفتن درصد تغییرات صـفات مـی‌تـوان چنـین استنباط کرد که این آسیب ناشی از کاهش شـدید اجـزای عملکرد مانند تعداد دانه پر و وزن صددانه اسـت. نتـایج بـا یافتـه‌هـای پیردشـتی و همکـاران (Pirdashti *et al.*, 2004)، جونگدی و همکـاران (Jongdee *et al.*, 1997) و زینگ و همکاران (Zheng *et al.*, 2003) مطابقت داشت. کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی به ترتیب به علـت افزایش تعداد دانه پـوک، کـاهش تعـداد دانـه پـر، خـروج خوشه از غلاف، وزن صد دانه، باروری و تعـداد پنجـه بـود. در این آزمایش اثر تنش خشکی باعث کاهش بیشتر تعداد دانه‌ها در مقایسه با وزن صد دانه شد که نشان دهنده ایـن است که تنش خشکی در مرحله زایشی تأثیر بیشـتری بـر عملکرد دارد چون در اثر تنش خشکی در مرحلـه زایشـی سطح سبز برگ و دوام آن کاهش یافته و متعاقب آن تولید مواد فتوسنتزی و افزایش رقابت درون بوته ای تعداد پنجه بارور و در نتیجه تعداد دانه پر کمتری تولید مـی‌شـود. در این تحقیق تنش خشکی باعث تغییـر ۲۱/۷ درصـدی وزن صد دانه شـد. کـاهش وزن صـد دانـه ارقـام در اثـر تـنش خشکی را می‌توان به علـت عـدم تـأمین مـواد فتوسـنتزی مورد تقاضای دانه‌ها تحت این شرایط است. چنین واکنشی به تنش خشکی در مطالعات مختلف گـزارش شـده اسـت. بـرای مثـال پیردشـتی و همکـاران (Pirdashti *et al.*, 2004) و عزیزنیـا و همکـاران (Azizinya *et al.*, 2005) به ترتیب بـه تـأثیر معنـی‌دار تـنش خشـکی بـر روی وزن صددانه ارقام مختلف برنج و گندم اشاره داشتند. هم‌چنین در این آزمایش تنش خشکی باعث کاهش خروج خوشه از غلاف و تعداد خوشه چه نیز شد.

در شـرایط غرقـاب وزن صـد دانـه بیشـترین ضـریب همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد (۰/۸۹) داشـت و در محیط تنش، تعداد دانه پر بیشترین ضریب همبسـتگی مثبت و معنی دار را با عملکـرد (۰/۹۲) نشـان داد. صـفت تعـداد روز تـا گـل‌دهـی در هـر دو شـرایط بـا عملکـرد همبستگی منفی و نسـبتاً معنـی‌داری را نشـان داد. بـدین ترتیب، انتخاب ژنوتیپ‌های با تعداد روز تا گل‌دهـی کمتـر تا حدودی می‌تواند منجر به انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا شود. لافیته و همکـاران (Lafitte *et al.*, 2003) نیـز زودرسی را به عنـوان یکـی از صـفات مهـم بـرای انتخـاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی عنوان نمودنـد. بـه عقیـده آن‌ها ارقام زودرس به خاطر توسعه سریع انـدام رویشـی و وارد شدن به مرحله زایشی امکان تولید عملکرد بیشـتر را به دلیل استفاده بهینـه از شـرایط محیطـی قبـل از وقـوع تنش‌های شدید رطوبتی و دمایی دارا می‌باشند. در شرایط تنش تعداد دانه پوک همبستگی مثبت و معنـی‌داری را بـا تعداد خوشه چه (۰/۸۱) و همبستگی منفـی و معنـی‌داری را با طول خـروج خوشـه از غـلاف (۰/۶۸-) نشـان داد، در حالی که در شرایط غرقاب همبستگی معنی‌داری مشـاهده نشد (جدول ۸). در شرایط تنش تنها افزایش تعداد خوشـه در بوته موجب افزایش عملکـرد نمـی‌شـود و بـا توجـه بـه تعدادخوشه زیاد ممکن است به دلیل خشکی، تعـداد دانـه پـر کمتـری تولیـد شـود (Lafitte *et al.*, 2003). تـنش خشکی موجب می‌شود کـه خوشـه از غـلاف بـرگ پـرچم خارج نشود و نر عقیمی افزایش یافتـه و پـوکی دانـه‌هـای برنج بیشتر شود.

به طور کلی، مطالعه ضـرایب همبسـتگی سـاده بـین صفات در دو محیط غرقاب و تنش رطوبتی نشـان داد کـه صفات وزن صد دانه، تعداد دانه پر، باروری و تعـداد روز تـا گل‌دهی بیشترین مقدار همبستگی معنی‌دار را با عملکـرد در هر دو شرایط داشتند. وجود چنین روابطی را مـی‌تـوان به تنوع ژنتیکی و پاسخ متفاوت ژنوتیـپ‌هـای مختلـف بـه منطقه جدید نسبت داد. بسیاری از ژنوتیپ‌ها مانند گرده و سنگ جو که دارای سـازگاری مناسـبی بـا محـیط جدیـد بودند، از لحاظ صفاتی مانند وزن صد دانه، تعداد دانـه پـر، زودرسی و باروری دارای مقدار بیشتری بودنـد و بـرعکس، ژنوتیپ‌هایی مانند دم سیاه و سـرخو کـه دارای سـازگاری مناسبی با محیط جدید نبودنـد، از لحـاظ وزن صـد دانـه، تعـداد دانـه پـر و بـاروری مقـدار کمتـری از حـد معمـول داشتند. عدم تظـاهر مناسـب صـفات زراعـی در بعضـی از ژنوتیپ‌ها از جمله تعداد پنجـه‌هـای بـارور، درصـد بـالای عقیمی گلچه‌ها و چروکیدگی دانه‌ها که در مزرعه مشاهده شد نیز تأکید کننده این مطلب بود.

برای ارزیابی میزان آثار مستقیم و غیـر مسـتقیم هـر یک از صفات مؤثر بر عملکرد دانـه از روش تجزیـه علیـت استفاده شد. انتخاب صفات مـؤثر بـرای تجزیـه علیـت بـر مبنای ضرایب همبستگی صفات انجام گرفت (جدول ۸).

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین صفات در دو محیط در ارقام برنج مورد مطالعه (قسمت پایین شرایط بدون تنش و قسمت بالا شرایط تنش)

Table 8. The correlation coefficient between the two environmental characteristics of rice varieties (Top, bottom stress and non-stress conditions)

صفات Traits	وزن صد دانه Thousand grain weight	تعدادخوشه چه Branch number	تعداد دانه پر filled Grain	تعداددانه پوک unfilled Grain	عملکرد Grain Yield	تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	تعداد پنجه Tiller number	ارتفاع بوته height,	طول خوشه Panicle length	طول خروج خوشه panicle extrusion	طول برگ پرچم Flag leaf length	عرض برگ پرچم Flag leaf width	مساحت برگ پرچم Flagleaf are	باروری Maturity
وزن صددانه 100 Kernel weight	1	-0.64	0.88**	0.1	0.86**	-0.29	0.53*	0.14	0.31	0.06	0.25	-0.37	-0.88	0.56*
تعدادخوشه چه Branch number	0.37	1	0.25	0.81**	-0.42	0.82**	0.47	-0.22	-0.50	-0.36	0.68**	0.39	0.74**	-0.65**
تعداد دانه پر filled Grain	0.76**	-0.40	1	-0.127	0.93**	-0.42	0.32	0.30	0.35	0.09	-0.12	-0.26	-0.28	0.71**
تعداددانه پوک unfilled Grain	-0.20	0.46	-0.26	1	-0.24	0.57*	0.18	-0.27	-0.47	-0.68**	0.78**	0.07	0.57*	-0.69**
عملکرد Grain Yield	0.89**	-0.48	0.86**	-0.26	1	-0.54*	0.27	0.65	0.45	0.18	-0.21	-0.29	-0.34	0.77**
تعدادروز تا گلدهی Days to flowering	-0.43	0.57*	-0.30	0.36	-0.54*	1	-0.31	-0.32	-0.19	-0.33	0.48	0.63*	0.77**	-0.59*
تعداد پنجه Tiller number	0.20	-0.37	0.35	0.42	0.37	-0.38	1	-0.16	-0.16	-0.28	0.24	0.30	0.40	0.14
ارتفاع بوته Plant height	0.40	-0.24	0.28	-0.35	0.43	-0.20	-0.24	1	-0.49	0.46	-0.62	0.25	-0.20	0.34
طول خوشه Panicle Length	0.97	-0.04	-0.06	-0.09	0.09	-0.26	-0.03	0.48	1	0.52*	-0.27	-0.27	-0.38	0.59**
طول خروج خوشه panicle extrusion	0.34	-0.48	0.43	-0.35	0.42	-0.31	-0.60	0.60*	-0.10	1	-0.26	-0.16	-0.32	0.64**
طول برگ پرچم Flag leaf length	0.81	0.40	-0.89	0.16	0.1	0.14	-0.36	0.35	0.60*	-0.22	1	-0.07	0.65**	-0.48
عرض برگ پرچم Flag leaf width	0.15	0.61	-0.32	0.33	-0.27	0.36	-0.24	0.13	0.11	-0.33	0.43	1	0.72**	-0.28
مساحت برگ پرچم Flagleaf are	-0.51	0.60*	-0.29	0.31	-0.19	0.27	-0.33	0.24	0.46	-0.35	0.85**	0.82**	1	-0.53**
باروری Maturity	0.34	-0.57*	0.56*	-0.93**	0.54*	-0.44	-0.25	0.47	0.07	0.48	-0.10	-0.36	-0.31	1

نتایج حاصل در دو محیط غرقاب و تنش خشکی (جدول ۹) نشان داد که بیشترین اثرات مستقیم و مثبت در هر دو محیط مربوط به تعداد دانه پر و وزن صد دانه بود. علاوه بر این دو صفت، در شرایط تنش صفت تعداد روز تا گل‌دهی دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد بود که با نتایج همبستگی ساده صفات مطابقت داشت. در شرایط غرقاب بیشترین اثر غیر مستقیم و مثبت را تعداد دانه پر از طریق وزن صد دانه اعمال کرد، در حالی که در شرایط تنش خشکی بیشترین اثر غیر مستقیم و مثبت بر عملکرد مربوط به صفت تعداد دانه پر در خوشه از طریق وزن صد دانه بود. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود در شرایط خشکی تعداد دانه پر دارای بالاترین اثر مثبت و مستقیم بر عملکرد دانه بود و در شرایط غرقاب، واسطه تمامی صفات مؤثر بر عملکرد بوده و از این طریق بالاترین اثر غیر مستقیم تمامی صفات دیگر را موجب شده است. به این ترتیب تعداد دانه پر به عنوان مهم‌ترین صفت جهت افزایش عملکرد در هر دو محیط می‌تواند مورد توجه به نژادگران قرار گیرد.

گزارش‌های مهتر و همکاران (Mehetre *et al*., 1994)، جونز و سیندر (Jones and Synder., 1987) و سورک و بیسر (Surek and Beser, 2005) نیز حاکی از آن است که تعداد دانه پر یکی از اجزای اصلی عملکرد در برنج است که می‌تواند به عنوان معیاری جهت انتخاب ارقام و لاین‌های پرمحصول برنج استفاده شود.

با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد بتوان با انتخاب ژنوتیپ‌هایی که تعداد دانه پر، وزن صددانه، و فنولوژی مناسب دارند، عملکرد را افزایش داد.

جدول ۹- تجزیه علیت صفات گیاهی موثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 3. Path analysis of effective plant characteristics on grain yield of genotypes in non-stress and stress conditions

			اثر غیر مستقیم از طریق Indirect effect via		
			بدون تنش Non-stress condition		
		اثر مستقیم Direct effect	وزن صد دانه 100 Kernel weight	تعداد دانه پر Filled grain	همبستگی با عملکرد دانه Correlation with grain yield
100 Kernel weight	وزن صد دانه	0.57	-	0.32	0.89
Filled grain	تعداد دانه پر	0.38	0.48	-	0.86
			تنش خشکی Stress condition		
Filled grain	تعداد دانه پر	0.65	0.28	-	0.93
100 Kernel weight	وزن صد دانه	0.22	-	0.64	0.86
Days to flowering	تعدادروز تا گلدهی	-0.21	-0.19	-0.14	-0.54
		اثرات باقی مانده Residual effects			0.22

References

Azizinya, S., Bihamta, M. R., Zali, A. A., Yazdi Samadi, B. and Ahmadi, A. 2005. An evaluation of quantitative traits related to drought resistance in synthetic wheat genotypes in stress and non-stress conditions. **Iranian Journal of Agricultural Science** 36: 281-293. (In Persian).

Bouman, B. A. M and Toung, T. P. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. **Agriculture Water Management** 49: 11-30.

Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, J., Rodriques, M. L., Ricardo, C. P. P., Osorio, M. L., Carvatho, I., Faria, T. and Pinheiro, C. 2002. How plants cope with water stress in the field photosynthesis and growth? **Annals of Botany** 89: 907–916.

Dawe, D., Barker, R. and Seckler, D. 1998. Water supply and demand for food security in Asia. Paper presented at a workshop on Increasing Water Productivity and Efficiency of Rice-Based Irrigated Systems, sponsored by SWIM, IRRI and IIMI, 29-31 July, IRRI Los Baños, Laguna.

Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance .Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetable and other Food Crops to Temperature and Water Stress. Taiwan, 13-18 August, pp. 257-270.

Jones, D. B. and Synder, G. H. 1987. Seeding rate and row spacing effects on yield and yield component of ratoon rice. **Agronomy Journal** 79: 627-629.

Jongdee, B., Mitchell, J. H. and Fukai, S. 1997. Modeling approach for estimation of rice yield reduction due to drought in Thailand. In: Fukai, S., Cooper, M. and Salisbury, J. (Eds,), Breeding strategies for rainfed lowland rice in drought-prone environments. Proceedings of an International Workshop, Ubon Ratchathani, Thailand, November 5–8, 1996. ACIAR Proceeding No. 77, pp. 65–73.

Lanceras, J. C., Pantuwan, G., Jongdee, B. and Toojinda, T. 2004. Quantitative trait loci associated with drought tolerance at reproductive stage in rice. **Plant Physiology** 135: 384-399.

Lafitte, R. A., Blum, A. and Atlin, G. 2003. Using secondary traits to help identify drought tolerant genotypes. In: Fischer, K. S., Lafitte, R. A., Fukai, S., Atlin, G. and Hardy, B. (Eds.), Breeding rice for drought-prone environments. IRRI, Los Banos, Philippines, pp. 37–48.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses: Water, radiation, salt and other stresses. Crop research. Academic Press, New York.

Mehetre, S. S., Mahajan, C. R., Patil, P. A., Lad, S. K. and Dhumal, P. M. 1994. Variability, heritability, correlation, path analysis and genetic divergence studies in upland rice. **IRRI Note** 19 (1): 8-10.

Mostajeran, A. and Rahimi-Eichi, V. 2008. Drought stress effects on root anatomical characteristics of rice cultivars (*Oryza sativa L.*). Pakistan **Journal of Biological Science** 11 (18): 2173-2183.

Nam, N. H., Chauhan, Y. S., and Johansen, C. 2001. Effect of timing of drought stress on growth and grain yield of extra-short-duration pigeon pea lines. **Journal of Agriculture Science** 136: 179–189.

O,Toole, J. C. and Chang, T. T. 1979. Drought resistance in cereals. Rice: A case study. In: Messel, H. and Taples, R. C. (Eds.), Physiology of crop plants. John Wiley and Sons, New York. pp. 347-405.

Pantuwan, G., Fukai, S., Cooper, M., Rajatasereekul, S., O'Toole J. C. and Basnayake, J. 2004. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands. **Field Crops Research** 89: 281-297.

Pirdashti, H., Sarvestani, Z. T., Nematzadeh, G. and Ismail, A. 2004. Study of water stress effects in different growth stage on yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. New directions for a diverse planet. Proceeding of 4th International Crop Science Congress. 26 Sep. – 1 Oct. 2004, Brisbane, Australia.

Rajaram, S. and Van Ginkle, M. 2001. Mexico, 50 years of international wheat breeding. In: Bonjean, A. P. and Angus, W. J. (Eds.), The world wheat book: A History of wheat breeding. Lavoisier Publication, Paris, France, pp. 579-604.

Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. **Journal of Plant Growth Regulator** 20: 157-166.

Safaei Chaeikar, S., Rabiei, B., Samizadeh, H. and Esfahani, M. 2008. Evaluation of tolerance to terminal drought stress in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. **Iranian Journal of Crop Sciences** 9 (4): 315-331. (In Persian)**.**

Singh, K. A. 2003. Enhancing rice productivity in water stressed environments. IRRI Publications. DOI: 10.1142/9789814280013_0013.

Surek, H. and Beser, N. 2005. Selection for grain yield and its components in early generations in rice (*Oryza sativa* L.). **Trakya University Journal Sciences** 6: 51-58.

Tao, H., Brueck, H., Dittert, K., Kreye, C., Lin, S. and Sattelmacher, B. 2006. Growth and yield formation for rice (*Oryza sativa* L.) in the water-saving ground cover rice production system (GCRPS). **Field Crops Research** 95: 1–12.

Trethowan, R. M. and Reynolds, M. 2007. Drought resistance: Genetic approaches for improving productivity under stress. pp. 289-299. In: Buck H. R. (Ed.), Wheat production in stressed environments. Springer, The Netherlands.

Widawsky, D. A. and O'Toole, J. C. 1990. Prioritizing the rice biotechnology research agenda for eastern India. The Rockefeller Foundation, New York.

Winkel, A. 1989. Breeding for drought tolerance in cereals. **Vortage-Fur-Pflanzenzvchtuny** 16: 368-375.

Yang, J. C., Liu, K., Zhang, S. F., Wang, X. M., Wang, Z. Q. and Liu, L. J. 2008. Hormones in rice spikelets in responses to water stress during meiosis. **Acta Agronomica Sinica** 34: 111–118.

Zhao, B. 2004. Mining microsatellite markers that link to the rice *nbc-lrr* genes from gene bank sequences. www.loding.plant path.KSU.edu.

Zheng, J. G., Ren, G. J., Lu, X. J. and Jiang, X. L. 2003. Effect of water stress on rice grain yield and quality after heading stage. **Chinese Journal of Rice Science** 3: 239-243.

Effect of drought stress on yield and yield components in rice landraces and improved cultivars under Gonbad Kavous environmental condition

Mahdi Ghiasy Oskoee[1*], Hassan Farahbakhsh[2], Hossein Sabouri[3] and Ghasem Mohammadinejad[2]

1 and 2. Former Graduate Student and Assist. Profs., respectively, Dept. of Plant Breeding, University of Shahid Bahonar Kerman, 3. Assist. Prof., Dept. of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University

(Received: September 9, 2012- Accepted: December 24, 2012)

Abstract

To evaluate seed yield and some associated characteristics in rice under drought stress conditions, 15 rice genotypes (including seven local and eight foreign varieties) were studied in two environments (normal and drought stress conditions) using randomized complete block design with three replications in research field of Faculty of Agricultural Sciences, Gonbad Kavous University, in 2008. Analysis of variance showed that there were significant effect ($p<0.01$) of genotypes on all traits in two environments, so that local varieties showed a better response to drought stress than foreign varieties. Mean comparison of genotypes showed that the highest yield belonged to Domsiah and Sorkho cultivars in normal condition and Gardeh in stress condition. Evaluating the reduction percentage of traits mean showed that most damage of drought stress was due to increasing of unfilled grains (23.45%). 100 kernel weight under normal condition (0.89) and the number of filled grains under drought stress condition (0.92) had the highest positive correlation with the grain yield. Results of path analysis showed that the highest positive direct effect on grain yield was related to 100 kernel weight and the number of filled grains in non-stress and stress conditions, respectively, which were considered as the most important agronomic traits for selecting the higher yield cultivars under flooded and drought stresses.

Keywords: Correlation coefficient, Drought stress, Grain yield, Path analysis, Rice

*Corresponding author: mehdi_ghiasy@yahoo.com