تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۷
۲۱۱-۲۲۶
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.380.1074

بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات فیزیکی دانه ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa L.*) هوازی در منطقه خوزستان

کاوه لیموچی[۱]، مهرداد یارنیا[۲*]، عطا اله سیادت[۳]، ورهرام رشیدی[۴]، عبدالعلی گیلانی[۵]

۱. دانشجوی دکتری تخصصی زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۳. استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین.
۴. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۵. استادیار، عضو هیئت‌علمی بخش اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۲۸

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین نقش رژیمهای مختلف آبیاری بر کیفیت تبدیل دانه ژنوتیپ‌های برنج در استان خوزستان طراحی و اجرا گردید. آزمایش با رژیم آبیاری و ژنوتیپ به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. چهار رژیم آبیاری (۱، ۳، ۵ و ۷ روزه) درکرت‌های اصلی و ۱۲ ژنوتیپ برنج در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر متقابل بین ژنوتیپ و تنش آبی در تمامی صفات به غیر از درصد سبوس و عرض دانه که نشان دهنده جمع پذیری آنها می‌باشد معنی‌دار بود. به عبارتی ژنوتیپ‌ها بسته به شرایط مختلف آبیاری واکنش متفاوتی داشتند. به طوریکه گذشته از طول و عرض دانه که با افزایش تنش کاهش یافتند، در تیمار آبیاری دوم به دلیل سازگاری ژنوتیپ‌ها و رطوبت مطلوب‌تر، عملکرد دانه، راندمان تبدیل، درجه تبدیل و درصد برنج کامل بیشترین مقدار را داشتند اما از کمترین درصد پوسته و سبوس و برنج خرد برخوردار بودند. به ترتیب صفات مزبور دارای بیشترین همبستگی معنی‌دار مثبت و منفی با عملکرد دانه بودند. که می‌تواند از اهداف مهم در تحقیقات به‌نژادی و اصلاح ارقام باشد.

واژه‌های کلیدی: **برنج، دانه، راندمان تبدیل، رژیم آبیاری، کیفیت.**

مقدمه

برنج به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی دنیا، در بخش‌های وسیعی از سراسر جهان کشت می‌شود و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان است (Park et al., 2014). خشکی از عمده خطرات جدی برای تولید موفق محصولات زراعی به‌ویژه برنج در جهان است که می‌تواند در هر زمان طی فصل رشد رخ دهد. ازاین‌رو، یکی از چالش‌های اصلی در کشاورزی تولید غذای بیشتر با آب کمتر است (Tuyen and Prasad, 2008). از ۲۵ درصد آب‌های شیرین موجود در دنیا ۷۰ درصد آن در بخش کشاورزی مصرف‌شده که از این مقدار ۲۵ الی ۳۰ درصد آن به زراعت برنج اختصاص دارد (Sedaghat et al., 2015). برنج بیش‌ترین مصرف آب را در بین محصولات کشاورزی دارا بوده و حدود ۸۰ درصد کل منابع آب شیرین مصرفی آسیا را شامل می‌شود (Sedaghat et al., 2015). نتایج یک آزمایش در نیجریه نشان داد که بالاترین راندمان مصرف آب مربوط به اشباع کامل خاک در مقایسه با رژیم‌های غرقابی و شرایط ظرفیت

* نگارنده پاسخگو: مهرداد یارنیا. پست الکترونیک: yarnia@iaut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مزرعه‌ای خاک است (Nwadukwe and Chude, 1998). در زراعت برنج خشک و مرطوب نمودن متناوب خاک مهم‌ترین عمل حفظ رطوبت در کشور چین است (Mao, 1993). کشت برنج در شرایط خاک کاملاً اشباع در مقایسه با غرقاب سنتی ضمن کاهش درون‌ده‌های آب، باعث افزایش بازدهی آن می‌شود (Tabbal et al., 2002). برنج را می‌توان مانند گیاهان آپلند گندم و ذرت به‌عنوان یک گیاه هوازی کشت و آبیاری نمود (Bouman, 2001). پتانسیل، شرایط اشباع خاک در خصوص کاهش درون‌ده‌های آب و اثرات آن بر روی عملکرد دانه و بازدهی آب بسته به تیپ خاک، عمق سطح آب زیرزمینی و شرایط آب و هوایی متفاوت است (Bouman et al., 2001). کیفیت دانه برنج در نقاط مختلف دنیا دارای تعاریف و شاخص‌های متفاوتی است، به‌عنوان‌مثال مصرف‌کنندگان ایرانی برنج‌هایی با دانه‌های بلند و جدا از هم را ترجیح می‌دهند (Rabiei et al., 2004).

علی‌رغم تلاش‌های همه‌جانبه در کشور برای افزایش عملکرد دانه به‌عنوان مهم‌ترین و اولین هدف از برنامه‌های بهنژادی و بهزراعی برنج، بهبود در خصوصیات کیفی دانه آن به علت ارتقاء در شاخص‌ها و استانداردهای زندگی به‌عنوان یک اولویت امری ضروری است. درصد استحصال برنج سفید از شلتوک (راندمان تبدیل) و خصوصیات فیزیکی دانه برنج به‌عنوان یکی از جنبه‌های کیفی، علاوه بر نقش تغذیه‌ای به جهت تأثیرگذاری بر میزان ضایعات، قیمت و بازارپسندی برنج، میزان مقبولیت توسط مصرف‌کنندگان و درآمد نهایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (Zhu et al., 1997; Gilani et al., 2012). آندوسپرم دانه‌های گچی رسیده تحت تنش، گرانول‌های نشاسته با فضای بزرگ هوا در بین آن‌ها به‌صورت ناپایدار و سست در کنار هم قرار گرفتند؛ اما دانه‌های نیمه-شفاف توسط تعداد زیادی از گرانول‌های نشاسته پر شده بودند (Hiromoto et al., 2007). کیفیت پخت، خوراک، شکل دانه و خصوصیات تبدیل و تغذیه‌ای، اجزای کیفی دانه برنج را تشکیل می‌دهند (Tan et al., 2000). وقوع تنش در طی پر شدن دانه صرف‌نظر از کاهش عملکرد ناشی از محدودیت آسیمیلات و کوتاه شدن دوره پر شدن دانه، باعث کاهش کیفیت آن به‌صورت زوال کلی در شکل دانه، راندمان تبدیل، کیفیت پخت، درصد بیشتر دانه‌های گچی، میزان بازیافت پایین‌تر برنج سالم، تغییر ساختمانی در آمیلوپکتین و انعطاف سخت‌تر می‌شود (Zhu et al., 1997). مرحله شیری از پر شدن دانه حساس‌ترین مرحله نسبت به دیگر مراحل دوره رشد زایشی است (Zakaria et al., 2002).

دمای ژلاتینی شدن (GT) دمایی است که دانه‌های نشاسته به‌طور غیرقابل‌برگشت حالت کریستالی‌شان را طی پخت از دست می‌دهند و مهم‌ترین خصوصیت کیفی مربوط به پخت دانه‌های برنج است (Parker and Ring, 2001). بر اساس آخرین یافته‌ها تعداد کمی از اسیدهای آمینه ضروری در ژن نشاسته سینتاز IIa[1] ()باعث اختلاف در ساختار آمیلوپکتین و GT بین برنج ژاپنیکا و ایندیکا می‌شوند (Umemoto et al., 2002). افزایش دانه‌های نارس با بخش سفید، ترک و شکاف عمیق روی سطح، همراه با دانه‌های لاغر و باریک از عوامل مهم کاهش درجه کیفی برنج معرفی گردیدند (Terashima et al., 2001). برای تأمین تقاضای رو به رشد برنج، افزایش ۷۰-۷۵٪ در تولید کل کشور امری اجتناب‌ناپذیر است. می‌توان گفت میزان کاهش در کیفیت دانه برنج و افزایش ضایعات آن در آینده و در سطح کشور امری اجتناب‌ناپذیر است اما سهم نسبی آن بسته به خصوصیات ژنوتیپ و شرایط آبیاری می‌تواند متفاوت باشد. لذا به نظر می‌رسد با توجه به بحران‌های مختلف آبی موجود افزایش سطح دانش و آگاهی نسبت به اثرات خسارت‌زای تنش آبی کاملاً ضروری است. این پژوهش با هدف تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری برای مناسب‌ترین ژنوتیپ طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف کاهش و بهینه نمودن مصرف آب و افزایش راندمان آبیاری به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده با دو عامل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به روش خشکه‌کاری در کرت‌های ۳×۴ متری به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که در ۷۰ کیلومتری شمال اهواز حدفاصل دو رودخانه کرخه و کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه و ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا گردید. خاک مزرعه دارای بافت رسی- لومی، pH = ۷/۵ - ۷، هدایت الکتریکی ۲/۵ میلی‌موس

[1]. Starch synthase gene IIa

Archive of SID

www.SID.ir

بر سانتی‌متر و مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی آن به ترتیب ۰/۰۹ درصد، ۱۰-۱۲، ۱۲۰ و ۲/۵ قسمت در میلیون بود. چهار رژیم آبیاری شامل تناوب‌های یک‌روزه یا شاهد (رایج منطقه) (I۱) و تناوب‌های سه (I۲)، پنج (I۳) و هفت‌روزه (I۴) به‌عنوان سطوح عامل اصلی و ۱۲ ژنوتیپ برنج (جدول ۱) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بذر خشک هریک از ژنوتیپ‌ها پس از تهیه زمین توسط بذرکار همدانی در ردیف‌های ۲۰ سانتی‌متری کشت شدند. سپس رژیم‌های آبیاری از اواسط پنجه‌زنی اعمال شد. کرت‌ها با آبی که توسط پمپ تأمین و کنترل می‌شد تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر آبیاری و پس‌ازآن آبیاری متوقف می‌شدند. این روند در تمام دوره رشد برای هر چهار رژیم آبیاری اعمال شد. برای جلوگیری از نفوذ آب به کرت‌های مجاور تمام پشته‌ها تا عمق یک متری داخل خاک و نیز دیواره جوی‌های آبیاری توسط پلاستیک پوشانده شدند. نوع رژیم آبیاری نیز با توجه به شرایط و پتانسیل آب انتخاب و برای تعیین میزان آب ورودی به درون کرت‌ها با توجه به ارتفاع آب و اندازه کرت در طول مدت آبیاری که حدوداً ۷ ساعت بود، همچنین با توجه به دبی آب که از طریق پمپ تعیین می‌گردید، اندازه‌گیری شد. برای تأمین عناصر غذایی؛ نیتروژن از منبع اوره به میزان ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت ۲۵٪ پایه (۲۵-۲۰ روز پس از سبز شدن) و ۷۵٪ باقیمانده در سه تقسیط ۲۵٪ به‌عنوان سرک‌های اوّل تا سوم به ترتیب در ابتدای تشکیل جوانه اولیه خوشه (۴۰-۳۵ روز پس از مصرف کود پایه) ابتدای آبستنی (۳۵-۳۰ روز پس از سرک اوّل) و زمان ظهور ۵۰٪ خوشه استفاده شد. کود فسفره به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل، کود پتاسه به میزان ۱۰۰ و عنصر روی به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات به‌صورت خاک کاربرد مصرف شدند. کنترل علف‌های هرز به‌صورت تلفیقی شامل وجین و مصرف سم توفوردی به میزان ۲-۱/۵ لیتر در هکتار (۴۰- ۳۵ روز پس از سبز شدن) انجام گردید. صفات موردبررسی شامل: عملکرد دانه، راندمان تبدیل، درجه تبدیل، درصد پوسته، سبوس، خرده برنج، برنج کامل همچنین طول و عرض دانه بودند که به روش زیر موردانداره‌گیری قرار گرفتند.

با رسیدن ۸۵ درصد دانه‌ها در خوشه برداشت از مساحت ۱/۵ مترمربع از متن هر کرت با حذف حاشیه‌ها به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد انجام شد. خصوصیات مربوط به تبدیل و آسیاب دانه برنج توسط نمونه‌های ۲۵۰ گرمی شلتوک برداشت‌شده از متن کرت مربوط به هر تیمار و تکرار (سه نمونه برای هر تیمار) تعیین گردید. بر این اساس راندمان تبدیل، میزان پوسته، سبوس، برنج کامل، برنج خرده به‌صورت درصد، درجه سفیدی جرمی یا درجه تبدیل، طول و عرض و نسبت طول به عرض (شکل دانه)، با استفاده از روش (IRRI,1976) و (Adair et al., 1966)، اندازه‌گیری شدند. ابتدا نمونه‌ها پاک شدند و سپس به مدت ۲۴ ساعت در حرارت اتاق نگهداری گردیدند تا میزان رطوبت آن‌ها قبل از سفید شدن به حد تعادل (۱۰-۱۲٪) برسد، با جداسازی پوسته از یک نمونه ۱۲۵ گرمی شلتوک توسط ماشین پوست‌کنی غلتک لاستیکی مدل ISEKI HC600 برنج قهوه‌ای به دست آمد سپس وزن پوسته محاسبه و با استفاده از فرمول زیر درصد آن‌ها تعیین گردید.

[۱] ۱۰۰× وزن شلتوک/ وزن پوسته= درصد پوسته

برنج قهوه‌ای توسط دستگاه سفید کن در طی مدت ۳۰ ثانیه به برنج سفید تبدیل گردید برای جلوگیری از شکستگی بیشتر، برنج سفید به‌تدریج سرد شد و بعدازآن وزن گردید و توسط الک، برنج سالم و شکسته جدا گشته و توزین شدند. قابل‌ذکر است برنج‌هایی که ۳/۴ و یا بیشتر از طول اولیه را حفظ نمودند به‌عنوان برنج سالم محاسبه گردید. سپس توسط فرمول‌های ذیل راندمان تبدیل، درجه سفیدی یا تبدیل و میزان برنج سالم تعیین شدند.

[۲] ۱۰۰× وزن شلتوک/ وزن کل برنج سفید = راندمان تبدیل

= درجه سفیدی یا تبدیل

[۳] ۱۰۰× وزن برنج قهوه‌ای/ وزن برنج سفید

[۴] ۱۰۰× وزن شلتوک/ وزن برنج کامل = میزان برنج سالم

برای محاسبه طول و عرض دانه از دستگاه Photo graphic enlarger استفاده شد. طول و عرض ۱۰ دانه برنج سالم توسط آن اندازه‌گیری گردید و میانگین طول و شکل (نسبت طول به عرض) آن‌ها با استفاده از استاندارد بین‌المللی و بر اساس طبقه‌بندی جدول مورد مقایسه قرار گرفت (IRRI,1976).

تجزیه واریانس (مرکب) و همبستگی داده‌های حاصل از آزمایش به ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS انجام شد. میانگین داده‌ها نیز به روش آزمون توکی مورد مقایسه قرار گرفتند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. منشاء و شجره ژنوتیپ‌های موردبررسی

Table 1. Origin and pedigree of the studied genotypes

	ژنوتیپ Genotype	تلاقی Cross	منشاء Origin	تحمل به خشکی Drought Tolerance
V1	VANDANA	C 22/KALAKERI	INDIA	1
V2	IR 78908-193-B-3-B	VANDANA/IR 65	IRRI	1
V3	IR 81429-B-31	IR 78908-44/IR 78908-86	IRRI	1
V4	IR 78875-176-B-1-B	PSB RC 9/IR 64	IRRI	3
V5	IR 79971-B-202-2-4	VANDANA/WAYRAREM	IRRI	5
V6	IR 80508-B-194-4-B	PSB RC 9/AUS 257	IRRI	7
V7	IR 80508-B-194-3-B	PSB RC 9/AUS 257	IRRI	5
V8	IR 79907-B-493-3-1	IR 55419-04/IR 64	IRRI	5
V9	IR 81025-B-347-3	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	IRRI	5
V10	IR 81025-B-327-3	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	IRRI	3
V11	NADA	AMOL3/SANG TARAM	IRAN	3
V12	TARUM	-	IRAN	9

اعداد ۱ تا ۹ به ترتیب شامل، بیشترین تا کمترین مقاومت به خشکی می‌باشند.

The numbers 1 through 9 in the order of most to least important loss resistance to drought.

نتایج و بحث

راندمان تبدیل

ازنظر تاریخی افزایش عملکرد بالقوه برنج به‌خصوص در کشورهای بزرگ، تولید و صادرکننده برنج اولین هدف از برنامه‌های اصلاحی بوده است. بسیاری از ارقام پر محصول و هیبریدهایی که تاکنون معرفی‌شده‌اند کیفیت نسبتاً پایینی دارند؛ اما با افزایش استاندارد زندگی، بهبود در کیفیت ظاهری، پخت و خوراک دانه برنج به‌عنوان یک اولویت مطرح گردید. در این راستا نقش عوامل مدیریتی پیرامون گیاه ازجمله رژیم‌های مختلف آبیاری در طی دوره پر شدن دانه بسیار مهم است زیرا بیش‌بود یا کمبود آب پیرامون گیاه بسته به خصوصیات ژنتیکی گیاه می‌تواند باعث کاهش کیفیت به‌صورت زوال کلی در ظاهر دانه، سفید کردن و کیفیت پخت شود (Gilani et al., 2012). در این آزمایش نیز مشخص شد که اختلاف بین سال، تیمارهای مختلف آبیاری (دور یا رژیم آبیاری)، اثر متقابل رژیم آبیاری × سال، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × رژیم آبیاری در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار بود، اما در سایر موارد (اثر متقابل دو عامل سال × ژنوتیپ و سه عامل سال × رژیم آبیاری × ژنوتیپ) اختلافی ازنظر آماری مشاهده نشد (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، بیشترین راندمان تبدیل مربوط به رژیم آبیاری دوم با تناوب آبیاری سه‌روزه بود. با افزایش آبیاری نسبت به دور آبیاری دوم (مطلوب) به سمت افزایش غرقاب با توجه به هوازی بودن ژنوتیپ‌ها و همچنین افزایش خشکی، راندمان تبدیل کاهش یافت به بیانی به ازای هر واحد افزایش و کاهش دور آبیاری نسبت به‌تناوب سه‌روزه راندمان تبدیل کاهش یافت (جدول ۳). در میان ژنوتیپ‌ها بیشترین راندمان تبدیل را ژنوتیپ ندا با متوسط ۶۶/۰۵۶ درصد و سپس ژنوتیپ‌های با مقاومت کمتر به خشکی داشتند. کمترین میزان مربوط به ژنوتیپ‌های IR 81429-B-31 و IR 79971-B-202-2-4 بود (جدول ۳). در اثر متقابل دو عامل نیز ضمن برتری نسبی ژنوتیپ‌های ندا و کیفی در هر چهار رژیم آبیاری بر ژنوتیپ-های متحمل‌تر به خشکی، بیشترین مقادیر ژنوتیپ‌ها مربوط به رژیم آبیاری دوم بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد افزایش خشکی در طی دوره رسیدگی و پر شدن دانه و به‌تبع آن تنفس بالا و محدودیت آسیمیلات و تولید دانه‌های لاغر و باریک، کاهش وزن و افزایش میزان گچی بودن از علل این نتیجه‌گیری در کلیه ژنوتیپ‌های موردبررسی در رژیم آبیاری چهارم با دور آبیاری هفت‌روزه باشد. در میان ژنوتیپ‌ها، صرف‌نظر از تفاوت ژنوتیپ‌ها در طول و درصد پوسته شلتوک، نتیجه حاصله مربوط به اختلاف در خصوصیات فیزیکی دانه است به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی علی‌رغم داشتن دانه‌های گرد و وزن بیشتر، اما به دلیل ترکیبات گچی (دلیل اصلی کاهش راندمان تبدیل این ژنوتیپ‌ها) بیشتر، از

Archive of SID

www.SID.ir

راندمان تبدیل پایین‌تری برخوردار بودند. در اثر متقابل دو عامل نیز به نظر می‌رسد تنش بیش‌ازحد آستانه گیاه و افزایش میزان ترکیبات گچی باعث کاهش راندمان تبدیل ژنوتیپ‌ها برنج به‌ویژه در رژیم آبیاری با دور هفت‌روزه گردید. نتایج به‌دست‌آمده با توجه به اظهارات اخیر با دیگر گزارش‌های ژو و همکاران (Zhu et al., 1997) مبنی بر کاهش کیفیت و درصد تبدیل دانه برنج با افزایش میزان ترکیبات گچی تحت تأثیر تنش‌های مختلف مطابقت داشت.

راندمان تبدیل بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با درجه تبدیل (۰/۹۶۲**) دارا بود که نشان‌دهنده نقش مکمل و مؤثر این صفات در افزایش یکدیگر است (جدول ۵). با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار صفات راندمان و درجه تبدیل با صفات میزان پوسته و سبوس می‌توان نتیجه گرفت، افزایش میزان پوسته و سبوس درنتیجه خشکی زیاد یکی از دلایل کاهش راندمان و درجه تبدیل دانه است که می‌تواند از اهداف اصلی در تحقیقات به‌نژادی و اصلاح ارقام باشد. این نتایج با اظهارات گیلانی و همکاران (Gilani et al., 2012) مبنی بر نقش منفی صفات مزبور موردبحث با یکدیگر همخوانی دارد.

جدول ۲. نتایج تجزیه مرکب خصوصیات فیزیکی دانه ژنوتیپ‌های مختلف برنج در رژیم‌های متفاوت آبیاری طی دو سال زراعی

Table 2. Combined analysis of variance for grain physical characteristics of different rice genotypes in different irrigation regimes during two growing seasons

S.O.V منابع تغییر	درجه آزادی Df	میانگین مربعات (MS) راندمان تبدیل total rice recovery	درجه تبدیل degree of milling	پوسته but hull	سبوس Bran	برنج سالم head rice
Year سال	1	228.427**	99.298**	28.924**	94.783**	498.306**
Rep. (Year) (Error a) تکرار (سال) خطای (a)	4	54.925	25.489	8.760	20.877	75.234
Irrigation regimes رژیم آبیاری	3	1048.722**	783.943**	393.107**	166.369**	2701.657**
Year×irrigation regimes رژیم آبیاری × سال	3	24.783**	5.509ns	0.413ns	20.493**	47.452**
Error b خطای مرکب (b)	12	3.293	3.955	2.498	0.407	7.039
Genotypes ژنوتیپ	11	511.835**	487.231**	301.643**	79.125**	720.024**
Year × genotypes ژنوتیپ × سال	11	3.623ns	2.960ns	1.658ns	0.844**	3.559ns
Genotypes × irrigation regimes ژنوتیپ× رژیم آبیاری	33	13.339**	15.906**	12.546**	9.177ns	21.729**
Genotypes × irrigation regimes ×Year ژنوتیپ × رژیم آبیاری×سال	33	3.207ns	3.608ns	2.560ns	0.931ns	3.867ns
Error c خطای مرکب (c)	176	2.758	2.970	2.119	1.030	2.923
C.V (%) ضریب تغییرات (٪)	-	*2.75*	*2.43*	*5.90*	*6.71*	*3.26*

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued

S.O.V منابع تغییر	درجه آزادی Df	میانگین مربعات (MS) خرده برنج broken rice	عرض دانه grain width	طول دانه grain length	طویل شدن دانه elongation	عملکرد دانه grain yield
Year سال	1	51.969**	0.001^{ns}	0.804**	0.012^{ns}	13560464.565**
Rep. (Year) (Error a) تکرار (سال) خطای (a)	4	1.811	0.043	0.040	0.056	989008.720
Irrigation regimes رژیم آبیاری	3	408.907**	2.622**	6.518**	1.314**	39098649.286**
Irrigation regimes × Year رژیم آبیاری × سال	3	4.259**	0.046^{ns}	0.047^{ns}	0.025^{ns}	2585374.714**
Error b خطای مرکب (b)	12	1.677	0.053	0.011	0.047	753853.818
Genotypes ژنوتیپ	11	64.285**	0.630**	13.983**	58.925**	9638043.784**
Year × genotypes ژنوتیپ × سال	11	0.545*	0.063^{ns}	0.021^{ns}	0.033^{ns}	597461.724^{ns}
Genotypes × irrigation regimes ژنوتیپ× رژیم آبیاری	33	8.774**	0.059^{ns}	0.201**	0.198**	3136384.190**
Genotypes × irrigation regimes ×Year ژنوتیپ × رژیم آبیاری×سال	33	0.586**	0.058^{ns}	0.032*	0.057*	199931.307^{ns}
Error c خطای مرکب (c)	176	0.261	0.060	0.021	0.034	432662.206
C.V (%) ضریب تغییرات (٪)	-	*6.53*	*9.76*	*2.47*	*1.67*	*15.39*

ns، * و **:به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

. Ns, * and **: Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

درجه تبدیل

درجه تبدیل یکی از پارامترهای کیفی مربوط به خصوصیات ظاهری و فیزیکی دانه برنج است و نقش مهمی را در بازارپسندی و قیمت آن دارد (Gilani et al., 2012). در این پژوهش مشخص شد اثر سال، رژیم آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل دو عامل در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین درجه تبدیل مربوط به رژیم آبیاری دوم با دور آبیاری ۳ روزه با متوسط ۷۴/۰۴۳ درصد بود و در میان ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ IR 79907-B-493-3-1 و ندا بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۳). در اثر متقابل ژنوتیپ و رژیم آبیاری، بیشترین مقدار مربوط به رقم‌های مزبور در رژیم آبیاری دوم (با دور آبیاری سه روز یک‌بار) بود (جدول ۴). با توجه به این‌که در این فرایند سبوس از برنج قهوه‌ای حذف می‌شود و یک دانه صیقلی به دست می‌آید، لذا ژنوتیپ‌ها در رژیم آبیاری دوم که از درصد سبوس کمتری برخوردار بودند، در مقابل خاصیت جلا پذیری بیشتری داشتند، بنابراین با کاهش تنش خشکی مقدار آن‌ها نیز افزایش یافت. همچنین در میان ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های اخیر با داشتن درصد سبوس کمتر از درجه تبدیل بالاتری برخوردار بودند. لذا کیفیت پایین برنج‌های قهوه‌ای شدیداً گچی در شرایط خشکی و دیواره‌های قوی‌تر دانه در رژیم آبیاری دوم جهت حفظ مواد ذخیره‌ای دانه از دلایل دست‌یابی به نتیجه‌گیری مزبور است. این نتایج با بررسی گیلانی و همکاران (Gilani et al., 2012) مبنی بر تأثیر معکوس میزان سبوس با درجه تبدیل و تخصیص مواد ذخیره‌ای دانه به حفظ دیواره

Archive of SID

www.SID.ir

و درنتیجه افزایش سبوس و به‌تبع آن کاهش درجه تبدیل کاملاً همخوانی دارد.

میزان پوسته

پوسته برنج به‌طور متوسط ۲۱ درصد از وزن شلتوک را تشکیل می‌دهد و مقدار آن می‌تواند متأثر از خصوصیات ارقام و شرایط محیطی تغییر نماید. در این بررسی مشخص شد اثر تنش خشکی ناشی از تغییر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل دو عامل در سطح یک درصد معنی‌دار بود؛ اما در سایر موارد تفاوتی ازلحاظ آماری وجود نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد پوسته مربوط به شرایط تنش (آبیاری با دور ۴ روز) بود. با توجه به رابطه مثبت بین درصد پوسته شلتوک و تنش با افزایش آبیاری و ایجاد شرایط خنک‌تر در طی رسیدگی دانه مقدار آن نیز کاهش داشت (جدول ۳). در میان ژنوتیپ‌ها، IR 79971-B-202-2-4 بیشترین مقدار را داشت (جدول ۳). در اثر متقابل دو عامل بیشترین درصد پوسته در تمامی ژنوتیپ‌ها مربوط به تنش خشکی بود و ارقام IR 79971-B-202-2-4 و IR 80508-B-194-4-B از بالاترین درصد برخوردار بودند (جدول ۴). با توجه به این‌که اندازه پوسته یکی از عوامل تعیین‌کننده اندازه دانه و مخزن است می‌توان گفت که محدودیت تولید آسیمیلات و میزان کربوهیدرات قابل‌دسترس در دو هفته قبل از ظهور خوشه یا دوره شکل‌گیری پوسته بذر و ادامه این محدودیت در مرحله رسیدگی و کاهش وزن دانه از علل این نتیجه‌گیری باشد (Gilani et al., 2012). همچنین به نظر می‌رسد افزایش درصد پوسته و سهم نسبی آن از وزن شلتوک یکی از مکانیسم‌ها برای جلوگیری از خسارت بیشتر تنش به دانه باشد. این نتایج با اظهارات گیلانی و همکاران (Gilani et al., 2012) پیرامون بحث اخیر مطابقت دارد. همبستگی منفی و معنی‌دار این صفت (**۰/۲۷۱-) به همراه درصد سبوس و خرده برنج با عملکرد دانه، همچنین با توجه به افزایش این صفات با افزایش خشکی پیرامون گیاه می‌توان نتیجه گرفت که هزینه مقاومت به تنش به‌گونه‌ای است که مواد غذایی را به‌جای تخصیص به مخزن اصلی (دانه) صرف پوسته و سبوس کند که درنهایت باعث ضعیف شدن دانه و افزایش شکستگی و خردگی در آن می‌شود (جدول ۵). این نتایج با بررسی‌های گیلانی و همکاران (Gilani et al., 2012) نیز در خصوص تأثیر منفی صفات مزبور بر عملکرد دانه که درنتیجه شرایط تنش‌زا افزایش می‌یابند، مطابقت دارد.

میزان سبوس

سبوس برنج که حدود ۱۰-۸ درصد از وزن شلتوک را تشکیل می‌دهد شامل قسمت اعظم جنین، پریکارپ (فرابر میوه) و لایه آلورون است که طی فرآیند سفید کردن از برنج قهوه‌ای حذف می‌شود. نتایج آزمایش نشان داد اثر تغییر شرایط آبی مربوط به رژیم آبیاری، ژنوتیپ، اثرات متقابل هرکدام با سال به‌علاوه تأثیر سال‌های مختلف کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). رابطه مثبت بین درصد سبوس دانه و دما پای بوته (با توجه به خاصیت تعدیل‌کنندگی دمای پای بوته توسط آب) بیانگر آن است که با افزایش فواصل دور آبیاری (بر اساس رابطه معکوس میزان آب با دمای پای بوته (Gilani et al., 2012)) درصد سبوس نیز افزایش یافت به‌گونه‌ای که شاهد افزایش ۳/۳۱۹ درصدی از رژیم آبیاری مطلوب دوم با تناوب آبیاری سه‌روزه تا رژیم آبیاری چهارم با تناوب آبیاری هفت‌روزه که بیشترین میزان را با متوسط ۱۷/۳۵۱ درصد دارا بود، بودیم. لذا کمترین مقدار برای رژیم آبیاری دوم که مطلوب‌ترین رژیم برای ژنوتیپ‌های برنج هوازی با توجه به اصلاح ژنتیکی و سازگاری بهتر آن‌ها بود، حاصل شد (جدول ۳). دو ژنوتیپ IR 81429-B-31 و IR 78908-193-B-3-B به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی از بیشترین مقدار برخوردار بودند. همچنین بیشترین درصد سبوس در ارقام متحمل به خشکی مزبور به ترتیب با متوسط ۲۱/۴۴۷ و ۱۹/۲۱۸ درصد در رژیم آبیاری چهارم به دست آمد (جدول ۴). صرف‌نظر از ماهیت و موقعیت اجزای سبوس در دانه با توجه به لایه‌های ضخیم‌تر بخش بیرونی در برنج قهوه‌ای و دانه‌های قطورتر این دو رقم می‌توان گفت تعداد کمتر دانه در خوشه و دانه سنگین‌تر این ژنوتیپ‌ها در شرایط بهتر جذب عناصر غذایی در رژیم آبیاری چهارم از علل نتیجه حاصله باشد. نتایج حاصل از این بررسی با بررسی گیلانی و همکاران (Gilani et al., 2012) پیرامون نقش مثبت آب پای بوته در تعدیل دما و کاهش میزان سبوس درنتیجه آن مطابقت دارد.

میزان برنج سالم

تولید مقدار بیشتری از برنج سالم و افزایش سهم آن در فرآیند تبدیل صرف‌نظر از شرایط فرآوری که کاملاً متأثر از

Archive of SID

www.SID.ir

خصوصیات رقم، گچی بودن و شرایط محیط در زمان رسیدگی است می‌تواند تحت تأثیر برخی عملیات زراعی در زمان داشت به‌ویژه دور آبیاری باشد. در این بررسی مشخص شد تفاوت بین سال، رژیم آبیاری، ژنوتیپ، اثرات متقابل رژیم آبیاری × سال و همچنین رژیم آبیاری × ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که نشان‌دهنده این است که تغییرات از روند ثابتی پیروی نکرده و متأثر از خصوصیات ژنتیکی ژنوتیپ‌ها است (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، ژنوتیپ‌ها به‌طور نسبی در رژیم آبیاری دوم از بیشترین میزان برخوردار بودند. به علت ارتباط منفی بین مقادیر برنج سالم و تنش در مرحله رسیدگی، میزان برنج سالم در رژیم آبیاری دوم با تناوب آبیاری سه‌روزه در بین ژنوتیپ-های موردبررسی به میزان ۱۴/۲۱ درصد نسبت به رژیم آبیاری چهارم با تناوب آبیاری هفت‌روزه افزایش یافت (جدول ۳). ژنوتیپ IR 79907-B-493-3-1 با متوسط ۶۰/۰۵۳ درصد بالاترین میزان را در کلیه سطوح دور آبیاری دارا بود (جدول ۳)؛ که در کل بیشترین مقدار نیز با متوسط ۶۵/۲۷۷ درصد مربوط به همین ژنوتیپ (IR 79907-B-493-3-1) در رژیم آبیاری دوم با تناوب آبیاری سه‌روزه بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که شرایط مطلوب‌تر رطوبت با توجه به ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی مورد آزمایش در مرحله رسیدگی دانه در رژیم آبیاری دوم از علل این نتیجه‌گیری باشد. نتایج به‌دست‌آمده با دیگر گزارش‌های (Tashiro and Wardlaw, 1999) مبنی بر کاهش درصد برنج کامل با افزایش میزان گچی بودن دانه و کاهش کیفیت (که در این تحقیق در شرایط غرقاب درنتیجه عدم سازگاری ژنوتیپ‌های متحمل با این شرایط و رژیم‌های آبیاری سوم و چهارم درنتیجه تنش خشکی بالاتر از آستانه تحمل گیاه به وجود آمد) مطابقت داشت.

جدول ۳. مقایسه میانگین خصوصیات کیفی دانه ژنوتیپ‌های مختلف برنج و دورهای متفاوت آبیاری طی دو سال زراعی

Table 3. Biennial mean comparison of grain quality characteristics of different rice genotypes and different irrigation regimes during two growing seasons

تیمارها Treatments	راندمان تبدیل total rice recovery (%)	درجه تبدیل degree of milling (%)	پوسته but hull (%)	سبوس Bran (%)	برنج سالم head rice (%)
رژیم آبیاری irrigation regimes					
I1	61.172 b	71.669 b	24.096 b	14.732 b	54.833 b
I2	63.710 a	74.043 a	22.257 c	14.032 c	57.923 a
I3	61.307 b	71.543 b	24.361 b	14.332 c	53.224 b
I4	54.795 c	66.233 c	27.854 a	17.351 a	43.713 c
ژنوتیپ genotypes					
V1	61.865 b-d	71.434 ef	24.699 d	13.435 g-i	56.581 b
V2	60.705 de	73.551 cd	21.768 e	17.527 ab	54.266 c
V3	54.242 g	66.455 g	27.276 c	18.483 a	47.926 e
V4	59.614 e	70.687 f	24.701 d	15.685 c	52.255 d
V5	51.874 h	62.573 h	30.935 a	17.191 b	41.274 f
V6	56.751 f	66.770 g	28.151 bc	15.098 c-e	47.216 e
V7	61.768 cd	71.945 d-f	24.038 d	14.195 e-g	52.629 cd
V8	66.592 a	76.688 a	20.208 ef	13.200 hi	60.053 a
V9	56.391 f	66.040 g	28.949 b	14.660 d-f	47.529 e
V10	63.448 bc	74.790 bc	21.326 ef	15.226 cd	56.866 b
V11	66.056 a	76.577 ab	20.136 f	13.808 f-h	58.054 b
V12	63.644 b	72.959 c-e	23.525 d	12.832 i	54.426 c

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. ادامه

Table 3. Continued

تیمارها Treatments	خرده برنج broken rice (%)	عرض دانه grain width (mm)	طول دانه grain length (mm)	طویل شدن دانه elongation (mm)	عملکرد دانه grain yield (kg/h)
رژیم آبیاری irrigation regimes					
I1	6.339 c	2.712 a	6.228 a	11.194 a	4100.79 b
I2	5.787 c	2.623 a	6.135 b	11.209 a	5094.31 a
I3	8.083 b	2.459 b	5.854 c	11.085 a	4548.26 ab
I4	11.082 a	2.279 c	5.561 d	10.916 b	3351.51 c
ژنوتیپ genotypes					
V1	5.284 g	2.682 a-c	6.977 b	9.127 g	3541.29 ef
V2	6.438 f	2.638 a-d	6.257 d	11.115 d	4303.04 b-d
V3	6.316 f	2.699 ab	5.080 g	10.412 e	5025.67 ab
V4	7.360 e	2.736 a	6.119 d	9.807 f	4091.79 c-e
V5	10.600 a	2.510 a-e	6.538 c	13.608 a	3806.83 d-f
V6	9.535 b	2.175 f	7.258 a	13.623 a	3528.29 fe
V7	9.139 bc	2.350 ef	5.669 e	11.828 c	4030.50 d-f
V8	6.540 f	2.583 a-e	5.527 ef	12.155 b	4843.87 ab
V9	8.862 c	2.476 b-e	4.642 h	9.118 g	4899.18 ab
V10	6.582 f	2.408 d-f	5.407 f	10.592 e	5085.33 a
V11	8.002 d	2.500 b-e	6.208 d	12.013 bc	3362.21 f
V12	9.218 bc	2.463 c-e	5.650 e	9.816 f	4766.62 a-c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level using Tuke Range Test.

Archive of SID

میزان برنج خرد

میزان برنج خرد صرف‌نظر از تفاوت ارقام در خصوصیات ظاهری و کیفی دانه کاملاً متأثر از شرایط آبیاری و فرآیند تبدیل است. نتایج تجزیه مرکب نشان داد به‌غیراز اثر متقابل ژنوتیپ × سال که در سطح پنج درصد معنی‌دار بود کلیه منابع تغییرات دیگر تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد را دارا بودند (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، بیشترین و کمترین میزان برنج خرد به ترتیب مربوط به رژیم آبیاری چهارم و دوم بود (جدول ۳). در میان ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های IR 79971-B-202-2-4 و VANDANA به ترتیب بیشترین و کمترین برنج خرد را داشتند (جدول ۳). همچنین ژنوتیپ IR 79971-B-202-2-4 در رژیم آبیاری چهارم و ژنوتیپ IR 78908-193-B-3-B در رژیم آبیاری دوم به ترتیب بیشترین و کمترین میزان برنج خرد را دارا بودند (جدول ۴). نقش طول دانه در میزان برنج خرد را می‌توان به فشردگی بیشتر سلول‌های آندوسپرمی و فضاهای کوچک‌تر هوا بین آن‌ها نسبت داد که با دیگر گزارش (Hiromoto et al., 2007) مبنی بر قرار گرفتن دانه‌های نشاسته در کنار همدیگر با فضای بزرگ هوا و به‌صورت ناپایدار در افزایش میزان برنج خرد ناشی از آن همخوانی داشت.

عرض دانه

اَشکال دانه از جنبه‌های مهم بازارپسندی برنج در هر کشور و یا منطقه محسوب می‌شود، اما ابعاد آن می‌تواند صرف‌نظر از خصوصیات ژنوتیپ، تحت تأثیر مدیریت مزرعه‌ای تغییر کند. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که بین رژیم‌های مختلف آبیاری و ژنوتیپ در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت، ولی در سایر اثرات تفاوتی ازلحاظ آماری مشاهده نشد که نشان‌دهنده این است که روند تغییرات ژنوتیپ‌ها در بین رژیم‌های مختلف آبیاری به یک نسبت بود (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، ژنوتیپ‌های موردبررسی بیشترین و کمترین عرض دانه را به ترتیب در رژیم‌های آبیاری اول و

www.SID.ir

چهارم داشتند. در میان ژنوتیپ‌ها نیز، ژنوتیپ‌های متحمل‌تر به خشکی، از بیشترین مقدار برخوردار بودند (جدول‌های ۳ و ۴). به نظر می‌رسد افزایش تنش آبی که می‌تواند سبب دمای زیاد پای بوته در طی رسیدگی و کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرمی و میزان آسیمیلات شود، باعث تولید دانه‌های لاغرتر و باریک‌تر در رژیم آبیاری چهارم گردید که با دیگر نتایج (Hiromoto et al., 2007; Terashima et al., 2001) در خصوص تولید دانه‌های باریک و لاغر و کاهش عرض و ضخامت دانه در شرایط بیان‌شده مطابقت داشت. در میان ژنوتیپ‌ها نیز، نتایج به‌دست‌آمده صرف‌نظر از شرایط محیطی تا حدود زیادی مربوط به اختلافات ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها بود. نتایج حاصل از بررسی‌های دیگر (Gilani et al., 2012) نیز اختلاف ژنتیکی را عامل اصلی اختلافات بین ارقام ازنظر عرض دانه دانستند.

طول دانه (قبل و پس از پخت)

طول دانه نیز یکی از جنبه‌های ظاهری و فیزیکی در کیفیت برنج محسوب می‌شود و نقش بسیار مهمی را در بازارپسندی و قیمت آن دارد، همچنین ری آمدن و افزایش طول پس از پخت یکی از معیارهای مهم در کیفیت آن است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس (مرکب) برای هر دو صفت مشخص نمود که اثرات سال، رژیم آبیاری، ژنوتیپ و ژنوتیپ × رژیم آبیاری در سطح یک درصد و اثر متقابل سه عامل در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری داشتند که حاکی از تأثیرپذیری عوامل ژنتیکی و سازگاری متفاوت بین ژنوتیپ‌ها در رژیم‌های مختلف آبیاری است. درواقع تغییرات یکسان نبوده و بسته به اختلافات ژنتیکی و درونی ژنوتیپ‌های موردمطالعه متفاوت است (جدول ۲). طویل‌ترین دانه‌ها مربوط به دو رژیم آبیاری اول بود و ژنوتیپ IR 80508-B-194-4-B بیشترین طول را داشت (جدول ۳). در اثر متقابل دو عامل نیز بیشترین طول دانه مربوط به رقم اخیر در رژیم آبیاری اول بود (جدول ۴). با توجه به نتایج می‌توان گفت اگرچه اندازه پوسته به‌عنوان تعیین‌کننده نهایی اندازه دانه، در دو هفته قبل از ظهور کامل خوشه‌ها، شکل می‌گیرد، اما تنش ناشی از خشکی زیاد از طریق تعداد سلول‌های آندوسپرمی بزرگ‌تر و کمتر و نیز کمبود آسیمیلات برای هر دانه، ضمن کاهش وزن، طول دانه و همچنین طول پس از پخت که متأثر از آن را نیز کاهش خواهد داد. در میان ارقام نیز نتیجه به‌دست‌آمده علاوه بر شرایط محیطی، متأثر از اختلافات ژنوتیپی است. این نتایج با سایر گزارش‌ها (Gilani et al., 2012) مبنی بر کاهش طول دانه درنتیجه تولید سلول‌های آندوسپرمی بزرگ‌تر و کمتر و نهایتاً کمبود آسیمیلات برای دانه مطابقت دارد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه مرکب نشان داد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین سطوح سال، رژیم آبیاری و ژنوتیپ، همچنین اثر متقابل دو عامل رژیم آبیاری × سال و ژنوتیپ × رژیم آبیاری وجود دارد، ولی در سایر سطوح موردبررسی تفاوت معنی‌داری ازلحاظ آماری مشاهده نشد. این نتایج نشان‌دهنده این است که ژنوتیپ‌ها در سال و رژیم‌های مختلف آبیاری دارای عملکرد متفاوتی هستند و عملکرد ژنوتیپ‌ها ثابت و پایدار نیست (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های برنج بیشترین عملکرد نسبی دانه را در تیمار رژیم آبیاری دوم با دور سه روز دارا بودند که در کل ژنوتیپ‌ها در دور آبیاری سه‌روزه نسبت به تیمارهای آبیاری با دور یک‌روزه (احتمالاً به دلیل عدم سازگاری و هدرروی انرژی مقاومت مانند انرژی که صرف ایجاد آئرانشیم و ازاین‌دست می‌کند)، همچنین دورهای آبیاری پنج و هفت‌روزه (از دلایل احتمالی این نتیجه می‌توان به عدم تسهیل در دسترسی به مواد غذایی و تجمع آسیمیلات‌ها در قاعده گیاه اشاره نمود) به ترتیب ۱۹/۵۰، ۱۰/۷۲ و ۳۴/۲۱ درصد معادل ۹۹۳/۵۲، ۵۴۶/۰۵ و ۱۷۴۲/۷۹ کیلوگرم در هکتار افزایش تولید داشتند. نتایج اخیر با توجه به اظهارات دیگران (Tarlera et al., 2015; Sedaghat et al., 2015) نشان‌دهنده این است که رژیم آبیاری دوم و در شرایط فقدان آب، تناوب آبیاری ۵ روزه جهت بالا بردن راندمان آبیاری و کاهش آلاینده‌های محیطی مثل متان می‌تواند مناسب باشد ضمن اینکه غرقاب دائم نیز علاوه بر سازگار نبودن با اغلب ژنوتیپ‌های موردبررسی باعث شستشوی مواد غذایی و خارج شدن این مواد از دسترس گیاه می‌شود. با توجه به روند کاهشی میزان آبیاری از تیمار آبیاری اول تا چهارم به نظر می‌رسد واکنش متفاوت مراحل مختلف نموی که به دلیل محدودیت آسیمیلات و کوتاه شدن دوره پر شدن و رشد دانه است، یکی از دلایل دستیابی به نتیجه‌گیری مزبور مبنی بر سیر نزولی عملکرد دانه با افزایش دور آبیاری از رژیم آبیاری دوم با تناوب آبیاری سه‌روزه تا رژیم آبیاری چهارم با تناوب آبیاری هفت روزه که از کمترین عملکرد دانه برخوردار بود،

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. مقایسه میانگین خصوصیات کیفی دانه ژنوتیپ‌های مختلف برنج در دورهای متفاوت آبیاری طی دو سال زراعی

Table 4. Biennial mean comparison of grain quality characteristics of different rice genotypes in different irrigation regimes during two growing seasons

رژیم آبیاری irrigation regimes	ژنوتیپ genotypes	راندمان تبدیل total rice recovery (%)	درجه تبدیل degree of milling (%)	پوسته but hull (%)	سبوس bran (%)	برنج سالم head rice (%)
I1	V1	63.847 c-g	73.474 c-j	23.048 j-p	13.105 l-s	58.850 b-g
	V2	60.595 f-l	74.088 c-h	21.215 o-s	18.190 b-e	55.175 d-l
	V3	53.022 p-s	65.089 o-r	28.425 b-g	18.553 a-d	47.413 o-t
	V4	62.490 d-i	72.893 e-l	23.208 j-p	14.302 g-q	55.395 d-k
	V5	53.358 p-r	64.369 p-r	29.518 b-d	17.123 b-g	45.007 s-v
	V6	58.490 i-o	68.850 k-o	26.453 d-j	15.056 f-p	50.798 j-r
	V7	62.498 d-i	71.926 f-l	24.392 i-o	13.110 l-s	55.898 d-k
	V8	67.280 a-c	77.484 a-c	19.555 q-t	13.165 l-s	62.535 ab
	V9	56.313 l-q	66.126 n-r	28.862 b-f	14.825 f-q	49.693 l-s
	V10	63.547 c-h	74.123 c-h	22.167 m-q	14.286 g-q	58.165 b-h
	V11	67.198 a-d	76.917 a-e	20.155 p-t	12.646 m-s	59.903 a-e
	V12	65.422 b-e	74.697 c-g	22.160 m-q	12.418 o-s	59.162 b-f
I2	V1	65.400 b-e	74.508 c-g	22.370 i-q	12.230 p-s	61.782 a-c
	V2	66.570 a-d	79.199 ab	17.483 t	15.946 d-l	61.745 a-c
	V3	57.275 j-p	69.207 j-o	25.467 f-m	17.258 b-f	53.238 g-n
	V4	60.292 f-m	73.695 c-i	21.512 n-r	18.196 b-e	54.078 f-n
	V5	54.378 o-q	65.023 o-r	29.250 b-e	16.371 c-j	46.800 p-u
	V6	59.902 g-m	70.626 g-m	24.908 h-n	15.190 f-o	51.883 i-q
	V7	64.755 b-f	74.093 c-h	22.633 l-q	12.612 n-s	58.468 b-h
	V8	69.245 ab	79.534 a	17.820 st	12.935 m-s	65.277 a
	V9	60.575 f-l	69.856 h-n	26.127 d-k	13.298 m-s	54.643 e-l
	V10	67.420 a-c	77.335 a-d	19.768 p-t	12.812 m-s	62.923 ab
	V11	70.593 a	79.087 ab	18.665 r-t	10.741 s	63.687 ab
	V12	68.117 a-c	76.357 a-e	21.090 o-s	10.793 s	60.548 a-d
I3	V1	60.750 e-k	68.946 k-o	27.350 c-i	11.900 q-s	55.037 d-l
	V2	61.092 e-k	73.376 c-j	22.155 m-r	16.753 c-h	54.493 e-m
	V3	58.115 i-o	69.711 i-n	25.213 g-m	16.671 c-h	50.968 j-r
	V4	60.667 f-l	70.001 h-n	25.962 e-l	13.371 k-s	52.972 h-o
	V5	54.343 o-q	64.335 p-r	30.108 bc	15.548 e-n	43.565 t-v
	V6	59.430 g-n	68.631 l-p	27.100 c-i	13.470 j-s	48.875 m-t
	V7	64.118 c-g	75.208 a-f	21.140 o-s	14.742 f-q	54.673 e-l
	V8	68.113 a-c	76.685 a-e	20.697 p-t	11.190 rs	61.705 a-c
	V9	56.607 k-q	65.861 n-r	29.345 b-e	14.048 h-r	48.692 n-t
	V10	63.832 c-g	75.100 b-f	21.153 o-s	15.015 f-p	56.853 c-i
	V11	64.675 b-f	76.599 a-e	19.740 p-t	15.585 e-m	56.360 c-j
	V12	63.937 c-g	74.071 c-i	22.378 m-q	13.685 i-s	54.490 e-m
I4	V1	57.465 j-p	68.807 k-o	26.028 d-l	16.507 c-i	50.657 k-s
	V2	54.562 o-q	67.540 m-p	26.220 d-k	19.218 a-c	45.652 s-v
	V3	48.555 st	61.813 rs	29.998 bc	21.447 a	40.083 vw
	V4	55.008 n-q	66.160 n-r	28.123 b-h	16.868 b-h	46.573 q-u
	V5	45.415 t	56.567 t	34.865 a	19.720 ab	29.725 x
	V6	49.183 r-t	58.974 st	34.143 a	16.673 c-h	37.308 w
	V7	55.700 m-q	66.550 m-q	27.985 b-h	16.315 c-k	41.477 u-w
	V8	61.730 e-j	73.050 d-k	22.758 k-n	15.512 e-n	50.693 k-r
	V9	52.070 q-s	62.315 q-s	31.462 ab	16.468 c-i	37.088 w
	V10	58.993 h-o	72.600 e-l	22.215 m-q	18.792 a-d	49.522 l-s
	V11	61.757 e-j	73.708 c-i	21.983 m-r	16.260 d-k	52.267 i-p
	V12	57.100 j-p	66.713 m-p	28.470 b-g	14.430 f-q	43.505 t-v

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. ادامه

Table 4. Continued

رژیم آبیاری irrigation regimes	ژنوتیپ Genotypes	خرده برنج broken rice (%)	عرض دانه grain width (mm)	طول دانه grain length (mm)	طویل شدن دانه elongation (mm)	عملکرد دانه grain yield (kg/h)
	V1	4.997 p-t	2.897 a-c	7.000 b	9.205 o-q	2332.10 mn
	V2	5.420 n-t	2.804 a-e	6.425 c-e	11.123 fg	4038.01 e-l
	V3	5.608 n-s	3.272 a	5.132 rs	10.676 g-j	4551.67 c-k
	V4	7.095 i-o	2.930 a-b	6.188 d-i	9.915 lm	2949.50 k-n
	V5	8.352 g-j	2.613 b-h	7.052 b	13.973 a	3541.83 g-m
I1	V6	7.692 g-l	2.288 d-i	7.773 a	13.890 a	4487.50 c-k
	V7	6.600 j-q	2.439 b-i	5.987 f-k	11.990 e	3559.83 g-m
	V8	4.745 q-t	2.833 a-d	5.902 h-m	12.093 e	4779.17 b-i
	V9	6.620 j-q	2.615 b-h	5.093 rs	9.240 o-q	4582.17 c-k
	V10	5.382 o-t	2.550 b-i	5.690 k-o	10.288 i-l	5233.67 a-f
	V11	7.295 i-n	2.589 b-i	6.492 cd	12.035 e	3087.83 j-n
	V12	6.260 k-r	2.710 a-f	5.997 f-k	9.905 lm	6066.33 a-c
	V1	3.618 t	2.589 b-i	7.087 b	9.183 o-q	3531.67 g-m
	V2	4.825 q-t	2.728 a-f	6.363 c-f	11.126 fg	4479.83 c-k
	V3	4.037 st	2.624 b-h	5.123 rs	10.586 h-k	5361.17 a-e
	V4	6.213 k-r	2.840 a-d	6.128 d-j	9.935 lm	5113.33 a-g
	V5	7.578 h-m	2.616 b-h	6.907 b	13.646 a-c	4145.50 e-l
I2	V6	8.018 g-k	2.260 e-i	7.707 a	13.858 ab	4128.01 e-l
	V7	6.287 k-r	2.406 b-i	5.863 i-n	11.868 e	5398.83 a-e
	V8	3.968 st	2.668 b-h	5.782 j-n	12.238 e	5530.33 a-e
	V9	5.932 l-r	2.651 b-h	4.922 s	9.136 o-q	6362.55 ab
	V10	4.497 r-t	2.546 b-i	5.517 n-q	10.913 f-h	6555.10 a
	V11	6.907 j-o	2.640 b-h	6.337 d-g	12.046 e	4501.50 c-k
	V12	7.568 h-m	2.641 b-h	5.880 i-n	9.978 l	6024.11 a-d
	V1	5.713 m-s	2.631 b-h	7.087 b	9.083 o-q	4379.17 d-k
	V2	6.598 j-q	2.603 b-h	6.222 d-i	11.103 fg	4628.67 c-j
	V3	7.147 i-o	2.502 b-i	5.093 rs	10.250 j-l	5378.06 a-e
I3	V4	7.695 g-l	2.680 b-g	6.192 d-i	9.495 m-o	4978.66 a-g
	V5	10.778 d-f	2.507 b-i	6.267 d-h	13.345 cd	3900.83 e-m
	V6	10.555 d-f	2.120 g-i	7.082 b	13.558 a-d	3628.16 f-m
	V7	9.445 e-h	2.364 b-i	5.592 l-p	12.120 e	4224.33 e-l
	V8	6.408 k-q	2.538 b-i	5.350 o-r	12.268 e	5405.33 a-e
	V9	7.915 g-k	2.402 b-i	4.450 t	9.103 o-q	5484.67 a-e
I3	V10	6.978 j-o	2.332 c-i	5.335 o-r	10.708 g-i	5055.01 a-g
	V11	8.315 g-j	2.441 b-i	6.053 e-k	12.056 e	3147.67 i-n
	V12	9.447 e-h	2.389 b-i	5.527 m-q	9.936 lm	4368.66 e-k
	V1	6.808 j-p	2.350 c-i	6.733 bc	9.040 pq	3922.33 e-m
	V2	8.910 f-i	2.415 b-i	6.018 f-k	11.108 fg	4065.67 e-l
	V3	8.472 g-j	2.399 b-i	4.973 rs	10.136 kl	4811.83 b-h
	V4	8.435 g-j	2.492 b-i	5.967 g-l	9.885 l-n	3325.66 h-n
	V5	15.690 a	2.305 d-i	5.928 h-l	13.470 b-d	3639.17 f-m
	V6	11.875 cd	2.031 i	6.468 cd	13.188 d	1869.50 n
I4	V7	14.223 ab	2.191 f-i	5.233 p-s	11.336 f	2939.01 k-n
	V8	11.037 de	2.292 d-i	5.073 rs	12.021 e	3660.67 f-m
	V9	14.982 ab	2.233 f-i	4.103 t	8.993 q	3167.33 h-n
	V10	9.472 e-g	2.204 f-i	5.085 rs	10.458 i-k	3497.67 g-n
	V11	9.490 e-g	2.326 di	5.950 h-l	11.916 e	2711.83 l-n
	V12	13.595 bc	2.111 hi	5.197 q-s	9.446 n-p	2607.50 l-n

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level using Tuke Range Test.

Archive of SID

www.SID.ir

باشد (جدول ۳). در بین ژنوتیپ‌های برنج، ژنوتیپ IR81025-B-327-3 بر سایرین برتری داشت که بیشترین عملکرد دانه را رژیم آبیاری دوم با متوسط ۶۵۵۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار نشان داد. فرار از تنش آبی با کاهش (۱۷/۷۴ سانتی-متر کاهش ارتفاع از رژیم آبیاری اول با تناوب آبیاری یک‌روزه تا رژیم آبیاری چهارم با تناوب آبیاری هفت‌روزه) ارتفاع گیاه به‌خصوص در دوره رسیدگی از دامنه ۱۰-۲۰ سانتی‌متر و درنتیجه تخصیص کربوهیدرات بیشتر به مخزن اصلی از دلایل سازگاری و برتری این ژنوتیپ بود. اثر متقابل دو عامل نشان داد که مطابق بررسی‌های سایرین (Tavala et al., 2015; Sarayloo et al., 2015) واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به رژیم-های مختلف آبیاری با توجه به آستانه تحمل آن‌ها درنتیجه صفات وابسته به ژنوتیپ متفاوت بود. به‌گونه‌ای که تمام ژنوتیپ‌ها در رژیم آبیاری چهارم به دلیل کاهش طول دوره رشد و درنتیجه تخصیص کمتر کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی انتقال‌یافته به مخزن اصلی و نهایتاً کاهش فعالیت مخزن و ظرفیت تجمع ماده خشک (گنجایش دانه×تعداد دانه) دانه دارای کمترین عملکرد بودند (جدول ۴). این نتایج با دیگر بررسی‌ها (Durand et al., 2016; Mohd Zain and Razi Ismail, 2016; Pandey et al., 2014) مبنی بر کاهش عملکرد دانه در شرایط افزایش تنش، بیش از آستانه تحمل گیاه به دلیل اختلال رشد در مرحله زایشی و عدم انتقال و تخصیص کربوهیدرات‌ها و قندها به دانه و همچنین دیگر بررسی (Abdola and Zarea, 2015) مبنی بر کاهش عملکرد در شرایط غرقاب دائم مطابق آنچه گفته شد مطابقت ولی با بررسی دیگر (Ghasemi-Nasr et al., 2016) که اظهار نمودند افزایش آب در دسترس ریشه در شرایط آبیاری غرقابی باعث افزایش عملکرد برنج می‌شود مغایرت دارد.

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین عملکرد و صفات مربوط به کیفیت دانه ژنوتیپ‌های برنج

Table 5. Correlation coefficients between yield and grain quality characteristics of rice genotypes

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. total rice recovery **۱-راندمان تبدیل**	1									
2. degree of milling **۲-درجه تبدیل**	0.962**	1								
3. but hull **۳-پوسته**	-0.910**	-0.988**	1							
4. bran **۴-سبوس**	-0.749**	-0.542**	0.407**	1						
5. head rice **۵-برنج سالم**	0.955**	0.932**	-0.887**	-0.687**	1					
6. broken rice **۶-خرده برنج**	0.567**	-0.581**	0.566**	0.346**	-0.786**	1				
7. grain width **۷-عرض دانه**	0.248**	0.264**	-0.266**	-0.121*	0.366**	-0.501**	1			
8. grain length **۸-طول دانه**	0.136*	0.109	-0.086	-0.162**	0.184**	-0.226**	0.082	1		
9. elongation **۹- طویل شدن دانه**	-0.079	-0.074	0.059	0.080	-0.136*	0.212**	-0.210**	0.436**	1	
10. grain yield **۱۰-عملکرد دانه**	0.316**	0.291**	-0.271**	-0.263**	0.406**	-0.470**	0.199**	-0.204**	-0.160**	1

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

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

نتیجه‌گیری کلی

درمجموع، نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که صفات مرتبط با کمیت و کیفیت دانه در رژیم آبیاری دوم مناسب‌ترین واکنش را به لحاظ کاهش میزان پوسته، سبوس و خرده برنج و افزایش صفات مطلوب مانند راندمان و درجه تبدیل و نهایتاً برنج کامل نشان دادند که نقش مدیریت آبیاری

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به تنوع ژنوتیپ‌های به‌کاررفته را نشان می‌دهد. دراین‌بین ژنوتیپ IR 79907-B-493-3-1 علاوه بر اینکه از عملکرد دانه بالایی برخوردار بود از بیشتری راندمان، درجه و میزان برنج سالم نیز در رژیم آبیاری دوم با تناوب آبیاری سه‌روزه برخوردار بود و قابل توصیه جهت کشت به‌ویژه در شرایط تناوب آبیاری مشابه جهت افزایش راندمان استفاده از آب با توجه به خصوصیات ژنتیکی آن است. تیمار آبیاری ۳ روزه با در اختیار گذاشتن آب به حد مطلوبی در اختیار گیاه علاوه بر افزایش صفات مطلوب (جهت تجاری‌سازی) بیشترین عملکرد دانه را نیز دارا بود. این نتایج در کل نشان داد که عملکرد دانه و صفات مطلوب در رژیم آبیاری سوم با دور آبیاری ۵ روزه تفاوت معنی‌داری با رژیم آبیاری غرقاب نداشت و می‌توان به‌عنوان یک راهکار مناسب جهت افزایش راندمان آبیاری ژنوتیپ‌های برنج هوازی به‌کاربرده شود.

منابع

Abdola, A.A., Zarea, M.J., 2015. Effect of Mycorrhiza and Root Endophytic Fungi under Flooded and Semi-Flooded Conditions on Grain Yield and Yield Components of Rice. Crop Production. 8(1), 223-230.

Adair, C.R., Beachell, H.M., Jodon, N.E., Johnston, T.H., Thysell, J.R., Green, V.E.J., Webb, B.D., Atkins, J.G., 1966. Rice breeding and testing methods in the U.S. In: Rice in the U.S.:Varieties and production. USDA Agricultural Research Services Hand book 289. United States Department of Agriculture. P, 19-64.

Azeez, M.A., Shafi, M., 1966. Quality in rice. Department of Agriculture West Pakistan Technical Bulletin. No, 13. pp, 50.

Bouman, B.A.M., 2001. Water-efficient management strategies in rice production. International Rice Research Notes. 16(2), 17-22.

Bouman, B.A.M., Tuong, T.P., 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. Agricultural Water Management. 49, 11-30.

Cagampang, C.B., Perez, C.M., Juliano, B.O., 1973. Angel consistency test for eating quality of rice. Journal of the Science of Food and Agriculture. 24, 89-94.

Durand, M., Porcheron, B., Hennion, N., Maurousset, L., Lemoine, R., pourtau, N., 2016. Water Deficit Enhances C Export to the Roots in Arabidopsis thaliana Plants with Contribution of Sucrose Transporters in Both Shoot and Roots. Plant Physiology. 170(1), 1460-1479.

Erfanil, R., 1995. The effects of nitrogen and planting dates clay on growth and yield of rice. MA thesis. School Agricultural tillage, Tarbiat Modarres University. 112 PP. [In Persian with English Summary].

Ghasemi-Nasr, M., Karandish, F., Naft-Chali, A.D., Mokhtasa-Bigdali, A., 2016. Effect of Two Periods of Mid-Season Drainage on Growth Parameters of Two Rice Varieties. Journal of Water Research in Agriculture. 29(4), 419-431.

Gilani, A., Alami-Saeed, K.H., Siadat, A., Seidnejah, M., 2012. Study of heat stress on rice (*Oryza sativa L.*) grain milling quality in Khouzestan. Crop Physiology Journal. 4(14), 5-21.

Gnanamalar, R.P., Vivekanandan, P., 2013. Genetic architecture of grain quality characters in rice (*Oryza sativa L.*). European Journal of Experimental Biology. 3(2), 275-279.

Ghorbanipour, A., Rabiei, B., 2011. Genetic analysis of physical and chemical properties of grain quality in rice varieties. Iranian Journal of Crop Sciences. 42(2), 339-347. [In Persian with English Summary].

Hiromoto, Y., Hisrose, T., Kuroda, M., Yamaguchi, T., 2007. Comprehensive expression profiling of rice grain filling–related genes under high temperature using DNA microarray. Plant Physiology. 144, 258-277.

IRRI (International Rice Research Institute), 1976. Annual report 1972. los Banos, Philippines.

Jodari, F., Linscombe, S.D., 1996. Grain fissuring and milling yields of rice cultivars as influenced by environmental conditions. Crop Science. 36, 1496-1502.

Juliano, B.O., 1971. Asimplified assay for milled rice amylose. Journal of Cereal Science. 16, 334-338, 340, 360.

Khush, G.S., Paule, C.M., Delacruz, N.M., 1979. Rice grain quality evaluation and improvement at IRRI. In: Proceeding of workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. Los Banos

Archive of SID

www.SID.ir

cooking quality related traits in rice varieties. Cereal Research. 5(1), 17-31.

Rabiei, B., Valizadeh, M., Ghareyazie, B., Moghaddam, M., Ali, A.J., 2004. Identification of QTLs for rice grain size and shape of Iranian cultivars using SSR markers. Euphytica. 137(3), 325-332.

Rahim-Sorosh, H., Mesbah, M., Hosseinzade, A., Bozorgipour, R., 2004. Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for quantitative and qualitative traits of rice. Seed and Plant. 20(2), 167-182. [In Persian with English Summary].

Sarayloo, M., Sabouri, H., Dadras, A.R., 2015. Assessing genetic diversity of rice genotypes using microsatellite markers and their relationship with morphological characteristics of seedling stage under non- and drought-stress conditions. Cereal Research. 5(1), 1-15.

Sedaghat, N., Pirdashti, H., Asadi, R., Mousavi-Taghani, Y., 2015. Effect of Different Irrigation Methods on Rice Water Productivity. Journal of Water Research in Agriculture. 28(1), 1-9

Tabbal, D.F., Bouman, B.A.M., Bhuiyan, S.I., Sibayan, E.B., Sattar, M.A., 2002. On-Farm strategies for reducing water input in irrigated rice: Case studies in the Philippines. Agricultural Water Management. 56(2), 93-112.

Tan, Y.F., Xing, Y.Z., Li, J.X., Yu, S.B., Xu, C.G., zhang, Q., 2000. Theoretical and Applied Genetics. 101, 823-829.

Tarlera, S., Capurro, M.C., Irisarri, P., Scavino, A.F., Cantou, G., Roel, C., 2015. Yield-scaled global warming potential of two irrigation management systems in a highly productive rice system. Scientia Agricola. 73(1), 43-50.

Tavala, R., Aalami, A., Sabouri, H., sabouri, A., 2015. Evaluation of haplotype and allelic diversity of SSR markers linked to major effect QTL on chromosome 9 controlling drought tolerance in rice. Cereal Research. 5(1), 107-119.

Tashiro, T., Wardlaw, I.F., 1999. The effect of temperathre on the accumulation of dry matter, Carbon and nitrogen in the kernel of rice. Australian Journal of Plant Physiology. 18, 259-265.

Tavasoli-Larijani, P.H., 1995. Modern techniques of quality rice. Rice Research Institute Deputy of Mazandaran country. 59 PP. [In Persian with English Summary].

Terashima, K., Saito, Y., Sakai, N., Watanabe, T., Ogata, T., Akita, S., 2001. Effect of high aid temperature in summer of 1999 on ripening and (Philippines): International Rice Research Institute. P, 22-31.

Little, R.R., Hider, G.B., Dawson, E.H., 1958. Differential effects of dilute alkali on 25 varienties of milled white rice. Cereal Chemistry Journal. 35, 111-126.

Masoodian, A., 2004. Evaluation of the temperature in the past half-century. Journal of Geography and Development. Isfahan University. 3, 89-106. [In Persian with English Summary].

Mao, Zh., 1993. Environmental impact of water-saving irrigation for rice. Proceedings of Environmentally sound water Resource Utilization, AIT Bangkok, Thailand. 8-11 Nov. 1993. P, 143-148.

Mohd-Zain, N.A., Razi-Ismail, M., 2016. Effects of potassium rates and types on growth, leaf gas exchange andbiochemical changes in rice *(Oryza sativa)* planted under cyclic water stress. Agricultural Water Management. 164(1), 83-90.

Moradi, F. 1994. Effect of harvesting time on rice cultivars in Khuzestan fracture 3. The final report of Khuzestan. Agricultural Research Center. 15 PP. [In Persian with English Summary].

Nwadukwe, P.D., Chude, V.O., 1998. Manipulation of the irrigation schedule of rice as a means of maximizing water use efficiency and irrigation efficiency in the semi-arid tropics. Journal of Arid Environments. 1998, 40, 3.331-339; 16 ref. Chude.

Pandey, A., Kumar, A., Pandey, D.S., Thongbam, P.D., 2014. Rice quality under water stress. Indian Journal of Advances in Plant Research. 1(2), 23-26

Park, G.H., Kim, J.H., Kim, K.M., 2014. QTL analysis of yield components in rice using a cheongcheong/nagdong doubled haploid genetic map. American Journal of Plant Sciences. 5, 1174-1180.

Parker, R., Ring, S.G., 2001. Aspects of the physical chemistry of starch. Cereal Science. 34, 1-17.

Peng, S., Garcia, F.V., Laza, R.C., Sanico, A.L., Visperas, R.M., Cassman, K.G., 1996. Increased nitrogen use efficiency using a chlorophyll meter in high-yielding irrigated rice. Field Crops Research. 47, 243-252.

Peng, S., Huang, J., Shehy, J.E., Vispearas, R.M., 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. Proceedings of the National Academy of Sciences: USA. 101, 71-75.

Rabiei, B., Ali-Hossein Tayefeh, S., 2015. Evaluating of gene actions controlling grain

Archive of SID

www.SID.ir

rice varieties. Theoretical and Applied Genetics. 104, 1-8.

Zakaria, S., Matsuda, T., Tajima, S., Nitta, Y., 2002. Effect of high temperature at ripening stage reserve accumulation in seed in some rice cultivars. Plant Production Science. 5, 160-168.

Zhu, Q.S., Zhang, Z.J., Yang, J.C., Cao, X.Z., 1997. Source–Sink characteristics related to the yield in inter subspecific hybrid rice. Scientific Agriculture Singapore. 30, 52-59.

grain quality of rice. Japanese Journal of Crop Science. 70, 449-458.

Tuyen, D.D., Prasad, D.T., 2008. Evaluating difference of yield trait among rice genotypes *(Oryza sativa L.)* under low moisture condition using candidate gene markers. Omonrice. 16, 24-33.

Umemoto, T., Yano, M., Satoh, H., shomura, A., Nakamura, Y., 2002. Mapping of a gene responsible for the difference in amylopectin structure between Japanica type and Indica-type

Archive of SID

www.SID.ir