دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و چهارم، ۱۳۹۷

بررسی اثر دورهای مختلف آبیاری بر کیفیت تبدیل دانه ژنوتیپ‌های برنج هوازی در شمال خوزستان

کاوه لیموچی[۱]، مهرداد یارنیا[۲]، عطا اله سیادت[۳]، ورهرام رشیدی[٤]، عبدالعلی گیلانی[٥]

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱۸

چکیده

به منظور بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر کیفیت تبدیل دانه ژنوتیپ‌های برنج آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹٤) در مزرعه ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل، چهار رژیم آبیاری (۱، ۳، ۵ و ۷ روزه) و ۱۲ ژنوتیپ برنج که به ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار گرفتند بودند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر برهمکنش بین ژنوتیپ و رژیم آبیاری در تمامی صفات معنی‌دار بود. به عبارتی، ژنوتیپ‌ها بسته به دور آبیاری، واکنش متفاوتی داشتند. بیشترین عملکرد دانه با متوسط ٦٥٥٥/۱۰ کیلوگرم در هکتار را رژیم آبیاری دوم و ژنوتیپ IR 81025-B-327-3 داشت. نسبت طویل‌شدن دانه در رژیم آبیاری چهارم و ژنوتیپ IR 79907-B-493-3-1 بیشتر بود. بالاترین میزان آمیلوز و کمترین قوام ژل مربوط به رژیم آبیاری اول و ژنوتیپ‌های متحمل بود. دمای ژلاتینه شدن در رژیم آبیاری چهارم بالاترین مقدار و ژنوتیپ‌های IR 80508-B-194-3-B و IR 81429-B-31 به ترتیب از بیشترین و کمترین میزان برخوردار بودند. غلظت ژل بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار (**۰/۳۹۹) را با نسبت طویل شدن دانه داشت. که می‌تواند از اهداف مهم در تحقیقات به‌نژادی و اصلاح ارقام باشد.

واژه‌های کلیدی: رنگ، آمیلوز، ژل، کمیت، کیفیت

لیموچی، ک.، م. یارنیا، ع. سیادت، و. رشیدی و ع. گیلانی. ۱۳۹۷. بررسی اثر دورهای مختلف آبیاری بر کیفیت تبدیل دانه ژنوتیپ‌های برنج هوازی در شمال خوزستان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳٤: ٤٥-۳۱.

۱- دانشجوی دکتری تخصصی زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: kavehlimouchi@yahoo.com

۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۳- استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، اهواز، ایران

٤- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۵- استادیار، عضو هیأت علمی بخش اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

مقدمه

برنج یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است (قوش و چاکما، ۲۰۱۵). برنج به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی دنیا، در بخش‌های وسیعی از سراسر جهان کشت می‌شود و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان است (پارک و همکاران، ۲۰۱٤). خشکی از عمده خطرات جدی برای تولید موفق محصولات زراعی به ویژه برنج در جهان است که می‌تواند در هر زمان طی فصل رشد رخ دهد. از این‌رو، یکی از چالش-های اصلی در کشاورزی تولید غذای بیشتر با آب کمتر است (تویین و پرسد، ۲۰۰۸). از ۲۵ درصد آب‌های شیرین موجود در دنیا ۷۰ درصد آن در بخش کشاورزی مصرف شده که از این مقدار ۲۵ الی ۳۰ درصد آن به زراعت برنج اختصاص دارد (صداقت و همکاران، ۲۰۱۵). برنج بیش‌ترین مقدار مصرف آب را در بین محصولات کشاورزی را به خود اختصاص داده و حدود ۸۰ درصد کل منابع آب شیرین مصرفی آسیا را شامل می-شود (صداقت و همکاران، ۲۰۱۵). کمبود رطوبت یکی از مهم-ترین عوامل محدودکننده روند رشد می‌باشد (موسوی و همکاران، ۲۰۱٦). مدیریت آبیاری متناوب می‌تواند نیاز گیاه را در شرایط بحرانی تأمین کند (شانموگاساندرام و هلن، ۲۰۱۵). 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 مزرعه‌ای خاک است (نودوکا و چاید، ۱۹۹۸). خشک و مرطوب نمودن متناوب خاک مهمترین عمل حفظ رطوبت در زراعت برنج چین می‌باشد (مائو، ۱۹۹۳). کشت برنج در شرایط خاک کاملاً اشباع در مقایسه با غرقاب سنتی ضمن کاهش درون‌ده‌های آب، باعث افزایش بازدهی آن می‌شود (تابال و همکاران، ۲۰۰۲). برنج را می‌توان مانند گیاهان آپلند گندم و ذرت به عنوان یک گیاه هوازی آبیاری نمود (بومن، ۲۰۰۱). پتانسیل، شرایط اشباع خاک در خصوص کاهش درون‌ده‌های آب و اثرات آن بر روی عملکرد دانه و بازدهی آب بسته به تیپ خاک، سطح سفره آب زیرزمینی و شرایط آب و هوایی متفاوت است (بومن و همکاران، ۲۰۰۱). بین عملکرد و کیفیت دانه ارتباط منفی وجود دارد و در نقاط مختلف دنیا شاخص‌های متفاوتی دارد، مانند ژاپن که برنج‌های را که پس از پخت کاملاً چسبنده و نرم باشند را ترجیح می‌دهند اما در ایران برنج‌هایی که دانه‌های بلند و جدا از هم دارند و لعاب‌دار و چسبنده نیستند، ترجیح داده می‌شوند (ربیعی و همکاران، ۲۰۰٤). در این رابطه محققین برنج ایران، به دنبال دستیابی به ارقامی با مقدار آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینی‌شدن متوسط هستند زیرا این ارقام دارای کیفیت پخت مطلوبی از نظر مصرف کنندگان ایرانی بوده و معمولاً بعد از پخت دانه‌های لعاب‌دار و چسبیده تولید نمی‌کنند (ربیعی و طایفه، ۲۰۱۵). آمیلوز، آمیلوپکتین و دمای ژلاتینه شدن از مهمترین صفات کیفی برنج می‌باشند که نقش مهمی در کیفیت برنج پس از پخت دارا می‌باشند. به همین دلیل بیشترین فرایندهای به‌نژادی و اصلاح نژاد بر روی این صفات صورت می‌گیرد (ربیعی و طایفه، ۲۰۱۵). مقدار آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینه شدن از شاخص‌های عمده ارزیابی کیفیت پخت برنج هستند که توسط پژوهشگران زیادی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (رحیم سوروش و همکاران، ۲۰۰٤، قربانی-پور و ربیعی ۲۰۱۱، جناناملار و ویوکاناندان، ۲۰۱۳). علی‌رغم تلاش‌های همه جانبه در کشور برای افزایش عملکرد دانه به عنوان مهمترین و اولین هدف از برنامه‌های به نژادی و به زراعی برنج، بهبود در خصوصیات کیفی دانه آن به علت ارتقاء در شاخص‌ها و استانداردهای زندگی به عنوان یک اولویت امری ضروری می‌باشد. درصد استحصال برنج سفید از شلتوک (راندمان تبدیل) و خصوصیات فیزیکی دانه برنج به عنوان یکی از جنبه‌های کیفی، علاوه برنقش تغذیه‌ای به علت تاثیرگذاری بر میزان ضایعات، قیمت و بازارپسندی برنج، میزان مقبولیت توسط مصرف کنندگان و درآمد نهایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (زو و همکاران، ۱۹۹۷). آندوسپرم دانه‌های گچی رسیده تحت تنش، گرانول‌های نشاسته با فضای بزرگ هوا در بین آنها به صورت ناپایدار و سست در کنار هم قرار گرفتند. اما دانه‌های نیمه‌شفاف توسط تعداد زیادی از گرانول‌های نشاسته پر شده بودند (هیروموتو و همکاران، ۲۰۰۷). کیفیت پخت، خوردن، ظاهر دانه و خصوصیات آسیاب و تغذیه‌ای اجزای کیفی را در دانه برنج تشکیل می‌دهند. کیفیت پخت و خوردن بیشتر توسط میزان آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و قوام ژل دانه نشاسته‌ای تعیین می‌شوند اما ویژگی ظاهری بیشتر بوسیله شکل دانه (طول، عرض، نسبت طول و عرض) و میزان گچی بودن آندوسپرم تعریف می‌شود (تان و همکاران، ۲۰۰۰). تنش در طی پر شدن دانه صرف‌نظر از کاهش عملکرد ناشی از محدودیت اسمیلات و کوتاه شدن دوره پر شدن دانه، باعث کاهش در کیفیت آن به صورت زوال کلی در ظاهر دانه، سفید کردن و کیفیت پخت، درصد بیشتر دانه‌های گچی، میزان بازیافت پایین‌تر برنج سالم، تغییر ساختمانی در آمیلوپکتین، دمای ژلاتینی بیشتر، قوام ژل، چسبندگی و انعطاف سخت‌تر شد (زو و همکاران، ۱۹۹۷). مرحله شیری از پر شدن دانه حساس‌ترین فاز است (زکریا و

همکاران، ۲۰۰۲). دمای ژلاتینی شدن، دمایی است که دانه‌های نشاسته به طور غیرقابل برگشت حالت کریستالی‌شان را طی پخت از دست می‌دهند و مهم‌ترین خصوصیت کیفی مربوط به پخت دانه‌های برنج است (پارکر و رینگ، ۲۰۰۱). براساس آخرین یافته‌ها تعداد کمی از اسیدهای آمینه ضروری در ژن نشاسته سینتاز[1] باعث اختلاف در ساختار آمیلوپکتین و دمای ژلاتینی شدن بین برنج ژاپنیکا و ایندیکا می‌شوند (اومیموتو و همکاران، ۲۰۰۲).

از آنجایی که میزان کاهش در کیفیت دانه برنج و افزایش ضایعات آن در آینده و در سطح کشور امری اجتناب ناپذیر است، بنابراین سهم نسبی آن بسته به خصوصیات ژنوتیپ و شرایط آبیاری می‌تواند متفاوت باشد. لذا هدف از این تحقیق افزایش سطح دانش و ارائه راهکار مناسب نسبت به اثرات خسارت‌زای بحران‌های مختلف آبی با توجه به خصوصیات ذاتی ژنوتیپ‌های برنج می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بهینه نمودن مصرف آب و افزایش راندمان آبیاری به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده با دو عامل و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به روش خشکه‌کاری در کرت‌های ٤×۳ متری به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹٤) در مزرعه ایستگاه تحقیقات و آموزش 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 ٤۸ درجه و ۲۸ دقیقه و ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا گردید. مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. چهار دور آبیاری شامل تناوب‌های یک روزه یا شاهد (رایج منطقه) (I۱) و تناوب‌های سه (I۲) پنج (I۳) و هفت روزه (I٤) به عنوان سطوح عامل اصلی و ۱۲ ژنوتیپ برنج (جدول ۲) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بذر خشک هریک از ژنوتیپ‌ها پس از تهیه زمین توسط بذرکار همدانی در ردیف‌های ۲۰ سانتی‌متری برای کشت آماده شد و سپس رژیم‌های آبیاری از اواسط پنجه‌زنی اعمال شد. کرت‌ها با آبی که توسط پمپ تأمین و کنترل می‌شد تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر آبیاری شدند و پس از آن آبیاری متوقف گردید. این روند در تمام دوره رشد و هر چهار رژیم آبیاری اعمال شد. برای جلوگیری از نفوذ آب به کرت‌های مجاور تمام پشته‌ها تا عمق یک‌متری 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. برخی پارامترهای هواشناسی در جدول شماره ۳ آورده شده است. برای تأمین عناصر غذایی؛ نیتروژن از منبع اوره به میزان ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت ۲۵٪ پایه (۲۵–۲۰ روز پس از سبز شدن) و ۷۵٪ باقیمانده در سه تقسیط ۲۵٪ به عنوان سرک‌های اوّل تا سوم به ترتیب در ابتدای شکل‌گیری جوانه اولیه خوشه (٤۰– 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 ٤۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی به صورت خاک کاربرد مصرف شدند. کنترل علف‌های هرز به صورت تلفیقی شامل وجین و مصرف علف کش توفوردی به میزان ۱/۵–۲ لیتر در هکتار (٤۰– ۳۵ روز پس از سبز شدن) انجام گردید. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، عملکرد برنج سفید، نسبت طویل شدن، درصد آمیلوز، غلظت ژل، دمای ژلاتینه شدن و درصد برنج قهوه‌ای بودند که به روش زیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

با رسیدن ۸۵ درصد دانه‌ها در خوشه برداشت از مساحت ۱/۵ متر مربع از میانه هر کرت با حذف حاشیه‌ها به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه با رطوبت ۱٤ درصد انجام شد. برای اندازه گیری دمای ژلاتینی شدن زمان لازم برای پخت بوسیله درجه حرارت ژلاتینه شدن مشخص می‌شود که برای تعیین آن از روش (لیتل و همکاران، ۱۹۵۸) استفاده گردید ابتدا مقدار لازم از نمونه برنج به برنج سفید تبدیل شد پس از ریختن ۱۰ میلی‌لیتر محلول KOH (هیدروکسید پتاسیم) ۱/۷٪ بر روی آنها نمونه‌ها به مدت ۲۳ ساعت در داخل انکوباتوری که دمای آن روی $30^{\circ}C$ تنظیم شده بود، گذاشته شدند (دو تکرار) پس از گذشت این مدت، میزان تاثیر KOH بر روی دانه‌ها اندازه‌گیری گردید. نمونه‌ها همراه با سه رقم شاهد به نام‌های CP231، IR36 و IR42 که به ترتیب دارای دمای ژلاتینه بالا، متوسط و پایین هستند (جدول ٤) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای اندازه گیری غلظت ژل از روش کاگامپانک و همکاران (۱۹۷۳)، استفاده گردید که بر اساس آن پیوستگی ژل به سه دسته تقسیم می‌شود. کلیه برنج‌هایی که حرکت ژل آنها بر روی صفحه مدرج میلی‌متری در طول لوله آزمایش ۳٦ میلی متر و یا کمتر از آن است ژل سخت، ۵۰–۳٦ میلی متر ژل متوسط، و بیشتر از ۵۰ میلی متر نیز نرم نامیده می‌شوند.

1- Starch synthase yene IIa

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

خصوصیات خاک	سال اول(۱۳۹۳)		سال دوم (۱۳۹٤)	
	عمق خاک (سانتی متر)		عمق خاک (سانتی متر)	
	۰-۱۵	۱۵-۳۰	۰-۱۵	۱۵-۳۰
شوری ($ds.m^{-1}$)	۲/۸	۲/٦	۲/۹	۲/۷
اسیدیته خاک (PH)	۷/۲	۷/۳	۷/۱	۷/۲
نیتروژن کل (٪)	۰/۰۹۳	۰/۰۸۹	۰/۱۰٤	۰/۰۹۷
فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	۷/۷	۷/۲	۷/۸	۷/۵
پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	۲۱۱	۲۲٤	۲۱۳	۲۳۵
روی قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	۳/۵	۲/۳	۳/٤	۲/۲
کربن آلی($mg.kg^{-1}$)	۱۰/٤	۹/۵	۱۰/٦	۹/۷
بافت خاک				
رس ($g.kg^{-1}$)	٤۵۵	٤۳۲	٤٦۹	٤۵۱
سیلت ($g.kg^{-1}$)	٤۷۸	٤۹٦	٤۸۹	٤۹۲
شن ($g.kg^{-1}$)	۵۱	۵۲	۵٤	۵۰

جدول ۲- برخی ویژگی‌ها و شجره ژنوتیپ‌های مورد استفاده در تحقیق

ژنوتیپ		تلاقی	منشاء	تحمل به خشکی
V_1	VANDANA	C 22/KALAKERI	هند	۱
V_2	IR 78908-193-B-3-B	VANDANA/IR 65	ایری	۱
V_3	IR 81429-B-31	IR 78908-44/IR 78908-86	ایری	۱
V_4	IR 78875-176-B-1-B	PSB RC 9/IR 64	ایری	۳
V_5	IR 79971-B-202-2-4	VANDANA/WAYRAREM	ایری	۵
V_6	IR 80508-B-194-4-B	PSB RC 9/AUS 257	ایری	۷
V_7	IR 80508-B-194-3-B	PSB RC 9/AUS 257	ایری	۵
V_8	IR 79907-B-493-3-1	IR 55419-04/IR 64	ایری	۵
V_9	IR 81025-B-347-3	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	ایری	۵
V_{10}	IR 81025-B-327-3	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	ایری	۳
V_{11}	ندا	SANG TARAM/$AMOL_3$	ایری	۳
V_{12}	طارم	-	ایری	۹

برای اندازه‌گیری آمیلوز از دو روش شامل دستی یا اسپکتروفتومتری ارائه شده توسط جولیانو (۱۹۷۱) و دستگاه اتوآنالیزر استفاده می‌شود. این مطالعه با روش اسپکتروفتومتری انجام شد. بر این اساس مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم از آرد برنج در دو تکرار توزین شد و در داخل فلاسک‌های حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری قرار داده شد. ابتدا ۱ میلی‌لیتر الکل اتیلیک ۹۵٪ و سپس ۹ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم نرمال به آن اضافه شد و برای حرارت‌دهی و پخت، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش گذاشته شدند. پس از ۱ ساعت نگهداری فلاسک‌های حاوی نمونه در دمای اتاق و سرد شدن، حجم آنها توسط آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید. سپس ۵ میلی‌لیتر از این محلول نشاسته‌ای در فلاسک‌های ۱۰۰ میلی‌لیتر ریخته شد و ۱ میلی‌لیتر اسیداستیک نرمال و ۲ میلی‌لیتر محلول ید (یدور پتاسیم ۲ گرم و ۰/۲ گرم ید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به آن اضافه گردید و حجم نمونه توسط آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید فلاسک‌های بخوبی تکان داده شدند و پس از ۲۰ دقیقه میزان جذب توسط دستگاه اسپکترونیک ۲۰ و با طول موج ٦۲۰ نانومتر خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد میزان آمیلوز نمونه‌ها مشخص گردید.

مقدار جذب نمونه × (۲۰) ضریب رقت × فاکتور اصلاحی = درصد آمیلوز

میزان طویل شدن دانه برنج بدون افزایش قطر آن، یک صفت مطلوب در ارقام با کیفیت عالی برنج محسوب می‌شود برای اندازه‌گیری آن از روش (عزیز و شافی، ۱۹٦٦) استفاده می‌شود.

جدول ۳- میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت ماهیانه (کاشت تا برداشت) طی سال‌های زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور

ماه	(۱۹۹۳)		(۱۹۹٤)	
	میانگین حداقل (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداقل (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر (درجه سانتی‌گراد)
خرداد	۲٦	٤٤	۲٦/٦	٤٦/۲
تیر	۲۷/۸	٤٦/۷	۲۷/۸	٤٥/۷
مرداد	۲۷/۸	٤٦/٥	۲۹/۱	٤۷/٥
شهریور	۲٥/۲	٤٤/٥	۲۷/٤	٤٤/٦
مهر	۲۱	۳۸	۲۲/۲	۳۹/٥
آبان	۱۲/۷	۲۹	۱٥/۸	۲۷/۸
میانگین	۲۳/٤۲	٤۱/٤٥	۲٤/۸۲	٤۱/۸۸

جدول٤- نحوه تاثیر محلول KOH ۱/۷٪ بر روی اندوسپرم برنج

نحوه تاثیر	درجه ارزیابی
دانه‌ها تحت تاثیر KOH قرار گرفتند و گچی هستند	۱
دانه‌ها متورم شده‌اند	۲
دانه‌ها متورم شده اند لایه خارجی ناقص و یا باریک است	۳
دانه‌ها متورم شده اند لایه خارجی کامل و پهن است	٤
دانه‌ها شکافته و یا بندبند شده اند و لایه خارجی نیز کامل و عریض است	٥
دانه‌ها پراکنده و حل شده اند و با لایه خارجی یکی گردیدند	٦
دانه‌ها به طور کامل حل شده و با هم آمیخته‌اند	۷

میانگین نمرات به عنوان درجه حرارت ژلاتینه شدن نمونه مورد بررسی اعلام گردید

برای این منظور ۲٥ دانه برنج سفید به مدت ۳۰ دقیقه در ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر خیسانده شدند و نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم به دمای ثابت $98^{\circ}C$ منتقل گردیدند. سپس ۱۰ دانه انتخاب و طول آنها توسط دستگاه Photographic enlarger اندازه‌گیری شد. میزان طویل شدن دانه از تقسیم میانگین طول دانه‌های برنج پخته شده به خام بدست آمد. ابتدا نمونه‌ها پاک شدند و سپس به مدت ۲٤ ساعت در حرارت اتاق نگهداری گردیدند تا میزان رطوبت آنها قبل از سفید شدن به حد تعادل (۱۰-۱۲٪) برسد، با جدا سازی پوسته از یک نمونه ۱۲٥ گرمی شلتوک توسط ماشین پوست‌کنی برنج قهوه‌ای بدست آمد، سپس وزن برنج قهوه‌ای و پوسته محاسبه و با استفاده از فرمول زیر درصد آنها تعیین گردید.

۱۰۰× وزن خشک/ وزن برنج قهوه‌ای = درصد برنج قهوه‌ای

تجزیه واریانس و همبستگی داده‌های حاصل از این پژوهش، با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و SPSS انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ٥٪ با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه (شلتوک)

با توجه به نتایج تجزیه مرکب بین سال، رژیم‌های آبیاری، اثر متقابل آنها، همچنین بین ژنوتیپ‌ها و اثر برهمکنش ژنوتیپ در رژیم‌های آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اما بین اثر برهمکنش ژنوتیپ در سال و اثر هم زمان سه فاکتور اختلافی از لحاظ آماری مشاهده نشد و این خود نشان دهنده این است که عملکرد دانه متأثر از خصوصیات ژنوتیپ، رژیم‌های مختلف آبیاری و برآیند همگرایی مثبت آنها می‌باشد (جدول ٥). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد نسبی دانه کلیه ژنوتیپ‌ها مربوط به تیمار رژیم آبیاری دوم با دور ۳ روز بود که نسبت به

تیمارهای رژیم آبیاری غرقاب (احتمالاً به دلیل عدم سازگاری و هدر روی انرژی مقاومت مانند انرژی که صرف ایجاد آئرانشیم و از این دست می‌کند)، همچنین دورهای آبیاری ۵ و ۷ روزه (می-تواند به دلیل عدم تسهیل در دسترسی به مواد غذایی و تجمع اسیمیلات‌ها در قاعده گیاه باشد) به ترتیب ۱۹/۵۰، ۱۰/۷۲ و ۳٤/۲۱ درصد معادل ۹۹۳/۵۲، ٥٤٦/۰٥ و ۱۷٤۲/۷۹ کیلوگرم در هکتار افزایش تولید داشته است (دوراند و همکاران، ۲۰۱٦؛ موحدزاین و رازی اسمایلی، ۲۰۱٦). نتایج اخیر با توجه به اظهارات سایر محققان (تارلرا و همکاران، ۲۰۱۵؛ صداقت و همکاران، ۲۰۱۵) نشان دهنده این است که رژیم آبیاری دوم و در شرایط فقدان آب، تناوب آبیاری ۵ روزه جهت بالا بردن راندمان آبیاری می‌تواند مناسب باشد، ضمن اینکه غرقاب دائم نیز به دلیل سازگار نبودن با اغلب ژنوتیپ‌های مورد بررسی مناسب نمی‌باشد. 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 پرشدن و رشد دانه می‌باشد یکی از دلایل دستیابی به نتیجه‌گیری مزبور باشد. در بین ژنوتیپ‌های برنج، ژنوتیپ IR 81025-B-327-3 بر سایرین برتری داشت که بیشترین مقدار آن مربوط به رژیم آبیاری دوم با متوسط ٦٥٥٥/۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. فرار از تنش آبی با کاهش ارتفاع گیاه به خصوص در دوره رسیدگی از دامنه ۱۰-۲۰ سانتی‌متر و در نتیجه تخصیص کربوهیدارت بیشتر به مخزن اصلی از دلایل سازگاری و برتری این ژنوتیپ بود. برهم‌کنش دو عامل نشان داد که مطابق بررسی-های سایر محققان (تارلرا و همکاران، ۲۰۱۵؛ صداقت و همکاران، ۲۰۱۵) واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به رژیم‌های مختلف آبیاری با توجه به آستانه تحمل آنها در نتیجه صفات وابسته به ژنوتیپ متفاوت بود. به گونه‌ایی که تمام ژنوتیپ‌ها در رژیم آبیاری چهارم به دلیل کاهش طول دوره رشد و در نتیجه تخصیص کمتر کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی انتقال یافته به مخزن اصلی و در نهایت کاهش فعالیت مخزن و ظرفیت تجمع ماده خشک (گنجایش دانه×تعداد دانه) دانه دارای کمترین عملکرد بودند (جدول ۷). این نتایج با سایر محققان (دوراند و همکاران، ۲۰۱٦؛ موحدزاین و رازی اسمایلی، ۲۰۱٦؛ پاندی و همکاران، ۲۰۱٤) 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 کربوهیدارت‌ها و قندها به دانه و همچنین دیگر بررسی (عبداله و زاریا، ۲۰۱۵) مبنی بر کاهش عملکرد در شرایط غرقاب دائم مطابق آنچه گفته شد، مطابقت ولی با بررسی سایر محققان (قاسمی نصر و همکاران، ۲۰۱٦) که اظهار نمودند افزایش آب در دسترس ریشه در شرایط آبیاری غرقابی باعث افزایش عملکرد برنج می‌شود مغایرت دارد. با توجه به جدول شماره ۸ این صفت بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با علکردهای نهایی خود که شامل عملکرد برنج قهوه‌ایی (۰/۲٦۳**) و سفید (۰/۹۱۸**) می‌باشد دارا بود (گیلانی، ۲۰۱۰). همچنین شاهد همبستگی منفی با صفات کیفی بودیم که در این خصوص با بررسی‌های سایر محققان (ربیعی و همکاران، ۲۰۰٤) که این همبستگی منفی را اعلام نمودند، هم-خوانی دارد.

عملکرد برنج سفید

پس از فرایند جداسازی پوسته و جنین که سرشار از پروتئین می‌باشد ولی به دلیل جلوگیری از فساد و از بین رفتن آندوسپرم جهت افزایش ماندگاری دانه برنج جدا می‌گردد این عملکرد به-دست می‌آید که درواقع عملکرد اصلی بیشتر کشورهای دنیا را تشکیل می‌دهد (گیلانی، ۲۰۱۰). با توجه به جدول شماره ۵ نتایج تجزیه مرکب کاملاً با نتایج حاصل از عملکرد شلتوک منطبق می‌باشد. واکنش ژنوتیپ‌ها به رژیم‌های مختلف آبیار متفاوت بود به گونه‌ایی که از رژیم آبیاری اول به دوم عملکرد برنج سفید ژنوتیپ IR 81025-B-327-3 افزایش ولی عملکرد ژنوتیپ‌های IR 80508-B-194-4-B (با داشتن بیشترین عملکرد در رژیم آبیاری غرقابی) و طارم محلی کاهش میابد که می‌تواند بنا به دلایل وابسته به ژنوتیپ باشد. پیرامون اظهارات اخیر دیگران (تولا و همکاران، ۲۰۱۵؛ سارایلو و همکاران، ۲۰۱۵) نیز به یافته‌های مشابه‌ایی دست یافتند (جدول ۷). عملکرد برنج سفید بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را پس از عملکرد شلتوک با درصد برنج قهوه‌ایی (۰/٤٤٦**) دارا بود (جدول ۸). بنابر این می‌توان نتیجه گرفت با افزایش درصد برنج قهوه‌ایی عملکرد برنج سفید نیز در نتیجه آن افزایش خواهد یافت (گیلانی، ۲۰۱۰).

نسبت طویل شدن دانه

نسبت طول پس از پخت دانه برنج به طول اولیه یکی از فاکتورهای موثر در ارزیابی کیفیت پخت و خوراک برنج می‌باشد (گیلانی، ۲۰۱۰). نتایج این پژوهش نیز مشخص نمود اثرات سال، رژیم آبیاری، ژنوتیپ، و اثر برهمکنش رژیم آبیاری و ژنوتیپ در سطح یک درصد و اثر برهمکنش رژیم آبیاری و سال و اثر هم زمان سه فاکتور در سطح پنج درصد معنی‌دار شد اما در

اثر برهمکنش ژنوتیپ و سال اختلافی از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۵). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، بیشترین مقدار نسبی در بین کلیه ژنوتیپ‌ها مربوط رژیم آبیاری چهارم با تناوب ۷ روزه بود. با افزایش تنش خشکی بر مقدار ژنوتیپ IR 79907-B-493-3-1 افزوده شد به گونه‌ایی که بیشترین مقدار را در رژیم آبیاری با دور ۷ روز دارا بود. با توجه به سایر بررسی‌ها (گیلانی، ۲۰۱۰) (جداول ۷). به نظر می‌رسد با توجه به سایر اظهارات (گیلانی، ۲۰۱۰) در ارقام کیفی به ترتیب میزان پروتئین بیشتر و درصد آمیلوز کمتر، از دلایل این نتیجه‌گیری باشد. نتیجه بدست آمده با گزارش توسلی لاریحانی (۱۹۹۵) در مورد تفاوت بین ارقام برنج از نظر نسبت طویل شدن و مقادیر بیشتر آن در ارقام کیفی مطابقت داشت.

درصد آمیلوز

بیش از ۹۰ درصد از آندوسپرم دانه برنج، نشاسته می‌باشد که از دو جزء آمیلوز و آمیلوپکتین تشکیل شده است. مقدار آمیلوز بین صفر تا ۳۳ درصد و آمیلوپکتین از ۵۷ تا ۹۹ درصد آندوسپرم را شامل می‌شوند (گیلانی، ۲۰۱۰). نتایج تجزیه مرکب نیز نشان داد اثرات سال، رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهمکنش ژنوتیپ در رژیم آبیاری دارای تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند (جدول ۵). ژنوتیپ‌های IR 78908-193-B-3-B و IR 81025-B-327-3 دارای بیشترین مقدار در هر چهار رژیم آبیاری بودند که بیشترین مقدار آن مربوط به ژنوتیپ IR 78908-193-B-3-B در رژیم آبیاری غرقاب با متوسط ۲۷/۹۳۵ درصد بود. کمترین مقدار نیز مربوط به ژنوتیپ‌های ندا و طارم محلی (در رژیم آبیاری غرقاب به همراه دور ژنوتیپ IR 80508-B-194-3-B و IR 79907-B-493-3-1) در تمام تیمارهای آبیاری بودند که با افزایش تنش این مقدار نیز کاهش پیدا نمود به گونه‌ای که کمترین آن مربوط به ژنوتیپ طارم محلی با متوسط ۱۳/۸۷۸ درصد در رژیم آبیاری با تناوب ۷ روزه بود (جدول ۷). با توجه به ساختار و ماهیت مولکول آمیلوز که یک ترکیب خطی از مولکول‌های گلوکز است و همچنین تأمین منومر گلوکز از ساکارز طی فرآیند فتوسنتز بنابراین می‌توان گفت که به دلیل کاهش سطح بیان ژن‌های درگیر در متابولیسم نشاسته، کربوهیدرات‌ها، انتقال دهنده‌ها و افزایش بیان ژن‌های مربوط به آلفا-آمیلوز و کاهش فعالیت انتقال دهنده ساکارز توسط تنش خشکی زیاد، وزن دانه و میزان آمیلوز کم، گچی بودن افزایش یافته است. از طرفی به نظر می‌رسد که تنش خشکی زیاد باعث کاهش فعالیت بیان ژن آنزیم اتصال دهنده گرانول‌های نشاسته و نیز آنزیم شاخه‌زای آن می‌شود و بدین ترتیب میزان آمیلوز کاهش و طول زنجیره آمیلوپکتین افزایش می‌یابد. بنابراین شرایط مطلوب‌تر برای عمل فتوسنتز، انتقال ساکارز و تولید آمیلوز در رژیم آبیاری غرقاب و همچنین محدودیت این شرایط برای ارقام حساس به خشکی از دلایل این نتیجه‌گیری می‌باشند. چون میزان آمیلوز نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در کیفیت پخت و خوراک برنج دارد. مقدار کم آن در برنج سبب می‌شود که برنج پس از پخت چسبنده و لعابدار گردد و انبساط حجمی پیدا نکند در حالی که مقدار زیاد آن موجب می‌گردد که برنج پس از پختن، سفت و خشک شود. بنابراین مقدار متوسط آن، بهترین میزان می‌باشد که در این حالت برنج پس از پخت نرم و مرطوب است و پس از سرد شدن سخت نمی‌شود اما مقدار آن صرف‌نظر از ژنوتیپ کاملاً متاثر از میزان دور آبیاری محیط به‌خصوص خشکی در طی دوره تکامل دانه و رسیدگی است. نتیجه بدست آمده با سایر گزارشات (ربیعی و طایفه، ۲۰۱۵، گیلانی؛ ۲۰۱۰؛ هیروموتو و همکاران، ۲۰۰۷؛ زکریا و همکاران، ۲۰۰۲) در خصوص افزایش تولید دانه‌های گچی با کاهش میزان آمیلوز هم‌خوانی داشت.

غظت یا قوام ژل

قوام ژل معیار مناسبی از چسبناکی (ویسکوزیته) ژل در برنج سفید است که نرمی برنج را پس از پختن تعیین می‌کند و آزمونی حساس، ساده و سریع برای تعیین خواص و کیفیت خوراکی برنج است (گیلانی، ۲۰۱۰). در این بررسی مشخص شد اثرات سال، رژیم آبیاری، ژنوتیپ و اثرات برهمکنش سه عامل در سطح یک درصد و اثرات برهمکنش رژیم آبیاری در سال و ژنوتیپ در سال در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۵). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، هر چهار رژیم آبیاری قوام ژل متوسط (٦٤-٤٦ میلی متر) داشتند. با توجه به طبقه‌بندی دانه‌ها از نظر قوام ژل، دانه ژنوتیپ IR 78908-193-B-3-B پس از پخت سریع‌تر از سایر ارقام سفت و سخت می‌شود که صفت نامطلوبی است. در اثر برهمکنش دو عامل، ژنوتیپ ندا به غیر از رژیم آبیاری سوم با دور آبیاری ۵ روزه که پس از ژنوتیپ طارم محلی قرار داشت در هر سه رژیم آبیاری دیگر بیشترین میزان از قوام ژل را دارا بود که بیشترین مقدار آن در تیمار آبیاری چهارم با متوسط ۷۳/٦۱۱ میلی‌متر بود. همچنین در کل کمترین آن مربوط به ژنوتیپ IR 78908-193-B-3-B با متوسط ۳٤/۷٥٦ میلی‌متر در رژیم آبیاری غرقاب بود (جدول ۷). همچنین برنج پخته شده با قوام ژل سخت، سریع‌تر از برنج دارای قوام ژل نرم، سفت و سخت می‌شود و هر چه برنج دیرتر

سفت شود، نرم‌تر و خوشمزه‌تر است. این نتایج با اظهارات دیگر بررسی‌ها (زو و همکاران، ۱۹۹۷؛ زکریا و همکاران، ۲۰۰۲) پیرامون بحث اخیر هم‌خوانی دارد. غلظت ژل بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار (**۰/۳۹۹) را با نسبت طویل شدن دانه دارا بود که این خود نشان دهنده نقش این صفت در افزایش دانه و توجه بیشتر به آن در فرایندهای به‌نژادی و اصلاح ارقام می‌باشد. همچنین صفت مزبور دارای همبستگی منفی و معنی‌دار با عملکرد دانه (**۰/۱۸۰-) بود که نیازمند دقت به آن جهت ممانعت از کاهش عملکرد در راستای ارتقاء آن می‌باشد (جدول ۸). این نتایج با بررسی‌های دیگر (ربیعی و همکاران، ۲۰۰۲) مبنی بر ارتباط منفی بین عملکرد و صفات کیفی (قوام ژل) مطابقت دارد.

دمای ژلاتینی شدن

درجه حرارت برای ژلاتینی شدن، میزان جذب آب و مدت مورد نیاز برای پخت برنج را معین می‌کند و دمایی است که در آن ذرات نشاسته آبدار، شروع به تورم بدون برگشت می‌کنند (ربیعی و طایفه، ۲۰۱۵؛ گیلانی، ۲۰۱۰). با توجه به تاثیر میزان آبیاری به‌خصوص در طی رسیدگی بر روی میزان آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن نیز به نوعی متأثر از تنش خشکی خواهد بود. نتایج این پژوهش نیز نشان داد اثرات رژیم آبیاری و ژنوتیپ در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد ولی تفاوت معنی‌داری در سایر موارد مشاهده نشد و معنی دار نشدن اثر برهمکنش دو عامل نشان دهنده جمع پذیر بودن اثرات می‌باشد. به بیان دیگر واکنش ژنوتیپ‌ها به رژیم‌های مختلف آبیاری دارای روند نسبتاً ثابتی می‌باشد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود که بیشترین دما برای ژلاتینی شدن مربوط به رژیم آبیاری چهارم با تناوب ۷ روز می‌باشد (جدول ٦). در میان ژنوتیپ‌ها، IR 80508-B-194-3-B و IR 81429-B-31 به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند (جدول ۷). در اثر برهمکنش دو عامل، در هر سه شرایط دمایی، ژنوتیپ IR 80508-B-194-3-B از مقدار بیشتری برخوردار بود و سایر ژنوتیپ‌ها نیز در رژیم آبیاری چهارم با تناوب ۷ روز مقدار بالاتری داشتند (جدول ۷). به نظر می‌رسد علی‌رغم نقش آمیلوز در فرآیند ژلاتینی شدن، اما به‌دلیل درصد یکسان آمیلوز در برخی ژنوتیپ‌ها، تفاوت حاصله تا حدودی می‌تواند صرف‌نظر از اثرات رژیم آبیاری مربوط به تغییر در نسبت آمیلوز و آمیلوپکتین باشد زیرا محلول آمیلوز آسان‌تر از محلول آمیلوپکتین به صورت ژل در می‌آید و حتی ممکن است برنج‌های با آمیلوز یکسان، دمای ژلاتینی شدن متفاوتی داشته باشند. این تفاوت در برنج های واکسی (مومی) که دارای دمای ژلاتینی شدن بالاتری هستند به خاطر تفاوت در اندازه مولکول آمیلوپکتین، و ترکیب نشاسته‌ای آن‌ها است که تماماً از آمیلوپکتین تشکیل یافته و فقط ۲-۱ درصد آمیلوز دارند (گیلانی، ۲۰۱۰). همچنان که در میان ژنوتیپ‌ها دیده می‌شود. ژنوتیپ‌های IR 81429-B-31 و IR 78875-176-B-1-B با داشتن درصد آمیلوز یکسان، دمای ژلاتینی شدن کمتر، زمان پخت کوتاه‌تر و مقاومت کمتری را در برابر پختن دارند. در این راستا با اظهارات دیگران (زکریا و همکاران، ۲۰۰۲؛ پنگ و همکاران، ۲۰۰٤؛ جوداری و همکاران، ۱۹۹٦) همخوانی داشت. همچنین این صفت دارای همبستگی منفی با عملکرد دانه (۰/۰۷٦-) بود که در این خصوص با اظهارات دیگر (ربیعی و طایفه، ۲۰۱۵) مبنی بر رابطه منفی بین عملکرد دانه و صفات کیفی برنج مطابقت دارد (جدول ۸).

جدول ۵- نتایج تجزیه مرکب مربوط به کیفیت تبدیل دانه در تیمارهای آزمایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد دانه	عملکرد برنج سفید	نسبت طویل شدن	درصد آمیلوز	غلظت ژل	دمای ژلاتینه‌شدن	درصد برنج قهوه‌ای
سال	۱	۱۳۵۶۰۴۶۴/۵۶۵**	۹۷۸۷۲۲۶/۵۶۳**	۰/۰۸۴**	۴/۶۳۳**	۲۱۳/۷۱۰**	۰/۰۰۱^{ns}	۹۴/۸۷۳**
تکرار(سال)خطای(a)	۴	۹۸۹۰۰۸/۷۲۰	۱۴۲۲۵۷۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	۱/۰۴۶	۱۹/۳۳۳	۰/۴۹۵	۲۰/۸۷۷
رژیم آبیاری	۳	۳۹۰۹۸۶۴۹/۲۸۶**	۳۱۹۹۰۳۳۱/۲۲۶**	۰/۴۴۷**	۲۲۴/۱۹۳**	۳۴۵۳/۹۸۰**	۰/۴۷۸**	۱۶۶/۳۶۹**
رژیم آبیاری × سال	۳	۲۵۸۵۳۷۴/۷۱۴**	۹۵۳۶۳۳/۹۵۵**	۰/۰۰۸*	۰/۸۲۴^{ns}	۱۱/۹۴۳*	۰/۱۶۸^{ns}	۲۰/۴۹۳**
خطای مرکب(b)	۱۲	۷۵۳۸۵۳/۸۱۸	۳۱۷۴۴۲/۶۴۸	۰/۰۰۱	۰/۸۷۷	۸/۶۵۸	۰/۱۶۵	۰/۴۰۷
ژنوتیپ	۱۱	۹۶۳۸۰۴۳/۷۸۴**	۷۳۴۷۰۷۰/۱۰۸**	۱/۴۷۶**	۲۷۴/۳۲۴**	۱۱۲۸/۳۸۳**	۱۲/۵۸۷**	۷۹/۱۲۵**
ژنوتیپ × سال	۱۱	۵۹۷۴۶۱/۷۲۴^{ns}	۲۷۱۵۳۲/۵۸۸^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۱۹۵^{ns}	۶/۵۴۱*	۰/۰۶۸^{ns}	۰/۸۴۴^{ns}
ژنوتیپ× رژیم آبیاری	۳۳	۳۱۳۶۳۸۴/۱۹۰**	۱۹۸۳۰۸۳/۲۹۸**	۰/۰۲۷**	۴/۸۶۰**	۱۹/۸۴۰**	۰/۱۷۸^{ns}	۹/۱۷۷**
ژنوتیپ × رژیم آبیاری×سال	۳۳	۱۹۹۹۳۱/۳۰۷^{ns}	۸۸۴۵۰/۹۵۳^{ns}	۰/۰۰۵*	۰/۷۲۴^{ns}	۶/۷۷۲**	۰/۰۳۶^{ns}	۰/۹۳۱^{ns}
خطای مرکب(c)	۱۷۶	۴۳۲۶۶۲/۲۰۶	۲۰۳۵۳۴/۹۶۲	۰/۰۰۲	۰/۶۲۳	۳/۵۲۶	۰/۱۲۷	۱/۰۳۰
ضریب تغییرات(٪)	-	۱۵/۳۹	۱۶/۸۵	۲/۵۶	۳/۹۱	۳/۴۶	۷/۸۳	۱/۱۹

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

درصد برنج قهوه‌ای

این پارامتر که بیان کننده نسبت وزن برنج قهوه‌ای به شلتوک می باشد یکی از جنبه‌های کیفیت تبدیل در برنج است که صرف‌نظر از شرایط و فرآیند فرآوری می‌تواند تحت تاثیر خصوصیات رقم و شرایط پیرامون تغییر کند (گیلانی، ۲۰۱۰). نتایج این پژوهش نشان داد به غیر اثر برهمکنش دو عامل، ژنوتیپ و سال و همچنین سه عامل، رژیم آبیاری، ژنوتیپ و سال در سایر سطوح تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۵). در اثر برهمکنش دو عامل به ترتیب از رژیم آبیاری اول به چهارم ژنوتیپ‌های طارم محلی، ندا، IR 79907-B-493-3-1 و طارم محلی بر سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشتند و بیشترین مقدار نیز مربوط به ژنوتیپ ندا در رژیم آبیاری دوم با تناوب آبیاری ۳ روزه بود. با توجه سایر اظهارات (گیلانی، ۲۰۱۰) که اعلام کردند در شرایط شرایط تنش درصد پوسته بیشتر می‌شود، دست‌یابی به نتیجه مزبور منطقی است (جدول ۷). با مشاهده جدول شماره ۸ این صفت دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه و همبستگی منفی با سایر صفات بود که این نتیجه با توجه به ارتباط مستقیم آن با عملکرد دانه کاملاً منطقی می‌باشد (گیلانی، ۲۰۱۰). (جهت توضیحات تکمیلی، ضمیمه مباحث قبلی در خصوص درجه روشنی دانه در بین ژنوتیپ‌ها به‌ترتیب کاهش درجه روشنی شامل: V_8، V_3، V_{11}، V_9، V_4، V_5، V_2، V_1، V_{10}، V_6، V_{12} و V_7 همچنین در بین رژیم‌های آبیاری با افزایش تنش از درجه روشنی دانه نیز کاسته شده که این کاهش به ترتیب شامل: I_1، I_2، I_3 و I_4 بود).

جدول ٦- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به کیفیت تبدیل دانه

تیمارها	دمای ژلاتینه شدن (درجه سانتی‌گراد)
رژیم آبیاری اول	٤/٤٢٢b
رژیم آبیاری دوم	٤/٥٠٦b
رژیم آبیاری سوم	٤/٥٤٠ab
رژیم آبیاری چهارم	٤/٦٨٣a
ژنوتیپ	
V1	٤/٤٥٥e
V2	٤/٩١٥cd
V3	٣/٠٢٧h
V4	٤/٣١٠efg
V5	٤/٨٦٥d
V6	٤/٤٠٠ef
V7	٥/٧٧٠a
V8	٥/١٠٧c
V9	٥/٤٦٥b
V10	٤/١٩٥gf
V11	٤/١٤٧g
V12	٤/٠٩٥g

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که صفات مرتبط با کیفیت پخت دانه در رژیم آبیاری دوم مناسب‌ترین واکنش را نشان دادند که نقش مدیریت آبیاری با توجه به تنوع ژنوتیپ‌های به کار رفته را نشان می‌دهد. تیمار آبیاری ۳ روزه به لحاظ عملکرد و درصد برنج قهوه‌ایی بالا در نتیجه کاهش تولید پوسته که در شرایط اعمال تنش افزایش می‌یابد. به علاوه حد متوسط و مطلوبی از صفات کیفی مثل آمیلوز که افزایش تنش سبب کاهش

و در نتیجه گچی شدن دانه برنج و غرقاب سبب افزایش و چسبنده شدن دانه برنج می‌شود، همچنین قوام ژل که افزایش و کاهش آن سبب افزایش یا کاهش طویل شدن و سختی و نرمی برنج پس از پخت می‌شود نیز در این رژیم آبیاری در حد مطلوبی می‌باشد. در نهایت برآیند این دو، سبب ایجاد دمای ژلاتینه شدن مناسب برای پخت می‌شود. با توجه به رابطه منفی بین عملکرد دانه و صفات کیفی و واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها لزوم به کارگیری مناسب عوامل مزبور در فرایندهای به‌نژادی و اصلاح ارقام در نتیجه مدیریت شرایط پیرامون گیاه را می‌طلبد.

جدول ۷- مقایسه میانگین دو ساله مربوط به کیفیت تبدیل دانه در تیمارهای آزمایش

ژنوتیپ	تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد برنج سفید (کیلوگرم در هکتار)	نسبت طویل شدن	درصد آمیلوز (٪)	غلظت ژل (میلی‌متر)	دمای ژلاتینه شدن (درجه سانتی-گراد)	درصد برنج قهوه‌ای (٪)
V1	رژیم آبیاری	۲۳۳۲/۱۰xy	۱۴۱۹/۶۳rs	۱/۳۱۶r	d۲۴/۹۰۷	wx۳۸/۰۲۲	l-q۴/۴۶۵	c-h۸۶/۸۹۵
V2		۴۰۳۸/۰۱j-t	۲۴۴۶/۱۶i-o	۱/۷۳۲mn	۲۷/۹۳۵a	۳۴/۷۵vy	۴/۸۸۰h-l	s-v۸۱/۸۱۰
V3		۴۵۵۱/۶۷d-n	۲۴۰۲/۱۰j-o	۲/۰۸۱d-f	۲۱/۶۰۳hi	۴۰/۳۰۸w	۳/۴۱۶s	۸۱/۴۴۷t-v
V4		۲۹۴۹/۵۰u-x	۱۸۲۴/۶۸o-r	۱/۶۰۳pq	۲۳/۶۶۸ef	۴۷/۳۰۵s-u	۴/۲۱۵o-r	۸۵/۶۹۸g-m
V5	رژیم آبیاری اول	۳۵۴۱/۸۳o-w	۱۸۹۵/۷۱n-r	۱/۹۸۲hi	۱۹/۵۲۸k-o	۴۸/۷۷۰g-t	۵/۰۱۶f-j	۸۲/۸۷۷r-t
V6		۴۴۸۷/۵۰f-p	۲۶۱۹/۷۳g-m	۱/۷۸۸k-m	۲۵/۱۴vd	۳۶/۸۹۲xy	۴/۱۶۵o-r	۸۴/۹۴۳j-p
V7		۳۵۵۹/۸۳n-w	۲۲۱۷/۳۷l-p	۲/۰۰۳f-h	۱۸/۶۰۸o-r	۵۰/۲۴۲p-s	۵/۵۰۱a-e	۸۶/۸۹۰c-h
V8		۴۷۷۹/۱۷d-k	۳۲۱۰/۶۳d-h	۲/۰۵۰e-h	۱۸/۵۹۸o-r	۵۲/۰۰۸m-p	۵/۰۶۱e-j	۸۶/۸۳۵c-h
V9		۴۵۸۲/۱۷d-m	۲۵۸۲/۲۰h-n	۱/۸۲۴kl	۲۰/۳۳۳jk	۵۱/۴۳۰n-q	۵/۳۵۱c-g	۸۵/۱۷۵h-o
V10		۵۲۳۳/۶۷c-g	۳۷۷۲/۵۵cd	۱/۸۱۱k-m	۲۷/۵۷۲ab	۴۷/۸۳۵r-u	۴/۱۳۱p-r	۸۵/۷۱۳f-m
V11	رژیم آبیاری	t-x۳۰۸۷/۸۳	m-r۲۰۸۰/۲۱	۱/۸۵۶jk	۱۷/۲۲۲tu	۶۰/۹۰۵f-i	۴/۰۴۶p-r	۸۷/۳۵۳b-f
V12	اول	۶۰۶۶/۳۳a-c	۴۷۵۰/۱۸ab	۱/۶۵۲op	۱۸/۷۲۳n-q	۵۴/۹۶۵k-m	۴/۰۲۵qr	۸۷/۵۸۲b-e
V1		۳۵۳۱/۶۷o-w	۲۳۱۳/۳۲k-p	۱/۲۹۷r	۲۴/۴۷۵de	۴۳/۷۷۵v	۳/۸۵۰r	۸۷/۷۷۰a-d
V2		۴۴۷۹/۸۳f-p	۲۹۸۲/۹۴f-k	۱/۷۵۰l-n	۲۷/۵۳۳ab	۴۳/۴۹۲v	۴/۸۵۱h-l	۸۴/۰۵۳m-r
V3		۵۳۶۱/۱۷c-f	۳۰۶۷/۳۹e-j	۲/۰۶۶d-g	۲۱/۶۹۷hi	۴۴/۲۵۷v	۲/۸۰۳t	۸۲/۷۴۲r-u
V4		۵۱۱۳/۳۳c-h	۳۰۸۹/۰۳e-j	۱/۶۲۲pq	۲۲/۳۵۷gh	۴۹/۸۵۳p-s	۴/۳۵۰n-q	۸۱/۸۰۳s-v
V5		۴۱۴۵/۵۰h-r	۲۲۶۱/۳۳l-p	۱/۹۷۷hi	۱۹/۵۷۰k-o	۵۰/۶۲۷o-r	۴/۸۱۶h-m	۸۳/۶۲۸n-r
V6	رژیم آبیاری	۴۱۲۸/۰۱h-s	۲۴۷۴/۹۰i-o	۱/۷۹۹k-m	۲۲/۰۳۵gh	۴۳/۸۲۳v	۴/۴۴۸l-q	۸۴/۸۱۰k-q
V7	دوم	۵۳۹۸/۸۳c-f	۳۵۰۳/۸۴d-f	۲/۰۲۵f-h	۱۸/۲۷۲p-s	۵۴/۷۰۳k-m	۵/۸۲۱ab	۸۷/۳۸۸b-f
V8		۵۵۳۰/۳۳b-d	۴۶۲۵/۹۷ab	۲/۱۱۷c-e	۱۸/۵۹۷o-r	۵۶/۵۷۳jk	۵/۱۱۸d-i	۸۷/۰۶۵c-g
V9		۶۳۶۲/۵۵ab	۴۲۳۶/۹۱a	۱/۸۵۷jk	۲۰/۰۰۲j-l	۵۴/۷۳۰k-m	۵/۵۶۱a-c	۸۶/۷۰۲c-i
V10		۶۵۵۵/۱۰a	۴۹۶۷/۶۸d-h	۱/۹۷۹hi	۲۶/۸۴۷bc	۵۱/۱۷۰n-q	۴/۲۳۸o-r	۸۷/۱۸۸b-g
V11		۴۵۰۱/۵۰e-o	۳۱۸۲/۳۷ab	۱/۹۰۱j	۱۷/۱۷۷tu	۶۰/۸۰۸f-i	۴/۱۴۵p-r	۸۹/۲۵۸a
V12		۶۰۲۴/۱۱a-c	۴۸۰۰/۵۹g-m	۱/۶۹۷no	۱۵/۷۱۵wx	۵۸/۸۵۷h-j	۴/۰۷۰p-r	۸۹/۲۰۷a
V1		۴۳۷۹/۱۷g-p	g-m۲۶۶۰/۴۷	۱/۲۸۲r	۲۲/۸۰۵fg	۴۶/۳۹۸t-v	۴/۶۲۸j-o	۸۸/۱۰۰a-c
V2	رژیم آبیاری	۴۶۲۸/۶۷d-l	۲۸۲۳/۴۴g-l	۱/۷۸۵k-m	۲۴/۷۳۷d	۴۵/۳۲۳uv	۴/۸۹۳h-l	۸۳/۲۴۷p-s
V3	سوم	۵۳۷۸/۰۶c-f	۳۲۸۰/۵۶d-g	۲/۰۱۳f-h	۲۰/۳۴۲jk	۴۸/۸۹۸q-t	۲/۷۸۰t	۸۳/۳۲۸p-s
V4		۴۹۷۸/۶۶d-j	۳۰۲۰/۱۳e-j	۱/۵۳۷q	۱۹/۶۹۵k-n	۵۵/۰۴۵k-m	۴/۲۸۳n-r	۸۶/۶۲۸c-j

V5		۳۹۰۰/۸۳l-u	۲۱۳۱/۴۵l-q	۲/۱۳۰cd	۱۷/۶۶۰r-t	۵۵/۳۷۰kl	۴/۷۰۶i-n	۸۴/۴۵۲l-r
V6		۳۶۲۸/۱۶m-v	۲۱۵۵/۵۶l-q	۱/۹۱۵ij	۱۹/۹۱۷j-m	۴۸/۷۷۲q-t	۴/۵۱۶k-p	۸۶/۵۳۰c-k
V7		۴۲۲۴/۳۳h-q	۲۷۱۰/۳۱h-m	۲/۱۶۸c	۱۶/۲۷۷u-w	۶۱/۵۰۳f-h	۵/۸۲۵ab	۸۵/۲۵۸h-n
V8		۵۴۰۵/۳۳c-f	۳۶۸۱/۱۵c-e	۲/۲۹۴b	۱۷/۵۲۳st	۶۱/۷۵۸f-h	۵/۰۶۵e-j	۸۸/۸۱۰ab
V9		۵۴۸۴/۶۷b-e	۳۱۰۷/۳۴e-i	۲/۰۴۷e-h	۱۸/۹۳۰m-p	۵۹/۸۶۷g-i	۵/۳۹۲b-f	۸۵/۹۵۲e-l
V10		۵۰۵۵/۰۱d-i	۳۲۳۱/۰۹d-h	۲/۰۰۸f-h	۲۶/۴۱۲c	۵۳/۴۰۳l-o	۴/۱۳۵p-r	۸۴/۹۸۵i-p
V11		۳۱۴۷/۶۷s-x	۲۰۳۸/۷۸m-r	۱/۹۹۲gh	۱۵/۴۳۵wx	۶۳/۰۰۵ef	۴/۱۵۱p-r	۸۴/۴۱۵l-r
V12		۴۳۶۸/۶۶g-p	۲۷۹۸/۸۷h-l	۱/۷۹۹k-m	۱۴/۲۹۲yz	۶۶/۶۷۸cd	۴/۱۰۱p-r	۸۶/۳۱۵d-k
V1		۳۹۲۲/۳۳k-u	۲۲۶۱/۱۱l-p	۱/۳۴۳r	۲۰/۹۰۷ij	۵۵/۱۶۷kl	۴/۸۸۵h-l	۸۳/۴۹۳o-s
V2		۴۰۶۵/۶۷i-t	۲۲۲۰/۸۲l-p	۱/۸۴۶jk	۲۱/۶۰۵hi	۵۳/۵۸۳k-o	۵/۰۳۸f-j	۸۰/۷۸۲v
V3		۴۸۱۱/۸۳d-k	۲۳۳۸/۸۲k-p	۲/۰۳۸e-h	۱۹/۱۸۵l-p	۵۸/۲۳۲ij	۳/۱۱۰st	۷۸/۵۵۳w
V4		۳۳۲۵/۶۶q-w	۱۸۳۸/۰۷p-r	۱/۶۵۷op	۱۷/۷۱۰q-t	۶۹/۰۶۷bc	۴/۳۹۵m-q	۸۳/۱۳۲q-s
V5		۳۶۳۹/۱۷l-v	۱۶۷۷/۸۸p-r	۲/۲۸۵b	۱۶/۰۵۰wx	۶۱/۹۳۸fg	۴/۹۲۳g-k	۸۰/۲۸۰v
V6	رژیم آبیاری	۱۸۶۹/۵۰y	۹۳۱/۸۴s	۲/۰۳۹e-h	۱۸/۹۹۳l-p	۵۳/۷۲۸k-n	۴/۴۷۱k-q	۸۳/۳۲۷p-s
V7	سوم	۲۹۳۹/۰۱u-x	۱۶۴۴/۶۵p-r	۲/۱۶۷c	۱۶/۱۵۷v-x	۶۵/۵۷۳de	۵/۹۳۱a	۸۳/۶۸۵n-r
V8		۳۶۶۰/۶۷l-v	۲۲۶۱/۹۴l-p	۲/۳۷۰a	۱۷/۰۷۷t-v	۶۶/۱۰۷d	۵/۱۸۳c-h	۸۴/۴۸۸l-r
V9		۳۱۶۷/۳۳r-x	۱۶۵۲/۷۷l-p	۲/۱۹۲c	۱۷/۲۳۵tu	۶۷/۸۵۷b-d	۵/۵۵۳a-d	۸۳/۵۳۲n-r
V10		۳۴۹۷/۶۷p-w	۲۰۸۳/۴۶k-p	۲/۰۵۷d-h	۲۲/۴۴۳gh	۶۲/۲۷۰fg	۴/۲۷۸n-r	۸۱/۲۰۸uv
V11		۲۷۱۱/۸۳v-y	۱۶۷۰/۷۵o-r	۲/۰۰۳f-h	۱۵/۱۹۲xy	۷۳/۶۱۲a	۴/۲۴۵o-r	۸۳/۷۴۰n-r
V12		۲۶۰۷/۵۰w-y	۱۵۰۱/۸۳p-r	۱/۸۱۸kl	۱۳/۸۷۸z	۷۰/۴۸۰b	۴/۱۸۵o-r	۸۵/۵۷۰g-m

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول۸- ضرایب همبستگی بین عملکرد و صفات مربوط به کیفیت دانه ژنوتیپ‌های برنج

	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱-عملکرد شلتوک	۰/۲۶۳**	-۰/۰۷۶	-۰/۱۸۰**	۰/۱۹۳**	-۰/۰۲۶	۰/۹۱۸**	۱
۲-عملکرد برنج سفید	۰/۴۴۶**	-۰/۰۵۲	-۰/۱۳۰*	۰/۱۷۰**	-۰/۰۲۴	۱	
۳-نسبت طویل شدن	-۰/۲۲۸**	۰/۱۹۶**	۰/۳۹۹**	-۰/۳۹۲**	۱		
۴-درصد آمیلوز	-۰/۰۸۴	-۰/۱۶۳**	-۰/۷۶۳**	۱			
۵-غلظت ژل	-۰/۰۱۳	۰/۱۹۰**	۱				
۶-دمای ژلاتینه شدن	۰/۱۱۷*	۱					
۷-درصد برنج قهوه‌ایی	۱						

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

منابع

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

Azeez, M. A., and M. Shafi. 1966. *Quality in rice*. (pp. 13-50). Department of Agriculture West Pakistan Technical Bulletin.

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

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

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

Durand, M., B. Porcheron. N. Hennion, L. Maurousset, R. Lemoine and N. Pourtau. 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*. M.Sc. Thesis. (pp. 112). School agricultural tillage, Tarbiat Modarres University, Iran. (In Farsi).

Ghasemi-Nasr, M., Karandish, F., Naft-Chali, A. D., and A. Mokhtasa-Bigdali. 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.

Ghosh, B., and N. Chakma. 2015. Impacts of rice intensification system on two C. D. blocks of Barddhaman district. *West Bengal. Current Science*, 109(2): 342-346.

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

Ghorbanipour, A., and B. Rabiei. 2011. Genetic analysis of physical and chemical properties of grain quality in rice varieties. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 42(2): 339-347. (In Farsi).

Gilani, A. 2010. *Determination of tolerance mechanisms and physiological effect of heat stress on rice cultivars in Khouzestan.* Ph. D. Thesis. (pp. 112). Agriculture and Natural Resources University of Ramin, Ahwaz, Iran. (In Farsi).

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

Jodari, F., and S. D. Linscombe. 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. *Cereal Science Today*, 16: 334-338, 340, 360.

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

Mao, Zhi. 1993. Environmental impact of water-saving irrigation for rice (cv. Hayward). In: Proceedings of *Environmentally sound water Resource Utilization*, 8-11 Nov., AIT Bangkok, Thailand, pp143-148.

Masoodian, A. 2004. Evaluation of the temperature in the past half-century. *Journal of Geography and Development*. Isfahan University, 3: 89-106. (In Farsi).

Mohd-Zain, N. A., and M. Razi-Ismail. 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. (In Farsi).

Mosavy, S. A., Khaledian, M. R., Ashrafzadeh, A., and P. Shahinrokhsar. 2016. Effects of limited irrigation on yield and water productivity increasing of three soybean genotypes in Rasht region. *Journal of water research agriculture*, 29(4): 433-446. (In Farsi).

Nwadukwe, P. D., and V. O. Chude. 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*, 40(3); 331-339.

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

Park, G. H., J. H. Kim and K. M. Kim. 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., and S. G. Ring. 2001. Aspects of the physical chemistry of starch journal of Cereal Science, 34: 1-17.

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

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

Rabiei, B., and S. Ali-Hossein Tayefeh. 2015. Evaluating of gene actions controlling grain cooking quality related traits in rice varieties. *Cereal Research Communications*, 5(1): 17-31.

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

Rahim-Sorosh, H., M. Mesbah, A. Hosseinzade and R. Bozorgipour. 2004. Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for quantitative and qualitative traits of rice. *Seed and Plant*, 20(2): 167-182. (In Farsi).

Shanmugasundaram, B., and B. Helen. 2015. Adoption of system of rice intensification under farmer participatory action research programme (FPARP). *Indian Research Journal Ext Edu*, 15(1): 114-117.

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

Srayloo, M., H. Sabouri and A. R. Dadras. 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 Communications*, 5(1): 1-15.

Tabbal, D. F., and B. A. M. Bouman, S. L. Bhuiyan, E. B. Sibayan, and M. A. Sattar. 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., Y. Z. Xing, J. X. Li, S. B. Yu, C. G. Xu and Q. zhang. 2000. *Theor and Applied Genet.* (pp. 823-829).

Tarlera, S., M. C. Capurro, P. Irisarri, A. F. Scavino, G. Cantou and C. Roel. 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., A. Aalami, H. Sabouri and A. Sabouri. 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 Communications*, 5(1): 107-119.

Tashiro, T., and I. F. Wardlaw. 1999. The effect of temperature 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. (In Farsi).

Terashima, K., Y. Saito, N. Sakai, T. Watanabe, T. Ogata and S. Akita. 2001. Effect of high aid temperature in Summer of 1999 on ripening and grain quality of rice. *Japanese Journal of Crop Science*, 70, 449-458 (In Japanese with English summary).

Tuyen, D. D. and D. T. Prasad. 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., and M. Yano, H. Satoh, A. shomura and Y. Nakamura. 2002. Mapping of a gene responsible for the difference in amylopectin structure between Japanica type and Indica-type rice varieties. *Theoretical and Applied Genetics*, 104: 1-8.

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

Zhu, Q. S., Z. J. Zhang, J.C. Yang and X.Z. Cao. 1997. Source–Sink characteristics related to the yield in inter subspecific hybrid rice. *Science Agriculture Sin*, 30: 52-59. (In Chinese with English abstract).

Impacts of different irrigation periods on quality of converting aerobic rice genotypes in North of Khuzestan

K. Limouchi[1], M. Yarnia[2], A. Siyadat[3], V. Rashidi[4], A. Guilani[5]

Received:2016-7-26 Accepted: 2016-12-9

Abstract

The current study is aimed to study impacts of different irrigation regimes on quality of converting examined rice genotypesa split-plot arrangement using randomized complete blokes design with three replications in 2014 and 2015, in Research and Education Center of Agricultural of Shavar related to agricultural research and Natural Resources of Khuzestan. Experimental research include Four different irrigation regimes (1, 3, 5 and 7 days), and 12 genotypes rice that respectively are located in the main plots and sub- plots. The results of analyzing compound showed that interaction effect was meaningful between genotype and irrigation regimes in all traits. On the other hand, genotypes have different reactions in terms of irrigation periods. The highest grain yield with 6555.10 kg per hectare was Second irrigation regime and IR 81025-B-327-3 genotype. The elongation ratio was higher in Fourth irrigation regimes and IR 79907-B-493-3-1 genotype. The highest amylase content and lowest gel consistency was related to the first irrigation regime and tolerant genotypes. Gelatinization temperature (Gt) in the Fourth irrigationregimes was the highest one and IR 80508-B-194-3-B and IR 81429-B-31 genotypes have respectively the highest and lowest values. Gel consistency had a significant positive correlation (0.399^{**}) with a grain elongation ratio which can be an important objective of the research on improvement and breeding sorts.

Key words: Color, amylose, gel, quantity, quality

1- Ph.D Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
3- Professor., University of Agricultural and Natural Resources of Ramin, Ahwaz, Iran
4- Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
5- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Research Department, Khozestan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Ahvaz, Iran