



## بررسی اثر تنش کم آبی بر خصوصیات کمی و کیفی دانه ارقام برنج ایرانی

میترا یکتا<sup>۱</sup>، سعید بخشی پور<sup>۲\*</sup>

۱- مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۲- گروه کشاورزی اکولوژیک، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲

### چکیده

مدیریت مناسب آب نقش مهمی در میزان سودمندی در کیفیت و کمیت بذر برنج دارد. مهمترین عامل پذیرش ارقام برنج توسط مصرف کننده ایرانی کیفیت پخت و خوراک آن است. کیفیت پخت مطلوب با توجه به ذائقه مصرف کنندگان در کشورهای مختلف متفاوت است، ولی میزان آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن شاخص‌های اولیه و اصلی تعیین کننده کیفیت پخت و خوراک دانه برنج در همه دنیا هستند. شکست برنج در حین عملیات تبدیل، از جمله دغدغه‌های این محصول در کشور ما محسوب می‌شود. به منظور بررسی اثر تنش کم آبی بر خصوصیات کمی و کیفی ۲۰ رقم بومی و اصلاح شده برنج، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)، اجراء گردید. عامل مدیریت آبیاری در ۲ سطح آبیاری غرقابی و تنش کم آبیاری پس از پنجه زنی اجرا گردید. صفات کیفی شامل مقدار آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن، طول، عرض و شکل دانه، طویل شدن دانه بعد از پخت، برنج سالم، برنج خرد و راندمان تبدیل برنج که در آزمایشگاه اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد در شرایط تنش مقدار آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن افزایش می‌یابد که این افزایش تقریباً، در ارقام اصلاح شده نسبت به ارقام محلی بیشتر می‌باشد. همچنین صفات طول و عرض، طویل شدن دانه بعد از پخت، برنج سالم، برنج خرد و راندمان تبدیل برنج کاهش پیدا می‌کند. همچنین این تغییرات در ارقام دانه بلند بیشتر بود.

واژه های کلیدی: آبیاری، برنج، کیفیت پخت، ضریب تبدیل

## مقدمه

برنج یکی از مهمترین غلات می‌باشد که غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان را تشکیل می‌دهد (FAO, 2010). اهداف اصلاحی در برنج شامل افزایش عملکرد، بهبود کیفیت و مقاومت به تنش‌های محیطی است که در رابطه با افزایش عملکرد و مقاومت به تنش‌های محیطی موفقیت‌های زیادی به دست آمده است، اما در خصوص کیفیت دانه موفقیت‌ها کمتر بوده‌اند که دلیل آن می‌تواند وجود شاخص‌های متفاوت ارزیابی کیفیت، ذائقه‌های متفاوت و نیز وجود ارتباط منفی بین عملکرد و کیفیت دانه باشد (Rabiei et al., 2004). افزایش بهره‌وری از آب یکی از عناصر اصلی توسعه منابع آب و افزایش تولیدات کشاورزی و در نتیجه بالا بردن سطح رفاه انسان‌ها محسوب می‌شود. کمبود آب در کشورهای مناطق خشک و نیمه خشک از محدودیت‌های عمده توسعه کشاورزی در آینده است، به طوری که در اغلب این کشورها کل منابع آب قابل دسترس در جهت توسعه به کار گرفته شده یا در حال به کارگیری است و چنانچه تقاضا افزایش یابد استفاده از آب با راندمان بالا در کشاورزی یا هر زمینه دیگر ضرورت خواهد یافت (عرب زاده، ۱۳۸۱). کمبود آب برای تولید محصولات کشاورزی همواره در حال افزایش و گسترش منابع جدید آب نیازمند صرف هزینه‌های زیادی است. بهبود و افزایش کارایی مصرف آب، به

خصوص در آسیا که تولید برنج آن تا سال ۲۰۲۵ باید تا ۷۰ درصد تولید فعلی افزایش یابد جهت حفظ امنیت غذایی آینده ضروری به نظر می‌رسد (Tuong & Bhuiyan, 1999). علی‌رغم تلاش‌های همه جانبه 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 می‌باشد. کیفیت موضوعی عام و گسترده و البته مهم است که در مورد اکثر محصولات کشاورزی مورد توجه می‌باشد. از آنجایی که برنج به شکل دانه کامل مصرف می‌شود، کیفیت اهمیت ویژه‌ای در برنج دارد (Veronique et al., 2007). با این حال خصوصیات ظاهری برنج و ساختار برنج پخته شده از جمله مهمترین شاخص‌های مورد نظر مصرف کنندگان می‌باشد (Rousset et al., 1999). از این رو اندازه‌گیری و شناخت عواملی که بر خصوصیات ساختاری و ظاهری دانه برنج اثر می‌گذارند، اهمیت زیادی دارد (Brorsen et al., 1984). تنش کمبود رطوبت در خاک بر تعداد زیادی از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه از جمله فتوسنتز و تعرق تأثیر می‌گذارد و در نتیجه باعث کاهش رشد و پراکنش ضعیف دانه می‌شود (Samonte et al., 2001). درصد استحصال برنج سفید از شلتوک (راندمان تبدیل) و خصوصیات فیزیکی دانه برنج به‌عنوان

مورد هر سه رقم مورد مطالعه، کیفیت دانه در شرایط تنش کمبود آب بطور معنی‌داری کاهش یافت (Fofana et al., 2010). در آزمایشی دیگر به منظور بررسی تنش سرمایی بر مقدار آمیلوز و فعالیت آنزیم‌های کلیدی مربوط به بیوسنتز نشاسته در آندوسپرم برنج باسماتی انجام گرفت گزارش شد که در شرایط تنش، میزان آمیلوز ۲۱ درصد نسبت به شرایط غیر تنش افزایش یافت (Ahmed et al., 2008). در نتیجه این تحقیق به منظور بررسی اثر تنش رطوبتی بر روی صفات کمی و کیفی دانه ارقام برنج ایرانی اجراء گردید.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی واکنش کمیت و کیفیت ژنوتیپ‌های برنج در شرایط تنش خشکی بر روی ۲۰ رقم بومی و اصلاح‌شده برنج شامل بینام، حسنی، حسن سرایی، خزر، درفک، دمسیاه، سپیدرود، سنگ جو، شیروودی، صالح، طارم، علی کاظمی، عنبربو، غریب، کادوس، گوهر، گیلان، ندا، نعمت و هاشمی تحت شرایط نرمال و تنش در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) به اجراء در آمد. نتایج تجزیه خاک در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. عامل‌ها شامل: ۲۰ رقم برنج (حسنی، حسن سرایی، خزر، درفک، دم سیاه، سپید رود، سنگ جو، شیروودی، صالح، طارم، علی کاظمی، عنبربو، غدیر، کادوس، گوهر، گیلان، ندا، نعمت، هاشمی) و عامل مدیریت

یکی از جنبه‌های کیفی، علاوه بر نقش تغذیه‌ای به جهت تاثیرگذاری بر میزان ضایعات، قیمت و بازارپسندی برنج، میزان مقبولیت توسط مصرف‌کنندگان و درآمد نهایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا علاوه بر خصوصیات ارقام، افزایش دمای محیط به خصوص در طی دوره رسیدگی و پرشدن دانه به علت تاثیر بر ساختار درونی و ظاهری دانه بسیار تعیین‌کننده می‌باشد. بر این اساس کاهش کیفیت دانه برنج در اثر تنش ناشی از افزایش جهانی دما یکی از دغدغه‌ها و نگرانی‌های مهم در بسیاری از مناطق برنج خیز دنیا از جمله کشور ما محسوب می‌شود. زیرا تنش حرارتی در طی دوره شکل‌گیری و پر شدن دانه، عمدتاً منجر به تولید دانه‌های کوچک و بدشکل و کاهش تعداد دانه‌های کاملاً پر و وزن آن‌ها می‌شود. تنش حرارتی در طی پر شدن دانه صرف نظر از کاهش عملکرد ناشی از محدودیت اسمیلات و کوتاه‌شدن دوره پر شدن دانه، باعث کاهش در کیفیت آن به صورت زوال کلی در ظاهر دانه، سفید کردن، درصد بیشتر دانه‌های گچی و میزان بازیافت پایین‌تر برنج سالم می‌شود (Zhu et al., 1997). در تحقیق به بررسی تاثیر تنش کمبود آب در مرحله رسیدگی دانه بر کیفیت دانه برنج پرداخته شد. خصوصیات مورد بررسی در آزمایش شامل خصوصیات فیزیکی از جمله راندمان تبدیل و درصد برنج سالم، خصوصیات شیمیایی شامل مقدار پروتئین و آمیلوز و شاخص‌های پخت شامل زمان پخت و دمای ژلاتینی‌شدن بود. نتایج نشان داد که در

الک، برنج سالم و شکسته جدا گشته و توزین شدند. قابل ذکر است، برنج‌هایی که ۷۵٪ و یا بیشتر از طول اولیه را حفظ نمودند به عنوان برنج کامل محاسبه گردیدند. برای محاسبه طول و عرض دانه از دستگاه Photo Graphic enlarger استفاده شد. لذا 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 بین المللی مورد مقایسه قرار گرفت. دانه‌های برنج از نظر طول (میلی‌متر) به دانه‌های خیلی بلند (بیش از ۵/۷)، بلند (۵/۷ - ۶/۶)، متوسط (۵/۵ - ۶/۶) و کوتاه (۵/۵ میلی‌متر و یا کمتر) تقسیم شدند. شکل دانه از طریق نسبت طول به عرض دانه تعیین شد. چنانچه این نسبت بیش از سه باشد، شکل دانه قلمی، بین دو تا سه شکل دانه متوسط و در صورتیکه دو یا کمتر از دو باشد، شکل دانه گرد طبقه‌بندی شد (Dela Cruz & Khush, 2000). برای اندازه‌گیری طولی شدن دانه پس از پخت از روش عزیز و شفیق، استفاده گردید (محمد صالحی، ۱۳۶۸). بر اساس منابع دانه‌هایی که طول آن از ۰/۷۵ طول کامل دانه کمتر باشد به عنوان خرده برنج، در نظر گرفته می‌شود (Teter, 1981). صفات درصد برنج سالم، درصد خرده برنج و راندمان تبدیل به صورت زیر تعریف و تعیین گردیدند. درصد برنج سالم: عبارت است از نسبت وزن برنج سفید سالم به وزن شلتوک اولیه ضرب در ۱۰۰

آبیاری در ۲ سطح آبیاری غرقابی و تنش کم- آبیاری پس از پنجه زنی (زمان آبیاری در این مرحله بر مبنی ویژگی مورفولوژیکی پیچ خوردگی برگ) بود (Cabulsay et al., 2002). بر این اساس طول، عرض و شکل دانه، برنج سالم، برنج خرده و راندمان تبدیل با استفاده از روش‌های زیر اندازه‌گیری شدند (Khush et al., 1979). فرآیند تبدیل شلتوک به برنج طی مراحل اساسی به ترتیب ذیل انجام شد: ۱- تمیز نمودن نمونه شلتوک از مواد خارجی، دانه نارس، پوسته و دانه‌های شکسته ۲- پوست کنی برنج تمیز شده جهت حذف پوسته‌ها، ۳- تمیز نمودن برنج قهوه‌ای جهت از بین بردن پوسته‌هایی که به طور کامل توسط پوست‌کنی حذف نشدند. ۴- سفید و براق کردن برنج قهوه‌ای ۵- جداسازی دانه‌های سالم از شکسته. لذا 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 ۱۵۰ گرمی شلتوک توسط ماشین پوست‌کنی، برنج قهوه‌ای به دست آمد، سپس وزن برنج قهوه‌ای و پوسته محاسبه و با استفاده از فرمول زیر درصد آن‌ها تعیین گردید. برنج قهوه‌ای توسط دستگاه سفیدکن در طی مدت ۳۰ ثانیه به برنج سفید تبدیل گردید، برای جلوگیری از شکستگی بیشتر، برنج سفید بتدریج سرد شد و پس از آن وزن گردید و توسط

گرفت. در مرحله اول آماده سازی نمونه‌ها و استانداردها برای اندازه‌گیری آمیلوز و در مرحله بعد با استفاده از نمونه‌های استاندارد، اندازه‌گیری آمیلوز انجام پذیرفت. در این آزمایش از ارقام IR64 (آمیلوز متوسط)، IR24 (آمیلوز پایین) و سپیدرود (آمیلوز بالا) به

درصد خرده برنج: عبارت است از نسبت وزن برنج سفید سالم به وزن شلتوک اولیه در ۱۰۰ راندمان تبدیل: عبارت است از نسبت وزن برنج سفید سالم (مجموع وزن برنج سالم و خرده برنج) به وزن اولیه شلتوک ضرب در ۱۰۰ اندازه‌گیری میزان آمیلوز بر اساس روش استاندارد مرکز تحقیقات بین المللی برنج در فیلیپین (Tomar, 1987) و در دو مرحله انجام

### جدول ۱ - تجزیه خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی	اسیدی	فسفر	پتاسیم	نیتروژن آلی	کربن	شن	سیلت	رس	بافت
۲/۴	۷/۰۲	۱۸/۸	۲۰۷	۰/۳۱	۲/۵۱	۱۰	۴۱	۴۹	Silty clay

دانه‌ها کاملاً متورم شده و هسته دانه تمایل به پخش دارد. ۵- دانه‌ها شکاف برداشته و لایه خارجی به طور کامل عریض و داخل محلول شده است. ۶- دانه‌ها پراکنده شده و با لایه خارجی درهم آمیخته است. ۷- دانه‌ها کاملاً حل شده‌اند. در ارزیابی‌های کیفی برنج، نمره‌های سه تا پنج محدوده مطلوب برای درجه حرارت ژلاتینی‌شدن می‌باشد و بسیاری از ارقام بومی و خوش کیفیت ایرانی در این محدوده قرار می‌گیرند. از ارقام خزر با رتبه سه تا پنج و سپیدرود با رتبه هفت به ترتیب با درجه حرارت متوسط یا بالا و پایین استفاده گردید (توسلی، ۱۳۷۴). پس از اندازه‌گیری و ارزیابی صفات مورد بررسی تجزیه داده‌ها تحت هر دو شرایط با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میتنگین ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

عنوان شاهد استفاده گردید. واریته‌های برنج بر اساس میزان آمیلوز به برنج‌های واکسی (صفر تا دو درصد)، بسیار کم آمیلوز (سه تا نه درصد)، کم آمیلوز (۱۰ تا ۱۹ درصد)، آمیلوز متوسط (۲۰ تا ۲۵ درصد) و برنج‌های پر آمیلوز (بیش از ۲۵ درصد) طبقه‌بندی می‌شوند (Cagampang *et al.*, 1973). تعیین درجه حرارت ژلاتینی‌شدن مورد مطالعه به روش لیتل انجام شد (Little *et al.*, 1958)، برای بررسی میزان تغییرات دانه برنج در محیط قلیایی رقیق (پتاس ۱/۷ درصد) تحت دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۳ ساعت تعیین و نمره‌دهی بر اساس تغییرات ایجاد شده در دانه برنج به شرح ذیل انجام شد: ۱- دانه‌ها تحت تأثیر محلول قرار نمی‌گیرند. ۲- دانه‌های سالم فقط متورم می‌شوند. ۳- دانه‌ها متورم شده و هاله تشکیل می‌شود. ۴-

## نتایج و بحث

کیفیت غذایی و پخت و پز دانه برنج و بهبود آن، یکی از اهداف بسیار مهم به‌نژادی و یکی از عوامل تأثیرگذار در معرفی، پذیرش و گسترش سطح زیر کشت ارقام جدید می‌باشد (رحیم سروش و همکاران، ۱۳۸۶). در این میان، کیفیت پخت برای مصرف‌کننده دارای اهمیت بیشتری است که این صفت تحت تأثیر رقم، شرایط محیطی، عملیات پیش و پس از برداشت، تبدیل و چگونگی فرآوری و مصرف قرار می‌گیرد (Siebenmorgen & Qin, 2005). صفات مربوط به کیفیت دانه خود به سه دسته بزرگ تقسیم می‌گردند: ۱- کیفیت تبدیل ۲- کیفیت پخت و خوراک ۳- کیفیت غذایی (ارزش غذایی). از طرف دیگر سه عامل مهم مقدار آمیلوز، دمای ژلاتینی- شدن و قوام ژل، کیفیت پخت برنج را تعیین می‌سازند (شوشی دزفولی و هنرنژاد، ۱۳۸۴). میزان آمیلوز در برنج پارامتر اصلی کیفیت پخت بوده و تعیین‌کننده میزان افزایش حجم و قدرت جذب آب نیز می‌باشد (Dipti *et al.*, 2003). بطور کلی برنج‌های واکسی پس از پخت شکل ظرف را خواهند گرفت و دانه‌های برنج پس از پخت نرم، چسبنده و غیر قابل تفکیک خواهد شد. برنج‌های متوسط آمیلوز پس از پخت، نرم، متورم و کاملاً

جدا از هم شده و مدت‌ها پس از پخت نرم می‌مانند. برنج‌های پر آمیلوز پس از پخت به سرعت سفت و خشک شده و مصرف آن‌ها مشکل می‌باشد (محمد صالحی، ۱۳۶۸). درجه حرارت ژلاتینی‌شدن محدوده درجه حرارتی است که در آن مولکول‌های نشاسته به طور غیر قابل برگشت در آب گرم شروع به تورم می‌کنند. درجه حرارت ژلاتینی ممکن است پایین (۵۵ تا ۶۹)، متوسط (۷۰ تا ۷۴) و یا بالا (بیش از ۷۴) باشد (Dela Cruz & Khush, 2000). چنانچه حرارت ژلاتینی رقمی بالا باشد، برنج پخته آن سفت و خشک می‌شود. بر عکس حرارت ژلاتینی پایین، موجب نرمی و چسبنده‌شدن برنج پس از پخت می‌شود (محمد صالحی، ۱۳۶۸).

بررسی جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد، اثر رقم بر روی تمامی صفات طی دو سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر تنش بر روی تمامی صفات به جز شکل دانه طی دو سال در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل عوامل آزمایشی بر صفات آمیلوز، دمای ژلاتینه‌شدن، برنج سالم، برنج خرد و راندمان تبدیل معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر رقم و تنش خشکی بر روی صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	سال	طول دانه (میلی‌متر)	عرض دانه (میلی‌متر)	شکل دانه	طول دانه بعد از پخت (میلی‌متر)	آمیلوز	دمای ژلاتینه شدن	برنج سالم (درصد)	برنج خرد (درصد)	راندمان تبدیل (درصد)
بلوک	۲	۹۳	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۱
		۹۴	۰/۳۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۲۱
رقم	۱۹	۹۳	۱/۸۲ <sup>**</sup>	۰/۱۸ <sup>**</sup>	۱/۶۷ <sup>**</sup>	۲/۹۹ <sup>**</sup>	۳۱/۸۶ <sup>**</sup>	۵/۶۳ <sup>**</sup>	۱۲/۱۴ <sup>**</sup>	۳۴/۰۷ <sup>**</sup>	۲۷/۰۹ <sup>**</sup>
		۹۴	۱/۹۱ <sup>**</sup>	۰/۱۸ <sup>**</sup>	۱/۶۵ <sup>**</sup>	۳/۲۸ <sup>**</sup>	۳۲/۰۹ <sup>**</sup>	۵/۶۵ <sup>**</sup>	۱۶/۱۴ <sup>**</sup>	۴۱/۵ <sup>**</sup>	۴۰/۴۶ <sup>**</sup>
تنش	۱	۹۳	۱/۲ <sup>*</sup>	۰/۰۶ <sup>*</sup>	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۵/۲ <sup>**</sup>	۳/۷۸ <sup>**</sup>	۰/۱۷ <sup>**</sup>	۶۰/۶۴	۱/۰۷ <sup>**</sup>	۵۵/۹۷ <sup>**</sup>
		۹۴	۰/۸۸ <sup>*</sup>	۰/۰۴ <sup>*</sup>	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۲/۵۸ <sup>**</sup>	۱/۹۵ <sup>**</sup>	۰/۱۴ <sup>*</sup>	۶۰/۶۴	۲۶/۸۸ <sup>**</sup>	۴۶۹/۵ <sup>**</sup>
رقم*تنش	۱۹	۹۳	۰/۰۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۳ <sup>**</sup>	۰/۰۳ <sup>*</sup>	۳/۳ <sup>**</sup>	۵/۵ <sup>**</sup>	۵/۳۱ <sup>**</sup>
		۹۴	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۱ <sup>NS</sup>	۰/۲۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۳ <sup>NS</sup>	۳/۲ <sup>**</sup>	۵/۰۷ <sup>**</sup>	۸/۴۹ <sup>**</sup>
خطا	۷۸	۹۳	۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۲۶	۰/۰۶	۰/۵۱
		۹۴	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۳۲	۰/۰۲	۰/۴۶

NS و \*\* و \*\*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند.

### درصد آمیلوز

ارزش برنج سفید به وسیله خواص ظاهری (آندوسپرم برنج)، اختصاصات نشاسته‌ای به خصوص میزان آمیلوز آن معین می‌شود. همانطور که مقدار آمیلوز افزایش می‌یابد، شکل ظاهری دانه نیز از واکسی به کدر و شفاف تغییر می‌نماید (توسلی، ۱۳۷۴). مقدار آمیلوز نیز به طور وسیعی با کیفیت پخت دانه رابطه دارد. بنابراین مناسب‌ترین میزان آن حد متوسط است که در این حالت برنج نرم و ملایم است و پس از سرد شدن سخت نمی‌گردد (توسلی، ۱۳۸۲). برنج‌ها از لحاظ مقدار آمیلوز موجود در دانه به دو دسته واکسی و غیر واکسی تقسیم می‌شوند. از آن جایی که برنج‌های واکسی در طی پخت میزان آب کمی جذب نموده و پس از پخت نیز بسیار نرم، لعاب‌دار و چسبنده می‌باشند (آمیلوز یک تا دو درصد)، کمتر مورد توجه مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرند (فرخزاد، ۱۳۷۵)، ولی برنج‌های غیر واکسی (۸ تا ۳۳

درصد)، پس از پخته‌شدن دانه‌های آن از هم جدا بوده و پس از پخت نیز تا مدت‌ها نرم باقی می‌مانند، در نتیجه بیشتر مورد توجه مردم قرار گرفته‌اند (Perez et al., 1996). میزان آمیلوز در برنج پارامتر اصلی کیفیت پخت و خوراک بوده و تعیین‌کننده میزان افزایش حجم و قدرت جذب آب نیز می‌باشد (Dela Cruz & Khush, 2000). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در اکثر ۲۰ ژنوتیپ مورد آزمایش، میزان آمیلوز دانه در شرایط تنش کمبود آب به طور معنی‌داری، بیشتر از شرایط بدون تنش بود. تغییرات مقدار آمیلوز دانه در شرایط تنش کمبود آب نسبت به شرایط بدون تنش در ۲۰ ژنوتیپ مورد آزمایش، در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است. در بین ارقام اصلاح شده درفک، شیروودی و سپیدرود و در بین ارقام بومی، هاشمی، علی کاظمی و حسنی بیشترین افزایش میزان آمیلوز دانه را در شرایط تنش کمبود آب نسبت به شرایط بدون تنش داشتند. در آزمایشی به منظور ارزیابی اثر تنش بر



چندان زیاد نبود. مشخص شده است که بالاتر بودن میزان آمیلوز باعث سختی و سفتی دانه برنج پخته شده (پس از سرد شدن) و در مقابل کمتر بودن میزان آمیلوز باعث شل شدن و چسبندگی دانه‌های برنج می‌شود (محمد صالحی، ۱۳۶۸). اما اظهار این که افزایش محتوای آمیلوز و در نتیجه نرمی برنج پس از پخته شدن، اثری غیر مطلوب و یا مطلوب از تنش خشکی بر کیفیت پخت برنج است، بطور قطع امکان پذیر نیست. چرا که این موضوع بستگی به ذائقه افراد دارد. در برخی از کشورها مردم علاقه به خوردن برنج نرم و چسبنده دارند و بالعکس در برخی دیگر از کشورها مردم تمایل به خوردن برنج خشک دارند. میزان آمیلوز در ارقام مختلف برنج تا میزان شش درصد تحت عوامل محیطی تغییر می‌یابد (Juliano, 1972). در تحقیقی دیگر محققان در مطالعات خود مربوط به تجزیه ژنتیکی بر مبنای مارکرهای مولکولی در سه صفت درجه حرارت ژلاتینه شدن، قوام ژل و میزان آمیلوز با استفاده از سه جمعیت F2:3، F2 و F9 که حاصل از ترکیب والدین اینبرد لاین 63 Shanyou بود، دریافتند که هر سه صفت توسط یک مکان ژنی کنترل می‌شوند (Tan et al., 1999). مقدار آمیلوز عامل مؤثر بر نرمی یا سختی برنج پس از پخت می‌باشد و مهمترین ویژگی برای پیش بینی پخت برنج به شمار می‌رود (Lu et al., 2009).

میزان آمیلوز و فعالیت آنزیم‌های کلیدی مربوط به بیوسنتز نشاسته در آندوسپرم برنج باسماتی مشاهده گردید که در شرایط تنش، میزان آمیلوز دانه نسبت به شرایط غیر تنش ۲۱ درصد افزایش یافت (Ahmed et al., 2008). در تحقیق دیگری به منظور بررسی تاثیر تنش کمبود آب در مرحله رسیدگی دانه بر کیفیت دانه برنج مشخص گردید که در مورد هر سه رقم مورد ارزیابی، میزان آمیلوز در شرایط تنش کمبود آب، بطور معنی-داری کاهش یافت، هر چند که نتایج این آزمایش بر تأثیر کمبود آب بر کیفیت دانه برنج تاکید دارد ولی با توجه به این که اعمال تنش خشکی در مرحله رسیدگی انجام شده است، با نتایج آزمایش حاضر که حاکی از افزایش میزان آمیلوز در شرایط تنش کمبود آب است، مغایرت دارد (Fofana et al., 2010). در آزمایش حاضر به روشنی دیده شد که میزان آمیلوز دانه در مورد تیمارهای تنش کمبود آب، افزایش معنی‌داری نسبت به شرایط بدون تنش داشت. بعلاوه بین ارقام بومی در شرایط تنش، تفاوت محسوسی مشاهده نشد، به عبارت دیگر تنش کمبود آب تأثیر نسبتاً مشابهی بر ژنوتیپ‌های مختلف از لحاظ افزایش میزان آمیلوز داشت، هر چند که در مورد برخی از ژنوتیپ‌ها، افزایش قابل ملاحظه‌ای در میزان آمیلوز دانه در شرایط تنش کمبود آب نسبت به شرایط بدون تنش مشاهده شد و در مورد برخی دیگر از ژنوتیپ‌ها تغییرات آمیلوز



## درجه حرارت ژلاتینی شدن

درجه حرارت ژلاتینه‌شدن و میزان آمیلوز از صفات کیفی برنج هستند که در ارزیابی کیفیت پخت از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. درجه حرارت ژلاتینه‌شدن مدت زمان لازم جهت پخت دانه‌های برنج است (Heda & Reddy, 1986). این صفت از خصوصیات فیزیکی نشاسته است که در آن مولکول‌های نشاسته به طور غیر قابل برگشتی در آب گرم شروع به انبساط می‌کنند. میزان درجه حرارت ژلاتینه‌شدن از ۵۵ تا ۷۹ درجه سانتی‌گراد متغیر است. ارقامی با درجه حرارت ژلاتینه‌شدن ۵۵ الی ۶۹ درجه سانتی‌گراد به عنوان درجه حرارت ژلاتینه‌شدن پایین با نمره شش و هفت، ارقام با درجه حرارت ژلاتینه‌شدن ۷۰ الی ۷۴ درجه سانتی‌گراد به عنوان درجه حرارت ژلاتینه‌شدن متوسط، با نمره چهار و پنج و ارقام با درجه حرارت ژلاتینه‌شدن ۷۵ الی ۷۹ درجه سانتی‌گراد به عنوان ارقام با درجه حرارت ژلاتینه‌شدن بالا با نمره دو و سه طبقه‌بندی می‌شوند (Khush *et al.*, 1979). طبق شاخص‌های کیفیت، هرچه رتبه GT تیماری پایین‌تر باشد، دمای ژلاتینی‌شدن بالاتری داشته و زمان لازم برای پخت آن طولانی‌تر می‌شود و موجب سفت و سخت شدن دانه برنج پس از پخت می‌شود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جداول ۳ و ۴) نشان داد که در اکثر ۲۰ ژنوتیپ مورد آزمایش، نمره درجه حرارت ژلاتینی‌شدن در شرایط تنش کمبود آب بیشتر از شرایط بدون تنش بود. بیشترین افزایش درجه حرارت ژلاتینی‌شدن در شرایط تنش

خشکی مربوط به ارقام علی کاظمی، هاشمی، حسنی و سنگ جو و در ارقام بینام، گیلانه، کادوس و شیرودی کمترین تغییرات درجه حرارت ژلاتینی‌شدن در شرایط تنش کمبود آب مشاهده شد. در ارقام ندا و صالح هیچگونه تغییری مشاهده نشد. اطلاعات محدودی در مورد تأثیر تنش خشکی بر کیفیت دانه برنج و بویژه خصوصیات پخت آن وجود دارد که با نتایج این آزمایش مشابه است (فلاح شمسی، ۱۳۹۱). در آزمایشی دیگری اثر کمبود آب در مرحله رسیدگی دانه بر کیفیت دانه برنج را مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در مورد هر سه رقم مورد مطالعه، دمای ژلاتینه‌شدن در شرایط تنش کمبود آب بطور معنی‌داری کاهش یافت. از آنجایی که نمره‌های شش و هفت شامل، ارقامی با درجه حرارت ژلاتینی‌شدن پایین (کمتر از ۷۰ درجه سانتی‌گراد) هستند، بنابراین در شرایط آبیاری کامل و بدون تنش کمبود آب، ارقام درجه حرارت ژلاتینی‌شدن کمتر از ۷۰ درجه سانتی‌گراد داشتند و به عبارت دیگر این ژنوتیپ‌ها در دمای پایین‌تر و در نتیجه سریع‌تر پخته می‌شوند. اما رقم‌های بومی و برخی دیگر از رقم‌های اصلاح شده که نمره‌های چهار و پنج را به خود اختصاص دادند، ژنوتیپ‌های با درجه حرارت ژلاتینی‌شدن بیشتر (۷۰ تا ۷۴ درجه سانتی‌گراد) بودند، بنابراین نشاسته آن‌ها در دمای پایین‌تری پخته شدند. ژنوتیپ‌هایی که درجه حرارت ژلاتینی‌شدن آن‌ها کاهش یافت، برنج آن‌ها پس از پخت نرم و چسبنده می‌شود و به عبارت دیگر کیفیت پخت

دمای ژلاتینه‌شدن بالا، به آب و زمان کمتری برای پخت نیاز دارند که این یک ویژگی مطلوب است (Kasai *et al.*, 2005). در تحقیقاتی دیگر محققان اظهار داشتند، ژنوتیپ‌هایی که دارای غلظت ژل سخت باشند، نسبت به برنج‌هایی که دارای قوام ژل نرم هستند، سریع‌تر سفت و سخت می‌گردند ولی برنج‌هایی با غلظت ژل نرم، به صورت ملایم و به آرامی پخته شده و حتی بعد از سرد شدن نیز نرم باقی می‌مانند. بنابراین مصرف کنندگان، برنج‌های با قوام ژل نرم و متوسط را بیشتر ترجیح می‌دهند و از اینرو محققان سعی در اصلاح برنج‌هایی پرمحصول توام با قوام ژل نرم متوسط هستند (Khush *et al.*, 1979).

### طول دانه

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. طولی‌ترین دانه‌ها مربوط به ارقام نعمت، صالح، گوهر و کادوس بود. با توجه به نتایج می‌توان گفت اگرچه اندازه پوسته به عنوان تعیین‌کننده نهایی اندازه دانه، در دو هفته قبل از ظهور کامل خوشه‌ها، شکل می‌گیرد، اما تنش از طریق تعداد سلول‌های آندوسپرمی بزرگ‌تر و کمتر و نیز کمبود آسمیلات برای هر دانه، ضمن کاهش وزن، طول دانه را نیز کاهش خواهد داد. در میان ارقام نیز نتیجه به دست آمده علاوه بر شرایط محیطی، متأثر از اختلافات ژنوتیپی بود. زیرا تولید و معرفی

این ژنوتیپ‌ها تحت تأثیر تنش کمبود آب تغییر کرد (Fofana *et al.*, 2010). همچون تفسیر اثر تنش کمبود آب بر کیفیت پخت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ افزایش محتوای آمیلوز نشاسته آن‌ها، می‌توان به طور قطع اظهار داشت که پایین آمدن دمای ژلاتینی‌شدن و در نتیجه نرم‌شدن برنج پس از پخت، اثری غیرمطلوب و یا مطلوب از تنش خشکی بر کیفیت پخت برنج است، زیرا همانطور که گفته شد این موضوع بستگی به ذائقه افراد دارد که برخی علاقه به خوردن برنج نرم و چسبنده و بالعکس برخی دیگر تمایل به خوردن برنج خشک دارند. در ارقام با درجه حرارت ژلاتینه‌شدن بالا، برنج پخته شده سفت و خشک می‌شود، در صورتی که در ارقام با درجه حرارت ژلاتینه‌شدن پایین، برنج پخته شده حالت چسبنده دارد. از روی این خاصیت به طور مستقیم می‌توان به چگونگی پخت ارقام پی‌برد. با این حال با توجه به یافته‌های محققان می‌توان انتظار داشت که این دما در پاسخ به عوامل محیطی مانند آب و هوا به ویژه دمای بالا و بارندگی در زمان رسیدگی فیزیولوژیک و برداشت تغییر کند (Xu *et al.*, 2004). چون ویژگی‌های فیزیکی برنج در طول پخت به میزان زیادی به دمای ژلاتینه‌شدن وابسته است، بنابراین، تغییر این دما می‌تواند بر این ویژگی‌ها اثر زیادی بگذارد. محققان گزارش کردند، برنج‌های با دمای ژلاتینه‌شدن پایین و متوسط نسبت به برنج‌های با

ارقامی با دانه‌های بلندتر و شیشه‌ای و شفاف از جمله اهداف اصلاحی می‌باشد. ارقامی که طول دانه بیشتری دارند، دارای کیفیت ظاهری بهتری بوده و ارزش اقتصادی و تجاری بیشتری دارند، چرا که مصرف‌کنندگان برنج عموماً ارقام دارای دانه‌های بلند و کشیده را بیشتر می‌پسندند و این ارقام معمولاً بعد پخت ایجاد دانه‌های بلند و کاملاً جدا از هم می‌کنند. محققان گزارش کردند که با

افزایش طول برنج قهوه‌ای، ضایعات در مرحله تبدیل افزایش می‌یابد. برنج‌های با کیفیت بالا مانند باسماتی هند و پاکستان و دمسیاه ایران بعد از پخت ۱۰۰ درصد افزایش طول دارند (Seguy & Clement, 1994). بیشترین افزایش طول پس از پخت یا ری آمدن متعلق به ارقام عنبربو، علی کاظمی، بینام و گوهر بود (جداول ۳ و ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات ارقام برنج در شرایط نرمال

رقم	سال	طول دانه (میلی متر)	عرض دانه (میلی متر)	شکل دانه	طول دانه پس از پخت	برنج کامل (درصد)	برنج خرد (درصد)	راندمان تبدیل (درصد)	میزان آمیلوز	درجه حرارت ژلاتینی شدن
بینام	۱۳۹۳	۶/۹۲ghij	۲/۳۲ab	۲/۹۸h	۱۲bcdef	۶۳/۴۸gh	۱۲/۱۶n	۷۵/۶۴m	۲۲/۳ijk	۴gh
	۱۳۹۴	۶/۹۴fgh	۲/۳۳ab	۲/۹۸i	۱۲/۰۹bcde	۶۴/۱۲ghi	۸/۴۱l	۷۲/۵۳k	۲۲/۳fghi	۴ij
حسنی	۱۳۹۳	۶/۶۵hij	۲/۴۱a	۲/۷۶i	۱۱/۵۲defghi	۶۵/۱۸cd	۱۳/۲۱m	۷۸/۳۹ijk	۲۱/۸k	۶/۲۴c
	۱۳۹۴	۶/۶۸gh	۲/۴۳a	۲/۷۵j	۱۱/۶۳cdefgh	۶۵/۲۲ef	۱۲/۴hi	۷۴/۶۲j	۲۱/۶i	۶/۲c
حسن سربایی	۱۳۹۳	۶/۵۵hij	۱/۹۵def	۳/۳۶g	۱۱/۱۳fghij	۶۴/۳۸def	۱۳/۹۲jk	۷۸/۳۹ijk	۲۲/۹gh	۴/۸۳e
	۱۳۹۴	۶/۵۹h	۱/۹۶efg	۳/۳۶gh	۱۱/۲۴defgh	۶۴/۱۸ghi	۱۲/۶۶h	۷۶/۸۴i	۲۲/۹efg	۴/۴g
خزر	۱۳۹۳	۷/۲۳fghi	۱/۸۸ef	۳/۸۳de	۱۰/۶۸ij	۶۲/۴۲i	۱۷/۶۱e	۸۰/۰۳efg	۲۲/۳ijk	۴/۳۶f
	۱۳۹۴	۷/۲۳defgh	۱/۸۸efg	۳/۸۵de	۱۰/۷۶h	۶۳/۲۸ij	۱۶/۶۶c	۷۹/۹۴fgh	۲۲/۶fgh	۴/۸f
درفک	۱۳۹۳	۷/۸۸abcde	۱/۷۸f	۴/۴۳ab	۱۱/۷۲defgh	۶۳/۱hi	۲۰/۱۹a	۸۳/۲۹ab	۲۴/۲d	۳/۹۶gh
	۱۳۹۴	۷/۹۲abcde	۱/۷۹g	۴/۴۲ab	۱۱/۸۴cdefg	۶۴/۱۲ghi	۱۸/۴۲a	۸۲/۵۴bc	۲۳/۹d	۳/۹۴j
دم سیاه	۱۳۹۳	۷/۹۱abcde	۱/۸۸ef	۴/۲۱c	۱۲/۷۶ab	۶۴/۱۹efg	۱۳/۸۶jkl	۷۸/۰۵jkl	۲۲/۷ghi	۴/۹۵e
	۱۳۹۴	۷/۹۵abcde	۱/۸۹efg	۴/۲۱c	۱۲/۸۵ab	۶۶/۲۲cd	۱۳/۴۸f	۷۹/۷gh	۲۲/۸efg	۵e
سپیدرود	۱۳۹۳	۷/۴۳defg	۱/۸۹ef	۳/۹۳d	۱۰/۶۸ij	۶۵/۲۸c	۱۸/۴۲c	۸۳/۷a	۲۵/۸c	۶/۸۸a
	۱۳۹۴	۷/۴۷cdefg	۱/۹۱efg	۳/۹۱d	۱۰/۸gh	۶۶/۶c	۱۷/۸b	۸۴/۴a	۲۵/۵c	۶/۸۴a
سنگ جو	۱۳۹۳	۷/۵cdefg	۲/۰۳cde	۳/۶۹ef	۱۱/۵۳defghi	۶۷/۲۸a	۱۲/۳۴n	۷۹/۶۲fgh	۲۲/۴hij	۴/۸۲e
	۱۳۹۴	۷/۵۴bcdef	۲/۰۵cde	۳/۶۸ef	۱۱/۶۶cdefgh	۶۸/۵۶ab	۱۰/۶۶j	۷۹/۲۲h	۲۲/۳ghi	۴/۸f
شیرودی	۱۳۹۳	۷/۶۶abcdefg	۱/۹۴ef	۳/۹۵d	۱۲/۰۹bcde	۶۵/۲۸c	۱۲/۱۶n	۷۷/۴۴kl	۲۵/۸c	۴/۴۷f
	۱۳۹۴	۷/۷abcdef	۱/۹۴efg	۳/۹۷d	۱۲/۲bcd	۶۶/۶۸c	۱۰/۱۲k	۷۶/۱i	۲۵/۵c	۴/۴۶g
صالح	۱۳۹۳	۸/۳ab	۱/۸۵ef	۴/۴۹a	۱۱/۸۴cdefg	۶۳/۸fgh	۱۶/۴۶g	۸۰/۲۶efg	۲۵/۹c	۵/۹۸d
	۱۳۹۴	۸/۳۳ab	۱/۸۶fg	۴/۴۸a	۱۱/۹۳bcdef	۶۴/۲۸gh	۱۵/۶۱d	۷۹/۸۹fgh	۲۶/۲c	۶d
طارم	۱۳۹۳	۶/۵۱ij	۱/۹۴ef	۳/۳۶g	۱۰/۹۹ghij	۶۷/۱۸a	۱۴/۲۲i	۸۱/۴cd	۲۳/۲fg	۴/۳۵f
	۱۳۹۴	۶/۵۴h	۱/۹۵efg	۳/۳۵h	۱۱/۱۱efgh	۶۸/۵۲ab	۱۳/۱۸g	۸۱/۷cd	۲۳ef	۴/۳۳gh
علی کاظمی	۱۳۹۳	۷/۴۱defg	۲/۱۵bcd	۳/۴۵g	۱۲/۶abc	۶۶/۲۴b	۱۴/۱۱j	۸۰/۳۴defg	۱۷/۸m	۴/۳۶f
	۱۳۹۴	۷/۴۶cdefg	۲/۱۷bcd	۳/۴۴gh	۱۲/۷۵ab	۶۷/۷۵b	۱۳/۲۲fg	۸۰/۹۷def	۱۷/۷k	۴/۳۲gh
عنبربو	۱۳۹۳	۶/۴۲j	۲/۲bc	۲/۹۲hi	۱۱/۷defgh	۶۳/۲۲hi	۱۳/۸۱kl	۷۷/۰۲l	۲۱/۹j	۴/۳۳f
	۱۳۹۴	۶/۵۵h	۲/۲۲bc	۲/۹۵i	۱۱/۹bcdef	۶۴/۴۶fg	۱۲/۲۶i	۷۶/۷۲i	۲۱/۹hi	۴/۳۳gh
غریب	۱۳۹۳	۷/۲۸defgh	۱/۹۱ef	۳/۸۱de	۱۱/۴۵efghij	۶۴/۸۸cde	۱۳/۶۲l	۷۸/۵۱j	۲۰/۴l	۳/۹۵gh
	۱۳۹۴	۷/۳۱defgh	۱/۹۲efg	۳/۸۱de	۱۱/۵۶cdefgh	۶۵/۴۲de	۱۲/۳۶i	۷۷/۷۸i	۲۰/۲j	۳/۹۳j
کادوس	۱۳۹۳	۷/۹۸abcd	۱/۸۸ef	۴/۲۴c	۱۲/۳۷bcd	۶۱/۲۸j	۱۹/۶۵b	۸۰/۹۳de	۲۳/۵ef	۳/۸۵h
	۱۳۹۴	۸/۰۱abcd	۱/۸۸efg	۴/۲۶bc	۱۲/۴۶abc	۶۲/۴۲j	۱۸/۶۱a	۸۱/۰۳de	۲۳/۵de	۳/۸۳j
گوهر	۱۳۹۳	۸/۱۹abc	۱/۹۳ef	۴/۲۴c	۱۳/۲۶a	۶۵/۴۲bc	۱۸/۱d	۸۳/۵۲a	۲۳/۸de	۶/۴۵b
	۱۳۹۴	۸/۲۵abc	۱/۹۳efg	۴/۲۷bc	۱۳/۳۶a	۶۶/۵۲c	۱۷/۹۴b	۸۴/۴۶a	۲۴/۱d	۶/۵۲b
گیلانه	۱۳۹۳	۷/۱۳fghij	۲/۰۳cde	۳/۵۱fg	۱۰/۶۲j	۶۵/۱۴cd	۱۷/۲۲f	۸۲/۳۶bc	۲۲/۴hij	۴/۳۳f
	۱۳۹۴	۷/۱۸efgh	۲/۰۳def	۳/۵۴fg	۱۰/۷۴h	۶۸/۱۴ab	۱۵/۴۱d	۸۳/۵۵ab	۲۲/۴fgh	۴/۳۲gh
ندا	۱۳۹۳	۷/۷۳abcdef	۱/۹۷def	۳/۹۲d	۱۰/۸۶hij	۶۴/۲efg	۱۵/۱۸h	۷۹/۳۸ghi	۲۶/۸b	۴/۱۲g
	۱۳۹۴	۷/۷۷abcde	۱/۹۸ef	۳/۹۲d	۱۰/۹۴fgh	۶۵/۹۲cde	۱۴/۶e	۸۰/۵۲efg	۲۷b	۴/۱۸hi
نعمت	۱۳۹۳	۸/۴a	۱/۸۳ef	۴/۵۹a	۱۲/۳bcde	۶۲/۵۶i	۱۸/۱۲d	۸۰/۶۸def	۲۷/۹a	۶/۴۸b
	۱۳۹۴	۸/۴۵a	۱/۸۶fg	۴/۵۴a	۱۲/۴۱abc	۶۳/۴۸hi	۱۶/۴۴c	۷۹/۹۴fgh	۲۷/۹a	۶/۵۱b
هاشمی	۱۳۹۳	۷/۶bcdefg	۱/۷۹f	۴/۲۵bc	۱۱/۷۱defgh	۶۷/۲۲a	۱۱/۶۵o	۷۸/۸۷hij	۲۰/۹l	۴/۴۴f
	۱۳۹۴	۷/۶۴abcdef	۱/۸g	۴/۲۴bc	۱۱/۸۵bcdefg	۶۸/۸۲a	۱۰/۲۴k	۷۹/۰۶h	۲۰/۸j	۴/۴۱g

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ارقام برنج در شرایط تنش

رقم	سال	طول دانه (میلی‌متر)	عرض دانه (میلی‌متر)	شکل دانه	طول دانه پس از پخت	برنج کامل (درصد)	برنج خرد (درصد)	راندمان تبدیل (درصد)	میزان آمیلوز	درجه حرارت ژلاتینی شدن
بینام	۱۳۹۳	۶/۷۷fgh	۲/۲۷ab	۲/۹۸g	۱۱/۶۳bc	۶۰/۹۲def	۱۰/۴۶k	۷۱/۳۸i	۲۲/۸gh	۴/۰۱jk
	۱۳۹۴	۶/۸۲efg	۲/۲۸ab	۲/۹۹j	۱۱/۸۵bcd	۶۱/۲de	۱۰/۱۸m	۷۱/۳۸m	۲۲/۶hi	۴/۰۳ij
حسنی	۱۳۹۳	۶/۵۴gh	۲/۳۷a	۲/۷۶g	۱۱/۲۲cde	۶۱/۵cd	۱۳/۳۹i	۷۴/۸۹def	۲۲/۵h	۶/۴۶bc
	۱۳۹۴	۶/۵۹fg	۲/۳۹a	۲/۷۶j	۱۱/۴۲cdef	۶۱/۴۱cd	۱۳/۱۲j	۷۴/۵۳hi	۲۲/۳hi	۶/۳۸b
حسن سرایی	۱۳۹۳	۶/۴۲h	۱/۹۱def	۳/۳۶f	۱۰/۷۹defg	۵۹/۴۱ij	۱۵/۳۶fg	۷۴/۷۷ef	۲۲/۵f	۴/۵۲gh
	۱۳۹۴	۶/۴۸g	۱/۹۳de	۳/۳۶i	۱۱/defgh	۶۰/۱۸fgh	۱۳/۲۹j	۷۳/۴۷ijkl	۲۳/۳efg	۴/۴۸fg
خزر	۱۳۹۳	۷/۰۲defgh	۱/۸۱efg	۳/۸۸d	۱۰/۲۶g	۵۸/۵kl	۱۴/۴۲h	۷۲/۹۲gh	۲۱/۱i	۴/۵۴gh
	۱۳۹۴	۷/۰۶defg	۱/۸۲ef	۳/۸۸f	۱۰/۴۶gh	۵۸/۴۹jkl	۱۴/۱۹i	۷۲/۶۸kl	۲۲/۱ij	۴/۵۹fg
درفک	۱۳۹۳	۷/۷۳abc	۱/۷۶g	۴/۳۹ab	۱۱/۳۶cde	۶۱/۸۸bc	۱۷/۲d	۷۹/۰۸ab	۲۴/۷e	۴/۰۵jk
	۱۳۹۴	۷/۷۷abcd	۱/۷۶f	۴/۴۱abc	۱۱/۵۴cde	۶۲/۲۸bc	۱۷/۴۱d	۷۹/۶۹a	۲۴/۵d	۴/۰۵ij
دم سیاه	۱۳۹۳	۷/۶۴abcd	۱/۸۲efg	۴/۲bc	۱۲/۲۷ab	۶۰/۱fghi	۱۶/۳۹e	۷۶/۴۹c	۲۲/۹g	۴/۸۶ef
	۱۳۹۴	۷/۷۵abcd	۱/۸۵def	۴/۱۹bcd	۱۲/۵ab	۶۰/۱۴fgh	۱۶/۲۱g	۷۶/۳۵fg	۲۲/۸fgh	۴/۹۱de
سپیدرود	۱۳۹۳	۷/۲۹bcdef	۱/۸۸defg	۳/۸۸d	۱۰/۳۲g	۶۲/۳۹b	۱۵/۸۱f	۷۸/۲b	۲۶/۲c	۶/۹۶a
	۱۳۹۴	۷/۳۴bcdef	۱/۸۸def	۳/۹ef	۱۰/۵۳fgh	۶۲/۴۶ab	۱۵/۷۸h	۷۸/۲۴bcd	۲۵/۹c	۶/۹۴a
سنگ جو	۱۳۹۳	۷/۳۸bcdef	۲d	۳/۶۹de	۱۱/۲۳cde	۶۱/۱۴cde	۱۲/۲۸j	۷۳/۴۲gh	۲۳/۱g	۴/۹۷e
	۱۳۹۴	۷/۴۲abcde	۲/۰۱cd	۳/۶۹fgh	۱۱/۴cdefg	۶۱/۸۵bcd	۱۱/۴۵k	۷۳/۳jkl	۲۲/۷ghi	۴/۹۵d
شیرودی	۱۳۹۳	۷/۵۱abcde	۱/۹۲de	۳/۹۱d	۱۱/۷۳bc	۶۰/۲۶fgh	۱۵/۴۲fg	۷۵/۶۸cde	۲۶/۳c	۴/۵۵gh
	۱۳۹۴	۷/۵۶abcde	۱/۹۲def	۳/۹۴def	۱۱/۹۱bcd	۶۲/۸ab	۱۴/۲۱i	۷۷/۰۱ef	۲۵/۹c	۴/۵۱fg
صالح	۱۳۹۳	۷/۸۵ab	۱/۷۵g	۴/۴۹a	۱۱/۱۴cde	۵۷/۸۶l	۱۷/۹۵c	۷۵/۸۱cde	۲۵/۴d	۶d
	۱۳۹۴	۷/۹۹ab	۱/۷۹ef	۴/۴۶ab	۱۱/۳۶cdefgh	۵۷/۶۱l	۱۸/۲۱b	۷۵/۸۲g	۲۵/۷c	۶c
طارم	۱۳۹۳	۶/۴۱h	۱/۹۲de	۳/۳۴f	۱۰/۰۹efg	۶۳/۴۶a	۱۵/۱۹g	۷۸/۶۵b	۲۲/۸f	۴/۴۷h
	۱۳۹۴	۶/۴۴g	۱/۹۳de	۳/۳۴i	۱۰/۸۸efgh	۶۳/۴۱a	۱۴/۲۴i	۷۷/۶۵cde	۲۳/۴ef	۴/۴۳fgh
علی کاظمی	۱۳۹۳	۷/۳۱abcdef	۲/۱۴bc	۳/۴۲f	۱۲/۳۱ab	۶۰/۵۸ef	۱۳/۲۲i	۷۳/۸fg	۱۸/۶k	۴/۷fg
	۱۳۹۴	۷/۳۶abcdef	۲/۱۴bc	۳/۴۴hi	۱۲/۵ab	۶۱/۱def	۱۳/۱۴j	۷۴/۲۴ij	۱۸/۶l	۴/۶۴ef
عنبرو	۱۳۹۳	۶/۳۸h	۲/۱۷b	۲/۹۴g	۱۱/۴۴cd	۵۸/۲kl	۱۵/۷۸f	۷۳/۹۸fg	۲۲/۵h	۴/۴۱h
	۱۳۹۴	۶/۴۳g	۲/۱۸b	۲/۹۵j	۱۱/۶۵bcde	۵۸/۶۳ijk	۱۴/۲۸i	۷۲/۹۱kl	۲۲/۳hi	۴/۴۱fgh
غریب	۱۳۹۳	۷/۱۳cdefg	۱/۸۳efg	۳/۹d	۱۱/۱cdef	۵۹/۶ghi	۱۴/۳۶h	۷۳/۹۶fg	۲۰/۱j	۴/۱j
	۱۳۹۴	۷/۱۷cdefg	۱/۹def	۳/۷۷fg	۱۱/۲۷defgh	۵۹/۴۸ghi	۱۴/۲۷i	۷۳/۷۵ijk	۲۰/۶k	۴/۰۷ij
کادوس	۱۳۹۳	۷/۵۸abcde	۱/۸۶fg	۴/۲۱bc	۱۱/۷۴bc	۵۸/۳۲kl	۱۷/۵۸cd	۷۵/۹cde	۲۳/۶f	۳/۸۷k
	۱۳۹۴	۷/۷۳abcd	۱/۸۳ef	۴/۲۲abc	۱۲/۲۵abc	۵۸/۲kl	۱۷/۳۶d	۷۵/۵۶gh	۲۳/۶e	۳/۸۹j
گوهر	۱۳۹۳	۷/۷۴abc	۱/۸۶efg	۴/۱۶c	۱۲/۵۵a	۵۸/۲۹kl	۱۷/۴۱d	۷۵/۷cde	۲۳/۱g	۶/۳۷c
	۱۳۹۴	۷/۹۲abc	۱/۹def	۴/۱۷cde	۱۳/۱۶a	۶۰/۴۲efg	۱۶/۷۸e	۷۷/۲def	۲۳/۴ef	۶/۴۲b
گیلانہ	۱۳۹۳	۶/۹۷efgh	۲/۰۱cd	۳/۴۷ef	۱۰/۲۴g	۶۱/۲۲cde	۱۸/۹۸b	۸۰/۲a	۲۲/۹g	۴/۳۵hi
	۱۳۹۴	۷/۰۳defg	۲/۰۱cd	۳/۵ghi	۱۰/۴۵h	۶۲/۱۸bc	۱۶/۴۹f	۷۸/۶۷abc	۲۲/۶hi	۴/۳۵gh
ندا	۱۳۹۳	۷/۵۱abcde	۱/۹۲de	۳/۹۱d	۱۰/۴ffg	۵۹/۴۷hij	۱۶/۶۵e	۷۶/۱۲cd	۲۷/۲b	۴/۱۸ij
	۱۳۹۴	۷/۵۶abcde	۱/۹۴de	۳/۹ef	۱۰/۵۹fgh	۶۱/۲de	۱۷/۸۲c	۷۹/۰۲ab	۲۷/۱b	۴/۱۸hi
نعمت	۱۳۹۳	۷/۹۶a	۱/۷۷g	۴/۵a	۱۱/۶۲bc	۵۸/۷۲jk	۲۰/۱۱a	۷۸/۸۳b	۲۸/۳a	۶/۶b
	۱۳۹۴	۸/۱۳a	۱/۸۱ef	۴/۴۹a	۱۱/۸۹bcd	۵۹/۴۳hij	۱۹/۷۸a	۷۹/۲۱ab	۲۸/۱a	۶/۵۸b
هاشمی	۱۳۹۳	۷/۵۱abcde	۱/۷۸fg	۴/۲۲bc	۱۱/۴۴cd	۶۰/۴۲efg	۱۱/۸۲j	۷۲/۳۴hi	۲۱/۸i	۴/۶۸fg
	۱۳۹۴	۷/۵۴abcde	۱/۷۸ef	۴/۲۴abc	۱۱/۶bcde	۶۱/۱۹de	۱۱/۲۱l	۷۲/۳۹lm	۲۱/۶j	۴/۶۶ef

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

عملیات زراعی است. با توجه به مقایسه میانگین‌ها بیشترین درصد برنج سالم مربوط به ارقام سنگ جو، هاشمی و طارم بود (جداول ۳ و ۴) و به علت همبستگی منفی بین مقادیر برنج کامل و درجه حرارت محیط در مرحله رسیدگی، با کاهش دما نسبت به شرایط تنش، درصد برنج کامل افزایش یافت. به نظر می‌رسد که دمای کمتر و شرایط نرمال رطوبت در طی رسیدگی دانه و میزان کربوهیدرات غیرساختمانی بیشتر و حالت گچی کمتر در ارقام و تفاوت ارقام از نظر طول دانه و ظرفیت ذخیره مواد اسمیلاتی از علل این نتیجه‌گیری باشد.

### برنج خرد

میزان برنج خرد صرف نظر از تفاوت ارقام در خصوصیات ظاهری و کیفی دانه کاملاً متأثر از شرایط محیطی و فرآیند تبدیل می‌باشد. با توجه به مقایسه میانگین‌ها، کمترین میزان برنج خرد مربوط به ارقام هاشمی، بینام، شیرودی و سنگ جو بود (جداول ۳ و ۴). صرف نظر از نقش طول دانه در میزان برنج خرد، مقادیر بیشتر در ارقام غیر کیفی و نیز رقم دانه بلند و درصد بسیار کم آن در رقم کیفی می‌تواند به فشردگی بیشتر سلول‌های آندوسپرمی و فضاهای کوچک‌تر هوا بین آن‌ها و وجود ترکیبات پروتئینی بیشتر در بخش‌های خارجی آن نسبت داده شود. تحقیقات نشان می‌دهد که در بازارهای جهانی در صورت وجود خرده برنج در محصول عرضه‌شده برای

می‌توان نتیجه گرفت این صفت در شرایط تنش و نرمال در ارقام محلی بیشتر از ارقام اصلاح شده می‌باشد.

### عرض دانه

اشکال دانه از جنبه‌های مهم بازاریابی برنج در هر کشور و یا منطقه محسوب می‌شود. اما ابعاد آن می‌تواند صرف نظر از خصوصیات رقم، تحت تأثیر مدیریت مزرعه‌ای و شرایط محیطی تغییر کند. از نظر مصرف کنندگان ایرانی هر چه عرض دانه کمتر یا دانه باریک‌تر باشد، بهتر است (حبیبی، ۱۳۸۶). هر چه افزایش عرض دانه در هنگام پخت کمتر باشد کیفیت پخت مطلوب‌تر می‌باشد. ارقامی که دارای طول دانه بیشتر و عرض دانه کمتری هستند، کیفیت ظاهری دارند و از نظر مصرف‌کنندگان ترجیح داده می‌شوند. با توجه به مقایسه میانگین‌ها، بیشترین و کمترین عرض دانه را به ترتیب ارقام حسنی و بینام و ارقام هاشمی و درفک داشتند (جداول ۳ و ۴). نتایج به دست آمده صرف نظر از شرایط محیطی تا حدود زیادی مربوط به اختلافات ژنتیکی ارقام بود، چون ارقام محلی از نظر ژنتیکی دارای دانه‌های قطورتر نسبت به ارقام اصلاح شده هستند.

### برنج سالم

تولید مقدار بیشتری از برنج کامل و افزایش سهم آن در فرآیند تبدیل صرف نظر از شرایط فرآوری کاملاً متأثر از خصوصیات رقم، گچی بودن و شرایط محیطی در زمان رسیدگی و برخی

شرایط نرمال، راندمان تبدیل به تنش افزایش یافت.

### نتیجه گیری کلی

افزایش تولید محصول برنج در سال‌های اخیر در ایران با معرفی و توسعه سطح زیر کشت ارقام جدید و اصلاح شده برنج ارتباط داشته است و کیفیت غذایی و پخت و پز دانه برنج و بهبود آن، یکی از اهداف بسیار مهم به‌نژادی و یکی از عوامل تأثیرگذار در معرفی، پذیرش و گسترش سطح زیر کشت ارقام جدید می‌باشد. از طرفی صفات کیفی از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار است. علاوه بر موارد ذکر شده، بر اثر کمبود آب راندمان تبدیل شلتوک به برنج سفید کاهش و درصد برنج خرد به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که می‌توان با شناسایی ارقام مقاوم و انتقال صفات مطلوب در لاین‌های جدید به ارقام مقاوم‌تر به تنش با کیفیت نزدیک به ارقام محلی دست پیدا کرد.

### منابع

پیمان، م. ح. ۱۳۷۸. بررسی عوامل شکستگی دانه در فرایند پوست کنی شلتوک. رساله دکتری دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۶ ص.

توسلی، ف. ۱۳۷۴. گزارش مأموریت آموزشی تکنیک‌های مدرن ارزیابی کیفیت برنج در مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج. انتشارات

فروش، قیمت آن با توجه به شرایط تا یک دهم برنج مرغوب کاهش می‌یابد (Courtois et al., 2001). تحقیقات نشان می‌دهد که ارقام دانه بلند نسبت به ارقام دانه کوتاه حساسیت بیشتری به عوامل ایجاد ترک و خرد شدن دارند و درصد خرد شدن آن‌ها در شرایط یکسان بیشتر است (Wiset et al., 2001). نتایج مربوط به اثر زمان برداشت بر درصد شکستگی دانه سه رقم برنج در خوزستان نشان داد، هر گونه تأخیر در برداشت پس از مرحله ۸۰ درصد رسیدگی، سبب افزایش برنج خرد شده و ارقام دانه بلند درصد خرد بیشتری از سایر ارقام داشتند (مرادی، ۱۳۷۳). در عین حال قیمت برنج شکسته ۳۰ تا ۵۰ درصد قیمت برنج سالم است، که از معایب این فرایند می‌باشد (پیمان، ۱۳۷۸).

### راندمان تبدیل

تفاوت برنج با سایر غلات که معمولاً بصورت آرد مصرف می‌شوند، این است که عمدتاً بصورت دانه سالم مصرف می‌شود. بنابراین ارزش اقتصادی محصول برنج به میزان زیادی بوسیله برنج سالم تولید شده تعیین می‌گردد. کیفیت تبدیل، قابلیت تبدیل شلتوک به برنج سفید است (De Babandya & Satish, 2007). برنج سالم، مهمترین عامل کیفیت تبدیل است که به اندازه، شکل، ظاهر و سختی دانه بستگی دارد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین راندمان تبدیل مربوط به ارقام سپیدرود، گوهر، درفک و گیلا نه بود (جداول ۳ و ۴). با کاهش تنش و



فرخزاد، ف. ۱۳۷۵. کیفیت پخت و تأثیر آن بر بازار مصرف. موسسه تحقیقات برنج کشور. ۳۲ ص.

فلاح شمسی، س.ا. ۱۳۹۱. اثر تنش کمبود آب بر صفات فیزیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های بومی و اصلاح شده برنج (*Oryza sativa* L.). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گیلان.

محمد صالحی، م. ۱۳۶۸. روش‌های آزمایشگاهی در تعیین کیفیت برنج. بخش تحقیقات اصلاح نهال و بذر. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان. ۴۱ ص.

مرادی، ف. ۱۳۷۳. بررسی اثر زمان برداشت بر میزان شکستگی ۳ رقم برنج در خوزستان. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان. ۱۵ ص.

Ahmed, N., M. Maekawa, and I.J. Tetlow. 2008. Effects of low temperature on grain filling, amylose content, and activity of starch biosynthesis enzymes in endosperm of basmati rice. Australian journal of Agricultural Research. 59: 599-604.

Brorsen, B.W., W.R. Grant, and M.E. Rister. 1984. A hedonic price model for rough rice bid/acceptance markets. American Journal of Agricultural Economics. 66: 156-163.

موسسه تحقیقات برنج ایران. معاونت مازندران. ۵۹ ص.

توسلی، ف. ۱۳۸۲. ارزیابی نگهداری دوره‌ای بر کیفیت پخت برنج. موسسه تحقیقات برنج کشور. معاونت مازندران (آمل). ۲۳ ص.

حبیبی، ف. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بذر برنج و عوامل مؤثر در کیفیت پخت در ارقام مختلف برنج. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور. ۵۶ ص.

رحیم سروش م.، ب. ربیعی، م. نحوی، و م. قدسی. ۱۳۸۶. مطالعه برخی از صفات زراعی کیفی و پایدار عملکرد ژنوتیپ‌های برنج. پژوهش و سازندگی. ۷۵ (۱): ۳۲-۲۵.

شوشی دزفولی. ا. و ر. هنرنژاد. ۱۳۸۴. تعیین عملکرد و وراثت‌پذیری بعضی از صفات مرتبط با کیفیت برنج با استفاده از تجزیه و تحلیل گرافیکی دای آلل. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۶ (۴): ۸۱۳-۸۱۸.

عرب زاده، ب. ۱۳۸۱. آب و آبیاری در زراعت برنج. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور. ۱۴۵ ص.

- Heda, D.G, and G.M. Reddy.** 1986. Studies on the inheritance of amylase content and gelatinization temperature in rice (*Oryza sativa* L.). *Genetic Agriculture*, 40: 1-8.
- Juliano, BO.** 1972. The rice caryopsis and its composition. 16-174. In: Houston, D. E. (ed.) *Rice Chemistry and Technology*. American Society of Cereal Chemistry, Inc., St. Paul, Minnesota, USA.
- Kasai, M., K. Ohnishi., A. Shimada, and K. Hatae.** 2005. Taste properties of cooked rice based on an analysis of cooked rice extracts. *Journal Cookery Science. Japan*, 34: 373-379.
- Khush, C.S., C.M. Pauleand, and N.M. Dela Cruz.** 1979. Rice grain quality evaluation and improvement at IRRI. In proc. Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain quality, Los Banos, Philippines, International Rice Research Institute (IRRI), 21-31 pp.
- Little, R.R., G.B. Hilder, and E.H. Dawson.** 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.* 35: 111-126.
- Lu, Z.H., T. Sasaki, Y.Y. Li, T. Yoshihashi, L.T. Li, and K. Kohyama.** 2009. Effect on amylose content and rice type on dynamic viscoelasticity of a composite rice starch gel. *Food Hydrroll.* 23: 1712-1719.
- Perez, M., B.O. Juliano, SP. Liboon, J.M. Alcantara, and K.G. Cassam.** 1996. Effect of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content and grain quality of rice. *Cereal Chemistry.* 73: 556-560.
- Cabulsay, GS., O. Ito, and A.A. Alejar.** 2002. Physiological evaluation of response of rice (*Oryza sativa* L.) to water deficit. *Plant Science.* 163: 815-827.
- Cagampang, G.B., C.M. Prez, and B.O. Guliano.** 1973. A gel consistency test for eating quality of Rice. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 24: 1589-1594.
- Courtois, F., M. Abud, and C. Bonazzi.** 2001. Modeling and control of a mixed flow rice dryer with emphasis on breakage quality. *Journal of Food Engineering.* 49: 303-309.
- De Babandya, M, and B. Satish.** 2007. Effect of degree of milling on specific energy consumption, optical measurements and cooking quality of rice. *Journal of Food Engineering.* 80: 119-125.
- Dela Cruz, N, and G.S. Khush.** 2000. Rice grain quality evaluation procedures. 15-29. In: Singh. R. K: U. S. Singh and G. G. Khush (eds). *Aromatic Rices*, 15-29 pp. Science Publisher Inc, Enfield, NH, USA.
- Dipti, S.S., M.N. Bari, and K.A. Kabir.** 2003. Grain quality characteristics of some Beruin rice varieties of Bangladesh. *Pakistan Journal of Nutrition.* 4 (2): 242-245.
- FAO.** 2010. *FAO Stat, Agriculture and Food Trade*. Retrieved June 10, 2012, from [www.Faostat.Fao.org](http://www.Faostat.Fao.org).
- Fofana, M., M. Cherif, B. Kone, K. Futakuchi, and A. Audebert.** 2010. Effect of water deficit at grain repining stage on rice grain quality. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development.* 100-107.

- Tomar, J.B.** 1987. Genetics analysis of amylose content in rice. *Agriculture Journal*. 1: 242-245.
- Tuong, T.P, and S.I. Bhuiyan.** 1999. Increasing water use efficiency in rice production: farm level perspectives. *Agricultural water management*. 40: 117-122.
- Veronique, V., P. Brigitte, B. Judith, H. Stephan, R. Xavier, and M. Christian.** 2007. Cooking behavior of rice in relation to kernel physicochemical and structural properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55 (2): 336-346.
- Wiset, L., G. Srzednicki, and R.H. Driscoll.** 2001. Effects of high temperature drying on rice quality. *Agricultural engineering international: the CIGR journal of scientific research and development*. Manuscript. FP1003. Vol. III.
- Xu, L., J. Xie, X. Kong, and J. Bao.** 2004. Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 2. Thermal and retro gradation properties. *Journal Agriculture Food Chem*. 52: 6017-6022.
- Zhu, Q., Z. Zhang, J. Yang, X. Cao, Y. Lang, Z. Wang, and N.K. Zhongguo.** 1997. Source – Sink characteristics related to the yield in inter sub specific hybrid rice. *Sciences Agriculture Sin*. 30: 52-59.
- 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*. 137 (3): 325- 332.
- Rousset, S., B. Pons, and J.M. Martin.** 1999. Identifying objective characteristics that predict clusters produced by sensory attributes in cooked rice. *Journal of Texture Studies*. 30: 50-532.
- Samonte, S., L.T. Wilson, A.M. McClung, and L. Tarpley.** 2001. Seasonal dynamics of non-structural carbohydrate partitioning in 15 diverse rice genotypes. *Crop Science*. 41: 902-909.
- Seguy, J, and C.J. Clement.** 1994. Behavior of rice during processing. *Journal of Agriculture and Rural Development*. 16: 38-46.
- Siebenmorgen, T.J. and G. Qin.** 2005. Relating rice kernel breaking force distributions to milling quality. *Transactions of the ASAE*. 48 (1): 223-228.
- Tan, Y.F., J.X. Li, S.B. Yu, Y.Z. Xing, and C.G. Xu.** 1999. The three important traits for cooking and eating quality of rice grains are controlled by a single locus in an elite rice hybrid, Shanyou 63. *Genetics*. 99: 642-648.
- Teter, N.** 1981. Paddy drying manual. *FAO agricultural services bulletin*. 70: 30-31.

## Effect of water deficit stress on quantitative and qualitative traits of Iranian rice cultivars

M. Yekta<sup>1</sup>, S. Bakhshipour<sup>2\*</sup>

1-Organization Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research Education and Extension (AREEO), Rasht, Iran.

2- Department of Agroecologic Agriculture, Shahid Beheshti university, Tehran, Iran.

### Abstract

Proper water management plays an important role in improving the quality and quantity of rice grains. Rice cooking and eating quality are the most important factors for accepting a variety by consumers. Amylose content (AC) and gelatinization temperature (GT) are primary indices for evaluating eating and cooking qualities of rice grains. Rice breakage is a major concern in Iran. In order to evaluate the effect drought stress on qualitative and quantitative traits of 20 genotypes an experiment was done using factorial based on completely randomized block design with three replications in the Rice Research Institute (Rasht). Quality traits such as amylose content, gelatinization temperature, length and width, shape, the grain elongation after cooking, whole rice, broken rice were evaluated milling in lab. The results showed that drought stress increased amylose content and gelatinization, the increase almost in improved varieties was more than local varieties. The length and width, elongation after cooking rice, whole rice, broken rice and milling efficiency traits were reduced in water deficit stress condition. The changes in long grain varieties were more than others.

**Key words:** Irrigation, Cooking quality, Milling, Rice

---

\* Corresponding author (sa\_bakhshipour@yahoo.com)