



"مقاله پژوهشی"

بررسی عملکرد و صفات کیفی برخی از ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa* L.)

اسماعیل خراسانی^۱، لایلا فهمیده^۲، نادعلی بابائیان^۳، غلامعلی رنجبر^۴ و محمدعلی نجفی^۵

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲- دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل؛ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
(نویسنده مسوول: l.fahmideh@uoz.ac.ir)

۳- استاد، گروه اصلاح نباتات، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۴- دانشیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۵- دانشیار گروه صنایع غذایی دانشگاه زابل، زابل، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۸
صفحه: ۹ تا ۲۰

چکیده

کیفیت دانه در برنج از عوامل اصلی و تعیین‌کننده جهت بازاریابی و فروش محصول محسوب می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی کیفیت ژنوتیپ‌های مختلف برنج در محیط‌های متفاوت و شناسایی ژنوتیپ‌ها با کیفیت مطلوب بود. در این آزمایش، صفات کیفی ۱۶ ژنوتیپ برنج، شش لاین در دست معرفی، ۸ ژنوتیپ والدینی و دو ژنوتیپ به عنوان شاهد در دو منطقه آمل و ساری بررسی شد. صفات عملکرد دانه و برخی صفات کیفی برنج شامل راندمان تبدیل، درصد برنج کامل، درصد برنج خرد، طول دانه قبل از پخت، عرض دانه قبل از پخت، طول دانه پس از پخت، نسبت طولی شدن دانه پس از پخت، مقدار آمیلوز، قوام ژل و درجه حرارت ژلاتینه شدن مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس ساده حاکی از وجود تفاوت معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات در هر دو مکان بود. تجزیه واریانس مرکب پس از اطمینان از یکنواختی واریانس‌های خطا انجام شد. نتایج اثر معنی‌دار ژنوتیپ‌ها را نشان داد که بیانگر تفاوت ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های مختلف می‌باشد. همچنین نتایج ژنوتیپ در محیط‌های مختلف نیز معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر مقدار آمیلوز در حد متوسط، درجه حرارت ژلاتینه شدن پایین و دامنه قوام ژل بین ۷۰-۴۰ داشتند. اکثر صفات کیفی با عملکرد همبستگی منفی و غیرمعنی‌داری نشان دادند. در مجموع بررسی نتایج این آزمایش نشان داد که لاین ۲، (سپیدرود/ IR58025A) کیفیت بالاتری نسبت به سایر لاین‌ها داشت زیرا دارای مقدار آمیلوز متوسط (۲۲ درصد)، دمای ژلاتینه شدن متوسط (با نمره ۳) و قوام ژل بالا (۷۱/۵ میلی‌متر) بر اساس میانگین دو منطقه بود. این در حالی است که این لاین در مقایسه با سایر لاین‌های مورد بررسی در این آزمایش براساس میانگین دو منطقه کمترین عملکرد (۳۹۲۵ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود.

واژه‌های کلیدی: آمیلوز، تجزیه واریانس مرکب، ژنوتیپ برنج، صفات کیفی

مقدمه

ژلاتینه شدن اشاره کرد. مقدار آمیلوز در نشاسته دانه برنج، نه تنها مسئول میزان نرمی یا سختی برنج پخته می‌باشد، بلکه بر میزان چسبندگی آن نیز تأثیرگذار است (۱۷). دانه‌های برنج بدون آمیلوز و یا با مقدار آمیلوز پایین (کمتر از ۱۰ درصد) مانند فوجی‌مینوری پس از پخت کاملاً چسبیده بوده و فاقد انبساط حجمی می‌باشند، اما دانه‌های برنج با مقدار آمیلوز متوسط (حدود ۲۵-۲۰ درصد) مانند گروه صدی پس از پخت دانه نرم بوده و تا ساعت‌ها پس از پخت حالت نرمی خود را حفظ می‌کنند و دانه‌های برنج با مقدار آمیلوز بالا (۳۳-۲۵ درصد) مانند رقم نعمت پس از پخت کاملاً از هم جدا بوده و بر اثر سرد شدن خشک و سخت می‌گردد (۷).

قوام ژل نشان‌دهنده میزان حرکت ژل برنج پخته می‌باشد که در برنج به سه گروه قوام ژل سخت، متوسط و نرم تقسیم‌بندی می‌شود (۳). علاوه بر این، دمای ژلاتینه شدن نیز یک عامل مهم کیفیت برنج محسوب می‌شود که با مدت زمان پخت و ماهیت برنج پخته ارتباط دارد. در واقع، دمای موردنیاز برای این که گرانول‌های نشاسته به طور برگشت‌ناپذیری متورم شوند، دمای ژلاتینه شدن، می‌نامند که معمولاً دامنه تغییرات آن از ۵۵ تا ۷۹ درجه سانتی‌گراد (مقیاس پخش در قلیا با نمره ۷-۲). می‌باشد (۷). در تحقیق

دستیابی به عملکرد بالا یکی از اهداف مهم تولیدکنندگان برنج می‌باشد. و در عین حال، کیفیت محصول تولیدی از اهمیت بالایی برخوردار است. کیفیت دانه در برنج نیز از عوامل اصلی و تعیین‌کننده جهت بازاریابی و فروش محصول محسوب می‌شود (۹). تجربیات نشان داده است که تولید محصول با هدف افزایش کمیّت بدون توجه به کیفیت با استقبال مصرف‌کنندگان روبرو نشده است. بنابراین، تولید و توسعه ارقام با کیفیت بالا یکی از موضوعات مهم در برنامه‌های اصلاحی برنج در ایران به شمار می‌رود (۱۴).

کیفیت دانه برنج تا حد زیادی به ویژگی‌های پخت، شکل، عطر و طعم آن بستگی دارد. به طور کلی، این خصوصیات را می‌توان به چهار دسته فیزیکی، شیمیایی، برنج پخته و ارزش غذایی تقسیم‌بندی کرد (۱۷). از جمله خصوصیات فیزیکی می‌توان به یکنواختی در اندازه و شکل دانه اشاره کرد که اولین عامل در تأیید کیفیت محصول محسوب می‌شود. به عنوان مثال، بعضی از مصرف‌کنندگان دانه‌های برنج کوتاه و گرد را ترجیح داده و برخی دانه‌های متوسط و بعضی دیگر دانه‌های باریک و بلند را ترجیح می‌دهند (۲۱). از خصوصیات شیمیایی دانه برنج می‌توان به میزان آمیلوز، قوام ژل و دمای

مختلف برنج در محیط‌های متفاوت و شناسایی ژنوتیپ‌ها با کیفیت مطلوب بود. ساندرام و پالانی سمی (۱۹) با مطالعه ۱۱ رقم زودرس برنج و با در نظر گرفتن ۱۰ صفت کمی گزارش کردند که صفت تعداد دانه در هر خوشه دارای اثر مستقیم مثبت و معنی‌داری روی عملکرد و اثر غیر مستقیم مثبت و بزرگی از طریق تعداد پنجه‌های بارور، وزن خوشه و وزن دانه روی عملکرد داشته است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۱۶ ژنوتیپ برنج شامل شش لاین در دست معرفی، هشت ژنوتیپ والدینی و دو ژنوتیپ به‌عنوان شاهد به ترتیب با عملکرد بالا، کیفی و با عملکرد پایین، غیر کیفی (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو منطقه امل (مزرعه شخصی با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۹/۸ متر از سطح دریا) و ساری (مزرعه تحقیقاتی علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا) در سال ۱۳۹۳ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نشاکاری در کرت‌های ۲/۵×۱/۵ مترمربع به فاصله کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متری و به صورت تک بوته انجام شد. در مرحله داشت آبیاری به طور منظم و کنترل علف‌های هرز به صورت شیمیایی و مکانیکی انجام گرفت. در کنترل شیمیایی از علف‌کش بوتاکلر در زمان ۱۰-۳ روز بعد از نشا به میزان ۵-۳ لیتر در هکتار استفاده شد و برای مبارزه مکانیکی، وجین دستی در دو نوبت صورت گرفت. کنترل آفت کرم ساقه‌خوار برنج در دو مرحله با سم گرانوله دیازینون ۱۰ درصد به میزان ۱۵ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار انجام پذیرفت.

پس از سپری شدن مراحل رویشی و زایشی، در زمان معین، برداشت محصول با توجه به ارقام مختلف در تاریخ‌های متفاوت از یک مترمربع هر کرت با حذف اثر حاشیه‌ای صورت گرفت. عملکرد تیمارها در کرت‌های مختلف توزین و با رطوبت ۱۴٪ محاسبه گردید. پس از خرمن‌کوبی و تبدیل، دانه‌های برنج برای اندازه‌گیری صفات کیفی (درجه حرارت ژلاتینه شدن، قوام ژل، مقدار آمیلوز، نسبت طویل شدن پس از پخت، طول دانه بعد از پخت، عرض دانه بعد از پخت، طول دانه سفید، در صد برنج خرد، درصد برنج کامل، راندمان تبدیل) به آزمایشگاه کیفیت منتقل شدند.

برای تعیین طول و عرض دانه برنج قبل از پخت، ۲۵ دانه سالم توسط دستگاه اندازه‌گیری دانه (Grain measure)، ساخت ژاپن) اندازه‌گیری و میانگین آنها برای هر تکرار ثبت گردید. طول دانه پس از پخت نیز از میانگین ۲۵ دانه برنج پخته شده محاسبه شد. نسبت طویل شدن دانه پس از پخت نیز از تقسیم طول برنج پس از پخت به طول برنج قبل از پخت برآورد گردید (۱). درصد آمیلوز توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد (۲۵). برای تعیین دمای ژلاتینه شدن دانه از روش پخش در قلیا استفاده شد. هدف از این آزمون تعیین نمره ژلاتینه شدن دانه برنج در محلول

خود لیانگ و همکاران (۱۲) گزارش کردند تأثیر عوامل محیطی از قبیل دما به همراه فتوپریود و رطوبت نسبی بر طول، عرض و نسبت طول به عرض دانه برنج در مقایسه با دمای ژلاتینه شدن، میزان آمیلوز و قوام ژل کمتر می‌باشد. برنج‌های با کیفیت پخت مطلوب به برنج‌هایی گفته می‌شود که دارای درجه حرارت ژلاتینی متوسط (۷۴-۷۰ درجه سانتی‌گراد با نمره ۳-۵) و قوام ژل متوسط (۴۱-۶۰ میلی‌متر) و درصد آمیلوز متوسط (۲۰-۲۵) باشند. این نوع برنج‌ها پس از پخت نرم و متورم و کاملاً از هم جدا شده و مدت‌ها پس از پخت نرم می‌مانند (۹، ۱۸). بیشتر مردم ایران برنج‌های معطر، قلمی، با طویل شدن عالی، نرم و غیرچسبنده بعد از پخت را ترجیح می‌دهند.

تومار (۲۳) با بررسی تجزیه ژنتیکی میزان آمیلوز در برنج گزارش داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درجه حرارت ژلاتینی و میزان آمیلوز وجود دارد. محتشمی و همکاران (۱۶) به نقل از چنگ و لی با بررسی جمعیت F_2 حاصل از تلاقی لاین‌های ژاپونیکا و ایندیکا گزارش نمودند که میزان آمیلوز با غلظت ژل همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار نشان داده است. زنگ‌زون و همکاران (۲۶) گزارش نمودند که دمای بالا در مرحله پر شدن دانه موجب کاهش آمیلوز شده به گونه‌ای که این میزان کاهش در ارقام مختلف متفاوت بود. همچنین محتشمی و همکاران (۱۵) در بررسی‌های خود گزارش نمودند که غلظت ژل با درجه حرارت ژلاتینی همبستگی منفی معنی‌دار و با عطر و طعم دانه رابطه مثبت و معنی‌دار دارد. با تجزیه علیت مشخص گردید که میزان آمیلوز اثر مستقیم مثبت زیاد و اثر غیر مستقیم منفی و زیاد از طریق غلظت ژل روی عملکرد دانه داشته و درجه حرارت ژلاتینی شدن اثر مستقیم منفی روی عملکرد دانه داشت. اثر غیر مستقیم این صفت بر روی عملکرد دانه از طریق غلظت ژل منفی و زیاد و از طریق میزان آمیلوز مثبت و قابل توجه بود.

ساراجی و همکاران (۲۰) با مطالعه صفات کمی در ۱۲۸ نژاد برنج ایندیکا گزارش دادند که افزایش طول، عرض و ضخامت دانه می‌تواند شاخص برداشت را افزایش دهد. حسین‌زاده (۶) نیز در بررسی‌های خود گزارش کرد که صفاتی مانند طول دانه قبل از پخت و شکل دانه همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دارند. همچنین در مطالعه خود همبستگی مثبت و معنی‌دار بالایی را بین طول دانه قبل از پخت با شکل دانه را گزارش نمود. همچنین در مطالعه‌ای دیگر وو و همکاران (۲۷) همبستگی مثبت بین اجزای عملکرد مثل وزن خوشه در گیاه با تعداد خوشه، تعداد دانه و درصد دانه‌های پر گزارش نموده‌اند. کاو و دلا کروز (۵) در مطالعه‌ای که بر روی بنور نسل F_1 که از تلاقی ۶ تیپ ایندیکا و لاین‌های الیت موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI) به عنوان تستر و ۸ لاین ایندیکا و ۹ لاین ژاپونیکا انجام دادند گزارش نمودند که همبستگی بین میزان آمیلوز با میانگین درجه حرارت ژلاتینی شدن با غلظت ژل در والدین همبستگی مثبت و زیاد و با غلظت ژل در هیبریدها همبستگی منفی نشان داد. هدف از این آزمایش بررسی کیفیت ژنوتیپ‌های

گردید. تجزیه داده‌های به‌دست آمده از هر مکان به‌طور جداگانه توسط نرم‌افزار SAS 9.1 انجام گرفت. برای صفاتی که در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد تفاوت معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان دادند، مقایسه میانگین به روش LSD انجام شد. آزمون بارتلت برای تعیین همگنی واریانس‌های خطا جهت انجام تجزیه واریانس مرکب انجام شد. پس از اطمینان از یکنواختی واریانس‌های خطا، تجزیه واریانس مرکب انجام شد. آزمون F با فرض تصادفی بودن مکان‌ها و ثابت بودن ژنوتیپ‌ها، بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات انجام و همبستگی بین صفات نیز مورد بررسی قرار گرفت.

هیدروکسید پتاسیم به مدت ۲۳ ساعت بود (۱۰). قوام ژل براساس قوام برنج سفید در هیدروکسید پتاسیم ۰/۲ نرمال به کمک روش پیشنهادی توسط کاکامپانگ (۳) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد خرده برنج، در یک نمونه ۲۰ گرمی دانه‌هایی که اندازه آن‌ها برابر نصف دانه سالم یا کمتر از آن بود به عنوان خرده جدا و وزن گردید. با توجه به وزن خرده در ۲۰ گرم مقدار آن در وزن کلی برنج سفید و سپس در شلتوک اولیه که ۲۵۰ گرم است سنجیده و با درصد محاسبه شد. برای اندازه‌گیری درصد برنج کامل، درصد خرده از درصد راندمان تبدیل کسر شد.

راندمان تبدیل که به صورت درصد بیان می‌شود از تقسیم وزن برنج سفید به وزن برنج شلتوک ضرب در ۱۰۰ برآورد

جدول ۱- اسامی والدین و ژنوتیپ‌های برنج مورد آزمایش

Table 1. Name of Parents and studied rice genotypes

| شماره | مواد آزمایشی | تلاقی |
|-------|--------------|------------------|
| ۱ | لاین L33 | سنگ طارم/دیلمانی |
| ۲ | لاین L76/3 | سپیدرود/IR58025A |
| ۳ | لاین L99 | سپیدرود/IR62829A |
| ۴ | لاین L124 | سنگ طارم/ساحل |
| ۵ | لاین L28 | دایی شصتک/IRRI2 |
| ۶ | لاین L11 | حسنی/IRRI2 |
| ۷ | حسنی | - |
| ۸ | دیلمانی | - |
| ۹ | ساحل | - |
| ۱۰ | سپیدرود | - |
| ۱۱ | سنگ طارم | - |
| ۱۲ | دایی شصتک | - |
| ۱۳ | IR62829A | - |
| ۱۴ | IR64724 | - |
| ۱۵ | طارم جلودار | - |
| ۱۶ | IRRI2 | - |

نتایج و بحث

تجزیه واریانس ساده نشان داد که تفاوت بسیار معنی‌داری در بین لاین‌های مورد بررسی در مورد تمامی صفات و در دو منطقه ارزیابی شده وجود داشت (جدول ۲). این مطلب نشان از وجود تنوع بالایی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه داشت. نتایج تجزیه واریانس مرکب آزمایش‌ها نشان داد که اثر مکان برای صفات راندمان تبدیل، درصد دانه کامل، طول دانه، عرض دانه و طول دانه پس از پخت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. برای صفت درصد دانه خرد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد. و برای دیگر صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). اثر اصلی ژنوتیپ برای تمامی صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. بخشی پور (۲) با مطالعه ۱۲ صفت بر روی هشت ژنوتیپ برنج دریافت که اغلب صفات مورد بررسی در تجزیه ساده در بین ژنوتیپ‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بودند. اثر متقابل ژنوتیپ × مکان برای صفت طول دانه سفید تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت و برای دیگر صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید. یعنی این که پاسخ ژنوتیپ‌ها از مکانی به مکان دیگر یکسان نبود. در تطابق با این نتیجه، شی و همکاران (۲۲) نیز

به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در کنترل آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینه شدن اشاره نمودند. آنها همچنین بیان کردند که دما در طول دوره رسیدن دانه روی صفات مرتبط با کیفیت پخت، بخصوص درجه حرارت ژلاتینه شدن، تاثیر می‌گذارد. بنا به نظر دلا و همکاران (۴)، دمای بالا در زمان رسیدن و پر شدن دانه منجر به تجمع نشاسته‌ای با دمای ژلاتینه شدن بالا می‌شود و تغییر در دو صفت آمیلوز و قوام ژل را نیز موجب می‌شود.

مقایسه میانگین برای صفات مورد مطالعه در محیط‌های مختلف نشان داد که بیشترین عملکرد شلتوک به ترتیب به ژنوتیپ‌های شماره ۱ (لاین L33) و (منطقه ساری با ۵۷۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ۱ (منطقه ساری با ۶۳۵۳ کیلوگرم در هکتار) اختصاص دارد. در مجموع بیشترین عملکرد شلتوک در دو منطقه مربوط به ژنوتیپ شماره ۱ (۶۰۷۱/۵ کیلوگرم در هکتار) بود. کمترین عملکرد شلتوک به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (منطقه آمل) و ۵، ۶ و ۱۶ (ساری) اختصاص دارد. در مجموع کمترین عملکرد شلتوک در دو منطقه مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۶ (۳۴۵۱/۵ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۴).

از نظر کیفیت تبدیل دانه ژنوتیپ‌ها دارای درصد کل تبدیل بین ۶۳/۳۳ تا ۷۲/۳۳ درصد در منطقه آمل و ۵۸ تا ۷۱/۶۶

بودند، لاین‌های ۶ و ۷ در منطقه آمل و ۱ و ۶ در منطقه ساری بیشترین مقدار این صفت را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). شکل دانه از طریق نسبت طول دانه به عرض دانه تعیین می‌شود چنانچه این نسبت بیش از ۳ باشد، شکل دانه قلمی نامیده می‌شود. اگر نسبت طول به عرض دانه بین ۲ تا ۳ باشد، شکل دانه متوسط و در صورتی که ۲ یا کمتر از ۲ باشد، شکل دانه گرد نامیده می‌شود (۵). از نظر مصرف‌کنندگان ایرانی هرچه عرض دانه کمتر یا دانه باریک‌تر باشد بهتر است (۸). از لحاظ کیفیت ظاهری دانه تمامی ژنوتیپ‌ها با دارا بودن طول دانه بیش از ۶۵ میلی‌متر و نسبت طول به عرض دانه بیش از ۳ میلی‌متر به ترتیب در گروه‌های دانه بلند و قلمی قرار گرفتند (جدول ۵).

درصد در منطقه ساری بودند، در حالی که درصد برنج سالم تمام ژنوتیپ‌ها بین ۷۴/۶۶ تا ۸۹/۳۳ درصد در منطقه آمل و ۸۱ تا ۸۹/۶۶ درصد در منطقه ساری بوده که در حد بسیار خوبی بوده است و لاین ۶ با ۸۹/۳۳ درصد برنج سالم در منطقه آمل و ۸۹/۶۶ درصد برنج سالم در منطقه ساری بیشترین مقدار این صفت را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

کیفیت ظاهری دانه یا بازار پسندی دانه شامل طول و نسبت طول به عرض دانه می‌باشد. دانه از نظر طول دانه‌های خیلی بلند (بیش از ۷/۵)، بلند (۶/۶ تا ۷/۵)، متوسط (۵/۵ تا ۶/۶) و کوتاه (کمتر از ۵/۵ میلی‌متر) تقسیم می‌شوند. از نظر طول دانه ژنوتیپ‌ها دارای طول بین ۶۵/۳۳ تا ۸۷ میلی‌متر در منطقه آمل و ۶۵/۶۶ تا ۸۰/۳۳ میلی‌متر در منطقه ساری

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده عملکرد و برخی صفات کیفی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو منطقه

Table 2. Simple variance analysis of yield and some qualitative traits in genotypes studied in two regions

| منابع تغییر | DF | عملکرد دانه | راندمان تبدیل | برنج کامل | برنج خرد | طول دانه قبل از پخت | عرض دانه قبل از پخت | طول دانه پس از پخت | نسبت طولی شدن دانه پس از پخت | مقدار آمیلوز | قوام ژل | درجه حرارت ژلاتینه شدن |
|---------------------|----|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| منطقه آمل | | | | | | | | | | | | |
| تکرار | ۲ | ۱۶۷۹۷/۵۸ | ۵/۶۸ ^{ns} | ۰/۴۳ ^{ns} | ۰/۸۹ ^{ns} | ۳/۵۸ ^{ns} | ۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۳۷ ^{ns} | ۰/۰۰۰۶ ^{ns} | ۱/۶۲ ^{ns} | ۲۲/۰۲۵ [*] | ۰/۷۷ |
| ژنوتیپ | ۱۵ | ۱۴۹۳۶۵۵/۶۸ | ۱۹/۷۹ ^{**} | ۴۳/۴۰ ^{**} | ۴۲/۷۹ ^{**} | ۱۲/۹۱ ^{**} | ۶۵/۱۰۷ ^{**} | ۱۹۶/۵۹ ^{**} | ۰/۰۲۶ ^{**} | ۳/۲۷ ^{**} | ۳۷۸/۶۰ ^{**} | ۳/۶۲ |
| خطا | ۳۰ | ۲۷۴۸۴/۴۷ | ۱/۹۳ | ۳/۷۰ | ۳/۹۴ | ۱/۶۹ | ۲/۶۸ | ۴/۱۸ | ۰/۰۰۲ | ۰/۵۳ | ۷۶/۴ | ۰/۲۳ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۳/۴۶ | ۲/۰۳ | ۲/۲۸ | ۱۲/۶۳ | ۷/۰۶ | ۲/۲۰ | ۱/۸۵ | ۳/۵۶ | ۳/۴۶ | ۴/۳۲ | ۱۶/۳۵ |
| منطقه ساری | | | | | | | | | | | | |
| تکرار | ۲ | ۵۲۳۲۰/۲۵ | ۰/۳۹۵ ^{ns} | ۰/۳۳ ^{ns} | ۰/۳۷ ^{ns} | ۱/۵۳ ^{ns} | ۰/۰۶۳ ^{ns} | ۶/۵۳ ^{ns} | ۰/۰۰۰۱ ^{ns} | ۰/۵۳ ^{ns} | ۲/۷۷ ^{ns} | ۰/۲۵ |
| ژنوتیپ | ۱۵ | ۲۰۰۸۷۳۵/۸۷ | ۵۰/۹۰ ^{**} | ۲۸/۶۶ ^{**} | ۳۰/۵۷ ^{**} | ۶/۹۳ ^{**} | ۳۷/۰۶۱ ^{**} | ۳۰۴/۶۳ ^{**} | ۰/۰۲۳ ^{**} | ۵/۰۹ ^{**} | ۳۸۴/۲۸ ^{**} | ۲/۶۳ |
| خطا | ۳۰ | ۲۵۶۵۳/۹۸ | ۱/۰۸ | ۳/۵۱ | ۳/۵۱ | ۰/۶۹ | ۱/۳۰ | ۲/۰۹۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۷۱ | ۴/۹۷ | ۰/۲۸ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۳/۶۶ | ۱/۵۷ | ۲/۱۹ | ۱۲/۶۹ | ۴/۷۶ | ۱/۵۵ | ۱/۳۰ | ۲/۳۹ | ۳/۹۵ | ۴/۳۵ | ۱۷/۲۴ |

** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد، * اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و ns غیرمعنی دار.

جدول ۳- تجزیه مرکب برخی صفات کیفی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

Table 3. Combined analysis of some qualitative traits in genotypes studied

| منابع تغییر | DF | راندمان تبدیل | درصد برنج کامل | درصد برنج خرد | طول دانه قبل از پخت | عرض دانه قبل از پخت | طول دانه پس از پخت | نسبت طولی شدن دانه پس از پخت | مقدار آمیلوز | قوام ژل Gel | درجه حرارت ژلاتینه شدن |
|--------------|----|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| مکان | ۱ | ۱۳۰/۶۶ ^{**} | ۲۶/۰۴ ^{**} | ۳۱/۹ [*] | ۱۸/۳۷ ^{**} | ۲۵/۰۱ ^{**} | ۴۸/۱۶ ^{**} | ۰/۰۲ ^{**} | ۱/۵۵ ^{ns} | ۱۴/۳۸ ^{ns} | ۰/۴۴ ^{ns} |
| تکرار×مکان | ۴ | ۳۰/۴۱ ^{ns} | ۰/۳۸ ^{ns} | ۰/۵۸ ^{ns} | ۲/۵۵ ^{ns} | ۰/۰۴۱ ^{ns} | ۳/۳۹ ^{ns} | ۰/۰۰ ^{ns} | ۱/۰۷ ^{ns} | ۱۲/۳۹ [*] | ۰/۴۶ ^{ns} |
| ژنوتیپ | ۱۵ | ۶۱/۵۳ ^{**} | ۴۸/۵۳ ^{**} | ۴۸/۱۹ ^{**} | ۱۷/۲۱ ^{**} | ۱۱۳/۲۱ ^{**} | ۴۴۱/۲۴ ^{**} | ۰/۰۲ ^{**} | ۵/۴۳ ^{**} | ۶۶۶/۳۳ ^{**} | ۵/۰۵ ^{**} |
| ژنوتیپ×مکان | ۱۵ | ۹/۱۷ ^{**} | ۲۳/۵۳ ^{**} | ۲۵/۱۶ ^{**} | ۲/۶۱ [*] | ۳۱/۴۹ ^{**} | ۵۹/۹۸ ^{**} | ۰/۰۱ ^{**} | ۲/۹۳ ^{**} | ۹۹/۶۶ ^{**} | ۰/۹۹ ^{**} |
| خطا | ۶۰ | ۱/۵۱ | ۳/۶۱ | ۳/۷۲ | ۱/۱۹ | ۱/۹۹ | ۳/۱۴ | ۰/۰۰۲ | ۰/۶۲ | ۴/۸۶ | ۰/۲۵ |
| ضریب تغییرات | | ۱/۸۲ | ۲/۲۴ | ۱۲/۶۶ | ۶/۰۸ | ۱/۹۱ | ۱/۶۰ | ۳/۰۲ | ۳/۷۱ | ۴/۳۳ | ۱۶/۳۹ |

** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد، * اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و ns غیرمعنی دار.

جدول ۴- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های برنج برای عملکرد دانه و برخی صفات کیفی در دو منطقه طی یک سال

Table 4. Comparison of rice genotypes for grain yield and some qualitative traits in two regions during one year

| ژنوتیپ | عملکرد دانه (kha ⁻¹) | | راندمان تبدیل (%) | | درصد برنج کامل (%) | | درصد برنج خرد (%) | |
|--------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | امل | ساری | امل | ساری | امل | ساری | امل | ساری |
| ۱ | ۵۷۹۰/۰۰ ^a | ۶۳۵۳/۳۰ ^a | ۶۹/۳۳ ^{abc} | ۷۱/۰۰ ^{ab} | ۸۲/۳۳ ^{cd} | ۸۴/۶۶ ^{cdet} | ۱۶/۶۶ ^{bcd} | ۱۵/۳۳ ^{bcdte} |
| ۲ | ۳۸۸۶/۰۰ ^e | ۳۹۶۳/۳۰ ^{fg} | ۶۹/۰۰ ^{bc} | ۷۰/۰۰ ^{ab} | ۸۱/۰۰ ^d | ۸۱/۰۰ ^f | ۱۹/۰۰ ^b | ۱۹/۰۰ ^{ab} |
| ۳ | ۴۶۰۰/۰۰ ^c | ۴۴۹۰/۰۰ ^{de} | ۷۲/۳۳ ^a | ۷۱/۶۶ ^a | ۸۵/۶۶ ^{abc} | ۸۷/۳۳ ^{abcd} | ۱۴/۳۳ ^{cdet} | ۱۲/۶۶ ^{detg} |
| ۴ | ۴۲۰۳/۳۰ ^{de} | ۴۴۴۰/۰۰ ^{de} | ۶۵/۳۳ ^{de} | ۶۱/۳۳ ^f | ۸۷/۶۶ ^{ab} | ۸۸/۶۶ ^{abc} | ۱۲/۳۳ ^{det} | ۱۱/۳۳ ^{etg} |
| ۵ | ۴۰۵۳/۳۰ ^{de} | ۳۸۵۶/۰۰ ^g | ۶۹/۰۰ ^{bc} | ۶۸/۶۶ ^{bc} | ۸۹/۰۰ ^a | ۸۸/۳۳ ^{abc} | ۱۱/۰۰ ^f | ۱۱/۶۶ ^{etg} |
| ۶ | ۴۱۲۰/۰۰ ^{de} | ۳۸۰۰/۰۰ ^g | ۷۲/۰۰ ^{ab} | ۷۰/۰۰ ^{ab} | ۸۹/۳۳ ^a | ۸۹/۶۶ ^a | ۱۰/۳۳ ^g | ۱۰/۳۳ ^g |
| ۷ | ۳۸۸۰/۰۰ ^e | ۴۳۷۰/۰۰ ^{de} | ۷۲/۰۰ ^{ab} | ۷۰/۳۳ ^{ab} | ۸۸/۰۰ ^{ab} | ۸۵/۰۰ ^{bcdet} | ۱۲/۰۰ ^{et} | ۱۵/۰۰ ^{bcdet} |
| ۸ | ۴۳۲۹/۳۰ ^{de} | ۵۱۲۶/۰۰ ^c | ۶۶/۳۳ ^{cdte} | ۵۸/۰۰ ^g | ۸۴/۳۳ ^{bcd} | ۸۱/۰۰ ^f | ۱۵/۶۶ ^{bcdte} | ۱۹/۰۰ ^{ab} |
| ۹ | ۴۶۴۱/۰۰ ^c | ۴۴۵۰/۰۰ ^{de} | ۶۵/۰۰ ^{de} | ۶۲/۰۰ ^f | ۸۸/۳۳ ^{ab} | ۸۱/۰۰ ^f | ۱۱/۶۶ ^{et} | ۲۰/۰۰ ^a |
| ۱۰ | ۵۳۰۶/۰۰ ^b | ۵۶۴۶/۰۰ ^b | ۶۷/۶۶ ^{cd} | ۶۳/۰۰ ^{ef} | ۸۱/۶۶ ^{cd} | ۸۴/۰۰ ^{det} | ۱۷/۶۶ ^{bc} | ۱۶/۰۰ ^{abcd} |
| ۱۱ | ۴۴۱۶/۰۰ ^{cd} | ۴۳۷۳/۳۰ ^{de} | ۶۹/۳۳ ^{abc} | ۶۵/۰۰ ^{de} | ۸۴/۳۳ ^{bcd} | ۸۱/۶۶ ^{et} | ۱۵/۶۶ ^{bcdte} | ۱۸/۳۳ ^{abc} |
| ۱۲ | ۵۳۰۶/۰۰ ^b | ۵۴۸۰/۰۰ ^{bc} | ۶۹/۰۰ ^{bc} | ۶۵/۳۳ ^{de} | ۸۲/۰۰ ^{cd} | ۸۵/۳۳ ^{bcdte} | ۱۸/۰۰ ^{bc} | ۱۴/۶۶ ^{cdet} |
| ۱۳ | ۵۴۸۶/۰۰ ^{ab} | ۴۶۸۰/۰۰ ^d | ۶۳/۳۳ ^{cd} | ۶۱/۰۰ ^f | ۷۴/۶۶ ^e | ۸۳/۰۰ ^{et} | ۲۵/۳۳ ^a | ۱۷/۰۰ ^{abc} |
| ۱۴ | ۵۴۸۶/۰۰ ^{ab} | ۴۶۸۰/۰۰ ^d | ۶۷/۰۰ ^{cd} | ۶۵/۳۳ ^{de} | ۸۱/۶۶ ^{cd} | ۸۷/۶۶ ^{abcd} | ۱۸/۳۳ ^{bc} | ۱۲/۳۳ ^{detg} |
| ۱۵ | ۵۳۵۳/۳۰ ^b | ۴۳۴۱/۰۰ ^{ef} | ۶۷/۳۳ ^{cd} | ۶۷/۳۳ ^{cd} | ۸۲/۶۶ ^{cd} | ۸۶/۳۳ ^{abcd} | ۱۷/۳۳ ^{bc} | ۱۲/۶۶ ^{detg} |
| ۱۶ | ۳۲۹۰/۰۰ ^f | ۳۶۱۳/۳۰ ^g | ۶۹/۰۰ ^{bc} | ۶۵/۶۶ ^d | ۸۴/۳۳ ^{bcd} | ۸۹/۰۰ ^{ab} | ۱۵/۶۶ ^{bcdte} | ۱۱/۰۰ ^{etg} |

جدول ۵- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های برنج برای عملکرد دانه و برخی صفات کیفی در دو منطقه طی یک سال

Table 5. Comparison of rice genotypes for grain yield and some qualitative traits in two regions during one year

| ژنوتیپ | طول دانه سفید قبل از پخت (mm) | | عرض دانه سفید قبل از پخت (mm) | | طول دانه پس از پخت (mm) | | نسبت طولی شدن دانه پس از پخت | |
|--------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|
| | امل | ساری | امل | ساری | امل | ساری | امل | ساری |
| ۱ | ۷۹/۰۰ ^{bc} | ۸۰/۳۳ ^a | ۱۶/۶۶ ^{ef} | ۱۷/۰۰ ^{cdet} | ۱۱۲/۰۰ ^{bc} | ۱۲۲/۳۳ ^b | ۱/۴۱۶ ^{cde} | ۱/۵۱ ^{cd} |
| ۲ | ۶۵/۳۳ ^g | ۶۷/۰۰ ^f | ۱۷/۳۳ ^{det} | ۱۷/۰۰ ^{cdet} | ۱۰۶/۰۰ ^{de} | ۱۰۷/۶۶ ^{de} | ۱/۶۰۰ ^a | ۱/۵۶ ^{bc} |
| ۳ | ۷۷/۳۳ ^{cd} | ۷۶/۰۰ ^b | ۲۰/۰۰ ^{abcd} | ۱۸/۶۶ ^{abc} | ۱۱۶/۳۳ ^{ab} | ۱۱۸/۳۳ ^c | ۱/۴۶۶ ^{bcd} | ۱/۵۲ ^{bcd} |
| ۴ | ۷۵/۰۰ ^{det} | ۷۵/۳۳ ^{bc} | ۱۶/۰۰ ^f | ۱۵/۰۰ ^g | ۱۱۹/۰۰ ^a | ۱۲۰/۰۰ ^{bc} | ۱/۵۶۶ ^{ab} | ۱/۵۵ ^{bc} |
| ۵ | ۷۷/۶۶ ^{cd} | ۷۲/۳۳ ^{de} | ۱۶/۶۶ ^{ef} | ۱۷/۳۳ ^{bcdet} | ۱۱۹/۶۶ ^a | ۱۱۰/۰۰ ^d | ۱/۳۴۶ ^e | ۱/۵۳ ^{bcd} |
| ۶ | ۸۷/۰۰ ^a | ۷۵/۶۶ ^b | ۱۷/۳۳ ^{det} | ۱۷/۶۶ ^{bcdte} | ۱۲۰/۳۳ ^a | ۱۲۷/۰۰ ^a | ۱/۴۳۶ ^{cde} | ۱/۵۸ ^{bc} |
| ۷ | ۸۱/۶۶ ^b | ۷۳/۰۰ ^{cde} | ۱۹/۰۰ ^{bcdte} | ۱۵/۶۶ ^{fg} | ۱۱۲/۳۳ ^{bc} | ۱۲۶/۳۳ ^a | ۱/۴۳۰ ^{cde} | ۱/۶۷ ^a |
| ۸ | ۶۶/۳۳ ^g | ۷۲/۶۶ ^{de} | ۲۲/۶۶ ^a | ۲۰/۳۳ ^a | ۱۰۹/۰۰ ^{dc} | ۱۰۸/۰۰ ^{de} | ۱/۶۴۶ ^a | ۱/۵۲ ^{bcd} |
| ۹ | ۶۶/۰۰ ^g | ۷۱/۰۰ ^e | ۲۱/۰۰ ^{abc} | ۲۰/۳۳ ^{ab} | ۱۰۲/۳۳ ^{de} | ۱۰۷/۶۶ ^{de} | ۱/۵۳۰ ^{abc} | ۱/۵۰ ^{cd} |
| ۱۰ | ۷۱/۶۶ ^f | ۷۳/۰۰ ^{cde} | ۱۹/۶۶ ^{bcd} | ۱۹/۰۰ ^{ab} | ۱۰۶/۳۳ ^{de} | ۱۰۵/۰۰ ^{de} | ۱/۴۳۰ ^{cde} | ۱/۴۵ ^{de} |
| ۱۱ | ۷۴/۰۰ ^{det} | ۷۴/۰۰ ^{bcd} | ۱۸/۰۰ ^{det} | ۱۷/۰۰ ^{cdet} | ۱۱۹/۰۰ ^a | ۱۱۸/۰۰ ^c | ۱/۶۰۰ ^a | ۱/۶۰ ^{ab} |
| ۱۲ | ۷۲/۶۶ ^{ef} | ۷۴/۶۶ ^{bcd} | ۲۱/۶۶ ^{ab} | ۱۸/۰۰ ^{bcd} | ۱۰۸/۶۶ ^{dc} | ۹۷/۳۳ ^f | ۱/۳۷۶ ^{de} | ۱/۳۶ ^f |
| ۱۳ | ۷۷/۰۰ ^{cd} | ۷۶/۳۳ ^b | ۱۸/۰۰ ^{det} | ۱۸/۳۳ ^{bcd} | ۱۰۷/۳۳ ^d | ۱۰۷/۳۳ ^{de} | ۱/۲۸۳ ^{de} | ۱/۳۹ ^{ef} |
| ۱۴ | ۶۷/۶۶ ^g | ۶۵/۶۶ ^f | ۱۶/۰۰ ^f | ۱۶/۰۰ ^{etg} | ۸۹/۰۰ ^f | ۹۰/۰۰ ^g | ۱/۳۷۰ ^{de} | ۱/۳۶ ^f |
| ۱۵ | ۷۵/۶۶ ^{cde} | ۷۴/۳۳ ^{bcd} | ۱۸/۳۳ ^{cdet} | ۱۶/۶۶ ^{detg} | ۱۰۷/۳۳ ^d | ۱۰۷/۶۶ ^{de} | ۱/۴۲ ^{cde} | ۱/۴۱ ^{ef} |
| ۱۶ | ۳۳/۶۶ ^{cde} | ۷۲/۳۳ ^{de} | ۱۶/۳۳ ^{ef} | ۱۶/۶۶ ^{detg} | ۱۰۵/۰۰ ^{de} | ۱۰۹/۶۶ ^d | ۱/۴۲ ^{cde} | ۱/۵ ^{cd} |

گرم شروع به تورم می‌کنند. درجه حرارت ژلاتینه شدن (سانتی‌گراد) ممکن است پایین (۵۵ تا ۶۹)، متوسط (۷۰ تا ۷۴) و یا بالا (بیش از ۷۴) باشد (۵). چنانچه حرارت ژلاتینه رقمی بالا باشد برنج پخته آن سفت و خشک می‌شود. برعکس حرارت ژلاتینه پایین، موجب نرمی و چسبیده شدن برنج پس از پخت می‌شود. ارقامی که دارای آمیلوز همسان می‌باشند در جه حرارت ژلاتینه متفاوتی از خود نشان می‌دهند. عواملی چون آب و هوا (حرارت) به ویژه حرارت بالا در زمان رسیدن بر روی حرارت ژلاتینی تاثیر گذاشته و آنرا بالا می‌برد (۱۴). در هر دو مکان مورد بررسی ژنوتیپ‌های ۲، ۵ و ۶ از لحاظ این صفت دارای بهترین عملکرد بودند.

قوام ژل یکی از خصوصیات کیفی مهم در برنج می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی که دارای غلظت ژل سخت هستند نسبت به ژنوتیپ‌های دارای قوام ژل نرم، سریع تر سفت و سخت می‌گردند ولی برنج‌های با غلظت ژل نرم، به صورت ملایم و به آرامی پخته شده و حتی بعد از سرد شدن نیز نرم باقی می‌مانند و از نظر اصلاحی و بازار پسندی نسبت به ژنوتیپ‌های نوع اول ارجحیت دارند (۱۰). دامنه قوام ژل در منطقه امل نیز برای ژنوتیپ‌های ۵ و ۲ بالا (بیشتر از ۷۰)، برای ژنوتیپ ۱۶ پایین (کمتر از ۴۰) و برای سایر ژنوتیپ‌ها (۴۰ تا ۷۰) و در منطقه ساری برای ژنوتیپ ۲ بالا (بیشتر از ۷۰)، برای ژنوتیپ ۱۶ پایین (کمتر از ۴۰) و برای سایر ژنوتیپ‌ها (۴۰ تا ۷۰) بود (جدول ۶) که بیانگر این واقعیت می‌باشد که این ژنوتیپ‌ها بجز ژنوتیپ ۱۶ پس از پخت نرم می‌گردند.

مقدار آمیلوز، غلظت ژل و درجه حرارت ژلاتینه شدن از عوامل تعیین کننده کیفیت پخت هستند. هر سه فاکتور فوق با روش‌های شیمیایی ارزیابی می‌شوند و از بین آنها مقدار آمیلوز مهم‌تر است. وارپته‌های برنج بر اساس میزان آمیلوز به کم آمیلوز یا برنج‌های واکسی (۰ تا ۲ درصد)، خیلی کم آمیلوز (۳ تا ۹ درصد)، کم آمیلوز (۱۰ تا ۱۹ درصد)، متوسط آمیلوز (۲۰ تا ۲۵) و برنج‌های پر آمیلوز (بیشتر از ۲۵ درصد) طبقه‌بندی می‌شوند (۱۰) ارزیابی ژنوتیپ‌ها از لحاظ مقدار آمیلوز، غلظت ژل، درجه حرارت ژلاتینه شدن (جدول ۶) نشان داد که بیشتر ژنوتیپ‌ها دارای آمیلوز متوسط (۲۰-۲۵ درصد) می‌باشند و فقط ژنوتیپ‌های ۷ و ۵ در منطقه امل و ۷ و ۸ در منطقه ساری میزان آمیلوز پایین (۱۰ تا ۲۰ درصد) مشاهده شد (جدول ۶)، و در هیچ کدام از آنها میزان آمیلوز بالا (۲۵ تا ۳۰ درصد) مشاهده نشد. ژنوتیپ‌های با آمیلوز پایین پس از پخت نرم، چسبیده و لعاب‌دار می‌شوند، برعکس ژنوتیپ‌های پر آمیلوز پس از پخت به سرعت سفت و خشک شده و مصرف آن‌ها مشکل می‌شود (۱۸). همچنین ژنوتیپ‌های دیگر دارای آمیلوز متوسط (۲۰-۲۵ درصد) بودند که با این معناست که برنج آنها پس از پخت نرم، متورم و کاملاً از هم جدا شده و مدت‌ها پس از پخت نرم می‌ماند (۲۰). از آنجایی که ژنوتیپ‌های کم آمیلوز و پر آمیلوز مطلوب نبودند انتخاب نشدند. بقیه ژنوتیپ‌ها از جمله ژنوتیپ‌های ۱، ۲ و ۵ در هر دو منطقه از لحاظ این صفت مطلوب‌ترین گزینه‌ها بودند.

درجه حرارت ژلاتینه شدن محدوده درجه حرارتی است که در آن مولکول‌های نشاسته به طور غیر قابل برگشت در آب

جدول ۶- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های برنج برای عملکرد دانه و برخی صفات کیفی در دو منطقه طی یک سال

Table 6. Comparison of rice genotypes for grain yield and some qualitative traits in two regions during one year

| ژنوتیپ | مقدار آمیلوز (%) | | قوام ژل (mm) | | درجه حرارت ژلاتینه شدن (°C) | |
|--------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| | امل | ساری | امل | ساری | امل | ساری |
| ۱ | ۲۰/۶۶ ^{cd} | ۲۱/۴۶ ^{abc} | ۴۱/۰۰ ^{gn} | ۴۱/۶۶ ^{lgn} | ۴/۳۳ ^b | ۴/۰۰ ^b |
| ۲ | ۲۳/۰۰ ^a | ۲۱/۰۰ ^{bca} | ۷۰/۳۳ ^d | ۷۲/۶۶ ^a | ۲/۳۳ ^{et} | ۲/۶۶ ^{bc} |
| ۳ | ۲۰/۸۳ ^{cd} | ۲۲/۹۶ ^a | ۴۲/۳۳ ^{gn} | ۳۳/۳۳ ⁱ | ۲/۰۰ ^{et} | ۲/۶۶ ^{cde} |
| ۴ | ۲۰/۷۶ ^{cd} | ۲۰/۵۰ ^{cd} | ۴۵/۰۰ ^{lg} | ۴۲/۳۳ ^{lg} | ۲/۶۶ ^{de} | ۲/۶۶ ^{cde} |
| ۵ | ۱۹/۶۳ ^d | ۲۱/۷۰ ^{abc} | ۷۸/۶۶ ^a | ۶۳/۳۳ ^{bc} | ۲/۰۰ ^{et} | ۳/۰۰ ^{bcd} |
| ۶ | ۲۳/۰۳ ^a | ۲۲/۶۶ ^{ab} | ۴۵/۳۳ ^{lg} | ۶۸/۰۰ ^{ab} | ۲/۳۳ ^{et} | ۲/۳۳ ^{de} |
| ۷ | ۱۹/۶۶ ^a | ۱۸/۴۶ ^{de} | ۴۷/۶۶ ^{et} | ۵۶/۰۰ ^{de} | ۲/۳۳ ^{et} | ۲/۳۳ ^{de} |
| ۸ | ۲۱/۰۰ ^{cu} | ۱۹/۳۳ ^{de} | ۵۷/۶۶ ^c | ۶۱/۰۰ ^{cu} | ۱/۳۳ ⁱ | ۲/۳۳ ^{de} |
| ۹ | ۲۱/۰۰ ^{cu} | ۲۰/۳۳ ^{cue} | ۳۸/۳۳ ⁿ | ۴۰/۰۰ ^{gn} | ۲/۳۳ ^{et} | ۲/۶۶ ^{bc} |
| ۱۰ | ۲۱/۵۰ ^{abc} | ۲۳/۰۰ ^a | ۵۵/۶۶ ^{cd} | ۵۵/۳۳ ^e | ۳/۶۶ ^{bcd} | ۳/۵۰ ^{bcd} |
| ۱۱ | ۲۰/۴۶ ^{cd} | ۲۳/۱۶۶۷ ^a | ۵۱/۳۳ ^{de} | ۵۳/۶۶ ^e | ۴/۰۰ ^{bc} | ۳/۳۳ ^{bcd} |
| ۱۲ | ۲۲/۶۶ ^{ab} | ۲۲/۰۰ ^{abc} | ۴۵/۴۰ ^{fg} | ۴۵/۰۰ ^{fg} | ۵/۶۶ ^a | ۵/۶۶ ^a |
| ۱۳ | ۲۰/۶۶ ^{cd} | ۲۱/۰۰ ^{bcd} | ۴۴/۳۳ ^{lg} | ۵۱/۳۳ ^e | ۳/۰۰ ^{cde} | ۳/۳۳ ^{bcd} |
| ۱ | ۲۱/۹۰ ^{abc} | ۲۱/۶۶ ^{abc} | ۴۷/۳۳ ^{et} | ۴۵/۶۶ ⁱ | ۲/۶۶ ^{de} | ۱/۶۶ ^e |
| ۱۵ | ۲۱/۰۶ ^{bca} | ۲۱/۳۳ ^{abc} | ۵۷/۶۶ ^c | ۵۳/۳۳ ^e | ۳/۰۰ ^{cue} | ۳۳/۳۳ ^{bca} |
| ۱۶ | ۲۰/۳۳ ^{cd} | ۲۱/۶۶ ^{abc} | ۳۹/۰۰ ⁿ | ۳۷/۰۰ ⁿⁱ | ۴/۰۰ ^{bc} | ۲/۳۳ ^{de} |

(۱۵) همبستگی بین میزان آمیلوز و عملکرد و درجه حرارت ژلاتینی شدن با عملکرد دانه را منفی و غیر معنی‌دار گزارش کردند. صفاتی مانند طول دانه قبل از پخت همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری با عملکرد نشان دادند که با نتایج محتشمی و همکاران (۱۵) همخوانی داشت. صفاتی مانند طول دانه پس

تجزیه همبستگی در دو منطقه امل و ساری در جدول ۷ نشان داده شده است. همبستگی منفی و غیر معنی‌داری در دو منطقه بین میزان آمیلوز و عملکرد دانه وجود داشت. همچنین بین عملکرد دانه و درجه حرارت ژلاتینی شدن همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری وجود داشت. محتشمی و همکاران

آمده براساس صفات کیفی مورد مطالعه در این آزمایش بود که می‌تواند برای کشت و حتی در تالاق‌های با هدف بهبود کیفیت در برنامه‌های آبی اصلاحی برنج مورد استفاده قرار گیرد. در نهایت باید در نظر داشت که دمای محیط کشت برنج بر روی میزان قوام ژل تأثیر بسزایی دارد و می‌توان یکی از عوامل مهم در تعیین کیفیت برنج بدست آمده باشد، از این رو پیشنهاد می‌شود که عامل درجه حرارت محیطی نیز به‌عنوان یکی از عوامل مهم در زمینه کیفیت محصول برنج به بررسی‌ها افزوده و مورد محاسبه قرار گیرد (۲۴).

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه زابل با شماره گرنت UOZ-GR-9618-37 انجام شده است. بدین وسیله از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه زابل جهت انجام تحقیق حاضر قدردانی می‌شود.

از پخت نیز همبستگی منفی و غیر معنی‌دار با عملکرد نشان دادند. صفت طول دانه قبل از پخت همبستگی مثبت و غیرمعنی‌داری با عملکرد نشان داد. در حالیکه حسین‌زاده (۶) و محدثی و همکاران (۲۴) این همبستگی را منفی و غیرمعنی‌دار با عملکرد و محتشمی و همکاران (۱۵) این همبستگی را مثبت و غیرمعنی‌دار گزارش نموده است که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت.

در مجموع بررسی نتایج این آزمایش نشان داد که لاین ۱، دارای بیشترین عملکرد بوده ولی از نظر اغلب صفات کیفی مطلوب نمی‌باشد. این در حالی است که لاین ۲، کیفیت بالاتری نسبت به سایر لاین‌ها نشان داد زیرا دارای مقدار آمیلوز متوسط (۲۲ درصد)، دمای ژلاتینه شدن متوسط (با نمره ۳) و قوام ژل بالا (۷۱/۵) براساس میانگین دو منطقه می‌باشد. این در حالی می‌باشد که عملکرد این لاین در مقایسه با سایر لاین‌های مورد بررسی در این آزمایش براساس میانگین دو منطقه کمترین (۳۹۲۵ کیلوگرم در هکتار) بود. بنابراین با بالاتر رفتن کیفیت عملکرد پایین می‌آید. با توجه به نتایج حاصله، لاین ۲ بهترین لاین بدست

جدول ۷- تجزیه همبستگی عملکرد و برخی صفات کیفی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو منطقه

Table 7. correlation coefficients between yield and some qualitative traits in the genotypes studied in two regions

| عملکرد دانه (kha ⁻¹) | راندمان تبدیل | درصد برنج کامل (%) | درصد برنج خرد (%) | طول دانه قبل از پخت (mm) | عرض دانه قبل از پخت (mm) | طول دانه پس از پخت (mm) | نسبت طول شدن دانه پس از پخت | مقدار آمیلوز (%) | قوام ژل (mm) | درجه حرارت ژلاتینه شدن (° C) |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|
| عملکرد دانه | ۱ | -.۱۹۳ ^{NS} | -.۴۴۹ ^{NS} | .۴۵۹ ^{NS} | -.۱۵۸ ^{NS} | -.۱۹۰ ^{NS} | -.۲۴۸ ^{NS} | -.۰۴۷ ^{NS} | -.۱۸۵ ^{NS} | .۲۸۶ ^{NS} |
| راندمان تبدیل | -.۱۰۵ ^{NS} | ۱ | .۴۶۰ ^{NS} | -.۲۰۸ ^{NS} | -.۰۵۱ ^{NS} | .۴۱۴ ^{NS} | -.۱۴۷ ^{NS} | .۰۷۳ ^{NS} | .۰۴۰ ^{NS} | .۰۳۱ ^{NS} |
| برنج کامل | -.۴۶۸ ^{NS} | .۳۶۷ ^{NS} | ۱ | -.۱۵۱ ^{NS} | -.۰۱۶ ^{NS} | .۴۸۴ [*] | .۱۴۴ ^{NS} | -.۲۱۳ ^{NS} | .۰۲۳ ^{NS} | -.۳۴۷ ^{NS} |
| برنج خرد | .۴۶۸ ^{NS} | -.۳۷۵ ^{NS} | -.۰۹۹۷ ^{**} | ۱ | .۰۰۹ ^{NS} | .۴۸۲ [*] | -.۱۴۱ ^{NS} | .۲۱۱ ^{NS} | -.۰۲۸ ^{NS} | .۳۴۳ ^{NS} |
| طول دانه قبل از پخت | .۴۳۰ ^{NS} | .۱۲۲ ^{NS} | .۱۶۲ ^{NS} | ۱ | -.۱۷۱ ^{NS} | .۴۶۴ ^{NS} | -.۱۲۸ ^{NS} | .۰۷۰ ^{NS} | .۱۲۷ ^{NS} | -.۱۷۸ ^{NS} |
| عرض دانه قبل از پخت | -.۳۱۹ ^{NS} | -.۰۶۸ ^{NS} | .۱۱۲ ^{NS} | -.۰۰۹ ^{NS} | ۱ | -.۰۴۷ ^{NS} | .۲۶۴ ^{NS} | .۱۱۵ ^{NS} | -.۰۷۹ ^{NS} | -.۰۲۸ ^{NS} |
| طول دانه پس از پخت | -.۳۳ ^{NS} | .۲۲۵ ^{NS} | .۳۷۰ ^{NS} | -.۳۵۵ ^{NS} | .۱۸۷ ^{NS} | ۱ | .۱۷۴ ^{NS} | -.۲۴۴ ^{NS} | .۱۵۷ ^{NS} | -.۰۷۶ ^{NS} |
| نسبت طولی شدن دانه پس از پخت | .۳۸۴ ^{NS} | -.۰۶۳ ^{NS} | -.۳۱۳ ^{NS} | .۲۹۷ ^{NS} | .۰۴۹ ^{NS} | -.۰۹۴۵ ^{**} | ۱ | .۰۹۱ ^{NS} | .۰۷۷ ^{NS} | -.۰۳۱ ^{NS} |
| مقدار آمیلوز | -.۰۴۰۴ ^{NS} | .۱۱۲۳ ^{NS} | .۴۰۳ ^{NS} | -.۰۳۸۹ ^{NS} | -.۰۱۲ ^{NS} | .۰۹۲۶ ^{**} | .۸۷۷ ^{**} | ۱ | .۰۰۸ ^{NS} | .۱۵۳ ^{NS} |
| قوام ژل | -.۰۵۰۸ [*] | .۱۱۱۵ ^{NS} | -.۰۰۵ ^{NS} | -.۰۰۹ ^{NS} | -.۲۷۴ ^{NS} | .۵۰۲ [*] | .۵۱۰ [*] | -.۰۵۲۴ [*] | .۴۸۰ [*] | ۱ |
| درجه حرارت ژلاتینه شدن | .۴۰۴ ^{NS} | -.۰۶۱ ^{NS} | -.۳۳۷ ^{NS} | .۳۳۱ ^{NS} | .۰۷۰ ^{NS} | -.۰۹۳۷ ^{**} | -.۰۹۲۴ ^{**} | .۰۹۹۷ ^{**} | -.۰۹۶۴ ^{**} | -.۰۵۲۸ [*] |

** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد، * اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و ^{NS} غیر معنی دار - اعداد بالای جدول همبستگی در منطقه آمل و اعداد پایین جدول همبستگی در منطقه ساری می‌باشد.

منابع

1. Azeez, M.A. and M. Shafi. 1966. Quality in Rice. Technology Bulletin, Department of Agriculture, West Pakistan. 13: 50 pp.
2. Bakhshi-pour, S. 2006. Study of morphological characteristics and yield components of rice lines in two regions of the Mazandaran province. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Bojnourd Branch, Faculty of Agriculture, Bojnourd, Iran, 135 pp (In Persian).
3. Cagampang, G.B., C.M. Perez and B.O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. Journal of Science Food Agriculture, 24: 1589-1594.
4. Dela, C.N., I. Kumar, R.P. Kaushik and G.S. Khush. 1989. Effect of temperature during grain development on stability of cooking quality component in rice. Japanese Journal Breed, 39: 299-306.
5. Dela Cruz, N. and G.S. Khush. 2000. Rice grain quality evaluation procedures. 15-29. In: Singh, R.K., Singh, U.S. and Khush, G.S., Aromatic rices. Science Publishers Inc., Enfield, NH.USA, Printed in India, 289 pp.
6. Hossein zade, N. 2002. Determination of correlation of quantitative and qualitative traits with yield by logical analysis in rice plant. Master's Degree in Agriculture. Mazandaran University. 118 pages.
7. Habibi, F. 2013. Experimental methods for measuring quality characteristic in rice grain. Rice Research Institute of Iran. Rasht, (In Persian).
8. Habibi, F. 2008. Study of physical and chemical characteristics of rice seed and factors affecting the quality of cooking in different varieties of rice. Final report of the research project. Publications of the Rice Research Institute of the country, 56 pp.
9. Huang, M., L. Jiang, Y. Zou and W. Zhang. 2013. On-farm assessment of effect of low temperature at seedling stage on early-season rice quality. Journal of Field Crops Research, 141: 63-68.
10. Juliano, B.O. 1971. Rice: Chemistry and Technology. The American Association of cereal chemists. Inc. St. Paul. Minnesota, USA. 774 pp.
11. 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.
12. Liang, C.G., L.P. Chen, W. Yan, L. Jia, G.L. Xu and L. Tian. 2011. High temperature at grainfilling stage affects nitrogen metabolism enzyme activities in grains and grain nutritional quality in rice. Rice Science, 18: 210-216.
13. 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.
14. Mohammad salehi, M.S. 1989. The laboratory methods for rice quality. Agricultural and Natural Resources Research of Guilan publication, 23 pp (In Persian).
15. Mohtashami, R., GH. Nemat zade, M.T. Asadi and F. Tavasoli Larijani. 1999a. Determination of rice qualitative traits and the correlation between genotypic and phenotypic correlations of these qualitative traits using causality analysis. Summary of articles of the fifth Iranian congress of Plant breeding and crop production. Karaj. Iran, 86 pp.
16. Mohtashami, R., GH. Nemat zade, M.T. Asadi and F. Tavasoli Larijani. 1999b. Determination of genetic and phenotypic correlation of rice quantitative traits with yield using causality analysis. Summary of articles of the fifth Iranian congress of Plant breeding and crop production. Karaj. Iran, pp: 86-87.
17. Rahimsouroush, H., B. Rabiei, M. Nahvi and M. Ghodsi. 2007. Study of some morphological, qualitative traits and yield stability of Rice genotypes (*Oryza Sativa* L.). Journal of Pajouhesh-va-Sazandegi, 20: 25-32 (In Persian).
18. Reddy, K.R., A.S. Zakiuddin and K.R. Bhattacharya. 1993. The fine structure of rice starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. Carbohydrate Polymorphism, 22: 267-275.
19. Sandram, T. and S. Palanisamy. 1994. Path analysis in early rice (*Oryza sativa* L.) MadrasAgricultural Journal, 81: 28-29.
20. Sarawgi, A.K., N.K. Rastogi and D.K. Soni. 1997. Correlation and path analysis in rice accessions from Madhya pradesh. Field Crops Research, 52(1-2): 161-167.
21. Singh, R. K., U.S. Singh and G.S. Khush. 2000. Aromatic rices. Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Lyd. New Delhi, Calcutta. 300 pp.
22. Shi, C.H., J. Zhu, R.C. Zeng and G.L. Chen. 1997. Genetic and heterosis analysis for cooking quality traits of Indica rice in different environments. Journal of Theoretical Applied Genetics, 95: 294-300.
23. Tomar, J. B. 1987. Gentic analysis of amylose content in rice. Agriculture of Journal, 1: 242-245.
24. Mohadedsi, A., S. Bakhshipour, A. Abbasian, A. Sattari and M. Mohammad Salehi. 2013. Study on adaptability, quality and quantity characters of rice genotypes in Mazandaran. Journal of Plant Production, 20(2): 19-36.
25. Juliano, B.O. 1971. Simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today, 16: 334-360.

26. Zhong, L.J. and F.M. Cheng. 2003. Varietal differences in amylose accumulation and activities of major enzymes associated with starch synthesis during grain filling in rice. *Acta Agron. Sinica*, 29: 452-456.
27. WU, S.Z., C.W. Huang, J.Q. WH and Y.Q. Zhong. 1987. Studies on varietal characteristics in cultivars of *Oryza sativa*. V, correlation between genetic parameters of the main characters and selection in cultivars with good grain quality. *Hereditas China*, 9: 4-8.

Investigation of the Yield and Quality Traits of Some Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes

Esmail Khorasany¹, Leila Fahmideh², Nad Ali Babaeian³, Gholam Ali Ranjbar⁴
and Mohammad Ali Najafi⁵

1- Graduated M.Sc. Student, of Department of Plant Breeding and Biotechnology, University of Zabol, Zabol, Iran

2- Associate Professor of Department of plant Breeding and Biotechnology, University of Zabol, Zabol, Iran; Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
(Corresponding author: l.fahmideh@uoz.ac.ir)

3- Professor of Department of Plant Breeding, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

4- Associate Professor of Department of Plant Breeding, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

5- Associate Professor, Department of Food Industry, Zabol University, Zabol, Iran

Received: October 13, 2018 Accepted: March 9, 2019

Abstract

Grain quality in rice is one of the main determinants of marketability and product sales. The aim of this study was to investigate the quality of different rice genotypes in different environments and to identify the genotypes with desirable quality. In this trial, qualitative characteristics of 16 rice genotypes, six introduced lines, 8 parental genotypes and 2 genotypes as control in Amol and Sari regions were investigated. In this study, grain yield and some quality traits of rice included: conversion efficient, total rice percentage, fraction of rice, seed length before cooking, grain size before cooking, grain length after cooking, grain elongation ratio after cooking, amylase content, gel consistency and the gelatinization temperature was evaluated. Simple ANOVA results showed a significant difference between genotypes for all traits in both environments. Combined analysis of variance was performed after ensuring the homogeneity of error variances. The results showed a significant effect of genotypes, indicating a genetic difference between different genotypes, genotype in environment interaction was significant as well. The results of the mean comparison showed that most of the studied genotypes had moderate amylose content, low gelatinization temperature and gel consistency range of 40-70. Most of the qualitative traits showed negative correlation with non-meaningful performance. In conclusion, the results of this experiment showed that line 2 (Sepidrood/IR58025A) has a higher quality than the other lines, because it has a moderate amylose (22%), moderate gelatinization temperature (score 3), and high gel consistency (71/5 mm) under two environments. However, yield of these three lines in contrast to the rest of the investigated lines based on two environments had a lowest mean (3925 kha⁻¹). Therefore, when the yield was increasing, the quality has been decrease.

Keywords: Amylose, Combined variance analysis, Quality traits, Rice genotypes