

اثر زمان برداشت و رطوبت شلتوک بر راندمان، ضریب تبدیل و نیروی گسیختگی خمش برنج رقم هاشمی

سعید فیروزی^{۱*} و محمدرضا علیزاده^۲

^۱گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
^۲بخش فنی و مهندسی موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: sacedfirouzi@yahoo.com تلفن تماس: ۰۱۳۱-۴۲۲۲۱۵۳-۴

دریافت: ۹۲/۱۲/۰۳ پذیرش: ۹۳/۰۵/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثر زمان برداشت و رطوبت تبدیل شلتوک بر نیروی گسیختگی برنج قهوه‌ای، راندمان تبدیل برنج سالم و ضریب تبدیل شلتوک برنج رقم هاشمی، تحقیقی مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۱ در موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. پنج زمان برداشت ۲۴، ۲۷، ۳۰، ۳۳ و ۳۶ روز پس از پنجاه درصد گل‌دهی گیاه برنج و چهار سطح رطوبت تبدیل شلتوک شامل ۸/۵، ۱۰/۵، ۱۲/۵ و ۱۴/۵ درصد بر پایه خشک برای تحقیق در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که نیروی گسیختگی برنج قهوه‌ای با افزایش رطوبت تبدیل شلتوک در تمام سطوح زمان برداشت، به شکل معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0/01$). بیشترین نیروی گسیختگی برنج قهوه‌ای ($20/74 \pm 0/16$ N) در رطوبت تبدیل ۸/۵٪ و زمان برداشت ۲۷ روز پس از پنجاه درصد گلدهی ثبت گردید. در هر حال بین نیروی گسیختگی دانه در ۲۷ و ۳۰ روز پس از پنجاه درصد گلدهی، اختلاف معنی‌داری دیده نشد. بیشترین میانگین راندمان تبدیل برنج سفید سالم (۵۷/۹۱٪) در سومین زمان برداشت یعنی ۳۰ روز پس از پنجاه درصد گلدهی اندازه‌گیری شد. برداشت زودتر یا دیرتر به طور معنی‌داری، راندمان تبدیل برنج سالم را کاهش داد. همبستگی معنی‌داری ($r = 0/9071$) بین مقاومت گسیختگی برنج قهوه‌ای و راندمان تبدیل برنج سالم مشاهده شد ($P < 0/01$). به علاوه بیشترین میانگین ضریب تبدیل (۶۸/۸۷٪) در ۳۶ روز پس از پنجاه درصد گلدهی تعیین شد، اما بین مقادیر ضرایب تبدیل شلتوک در فاصله ۲۷ تا ۳۶ روز بعد از گلدهی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین برداشت در ۳۰ روز پس از پنجاه درصد گلدهی و رطوبت تبدیل شلتوک ۸/۵٪ بر پایه خشک، به عنوان مناسب‌ترین شرایط برای برداشت و تبدیل برنج رقم هاشمی در استان گیلان تعیین گردید.

کلمات کلیدی: برنج، کیفیت تبدیل، محتوای رطوبت، مقاومت مکانیکی

برنج (*Oryza sativa* L.) غذای اصلی دو میلیارد

۱- مقدمه

نفر از مردم جهان است. این محصول ۴۰ تا ۷۰ درصد

از کل پروتئین مورد نیاز مردم قاره آسیا را تامین می‌کند (دتا، ۲۰۰۴). قیمت نهایی برنج سفید به کیفیت تبدیل آن بستگی دارد. راندمان تبدیل برنج سالم به عنوان مهم‌ترین شاخص ارزیابی کیفی برنج سفید شناخته می‌شود (Yang et al., 2003). برنج سالم به برنجی گفته می‌شود که طول دانه آن از سه‌چهارم طول یک دانه کامل بیشتر باشد و راندمان تبدیل برنج سالم نیز نسبت جرمی برنج سفید سالم باقیمانده بعد از تکمیل عملیات تبدیل به شلتوک خشک‌شده‌ی ورودی گفته می‌شود (Salton & Gupta, 2006). از آنجایی که برنج خروجی سیستم‌های تبدیل شلتوک شامل برنج سفید سالم و شکسته است از این رو کاهش نسبت دانه‌های شکسته، معادل افزایش راندمان تبدیل برنج سالم خواهد بود. کیفیت پخت برنج سفید شکسته از برنج سفید سالم کمتر و قیمت آن نیز پایین‌تر است (Iguaz et al., 2006).

تبدیل برنج، آخرین مرحله از عملیات پس از برداشت شالی است. این عملیات شامل مراحل مختلفی است که باید به گونه‌ای انجام شوند که توقعات مصرف‌کننده را تامین کنند. پوست‌کنی و سفیدکنی شلتوک، دو بخش اصلی این عملیات را تشکیل می‌دهند (تجددی طلب و همکاران، ۲۰۱۲). به عمل جداسازی پوست از دانه شلتوک و تولید برنج قهوه‌ای، پوست‌کنی گفته می‌شود. به فرآیند حذف لایه سبوس از دانه برنج قهوه‌ای نیز سفیدکنی گفته می‌شود که نتیجه آن تولید برنج سفید است. در طی این دو عمل، برخی نیروهای فشاری، خمشی، برشی و اصطکاکی به دانه‌های برنج اعمال می‌شوند که در نتیجه، موجب شکستن دانه‌ها و کاهش برنج سالم می‌شوند (Iguaz et al., 2002). در

این میان، دانه‌های ضعیف‌تر به راحتی می‌شکنند. عموماً، دانه‌های برنج ضعیف و حساس به شکست شامل دانه‌های گچی، ترک‌خورده، نارس و مرطوب هستند. بنابراین کلیه‌ی عواملی که چنین شرایطی را در شلتوک ایجاد می‌کنند، جزء عوامل شکستگی برنج سفید در فرآیند تبدیل شلتوک به شمار می‌روند. این عوامل به عنوان عوامل قبل از تبدیل شناخته می‌شوند. زمان برداشت برنج از جمله این عوامل است که اثر آن بر کیفیت برنج سفید بسیار مورد تاکید قرار گرفته است. برداشت زودتر یا دیرتر می‌تواند منجر به بروز دانه‌های سبز و نارس یا دانه‌های ترک‌دار شود. بنابراین مقدار دانه‌های شکسته در زمان تبدیل شلتوک، به شکل قابل توجهی افزایش می‌یابد. نتیجه تحقیق تانوس و همکاران (۱۹۹۶) در یونان نشان داد که برای هر رقم شلتوک، زمان مناسبی وجود داشت که در آن، بیشترین ضریب تبدیل و راندمان تبدیل برنج سالم به دست آمد. حسین و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی بر روی سه رقم برنج معطر در بنگلادش دریافتند که در ۳۰ تا ۳۵ روز بعد از گلدهی گیاه برنج، بیشترین راندمان تبدیل برنج سالم به دست آمد. نتایج شورک و بشر (۱۹۹۸) نیز نشان داد که کمترین مقدار شکستگی برنج سفید در ترکیه، در ۴۹ روز پس از گلدهی گیاه برنج تعیین گردید.

مالک و همکاران (۱۹۸۱) اثر زمان برداشت و روش‌های خشک‌کردن بر کیفیت تبدیل شالی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که بیشترین راندمان تبدیل برنج سالم برای ارقام باسماتی ۳۷۰ و IR 6-945 در ۳۴ روز پس از گلدهی و برای رقم باسماتی ۱۹۸ در ۴۰ روز پس از گلدهی گیاه برنج به دست آمد. همچنین سبینمورگن و همکاران (۲۰۰۶)،

مرور نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که تاکنون پژوهشی در مورد اثر زمان برداشت بر کیفیت تبدیل برنج در ایران صورت نگرفته است. به علاوه در این تحقیق، اثر توام زمان برداشت و رطوبت تبدیل شلتوک برنج رقم هاشمی در استان گیلان بر صفات کیفی تبدیل شامل ضریب تبدیلو راندمان تبدیل برنج سالم و همچنین صفت مکانیکی نیروی شکستگی دانه برنج بررسی شد تا رابطه‌ی مقاومت مکانیکی دانه‌های برنج با صفات کیفی آن‌ها نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱ در موسسه تحقیقات برنج کشور انجام گرفت. بدین منظور از طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در چهار تکرار استفاده گردید. زمان‌های برداشت برنج در پنج سطح ۲۴، ۲۷، ۳۰، ۳۳ و ۳۶ روز پس از گلدهی در نظر گرفته شد که پس از تایید کارشناسی زمان گلدهی توسط کارشناسان بخش زراعت موسسه تحقیقات برنج کشور، برداشت آن به ترتیب در تاریخ‌های ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ مردادماه ۱۳۹۱ انجام گرفت. رطوبت زمان برداشت شلتوک به ترتیب ۲۳/۷، ۲۰/۵، ۱۸/۸، ۱۷/۲ و ۱۵/۹ درصد بر پایه خشک ثبت گردید. همچنین به منظور بررسی اثر رطوبت تبدیل شلتوک بر کیفیت تبدیل برنج دانه‌بلند رقم هاشمی به عنوان متداولترین رقم در استان گیلان، چهار سطح رطوبت زمان تبدیل شامل ۹-۸، ۱۱-۱۰، ۱۳-۱۲ و ۱۴-۱۵ درصد بر پایه خشک در نظر گرفته شد.

عملیات آماده‌سازی زمین و نشاءکاری به ترتیب با خیش تیلری و روش دستی انجام گرفت. نشاءها در

بهترین زمان برداشت برنج را به شکل رطوبت زمان برداشت تعیین کردند. آن‌ها دریافتند که به منظور دستیابی به بیشترین راندمان تبدیل برنج سالم، محدوده عمومی رطوبت زمان برداشت برنج برای ارقام دانه‌بلند ۱۹ تا ۲۲ و برای ارقام دانه‌ی متوسط ۲۲ تا ۲۴ درصد بر پایه‌ی خشک بود.

به علاوه، اهمیت اثر محتوای رطوبت شلتوک بر کیفیت تبدیل مورد تایید قرار گرفته است (Kunzev & Banaszek & Siebenmorgen, Prasad, 2006؛ Yan et al., 1990؛ فیروزی و علیزاده، ۲۰۱۱). دانه‌های خیلی خشک و خیلی مرطوب نسبت به شکستگی برنج در فرآیند تبدیل برنج بسیار حساس هستند و در نتیجه راندمان برنج سالم کاهش می‌یابد. این موضوع در چند تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است (فیروزی و همکاران، ۲۰۱۰؛ وب و کالدروود، ۱۹۷۷؛ باناسزک و همکاران، ۱۹۸۹).

وقتی محتوای رطوبت شلتوک بسیار کم است، کیفیت تبدیل برنج سفید پایین است (استیپ و همکاران، ۱۹۷۱). باناسزک و همکاران (۱۹۸۹) در تحقیق آزمایشگاهی خود به این نتیجه رسیدند که راندمان تبدیل برنج سالم با کاهش رطوبت شلتوک، افزایش یافت. آنچتا و آندالس (۱۹۹۰) همچنین نتیجه گرفتند که مقادیر بیشتر راندمان تبدیل برنج سالم در کمترین رطوبت شلتوک مورد بررسی آن‌ها یعنی ۱۲ درصد مشاهده شد. در مطالعه آزمایشگاهی جوما عمر و یاماشیتا (۱۹۸۷) با پوست‌کن غلتکی لاستیکی ساتاکه ژاین، متوسط درصد شکستگی برنج سفید با افزایش رطوبت تبدیل در محدوده ۸ تا ۱۳ درصد، افزایش یافت.

ضریب تبدیل برنج از رابطه ۱ استفاده شد (پن و همکاران، ۲۰۰۷):

$$MY (\%) = \frac{W_t}{W_p} \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

W_t = وزن کل برنج سفید (سالم+شکسته) (g) و

W_p = وزن شلتوک خشک قبل از تبدیل (g).

همچنین برای محاسبه راندمان تبدیل برنج سفید

سالم از رابطه ۲ استفاده شد (پن و همکاران، ۲۰۰۷):

$$HRY (\%) = \frac{W_d}{W_p} \times 100 \quad (2)$$

که در آن:

W_d = وزن برنج سفید سالم (g) و

W_p = وزن شلتوک خشک قبل از تبدیل (g).

تعداد ۵۰ عدد دانه شلتوک از هر نمونه شلتوک خشک شده، به طور تصادفی انتخاب و با دست پوست کنده شد. سپس نیروی گسیختگی خمشی دانه‌های برنج قهوه‌ای به وسیله دستگاه تست خمش سه نقطه‌ای بر حسب نیوتن (N) اندازه‌گیری و ثبت شد. این دستگاه از یک نیروسنج دیجیتال (Lutron model FG-5020, Taiwan) با دقت ۰/۰۱N تشکیل شده که به شکل عمودی بر روی یک شاسی مناسب سوار شده است. سرعت بارگذاری به کمک گیربکس دستگاه، بر روی 10 mm.min^{-1} تنظیم گردید (باقری و همکاران، ۲۰۱۱).

تجزیه‌ی واریانس داده‌ها به کمک نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و میانگین‌های صفات معنی‌دار شده نیز به کمک آزمون LSD مورد مقایسه قرار گرفتند.

تاریخ ۱۵ خرداد با فاصله کاشت مربعی 20×20 سانتیمتر در سه کرت بزرگ به ابعاد 3×15 متر مربع کاشته شد. کرت‌های آزمایشی تحت عناوین R_1 ، R_2 ، R_3 و R_4 نام‌گذاری شدند. سپس در زمان برداشت، به طور تصادفی در قالب ۵ زیرکرت شامل H_1 ، H_2 ، H_3 ، H_4 و H_5 برای پنج زمان برداشت، تقسیم بندی شدند. در زمان برداشت، شالی به روش دستی برداشت شد و با یک دستگاه خرمنکوب ساده‌ی موتوردار خرمنکوبی شد. شلتوک کوبیده شده به کمک یک دستگاه بوجاری مناسب (SATAKE Co. Ltd, Japan) تمیز گردید. سپس شلتوک‌های بوجاری شده در ۴ بسته‌ی ۲۵۰ گرمی بسته بندی شده و هر یک به وسیله خشک‌کن آزمایشگاهی (Memmart Model 600, Germany) تحت دمای ثابت ۴۵ درجه سانتیگراد تا رسیدن به سطوح رطوبتی مورد نظر خشک شدند. آزمایش رطوبت شلتوک با رطوبت‌سنج دیجیتال دانه (Model GMK-303R5-Korea) انجام شد.

نمونه‌های شلتوک‌های خشک‌شده برای عملیات تبدیل و اندازه‌گیری‌های مربوطه، درون کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شدند. ۱۵۰ گرم شلتوک خشک از هر تیمار آزمایشی توزین گردید و به وسیله پوست‌کن غلتکی لاستیکی (SATAKE Co. Ltd, Japan) پوست‌کنی شد و سپس برنج قهوه‌ای بدست آمده به وسیله سفیدکن

آزمایشگاهی (McGill Miller, USA) سفید گردید. هر نمونه برنج تبدیل شده، با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید و برنج سالم و شکسته در هر نمونه برنج، به کمک دستگاه الک دوار آزمایشگاهی جدا شده و وزن هر یک ثبت گردید. برای محاسبه

۳- نتایج و بحث

ترتیب در سطوح آماری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ معنی‌دار بودند. همچنین اثر زمان برداشت و رطوبت تبدیل شلتوک بر ضریب تبدیل و راندمان تبدیل برنج سالم در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول ۱ نشان می‌دهد که اثر زمان برداشت برنج و رطوبت تبدیل شلتوک بر نیروی گسیختگی خمشی برنج قهوه‌ای به

جدول ۱. جدول تجزیه واریانس اثر زمان برداشت و رطوبت تبدیل شلتوک بر صفات راندمان تبدیل برنج سالم، ضریب تبدیل و نیروی گسیختگی خمشی برنج قهوه‌ای

Table 1. Analysis of variance table and humidity effect of a grain of rice traits conversion efficiency, conversion rate and brown rice transverse rupture strength

میانگین مربعات (MS)			درجه آزادی (df)	منابع تغییرات
نیروی گسیختگی خمشی دانه قهوه‌ای	ضریب تبدیل شلتوک	راندمان تبدیل برنج سالم		
۱/۶۴	۱/۴۵	۱۱/۰۳	۳	تکرار
۳/۴۵ *	۷/۳۱ **	۹۷/۴۷ **	۴	زمان برداشت
۵۸۰/۲۳ **	۴۳/۷۳ **	۱۵۵/۰۱ **	۳	رطوبت تبدیل
۷/۲۸۳ **	۱/۲۷ ^{NS}	۵/۸۸ ^{NS}	۱۲	زمان برداشت در رطوبت تبدیل
۱/۱۰	۰/۹۳	۵/۴۲	۵۷	خطای آزمایش
۷/۱۷٪	۱/۴۱٪	۱/۱۵٪		ضریب تغییرات

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ NS؛ عدم وجود اختلاف معنی‌دار

توسط برخی از محققان دیگر (Ancheta, C.J. and 1990 Andales, S.C, ۲۰۱۲) گزارش شده‌است. مطالعه‌ی باقری و همکاران (۲۰۱۱) همچنین نشان داد که نیروی گسیختگی فشاری برنج قهوه‌ای با افزایش رطوبت دانه در محدوده رطوبتی ۸ تا ۱۴ درصد بر پایه خشک، کاهش یافت. در ضمن اثر متقابل معنی‌دار رطوبت تبدیل و زمان برداشت برنج بر نیروی گسیختگی برنج قهوه‌ای، نشان دهنده‌ی روند تغییرات غیرهمسان این صفت در سطوح مختلف رطوبتی و در زمان‌های برداشت متفاوت است، با توجه به مفهوم خطای استاندارد، در جدول اثرات متقابل عوامل مورد بررسی (جدول ۲)، در فاصله ۳۳ تا

نتایج جدول تجزیه و واریانس همچنین بیانگر آن بود که اثر متقابل زمان برداشت و رطوبت تبدیل شلتوک نیز بر نیروی خمشی معنی‌دار شد ($p=0/01$). در هر حال اثر متقابل زمان برداشت و رطوبت تبدیل شلتوک بر ضریب تبدیل و راندمان تبدیل کل معنی‌دار نبود؛ این موضوع نشان می‌دهد که ضریب تبدیل و راندمان تبدیل برنج سالم در هر زمان برداشت، نسبت به رطوبت تبدیل، روندی مشابه نداشت.

بر اساس نتایج جدول ۲، نیروی خمشی گسیختگی برنج قهوه‌ای با افزایش رطوبت شلتوک در تمام زمان‌های برداشت، به شکل معنی‌داری کاهش یافت. کاهش نیروی خمشی با افزایش رطوبت دانه همچنین

۳۶ روز پس از گلدهی گیاه برنج، تغییر در مقدار نیروی گسیختگی برنج قهوه‌ای در سطح رطوبتی ۸-۹ درصد به صورت افزایشی و معنی‌دار است اما در سطح رطوبتی ۱۰-۱۱ درصد، افزایش آن معنی‌دار نبوده و در سایر سطوح رطوبتی، به شکل کاهش غیرمعنی‌دار است. این موضوع احتمالاً به روند تغییرات سفت شدن مولکولهای نشاسته در زمان‌های برداشت مختلف برنج و تاثیر رطوبت تبدیل بر آن، مربوط می‌شود که البته تایید این احتمال، مستلزم تحقیقات آزمایشگاهی است.

جدول ۲. اثر متقابل زمان برداشت برنج و رطوبت تبدیل شلتوک بر نیروی گسیختگی خمشی برنج قهوه‌ای رقم هاشمی (نیوتن)

Table 2. Interactions between harvest time paddy rice and water into force on the flexural rupture brown rice Hashem (Newton)

رطوبت تبدیل شلتوک (بر پایه خشک، %)				زمان برداشت
۱۴-۱۵	۱۲-۱۳	۱۰-۱۱	۸-۹	
۵/۶۲±۰/۳۲	۱۱/۰۲±۰/۸۸	۱۸/۳۹±۰/۲۳	۱۹/۷۴±۰/۲۵	۲۴ روز پس از گلدهی
۸/۴۷±۱/۲۷	۱۱/۶۲±۱/۴۶	۱۸/۰۶±۰/۱۳	۲۰/۷۴±۰/۱۶	۲۷ روز پس از گلدهی
۹/۲۹±۰/۵۰	۱۵/۴۹±۰/۳۸	۱۸/۰۸±۰/۲۱	۲۰/۳۸±۰/۲۴	۳۰ روز پس از گلدهی
۷/۰۴±۰/۴۳	۱۲/۷۴±۰/۴۲	۱۷/۱۳±۰/۲۷	۲۰/۲۷±۰/۱۶	۳۳ روز پس از گلدهی
۹/۰۱±۰/۳۷	۱۳/۲۶±۰/۲۷	۱۷/۱۳±۰/۲۳	۱۸/۷۲±۰/۳۵	۳۶ روز پس از گلدهی

مقادیر نیروی گسیختگی خمشی به همراه خطای استاندارد (SE) گزارش شده‌اند.

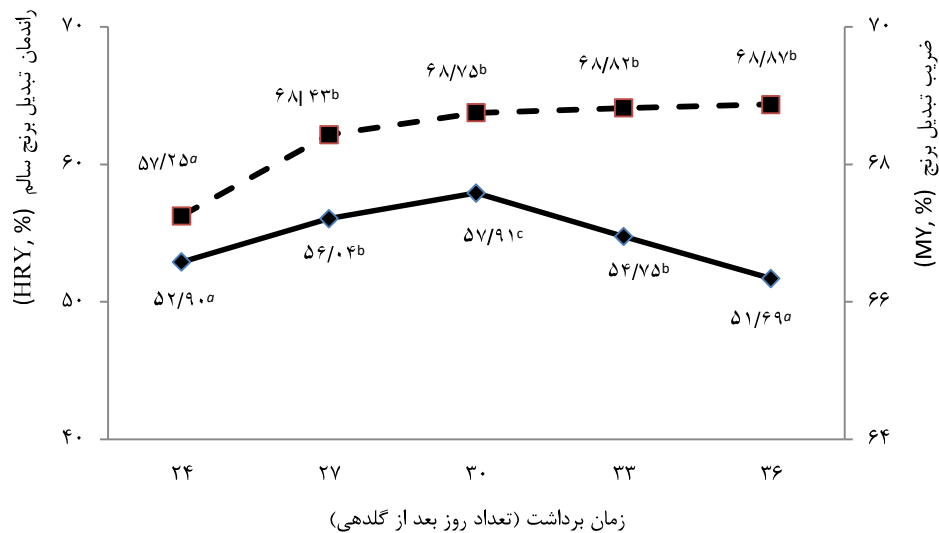
ترک‌دار خواهند بود، بنابراین بالاتر بودن میانگین نیروی گسیختگی برنج قهوه‌ای در سطوح میانی محدوده زمانی برداشت برنج رقم هاشمی، می‌تواند به کمتر بودن نسبت دانه‌های ضعیف نارس و ترک‌خورده مربوط باشد. از سوی دیگر، نیروی گسیختگی کمتر دانه‌های مرطوب‌تر در محدوده رطوبتی مورد بررسی، می‌تواند به تاثیر معکوس رطوبت بر مقاومت خمشی دانه‌های برنج مربوط باشد (Ancheta & Andales, 1990). تجددی طلب و همکاران، (۲۰۱۲).

شکل ۱ نشان می‌دهد که راندمان تبدیل برنج سالم با گذشت زمان برداشت در محدوده مورد بررسی، ابتدا

بررسی‌های بیشتر نشان می‌دهد که نیروی گسیختگی خمشی برنج قهوه‌ای در رطوبت تبدیل شلتوک ۸/۵ درصد و زمان برداشت ۲۷ روز پس از گلدهی، بیشترین مقدار (۲۰/۷۴±۰/۱۶ N) را داشت. در هر حال بین مقادیر نیروی شکست خمشی دانه‌های برنج قهوه‌ای در دو زمان برداشت ۲۷ و ۳۰ روز پس از گلدهی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این نتیجه می‌تواند به رسیدگی بیشتر برنج در محدوده زمانی مورد بررسی مربوط باشد. بر اساس نظر سیبیمورگن و همکاران (۲۰۰۶)، دانه‌های برنج در برداشت زودرس، اغلب سبز و نارس و در برداشت دیررس، اغلب به شکل

نسبت بیشتر دانه‌های سبز و نارس در برداشت زودتر از موعد (۲۴ روز بعد از گلدهی) و افزایش تعداد دانه‌های ترک‌خورده در زمان برداشت دیرتر (۳۶ روز پس از گلدهی) مربوط باشد (Siebenmorgen et al., 2006).

به شکل معنی‌داری افزایش یافت و پس از رسیدن به مقدار ماکزیمم ۵۷/۹۱٪ در زمان برداشت ۳۰ روز بعد از گلدهی، مجدداً به شکل معنی‌داری کاهش یافت. بر این اساس، کمترین مقادیر راندمان تبدیل برنج سفید به اولین و آخرین زمان برداشت برنج اختصاص داشت (به ترتیب ۵۲/۹۰ و ۵۱/۶۹ درصد). این نتیجه می‌تواند به



شکل ۱. اثر زمان برداشت بر راندمان تبدیل برنج سفید سالم و ضریب تبدیل (----- ضریب تبدیل؛ راندمان تبدیل برنج سالم) (حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است) ($p=0/01$)

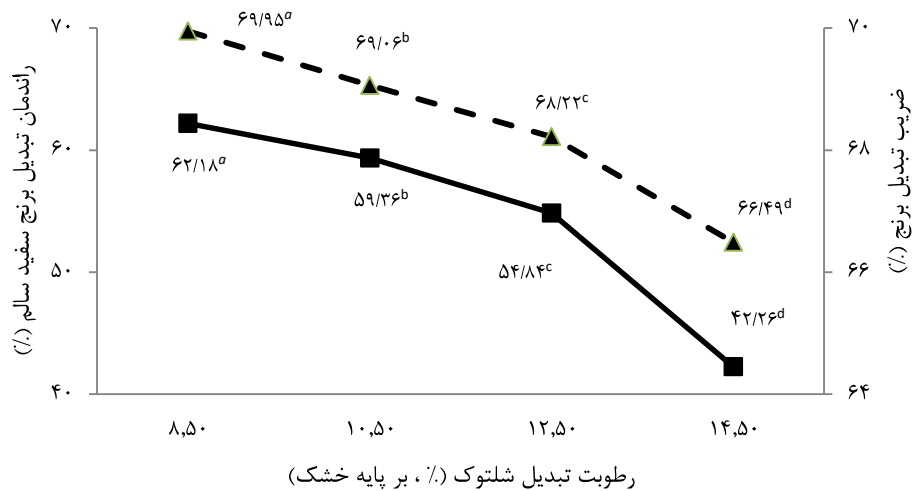
(Sürek & Sürek, 1998; Malek et al., 2006; Hossain et al., 2006). ذکر این نکته ضروری است که نوع واریته شلتوک، محدوده زمان برداشت مورد مطالعه و شرایط آب و هوایی هر منطقه بر نتایج متنوع گزارش شده از سوی این محققان تاثیر داشته است. همچنین شکل ۲ روند کاهشی راندمان تبدیل برنج سالم را نسبت به افزایش رطوبت تبدیل را نشان می‌دهد. با افزایش رطوبت شلتوک در محدوده رطوبتی مورد بررسی، راندمان تبدیل برنج سفید سالم به شکل

برخی مطالعات نیز روندی مشابه را نشان داده‌اند. در مطالعه باتیستا و همکاران (۲۰۰۹)، راندمان تبدیل برنج سالم با گذشت زمان برداشت، ابتدا به بیشترین مقدار خود رسید و سپس کاهش یافت. در هر حال در تحقیق تانوس و همکاران (۱۹۹۶) در یونان، افزایش درصد خردشدگی برنج سفید با گذشت زمان برداشت به شکل صعودی افزایش یافت. همچنین مقادیر زمان‌های برداشت مختلفی برای دستیابی به حداکثر راندمان تبدیل برنج سالم در برخی تحقیقات گزارش شده‌است

معنی‌داری کاهش یافت، به نحوی که بیشترین مقدار ۶۲/۱۸٪ و کمترین مقدار ۴۲/۲۶٪ به ترتیب در حداقل و حداکثر رطوبت تبدیل شلتوک ۸/۵ و ۱۴/۵ درصد بر پایه خشک مشاهده شد. این موضوع می‌تواند ناشی از مقاومت خمشی کمتر دانه‌های برنج مرطوب در برابر تنش‌های وارده در ماشین‌های تبدیل باشد. این نتیجه با همبستگی بالا و معنی‌دار بین راندمان تبدیل سالم و نیروی خمشی گسیختگی برنج تایید می‌گردد (۲۰۰۵) (۲۰۱۷/۹۰/۱=I در شکل ۳). سبینمورگن و کین (۲۰۰۵) همچنین بیان کردند که بین راندمان تبدیل برنج سالم و درصد دانه‌های برنجی که مقاومت آن‌ها از ۲۰ نیوتن بیشتر بود، رابطه معنی‌داری وجود داشت. نصیر احمدی و همکاران (۲۰۱۴) نیز در تحقیق خود نتیجه گرفتند که با کاهش رطوبت شلتوک‌های نیم‌جوش شده ارقام طارم و فجر در محدوده رطوبتی ۱۲-۸ درصد، راندمان تبدیل برنج سالم به شکل معنی‌داری افزایش پیدا کرد. همچنین نتایج تحقیق صادقی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که با افزایش محتوای رطوبت شلتوک، راندمان تبدیل برنج سفید سالم در تبدیل با سفیدکن اصطکاکی کاهش یافت اما در تبدیل با سفیدکن سایشی، تغییرات در مقدار این صفت معنی‌دار نبود.

شکل ۱ نشان می‌دهد که کمترین میانگین ضریب تبدیل برنج ۶۷/۲۵٪ در ۲۴ روز پس از گلدهی به دست آمد. اگرچه ضریب تبدیل با تاخیر در زمان برداشت

برنج، افزایش یافت اما اختلاف معنی‌داری بین مقادیر به دست آمده در ۲۷ تا ۳۶ روز پس از گلدهی وجود نداشت. در توجیه این نتیجه شاید بتوان گفت که به دلیل وجود دانه‌های نارس و سبز بیشتر در زمان برداشت زودرس (۲۴ روز پس از گلدهی)، مقادیر بیشتری از خرده برنج‌های ریز در مرحله تبدیل تولید می‌شود. از آن جایی که این دانه‌های بسیار ریز به راحتی از سوراخ‌های صفحه سوراخ‌دار عبور می‌کنند، لذا کمترین مقدار ضریب تبدیل در اولین زمان برداشت، مشاهده شد. به نظر می‌رسد که مقادیر دانه‌های بسیار ریز برنج سفید در زمان‌های بعدی برداشت، اختلاف معنی‌داری نداشته است. همچنین مقدار ضریب تبدیل با افزایش رطوبت تبدیل، به شکل معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۲). به طوری که بیشترین ۶۹/۹۵٪ و کمترین ۶۶/۴۹٪ مقدار ضریب تبدیل به ترتیب در حداقل و حداکثر رطوبت تبدیل شلتوک ۸/۵ و ۱۴/۵ درصد ثبت شد. نظیر بررسی اثر عامل رطوبت شلتوک بر صفت راندمان تبدیل برنج سفید سالم، این روند به رابطه معکوس نیروی شکستگی برنج با محتوای رطوبت آن مربوط می‌شود. در تحقیق نصیر احمدی و همکاران (۲۰۱۴) نیز با کاهش رطوبت در محدوده رطوبتی ۱۲-۸ درصد، ضریب تبدیل شلتوک‌های نیم‌جوش شده ارقام طارم و فجر به شکل معنی‌داری افزایش یافت.



شکل ۲. اثر رطوبت تبدیل شلتوک بر راندمان تبدیل برنج سفید سالم و ضریب تبدیل

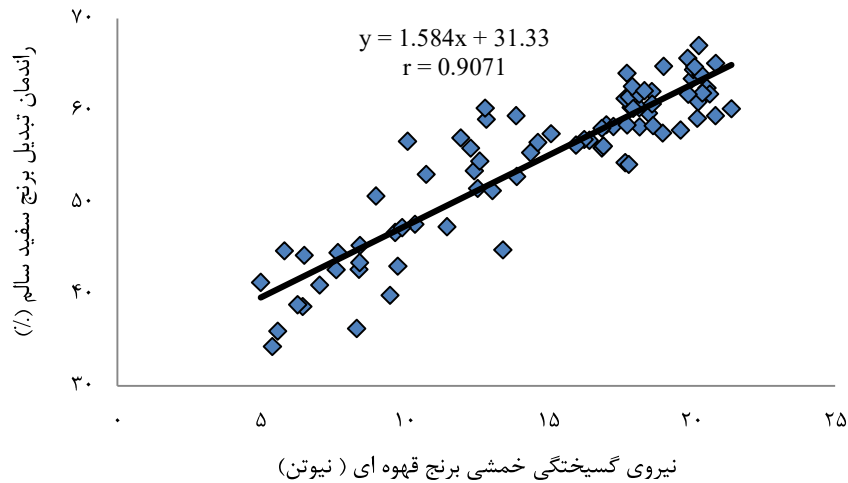
(----- ضریب تبدیل؛ راندمان تبدیل برنج سالم ———)

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است ($P=0/01$)

۴- نتیجه‌گیری

در وضعیت مناسبی قرار داشت. همچنین اثر رطوبت تبدیل شلتوک بر راندمان تبدیل سالم و ضریب تبدیل معنی‌دار شد ($p=0/01$). همه صفات مورد مطالعه در این تحقیق، با کاهش رطوبت تبدیل شلتوک، افزایش یافتند. همبستگی قوی و معنی‌داری بین راندمان تبدیل برنج سفید سالم و نیروی خمشی گسیختگی برنج قهوه‌ای به دست آمد ($F=0/9071$). با توجه به روند تغییرات معنی‌دار راندمان تبدیل برنج سالم و ضریب تبدیل نسبت به زمان برداشت و رطوبت تبدیل شلتوک، رطوبت تبدیل ۹-۸٪ و زمان برداشت ۳۰ روز پس از گلدهی به عنوان مناسب‌ترین زمان برداشت برنج رقم هاشمی در استان گیلان تعیین گردید.

نتایج این تحقیق نشان داد که زمان برداشت اثر معنی‌داری بر راندمان تبدیل برنج سالم، ضریب تبدیل شلتوک و نیروی گسیختگی خمشی برنج قهوه‌ای داشته‌است. به منظور دستیابی به بالاترین مقادیر صفات کیفی راندمان تبدیل برنج سالم ۵۷/۹۱٪، زمان ۳۰ روز پس از گلدهی به عنوان مناسب‌ترین زمان برداشت برنج رقم هاشمی در استان گیلان تعیین گردید. از آن جایی که بین مقادیر ضریب تبدیل برنج در زمان‌های برداشت ۳۰، ۲۷، ۳۳ و ۳۶ روز پس از گلدهی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت لذا ضریب تبدیل برنج نیز در زمان برداشت ۳۰ روز بعد از گلدهی



شکل ۳. رابطه بین راندمان تبدیل برنج سالم و نیروی گسیختگی خمشی برنج قهوه‌ای؛ خط ترسیم شده با رابطه $y=ax+b$ مقدار راندمان تبدیل برنج سالم را به عنوان تابعی از نیروی گسیختگی خمشی (x) نشان می‌دهد.

همچنین از موسسه تحقیقات برنج کشور به خاطر

مساعدت در اجرای پژوهش مذکور، تشکر می‌گردد.

۵- قدردانی

بدینوسیله از حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی

واحد رشت در اجرای این تحقیق قدردانی می‌گردد.

۶- فهرست منابع

1. Ancheta, C.J. and Andales, S.C. 1990. Total milled and head rice recoveries of paddy as influenced by its physic-varietal characteristics. **Agric. Mech. Asia Afr. Lat. Am.** 21(1):50-54.
2. Bagheri, I., Dehpour, M.B., Payman, S.H. and Zareiforoush, H. 2011. Rupture strength of brown rice varieties as affected by moisture content and loading rate. **Aust. J. Cr. Sci.** 5(10):1239-1246.
3. Banaszek, M.M. and Siebenmorgen, T.J. 1990. Head rice yield reduction rates caused by moisture adsorption. **Trans. ASAE** 33(4):1263-1269.
4. Banaszek, M.M., Siebenmorgen T.J. and Sharp, R.N. 1989. Effects of moisture content at milling on head rice yield and degree of milling. **Arkansas Farm Res** 38(2): 15. University of Arkansas, Fayetteville.
5. Bautista, R.C., Siebenmorgen, T.J. and Mauromoustakos, A. 2009. The role of rice individual kernel moisture content distributions at harvest on milling quality. **Trans. ASABE** 52(5):1611-1620.

6. Datta, S.K. 2004. Rice biotechnology: A need for developing countries. **J. Agrobiotechnol Management & Economics**, 7(1&2):31-35. Available on the World Wide Web: <http://www.agbioforum.org>.
7. Hossain, M.F., Bhuiya, M.S.U., Ahmed, M. and Mian, M.H. 2009. Effect of Harvesting Time on the Milling and Physicochemical Properties of Aromatic Rice. **Thai. J. Agric. Sci.** 42(2):91-96.
8. Firouzi, S. and Alizadeh, M.R. 2011. Effect of whitener type and paddy moisture content on rice grain damage during milling process. **American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.**, 10 (3):470-474.
9. Firouzi, S., Alizadeh, M.R. and Minaei, S. 2010. Effect of rollers differential speed and paddy moisture content on performance of rubber roll husker. **International Journal of Natural and Engineering Sciences**, 4 (3): 37-42.
10. Iguaz, A., Rodríguez, M. and Virseda, P. 2006. Influence of handling and processing of rough rice on fissures and head rice yields. **J. Food Eng.**, 77(4): 803–809.
11. Juma Omar, S. and Yamashita, R. 1987. Rice drying, Husking and Milling, Part II Husking. **Agric. Mech. Asia Afr. Lat. Am.** 18(3):53-56.
12. Kunze, O.R. and Prasad S. 1978. Grain fissuring potentials in harvesting and drying rice. **Trans. ASAE** 21(2):361-266.
13. Malik, A., Mjid, A. and Ahmad, S. 1981. Effect of harvesting time and drying method on paddy yield and milling quality in different varieties. **Pak. J. Agric. Res.** 2(1):7-12.
14. Nasirahmadi, A. Emadi, B. and Abbaspour-Fard M.H. 2014. Influence of Moisture Content, Variety and Parboiling on Milling Quality of Rice Grains. **Rice Science**, 21(2): 116-122.
15. Ntanos, D., PhilippouN. and Hadjisavva-Zinoviadi, S. 1996. Effect of rice harvest time on milling yield and grain breakage. **Cahiers Options Méditerranéennes**, 15(1):23-28.
16. Pan, Z, Amaratunga, K.S.P. and Thompson, J.F. 2007. Relationship between rice sample milling conditions and milling quality. **Am. Soc. Agric. Biol. Eng.**, 50(4): 1307–1313.
17. Sadeghi, M., Hoseinian, S.H. and Hemmat A. 2012. Influence of moisture content and whitening method on degree of milling and head rice yield of three Iranian rice varieties. **Aust J Crop Sci**, 6(11):1481-1485.
18. Salton, N. 2000. **Rice Production Handbook**. University of Arkansas Cooperative Extension Service, Little Rock, AR. Handbook MP192. Chapter 12, pp:113.
19. Shitanda, D., NishiyamaY. and Koide S. 2002. Compressive strength of rough rice considering variation of contact area. **J. Food Eng.** 53:53-58.
20. Siebenmorgen, T.J., Bautista R.C. and Counce P.A. 2006. Optimal harvest moisture contents for maximizing rice milling quality. **Rice Quality Process**. B.R. Wells Research Studies, pp: 390-401.

21. Siebenmorgen, T.J., Bautista R.C. and Meullenet J.F. 2006. Predicting rice physicochemical properties using thickness fraction properties. **Cereal Chem.** 83(3):275-283.
22. Siebenmorgen, T.J. and Qin G. 2005. Relating rice kernel breaking force distributions to milling quality. **Trans. ASAE** 48(1):223-228.
23. Stipe, D.R., Wratten F.T. and Miller N.P. 1971. Effect of various methods of handling brown rice on milling and other quality parameters. **63rd Annual progress report, Rice Experiment station, Louisiana, USA**, pp. 79-96.
24. Sürek, H. and Beşer N. 1998. A research to determine the suitable rice (*oryza sativa* L.) harvesting time. **TÜBITAK, Tr. J. Agric. and Forestry** 22:391-394.
25. Tajaddodi Talab, K., Nordin Ibrahim M., Spotar S., Talib R.A. and Muhammad, K. 2012. Glass Transition Temperature, Mechanical Properties of Rice and their Relationships with Milling Quality. **Int. J. Food Eng.** 8(3): Art. 9.
26. Thakur, A.K. and Gupta, A.K. 2006. Two stage drying of high moisture paddy with intervening period. **Energ. Convers. Manage.** 47:3069-3083.
27. Webb, B.D. and Calderwood, D.L. 1977. Relationship of moisture content to degree of milling in rice. **Cereal Food World**, 22:484.
28. Yan T.Y., Hong, J.H. and Chung, J.H. 2005. A prediction of white improved method for the embryo in vertical mill. **Biosystems Eng.** 49:303-309.
29. Yang, W., Jia C.C., Siebenmorgen T.J., Pan Z. and Cnossen, A.G. 2003. Relationship of Kernel Moisture Content Gradients and Glass Transition Temperatures to Head Rice Yield. **Biosystems Eng.** 85 (4):467-476.

Milling Yield Indexes and Bending Rupture Force of Rice as Affected by the Harvest Time and Milling Moisture Content

S. Firouzi¹ and M. Alizadeh²

¹Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

²Department of Agricultural Engineering Research, Rice Research Institute of Iran (RRII), Rasht, Iran

Corresponding Author Email : saeedfirouzi@yahoo.com

Received: February 22, 2014 Accepted: August 11, 2014

Abstract

A field research was carried out in rice research institute of Iran (IRRI) to study the effects of harvest time and milling moisture content of rough rice cultivar of *Hashemion* brown rice bending rupture force (BBRF), head rice yield (HRY), and milling yield in north of Iran at 2013. Five harvest times of 24, 27, 30, 33, 36 days after fifty percent flowering (DAF) and four milling moisture contents of 8.5, 10.5, 12.5, and 14.5%, dry basis (d.b.) were chosen for the study. Results showed that the BBRF significantly ($P<0.01$) decreased with increasing the milling moisture content at all harvest times. At milling moisture content of 8.5%, the BBRF of 27 DAF had the highest (20.74 ± 0.16 N) value. However, there was no significant difference between the two levels of 27 and 30 DAF on BBRF. The highest (57.91%) HRY mean value was obtained at the 30 DAF. Earlier and later harvest times had significantly less HRY. It was concluded that there was a significant ($P<0.01$) correlation between BBRF and HRY ($r=0.9071$). Moreover, the highest (68.87%) milling yield mean value was determined at the 36 DAF. But there were no significant differences between milling yield values at 27 to 36 DAF. Therefore, harvesting at 30 DAF and milling moisture content of 8.5%, d.b. were the most appropriate conditions for harvesting and milling of the '*Hashemi*' rough rice cultivar in north of Iran.

Keywords: Rice, Milling Quality, Moisture Content, Mechanical Strength