

## بررسی اثر زمان برداشت بر خصوصیات تبدیل دو رقم برنج هاشمی و گوهر

فرزاد صالحیان و سید جعفر هاشمی<sup>\*,\*\*</sup>

\* نگارنده مسئول: دانشیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.  
تلفن: ۳۳۶۸۷۵۷۵ (۰۱۱)، پیام‌نگار: szhash@yahoo.com

\*\* به ترتیب: کارشناس ارشد مکانیک بیوسیستم و دانشیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی  
دانشگاه ساری

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۲۳

### چکیده

زمان مناسب برداشت برنج می‌تواند ضایعات محصول را در مزرعه و عملیات تبدیل شلتوک کاهش دهد. در این تحقیق، اثر زمان برداشت شالی بر خواص تبدیل دو رقم برنج محلی هاشمی و پرمحصول گوهر در مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز (ایران) بررسی شد. برداشت محصول هنگامی که رطوبت شلتوک به ۲۳ درصد بر پایه تر رسید (۸۵ و ۱۱۵ روز پس از نشاکاری به ترتیب برای ارقام هاشمی و گوهر) آغاز و تا ورس کامل محصول طی آن زمان برداشت بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که اثر زمان برداشت بر صفات درصد ترک، دانه‌های گچی، مقدار سختی، راندمان تبدیل کل، درجه تبدیل و درصد برنج سفید سالم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. همچنین، بیشترین راندمان تبدیل کل (۵۳/۹ درصد) و میزان برنج سفید سالم (۴۰/۷ درصد) برای رقم هاشمی در زمان برداشت ششم با رطوبت ۱۸/۳ درصد (۹۳ روز پس از نشاکاری) به دست آمده است اما برای رقم گوهر، اختلاف معنی‌داری بین زمان‌های مختلف برداشت وجود نداشت. بنابراین مشخص شد که مناسب‌ترین بازه زمانی برداشت برنج از نظر راندمان تبدیل کل و درصد برنج سفید سالم برای رقم هاشمی بین ۹۲ تا ۹۵ و برای رقم گوهر بین ۱۲۱ تا ۱۲۴ روز پس از نشاکاری است.

### واژه‌های کلیدی

دانه‌های گچی، درصد برنج سفید سالم، درصد ترک، راندمان تبدیل کل، زمان برداشت

### مقدمه

کمّی و کیفی تولیدات کشاورزی برای پاسخ دادن به نیاز مصرف‌کنندگان اهمیت ویژه‌ای دارد (Peng *et al.*, 2004). پارامترهای کیفی مورد مطالعه در برنج شامل شکل ظاهری، کیفیت تبدیل، نحوه پخت و خواص مغذی آن است (Koutroubas *et al.*, 2004). عوامل مختلفی در مراحل قبل از برداشت، حین برداشت و پس از برداشت بر کمّیت و کیفیت برنج تأثیر می‌گذارند که از میان آنها می‌توان به میزان رسیدگی دانه و رطوبت آن در مرحله برداشت اشاره کرد (Siebenmorgen *et al.*, 2007)؛ این رطوبت برای رقم‌های مختلف متفاوت است. علاوه بر

برنج از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که مبدأ پیدایش آن به جنوب شرقی آسیا، به خصوص کشورهای هند و چین، نسبت داده می‌شود. این محصول، پس از گندم بیشترین سطح زیرکشت محصولات کشاورزی را در جهان به خود اختصاص داده است و نقش بسزایی در تغذیه مردم جهان دارد (Zamani & Alizadeh, 2007). در کشورهای در حال توسعه، ۲۷ درصد از انرژی مورد نیاز و ۲۰ درصد از پروتئین موجود در رژیم غذایی انسان‌ها از برنج تأمین می‌شود (FAO, 2004). افزایش

برداشت بر درصد دانه‌های ترک‌دار و راندمان تبدیل برنج سالم در سه رقم Bengal, Cypress, Drew نشان داده شد که رطوبت مناسب برای برداشت ارقام دانه بلند Cypress, Drew بین ۱۹ تا ۲۲ درصد و برای رقم متوسط Bengal بین ۲۲ تا ۲۴ درصد بر پایه‌تر است (Siebenmorgen et al., 2007). ملک و همکاران (Malik et al., 1981) تأثیر زمان برداشت و روش‌های تبدیل را بر کیفیت تبدیل برنج بررسی کردند و دریافتند که بیشترین دانه‌های سالم برای ارقام Basmati 370 و IR 6-945 در ۳۴ روز پس از گل‌دهی و برای رقم Basmati 198 در ۴۰ روز پس از گل‌دهی به دست می‌آید. محققان در سال ۲۰۰۸ در یک مطالعه پنج ساله برای بررسی اقتصادی‌ترین زمان برداشت در شرایط رطوبتی مختلف، اعلام کردند که در رطوبت ۱۸/۵ در صد بر پایه‌تر، میزان ارزش خالص<sup>۳</sup> برنج به بیشترین حد خود رسیده است (Siebenmorgen et al., 2008).

قیمت برنج شکسته تقریباً ۵۰-۳۰ درصد قیمت برنج سالم است (Ntanos et al., 1996). وجود دانه‌های گچی، دانه‌های ترک‌دار، رطوبت زیاد، رطوبت کم و نارس بودن محصول معمولاً محصول را در مرحله تبدیل مستعد شکستن می‌کند (Matthews et al., 1970; Farouk & Islam, 1995). همه این عوامل تحت عنوان عوامل پیش از تبدیل شناخته می‌شوند. در این بین، زمان برداشت موضوعی است که بیشتر به آن پرداخته شده است. برداشت زود هنگام برنج موجب نارس بودن و برداشت دیرهنگام آن موجب ایجاد ترک در دانه‌های برنج می‌گردد و در نتیجه درصد شکستگی افزایش می‌یابد (Siebenmorgen et al., 2007). بنابراین، یافتن زمان مناسب برداشت می‌تواند موجب کاهش میزان دانه‌های شکسته و افزایش صرفه اقتصادی تولید برنج شود. در این تحقیق، اثر زمان‌های مختلف برداشت بر کیفیت تبدیل در ارقام برنج هاشمی و گوهر بررسی شده است.

رطوبت، دو عامل دیگر یعنی مکان و زمان برداشت نیز از عواملی هستند که بر عملکرد نهایی محصول تأثیر می‌گذارند (Qin & Siebenmorgen, 2005).

رطوبت شلتوک در زمان برداشت بر راندمان تبدیل کل<sup>۱</sup>، راندمان تبدیل برنج سالم<sup>۲</sup>، درصد دانه‌های ترک‌دار ارقام Bengal, Cypress مؤثرند. خواص فیزیکی تک‌دانه‌ها و توزیع این خواص در توده شلتوک، تغییر در رطوبت مناسب زمان برداشت را به دنبال خواهد داشت (Bautista & Siebenmorgen, 2005). مقداری از این تغییر به میزان رسیدگی دانه‌های شلتوک مرتبط است و میزان رطوبت شلتوک و توزیع آن در تک‌دانه‌ها در زمان برداشت بر کیفیت تبدیل برنج تأثیر دارد (Siebenmorgen et al., 1998).

در پژوهش انتانوس و همکاران (Ntanos et al., 1996) به منظور تعیین زمان مناسب برداشت چهار واریته برنج نوع ژاپونیکا در شش زمان برداشت، نشان داده شد که بیشترین و کمترین راندمان تبدیل کل برنج به ترتیب به رطوبت‌های برداشت ۱۷/۹۲ و ۲۲/۱۶ در صد بر پایه‌تر ارتباط دارد. همچنین، بیشترین درصد شکستگی برنج در زمان برداشت ششم به دست آمد که رطوبت آن ۱۳/۸۹ درصد بود. در تحقیقی که در مؤسسه تحقیقات برنج کشور روی رقم هاشمی انجام شد، پنج زمان برداشت از ۲۴ تا ۳۶ روز پس از گل‌دهی (هر سه روز یک بار) بررسی شد، نتایج به دست آمده نشان داد اثر زمان برداشت بر میزان شکستگی برنج سفید در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است و کمترین میزان شکستگی برنج سفید در ۳۰ روز پس از گل‌دهی مشاهده می‌شود (Firouzi & Alizadeh, 2013). لیو و همکاران (Lu et al., 1995) طی مطالعه‌ای در آمریکا، با توجه به شرایط مختلف، بهترین حالت برای برداشت برنج را در بازه رطوبتی ۲۲-۱۵ درصد بر پایه‌تر عنوان کردند. در برخی ایالت‌های آمریکا، با بررسی تأثیر میزان رطوبت زمان

1- Milling Ratio  
3- Net Value

2- Head Rice Yield

## مواد و روش‌ها

اطلاعات مربوط به رطوبت و زمان برداشت در جدول ۱ نشان داده شد.

محصول، ۴۸ ساعت پس از برداشت، در هوای آزاد قرار داده شد و پس از آن خرمنکوبی گردید. سه نمونه صدتایی شلتوک به طور تصادفی انتخاب و پوسته شلتوک به دقت با دست جدا شد. دانه‌های ترک‌دار با استفاده از دستگاه ترک‌بین چشمی (Model: DC-50) شمرده شد. سپس هر یک از دسته‌های صدتایی پوست‌کنده شده بر روی صفحه طبقه بندی دانه<sup>۱</sup> (شکل ۱) قرار داده شد و تعداد دانه‌های گچی شمارش گردید. از هر یک از دسته‌های صدتایی، سه تکرار ۵ تایی به طور تصادفی انتخاب و با استفاده از دستگاه سختی‌سنج، مقدار سختی دانه‌های سالم (پوست‌کنده شده با دست که روی میز سنجش متصل به لودسل قرار گرفته بودند)، اندازه‌گیری شد. در سنجش سختی از میله فشاردهنده<sup>۲</sup> به ارتفاع ۱۸۰ و قطر ۱۰ میلی‌متر استفاده گردید. مقدار نیرو با قرار دادن دانه در وضعیت خوابیده-افقی و فشاری سنجیده شد (Kimura, 1991). میانگین ۵ دانه به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد.

$$(۱) \quad \text{تعداد دانه‌های ترک‌دار مشاهده شده} \times 100 = \frac{\text{درصد دانه‌های ترک‌دار}}{100}$$

$$(۲) \quad \text{تعداد دانه‌های گچی مشاهده شده} \times 100 = \frac{\text{درصد دانه‌های گچی}}{100}$$

این تحقیق در مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز واقع در محمودآباد استان مازندران با طول جغرافیایی  $36/62^{\circ}$  شمالی اجرا شد. بدین منظور، دو مزرعه آزمایشی هر یک به مساحت  $52/24^{\circ}$  شرقی و عرض جغرافیایی  $36/62^{\circ}$  شمالی اجرا شد. ۳۰۰۰ متر مربع برای اجرای تحقیق در نظر گرفته شد. از ارقام برنج محلی هاشمی و پرمحصول گوهر استفاده شد. بذریاشی شلتوک ارقام هاشمی و گوهر در خزانه، به ترتیب در روزهای دوم و دوازدهم فروردین و نشاکاری به ترتیب در روزهای ششم و هجدهم اردیبهشت سال زراعی ۱۳۹۳ انجام گرفت. برداشت محصول هنگامی آغاز شد که سطح رطوبت شلتوک در حدود ۲۳ در صد بر پایه تر بود. این رطوبت برای ارقام هاشمی و گوهر به ترتیب در هشتاد و پنجمین و صد و پانزدهمین روز پس از نشاکاری مشاهده شد؛ بنابراین، برداشت محصول برای ارقام هاشمی و گوهر به ترتیب از ۸۵ و ۱۱۵ روز پس از نشاکاری آغاز شد و تا شروع ورس محصول ادامه یافت. در مرحله برداشت از هر کرت سه هزار متر مربعی، سه نقطه به مساحت تقریبی ۱۰۰ متر مربع انتخاب و برای هر رقم از سه نقطه مورد نظر نمونه‌گیری شد. نمونه‌های ارقام هاشمی و گوهر در تابستان سال ۱۳۹۳ از مزرعه برداشت شد. میانگین دما و رطوبت نسبی هوا در بازه برداشت رقم هاشمی به ترتیب  $26/2$  درجه سانتی‌گراد و  $76/5$  در صد و برای رقم گوهر به ترتیب  $27/7$  درجه سانتی‌گراد و  $81/4$  در صد بود.



شکل ۱- صفحه طبقه بندی دانه برای تشخیص دانه‌های گچی

جدول ۱- زمان (تاریخ) برداشت و میزان رطوبت زمان برداشت ارقام هاشمی و گوهر

تیمار	زمان برداشت	رطوبت (w.b) درصد	تیمار	زمان برداشت	رطوبت (w.b) درصد
Ht <sub>1</sub>	۱۳۹۳/۰۴/۲۹	۲۲/۴	Gt <sub>1</sub>	۱۳۹۳/۰۶/۰۹	۲۲/۸
Ht <sub>2</sub>	۱۳۹۳/۰۴/۳۱	۲۱/۵	Gt <sub>2</sub>	۱۳۹۳/۰۶/۱۱	۲۱/۶
Ht <sub>3</sub>	۱۳۹۳/۰۵/۰۲	۱۸/۶	Gt <sub>3</sub>	۱۳۹۳/۰۶/۱۳	۲۱/۹
Ht <sub>4</sub>	۱۳۹۳/۰۵/۰۴	۱۸/۱	Gt <sub>4</sub>	۱۳۹۳/۰۶/۱۵	۲۰/۰
Ht <sub>5</sub>	۱۳۹۳/۰۵/۰۵	۱۸/۵	Gt <sub>5</sub>	۱۳۹۳/۰۶/۱۷	۱۸/۵
Ht <sub>6</sub>	۱۳۹۳/۰۵/۰۶	۱۸/۳	Gt <sub>6</sub>	۱۳۹۳/۰۶/۱۸	۱۹/۲
Ht <sub>7</sub>	۱۳۹۳/۰۵/۰۸	۱۸/۶	Gt <sub>7</sub>	۱۳۹۳/۰۶/۱۹	۱۸/۸
Ht <sub>8</sub>	۱۳۹۳/۰۵/۱۰	۱۷/۵	Gt <sub>8</sub>	۱۳۹۳/۰۶/۲۱	۱۹/۴
Ht <sub>9</sub>	۱۳۹۳/۰۵/۱۲	۱۶/۷	Gt <sub>9</sub>	۱۳۹۳/۰۶/۲۳	۱۸/۹

Htn و Gtn به ترتیب بیانگر نمونه‌های رقم هاشمی و رقم گوهر در زمان‌های مختلف برداشت است.

$$(۵) \quad ۱۰۰ \times \frac{\text{وزن برنج سفید سالم}}{\text{وزن کل برنج سفید}} = \text{درصد برنج سفید سالم}$$

داده‌ها با استفاده از روش آزمایش فاکتوریل دو عاملی شامل رقم در دو سطح (هاشمی و گوهر) و زمان برداشت در سه سطح (نه تاریخ برداشت) در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و با کمک نرم‌افزار آماری (Minitab.v16.1.1) تجزیه و تحلیل شد.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل زمان برداشت و رقم برنج بر خصوصیات تبدیل در جدول ۲ ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که اثر زمان برداشت و رقم بر صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است اما اثر متقابل زمان برداشت و رقم، جز بر درصد برنج سفید سالم و مقدار سختی، روی سایر صفات اثر معنی‌داری ندارد.

سه نمونه ۵۰۰ گرمی از هر تیمار در آن آزمایشگاهی (Evervell Model: Ps-760, Japan) تا رطوبت  $10 \pm 1$  درصد بر پایه تر (رطوبت نهایی متداول تبدیل در استان مازندران) خشک گردید (Hashemi et al., 2005). پوست‌کنی با استفاده از پوست‌کن غلتکی (Yanmar Model ST50, Japan) و سفیدکنی با استفاده از سفیدکن ایستاده ترکیبی (Yamamoto, Japan) دنبال شد. دانه‌های سالم و شکسته با استفاده از دستگاه درجه‌بندی (Satake Model TRB 058, Japan) از یکدیگر جدا شدند و راندمان تبدیل<sup>۱</sup>، درجه تبدیل<sup>۲</sup> و درصد برنج سفید سالم با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (Gilani et al., 2012).

$$(۳) \quad \text{راندمان تبدیل کل} = \frac{\text{وزن کل برنج سفید}}{\text{وزن شلتوک اولیه}} \times ۱۰۰$$

$$(۴) \quad \text{درجه تبدیل} = \frac{\text{وزن کل برنج سفید}}{\text{وزن برنج سیوس‌دار}} \times ۱۰۰$$

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر عوامل زمان برداشت و رقم برنج بر خصوصیات تبدیل

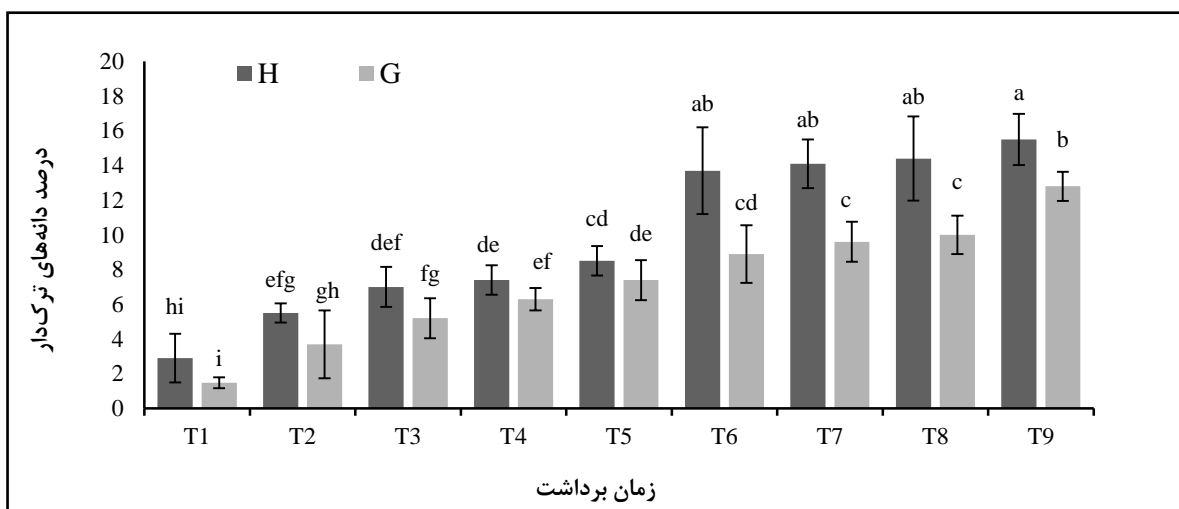
برنج سفید	درجه	راندمان	مقدار	دانه‌های	درصد	درجه	
سال	تبدیل	تبدیل	سختی	گچی	ترک	آزادی	
۳۶/۹۵**	۳۹/۹۶**	۹/۲۳**	۷/۴۹**	۲۶/۲۷**	۹۶/۰۴**	۸	زمان برداشت
۶۸۷۶/۵۰**	۱۷۴۱/۵۱**	۸۹۱/۰۹**	۳۸/۲۴**	۸۹۶/۳۰**	۹۵/۱۱**	۱	رقم
۵۴/۲۵**	۵/۵۹ <sup>ns</sup>	۲/۹۰ <sup>ns</sup>	۱/۰۹*	۹/۶۳ <sup>ns</sup>	۳/۴۷ <sup>ns</sup>	۸	اثر متقابل
۵/۵۱	۴/۰۰	۱/۹۴	۰/۴۵	۱/۰۲	۱/۲۳	۳۶	خطای آزمایش
۱۰/۱۹	۲/۸۹	۲/۹۵	۱۰/۳۵	۱۰/۰۶	۱۲/۹۱		ضریب تغییرات (C.V.) درصد

\*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، \* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns: عدم اختلاف معنی‌دار

### صفات مورد بررسی

درصد ترک: درصد ترک در زمان‌های مختلف برداشت در شکل ۲ ارائه شده است. بین درصد ترک در زمان‌های ابتدایی و انتهایی برداشت اختلاف معنی‌دار دیده می‌شود، بدین معنا که درصد ترک با طولانی‌تر شدن بازه برداشت افزایش یافته به طوری که کمترین و بیشترین درصد ترک برای هر دو رقم به ترتیب در اولین و آخرین زمان برداشت برنج به دست آمده است. حداقل بودن میزان ترک در مراحل اولیه برداشت می‌تواند به واسطه سفت نشدن کامل آندوسپرم دانه باشد که تشخیص صحیح ترک را ناممکن می‌کند. دانه، در مرحله پایانی رسیدن، مقدار رطوبتی را که به هوا می‌فرستد بیش از آن است که از ساقه و ریشه دریافت می‌کند و به این ترتیب رطوبت دانه به تدریج کاهش می‌یابد. دما و رطوبت هوای محیط سرعت خشک شدن دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. بعد از خشک شدن نهایی، دانه به جذب رطوبت ادامه می‌دهد و تحت تاثیر محیطی خواهد بود که در آن قرار دارد

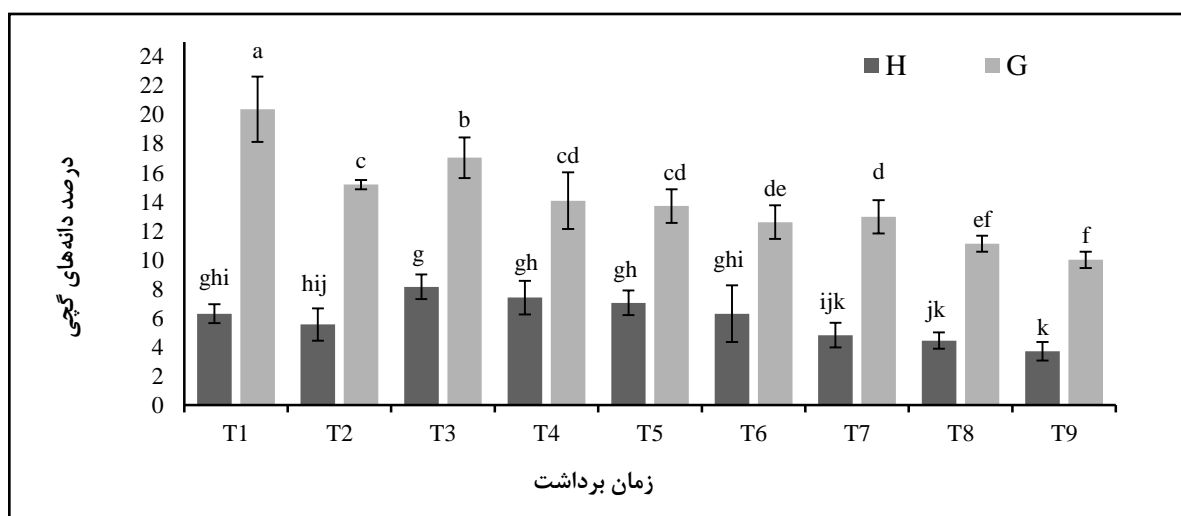
(Zamani & Alizadeh, 2007). این جذب و دفع رطوبت باعث گسترش ترک در دانه‌ها می‌شود، از این رو هرچه دوره رشد طولانی‌تر می‌شود، به واسطه جذب و دفع سطحی در طول شبانه روز، میزان ترک‌های شکل گرفته در دانه برنج افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده با نتایج تحقیقات سیبنمورگن و همکاران (Siebenmorgen *et al.*, 2007) همخوانی دارد. این محققان با بررسی اثر زمان برداشت روی سه رقم برنج دریافتند که هرچه دوره رشد طولانی‌تر باشد و رطوبت زمان برداشت کمتر شود، میزان دانه‌های ترک‌دار افزایش پیدا می‌کند. نتایج به دست آمده همچنین با نتایج تحقیقات فیروزی و علیزاده (Firouzi & Alizadeh, 2013) مطابقت دارد. این محققان اثر پنج زمان مختلف برداشت را روی رقم هاشمی آزمایش کردند و دریافتند که اثر زمان برداشت بر درصد ترک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است و بیشترین درصد ترک در ۳۶ روز پس از گلدهی مشاهده شده است.



شکل ۲- درصد دانه‌های ترک‌دار ارقام برنج هاشمی و گوهر در زمان‌های مختلف برداشت (T1 تا T9 نشان دهنده‌ی نه زمان برداشت و H و G به ترتیب نشان دهنده‌ی برنج هاشمی و برنج گوهر است). میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

و انتهای برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد اما در تاریخ‌های میانی در این خصوص اختلاف معنی‌دار مشاهده نمی‌شود. درصد دانه‌های گچی در زمان‌های مختلف برداشت روند کاهشی دارد. گچی شدن معمولاً در مرحله‌ی پرشدن دانه اتفاق می‌افتد. هرچه در این مرحله انتقال مواد غذایی و هورمون‌ها به درون آندوسپرم دانه یکنواخت‌تر باشد میزان دانه‌های گچی کمتر می‌شود.

درصد دانه‌های گچی: شکل ۳ درصد دانه‌های گچی را در زمان‌های مختلف برداشت نشان می‌دهد. بیشترین و کمترین درصد دانه‌های گچی در رقم هاشمی به ترتیب در برداشت سوم و نهم و برای رقم گوهر به ترتیب در برداشت اول و نهم مشاهده شده است. در رقم هاشمی، درصد دانه‌های گچی در تاریخ‌های ابتدایی برداشت با سایر تاریخ‌ها اختلاف معنی‌دار دیده می‌شود؛ درصد دانه‌های گچی در رقم گوهر در تاریخ‌های ابتدایی



شکل ۳- درصد دانه‌های گچی ارقام برنج هاشمی و گوهر در زمان‌های مختلف برداشت (T1 تا T9 نشان دهنده‌ی نه زمان برداشت و H و G به ترتیب نشان دهنده‌ی برنج هاشمی و برنج گوهر است). میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

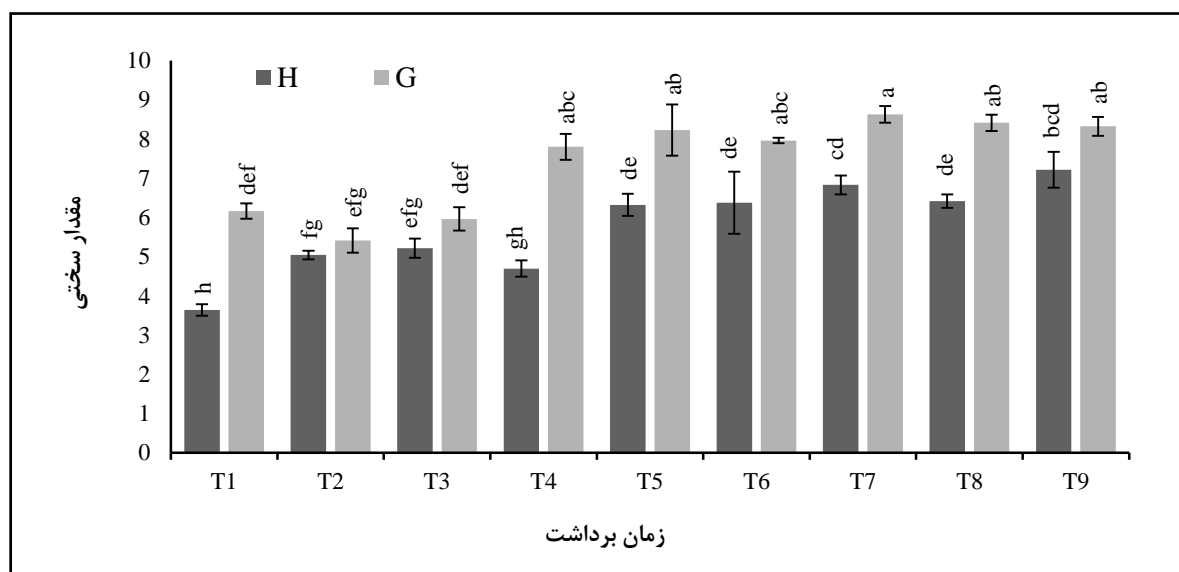
بررسی اثر زمان برداشت بر خصوصیات تبدیل دو رقم برنج...

از این رو در زمان‌های آخر برداشت، رسیدگی محصول افزایش یافته، میزان تغییرات در آندوسپرم یکنواخت‌تر شده، و در نتیجه میزان دانه‌های گچی کاهش یافته است. درصد دانه‌های گچی رقم گوهر بیش از درصد دانه‌های گچی رقم هاشمی است و اختلاف معنی‌داری بین دو رقم وجود دارد؛ این امر می‌تواند یکی از عوامل کاهش مقدار برنج سفید سالم در رقم گوهر باشد.

مقدار سختی: شکل ۴ مقدار سختی را در زمان‌های مختلف برداشت نشان می‌دهد. مقدار سختی بین زمان‌های ابتدایی و انتهایی برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین و کمترین مقدار سختی به ترتیب برای رقم هاشمی در زمان‌های برداشت نهم (۷/۲۱ کیلوگرم-نیرو) و اول (۳/۶۴ کیلوگرم-نیرو) و برای رقم گوهر به ترتیب در زمان‌های برداشت هفتم (۸/۶۳ کیلوگرم-نیرو) و دوم

مقدار سختی: شکل ۴ مقدار سختی را در زمان‌های مختلف برداشت نشان می‌دهد. مقدار سختی بین زمان‌های ابتدایی و انتهایی برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین و کمترین مقدار سختی به ترتیب برای رقم هاشمی در زمان‌های برداشت نهم (۷/۲۱ کیلوگرم-نیرو) و اول (۳/۶۴ کیلوگرم-نیرو) و برای رقم گوهر به ترتیب در زمان‌های برداشت هفتم (۸/۶۳ کیلوگرم-نیرو) و دوم

مقدار سختی: شکل ۴ مقدار سختی را در زمان‌های مختلف برداشت نشان می‌دهد. مقدار سختی بین زمان‌های ابتدایی و انتهایی برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین و کمترین مقدار سختی به ترتیب برای رقم هاشمی در زمان‌های برداشت نهم (۷/۲۱ کیلوگرم-نیرو) و اول (۳/۶۴ کیلوگرم-نیرو) و برای رقم گوهر به ترتیب در زمان‌های برداشت هفتم (۸/۶۳ کیلوگرم-نیرو) و دوم



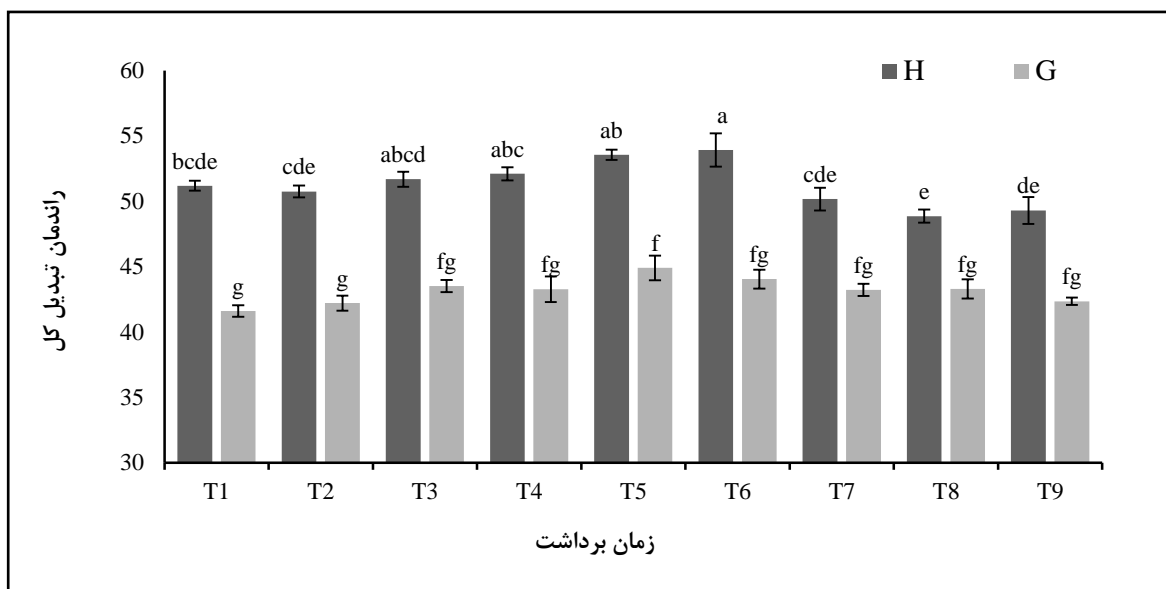
شکل ۴- مقدار سختی ارقام برنج هاشمی و گوهر در زمان‌های مختلف (T1 تا T9 نشان دهنده نه زمان برداشت و H و G به ترتیب نشان دهنده برنج هاشمی و برنج گوهر است). میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

کاهش می‌یابد. بیشترین راندمان تبدیل برای رقم هاشمی با ۵۳/۹ درصد در زمان برداشت ششم و برای رقم گوهر با ۴۴/۹ درصد در زمان برداشت پنجم مشاهده می‌شود.

راندمان تبدیل: شکل ۵ راندمان تبدیل را در زمان‌های مختلف برداشت نشان می‌دهد. راندمان تبدیل ابتدا روند افزایشی دارد و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود،

همچنین، زمانی که محصول بیش از حد رسیده است به دلیل افزایش شکنندگی دانه در برابر این نیروها میزان ترک افزایش می‌یابد و در حین تبدیل به صورت خرده‌های ریزدانه همراه با ضایعات از دستگاه‌ها خارج می‌شود، ولی در زمانی مشخص این ضایعات به حداقل و راندمان تبدیل به حداکثر مقدار می‌رسد. ارقام هاشمی و گوهر از لحاظ راندمان تبدیل با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. راندمان تبدیل رقم هاشمی بیشتر از راندمان تبدیل رقم گوهر است؛ دلیل این امر تفاوت خصوصیات دو رقم است.

راندمان تبدیل برای رقم هاشمی بین زمان‌های مختلف برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد اما برای رقم گوهر فقط زمان اول و دوم نسبت به زمان پنجم دارای اختلاف معنی‌داری است. نمونه‌هایی که قبل و بعد از زمان حداکثر شدن راندمان تبدیل برداشت شده‌اند، به دلیل نارس بودن و رسیدگی بیش از حد محصول، راندمان تبدیل کمتری دارند. زمانی که محصول نارس است آندوسپرم دانه‌ها نرم‌تر است و به این سبب دانه‌ها در حین پوست‌کنی و سفیدکنی، در اثر نیروهای فشاری و مالشی له می‌شوند.

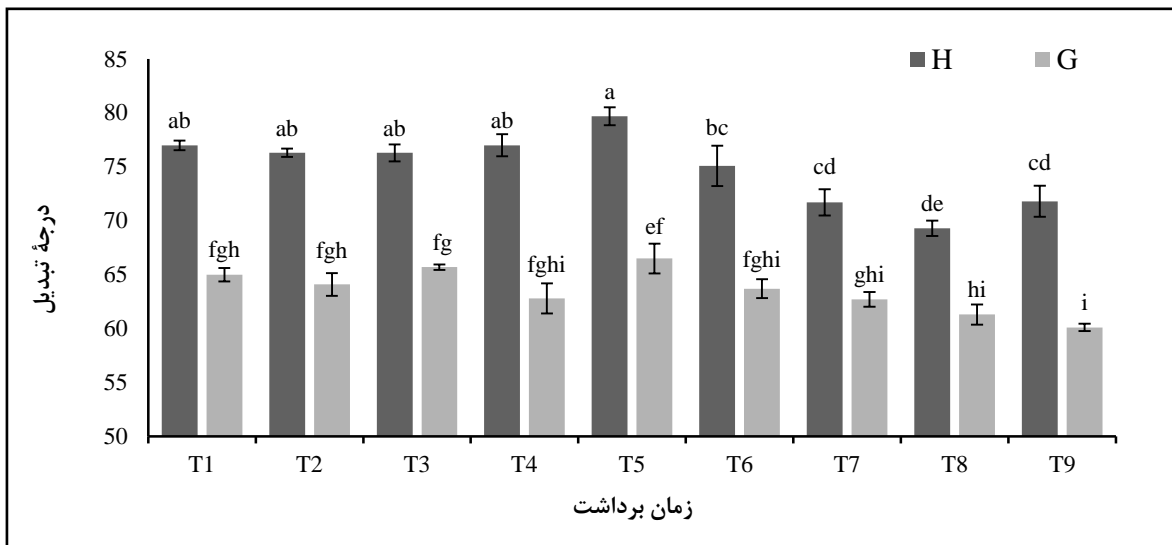


شکل ۵- راندمان تبدیل ارقام برنج هاشمی و گوهر در زمان‌های مختلف برداشت (T1 تا T9 نشان دهنده نه زمان برداشت H و G به ترتیب نشان دهنده رقم برنج هاشمی و رقم برنج گوهر است). میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

زمان برداشت سوم حداکثر و قبل و بعد از این زمان کمتر بوده است. درجه تبدیل: شکل ۶ درجه تبدیل را در زمان‌های مختلف برداشت نشان می‌دهد. بیشترین و کمترین درجه تبدیل برای رقم هاشمی به ترتیب در زمان‌های برداشت پنجم و هشتم مشاهده می‌شود.

نتایج به دست آمده با نتایج تحقیقات انتانوس و همکاران (Ntanos et al., 1996) هم‌خوانی دارد. این محققان با بررسی اثر زمان برداشت روی پنج رقم برنج دریافته‌اند که از شش زمان برداشت که به فاصله شش روز از یکدیگر انتخاب شده بودند، راندمان تبدیل در





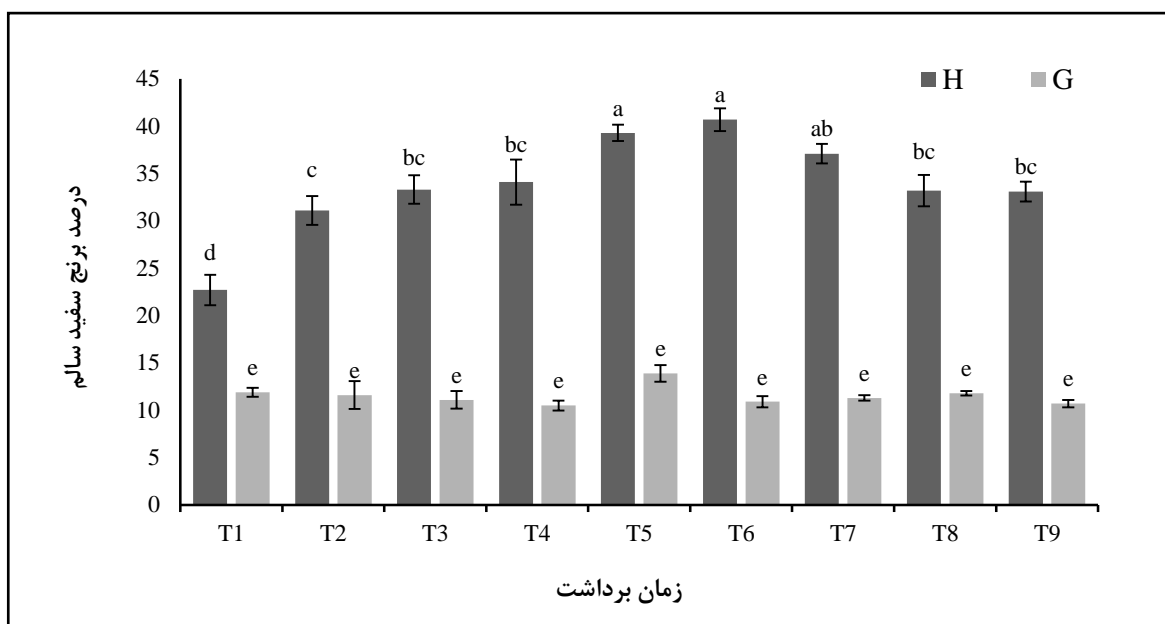
شکل ۶- درجه تبدیل ارقام برنج هاشمی و گوهر در زمان‌های مختلف برداشت (T1 تا T9 نشان دهندهٔ آن زمان برداشت و H و G به ترتیب نشان دهندهٔ رقم برنج هاشمی و رقم برنج گوهر است). میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

عملکرد فرآیندهای پس از برداشت است. با توجه به شکل ۷، بیشترین مقدار برنج سفید سالم برای رقم هاشمی در زمان برداشت ششم به دست آمده است اما برای رقم گوهر اختلاف معنی‌داری بین زمان‌های مختلف برداشت مشاهده نمی‌شود. می‌توان استنباط کرد که در زمان‌های اولیهٔ برداشت، به دلیل ازدیاد دانه‌های گچی و در زمان‌های انتهایی برداشت به دلیل ازدیاد دانه‌های ترک‌دار، دانه‌های شکسته افزایش یافته و در نتیجه میزان برنج سفید سالم کاهش پیدا کرده است. رقم گوهر، در مقایسه با رقم هاشمی، میزان برنج سفید سالم کمتری دارد که این امر می‌تواند به واسطهٔ خواص فیزیکی و مکانیکی این رقم باشد.

این نتیجه با نتایج تحقیقات سینمورگن و همکاران (Siebenmorgen *et al.*, 2007) هم‌خوانی دارد. این محققان اثر زمان‌های مختلف برداشت را روی سه رقم برنج آزمایش کردند و دریافتند که با گذشت زمان، ابتدا میزان برنج سفید سالم افزایش پیدا می‌کند تا به مقدار حداکثر خود می‌رسد و پس از آن کاهش می‌یابد.

بیشترین و کمترین درجهٔ تبدیل برای رقم گوهر به ترتیب در زمان‌های پنجم و نهم به دست آمده است. بین زمان‌های ابتدایی برداشت، درجهٔ تبدیل اختلاف معنی‌دار وجود ندارد اما بین زمان برداشت پنجم (که درجهٔ تبدیل حداکثر است) و زمان‌های برداشت بعد از آن اختلاف درجهٔ تبدیل معنی‌دار است. در ابتدای بازهٔ برداشت به دلیل نارس بودن و بالا بودن درصد دانه‌های گچی و در انتهای بازهٔ برداشت به دلیل افزایش درصد ترک در محصول، دانه‌های برنج در اصطکاک با یکدیگر در دستگاه سفیدکن به خرده برنج تبدیل و غالباً به همراه سبوس از دستگاه خارج می‌شوند. از این رو، با کاهش میزان برنج سفید به دست آمده، درجهٔ تبدیل کاهش می‌یابد. درجهٔ تبدیل ارقام هاشمی و گوهر با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. با توجه به شکل ۶ می‌توان گفت دانه‌های برنج رقم هاشمی، در مقایسه با رقم گوهر، در مقابل نیروهای اصطکاکی به وجود آمده در دستگاه سفیدکن مقاومت بیشتری داشته‌اند و از این رو درجهٔ تبدیل آن بیشتر است.

درصد برنج سفید سالم: درصد برنج سفید سالم شاخصی مهم در تعیین دقیق زمان برداشت و صحت



شکل ۷- درصد برنج سفید سالم ارقام برنج هاشمی و گوهر در زمان‌های مختلف برداشت (T1 تا T9 نشان دهنده‌ی زمان برداشت H و G به ترتیب نشان دهنده‌ی رقم برنج هاشمی و رقم برنج گوهر است). میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

### نتیجه‌گیری

سفید سالم افزایش می‌یابد. برنج سفید سالم به دست آمده در زمان برداشت ششم در رقم هاشمی حداکثر است اما بین زمان‌های مختلف برداشت در رقم گوهر در این خصوص اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. به طور کلی می‌توان در شرایط آب و هوایی مشابه این آزمایش از نظر بهینه بودن راندمان تبدیل و میزان برنج سفید سالم، بازه‌ی زمانی بین ۹۲ تا ۹۵ روز پس از نشاکاری را برای برداشت رقم هاشمی و ۱۲۱ تا ۱۲۴ روز پس از نشاکاری را برای برداشت رقم گوهر پیشنهاد کرد.

بین درصد ترک در زمان‌های ابتدایی و انتهایی برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد و درصد ترک با طولانی‌تر شدن بازه‌ی برداشت افزایش می‌یابد. بین درصد دانه‌های گچی در اولین و آخرین زمان برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشینه بودن مقدار دانه‌های گچی و دانه‌های ترک‌دار به ترتیب در زمان‌های ابتدایی و انتهایی برداشت، سبب افزایش شکستگی دانه‌های برنج می‌شود. در محدوده‌ای مشخص، میزان شکستگی کاهش و میزان برنج

### مراجع

- Anon. 2004. Food and Agriculture Organization, FAO. Rice is Life. Italy: FAO.
- Bautista, R. C. and Siebenmorgen, T. J. 2005. Individual rice kernel moisture content variability trends. App. Eng. Agric. 21(4): 637-643.
- Farouk, S. M. and Islam, M.N. 1995. Effect of parboiling and milling parameters on breakage of rice grains. AMA. 26(4): 33-38.

- Firouzi, S. and Alizadeh, M. R. 2013. An investigation of the effects of harvesting time and milling moisture content of paddy on the quality of milled rice. *Int. J. Biosci. | IJB | ISSN: 2220-6655 (Print) 2222-5234*.
- Gilani, A., Alami, Kh., Siadat, A. and Seiednezhad, M. 2012. The effects of heat stress on milling quality of rice cultivars in Khuzestan. *J. Crop Physiol. Islamic Azad University of Ahvaz. Fourth year, number fourteenth. (in Persian)*.
- Hashemi, J., Borghei, A., Shimizu, N. and Kimura, T. 2005. Optimization of final moisture content of paddy in flat bed dryer with consideration of minimum losses and marketability. *J. Agric. Sci. Nat. Resour of Khazar. 3(2): 72-82*.
- Kimura, T. 1991. Effects of processing conditions on the hardening characteristics of parboiled grain. *J. Soc. Agric. Struct. Japan. 22, 49-54*.
- Koutroubas, S. D., Mazzini, F., Pons, B. and Ntanos, D. A. 2004. Grain quality variation and relationships with morpho-physiological traits in rice (*Oryza sativa* L) genetic resources in Europe. *Field Crops Res. 86, 115-130*.
- Lu, R., Sibenmorgen, T. J., Costello, T. A. and fryar Jr. E. O. 1995. Effect of rice moisture content at harvest on economic return. *Trans. ASAE. 11(5):685-690*.
- Malik, A., Majid, A. and Ahmad, S. 1981. Effect of harvesting time and drying method on paddy yield and milling quality in different varieties. *Pakistan J. Agric. Res. 2(1): 7-12*.
- Matthews, J., Abadie, T.J., Deobald, H.J. and Freeman, C.C. 1970. Relation between head rice yields and defective kernels in rough rice. *Rice J. 73(10):6-12*.
- Ntanos, D., Philippou, N. and Hadjisavva-Zinoviadi, S. 1996. Effect of rice harvest time on milling yield and grain breakage. *Cahiers Options Méditerranéennes. 15(1): 23-28*.
- Peng, S., Huang, J., Sheehy, J., Laza, R. C., Visperas, R. M., Zhong, X., Centeno, G. S., Khush, G. S. and Cassman, K.G. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 101, 9971-9975*.
- Qin, G. and Siebenmorgen, T.J. 2005. Harvest location and moisture content effects on rice kernel-to-kernel breaking force distributions. *Transactions of the ASAE. 21(6): 1011-1016*.
- Siebenmorgen, T. J., Perdon, A. A., Chen, X. and Mauromoustakos, A. 1998. Relating rice milling quality changes during adsorption to individual kernel moisture content distribution. *Cereal Chem. 75(1): 129-136*.
- Siebenmorgen, T.J., Bautista, R.C. and Counce, P.A. 2007. Optimal harvest moisture contents for maximizing milling quality of long- and medium-grain rice cultivars. *Trans. ASABE. 23(4): 517-527*.
- Siebenmorgen, T.J., Cooper, N.T., Bautista, R. C., Counce, P. A., Wailes, E. and Watkins, K. B. 2008. Estimating the economic value of rice (*oryza sativa* L.) As a function of harvest moisture content. *Transactions of the ASABE. 24(3): 359-369*.
- Zamani, Gh. and Alizadeh, M.R. 2007. Properties and Processing of Iranian Rice Varieties. (Ver. 2). (in Persian).



## **Effect of Harvesting Time on Milling Properties of Tarom Hashemi and Gohar Rice Varieties**

**F. Salehian and J. Hashemi\***

\* Corresponding Author: Assistant Professor, Biosystem Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: szhash@yahoo.com

Received: 3 February 2016, Accepted: 12 June 2016

Suitable harvesting time reduces the losses in the field and also at milling stage. This research evaluated the effect of different harvesting times on milling properties of two paddy varieties (Hashemi and Gohar) that was conducted at Haraz technology development center (Iran). The harvesting was started when the moisture of paddy was 23% *w.b* (85 and 115 days after transplanting for Hashemi and Gohar varieties respectively) and continued until shattering was occurred for both varieties. Totally, the harvesting was done at nine times. Results showed that the effect of harvesting time has significant effect ( $P < 0.01$ ) on fissured kernels, chalky kernels, hardness, milling ratio, milling degree and white rice Percentage. Also maximum milling ratio (53.9%) and white rice Percent (40.7%) occurred at sixth harvest time for Hashemi variety with 18.3% moisture content (93 days after transplantation) but for Gohar variety was not significant. Therefore the The most appropriate harvesting time in terms of its milling ratio and white rice Percentage was 92-95 days after transplantation for Hashemi paddy variety and 121-124 days after transplantation for Gohar paddy variety.

**Keywords:** Chalky kernels, Fissured kernels, Harvest time, Milling ratio, White rice percent.