اثر نیم پخت کردن بر مقاومت شکست دانه برنج

سید مهدی نصیری[۱*]، علی محمد شیرزادی فر[۲]، جمیله شجاعی[۳]

۱- استادیار بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز
۲- کارشناس ارشد بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز
۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
* مسئول مکاتبات nasiri@shirazu.ac.ir

چکیده:

برخلاف عطر مطبوع و فوق العاده ارقام برنج های محلی استان فارس، پخت آنها لعاب فراوانی تولید نموده و کیفیت ظاهری مناسبی را ایجاد نمی کند و بر همین اساس نتوانسته است به موقعیت قابل توجهی در بازار برنج ایرانی دست یابد. در این پژوهش تاثیر روش نیم پخت کردن بر خصوصیات مکانیکی دو رقم برنج محلی فجر (دانه بلند) و لنجان (دانه متوسط) مورد مطالعه قرار گرفت. مقدار یک کیلوگرم شلتوک از هر دو رقم در سه تیمار مختلف آب با دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت خیسانده شد و سپس تیمارها در فشار یک اتمسفر به مدت ۱۵ دقیقه بخاردهی شدند. در نهایت نمونه ها در آون تا رسیدن به رطوبت ۱۱ درصد (مبنای تر) خشک شدند. مقاومت دانه ها به تنش ایجاد شده در آزمون خمش سه نقطه ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد برای نیم پخت کردن هر دو رقم با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد مدت زمان خیساندن حداقل یک ساعت باید در نظر گرفته شود. دمای کمتر از ۶۰ درجه سانتی گراد و مدت زمان خیساندن یک ساعت شرایط مناسب را برای نیم پخت کردن فراهم نیاورد و در نتیجه ترک های سطحی بیشتری را در دانه ها ایجاد نمود. نیم پخت کردن در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد باعث افزایش مقاومت دانه ها به مقدار ۵۱/۸ و ۲۲/۶ درصد به ترتیب برای رقم لنجان و فجر شد. این افزایش برای رقم لنجان در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد ۱۳۷ درصد بود. توزیع فراوانی مقاومت خمشی تیمارهای نیم پخت شده و شاهد نشان داد که آستانه دسته بندی دانه های ضعیف و قوی برای رقم لنجان و فجر به ترتیب ۵/۵ و ۷ مگاپاسکال است. این آستانه تحت تاثیر نیم پخت کردن قرار نگرفته است.

کلمات کلیدی: برنج ، خصوصیات مکانیکی، نیم پخت کردن

مقدمه

برنج یکی از غلات پر مصرف پس از گندم به شمار می آید که غذای بیش از نیمی از مردم جهان به آن وابسته است (Courtois *et al*., 2010). مصرف این محصول در ایران نیز در جایگاه ویژه ای قرار دارد. تولید شلتوک در کشور در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ حدود سه میلیون تن گزارش شده است (بی نام، ۱۳۹۱) و میزان نیاز آتی کشور به این محصول در حدود ۴ میلیون تن در سال ۱۳۹۹ تخمین زده شده است (جلودار و عارفی، ۱۳۷۹). جلوگیری از ضایعات برنج از زمان تولید تا مصرف یک روش منطقی برای افزایش تولید است.

مطالعات نشان می دهد که شکستگی برنج در حین فرآوری به تعداد ترک های اولیه در دانه بستگی دارد (Lu and Siebenmorgen, 1995; Cnossen *et al*., 2003; Iguaz *et al*., 2006). نیم پخت کردن[1] شلتوک یک روش پیشنهاد شده برای ترمیم ترک ها و سخت شدن دانه برنج است. با این حال گزارش شده است که خرد شدن دانه‌های برنج به نحوه فرآوری و نوع تجهیزات مورد استفاده نیز بستگی دارد. افزایش ضریب تبدیل برنج سالم و کاهش ضایعات ناشی از شکست برنج با انتخاب روش صحیح نیم پخت کردن توسط محققین گزارش شده است (Lamberts *et al*., 2008; Manful *et al*., 2009).

نیم پخت کردن با ژلاتینه کردن نشاسته برنج و حذف و پر کردن ترک های دانه باعث افزایش سختی و مقاومت دانه ها به تنش های اعمال شده در حین عملیات شالیکوبی می شود و در نتیجه درصد شکستگی به نحو چشمگیری کاهش می یابد. مکانیزم آب گیی مجدد و کاهش درصد خردشدن برنج در اثر افزایش فشار بخار دهی و دمای خیساندن مورد بررسی قرار گرفته است (Sridhar and Manohar, 2003; Zhang *et al*., 2005, Siebenmorgen and Qin, 2005a; 2005b). سریدهار و منوهار (۲۰۰۳) برای نیم پخت کردن شلتوک از دمای خیساندن ۷۵°c به مدت ۲/۵ ساعت و ۶۵°c به مدت ۴ ساعت استفاده کردند. سپس محصول خیس خورده به مدت ۴۸ ساعت در آب سرد قرار داده شد و در نهایت به مدت ۵ دقیقه در شرایط فشار اتمسفر بخاردهی شد. در پژوهش دیگر از دمای خیساندن ۷۰ تا ۹۰°c به مدت ۳۰ دقیقه الی ۲ ساعت استفاده شد و عملیات بخاردهی با دمای ۱۲۰ تا ۱۶۰°c با نرخ جریان ۹/۳ m/s انجام شد (Somchart *et al*., 2006). گزارش شد که با افزایش دمای بخاردهی از ۱۲۰°c تا ۱۴۰°c میزان برنج سفید کل افزایش یافته است. همچنین گزارش شده است که دانه های برنج نیم پخت شده به طور قابل ملاحظه ای شکل طبیعی خود را در طی فرآیند پخت نسبت به دانه های نیم پخت نشده حفظ می کند (Luh, 1991). نیم پخت کردن تاثیر مثبتی بر خصوصیات فیزیکی دانه های شلتوک می گذارد به نحوی که پس از پخت دانه های نیم پخت شده درصد افزایش طول بیشتری را نسبت به نمونه های نیم پخت نشده داشته است (نصیری و همکاران، ۱۳۹۱؛ Chandrasekhar and Chattopadhyay, 1990).

[1] - Parboiling

استان فارس با عملکرد شلتوک ۶۵۳۸ کیلوگرم بر هکتار بیشترین عملکرد را بین استان های مختلف کشور به خود اختصاص داده است (بی نام، ۱۳۹۱). ارقام تولیدی این استان عمدتا از ارقام محلی با عطر و طعم دلپذیر برنج های ایرانی است. با این حال از لحاظ اندازه جز برنج های دانه متوسط تا کوتاه طبقه بندی می شوند که از لحاظ بازارپسندی در موقعیت ممتازی قرار نمی گیرند. شاکر و علیزاده (۱۳۸۰) مناسب ترین دامنه رطوبت برای کاهش تلفات برنج ارقام محلی فارس حین آسیاب کردن را ۱۰ تا ۱۲ درصد تعیین کردند. با توجه به موارد فوق هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر روش نیم پخت کردن بر خصوصیات مکانیکی (مقاومت به خمش) دانه های برنج حاصل از فرآیند نیم پخت کردن به منظور کاهش تلفات دانه در اثر خرد شدن است.

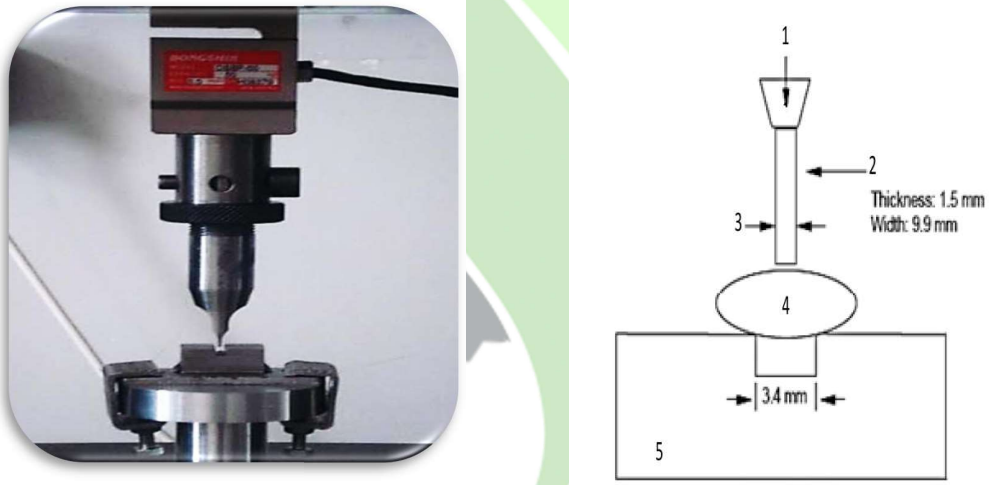
مواد و روش ها

برای انجام آزمایش ها مقدار دو کیلوگرم شلتوک از دو رقم محلی دانه بلند (فجر) و متوسط (لنجان) مستقیما از مزرعه تهیه شد. پس از انتقال شلتوک به محل آزمایش رطوبت آنها به روش سنتی توسط تابش خورشید به حدود ۱۱ درصد (مبنای تر) تقلیل داده شد. رطوبت لحظه ای توسط رطوبت سنج رسا مدل ۳۰۰۰ با دقت ۱± درصد و رطوبت نهایی به روش وزنی در آون با درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی گراد و مدت زمان ۲۴ ساعت تعیین گردید (AOAC, 1985). شلتوک های خشک شده برای اجرای آزمایش به پلاستیک های نایلونی منتقل و در یخچال نگهداری شدند. قبل از اعمال آزمون های نیم پخت کردن، شلتوک ها به مدت ۱۲ ساعت در شرایط محیط نگهداری شدند. رطوبت آنها مجددا اندازه گیری شد. مقدار رطوبت ۱۱/۲۳ درصد و ۱۰/۹۳ درصد (مبنای تر) به ترتیب برای رقم فجر و لنجان محاسبه گردید. آزمون t اختلاف معنی داری را بین این دو رطوبت نشان نداد (p=۰/۱۸).

مقدار یک کیلوگرم شلتوک از هر رقم در دو لیتر آب با سختی ثابت ۹۰ قسمت در میلیون در مدت زمان یک ساعت خیس داده شد. برای این کار آب تا حدود ۳۷ درجه سانتی گراد گرم شد و شلتوک به آن اضافه شد و برای اطمینان از یکنواختی دما به آرامی به هم زده شد. سپس به ظرف حاوی شلتوک حرارت داده شد تا به دمای تیمارهای آزمایش یعنی ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد برسد. برای ثابت نگهداشتن دما به مدت یک ساعت، ظروف حاوی آب گرم و شلتوک در درون آون هایی که از قبل با دمای تیمارهای مورد نظر تنظیم و گرم شده بودند قرار داده شد (Gunasekara and Dharmasena, 2011). پس از نیم پخت کردن نمونه ها، نیمی از شلتوک برای خشک شدن با ضخامت دو سانتی متر در ظروف آلمینیومی ریخته شد و نیم دیگر آن برای اعمال بخاردهی با ظرف حاوی آن به حمام آب در حال جوش منتقل شد و به مدت ۱۵ دقیقه در معرض بخار با فشار اتمسفر قرار گرفت. این نمونه ها نیز به کمک آون تا رطوبت حدود ۱۱ درصد خشک شدند. در کنار تیمارهای فوق ۵۰۰ گرم شلتوک با استفاده از بخار با فشار یک اتمسفر به مدت نیم ساعت نیم پخت و خشک گردید.

همه تیمارها بر حسب رطوبت جذب شده که در دامنه حدود ۱۲ تا ۲۸ درصد برای رقم فجر و ۱۱/۵ تا ۲۷ درصد برای رقم لنجان بود، به کمک آون تا رطوبت حدود ۱۱ درصد خشک شدند (شاکر و علیزاده، ۱۳۸۰، صادقی و نصیری، ۱۳۸۸). ۲۰۰ گرم از نمونه های کلیه تیمارها با استفاده از دستگاه پوست کن غلتک لاستیکی Satake (مدل THU-35A، ساخت ژاپن) پوست گیری شدند. مقدار ۸۰ گرم دانه پوست گیری شده برای سفید کردن به درون سفید کن Kett (مدل TP-2، ساخت ژاپن) ریخته شد و به مدت ۱۵ ثانیه سفید شد.

درصد ترک دانه ها پس از سفید شدن با شمارش ترک ها از ۱۰۰ عدد دانه به صورت تصادفی با استفاده از دستگاه ترک بین محاسبه شد. ۱۰۰ عدد دانه سالم برنج برای تعیین مقاومت خمشی که شاخصی از سختی دانه برنج است برای آزمون به صورت تصادفی انتخاب شد (Siebenmorgen and Qin, 2005a; Siebenmorgen and Qin, 2005b; Nassiri and Etesami, 2010). آزمون با استفاده از دستگاه اینستران مجهز به لودسل ۵۰ کیلوگرم نیرو و با سرعت فک ۱۰ میلی متر بر دقیقه انجام شد. پروب بکاربرده شده در این آزمایش دارای ابعاد به شرح مندرج در شکل ۱ بود (Siebenmorgen and Qin, 2005a; Zhang *et al.*, 2005; Siebenmorgen and Qin, 2005b; Nassiri and Etesami, 2010).



(ب) (الف)

شکل ۱: الف) طرح واره و ب) تصویر پروب استفاده شده در آزمون سه نقطه ای (خمشی)
۱- نیروی اعمالش شده، ۲- پروب، ۳- ضخامت پروب، ۴- دانه برنج، ۵- پایه نگهدارنده

برای حذف اثر تفاوت در سطح مقطع دانه های برنج نیرو با استفاده از رابطه ۱ به تنش خمشی تبدیل شد (ASAE, 2002). ابعاد دانه ها به کمک کولیس دیجیتال (ساخت چین) با دقت ±۰/۰۱ میلی متر اندازه گیری شد.

$$\sigma = \frac{FLc}{4I} \qquad (۱)$$

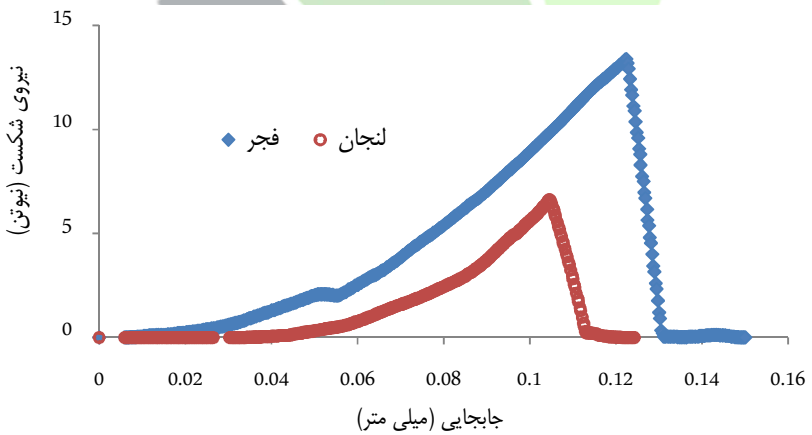
که σ تنش خمشی برحسب مگا پاسکال، F بیشینه نیروی خمشی برحسب نیوتن، L فاصله بین دو تکیه‌گاه برحسب میلی متر، c ضخامت دانه برحسب میلی متر و I ممان اینرسی برحسب توان چهارم میلی متر می‌باشند. مقدار I با فرض بیضی بودن شکل سطح مقطع عرضی دانه برنج از رابطه ۲ محاسبه گردید (ASAE, 2002):

$$I = 0.049\, bc^3 \qquad (۲)$$

که b عرض دانه بر حسب میلی متر می‌باشد. داده های بدست آمده از مراحل قبل با آزمون یک طرفه F مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و اختلاف بین صفت های دو تیمار با آزمون غیر مستقل t بررسی شد. از نرم افزارهای SPSS و Excel برای تجزیه و تحلیل داده ها و ترسیم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

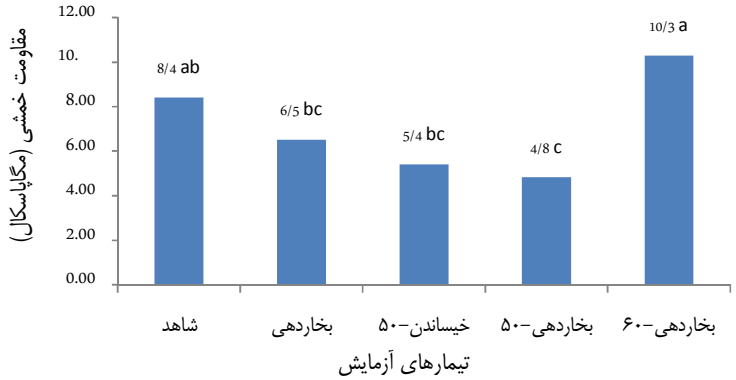
میانگین نیروی شکست برای کلیه تیماهای رقم فجر ۱۰/۵ مگاپاسکال در مقابل ۵/۵ نیوتن برای رقم لنجان بود. میانگین سطح مقطع دانه های رقم فجر با تقریب بیضی شکل حدود ۲/۴۹±۰/۱۷ میلی متر مربع بود و این مقدار برای رقم لنجان ۲/۷۷±۰/۲۴ میلی متر مربع بود. آزمون t اختلاف معنی داری را در سطح احتمال ۵ درصد برای این موضوع نشان داد. بنابراین تفاوت نیروی شکست دانه های رقم فجر وابسته به سطح مقطع آن نبوده و این اختلاف را می توان به سایر عوامل نسبت داد. در شکل ۲ نمونه ای از نیروی شکست دو رقم برنج نشان داده شده است. با این حال اثر سطح مقطع با محاسبه تنش حذف گردید.



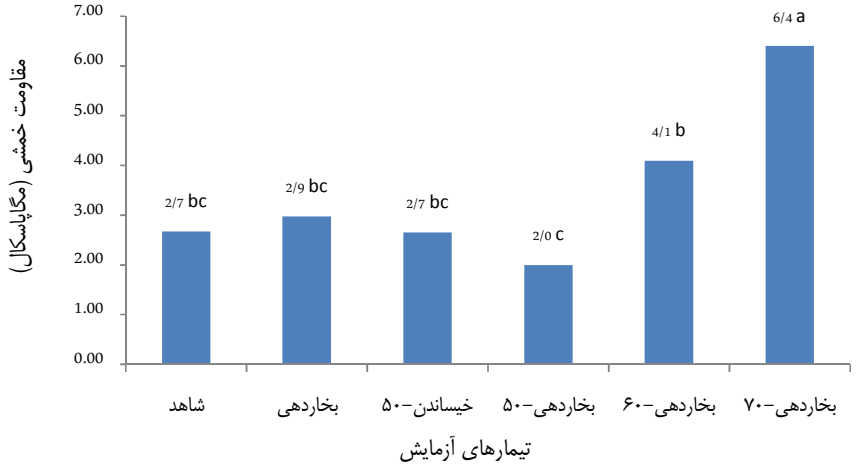
شکل ۲: نمونه ای از نیروی شکست دانه های فجر و لنجان

تنش خمشی دانه ها پس از محاسبه، تجزیه واریانس شد. آزمون یک طرفه F نشان داد که روش نیم پخت کردن تاثیر معنی داری بر استحکام خمشی دانه ها در سطح احتمال ۵ درصد داشته است (شکل های ۳ و ۴). با توجه به رطوبت یکسان نمونه های

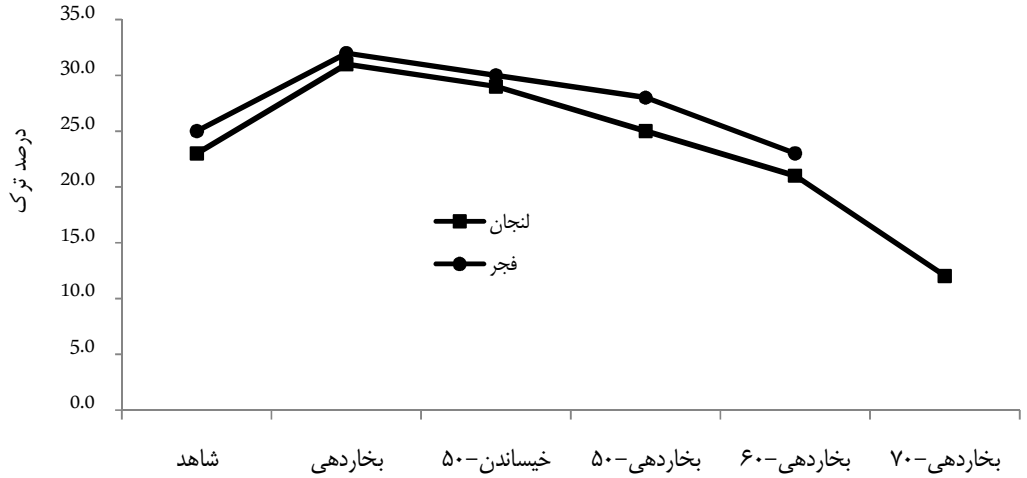
خشک شده (حدود ۱۱ درصد) این تفاوت وابسته به مقدار رطوبت نبود (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۰) و می توان آن را به پروتئین تیمارها نسبت داد (نجفیان، ۱۳۸۰; Saleh and Meullenet, 2007). مارشال و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که خیس کردن برنج به مدت ۳۰ دقیقه در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد ترک سطحی نموده است. سایر پژوهش ها در مورد نیم پخت کردن نیز ترکیب زمان و مدت زمان خیساندن را به گونه ای توصیه نمودند که به ژلاتینه شدن نشاسته و در نهایت پر شدن ترک ها کمک کند (Sridhar and Manohar, 2003; Somchart *et al.*, 2006). بر همین اساس و مطابق شکل های ۳ و ۴ برخی تیمارهای نیم پخت کردن شرایط لازم را برای ژلاتینه شدن فراهم نساخته است و در نهایت با ایجاد ترک بیشتر منجر به کاهش مقاومت شکست دانه ها شده است. برای بررسی بیشتر، درصد ترک موجود در دانه کلیه تیمارها مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵).



شکل ۳: میانگین مقاومت خمشی دانه های برنج رقم فجر

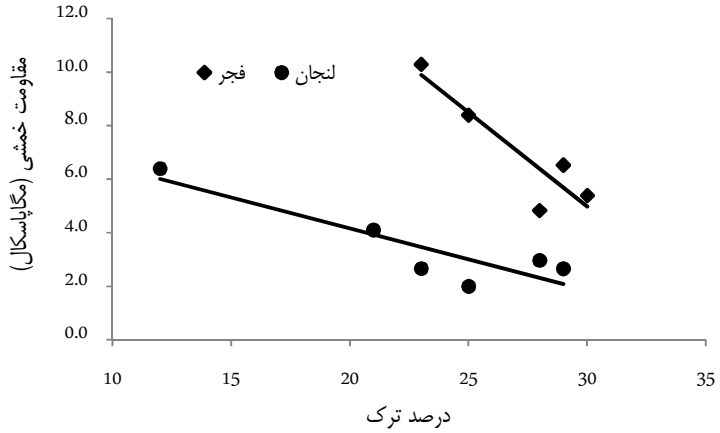


شکل ۴: میانگین مقاومت خمشی دانه های برنج رقم لنجان



شکل ۵: درصد ترک در تیمارهای مختلف آزمایش

همبستگی بین مقدار ترک و مقاومت خمشی برای هر دو رقم در شکل ۶ نشان داده شده است. این روند تایید می نماید که روش های نیم پخت کردن که ژلاتینه شدن نشاسته را در دانه ها کامل نکرده است در نهایت مقاومت دانه ها در مقابل نیروهای وارده را کاهش داده است. این نتایج نشان داد که برای هر دو رقم محلی دمای آب برای خیساندن به مدت یک ساعت باید حداقل ۶۰ درجه سانتی گراد باشد.

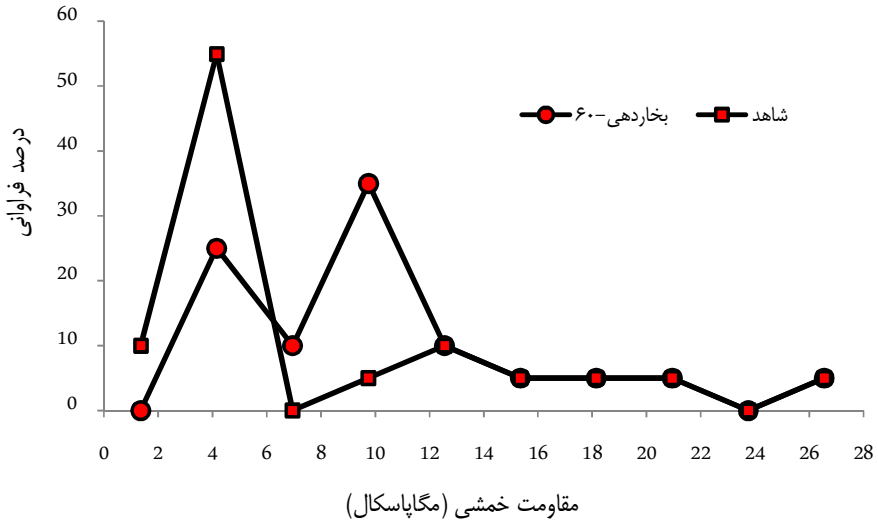


شکل ۶: همبستگی بین درصد ترک و مقاومت خمشی دانه های برنج قهوه ای

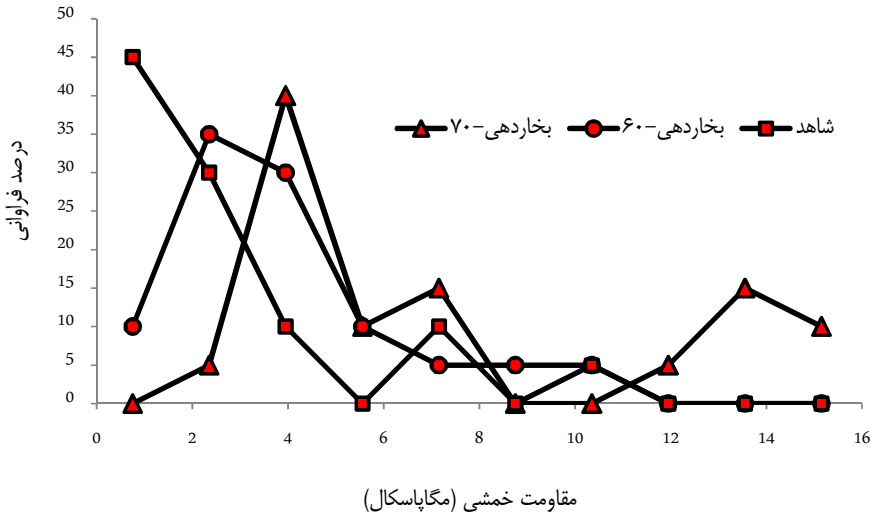
لو و سیبنمورگن (۱۹۹۵) و سیبنمورگن و کین (۲۰۰۵a و b) دریافتند که توزیع مقاومت خمشی در توده دانه های برنج از یک روند با دو مد پیروی می کند و در نتیجه دانه ها به دو دسته ضعیف و قوی تقسیم بندی می شوند. آستانه

این تقسیم بندی را سیبنمورگن و کین (b ۲۰۰۵) حدود ۲۰ نیوتن (با لحاظ کردن سطح مقطع دانه حدود ۷ مگاپاسکال) تعیین کردند. برای پژوهش حاضر این روند برای شاهد و تیمارهای خیساندن و بخاردهی در دمای بیش از ۶۰ درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار گرفت که در شکل های ۷ و ۸ نتایج آن نشان داده شد است. این آستانه برای رقم فجر ۷ مگاپاسکال و برای رقم لنجان ۵/۵ مگاپاسکال قابل تصور است. در این تصاویر انتقال منحنی توزیع فراوانی از قسمت دانه های ضعیف به سمت دانه های قوی در اثر نیم پخت کردن قابل مشاهده است.

آزمون F برای ارقام لنجان و آزمون t برای رقم فجر به ترتیب اختلاف معنی داری و عدم اختلاف را در سطح احتمال ۵ درصد بین میانگین تیمارها نشان داد. در رقم لنجان این اختلاف معنی دار بین همه تیمارها مشاهده شد. اعتصامی (۱۳۹۰) آستانه تقسیم بندی دانه ها به طور میانگین برای رقم فجر و لنجان در روش خشک کردن سنتی، با خشک کن خورشیدی و خشک کن پیوسته به ترتیب ۵ و ۴ مگاپاسکال بدست آوردند و نتایج پژوهش حاضر با داده های گزارش شده مطابقت دارد.



شکل ۷: توزیع فراوانی مقاومت خمشی دانه های برنج رقم فجر



شکل ۸: توزیع فراوانی مقاومت خمشی دانه های برنج رقم لنجان

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش را می توان به صورت زیر بیان نمود:

- برای نیم پخت کردن ارقام برنج فارس (فجر و لنجان) درصورت خیساندن شلتوک به مدت یک ساعت، دمای خیساندن باید بیش از ۶۰ درجه باشد تا ژلاتینه شدن به طور کامل صورت پذیرد.
- مقاومت خمشی رقم لنجان در مقایسه با رقم فجر افزایش چشم گیری داشت. درصد تغییرات میانگین مقاومت خمشی تیمارهای نیم پخت شده لنجان با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد ۵۱/۸ درصد در مقابل ۲۲/۶ درصد برای رقم فجر بود.
- نیم پخت کردن با دما و مدت زمان خیساندن نامناسب ضمن افزایش ترک های سطحی در دانه، مقاومت آن را به شکست کاهش خواهد داد. این مورد در تیمارهای نیم پخت شده با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد و تیمارشده فقط با بخاردهی مشاهده شد.
- توزیع فراوانی با دو مد در ارقام نیم پخت شده مشابه به رقم شاهد نیز مشاهده شد اما مقدار و توزیع آن تغییر داشت به نحوی که مد ارقام نیم پخت شده به سمت دانه های قوی انتقال یافت.
- مقدار آستانه برای دسته بندی دانه های ضعیف و قوی در ارقام نیم پخت شده مشابه شاهد بود و تغییر نداشت. این آستانه برای رقم لنجان ۵/۵ مگاپاسکال و برای رقم فجر ۷ مگاپاسکال بود.

منابع

۱. اعتصامی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر روش های مختلف خشک کردن بر مصرف انرژی و خصوصیات آسیاب کردن دو رقم شلتوک. پایان نامه کارشناسی ارشد. بخش مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲. بی نام .۱۳۹۱. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۸۹–۱۳۸۸. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصاد، دفتر آمار و فناوری اطلاعات (قابل دسترس در آدرس http://www.maj.ir/portal/File/ShowFile.aspx).

۳. جلودار، ن. ب.، عارفی، ح. ۱۳۷۹. بررسی اثر دمای خشک کن و رطوبت شلتوک روی راندمان تبدیل ارقام آمل و هراز به برنج سفید. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۱ ، شماره ۲. صفحه ۳۲۹–۳۲۱.

۴. شاکر، م.، علیزاده، م. ر. ۱۳۸۰. بررسی و تعیین مناسب ترین محدوده رطوبتی شلتوک رقم کامفیروزی بمنظور کاهش میزان ضایعات تبدیل. مجموعه مقالات هشتمین گردهمایی برنج کشور، ۲۵.

۵. صادقی، ن.، نصیری، س. م. ۱۳۸۸. تاثیر محتوای رطوبت شلتوک بر تلفات آسیاب و توسعه ترک ها پس از آسیاب تحت شرایط مختلف نگهداری. هفدهمین کنگره بین المللی مهندسی زراعی (CIGR). کبک. کانادا.

۶. قاسمی، ت.، شهبازی، ح.، ایمانی، ع. ا.، قاسمی، م. ۱۳۹۰. بررسی همبستگی صفات کیفی و عملکرد ارقام مختلف گندم نان در شرایط تنش خشکی انتهای فصل. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.

۷. نجفیان، گ. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر پروتئین دانه در بروز خواص کیفی چهار رقم گندم در رابطه با ژنوتیپ گلوتنین های سنگین در آنها. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۲، شماره۳: ۵۰۱–۵۱۳.

۸. نصیری، س.م.، شیرزادی فر، م.ع.، شجاعی، ج. ۱۳۹۱. تاثیر روش نیم پخت کردن بر خصوصیات فیزیکی دو رقم برنج محلی. پانزدهمین همایش ملی برنج. ساری.

9. AOAC. 1985. Official Methods of Analysis, 12th ed., Association of official Analytical Chemist, Washington DC. USA.

10. ASAE. 2002. Shear and three point bending test of animal bone: ASAE Standards S459. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.

11. Chandrasekhar, P. R., and P. K. Chattopadhyay. 1990. Studies on microstructureal changes of parboiled and puffed rice. Journal of Food Processing and Preservation 14(1): 27-37.

12. Cnossen, A. G., M. J. Jimenez, and T. J. Siebenmorgen. 2003. Rice fissuring response to high drying and tempering temperatures. Journal of Food Engineering 59: 61-69.

13. Courtois, F., M.Faessel, and C. Bonazzi. 2010. Assessing breakage and cracks of parboiled rice kernels by image analysis techniques. Food Control 21(4): 567-572.

14. Gunasekara, K. G., and D. A. N. Dharmasena. 2011. Effect of grain shape and pre-soaking on cooking time and cooking energy. Tropical Agricultural Research 22(2): 194-203.

15. Iguaz, A., M.Rodriguez, and P. Virseda. 2006. Influence of handling and processing of rough rice on fissures and head rice yields. Journal of Food Engineering 77: 803-809.

16. Lamberts, L., I. Rombouts, K. Brijs, K. Gebruers, and J.A. Delcour. 2008. Impact of parboiling conditions on Maillard precursors and indicators in long-grain rice cultivars. Food Chemistry 110(4): 916-922.

17. Lu, R., and T. J. Siebenmorgen. 1995. Correlation of HRY to selected physical and mechanical properties of rice kernels. Transactions of the ASAE 38: 889-894.

18. Luh, B. S. 1991. Rice: Utilization. Van Nostrand Reinhold, USA. pp 425.

19. Manful, J., L. Abbey, and R. Coker. 2009. Effect of artisanal parboiling methods on milling yield and cooked rice textural characteristics. Journal of Food Quality 32(6): 725-734.

20. Marshal, W. E., F. L.Normand, and W. R. Goynes. 1990. Effect of lipid and protein removal on starch gelatinization in whole grain milled rice. Cereal Chemistry 67(5): 458-463.

21. Nassiri, S. M., and S. M. Etesami. 2010. The best method for rough rice drying based on operational energy and head rice yield quality. Journal of Agricultural Machinery. 7(4): 339-345.

22. Saleh, M. I., and J. F. Meullenet. 2007. Effect of protein distribution using proteolytic treatment on cooked rice texture properties. Journal of Texture Studies 38: 423-437.

23. Somchart, S., N. Adisak, , J. Athikom, , and T. Chaiyong. 2006. Parboiling brown rice using super heated steam fluidization technique. Journal of Food Engineering 75: 423-432.

24. Siebenmorgen T.J., and G. Qin. 2005a. Influence of drying on rice fissure formation and mechanical strength distributions. Transactions of the ASAE 48:1835-41.

25. Siebenmorgen T.J., and G. Qin. 2005b. Relating rice kernel breaking force distributions to milling quality. Transactions of the ASAE 48: 223−228.

26. Sridhar, B.S., and B. Manohar. 2003. Hydration ki and energy analysis of parboiling paddy. Journal of Biosystems Engineering 85(2): 173-183.

27. Zhang Q., W. Yang, and Z. Sun. 2005. Mechanical properties of sound and fissured rice kernels and their implications for rice breakage. Journal of Food Engineering. 68: 65-67.

Effect of parboiling on failure strength of rice kernel

Seyed Mehdi Nassiri[1*], Ali Mohammad Shirzadifar[2], Jamileh Shojaei[3]

1- Assistant professor, Department of Biosystems Engineering, Shiraz University
2- Former graduate student, Department of Biosystems Engineering, Shiraz University
3- Former graduate student, Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Isfahan University of Technology
*- Corresponding author: nasiri@shirazu.ac.ir

Abstract:

In spite of extra flavor of local rice cultivars of Fars province, they produce high amount of gel and crumbed granules while cooking and therefore, it could not achieve considerable place in Iranian rice market. In the present study the effect of parboiling on mechanical properties of two local rice cultivars, Fajr as a long grain and Lenjan as a medium grain was studied. Paddy samples from each cultivar were soaked in hot water at 50, 60 and 70^{oC} for an hour, and then steamed at atmospheric pressure for 15 minutes. Finally, samples were dried in an oven reaching final moisture content of 11% (w.b.). Experiments were conducted to measure strength of kernels by three point bending tests. Results depicted that at least one hour soaking is required for parboiling both cultivars a 60^{oC}. Soaking in water with temperature less than 60^{oC} in an hour could not prepared appropriate condition for parboiling, and thereby fissures were produced in kernels. Parboiling increased kernel strength about 51.8 and 22.6% for Lenjan and Fajr cultivars, respectively at 60^{oC}. The increment was 137% for Lenjan kernels at 70^{oC}. Frequency distribution of bending strength for parboiled treatments and controls revealed 5.5 and 7 Mpa thresholds for Lenjan and Fajr cultivars, respectively, for classifying weak and strong kernels. This point was not affected by parboiling process.

Keywords: Mechanical properties, Parboiling, Rice