تاثیر پاربویلینگ بر روی برخی خواص فیزیکی و مکانیکی شلتوک برنج

امید سپهریان[۱*]، رضا طباطبائی کلور[۲] و سید جعفر هاشمی[۲]

۱ – دانشجوی ارشد گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: r.tabatabaei.k@gmail.com

چکیده

نیم جوش کردن یا پاربویلینگ مخلوطی از تیمار آبی و حرارتی بر شلتوک است که شامل سه مرحله اصلی خیساندن در آب، بخار دهی و خشک کردن برنج می‌باشد. مهم‌ترین هدف پاربویلینگ کاهش درصد شکستگی برنج و افزایش ضریب تبدیل برنج است. در این مطالعه فرایند پاربویلینگ بر روی رقم برنج طارم در سه دمای خیساندن ۶۰، ۶۵ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به ترتیب در سه زمان خیساندن ۴، ۳ و ۲ ساعت انجام گرفته است. نتایج نشان داد که پاربویلینگ باعث افزایش درصد عملکرد برنج سالم، نیروی شکست، کشیدگی و کاهش ترک خوردگی دانه می‌شود. بیش‌ترین مقدار درصد عملکرد برنج سالم، نیروی شکست، کشیدگی و کم‌ترین مقدار درصد ترک خوردگی در برنج پاربویل شده با دمای خیساندن ۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان خیساندن دو ساعت به دست آمده است.

کلید واژه ها: پاربویلینگ، ضریب تبدیل، ترک خوردگی، درصد عملکرد، نیروی شکست

مقدمه

یکی از روش‌های مهم برای افزایش ارزش غذایی و کاهش زمان پخت برنج استفاده از فناوری پاربویلینگ یا نیم پخت کردن شلتوک است. این روش یک فرایند هیدروترمال است که در سه مرحله خیساندن، بخاردهی و خشک کنی بر روی شلتوک انجام می شود و چنانچه به درستی مدیریت شود میزان دانه های شکسته را کاهش می دهد. حدود ۲۰٪ برنج تولید شده در جهان پاربویلینگ می شود (بوگنهات و همکاران، ۲۰۱۴). مطالعات نشان می‌دهد که شکستگی برنج در حین فرآوری به تعداد ترک‌های اولیه در دانه بستگی دارد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۵). نیم پخت کردن شلتوک یک روش پیشنهاد شده برای ترمیم ترک‌ها و سخت شدن دانه برنج است. با این حال گزارش شده است که خرد شدن دانه‌های برنج به نحوه فرآوری و نوع تجهیزات مورد ا ستفاده 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 (مانفول و همکاران، ۲۰۰۹).

پاربویلینگ اثر قابل توجهی بر روی خصوصیات بافتی و تغذیه ای برنج پخت شده دارد. به طور ویژه ای برنج نیم پز شده سفت تر است، چسبندگی کمتری دارد و ارزش غذایی بیشتری نسبت به برنج معمولی دارد (باتاچاریا، ۲۰۰۴). دانه شلتوک عمدتاً از گرانول‌های چند ضلعی نشاسته تشکیل شده است که حفره ها و فضای خالی بین گرانول‌ها در طی فرآیند خیساندن پر و سبب تورم دانه شده و گرمای بخاردهی

موجب ژلاتینه شدن نشاسته می شود (یاداو و جیندال، ۲۰۰۷). بوگنهات و همکاران (۲۰۱۴) حساسیت به شکست و برخی خواص مکانیکی برنج پاربویل شده را بررسی کردند. آنها دریافتند که حساسیت به شکست در برنج نیم پز شده حدود ۱۰٪ کمتر بوده و همچنین متوسط نیروی خمش دانه در برنج نیم پز شـــده ۳۹/۶ نیوتن و در برنج معمولی ۱۷/۶ نیوتن بدســـت آمد. هدف این تحقیق بررســـی تاثیر نیم پخت کردن بر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی برنج می باشد.

مواد و روش‌ها

شلتوک رقم طارم هم‌زمان با فصل برداشت از پژوهشکده برنج و مرکبات طبرستان تهیه شد و رطوبت اولیه شلتوک با روش استاندارد وزنی محاسبه گردید. نمونه‌های شلتوک در چند مرحله در دما و زمان مختلف خیسانده شدند به طوری که در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت، در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت و در نهایت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت در آب قرار داده شدند. بعد از فرآیند خیساندن به منظور تعیین بهترین شرایط برای بخار دهی، نمونه‌ها در یک دوره‌ی زمانی ۱۰ دقیقه تحت فشار اتمسفر و دمای ۱۰۰، ۱۱۰ و ۱۲۰ درجه سانتی گراد بخار دهی شدند. نمونه های شلتوک در ۲ مرحله خشک شدند به طوری که ابتدا در دمای اتاق به مدت ۱۲ ساعت در آزمایشگاه قرار گرفته و پس از استراحت، نمونه را در آون قرار داده و تحت دمای ۳۵ درجه سانتیگراد تا رطوبت پایه ۱۲ در صد خشک شدند. صفات اندازه گیری شده شامل کشیدگی دانه برنج، تعیین درصد ترک خوردگی دانه، درصد عملکرد برنج سالم و مقاومت به شکست می باشد.

کلیه آزمایشات در سه تکرار انجام شد و نتایج در قالب طرح کاملا تصادفی بر پایه آزمایش فاکتوریل مورد تجزیه قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل نتایج از نرم افزار spss استفاده شد. نمودارهای آماری توسط نرم افزار Exell رسم شدند.

نتایج و بحث

اثر عوامل مختلف دما و مدت زمان خیساندن بر درصد عملکرد برنج سالم

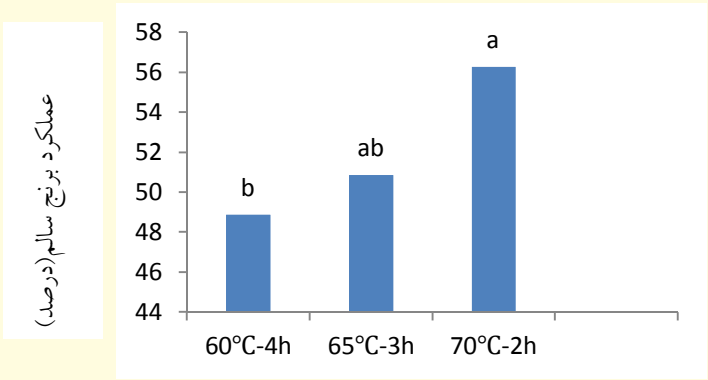
جدول تجزیه واریانس عملکرد برنج سالم نشان داد که ترکیب دما و مدت زمان خیساندن بر عملکرد برنج دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بوده است (جدول ۱). بالاترین عملکرد برنج سالم در ترکیب دمای خیساندن ۷۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان خیساندن دو ساعت مشاهده گردید (شکل ۱). در این تحقیق تاثیر افزایش دمای خیساندن بر افزایش عملکرد برنج سالم (کاهش ضایعات برنج و افزایش ضریب تبدیل) بیش‌تر از تأثیر افزایش مدت زمان خیساندن بر افزایش عملکرد برنج سالم بوده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد عملکرد برنج سالم، درصد ترک خوردگی، کشیدگی و نیروی شکست دانه برنج در دما و مدت زمان مختلف خیساندن برای رقم طارم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد عملکرد برنج سالم	درصد ترک خوردگی	کشیدگی برنج	نیروی شکست دانه برنج
تیمار	۲	۴۳/۶۶۵*	۱۵/۰۵۸*	۰/۳۱۸**	۱۱۳/۰۵۱**
خطا	۶	۱۲/۴۷۶	۳/۷۵۳	۰/۰۲۹	۳/۶۷۴
کل	۹	--	--	--	--

* و ** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال به ترتیب پنج و یک درصد است.

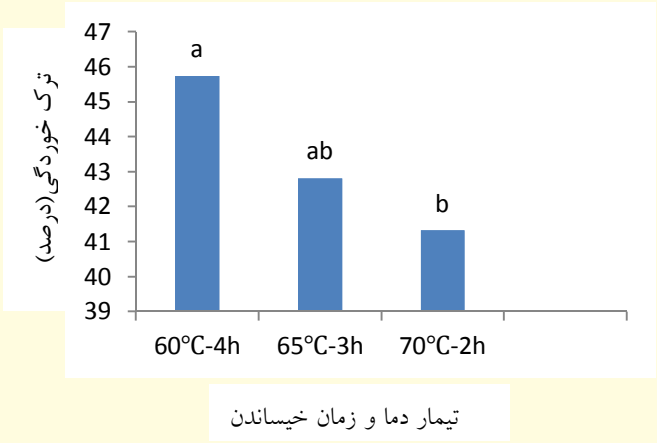
پاربویلینگ با ژلاتینه کردن نشاسته برنج و حذف و پر کردن ترک‌های دانه برنج باعث افزایش مقاومت دانه برنج به تنش‌های اعمال شده در حین عملیات شالیکوبی می شود و درصد شکستگی به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد و درصد عملکرد نیز افزایش می‌یابد و به دلیل نشت و نفوذ سبوس به داخل برنج درصد سبوس به طور چشمگیری کاهش می‌یابد و درصد پوسته نیز کمی کاهش دارد که افزایش درصد عملکرد را توجیه می کند (سلیمانی، ۱۳۷۷). طبق نتایج آزمون مقایسه میانگین داده‌ها، با افزایش دمای خیساندن در شرایط نیم‌پخت کردن، درصد عملکرد برنج سالم افزایش یافت که دلیل آن ژلاتینه شدن نشاسته، تجزیه ساختمان مولکول‌های پروتئین و پر کردن فضای خالی بین دانه‌ها توسط مولکول‌های باز شده نشاسته و پروتئین می‌باشد که چسبندگی بین مواد زیاد می‌شود و ساختار قوی‌تری را برای برنج به جای می گذارد (ساری پوانگ و همکاران، ۲۰۰۸). در این تحقیق، با بیش‌تر شدن مدت زمان خیساندن درصد تغییرات عملکرد برنج سالم افزایش یافت که با مطالعات محققان دیگر (اعتصامی، ۱۳۹۰) مطابقت دارد.



دما و زمان خیساندن

شکل۱- درصد عملکرد برنج سالم در دما و زمان متفاوت خیساندن

جدول تجزیه واریانس ترک خوردگی برنج نشان داد که ترکیب دما و مدت زمان خیساندن بر ترک خوردگی برنج دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بوده است (جدول ۱). بالاترین درصد ترک خوردگی و شکستگی برنج در ترکیب دمای خیساندن ۶۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان خیساندن چهار ساعت مشاهده گردید (شکل ۲). در این تحقیق تأثیر افزایش دمای خیساندن بر کاهش درصد ترک خوردگی برنج (درصد شکستگی برنج) بیش‌تر از تأثیر افزایش مدت زمان خیساندن بر کاهش درصد ترک خوردگی برنج بوده است.

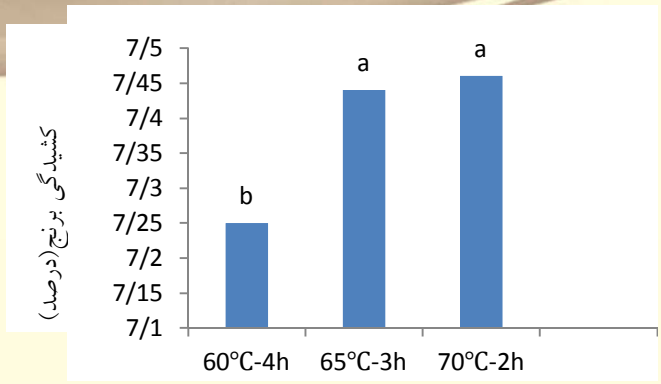


شکل ۲- درصد ترک خوردگی برنج سالم در دما و زمان متفاوت خیساندن

این تحقیق نشان داد که هر چه دمای خیساندن بالاتر رفت، درصد شکستگی در برنج کاهش معنی‌داری یافت و منطبق بر یافته‌های دیگر محققان (بلو و همکاران، ۲۰۰۶) بود که مهم‌ترین هدف پاربویل را کاهش درصد شکستگی بیان داشتند که ناشی از ژلاتینه شدن سطحی برنج می‌باشد (ایسلام و همکاران، ۲۰۰۴). محققان در تعیین شرایط خیساندن مشخص نمودند که استفاده از درجه حرارت بالا در مرحله خیساندن منجر به کاهش شکستگی و ظرفیت متورم شدن و قابلیت جذب آب در دانه می‌گردد (آجی و آگون، ۱۹۸۹). در این پژوهش ترک خوردگی و دانه‌های شکسته با افزایش مدت زمان خیساندن کاهش یافت که با نتیجه تحقیقات (نقوی مرمتی و همکاران،۱۳۹۲) و (میاح و همکاران، ۲۰۰۲) مطابقت داشت.

اثر عوامل مختلف دما و مدت زمان مختلف خیساندن برکشیدگی برنج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس کشیدگی دانه برنج نشان داد که ترکیب دما و مدت زمان خیساندن بر کشیدگی دانه برنج دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بوده است (جدول ۱). بالاترین درصد کشیدگی دانه برنج در ترکیب دمای خیساندن ۷۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان خیساندن دو ساعت مشاهده گردید (شکل ۳).

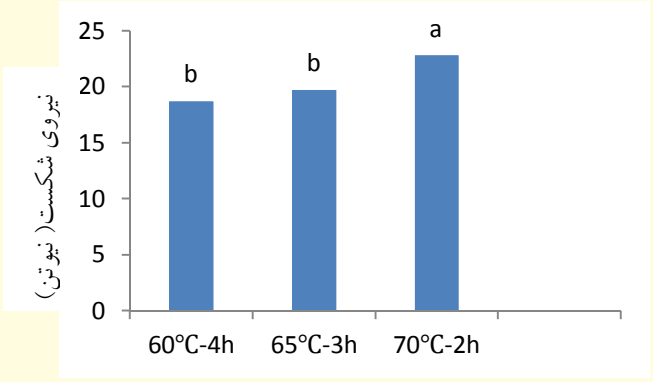


شکل ۳- درصد کشیدگی برنج سالم در دما و زمان متفاوت خیساندن

نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (نصیری و همکاران، ۱۳۹۱). در این تحقیق تأثیر افزایش دمای خیساندن بر افزایش درصد کشیدگی دانه برنج (طول برنج) بیش‌تر از تأثیر افزایش مدت زمان خیساندن بر افزایش درصد ترک خوردگی برنج بوده است. آرومریت و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که با افزایش زمان خیساندن نسبت طول به قطر برنج افزایش می‌یابد که این تغییرات در مراحل اولیه خیساندن شدیدتر است و تغییرات طول نسبت به قطر بیش‌تر است. با روش نیم پخت کردن می‌توان شرایط پس از پخت دانه را از لحاظ کشیدگی دانه تغییر داد که این باعث بازارپسندی دانه می شود. معتمدزادگان و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که افزایش ابعاد را می‌توان به دلیل تغییراتی که دانه طی فرایند نیم پخت بوجود می‌آید دانست.

اثر عوامل مختلف دما و مدت زمان مختلف خیساندن بر نیروی شکست برنج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نیروی شکست دانه برنج (مقاومت به شکست) نشان داد که ترکیب دما و مدت زمان خیساندن بر استحکام شکست دانه برنج دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بوده است (جدول ۱). بالاترین نیروی شکست دانه برنج در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان دو ساعت مشاهده گردید (شکل ۴). در این تحقیق تأثیر افزایش دمای خیساندن بر افزایش نیروی شکست برنج بیش‌تر از تأثیر افزایش مدت زمان خیساندن بر افزایش نیروی شکست برنج بوده است.



شکل۴- نیروی شکست برنج سالم در دما و زمان متفاوت خیساندن

مطابق با نتایج تحقیقات انجام شده در این زمینه مشاهده شد که افزایش درصد دانه ترک خورده در یک نمونه با متوسط نیروی شکست اندازه‌گیری شده نسبت عکس دارد به نحوی که با افزایش درصد ترک در یک نمونه، میانگین نیروی شکست کاهش می‌یابد (اعتصامی، ۱۳۹۰).

منابع

اعتصامی، س.م. ۱۳۹۰. بررسی اثر روش‌های مختلف خشک‌کردن بر مصرف انرژی و خصوصیات آسیاب کردن دو رقم شلتوک. پایان نامه کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز.

سلیمانی، م. ۱۳۷۷. تاثیر پارامترهای خشک کردن بر خصوصیات کیفی و شکنندگی برنج. همایش ملی گیاهان دارویی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات آیت اله آملی، ایران.

معتمدزادگان ع.، حسینی، ش. و پورمقدم، م. ۱۳۹۲. تاثیر فرآیند نیم‌پخت کردن بر خصوصیات فیزیکی برنج طارم هاشمی. همایش ملی گیاهان دارویی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات آیت اله آملی، ایران.

نقوی مرمتی، م.، عزیزی ا.، کربلایی، م.ت. و سیدین اردبیلی، س.م. ۱۳۹۲. اثر پاربویلینگ روی درصد شکستگی و درصد عملکرد برنج. سومین همایش ملی امنیت غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه، ایران.

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

Ahromrit, A., Ledward, D.A. and Niranjan, K. 2006. High pressure induced water uptake characteristics of Thai glutinous rice. *Journal of Food Engineering,* 72(3), pp. 225-233.

Ajai, O.A. and Agun A.B. 1989. Effect of parboiling degree on some of quality parameters in rice. J. *Food Science and Technology,* 26(5), pp. 245-247.

Arora, V.K.S., M. Henderson, and T.H. Burkhardt. 1973. Drying cracking versus thermal and mechanical properties. *Transactions of the ASAE* 16: 320-327.

Bello, M., Baeza, R. and Tolaba, M.P. 2006. quality characteristics of milled and cooker rice affected by hydrothermal treatment. *Food engineering*, 72, pp. 124-133.

Bhattacharya, K.R. 2004. Parboiling of rice In: Champagne, E.T. (Ed.), Rice: Chemistry and Technology. American Association of cereal chemists, St. Paul, MN. USA, pp. 289-348.

Buggenhout, J., Brijs, K., Oevelen, J., and Delcour, J.A. 2014. Milling breakage susceptibility and mechanical properties of paraboiled brown rice kernels. *LWT-Food Science and Technology,* 59, 369-375.

Islam, M.R., Shimizu, N. and Kimura, T. 2004. Energy requirement in parboiling and its relationship to some important quality indicators. *Journal of Food Engineering*, 63(4), pp. 433-439.

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): pp. 725-734.

Miah, M., Haque, A., Douglass, M.P. and Clarke, B. 2002. Parboiling of rice. Part II: Effect of hot soaking time on the degree of starch gelatinization. *International journal of food science & technology*, 37(5), pp. 539-545.

Sareepuang, K., Siriamornpun, S., Wiset, L. and Meeso, N. 2008. Effect of soaking temperature on physical, chemical and cooking properties of parboiled fragrant rice. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(4), pp. 409-415.

Yadav, B.K. and Jindal, V.K. 2007. Water uptake and solid loss during cooking of milled rice (Oryza sativa L.) in relation to its physicochemical properties. *Journal of Food Engineering*, 80(1), pp.46-54.
Zhang, Q., Yang, W. and Sun, Z. 2005. Mechanical properties of sound and fissured rice kernels and their implications for rice breakage. *Journal of Food Engineering*, 68(1), pp. 65-72.

Effect of parboiling on physical and mechanical properties of paddy

O. Sepehrian[1], R. Tabatabaei koloor[*2] and S.J. Hashemi[2]

1- MSc student, Dept. of Biosystem Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2- Associate prof., Dept. of Biosystem Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

*Corresponding author email:

r.tabatabaei.k@gmail.com

Abstract:

Parboiling is a hydrothermal process which is done on the fresh rice paddy. It is consist of three steps soaking, steaming, and drying. The most important aim of fresh rice paddy parboiling is achieving more head rice yield and reduction of breaking percentage of fresh rice paddy. In this study parboiling has being done in three different levels of temperature (60, 65 and 70 degrees of centigrade) and three different levels of time (2, 3 and 4 hours), respectively. The result of study shows that parboiling causes increasing head rice yield, breaking force, longness and decreasing rice paddy cracking in native Tarom variety. The highest head rice yield, breaking force and longness and the lowest rice paddy cracking are achieved in 70ºC and 2 hours of soaking treatment.

Keywords: Parboiling, head rice yield, breaking force, longness, cracking