Archive of SID

مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶ (ص ۳۰۴-۲۹۹)

بررسی تاثیر پاربویلینگ برنج به وسیله امواج مایکروویو بر ضریب تبدیل و درصد برنج سالم

داود قنبریان[1*]، ماشاالله ولایی[2]، مهدی قاسمی ورنامخواستی[3]، حمید رضا آقاگل زاده[4]

۱. دانشیار، گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه شهرکرد

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۳. استادیار ، گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه شهرکرد

۴. مربی ، مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز مازندران

(تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۱۱/۲۷ – تاریخ تصویب : ۱۳۹۵/۱۲/۲۲)

چکیده

فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید شامل عملیاتی است که از مرحله خشک کردن تا مرحله درجه‌بندی روی برنج انجام می‌گیرد. شکست برنج شاخص‌ترین افت تبدیل در کشور ما به شمار می‌رود. پاربویلینگ با ژلاتینه کردن نشاسته برنج و پر کردن ترک‌های دانه برنج باعث افزایش مقاومت دانه برنج و در نتیجه آن درصد شکستگی به نحو چشمگیری کاهش و ضریب تبدیل و درصد برنج سالم افزایش می‌یابد. اخیرا استفاده از امواج مایکروویو در عملیات پابویلینگ مورد توجه محققین قرار گرفته است. در این پژوهش اثر چهار فاکتور رقم در دو سطح (شیرودی و هاشمی)، دمای خیساندن در دو سطح (۶۰ و ۷۰درجه سلسیوس)، توان مایکروویو در دو سطح (۶۰۰ و ۹۰۰ وات) و مدت گرمادهی در دو سطح (۲ و ۴ دقیقه) بر ضریب تبدیل و درصد برنج سالم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش دمای خیساندن،ضریب تبدیل به طور معنی‌داری افزایش یافت. ضریب تبدیل در رقم شیرودی به طور معنی‌داری بیشتر از هاشمی می‌باشد. با افزایش توان مایکروویو درصد برنج سالم نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین ضریب تبدیل و درصد برنج سالم در هر دو رقم مربوط به دمای خیساندن ۶۰ درجه سلسیوس، توان ۹۰۰ وات و مدت گرمادهی ۲ دقیقه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی : برنج، ضایعات تبدیل، پاربویلینگ، گرمادهی، ژلاتینه شدن

مقدمه

برنج از مهم‌ترین غلات و منابع غذایی جهان است که بشر از گذشته های دور به کشت آن می‌پرداخته است. نیمی از جمعیت جهان، به برنج به عنوان یک غذای اصلی وابسته هستند به طوری که پس ازگندم، برنج دومین غله مهم در دنیا به حساب می‌آید. (Smith & Dilday, 2003).

علیرغم دشواری‌های موجود در تولید برنج، متاسفانه حجم قابل توجهی از آن به دلایل مختلف از مرحله کاشت تا مرحله مصرف به هدر می‌رود. ضایعات پس از برداشت محصولات کشاورزی شامل کوبیدن، خشک کردن، نگهداری، حمل و نقل و تبدیل در کشورهای در حال توسعه در حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد از کل محصول تولیدی را شامل می‌شوند (Bayat, 2004). بنابراین کاهش ضایعات در این مرحله، نقش بسیار مؤثری در افزایش تولید جهانی و افزایش بهره‌وری خواهد داشت. در میان انواع مختلف ضایعات در فرایند تولید برنج، ضایعات و افت‌های تبدیل از اساسی‌ترین آن‌ها به شمار می‌آیند. شکست برنج شاخص‌ترین افت تبدیل در کشور ما به شمار می‌رود. قیمت برنج شکسته ۳۰ تا ۵۰ درصد قیمت برنج سالم است. با توجه به حجم بالای تولید این محصول در ایران، زیان مالی ناشی از شکست برنج رقم قابل توجهی را نشان می‌دهد (Firoozi & Alizadeh, 2009). محققان راهکارهای مختلفی برای کاهش ضایعات فرآوری برنج ارائه کرده‌اند که یکی از مهمترین آن‌ها استفاده از پاربویلینگ است.

پاربویلینگ به طور خلاصه اعمال تیمار گرما روی شلتوک و بعضاً برنج قهوه‌ای است که گاهی معادل پیش پختن یا نیم پز کردن نیز ترجمه می‌شود. پاربویلینگ مرسوم شامل سه مرحله خیساندن، بخاردهی و خشک کردن می‌باشد (Bhattacharya, 2011). 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 تبدیل می‌شود. به این ترتیب درصد شکستگی به نحو چشمگیری کاهش و درصد عملکرد افزایش می‌یابد (Nasirahmadi *et al*, 2014). علیرغم مزایای فراوان، عملیات پاربویلینگ مرسوم معایبی از جمله صرف انرژی و هزینه بالا، تغییر در بو و تغییر در رنگ دانه برنج (زرد شدن) را به همراه دارد که بیشتر به مرحله بخاردهی آن مربوط

* نویسنده مسئول : dghanbarian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

می شود(Malek, 2012). لذا اخیراً حذف مرحله بخاردهی و استفاده از سایر روش‌های گرمادهی مانند استفاده از امواج مایکروویو و مادون قرمز در عملیات پاربویلینگ مورد توجه محققین قرار گرفته است.

در پاربویلینگ به وسیله امواج مایکروویو ابتدا شلتوک در آب گرم خیسانده می‌شود تا رطوبت آن به ۳۰ تا ۴۰ درصد برسد. سپس نمونه وارد دستگاه مایکروویو شده و در اثر استفاده از انرژی حاصل از امواج مایکروویو، مولکول‌های آب درون ماده غذایی، مرتعش شده و گرما تولید می‌شود. در اثر این گرما دانه برنج ژلاتینه می‌شود و نیازی به مرحله بخاردهی که در پاربویلینگ مرسوم انجام می‌شود، نخواهد بود (Roberts, 1977). استفاده از مایکروویو دارای مزایایی نسبت به روش‌های سنتی می‌باشد از جمله: پیوسته بودن روش، نیاز به فضای کم، عدم نیاز به بخار و در نتیجه دیگ و تجهیزات بخار، پایین بودن هزینه سرویس و نگهداری، کاهش مصرف آب، عدم نیاز به کاهش رطوبت نهایی محصول، تقویت و بهبود کیفیت محصول، بالاتر بودن درجه سفیدی محصول، تغییر کمتر در رنگ برنج. تنها عیب این روش افزایش درصد شکستگی برنج نسبت به روش‌های مرسوم می‌باشد که با توجه به مزایای زیاد آن به نظر می‌رسد قابل اغماض باشد (Rajabzadeh, 2003).

Marshall *et al*. (1993) با پاربویلینگ دو واریته برنج با استفاده از مایکروویو، درجه ژلاتینه شدن نشاسته نمونه‌ها را اندازه‌گیری کردند. نتایج بدست آمده نشان داد برای رسیدن به بالاترین ضریب تبدیل نیازی به ژلاتینه شدن کامل نشاسته برنج نیست.Doos *et al* (1993) با تحقیقی که بر روی پاربویلینگ با استفاده از مایکروویو بر روی دو واریته برنج انجام دادند، نشان دادند که پاربویلینگ به وسیله مایکروویو نسبت به روش‌های مرسوم پاربویلینگ نیاز به صرف زمان کمتر و در نتیجه انرژی کمتری داشته ولی باعث کاهش ضریب تبدیل برنج سالم نسبت به روش های مرسوم می‌شود.Kaasova *et al* (2001) نشان دادند پاربویلینگ به وسیله مایکروویو باعث تسریع فرآیند ژلاتینه شدن نشاسته برنج می‌شود. در این پژوهش کاهش زمان خشک کردن و پایداری نشاسته برنج از دیگر ویژگی های مثبت استفاده از مایکروویو در فرآیند پاربویلینگ گزارش شد. Kamil (2001) با پاربویلینگ به وسیله مایکروویو برنج، گزارش کرد درصد شکستگی برنج پس از فرآیند به میزان قابل توجهی کاهش و میزان از دست دادن مواد مغذی برنج حین فرآیند تبدیل نیز کاهش می‌یابد. Das *et al*(2004) با پاربویلینگ شلتوک برنج با گرمادهی از طریق اشعه مادون قرمز با ۵ سطح شدت اشعه و ۴ سطح ضخامت نمونه، ضریب تبدیل، تغییرات رنگی، میزان ژلاتینه شدن برنج و انرژی مصرفی مخصوص را اندازه‌گیری کردند. آن‌ها گزارش کردند با افزایش شدت اشعه میزان ضریب تبدیل کاهش و همچنین با کاهش ضخامت نمونه تغییرات رنگی افزایش می‌یابد. Cheenkachorn (2007) با خشک کردن شلتوک برنج به وسیله مایکروویو تحت خلأ در چهار توان خروجی، گزارش کرد با افزایش توان خروجی میزان دانه های شکسته شده حین فرآیند تبدیل افزایش می‌یابد. او همچنین گزارش کرد استفاده از خشک کن مایکروویو تحت خلأ برای خشک کردن شلتوک روش سریع و مناسبی می‌باشد. Zhang *et al*(2009) با خشک کردن شلتوک به وسیله مایکروویو و تأثیر آن بر روی ضریب تبدیل، گزارش کردند با افزایش توان خروجی مایکروویو در مدت زمان مساوی، میزان ضریب تبدیل افزایش می یابد. آن‌ها نتیجه گرفتند که بکارگیری مایکروویو در شرایط مناسب (توان خروجی، مدت زمان و ...) می‌تواند باعث بهبود ضریب تبدیل و خاصیت انبارداری برنج شود.Bualuang *et al* (2013) با مقایسه سه روش خشک کردن برنج پاربویل شده توسط جریان هوای داغ، اشعه مادون-قرمز و استفاده توأم جریان هوای داغ و اشعه مادون‌قرمز، به این نتیجه رسیدند که روش آخر از نظر نتایج بدست آمده بهترین روش بوده ولی نیاز به صرف انرژی بیشتری دارد.

مرور تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد علیرغم اهمیت موضوع پاربویلینگ برنج تاکنون تحقیقی در زمینه پاربویلینگ برنج توسط امواج مایکروویو در کشور انجام نشده است. لذا در این پژوهش سعی شده است تاثیر پاربویلینگ به وسیله مایکروویو بر روی ارقام بومی کشور مورد بررسی قرار گیرد

مواد و روش‌ها

به منظور انجام آزمایش در این تحقیق، دو رقم برنج طارم هاشمی (رقم کیفی) و شیرودی (پرمحصول) در پاییز ۱۳۹۳ از موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان آمل تهیه شد. عملیات پاربویلینگ و آزمایش‌های مربوط به فرآیند تبدیل در مرکز توسعه و تکنولوژی هراز و موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. برای انجام پژوهش آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار فاکتور رقم (در دو سطح شیرودی و هاشمی)، دمای خیساندن (در دو سطح ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس)، توان خروجی (در دو سطح ۶۰۰ و ۹۰۰ وات) و مدت زمان گرمادهی در مایکروویو (در دو سطح ۲ و ۴ دقیقه) در سه تکرار در نظر گرفته شد. برای اجرای مرحله خیساندن، از یک مخزن استوانه‌ای با ظرفیت ۱۰ لیتر استفاده و برای ثابت نگه داشتن دما در مدت خیساندن شیر کنترل چند کاره

www.SID.ir

Archive of SID

ترموستاتیک مدل (AF-97) مخصوص آبگرمکن‌های مخزنی، با دامنه تنظیم دما ۴۰ الی ۸۰ درجه سلسیوس به کار برده شد. به دلیل دمای بالای کف مخزن، از یک الک ریز برای جلوگیری از برخورد دانه‌ها با آن استفاده گردید. نمونه‌ها روی الک قرار گرفته و با تنظیم ترموستات دما در تمام مدت خیساندن ثابت نگه داشته شد. برای گرمادهی از دستگاه مایکروفر خانگی Candyمدل CMG25D با توان خروجی ۱۰۰۰ وات استفاده شد. پس از خیساندن نمونه‌های مربوط به این روش، از یک توری برای خارج شدن آب نمونه استفاده شد سپس با توجه به تحقیقات Roberts (1977) و Kamil (2001) نمونه‌ها به مدت ۲ و ۴ دقیقه در مایکروویو با دو توان ۶۰۰ و ۹۰۰ وات قرار گرفت. برای خشک کردن نمونه ها روش خشک کردن در سایه به کار گرفته شد. بدین صورت که نمونه‌ها بر روی پارچه پهن و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند تا به رطوبت مطلوب (بین ۱۱ تا ۱۳ درصد بر مبنای تر) برای انجام فرآیند تبدیل برسند (Bhattacharya, 1969; Kim & Li, 2012). پس از خشک کردن، نمونه‌ها در کیسه‌های مخصوص زیپ دار قرار گرفته و پس از برچسب‌گذاری برای حفظ رطوبت، تا شروع فرآیند تبدیل در یخچال نگهداری شدند.

سه نمونه ۲۵۰ گرمی از هر تیمار در سطح رطوبتی ۱۱-۱۲ درصد وارد فرآیند تبدیل (شامل پوست کندن، سفید کردن و درجه بندی) شدند. برای پوست کندن نمونه ها از پوست‌کن غلتک لاستیکی آزمایشگاهی مدل (Yanmar, ST 50) و برای سفید کردن آن‌ها از سفیدکن سایشی آزمایشگاهی مدل (Satake) استفاده شد. وزن نمونه‌های سفید شده با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای جداسازی دانه‌های سالم از شکسته از الک دوار مدل (Xinen, FQS-13X20) استفاده و دانه های سالم پس از جداسازی، توزین و ثبت گردیدند. برای مطالعه کیفیت برنج بدست آمده از دو مفهوم ضریب تبدیل و درصد برنج سالم (روابط ۱ و ۲) استفاده شد (Andreevska *et al*. 2015):

$$\text{ضریب تبدیل} = \frac{\text{وزن برنج سفید}}{\text{وزن شلتوک اولیه}} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$\text{درصد برنج سالم} = \frac{\text{وزن برنج سالم}}{\text{وزن شلتوک اولیه}} * 100 \quad \text{(رابطه ۲)}$$

عملیات آماده‌سازی و محاسبات اولیه با نرم‌افزار اکسل (Microsoft Excel 2013) و تجزیه و تحلیل آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار اس پی اس اس (IBM SPSS Statistics 20) انجام شد. به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف پارامترهای مستقل شامل رقم، دمای خیساندن، توان ماکروویو و مدت گرمادهی بر پارامترهای وابسته اندازه گیری شده یعنی ضریب تبدیل و درصد برنج سالم از آنالیز تک متغیره (GLM-Univariant) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون ال اس دی (LSD) استفاده گردید.

بحث و نتایج

و ضرایب تبدیل حاصل از اندازه‌گیری برنج پاربویل شده رقم شیرودی و هاشمی در سطوح مختلف دمای خیساندن، توان خروجی مایکروویو و مدت زمان گرمادهی در مایکروویو در جدول ۲ نشان داده شده است.

ضریب تبدیل

تجزیه واریانس اثر رقم، دمای خیساندن، توان خروجی مایکروویو، مدت زمان گرمادهی و اثرات متقابل آن‌ها بر ضریب تبدیل در جدول ۱ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می شود اثر دو پارامتر دما و رقم و نیز اثرات متقابل توان در مدت گرمادهی و نیز توان در دمای خیساندن بر ضریب تبدیل معنی دار شده است. طبق نمودار شکل ۱ در این تحقیق ضریب تبدیل رقم هاشمی از رقم شیرودی کمتر بوده است. به طور کلی ضریب تبدیل در رقم شیرودی بیشتر از رقم هاشمی می-باشد (Zamani & Alizadeh, 2009). این بدان معنی است که روش بکار گرفته در این تحقیق باعث تغییر در ضریب تبدیل این دو رقم در مقایسه با یکدیگر نشده است. همان طور که از نمودار شکل ۲ دیده می شود افزایش دمای خیشاندن از ۶۰ به ۷۰ درجه سلسیوس با افزایش ضریب تبدیل گردیده است. Miah *et al*.(2002)، Sareepuang *et al*(2008)، Nasirahmadi *et al*(2014) و Mir & Bosco (2013) به نتایج مشابهی دست یافتند. مقایسه ضریب تبدیل بدست آمده از این تحقیق و تحقیقات Latifi & Alizadeh (2014) و Ahmadi Ara *et al*(2013) که در تحقیق خود از روش مرسوم پاربویلینگ بر روی ارقام ایرانی استفاده کردند نشان می‌دهد که پاربویلینگ به وسیله امواج مایکروویو نیز مانند پاربویلینگ مرسوم به میزان قابل توجهی باعث افزایش ضریب تبدیل می‌گردد.

شکل ۳ نمودار اثر متقابل دمای خیساندن در توان خروجی را بر ضریب تبدیل نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار در دمای خیساندن ۶۰ درجه سلسیوس با افزایش توان ضریب تبدیل به طور محسوسی افزایش، ولی در دمای ۷۰ درجه سلسیوس با افزایش توان ضریب تبدیل مقداری کاهش می‌یابد. همچنین نشان می‌دهد در توان ۶۰۰ وات با افزایش دمای خیساندن ضریب تبدیل به طور چشمگیری افزایش ولی در توان

www.SID.ir

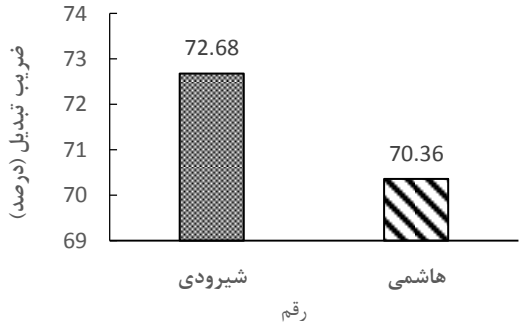
Archive of SID

۹۰۰ وات با افزایش دمای خیساندن ضریب تبدیل مقداری کاهش می‌یابد.

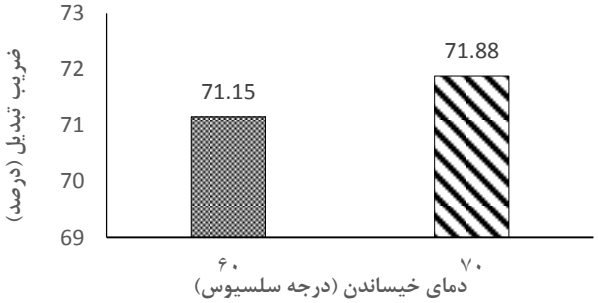
جدول ۱. تجزیه واریانس اثر رقم، دمای خیساندن، توان خروجی مایکروویو، مدت زمان گرمادهی و اثرات متقابل آن‌ها بر ضریب تبدیل

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
رقم	۱	۶۴/۷۵۱**
دمای خیساندن	۱	۶/۱۲۸*
توان خروجی	۱	۴/۸۲۰ns
مدت گرمادهی	۱	۰/۲۴۲ns
رقم × دمای خیساندن	۱	۰/۷۳۳ns
رقم × توان خروجی	۱	۳/۰۷۵ns
رقم × مدت گرمادهی	۱	۰/۷۸۸ns
دمای خیساندن × توان خروجی	۱	۸/۴۲۵*
دمای خیساندن × مدت گرمادهی	۱	۲/۷۷ns
توان خروجی × مدت گرمادهی	۱	۱۰/۳۸۸*
رقم × دمای خیساندن × توان خروجی	۱	۷/۴۹۷*
رقم × دمای خیساندن × مدت گرمادهی	۱	۳/۲۰۹ns
رقم × توان خروجی × مدت گرمادهی	۱	۰/۸۶۱ns
دمای خیساندن × توان خروجی × مدت گرمادهی	۱	۳/۴۷۲ns
رقم × دمای خیساندن × توان خروجی × مدت گرمادهی	۱	۱/۶۴۲ns
کل	۴۷	-

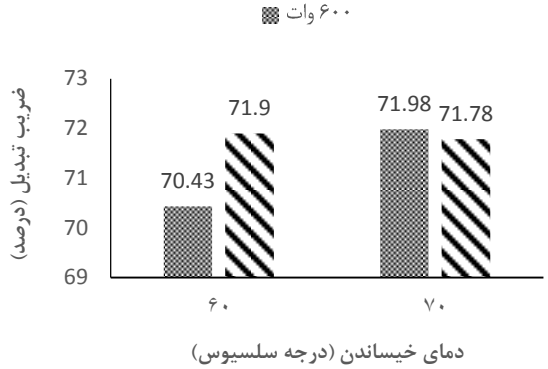
** معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱، * معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار



شکل ۱. نمودار اثر رقم بر ضریب تبدیل

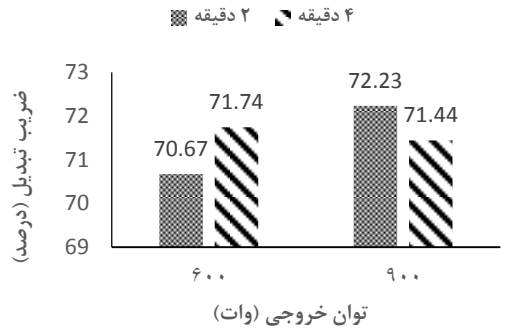


شکل ۲۰. نمودار اثر دمای خیساندن بر ضریب تبدیل



شکل ۲. نمودار اثر متقابل دمای خیساندن در توان خروجی مایکروویو بر ضریب تبدیل

شکل ۴ نمودار اثر متقابل توان خروجی در مدت گرمادهی را بر ضریب تبدیل نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار در توان ۶۰۰ وات با افزایش مدت گرمادهی ضریب تبدیل افزایش، ولی در توان ۹۰۰ وات با افزایش مدت گرمادهی ضریب تبدیل کاهش می‌یابد. همچنین نشان می‌دهد در مدت گرمادهی ۲ دقیقه با افزایش توان ضریب تبدیل به طور چشمگیری افزایش ولی در مدت گرمادهی ۴ دقیقه با افزایش توان ضریب تبدیل مقداری کاهش می‌یابد.



شکل ۴. نمودار اثر متقابل توان خروجی مایکروویو در مدت زمان گرمادهی بر ضریب تبدیل

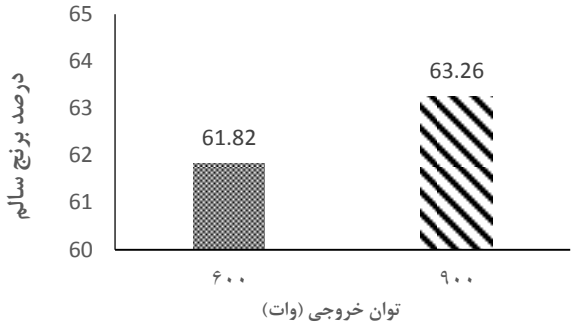
درصد برنج سالم

جدول ۲ تجزیه واریانس اثر رقم، دمای خیساندن، توان خروجی مایکروویو، مدت زمان گرمادهی و اثرات متقابل آن‌ها بر درصد برنج سالم را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود اثر توان خروجی و اثرات متقابل رقم در دمای خیساندن و توان خروجی در مدت گرمادهی بر درصد برنج سالم معنی دار شدند. طبق نمودار شکل ۵ با افزایش توان خروجی از ۶۰۰ به ۹۰۰ وات، درصد برنج سالم در سطح احتمال ۰/۰۵ به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.Zhang *et al*(2009) در طی تحقیقات خود نتایج مشابهی را گزارش کردند. مقایسه درصد برنج سالم بدست آمده از این تحقیق و تحقیقات Latifi & Alizadeh (2014) و Ahmadi Ara *et al*(2013) و Nasirahmadi *et*

www.SID.ir

Archive of SID

al(2014) که در تحقیق خود از روش مرسوم پاربویلینگ بر روی ارقام ایرانی استفاده کردند نشان می‌دهد که پاربویلینگ به وسیله امواج مایکروویو نیز مانند پاربویلینگ مرسوم به میزان قابل توجهی باعث افزایش ضریب تبدیل می‌گردد.



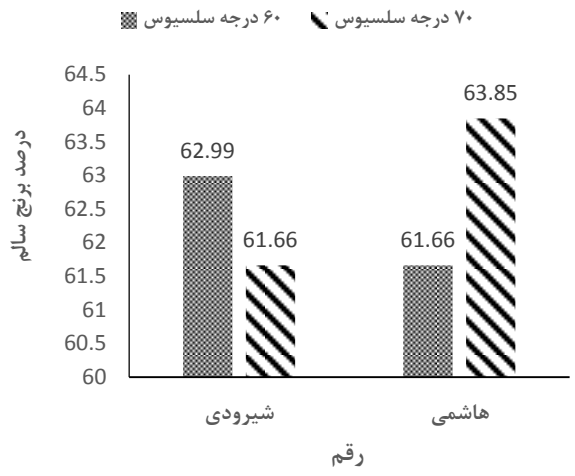
شکل ۵. نمودار اثر توان خروجی مایکروویو بر درصد برنج سالم

شکل ۶ نمودار اثر متقابل رقم در دمای خیساندن بر درصد برنج سالم را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار در رقم شیرودی با افزایش دمای خیساندن درصد برنج سالم کاهش، ولی در رقم هاشمی با افزایش دمای خیساندن درصد برنج سالم افزایش می‌یابد. در دمای خیساندن ۶۰ درجه سلسیوس درصد برنج سالم رقم شیرودی بیشتر از هاشمی ولی در دمای ۷۰ درجه سلسیوس درصد برنج سالم رقم هاشمی بیشتر از شیرودی می‌باشد.

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر رقم، دمای خیساندن، توان خروجی مایکروویو، مدت زمان گرمادهی و اثرات متقابل آن‌ها بر درصد برنج سالم

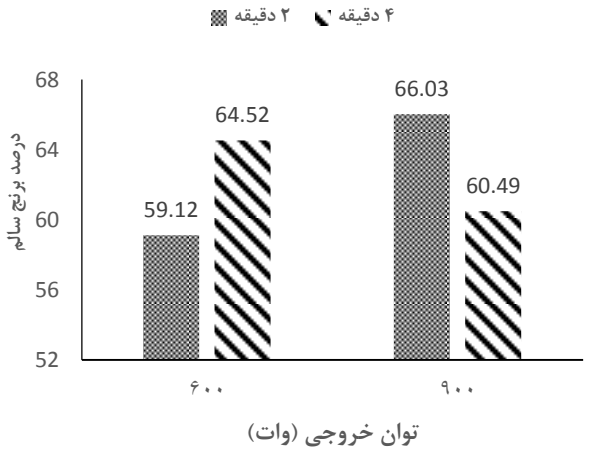
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
رقم	۱	۲/۱۹۳ ns
دمای خیساندن	۱	۲/۲۲۷ ns
توان خروجی	۱	۲۴/۹۱۲ *
مدت گرمادهی	۱	۰/۰۶ ns
رقم × دمای خیساندن	۱	۳۷/۱۷۱ **
رقم × توان خروجی	۱	۰/۰۱۲ ns
رقم × مدت گرمادهی	۱	۰ ns
دمای خیساندن × توان خروجی	۱	۱۲/۴۰۳ ns
دمای خیساندن × مدت گرمادهی	۱	۵/۶۸۵ ns
توان خروجی × مدت گرمادهی	۱	۳۵۸/۱۷۶ **
رقم × دمای خیساندن × توان خروجی	۱	۱/۲۳۵ ns
رقم × دمای خیساندن × مدت گرمادهی	۱	۵/۹۲۲ ns
رقم × توان خروجی × مدت گرمادهی	۱	۱۵/۹۳۹ ns
دمای خیساندن × توان خروجی × مدت گرمادهی	۱	۲۹/۷۹۹ *
رقم × دمای خیساندن × توان خروجی × مدت گرمادهی	۱	۰/۰۰۱ ns
کل	۴۷	-

** معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱، * معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار



شکل ۶. نمودار اثر متقابل رقم در دمای خیساندن بر درصد برنج سالم

شکل ۷ نمودار اثر متقابل توان خروجی در مدت گرمادهی را بر درصد برنج سالم نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار در توان ۶۰۰ وات با افزایش مدت گرمادهی درصد برنج سالم افزایش، ولی در توان ۹۰۰ وات با افزایش مدت گرمادهی درصد برنج سالم کاهش می‌یابد. همچنین نشان می‌دهد در مدت گرمادهی ۲ دقیقه با افزایش توان درصد برنج سالم افزایش ولی در مدت گرمادهی ۴ دقیقه با افزایش توان درصد برنج سالم کاهش می‌یابد.



شکل ۷. نمودار اثر متقابل توان خروجی مایکروویو در مدت زمان گرمادهی بر درصد برنج سالم

نتیجه گیری

بررسی تاثیر رقم، دمای خیساندن، توان خروجی مایکروویو و مدت زمان گرمادهی بر ضریب تبدیل نشان داد که اثر دمای خیساندن و رقم بر ضریب تبدیل معنی‌دار می‌باشد. به طوری که با افزایش دمای خیساندن ضریب تبدیل نیز افزایش یافت و ضریب تبدیل در رقم شیرودی بیشتر از رقم هاشمی می‌باشد. بررسی تاثیر رقم، دمای خیساندن، توان خروجی مایکروویو و

www.SID.ir

Archive of SID

مدت زمان گرمادهی بر درصد برنج سالم نشان داد که اثر توان خروجی مایکروویو بر در صد برنج سالم معنی‌دار می‌باشد. به طوری که با افزایش توان خروجی مایکروویو درصد برنج سالم نیز افزایش یافت. مقایسه دو پارامتر ضریب تبدیل و درصد برنج سالم به دست آمده در این تحقیق با نتایج محققانی که اثر پاربویلینگ مرسوم را بر روی ارقام ایرانی برنج انجام دادند نشان می‌دهد پاربویلینگ به وسیله مایکروویو نیز مانند روش مرسوم تاثیر بسزایی در افزایش ضریب تبدیل و درصد برنج سالم دارد. بنابراین روش مذکور با توجه به مزایایی که نسبت به روش مرسوم دارد می‌تواند جایگزین مناسبی برای پاربویلینگ مرسوم باشد.

RERERENCES

Ahmadi Ara, A., Askari Asli Ardeh, E., Dehpoor, M. B., Bagheri, I., & Rahimi Ajdadi, F. (2013). Investigating the effect of some factors involved parboiling on milling yield and whiteness degree in two conventional rice varieties of Guilan province. The 8th National Conference on Agri. Machinery Eng. & Mechanization, Mashhad. (in farsi)

Ali, N., & Pandya, A. (1974). *Basic concept of parboiling of paddy*. Journal of Agricultural Engineering Research, *19*(2), 111-115.

Andreevska, D., Andov, D., Menkovska, M., Simeonovska, E., & Dimitrovski, T. (2015). *Head rice yield of some domestic and foreign rice varieties (oryza sativa L.) grown in the Republic of Macedonia.* Macedonian Journal of Animal Science, *5*(2), 89-94.

Bayat, F. (2004). *Factors of Loss of crops at different stages and strategies to deal with it*. 01st Symposium of National Resources Loss Prevention, Tehran. (in farsi)

Bhattacharya, K. R. (1969). Breakage of rice during milling, and effect of parboiling. Cereal Chem, 46(5), 478-485.

Bhattacharya, K. R. (2011). Rice Quality: A Guide to Rice Properties and Analysis: Elsevier Science.

Bualuang, O., Tirawanichakul, Y., & Tirawanichakul, S. (2013). *Comparative Study between Hot Air and Infrared Drying of Parboiled Rice: Kinetics and Qualities Aspects.* Journal of Food Processing and Preservation, *37*(6), 1119-1132.

Cheenkachorn, K. (2007). *Drying of rice paddy using a microwave-vacuum dryer*. Paper presented at the Proceedings of European Congress of Chemical Engineering. Copenhagen.

Das, I., Das, S. K., & Bal, S. (2004). *Specific energy and quality aspects of infrared (IR) dried parboiled rice*. Journal of Food Engineering, 62(1), 9-14.

Doos, H., Rizk, L., & El-Shirbeeny, M. (1993). *Technological properties of microwave parboiled rice.* Food/Nahrung, *37*(5), 470-475.

Firoozi, S., & Alizadeh, M. R. (2009). Effect of Some Mechanical Parameters of Blade Type Whitener on Broken and Fissured Milled Rice of Hashemi Paddy Variety. Dynamic Agriculture, 6(2), 17-24. (in farsi)

Kaasova, J., Kadlec, P., Bubnik, Z., & Pour, V. (2001). *Microwave treatment of rice*. Czech Journal of Food Sciences, 19(2), 62-66.

Kamil, M.M., (2001). Physico-chemical characteristics of egyptian jasmine rice as affected by under-pressure and microwave parboiling methods. Mansoura Journal of Agricultural Science. 26(12), 7853- 7868.

Kim, S. Y., & Lee, H. (2012). Effects of quality characteristics on milled rice produced under different milling conditions. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 55(5).

Latifi, a., & alizadeh, m. r. (2014). *Effect of Parboiling on Qualities and Milling of Iranian Rice*. Journal of Agricultural Engineering Research, 15(2), 77-88. (in fasi)

Malek, M. M. (2012). *Undercooked rice*. Internal Monthly Agricultural Organization of Golestan province, 128, 4. (in farsi).

Marshall, W., Wadsworth, J., Verma, L., & Velupillai, L. (1993). Determining the degree of gelatinization in parboiled rice: comparison of a subjective and an objective method. Cereal chemistry, 70(2), 226-230.

Miah, M.A.K., Hague, A., Douglass, M.P., & Clarke, B. (2002). *Parboiling of rice part II: effect of hot soaking time on the degree of starch gelatinization*. Food Sci. Technol 37, 539-545.

Mir, S.A., & Bosco, S.J.D. (2013). Effect of soaking temperature on physical and functional properties of parboiled rice cultivars grown in temperate region of india. Food and Nutrition Sciences 4, 282.

Nasirahmadi, A., Emadi, B., Abbaspour-Fard, M. H., & Aghagolzade, H. (2014). Influence of Moisture Content, Variety and Parboiling on Milling Quality of Rice Grains. Rice Science, 21(2), 116-122.

Rajabzadeh, n. (2003). *Grain Technology Basics*. Vol 2. University of Tehran Press. (in farsi)

Roberts, R. L. (1977). Effect of microwave treatment of pre-soaked paddy, brown and white rice. Journal of Food Science, 42(3), 804-806.

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

Smith, C. W., & Dilday, R. H. (2003). *Rice: origin, history, technology, and production* (Vol. 3): John Wiley & Sons.

Zamani, Gh., & Alizadeh, M. R. (2009). *Recognition of rice in Iran*. Pelk press. (in farsi)

Zhang, X. j., Xiong, S. b., & Zhao, S. m. (2009). *Effect of Microwave on Paddy Quality*. Scientia Agricultura Sinica, *1*, 30.

www.SID.ir