

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات برنج کشور

# تأثیر پارابویل بر خصوصیات تبدیل و کیفیت برنج

نگارنده:

دکتر عاصفه لطیفی

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور

زمستان ۱۳۹۷

نشریه‌ی شماره‌ی ۳۴

حق چاپ برای موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور محفوظ است.

## انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور

---

**عنوان نشریه:** تاثیر پارابویل بر خصوصیات تبدیل و کیفیت برنج

**نگارنده:** عاصفه لطیفی

**ناشر:** انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور

**ویراستاران علمی:** فاطمه حبیبی، محمدتقی کربلایی

**ویراستار ادبی:** مهدی جلائیان

**صفحه آرای:** شهربانو حمیدزاده و فاطمه فرح‌دهر

**طراحی جلد:** محمدرضا عابدینی

**چاپ اول:** ۱۳۹۷

**تیراژ:** ۱۰۰۰ نسخه

**قیمت:** ۵۰۰۰ تومان

**شماره‌ی ثبت:** ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به شماره‌ی ۵۴۸۵۶ و تاریخ ۹۷/۱۰/۲۷ می‌باشد.

---

**نشانی:** رشت، کیلومتر ۵ جاده تهران، موسسه تحقیقات برنج کشور، صندوق پستی: ۱۶۵۸، کد پستی: ۴۱۹۹۶-۱۳۴۷۵

تلفن: ۰۱۳۳۳۶۹۰۰۵۲، دورنگار: ۰۱۳۳۳۶۹۰۰۵۱، وبسایت: <http://berenj.areeo.ac.ir>

**مسئولیت صحت مطالب با نویسنده است.**

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۳	۱- مقدمه .....
۴	۲- تغییرات ایجاد شده در برنج پاربوئل .....
۵	۳- روش‌های مختلف پاربوئل .....
۵	۳-۱- مدل خانگی پاربوئل .....
۶	۳-۲- مدل آزمایشگاهی پاربوئل .....
۶	۳-۳- مدل کارخانه‌ای پاربوئل .....
۷	۴- نتایج تحقیقات انجام شده پاربوئل در موسسه تحقیقات برنج کشور .....
۱۱	۵- دلایل رکود کارخانه‌های پاربوئل داخلی .....
۱۲	۶- نتیجه‌گیری نهایی .....
۱۳	منابع .....

**۱- مقدمه**

پاربویل یا نیم جوش کردن یک فرایند هیدروترمال یا مخلوطی از تیمار آبی و حرارتی بر شلتوک، قبل از عملیات خشک کردن و تبدیل آن به برنج سفید می باشد. مهم ترین دلیل پاربویل کردن، کاهش درصد شکستگی برنج و در مرحله ی بعدی افزایش ارزش غذایی و بهبود کیفیت پخت می باشد. اولین بار در قرن ۱۹ میلادی پی بردند مناطقی که برنج پاربویل مصرف می کنند به بیماری بری بری یا همان کمبود تیامین مبتلا نمی شوند که دلیل آن مهاجرت ویتامین های خانواده ی B و املاح معدنی از سبوس به برنج سفید می باشد (جولیانو، ۱۹۸۵). فرایند پاربویل شامل سه مرحله ی اصلی خیساندن، حرارت دادن و خشک کردن شلتوک است.

**خیساندن:** در این مرحله شلتوک به نسبت ۱/۵ تا ۲ برابر با آب مخلوط می شود (جولیانو، ۱۹۸۵؛ مارشال و همکاران، ۱۹۹۳). دمای آب باید حداقل ۵ درجه ی سلسیوس کم تر از دمای ژلاتینه شدن نشاسته برنج باشد (ایسلام و همکاران، ۲۰۰۴). به طور معمول دمای ۶۰ تا ۷۰ درجه ی سلسیوس انتخاب می شود و مدت زمان خیساندن تا ۸ ساعت متغیر است (جولیانو، ۱۹۸۵: آدهیکاریتانک و نومهورم، ۱۹۹۸؛ ایسلام و همکاران، ۲۰۰۴). البته از آب با دمای محیط هم می توان استفاده نمود که در این صورت مدت زمان خیساندن باید افزایش یابد و با خطر رشد میکروبها همراه خواهد بود. برای جلوگیری از رشد میکروبها گاهی PH آب خیساندن را به ۵ می رسانند که در این PH تغییرات رنگ برنج نیز به حداقل می رسد (پیلیار، ۱۹۹۰). در صورت استفاده از دمای خیساندن بالا، تغییر رنگ زیادی در برنج سفید ایجاد می شود. هدف از این مرحله جذب رطوبت کافی برای ژلاتینه شدن نشاسته در مرحله ی حرارت دهی است که میزان آن بر پایه ی مرطوب، ۳۰ تا ۳۵ درصد می باشد (لوح، ۱۹۹۱). برنج قهوه ای نیز به جای شلتوک خیسانده می شود که سبب صرفه جویی ۴۰ درصد در مصرف انرژی شده و زمان خیساندن را به کم تر از ۲ ساعت می رساند (کار و همکاران، ۱۹۹۹؛ سوپونروناریت و همکاران، ۲۰۰۶).

**حرارت دهی:** هدف از این مرحله، ژلاتینه شدن گرانول های نشاسته است که می تواند در فشار اتمسفر (دمای ۱۰۰ درجه) یا تحت فشار (دمای بالای ۱۰۰ درجه) باشد. هر چه فشار و دما در مرحله ی خیساندن شلتوک بالاتر باشد، زمان حرارت دهی یا بخاردهی کاهش می یابد. فرایند بخاردهی باید به اندازه ای باشد که دانه به طور کامل ژلاتینه شود در غیر این صورت سطح دانه ژلاتینه شده و در عمق دانه نقطه ی گچی دیده می شود که بازارپسندی کم تری دارد و به آن جزئی پاربویل شده می گویند (جولیانو، ۱۹۸۵؛ لوح، ۱۹۹۱).

**خشک کردن:** روش خشک کردن تاثیر زیادی در میزان شکستگی برنج پاربویل دارد و از روش های متفاوتی از خشک کردن در سایه تا خشک کن های مدرن استفاده شده است. خشک کردن در

سایه گاهی صد درصد برنج سفید کامل می‌دهد. اما عیب این روش وقت‌گیر بودن آن است (حدود ۴۸ ساعت) و نیاز به مکان وسیع برای پهن کردن شلتوک دارد. از این روش در مقیاس آزمایشگاهی و برای کارهای تحقیقی استفاده می‌شود. اما در بقیه‌ی روش‌ها مقداری برنج شکسته وجود خواهد داشت. هرچه بخاردهی شلتوک در فشار و دمای بالاتری باشد درصد خرده برنج کاهش و شدت تغییر رنگ افزایش می‌یابد. دمای خشک‌کن و نحوه‌ی خشک کردن نیز بر درصد شکستگی تاثیرگذار است. از آن‌جا که رطوبت شلتوک بالا است (۳۵ درصد)، بهتر است خشک کردن چند مرحله‌ای باشد. یعنی بین مراحل، استراحت‌دهی وجود داشته باشد. اگر از خشک کردن یک مرحله‌ای استفاده شود معمولاً درصد شکستگی بالا خواهد بود. در خشک‌کن‌های مدرن از دمای بالا تا رسیدن شلتوک به رطوبت ۱۸ درصد استفاده می‌شود، سپس چند ساعت به شلتوک استراحت داده و بقیه عملیات را با دمای پایین تا رسیدن به رطوبت ۱۱ درصد ادامه می‌دهند (البرت و همکاران، ۲۰۰۱).

## ۲- تغییرات ایجاد شده در برنج پاربویل

خیساندن و حرارت‌دهی سبب مهاجرت ویتامین‌های خانواده B و املاح معدنی از سبوس به برنج سفید می‌شود (جولیانو، ۱۹۸۵). همچنین ژلاتینه شدن نشاسته سبب سخت‌تر شدن بافت برنج شده و مقاومت آن را حین تبدیل افزایش می‌دهد و در نهایت منجر به تولید برنج سالم‌تری می‌شود (بلو و همکاران، ۲۰۰۶). با پاربویل کردن برنج، تغییرات مهمی در زمان پخت به وجود می‌آید. از جمله چسبندگی کم‌تر برنج پخته، که علت آن نشر کم‌تر مواد مغذی و نشاسته از برنج پاربویل در زمان پخت می‌باشد و این دلیل عمده‌ی مورد استقبال قرار گرفتن برنج پاربویل در کشورهای غربی است. زیرا برنج پاربویل برای بسیاری از فرآورده‌های کنسروی مناسب است. به دلیل این‌که در فرایند پاربویل کردن بار میکروبی شلتوک کم شده و آنزیم‌ها در دانه‌ی شلتوک از بین می‌روند، به راحتی می‌توان از سبوس برنج پاربویل شده برای روغن‌گیری استفاده نمود. آنزیم لیپاز که مسبب تجزیه‌ی چربی به اسید چرب آزاد است، در اثر پاربویل شدن تخریب می‌شود و برنج پاربویل نیز سخت‌تر مورد حمله‌ی آفات انباری قرار می‌گیرد. پاربویل اثر منفی بر قد کشیدن برنج پخته دارد، سبب کاهش طول شدن دانه و افزایش عرض برنج پخته می‌شود. طول، عرض و ضخامت برنج خام پاربویل ممکن است مقادیر جزئی (حدود ۱۰ درصد) افزایش یابد (سیف و همکاران، ۲۰۰۴).

رنگ برنج پاربویل به زرد ملایم یا کهربایی تغییر می‌یابد. علت تغییر رنگ نفوذ رنگدانه از شلتوک و سبوس به دانه، واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی مایلارد و در نهایت واکنش‌های آنزیمی در مرحله‌ی خیساندن بیان شده است. شدت تغییر رنگ، به دما و زمان مرحله‌ی خیساندن و حرارت‌دهی بستگی دارد. خیساندن اثر انتقال رنگدانه و حرارت‌دهی واکنش مایلارد را که ترکیب

قندهای کاهنده و اسید آمینه آزاد می‌باشد، تسریع می‌کند (لامبرت و همکاران، ۲۰۰۶). رنگ در برنج یا با دستگاه سفیدی‌سنج (whiteness meter) برحسب مقایسه با سفیدی جسم استاندارد که ۸۷ است سنجیده می‌شود و یا با دستگاه رنگ‌سنج که شاخص‌های  $a$ ,  $b$ ,  $L$  می‌دهد اندازه‌گیری می‌شود. شاخص  $b_{\text{value}}$  نشانه‌ی زردی رنگ است که با فرایند پاربویل افزایش می‌یابد. و شاخص رنگ یا کروما نیز از جذر مجموع مجذور شاخص  $a$  و  $b$  به دست می‌آید که بر اثر پاربویل افزایش می‌یابد. شاخص  $L$  نیز نشانه روشنایی رنگ است که مانند شاخص سفیدی بر اثر پاربویل کاهش می‌یابد. بیش‌تر در مورد رنگ برنج از شاخص سفیدی و یا شاخص  $b_{\text{value}}$  استفاده می‌شود. طعم و بوی برنج پاربویل هم تحت تاثیر دما و زمان خیساندن قرار می‌گیرد. در اثر خیساندن آلبومین وارد آب و تبدیل به اسید آمینه می‌شود. حرارت اسید آمینه‌های گوگردار را تبدیل به سولفید هیدروژن می‌نماید. این ترکیبات با مواد الکلی که از تجزیه لیگنین شلتوک حاصل می‌شود، ایجاد بوی خاصی می‌نماید. هر چه دمای خیساندن و مدت زمان آن بیش‌تر باشد، برنج بوی نامطلوب‌تری می‌گیرد (لوح، ۱۹۹۱).

دمای ژلاتینه شدن در ارقام پاربویل مقداری افزایش می‌یابد زیرا برای ذوب مجدد نشاسته‌ی ژلاتینه‌شده در این فرایند به دمای بالاتری نیاز است. البته آزمون پخش در قلیا که روشی ساده برای حدس دمای ژلاتینه می‌باشد، ممکن است این تغییرات را نشان ندهد. آمیلوز نیز صفتی وابسته به ژن است که دمای محیط مقدار اندکی موجب تغییر آن می‌شود. اما فرایندهای فیزیکی به دلیل تغییر در ساختار نشاسته ممکن است سبب تغییر در میزان آمیلوز در هنگام اندازه‌گیری و کاهش آن شوند (صبوری، ۱۳۹۵). شاخص‌های اندازه‌گیری شده با دستگاه آنالیز ویسکوزیته نیز (خصوصاً ویسکوزیته حداکثر) کاهش می‌یابد (سوپونروناریت و همکاران، ۲۰۰۶).

### ۳- روش‌های مختلف پاربویل

#### ۳-۱- مدل خانگی پاربویل

از گذشته‌های بسیار دور در کشور هند مدل خانگی پاربویل اجرا می‌شد که در آن شلتوک با مقداری آب درون ظرفی حرارت داده می‌شد تا آب به جوش آید. سپس شلتوک به مدت یک شب به حال خود رها می‌شد تا خنک شود. شلتوک بعد از آبکشی، در دمای محیط به مدت طولانی پهن می‌شد تا خشک شود و بعد از آن عملیات تبدیل به برنج سفید صورت می‌گرفت (جولیانو، ۱۹۸۵؛ کار و همکاران، ۱۹۹۹). در افغانستان نیز روش خانگی خیساندن شلتوک با کیسه درون آب چاه یا رودخانه برای یک تا دو روز و سپس بخاردهی در دیگ‌های بزرگ و خشک کردن در محیط انجام می‌گیرد. معمولاً در این کشورها از پوسته‌ی شالی به‌عنوان منبع انرژی برای تامین حرارت استفاده می‌شود.

### ۳-۲- مدل آزمایشگاهی پاربویل

امروزه به دلیل پیشرفت تکنولوژی، عملیات گسترده تری صورت می گیرد. بدین ترتیب که علاوه بر خیساندن شلتوک در آب گرم، مرحله ی بخاردهی هم به طور جداگانه برای ژلاتینه شدن گرانول نشاسته وجود دارد. در تحقیقات متعددی دمای لازم برای خیساندن و مدت زمان آن، دما و فشار لازم برای بخاردهی و مدت زمان آن و نحوه ی خشک کردن برنج پاربویل بررسی شده است که همه آن ها شرایط بهینه را بر مبنای کمترین درصد شکستگی در برنج و کمترین تغییرات در رنگ انتخاب نموده اند (آدهیراتانک و نومهورم، ۱۹۹۸؛ ایسلام و همکاران، ۲۰۰۲؛ میاه و همکاران، ۲۰۰۲؛ بلو و همکاران، ۲۰۰۶).

روش اجرای پروژه در شرایط آزمایشگاهی برای خیساندن، استفاده از دستگاه بن ماری با تنظیم درجه حرارت و یا هر روشی که بتوان مجموعه ی شلتوک و آب را در دمای ثابت بدون تبخیر آب نگه داشت، می باشد. روش کار برای مرحله ی بخاردهی در دمای ۱۰۰ درجه، استفاده از آبکش فلزی بر قابلمه ی حاوی آب در حال جوشیدن می باشد. بقیه ی مراحل شامل خشک کردن و تبدیل، مشابه برنج عادی است. بخاردهی تحت فشار یا دمای بالای ۱۰۰ درجه، در اتوکلاو صورت می گیرد.

### ۳-۳- مدل کارخانه ای پاربویل

کارخانه های مدرن از تنظیم دقیق دمای خیساندن در محدوده ی ۶۰ تا ۸۰ درجه ی سلسیوس و کاهش زمان خیساندن تا ۳ ساعت و سپس بخاردهی به مدت سه تا پنج دقیقه استفاده می نمایند تا برنجی با رنگ روشن و کیفیت مطلوب به دست آورند. کارخانه های پاربویل ممکن است کاملاً مدرن و اتوماتیک و یا سنتی باشند. در کارخانه ی مدرن همه ی مراحل کار با نقاله ها و سنسورها به طور اتوماتیک انجام می گیرد و برای مکان هایی که زمین های وسیع و وارسته های محدود دارند مناسب تر است. هزینه ی اولیه احداث این کارخانه ها بالاتر است و برای جاهایی که هزینه ی کارگری بالایی دارند مناسب تر هستند. اما در کارخانه های سنتی بعضی از مراحل انتقال شلتوک، دستی و توسط کارگران انجام می شود. یک کارخانه ی پاربویل شامل بخش های مختلفی از جمله بخش مرکزی پاربویلینگ، بخش تولید بخار با دیگ بخار، بخش میلینگ و خشک کن مشابه کارخانه های تبدیل برنج و بخش های جداکننده شامل چشم الکتریکی و گریدرهای مختلف است. انرژی لازم برای تولید بخار در بسیاری از کارخانه ها از سوختن پوسته ی اولیه ی شلتوک تامین می شود. بخش پاربویلینگ شامل مخزن های فلزی برای خیساندن و مخزن های فلزی برای بخاردهی می باشد. در بعضی از کارخانه ها این دو مخزن جدا هستند و در بعضی عملیات خیساندن و بخاردهی هر دو در یک مخزن صورت می گیرد. این مخازن به شکل استوانه ای هستند که در انتها مخروطی می شوند و مجهز به شیرهای تخلیه ی آب و شلتوک هستند. آب گرم لازم برای خیساندن، در مخزن یا مستقیم به آن

تزریق می‌شود یا توسط تزریق بخار از سوراخ لوله‌هایی که در مخزن قرار گرفتند، گرم می‌شود. پس از گذشت مدت زمان لازم برای خیساندن، شلتوک وارد مخازن بخاردهی و یا اتوکلاو (در صورتی که دمای بالای ۱۰۰ درجه مد نظر باشد) می‌شوند و بعد از طی زمان لازم برای بخاردهی، شلتوک وارد خشک‌کن‌های جریان گردشی می‌شود. در ابتدا از دماهای بالاتر برای خشک کردن شلتوک استفاده می‌نمایند. سپس شلتوک چند بار در دماهای پایین‌تر جابه‌جا می‌شود تا به رطوبت استاندارد ۱۱ درصد برسد (محمدزاده، ۱۳۸۹). فرایند پاربویل به دلیل استفاده از حرارت و رطوبت اضافه‌ای که به شلتوک داده می‌شود و دوباره در خشک‌کن باید رطوبت مازاد کاسته شود، وقت‌گیر و هزینه‌بر است. از این رو در مورد ارقام دانه بلندی که درصد شکستگی بالایی دارند به کار می‌رود (لوح، ۱۹۹۱).

#### ۴- نتایج تحقیقات انجام شده پاربویل در موسسه تحقیقات برنج کشور

سه رقم طارم، فجر و شیروودی در سال زراعی ۱۳۹۰، در دمای ۶۰ درجه به مدت ۱۶ ساعت (روش متداول در یک کارخانه مورد بررسی) خیسانده شدند و بعد از ۱۰ دقیقه بخاردهی و پهن کردن نمونه در محیط آزمایشگاه و کاهش رطوبت اضافی آن، بقیه‌ی عملیات خشک کردن در خشک‌کن دمای ۴۰ درجه تا رطوبت ۱۱ درصد صورت گرفت و با پوست‌کن غلطک لاستیکی و سفیدکن سایشی ساتاکه تبدیل به برنج سفید شدند (لطیفی، ۱۳۹۱). نتایج مهم در جدول ۱ آمده است. منظور از درصد شکستگی، میزان خرده برنج به کل برنج سفید می‌باشد. نسبت طویل شدن، طول ۱۰ دانه برنج پخته به طول ۱۰ دانه برنج خام در زمان پخت مناسب هر رقم می‌باشد. نسبت جذب آب نیز، وزن ۱۰ دانه برنج پخته به وزن ۱۰ دانه برنج خام است. میزان سفیدی و سختی نیز با دستگاه‌های سفیدی‌سنج و سختی‌سنج اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- خصوصیات ارقام پاربویل و غیر پاربویل (لطیفی، ۱۳۹۱)

رقم	درصد شکستگی	سفیدی	طول برنج پخته	نسبت طویل شدن	نسبت طول به عرض پخته	نسبت جذب آب	سختی دانه خام (kg)
طارم	۲۰	۵۱	۱۲/۶	۱/۸۶	۴/۲۰	۳/۳۰	۸/۷
طارم پاربویل	۱۶/۷	۳۵	۱۰/۳۸	۱/۵۴	۳	۳/۲	۱۹
فجر	۴۸	۵۱	۱۱/۵	۱/۶۸	۳/۹۷	۲/۹۹	۸/۵
فجر پاربویل	۱۹	۳۰	۱۰/۷	۱/۴۳	۳/۸	۲/۵۴	۱۷/۳
شیروودی	۳۸	۵۲	۱۱/۸۵	۱/۶۳	۳/۸۲	۳/۱۷	۹/۴
شیروودی پاربویل	۲۴	۳۶/۷	۱۱/۶	۱/۵۶	۳/۸	۲/۵۶	۱۹





شکل ۲- طارم محلی پاربوئل (لطیفی، ۱۳۹۱)



شکل ۱- طارم محلی (لطیفی، ۱۳۹۱)



شکل ۴- فجر پاربوئل (لطیفی، ۱۳۹۱)



شکل ۳- فجر (لطیفی، ۱۳۹۱)



شکل ۶- شیرودی پاربوئل (لطیفی، ۱۳۹۱)



شکل ۵- شیرودی (لطیفی، ۱۳۹۱)

درجه‌ی سفیدی در هر سه رقم کاهش یافت و رنگ برنج از سفید به زرد کهربایی تغییر یافت. بعضی از دانه‌های برنج رنگ تیره‌تری داشتند. علت آن می‌تواند رنگ‌دار بودن برنج اولیه به‌دلیل باران خوردگی باشد و یا سوختگی برنج در حین مرحله‌ی خیساندن به‌دلیل عدم جابه‌جایی مناسب آب داغ

یا بخار باشد که در دستگاه جداکننده (سورتینگ) با چشم الکتریکی از بقیه‌ی دانه‌ها جدا می‌شوند. درصد شکستگی در دو رقم فجر و شیروودی کاهش زیادی یافت و این پدیده به سخت‌تر شدن بافت برنج پاربویل نسبت داده می‌شود که ناشی از ژلاتینه‌شدن سطحی برنج می‌باشد. اما در رقم طارم تفاوت چندانی با هم نداشتند. از آن‌جا که رقم طارم از ارقام محلی و با درصد شکستگی پایین می‌باشد و با توجه به روش خشک کردن ارقام، این مقدار شکستگی غیر قابل اجتناب است. در کل با توجه به این‌که هدف اصلی پاربویل، کاهش درصد شکستگی می‌باشد، در ارقامی مانند طارم که نمونه‌ی اولیه شکستگی کمی دارد توجیهی برای پاربویل کردن وجود ندارد. علاوه بر آن، رقم طارم عطر و بوی قوی دارد که فرایند پاربویل سبب کاهش یا از بین رفتن آن می‌شود. نسبت طویل‌شدن نیز در ارقام کاهش یافته است. یعنی پاربویل تاثیر منفی در قد کشیدن برنج داشت. نسبت طول به عرض پخته در ارقام پاربویل کاهش یافت، به بیان دیگر عرض برنج پخته پاربویل زیادتر شده بود. عکس‌العمل ارقام در برابر فرایند پاربویل، به ذات رقم نیز وابسته است. رقم طارم نسبت به دو رقم دیگر افزایش عرض بیشتری نشان داد. سختی برنج پاربویل در هر سه رقم تقریباً دو برابر شده بود. افزایش سختی برنج پاربویل به دلیل ژلاتینه شدن گرانول نشاسته می‌باشد.

تعیین شرایط بهینه‌ی پاربویل برای رقم فجر در سال زراعی ۹۲ مورد بررسی قرار گرفت. دامنه‌ی دمایی از ۵۵ تا ۷۵ درجه، مدت زمان خیساندن بر مبنای رسیدن رطوبت شلتوک به ۳۵ درصد و مدت زمان بخاردهی ۲ تا ۱۰ دقیقه و خشک کردن شلتوک در شرایط محیطی تا رطوبت ۱۱ درصد اعمال شد (تقی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۳). در این بررسی درصد شکستگی رقم اولیه فجر ۲۸ درصد بود و بهترین شرایط پاربویل برای آن، دمای ۶۵ درجه‌ی سلسیوس، مدت زمان خیساندن ۳ ساعت و مدت زمان بخاردهی ۴ دقیقه تعیین شد. این حالت بهینه بر اساس داشتن کم‌ترین درصد شکستگی، بالاترین روشنایی رنگ (شاخص L)، کم‌ترین شاخص کروما و بالاترین نیروی شکست یا سختی دانه‌ی خام تعیین شد. در این حالت راندمان برنج سفید سالم در رقم فجر از ۵۰ درصد به ۶۲ درصد رسید. راندمان برنج سفید سالم از تقسیم برنج سفید سالم بر میزان شلتوک اولیه محاسبه شد. اگر بر مبنای درصد شکستگی در برنج سفید گزارش شود، عملیات پاربویل سبب کاهش ۱۷ درصد خرده برنج در این بررسی شده بود.

در سال زراعی ۹۳ دو رقم فجر و کشوری در دمای خیساندن ۵۰، ۶۰، ۷۰ برای رقم فجر و دمای ۶۰، ۷۰، ۸۰ برای رقم کشوری و زمان خیساندن ۶ و ۸ ساعت و زمان بخاردهی ۱۰ و ۲۰ دقیقه تیمار اعمال شد (باباتبار، ۱۳۹۳). رقم کشوری شاهد حدود ۱۸ درصد خرد داشت که با فرایند پاربویل بسته به شدت آن تا ۶ درصد خرد نیز کاهش می‌یافت. هر چه دمای خیساندن و مدت زمان بخاردهی بیشتر بود، درصد شکستگی کم‌تر و زردی رنگ برنج سفید بیشتر می‌شد. کم‌ترین افزایش

طول برنج پخته و جذب آب و بیشترین افزایش عرض برنج پخته هم مربوط به دمای خیساندن ۸۰ درجه بود. سفیدی رقم نیز از ۵۸ در نمونه شاهد به ۳۹ در این تیمار رسیده بود. در این پروژه رقم فجر شاهد درصد خرد بسیار پایینی داشت و ۱۳ درصد بود و فرایند پاربوایل سبب کاهش درصد خرد آن نشد. حتی در بعضی از تیمارها افزایش شکستگی نسبت به تیمار شاهد هم مشاهده شد.

نتیجه‌ی جالبی که از این سه پژوهش در سه سال زراعی مختلف با توجه به تکرار رقم فجر در همه موارد گرفته شد، آن بود که عکس‌العمل ارقام و حتی یک رقم در سال‌های مختلف زراعی وابسته به شرایط آب و هوای فصل برداشت ممکن است متفاوت باشد. رقم فجر در سه سال مختلف مورد بررسی از ۱۳ تا ۴۸ درصد میزان شکستگی داشت و زمانی که درصد شکستگی آن بالا بود واکنش خوبی به فرایند پاربوایل داشت اما همین رقم وقتی درصد شکستگی پایینی داشت، فرایند تبدیل آن بهبودی نیافت. بنابراین هم نوع رقم و هم شرایط فصل برداشت در تصمیم‌گیری تبدیل یک رقم به صورت عادی یا پاربوایل تاثیرگذار است. مگر آن که دلایل دیگری برای پاربوایل مانند افزایش ارزش غذایی و بهبود کیفیت پخت مدنظر باشد.

در سال زراعی ۹۰-۸۹ رقم طارم هاشمی با دمای خیساندن شلتوک در سه سطح (۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد)، زمان خیساندن شلتوک در سه سطح (۱، ۲ و ۴ ساعت)، اعمال فشار هنگام فرایند پاربوایل در دو سطح (فشار معمولی یا ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس و فشار ۱/۱ اتمسفر یا ۱۲۰ درجه‌ی سلسیوس) و طول زمان بخاردهی در سه سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه برای فشار ۱/۱ اتمسفر و ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه برای فشار عادی) تیمار شد. پس از فرایند، تمامی نمونه‌ها در آون هوای گرم با دمای ۴۵ درجه‌ی سلسیوس تا رسیدن به رطوبت ۸/۵ درصد خشک شدند و سپس عملیات تبدیل شلتوک به برنج انجام شد (صبوری، ۱۳۹۲). نتایج نشان داد که اعمال تیمار پاربوایل می‌تواند در شرایط ملایم ۴ درصد و در شرایط شدید ۱۹ درصد نسبت به نمونه‌ی شاهد بر مقدار برنج سالم بیفزاید و در همین شرایط درجه‌ی سفیدی برنج از ۵۰/۸۳ به ۳۹/۱۳ برای تیمار ملایم و از ۵۰/۸۳ به ۳۶/۶۷ در تیمار شدید تغییر کرد. در شرایط ملایم مقدار جذب آب توسط دانه‌ی برنج از ۲/۸۸ به ۲/۵۱ کاهش پیدا کرد و در شدیدترین شرایط نیم جوش کردن مقدار جذب آب توسط دانه‌ی برنج از ۲/۸۸ به ۲/۱۵ رسید. همچنین در ملایم‌ترین شرایط پاربوایل مقدار سختی دانه‌ی برنج از ۸/۹۳ کیلو به ۱۸/۱۰ کیلو افزایش یافت و در شدیدترین شرایط سختی دانه‌ی برنج از ۸/۹۳ کیلو به ۲۱/۴۳ کیلو رسید. با افزایش شدت فرایند، شکل و ظاهر بافت برنج یکدست می‌شود. عدم یکدستی بافت فقط در تیمارهایی نمایان شده است که زمان لازم را برای خیس خوردن و جذب رطوبت نداشته‌اند.



شکل ۷- برنج رقم هاشمی شاهد و نمونه نیم جوش شده آن (صبوری، ۱۳۹۲)

در سال زراعی ۹۱، شلتوک ۱۰ رقم برنج در دمای ۶۰ درجه به مدت ۶ ساعت خیسانده شد و بعد از ۱۵ دقیقه بخاردهی با خشک کن ۴۵ درجه تا رطوبت ۸/۵ درصد خشک شد (صبوری، ۱۳۹۵). برنج سفید سالم ارقام بین ۱۱ تا ۱۵ درصد افزایش یافت. ابعاد دانه‌ی خام شامل طول برنج و عرض آن مقداری افزایش نشان داد. اما طول برنج پخته در فرایند پاربوایل کاهش یافت. جذب آب کم‌تر، قوام ژل سخت‌تر و میزان آمیلوز کم‌تر شد. عناصر معدنی شامل روی، مس و منگنز در آن افزایش یافت اما میزان آهن تغییری نکرد. سفیدی دانه کاهش یافت و بسته به نوع رقم از ۲۷ تا ۴۱ متغیر بود در حالی که نمونه‌ی شاهد، سفیدی حدود ۵۰ داشت. سختی برنج خام نیز در پاربوایل تقریباً دو برابر و از ۹ به ۱۸ کیلوگرم نیرو افزایش یافت.

## ۵- دلایل رکود کارخانه‌های پاربوایل داخلی

از سال ۸۸ تا ۹۳ حدود سه واحد کارخانه‌ی پاربوایل در مازندران راه‌اندازی شد. به دلایل متعددی این کارخانه‌ها چندان موفق نبودند که در زیر به این عوامل اشاره می‌شود:

- عدم اطلاعات فنی درست در زمان تاسیس کارخانه توسط کارخانه‌دار و باور غلط به افزایش طول برنج پخته به دلیل فرایند پاربوایل. در حالی که افزایش طول برنج پخته‌ی ارقام هندی و خارجی متأثر از ژنتیک و تفاوت آب و هوای منطقه‌ی کشت آن‌ها با ایران بود، نه فرایند پاربوایل. حتی طبق تحقیقات صورت گرفته، پاربوایل سبب کاهش قدکشیدن برنج شده بود. این عامل مهم‌ترین انگیزه‌ی اولیه‌ی کارخانه‌داران برای مبادرت به تاسیس کارخانه‌ی پاربوایل بود که از نظر علمی درست نبود. در این مورد می‌توان به ضرورت استفاده از نظر متخصصان موضوعی، قبل از اقدام به انجام کار جدید، اشاره کرد.



- باتوجه به آن که بیش تر سطح زیر کشت مناطق شمالی به ارقام محلی و معطر اختصاص دارد و طبق تحقیقات ثابت شد این روش فراوری برای ارقام معطر مناسب نمی باشد. در هند و پاکستان نیز هرگز رقم مرغوب و معطر باسماتی را تحت فرایند پاربویل قرار نمی دهند، بلکه ارقامی با کیفیت پایین تر را پاربویل می نمایند. بنابراین ماده‌ی اولیه‌ی کارخانه‌های پاربویل می بایست فقط ارقام پرمحصول باشد. همچنین طراحی ظرفیت کارخانه‌های تاسیس شده (ظرفیت خشک کن و ظرفیت مخازن خیساندن) بر اساس ظرفیت کارخانه‌های هندی بود. در برخی کشورها، کشاورزان فروشنده‌ی شلتوک و کارخانه‌داران، خریداران شلتوک می باشند، در حالی که در ایران این گونه نمی باشد و کشاورزان معمولاً شلتوک نمی فروشند. در نتیجه تهیه‌ی مقدار زیادی شلتوک ارقام پرمحصول، مشکل ساز بود. لازم بود کارخانه‌ها با ظرفیت کم و محدود تاسیس می شدند. از بین ارقام پرمحصول متداول نیز، رقم فجر مناسب ترین رقم برای پاربویل می باشد زیرا هم رقم باریکی است و هم معمولاً درصد شکستگی بالاتری از سایر ارقام دارد.

- از نظر بازاریابی نیز امکان اشتباه گرفتن برنج پاربویل داخلی با انواع برنج خارجی توسط خریداران وجود دارد. این مساله هم با تبلیغات مناسب و برندسازی‌های مطمئن قابل حل می باشد.

## ۶- نتیجه گیری نهایی

باتوجه به سختی کار و مصرف انرژی بالاتر در پاربویل در مقایسه با روش‌های تبدیل متداول برنج، این فرایند بیش تر با هدف کاهش درصد شکستگی، توجیه خواهد داشت. البته در موارد سوء تغذیه و کمبود ویتامین B، ممکن است فرایند پاربویل صورت گیرد اما در اکثر موارد دلیل اصلی پاربویل کاهش درصد شکستگی ارقام است که به تبع آن کیفیت پخت نیز بهبود می یابد. ارقام محلی در شرایط نرمال آب و هوایی درصد شکستگی پایینی دارند. همچنین عطر و بوی مطلوبی دارند که با فرایند پاربویل کاهش می یابد. علاوه بر آن بر قد کشیدن رقم طارم نیز تاثیر منفی دارد. در نتیجه پاربویل برای ارقام طارم مناسب نمی باشد، مگر آن که رقم در شرایط آب و هوایی خاص مانند بارندگی و آفتاب پیاپی در فصل برداشت درصد شکستگی بالایی داشته باشد. برای ارقام معطر در صورت نیاز به پاربویل می توان از دمای خیساندن پایین و حتی دمای محیط استفاده نمود. اما در مورد سایر ارقام اصلاح شده در صورتی که که درصد شکستگی بالایی داشته باشند، فرایند پاربویل قابل توصیه است. شدت فرایند نیز بر اساس کمترین میزان شکستگی در مقابل نمونه بدون پاربویل (توجیه اقتصادی فرایند) و کمترین زردی رنگ (نظر مصرف کننده) تعیین می شود. به عنوان یک دستورالعمل کلی برای ارقام پرمحصول، می توان از دمای خیساندن ۶۰ تا ۷۰ درجه به مدت ۳ تا ۶ ساعت و زمان بخاردهی ۵ دقیقه استفاده نمود. هر چند تعیین شرایط بهینه با توجه به ویژگی‌های شلتوک مورد آزمون، تجهیزات کارخانه و ترجیح مصرف کننده می باشد.

## منابع

- باباتبار، رمضان. ۱۳۹۳. بررسی اثر دما، مدت زمان خیساندن و بخاردهی در فرایند نیم‌جوش کردن بر درصد خرده برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم و تحقیقات.
- تقی‌نژاد، ابراهیم. خوش تقاضا، محمدهادی. مینایی، سعید. و لطیفی، عاصفه. ۱۳۹۳. تاثیر شرایط مختلف نیم‌جوش کردن شلتوک بر برخی از خواص کیفی برنج. بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران. گرگان.
- صبوری، صمد. ۱۳۹۲. مطالعه اثر روش های پیش پز کردن بر شلتوک رقم هاشمی و خواص برنج حاصل از آن. گزارش تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور. شماره فروست ۴۷۴۶۳.
- صبوری، صمد. ۱۳۹۵. اثر پاربوایلینگ (نیم جوش کردن) بر خصوصیات شیمیایی، پخت و تغذیه‌ای برنج. گزارش تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور. شماره فروست ۵۰۱۵۸.
- لطیفی، عاصفه. ۱۳۹۱. بررسی اثر پاربوایل بر خصوصیات کیفی ارقام برنج ایرانی. گزارش تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور. شماره فروست ۴۲۱۶۹.
- محمدزاده، حسن. ۱۳۸۹. علل پیدایش ضایعات برنج در فرایند تبدیل. انتشارات اشک قلم، آمل. ۳۱۹ صفحه.
- Adhikaritanayake, T.B. and Noomhorm, A. 1998. Effect of continuous steaming on parboiled rice quality. *Food Engineering*. 36, 135-143.
- Bello, M., Baeza, R. and Tolaba, M.P. 2006. Quality characteristics of milled and cooker rice affected by hydrothermal treatment. *Food Engineering*. 72, 124-133.
- Elbert, G., Tolaba, M.P. and Suarez, C. 2001. Effects of drying condition on head rice yield and browning index of parboiled rice. *Food Engineering*. 47, 37-41.
- Islam, M.R., Shimizu, N. and kimura, T. 2004. Energy requirement in parboiling and its relationship to some important quality indicators. *Food Engineering*. 63, 433-439.
- Juliano, B.O. 1985. parboiling of rice: *Rice Chemistry and Technology*, 2nd ed. St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists. pp. 289-340.
- Kar, N., jain, R.K. and Srivastav, P.P. 1999. Parboiling of dehusked rice. *Food Engineering*. 39, 17-22.
- Lamberts, L., Brijs, K., Mohamed, R., Verhelst, N. and Delcour, J.A. 2006. Impact of browning reactions and bran pigments on color of parboiled rice. *Agricultural and Food Chemistry*. 54, 9924-9929.
- Luh, B.S. and Mickus, R.R. 1991. parboiled rice In *Rice Utilization* edited by B.S. Luh. An AVI Book, Van Nostran Reinhold, New York. 51-88.
- Marshal, W.E., Wadsworth, J.A., Verma, L.R. and Velupillai, L. 1993. Determining the degree of gelatinization in parboiled rice. *Cereal Chemistry*. 70(2), 226-230.
- Miah, M.A.K., Hague, A., Douglass, M.P. and Clarke, B. 2002. parboiling of rice part [I]: effect of hot soaking time on the degree of starch gelatinization. *Food Science and Technology*. 37, 539-545.
- Pillaiyar, P. 1990. Rice parboiling research in India. *Cereal Foods World*. 35(2):225-227
- Saif, S.M.H., Suter, D.A. and Lan, Y. 2004. effect of processing conditions and environmental exposure on the tensile properties of parboiled rice. *Biosystems Engineering*. 89(3), 321-330.
- Soponronnarit, S., Nathakaranakule, A., Jirajindalert, A. and Taechapairoj, C. 2006. parboiling brown rice using super heated steam fluidization technique. *Food Engineering*. 75, 423-432.

## لیست نشریه‌های موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (گان)	سال	قیمت (تومان)
۱	روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی دانه‌ی برنج	فاطمه حبیبی	۱۳۹۲	۵۰۰۰
۲	کرم ساقه‌خوار نواری برنج (شناسایی، زیست‌شناسی، خسارت و کنترل)	فرزاد مجیدی	۱۳۹۲	۵۰۰۰
۳	بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج	مریم خشکدامن	۱۳۹۲	۵۰۰۰
۴	مراحل فنولوژی برنج	مجید نحوی و مهرزاد اله‌قلی‌پور	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۵	خصوصیات برخی از ارقام محلی برنج در شرایط استان گیلان	مهرزاد اله‌قلی‌پور و محمد صالح محمد صالحی	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۶	اصلاح روش اندازه‌گیری میزان آمیلوز در دانه‌ی برنج بر اساس روش ایزو ۶۶۴۷	فاطمه حبیبی و همکاران	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۷	بیماری سیاهک دروغی برنج	فریدون پادداشت و سمیه داریوش	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۸	معرفی‌نامه‌ی موسسه تحقیقات برنج کشور	فرامرز علی‌نیا، مهدی جلالینان، آتوسا فرحپور	۱۳۹۳	---
۹	پروانه‌ی تکنقطه‌ای برنج و روش‌های کنترل آن	فرزاد مجیدی	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۱۰	راهنمای استفاده از تراکتور دو چرخ و خاک همزن	علیرضا علامه	۱۳۹۳	۵۰۰۰
۱۱	راهنمای ارزیابی مزارع برنج خسارت دیده	ناصر دوات‌گر و شهریار بابازاده	۱۳۹۴	۵۰۰۰
۱۲	زهرابه‌های قارچی در برنج	فریدون پادداشت و همکاران	۱۳۹۴	۵۰۰۰
۱۳	اهمیت تغذیه برگی عناصر کم مصرف در کشت برنج	حسن شکری‌واحد	۱۳۹۴	۵۰۰۰
۱۴	بومی‌سازی توسعه سریع نسل (RGA) در گیاه برنج	محسن قدسی و همکاران	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۵	تبدیل کاه و کلش برنج به کمپوست و موارد استفاده از آن	تیمور رضوی‌پور و شهریار بابازاده	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۶	کلکسیون قارچ‌های برنج ایران	فریدون پادداشت و سمیه داریوش	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۷	پتاسیم در خاک و روش‌های عصاره‌گیری آن در خاک‌های شالیزاری	مسعود کاوسی	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۸	ضرورت مصرف کود سیلیکاته در اراضی شالیزاری	الهیار فلاح و محمد محمدیان	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۱۹	گیلانه، رقم جدید برنج	مهرزاد اله‌قلی‌پور	۱۳۹۵	۵۰۰۰
۲۰	دستورالعمل زراعی رقم جدید برنج، گیلانه	مهرزاد اله‌قلی‌پور و همکاران	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۱	توده‌های محلی و ارقام برنج لنجان	احمد رضانی	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۲	کمبود روی، علل، علائم و راه‌کارهای مقابله با آن	شهرام محمودسلطانی	۱۳۹۶	۵۰۰۰

شماره نشریه	عنوان	نویسنده (گان)	سال	قیمت (تومان)
۲۳	کوتولگی برنج و مدیریت آن	بیژن یعقوبی	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۴	دستورالعمل ملی کدگذاری لاین‌های اصلاحی برنج	مجید ستاری و همکاران	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۵	معرفی شب‌پره برگ‌خوار قهوه‌ای برنج <i>Rivula sericealis</i> (اولین گزارش خسارت در مزارع برنج شمال ایران)	مهرداد عموقلی طبری و همکاران	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۶	سابقه کشت برنج در اصفهان	احمد رضانی	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۷	حلزون گیاهچه‌خوار برنج <i>Succinea putris</i> (زیست‌شناسی و کنترل)	مهرداد عموقلی طبری و همکاران	۱۳۹۶	۵۰۰۰
۲۸	اکولوژی برنج	الهیار فلاح	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۲۹	استفاده از روش میلگارد در ارزیابی خواص حسی برنج	فاطمه حبیبی و کبری تجددی‌طلب	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۰	کرم سبز برگ‌خوار برنج و کنترل آن	فرزاد مجیدی‌شیل‌سر	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۱	تغذیه روی در سیستم‌های کشت برنج	شهرام محمودسلطانی	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۲	کاربرد جهش‌القایی در اصلاح برنج	علیرضا نبی‌پور و همکاران	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۳	کشت برنج در اراضی شالیزاری بدون انجام عملیات گل‌خرابی	رضا اسدی	۱۳۹۷	۵۰۰۰
۳۴	تاثیر پاربویل بر خصوصیات تبدیل و کیفیت برنج	عاصفه لطیفی	۱۳۹۷	۵۰۰۰

علاقه‌مندان به خرید نشریه می‌توانند به آدرس موسسه‌ی تحقیقات برنج کشور مکاتبه نموده یا با مسئول کتابخانه‌ی موسسه تماس حاصل فرمایند. شماره‌ی تماس: تلفن: ۰۱۳-۳۳۶۹۰۰۵۲ داخلی ۲۲۳؛ دورنگار: ۰۱۳-۳۳۶۹۰۰۵۱