بررسی تغییرات درصد شکستگی و درصد عملکرد برنج رقم فجر با استفاده از تکنیک پاربویلینگ

میثم نقوی مرمتی[۱]، دکتر اصلان عزیزی[۲]، مهندس محمد تقی کربلایی[۳]، دکتر سید مهدی سیدین اردبیلی[۴]

به ترتیب: ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد قائم شهر ۲- استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج، ۳- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور-معاونت مازندران، ۴- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

چکیده:

هدف اصلی از پاربویلینگ کاهش درصد شکستگی برنج است، نخست شلتوک از رقم فجر انتخاب و در سه دمای ۴۵°c، ۶۰°c و ۸۰°c به ترتیب به مدت ۶، ۴ و ۱/۵ ساعت تا رطوبت ۴۰ درصد خیسانده می شود و سپس در مرحله بخاردهی از دو روش بخاردهی تحت فشار و بخاردهی تحت فشار اتمسفر استفاده می شود. در روش اول بعد از خروج هوا فشار بخار را به ۱ kg/cm^2 رسانده که در دو زمان ۳ و ۵ دقیقه انجام می شود و در روش دوم از سه زمان ۱۰، ۵ و ۱۵ دقیقه استفاده می شود و شلتوک ها تا رطوبت ۷ درصد در دمای محیط خشک شدند، در رقم فجر درصد شکستگی از ۲۵/۶ درصد به ۳/۷۸ درصد در بهترین تیمار کاهش یافت و درصد عملکرد در رقم فجر از ۶۹/۱۳ درصد به ۷۹/۷۷ درصد در بهترین تیمار رسید و در رقم فجر درصد سبوس از ۱۴/۴۵ درصد به ۴-۲ درصد کاهش یافت که افزایش درصد عملکرد را توجیه می کند. استفاده از این تکنیک بسیار مهم است زیرا درصد شکستگی در ایران بین ۳۰-۲۰ درصد است.

واژه های کلیدی: شکستگی برنج، عملکرد برنج، پاربویلینگ، ضایعات برنج، سبوس برنج

مقدمه:

تولید شلتوک کشور در سال ۱۳۸۶، ۳/۳ میلیون تن بوده است که از این مقدار شلتوک ۲۲۰۵۰۰۰ تن برنج سفید به دست آمد، واردات برنج در سال ۱۳۸۷، ۱/۲ میلیون تن بوده و خودکفایی در تولید برنج از اهداف راهبردی کشور است ولی هزینه بالای تولید و خشکسالی هایی که ما با آن مواجه هستیم سطح زیر کشت را کاهش داده و تغییر کاربری را موجب شده است.

با توجه به شکستگی بالای برنج در شالیکوبی ها که حدود ۳۰-۲۰ درصد است که عوامل زیادی از مزرعه تا شالیکوبی در آن دخیل هستند. با توجه به تجربه ی کشورهای مطرح تولید کننده برنج در استفاده از تکنیک پاربویلینگ جهت کاهش درصد شکستگی برنج، این تکنیک را می توان به عنوان یک روش مفید،

کاربردی و مطمئن برای حل شکستگی برنج پیشنهاد نمود و گامی مهم و موثر در خودکفای برنج برداشت و بدون افزایش سطح زیر کشت و مصرف نهاده های بیشتر، برنج بیشتری تولید کرد.

پاربویلینگ با ژلاتینه کردن نشاسته و حذف و پر کردن ترک های دانه برنج باعث افزایش مقاومت دانه برنج نسبت به تنش های اعمال شده در حین عملیات شالیکوبی می شود و درصد شکستگی را به نحو چشمگیری کاهش می هد و با این روش درصد عملکرد نیز افزایش یافته و به دلیل نفوذ سبوس به داخل دانه درصد سبوس به طور چشمگیری کاهش می یابد و البته درصد پوسته نیز کمی کاهش دارد که افزایش درصد عملکرد را توجیه می کند.

حدود ۳۰۰۰ سال پیش روش پاربویلینگ به طور خیلی ساده، در شبه قاره هند شروع شد و روز به روز پیشرفت کرد و اکنون این عمل در اغلب کشورهای آسیای جنوب شرقی از جمله سریلانکا، تایلند، چین، بنگلادش، فیلیپین، ژاپن و نپال انجام می گیرد. طبق آخرین گزارش IRRI، ۶۰ درصد از برنج تولید شده در کشور هندوستان پاربولی (Parboil) می شود. در کشور هندوستان سوبراهامنی (Subrahamany) اولین تحقیقات رسمی را در سال ۱۹۳۸ انجام داد و در سال ۱۹۴۴ پس از افتتاح (Central Food Bathacharya Subba Rao Technological Research Institute) CFTRI و همکاران در سال ۱۹۸۳ در کشور هندوستان در طی مطالعاتی مبنی بر تعیین اثر پاربویلینگ، روی خصوصیات برنج گزارش نمودند که برنج پاربویل شده نیز می تواند همانند برنج خام از نقطه نظر طعم و رنگ خواص مطلوب خود را دارا باشد و این امر بستگی زیادی به تکنیک پاربویلینگ، درجه حرارت خیساندن و بخار دهی و pH آب مورد استفاده در فرآیند دارد.

El. Grindy و همکاران در سال (۱۹۷۳) در مصر در ارتباط با تعیین تأثیر فرآیند تحت فشار روی کیفیت شلتوک کوبی دو نمونه برنج دانه بلند (Arabi) و دانه کوتاه (Nahada) در مقیاس آزمایشگاهی تعیین نمودند که کلیه خصوصیات شلتوک کوبی در اثر این فرآیند ارتقا و بهبود می یابد و این امر خصوصاً در واریته دانه کوتاه (Nahada) بیشتر به چشم می خورد و همراه با افزایش فشار بخار حدود (۱۵-۰) کیلوگرم بر سانتی متر مربع در مرحله بخار دهی کیفیت شلتوک کوبی (بازیافت برنج سالم) نیز ارتقا بیشتری می یابد.

Ajayi, Agun در سال (۱۹۸۹) در هند در تعیین شرایط خیساندن و بخاردهی در متد فرایند تحت بخار مشخص نمودند که استفاده از درجه حرارت بالا در مرحله خیساندن و افزایش زمان بخاردهی منجر به کاهش شکستگی و ظرفیت متورم شدن و قابلیت جذب آب در دانه می گردد.

Chattopadhyay, Igathinathane در سال (۲۰۰۲) از دماهای ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی گراد استفاده کردند که هر چه دما بالاتر می رود زمان خیساندن کاهش می یابد و پایان عمل خیساندن زمانی بود که رطوبت شلتوک به حد db ٪۴۳/۵ برسد و در ادامه فرآیند بخار دهی جهت ژلاتینه کردن نشاسته برنج در شرایط تحت فشار (Kpa ۱۹۶/۱۴ و ۱۴۷/۱۱ و ۱۹۸/۰۷) و زمان های (S ۱۲۰۰ و ۹۰۰ و ۶۰۰ و

۳۰۰) استفاده شد و خشک کردن در ۹۸ °C تا رطوبت نهایی ٪ ۱۳/۶۴ در شرایط ۹۸/۰۷ Kpa در ۶۰۰ S روشن ترین رنگ و بدون دانه های ترک خورده و شکسته و دانه های برنج باد کرده بوده است.

saifullah و همکاران در سال (۲۰۰۴) طی پاربویلینگ برنج و سپس آزمون بافت سنجی توسط دستگاه instran متوجه شدند که طی پاربویلینگ بر میزان سفتی و مقاومت دانه برنج بدلیل ژلاتینه شدن برنج افزایش می یابد و به همین دلیل مقاومت برنج طی شالیکوبی افزایش می یابد.

Somchart و همکاران در سال (۲۰۰۶) از دمای خیساندن°c ۷۰-۹۰ به مدت ۲-۵/ ساعت استفاده کردند و از بخاردهی در دمای °c ۱۲۰-۱۶۰ با شدت ۳/۹m/s استفاده شد و با افزایش دمای بخاردهی از °c ۱۲۰ به °c ۱۴۰ میزان برنج سفید کل (head rice) افزایش یافته است.

Sridhar و همکاران در سال (۲۰۰۳) جهت پاربویلینگ از دماهای خیساندن °c ۷۵ به مدت ۲/۵ ساعت و °c ۶۵ به مدت ۴ ساعت و آب سرد به مدت ۴۸ ساعت استفاده کردند و جهت بخاردهی از شرایط تحت فشار اتمسفر به مدت ۵ دقیقه استفاده کردند و با افزایش فشار طی بخاردهی به Kpa ۱/۲۵-۶/۲۵ محتوای رطوبت افزایش می یابد و با افزایش دمای خیساندن درصد خرد کاهش می یابد.

Ramachandra و همکاران در سال (۲۰۰۰) از دمای خیساندن °c ۶۵ به مدت ۶ ساعت استفاده کردند و رطوبت نهایی بعد از خیساندن به ٪۳۵-۳۰ رسید و باید مدت زمان خیساندن در حدی باشد که رطوبت نهایی به این میزان برسد و از بخاردهی تحت فشار اتمسفر و در دمای °c ۱۰۰-۹۰ به مدت ۶۰-۵ دقیقه استفاده کرده اند و جهت خشک کردن از خشک کن آفتابی در دمای °c ۲۸-۲۶ به مدت ۲۴-۱۸ ساعت و تا رطوبت نهایی ٪۷/۷-۳ استفاده شد و بعد از خشک کردن در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی شد و مشخص شد که با افزایش زمان و شدت بخاردهی میزان سفیدی کاهش می یابد و colour value افزایش می یابد که با دستگاه هانترلب اندازه گیری شده است ومیزان hardness در آزمون بافت سنجی افزایش می یابد و milling yield افزایش می یابد.

عزیزی و همکاران در سال (۱۳۷۸) در بررسی ارقام ایرانی مناسب برای پاربویلینگ ثابت کردند که ارقام آمیلوز پایین برای این تکنیک مناسب تر هستند و در همه واریته ها درصد شکستگی به طور معنی داری کاهش یافت و در تحقیق دیگری در سال (۱۳۷۴) ثابت کردند که خواص تغذیه ای در این تکنیک افزایش معنی داری دارد.

کبری تجددی طلب در سال (۱۳۷۶) ثابت کرد که طی این تکنیک ماندگاری روغن سبوس برنج بدلیل حذف آنزیم های لیپاز افزایش می یابد.

مواد و روش ها:

شلتوک مورد نیاز از واریته فجر به مقدار ۲۵۰ کلوگرم از موسسه تحقیقات برنج کشور – معاونت مازندران تهیه شده است و کاملا بوجاری شده و مورد تایید موسسه بوده است و شلتوک به موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج منتقل شد و در مقیاس ۱ کیلوگرم توزین و کدگذاری شد.

- خیساندن: هدف از این مرحله جذب آب تا حدود ۴۰ درصد و سهولت پخت و انتقال حرارت طی مراحل بعدی است و جهت خیساندن از سه دمای ۴۵°c به مدت ۶ ساعت و ۶۰ °c به مدت ۴ ساعت که در زیر دمای ژلاتینه شدن است و ۸۰ °c به مدت ۱/۵ ساعت در بالای دمای ژلاتینه شدن استفاده شده است و این عملیات در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج انجام شد. جهت خیساندن از دیگ استیل دو جداره پخت ۲۰۰ کیلوگرمی با سیرکولاسیون بخار آب استفاده شد.

پخت: هدف از مرحله پخت کامل کردن عملیات Parboiling و ژلاتینه کردن نشاسته برنج است و از دو روش پخت تحت فشار و پخت تحت فشار اتمسفر استفاده می شود و جهت پخت از اتوکلاو ۵۰۰ kg عمودی استفاده می شود و در نوع تحت فشار بعد از خروج هوا فشار بخار را به ۱ kg/cm2 می رسانیم و جهت پخت تحت فشار اتمسفر از زمانهای پخت ۵ دقیقه و ۱۰ دقیقه و ۱۵ دقیقه استفاده می شود و جهت پخت تحت فشار از فشار $1kg/cm^2$ به مدت ۳ دقیقه و ۵ دقیقه استفاده می شود و این عملیات در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج انجام شد.

خشک کردن: جهت خشک کردن از خشک کن در دمای محیط شد که شلتوک رادر سوله پهن کرده و بعد از طی سه روز شلتوک خشک می شود و رطوبت نهایی بعد از خشک کردن به حدود ۷٪ می رسد.

پوست کنی شلتوک: برای پوست کنی شلتوک ها از پوست کن Testing hosker ساخت ژاپن مدل THU 35B در پژوهشکده برنج مازندران انجام شد.

سفید کردن شلتوک: جهت سفید کردن برنج قهوه ای به دست آمده از سفید کن Seteka TM 05 ساخت آمریکا به ظرفیت حداکثر یک کیلوگرم و به مدت ۲/۵ دقیقه سفید کنی و از نوع مالشی استفاده شد که در پژوهشکده برنج مازندران انجام گردید.

درصد عملکرد برنج سفید: میزان برنج سفید کلی که از دستگاه سفید کن خارج می شود، نسبت به مقدار شلتوک اولیه بیان می شود.

درصد شکستگی: از برنج سفید حاصله ۴۰ گرم را برداشته و با دست دانه های خرد شده ای که به طول کمتر از ¾ دانه کامل باشند را جدامی کنیم و بر حسب مقدار شلتوک اولیه حساب می کنیم.

درصد سبوس: سبوس به دست آمد از مرحله سفید کنی را به صورت درصد می آوریم.

درصد دانه های ¾ سالم: در این مورد ابتدا به مقدار ۴۰ گرم از برنج سفید توزین شده و با دست دانه هایی که به اندازه ¾ دانه کامل هستند جدا و به صورت درصد بیان می شوند.

نتایج و بحث:

در آزمون درصد شکستگی مشاهده می کنیم که غیر از اثر متقابل تیمارهای واریته، دمای خیساندن و شرایط بخاردهی که در سطح احتمال 0.05 معنی دار است، اثر سایر تیمارها در سطح احتمال 0.001 معنی دار بوده و در آزمون درصد دانه های ¾ سالم مشاهده شده است که اثر تیمار واریته در سطح احتمال 0.01 معنی دار است و اثر تیمارهای دمای خیساندن و اثر متقابل تیمارهای دمای خیساندن و شرایط

بخاردهی و اثر متقابل تیمارهای واریته و دمای خیساندن و شرایط بخاردهی و روی این فاکتور معنی دار نیست و اثر سایر تیمارها نیز در سطح احتمال 0.001 معنی دار است.

جدول۱- آنالیز واریانس تیمارهای مختلف روی آزمون ها

میانگین / تیمار	درصد شکستگی	درصد دانه های ¾ سالم	درصد سبوس	درصد عملکرد
واریته	۲۴/۹۵۳۴۶۴۷۸ ***	۵/۷۲۵۴۴۴۴ **	۰/۰۵۵۲۵۴۴۴ Ns	۵۲/۹۷۶۶۹۴۴۴ ***
دمای خیساندن	۶/۰۴۰۵۳۷۷۸ ***	۰/۴۴۹۱۵۱۱۱ Ns	۶/۷۱۲۸۲۱۱۱ ***	۶۷/۸۴۷۰۷۴۴۴ ***
شرایط بخاردهی	۱۵۵/۳۹۹۰۶۷۷۸ ***	۶/۵۱۰۰۳۷۷۸ ***	۰/۸۳۱۴۲۶۶۷ Ns	۱۷/۸۰۸۸۳۲۲۲ ***
واریته×دمای خیساندن	۱۲۷/۷۸۴۹۳۷۷۸ ***	۹/۹۶۸۱۶۴۴۴ ***	۱/۲۶۸۰۷۴۴۴ Ns	۱۱/۰۱۳۴۳۴۴۴ ***
واریته×شرایط بخاردهی	۵۱/۲۲۰۳۶۷۷۸ ***	۵/۸۲۱۲۹۴۴۴ ***	۰/۷۰۰۲۷۱۱۱ Ns	۱۳/۵۷۰۸۰۵۵۶ ***
دمای خیساندن×شرایط بخاردهی	۲/۸۹۰۰۵۰۲۸ ***	۰/۲۷۰۰۰۵۲۸ Ns	۰/۱۱۱۷۷۶۶۷ Ns	۲/۴۲۳۴۱۸۸۹ Ns
واریته×دمای خیساندن×شرایط بخاردهی	۱/۸۹۰۹۷۵۲۸ *	۰/۲۲۹۶۵۱۹۴ Ns	۰/۱۲۶۳۹۱۱۱ Ns	۱/۶۲۲۱۱۲۲۲ Ns
خطا	۰/۶۷۱۴۶۴۴۴	۰/۶۹۴۳۵۱۱۱	۰/۴۸۳۲۹۶۶۷	۱/۳۲۰۰۹۷۷۸

*** در سطح احتمال 0.001 معنی دار است.
** در سطح احتمال 0.01 معنی دار است.
* در سطح احتمال 0.05 معنی دار است.
NS معنی دار نیست.

در آزمون درصد سبوس مشاهده شده است که غیر از تیمار دمای خیساندن که در سطح احتمال 0.001 معنی دار است، اثر سایر تیمارها روی این آزمون معنی دار نیست.

در آزمون درصد عملکرد غیر از اثر متقابل تیمارهای دمای خیساندن و شرایط بخاردهی و اثر متقابل تیمارهای واریته، دمای خیساندن و شرایط بخاردهی که معنی دار نیست اثر سایر تیمارها در سطح احتمال 0.001 معنی دار است.

- اثر همزمان شاهد و تیمارهای رقم و دمای خیساندن وشرایط بخاردهی:

در این قسمت تیمارهای مختلف با شاهد مقایسه می شوند و اثر فرایند پاربویلینگ روی آنها بررسی می شود و همانطور که از جدول ۲ مشخص است در آزمون درصد شکستگی اختلاف بین میانگین شاهد و تمام تیمارها معنی دار است و کمترین درصد شکستگی در تیمار دمای خیساندن ۴۵°c و فشار اتمسفریک به مدت ۱۰ دقیقه مشاهده شده است و حدود ۳۰۰ درصد، شکستگی کاهش یافته است و علت این کاهش درصد شکستگی ژلاتینه شدن نشاسته برنج طی پاربویلینگ و افزایش مقاومت آن به تنش های اعمال شده و از طرفی حذف و پر شدن ترک های دانه برنج طی پخت می باشد که مقاومت دانه برنج را به شکستگی افزایش می دهد.

درصد دانه های¾ سالم از این جهت اهمیت دارد که این برنج جزء برنج سالم بوده و برنج شکسته محسوب نمی شود و در برنج سالم هر چه درصد برنج ¾ سالم کمتر باشد بهتر است و در بهترین تیمار این درصد از ۹/۲۱ درصد در شاهد به ۹۶/ درصد در تیمار دمای خیساندن ۴۵°c و فشار اتمسفریک به مدت ۱۰ دقیقه مشاهده شده است که کمترین درصد شکستگی نیز در این تیمار بوده است و هر چه درصد شکستگی کمتر باشد، برنج کمتری نیز به صورت دانه های ¾ سالم داریم و تقریبا تمام برنج سالم در این تکنیک بدون لب پریدگی و شکستگی جزیی هستند.

مطابق جدول ۳ مشاهده می کنیم که در آزمون درصد سبوس اختلاف بین میانگین تیمارهای مختلف و شاهد در هر دو واریته معنی دار است و اختلاف بین خود تیمارهای مختلف چندان معنی دار نیست و در واریته فجر درصد سبوس از ۱۴/۴ درصد به حدود ۵-۲ درصد رسیده است.

این اختلاف فاهش به دلیل نفوذ و نشط سبوس به داخل برنج است و سبوس جزئی از دانه برنج شده است که طی مرحله سفیدکردن جدا نشده است و از طرفی می تواند به دلیل افزایش چسبندگی سبوس به دانه برنج باشد که در طی مرحله پخت صورت گرفته است و نیروی اعمالی توسط سفیدکن مالشی نمی تواند آنرا جدا کند و با توجه به اینکه سبوس از نظر ارزش غذایی در برنج رتبه اول را دارد می تواند ارزش غذایی برنج را بسیار افزایش دهد.

در مورد درصد عمکرد در اختلاف بین شاهد و تمامی تیمارها معنی دار است و در واریته فجر بالاترین درصد عملکرد در تیمار دمای خیساندن°c ۶۰ و بخاردهی تحت فشار اتمسفریک به مدت۱۵ دقیقه مشاهده شده است که نسبت به شاهد ۱۰ درصد افزایش عملکرد داشته ایم.

علت افزایش درصد عملکرد برنج طی پخت همان نفوذ و نشط سبوس به دانه برنج و افزایش چسبندگی سبوس به دانه برنج و از طرفی افزایش مقاومت سطح دانه برنج به نیروی مالشی سفیدکن است که برنج کمتری را به صورت آرد برنج درمی آورد.

جدول ۲- آزمون مقایسه ای میانگین به روش دانکن برای اثرهمزمان شاهد و تیمارهای رقم و دمای خیساندن و شرایط بخاردهی برمتغیرها

میانگین / تیمار	درصد شکستگی	درصد دانه های ¾ سالم	درصد سبوس	درصد عملکرد
فجر-°c ۴۵ × اتمسفر۵ دقیقه	ef ۱۱/۷۸۰۰	cdefgh ۲/۶۷۰۰	de ۲/۹۰۰۰	bcdefg ۷۴/۱۵۳۳
فجر-°c ۴۵ × اتمسفر۱۰ دقیقه	n ۳/۷۸۰۰	gh ۰/۹۶۰۰	e ۲/۶۲۰۰	bcde ۷۴/۶۵۳۳
فجر-°c ۴۵ × اتمسفر۱۵ دقیقه	lm ۵/۷۷۰۰	efgh ۱/۵۴۰۰	e ۲/۳۵۳۳	bc ۷۵/۳۳۶۷
فجر-°c ۴۵ × فشارkg/cm2بمدت۳دقیقه	kl ۶/۸۴۰۰	efgh ۲/۰۲۰۰	e ۲/۷۲۰۰	bcdef ۷۴/۵۶۰۰
فجر-°c ۴۵ × فشار1kg/cm2بمدت۵دقیقه	ij ۸/۵۱۰۰	cdefgh ۲/۵۹۰۰	de ۲/۸۳۰۰	bcdefg ۷۴/۲۸۳۳
فجر-°c ۶۰ × اتمسفر۵ دقیقه	e ۱۱/۵۰۰۰	cdefg ۳/۲۱۰۰	cde ۳/۵۰۰۰	bcd ۷۵/۰۷۰۰
فجر-°c ۶۰ × اتمسفر۱۰ دقیقه	ij ۸/۳۵۰۰	efgh ۲/۰۳۰۰	cde ۳/۳۱۰۰	b ۷۶/۱۷۳۳
فجر-°c ۶۰ × اتمسفر۱۵ دقیقه	hi ۹/۴۵۰۰	cdefg ۲/۹۰۰۰	de ۳/۰۳۰۰	a ۷۹/۷۷۳۳
فجر-°c ۶۰ × فشارkg/cm2بمدت۳دقیقه	fgh ۱۰/۶۷۰۰	cdefg ۳/۰۳۰۰	cde ۳/۳۷۰۰	bc ۷۶/۰۲۰۰
فجر-°c ۶۰ × فشار1kg/cm2بمدت۵دقیقه	efg ۱۱/۲۵۰۰	cdefg ۳/۱۵۰۰	cde ۳/۴۲۰۰	bc ۷۵/۱۸۶۷
فجر-°c ۸۰ × اتمسفر۵ دقیقه	d ۱۴/۸۸۰۰	cdefg ۳/۰۳۰۰	cde ۳/۶۹۰۰	efghi ۷۲/۸۳۶۷
فجر-°c ۸۰ × اتمسفر۱۰ دقیقه	ij ۸/۹۹۰۰	fgh ۱/۳۱۰۰	cde ۳/۷۷۰۰	defghi ۷۲/۹۲۰۰
فجر-°c ۸۰ × اتمسفر۱۵ دقیقه	ghi ۹/۷۴۰۰	defgh ۲/۲۵۰۰	cde ۳/۶۵۰۰	bcde ۷۴/۷۸۰۰
فجر-°c ۸۰ × فشارkg/cm2بمدت۳دقیقه	fgh ۱۰/۸۹۰۰	cdefgh ۲/۶۹۰۰	cd ۴/۳۵۰۰	i ۷۱/۶۴۰۰
فجر-°c ۸۰ × فشار1kg/cm2بمدت۵دقیقه	e ۱۲/۷۰۰۰	cdefgh ۲/۸۴۰۰	c ۴/۷۲۰۰	i ۷۱/۳۰۰۰
فجر شاهد	b ۲۵/۶۰۰۰	b ۹/۲۱۰۰	a ۱۴/۴۵۳۳	jk ۶۹/۱۳۰۰

طبق آخرین آمار تولید شلتوک در کشور ۳/۳ ملیون تن است و طبق نتایج در واریته فجر میانگین شاهد درصد شکستگی و درصد عملکرد به ترتیب ۲۵/۶ درصد و ۶۹/۱۳ درصد می باشد که از این مقدار با درصد عملکرد ۶۹/۱۳ درصد، کل برنج سفید تولیدی ۲۲۸۱۲۹۰ تن و با درصد شکستگی ۲۵/۶ درصد ۵۸۴۰۱۰/۲۴ تن برنج شکسته داریم و کل برنج سفید سالم ۱۶۹۷۲۷۹/۷۶ تن است.

۳۳۰۰۰۰۰× ۰/۶۹۱۳=۲۲۸۱۲۹۰

۲۲۸۱۲۹۰× ۰/۲۵۶=۵۸۴۰۱۰/۲۴

۲۲۸۱۲۹۰-۵۸۴۰۱۰/۲۴=۱۶۹۷۲۷۹/۷۶

طی پاربویلینگ درصد عملکرد در بهترین حالت به ۷۹/۷۷ درصد می رسد و میزان برنج کل تولیدی آن ۲۶۳۲۴۱۰ می باشد و با درصد شکستگی ۳/۷۸ درصد، ۹۹۵۰۵/۰۹۸۰ تن برنج شکسته و ۲۵۳۲۹۰۴/۹۰۲۰ تن نیز برنج سالم بدون شکستگی داریم.

۳۳۰۰۰۰۰× ۰/۷۹۷۷=۲۶۳۲۴۱۰

۲۶۳۲۴۱۰×۰/۰۳۷۸=۹۹۵۰۵/۰۹۸۰

۲۶۳۲۴۱۰-۹۹۵۰۵/۰۹۸۰=۲۵۳۲۹۰۴/۹۰۲۰

۲۵۳۲۹۰۴/۹۰۲۰-۱۶۹۷۲۷۹/۷۶=۸۳۵۶۲۵/۱۴۲۰

۸۳۵۶۲۵/۱۴۲۰ تن افزایش مقدار برنج سالم را با استفاده از تکنیک پاربویلینگ داریم.

نتیجه گیری:

با توجه به اهداف کشور در خودکفایی برنج و افزایش هزینه تولید و قیمت نهاده های کشاورزی و امنیت غذایی و کاهش منابع آبی کشور و کاهش تمایل کشاورزان به کشت برنج پاربویلینگ می تواند به عنوان یک راه حل اساسی و مطمئن و امتحان شده در سایر کشورها مطرح و اجرا شود.

قدردانی:

در پایان از زحمات استاد راهنما آقای دکتر اصلان عزیزی و همکاران ایشان در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج کمال تشکر و قدردانی را دارم و همچنین از زحمات استاد مشاور آقای مهندس کربلایی و همکاران ایشان در موسسه تحقیقات برنج- معاونت مازندران به خصوص جناب آقای مهندس بهرامی ریاست سابق و آقای مهندس نصیری ریاست فعلی و آقای مهندس اسدی معاونت موسسه و همچنین از زحمات آقای دکتر سیدین و همکاران ایشان در پژوهشکده غلات و نیز جناب آقای دکتر قوامی مدیر گروه رشته مهندسی کشاورزی-علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات و همکارانشان در مجتمع آزمایشگاهی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع:

۱- آمار کشاورزی نشریه شماره ۷۶/۰۷ اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی.

۲- استاندارد شماره ۱۲۷، برنج-ویژگی ها و روش های آزمون، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۳- پایان، ر.، مقدمه ای به تکنولوژی فراورده های غلات، انتشارات نورپردازان، ۱۳۸۰

۴- پایش بازار جهانی برنج (فا ئو-ژانویه ۲۰۰۴)، وزارت جهاد کشاورزی-معاونت برنامه ریزی و اقتصادی-موسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، کتابخانه موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر-قسمت فنی و مهندسی کشاورزی

۵- تجددی طلب، ک.، (۱۳۷۶)، اثر حرارت و پاربویلینگ بر روی فعالیت لیپو اکسیداز و انبارداری سبوس برنج و خواص کیفی روغن آن، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفحان، دانشکده کشاورزی.

۶- توسلی لاریجانی، ف.، بررسی دوره انبارداری بر روی کیفیت پخت (شلتوک و برنج سفید)، کتابخانه موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، ۱۳۷۷ .

۷- جهاندیده کودهی، ح، (۱۳۷۴)، بررسی کاهش ضایعات شلتوک در مراحل تبدیل به برنج سفید، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، کتابخانه دانشگاه تربیت مدرس

۸- رشیدی، ح.، بررسی اثر درجه حرارت خشکاندن و رطوبت نهایی شلتوک بر برخی خصوصیات کیفی برنج رقم فجر، کتابخانه موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، ۱۳۸۳

۹- رشیدی، ح.، بررسی امکان کاربرد سبوس برنج در تولید بیسکویت با ارزش غذایی بالا، کتابخانه موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، ۱۳۸۳ .

۱۰- رضوی، م. ع. و ر. اکبری، خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۵

۱۲- رفیعی، ش.، (۱۳۸۱)، شبیه سازی خشک کردن دانه برنج با استفاده از روش اجزای محدود، پایان نامه دکتری دانشگاه تربیت مدرس، کتابخانه دانشگاه تربیت مدرس.

۱۳- سلیمانی، م.، (۱۳۷۷)، تاثیر پارامترهای خشک کردن بر خصوصیات کیفی و شکنندگی برنج، پایان نامه پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، کتابخانه دانشگاه تربیت مدرس.

۱۴- طرح خودکفایی برنج کشور ۱۳۸۷-۱۳۸۵، وزارت جهاد کشاورزی-معاونت زراعت-دفتر برنج و حبوبات، کتابخانه موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر-قسمت فنی و مهندسی.

۱۵- عرفانی، ع. و م. نصیری، بررسی بعضی از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی موثر در عملکرد ارقام برنج، کتابخانه موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، ۱۳۷۹

۱۶- عزیزی، ا.، (۱۳۷۴)، اثر پاربویلینگ روی خواص تغذیه ای برنج، کتابخانه انستیتو تغذیه.

۱۷- عزیزی ا.، (۱۳۷۸)گزارش پژوهشی نهایی طرح بررسی و مطالعه ارقام برنج ایران مناسب برای parboiling، کتابخانه موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر- قسمت فنی و مهندسی کشاورزی.

۱۸- عسکری اصلی زاده، ع.، (۱۳۷۴)، طراحی و ساخت خرمنکوب خودکار برنج(واحدهای کوبش و تغذیه)، پایان نامه پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، کتابخانه دانشگاه تربیت مدرس.

۱۹- فیروزی، س.، (۱۳۸۲)، مطالعه پارامترهای موثر بر عملکرد سفید کن های دمشی برنج(jet pearlears)، رساله دکتری، کتابخانه مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

۲۰- پیمان، م. ح.، (۱۳۷۹)، بررسی عوامل شکستگی دانه در فرایند پوست کنی شلتوک، پایان نامه دکتری دانشگاه تربیت مدرس، کتابخانه دانشگاه تربیت مدرس.

۲۱- نصیری، م. و ص. حسینی، دستورالعمل فنی و کاربردی رقم جدید برنج فجر، کتابخانه موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، ۱۳۸۰

۲۲- نعمت زاده، ق. و ح. عارفی، گزارش معرفی رقم جدید برنج (لاین ۲۸-۱۲-D۲) جهت کشت در مناطق مختلف استان مازندران و شرایط آب و هوای مشابه، کتابخانه موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، ۱۳۷۴.

23- Ajai, O. A., and Agun, A. B., (1989). Effect of parboiling degree on the some of quality parameter in rice. Journal of Food science and technology, 26(5), 245-247.

24- Ali, S. Z., and Bhattacharya, K. R., (1982). Studies on pressure parboiling rice. Journal of Food science and technology, 19, 236-242.

25- Anthoni, R. A. j., and Singarao, D. K., (1980). Influence of soaking and steaming on the loss of simple constituents in paddy. Journal of Food science and technology, 17(13), 141-143.

26- Anthoni, R.i.j., and Sin Garava, D. K., (1982). Reduction in free fatty acids due parboiling of paddy. Journal of Food science and technology, 42, 692-693.

27- Association of Official Analytical Chemisis (AOAC). (2000). Official methods Of analysis.Washington, DC, USA.

28- Barber, S. B., (1983). Inactivation of rice bran enzymes during parboiling. process of the 6TH international congress of Food science and technology, 1, 85-86.

29- Bhattacharya, K. R., and subbarao, P. V., (1966). Effect of processing condition on quality of parboiling rice. Journal of Food science and technology, 14(5), 476-479.

30- B.Heinemann, B., Fagundes, P. L., Pinto, E.A., and Penteado, M.V.C., (2005). Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. Journal of Food composition and Analysis, 18, 287-296.

31- Reddy, B.S., and chakraverty, A., (1988). Physical properties of Raw and parboiled paddy. Journal of Biosystems Engineering, 88(4), 461-466.

32- sridhar, B.S., and Manohar, B., (2003). Hydration kinetics and Energy analysis of Parboiling Paddy. Journal of Biosystems Engineering, 85(2), 173-183.
33- Taechapairoj, c., prachayawarakorn, S., and soponronnarit, S., (2006). Modelling of parboiled rice in Superheated-Steam fluidized bed. Journal of Food engineering, 76, 411-419.
34- Grinddy, E.I., and Ashnawi, R. H., (1973). The milling quality of paddy rice as influenced With parboiling Egyption. Journal of Food Science and technology 2:137-155.
35- Elbert, G., Tolaba, M.P., and Suarez, C., (2001). Effects of drying condition on head rice yield and browning index of parboiled rice. Journal of Food engineering, 47, 37-41.
36- Gujral, H.S. and Kumar, V., (2003). Effect of accelerated aging on the physicochemical and textural properties of brown and milled rice. Journal of Food engineering, 59, 117-121.
37- Igathinathane,. and chattopadhyay,. (2002). Development of an Accelerated Tempering Process for drying parboiled paddy. Journal of Biosystems Engineering, 83(1), 97-105.
38- Kshirod, R., Bhattacharya, R. K., and subbarao., (1966). Processing condition and milling yield on parboiling of rice. Journal of Food chemistry, 14(5), 473-475.
39- Mohsenin, N. N ; (1970).Physical properties of Animal materials, VOL.I. Gordon and Breach Science Publishers,NEW YORK.
40- 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, 433-439.