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

ارزیابی فنی، اقتصادی و تغذیه‌ای روش‌های مختلف تبدیل برنج دانه بلند در استان فارس

محمد شاکر[1*]، هدایت اله رحیمی[2]، مریم شاه امیریان[3] ، سید منصور علوی منش[4]

۱. استادیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۲. مربی، بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۳. مربی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۴. کارشناس ارشد، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

(تاریخ دریافت : ۱۳۹۵/۵/۱۱ – تاریخ تصویب : ۱۳۹۶/۱/۱۵)

چکیده

در پژوهش حاضر، عملکرد فنی و اقتصادی شش روش مختلف تبدیل برنج دانه بلند (رقم شمیم) در استان فارس و تاثیر آنها بر ارزش غذائی برنج بررسی شد. در هر روش، توان مورد نیاز، شدت جریان و انرژی الکتریکی مصرفی، ظرفیت سیستم، راندمان تبدیل، میزان شکستگی و ترک برنج، درصدهای پروتئین، خاکستر و چربی، مقدار کلسیم و آهن اندازه-گیری شد. برای ارزیابی اقتصادی، از روش تحلیل نهایی منفعت به هزینه، استفاده شد. نتایج ارزیابی فنی نشان داد که تیمار استفاده از دستگاه سفیدکن سایشی افقی + سفید کن تیغه‌ای، مناسب‌ترین روش تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید در شلتوک رقم شمیم بود. همچنین در این تیمار، انرژی الکتریکی مصرفی کمتر، ظرفیت سیستم و راندمان تبدیل بیشتر می‌باشد. از نظر ارزش غذایی برنج، نتایج نشان داد که عناصر چربی، پروتئین و آهن در تیمارهای مختلف تفاوت معنی-داری با یکدیگر داشتند و بیشترین مقدار چربی در تیمار ۳ وجود داشت. از نظر پروتئین و آهن بیشترین مقدار به ترتیب در تیمارهای ۶ و ۵ وجود داشت. نتایج ارزیابی اقتصادی نشان داد که تیمار ۶ نسبت به سایر تیمارها اقتصادی‌تر می‌باشد و پس از آن به ترتیب تیمارهای ۳، ۲، ۴، ۱ و ۵ قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی : ارزش غذائی، برنج سفید، برنج قهوه‌ای، روش‌های تبدیل

مقدمه

برنج به‌عنوان منبع اصلی غذا در دنیا محسوب می‌شود. مراحل سفید کردن برنج شامل جداسازی پوسته از دانه اصلی برنج که نتیجه این مرحله تولید برنج قهوه‌ای می‌باشد. در مرحله بعد برنج قهوه‌ای وارد دستگاه سفیدکن می‌گردد و لایه سبوس نیز جدا می‌شود و در نهایت برنج سفید به دست می‌آید بنابراین طی این مراحل ساختار دانه برنج تحت تاثیر قرار می‌گیرد و ترکیبات مغذی آن دستخوش تغییرات می‌شود (Ha *et al.*, 2006). سبوس یا غشای قهوه‌ای رنگ برنج سرشار از ویتامین‌ها، مواد معدنی و پروتئین است. بر این اساس سبوس برنج اهمیت زیادی در ارزش غذایی دانه برنج دارد و حذف آن سبب می‌شود که ارزش غذایی برنج بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد. بر اساس بررسی اولیه مشخص گردید که در استان فارس، شش روش مختلف تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید مورد استفاده قرار می‌گیرد که لازم است روش‌های فوق مورد ارزیابی قرار گیرد و مناسب‌ترین آنها انتخاب شود.

اثر تغییر سرعت دورانی دستگاه سفیدکن سایشی افقی بر میزان شکستگی و ضایعات تبدیل دو رقم برنج در استان فارس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که سرعت دورانی مناسب دستگاه سفیدکن سایشی افقی برای برنج رقم کامفیروزی، ۶۵۰ دور در دقیقه و برای برنج رقم آمل - ۳، ۶۰۰ دور در دقیقه می‌باشد. در رابطه با ضایعات تبدیل شلتوک به برنج نیز مشخص گردید که به طور متوسط ضایعات تبدیل برنج رقم کامفیروزی حدود چهاربرابر رقم آمل -۳ می‌باشد (Shaker, 2005).

* ایمیل نویسنده : m.shaker1348@gmail.com

در تحقیقی چهار سیستم مختلف تبدیل شلتوک به برنج مورد بررسی قرار گرفت و گزارش گردید که اولاً استفاده از سفیدکن تیغه‌ای (اصطکاکی) به عنوان پوست‌کن در فرآیند تبدیل شلتوک به برنج قابل قبول نمی‌باشد. زیرا سبب افزایش درصد شکستگی برنج می‌شود. ثانیاً روش استفاده از سه واحد سفیدکن سایشی به‌صورت سری همراه با سفیدکن تیغه‌ای به عنوان صیقل، به‌دلیل کمترین درصد شکستگی برنج، مناسب‌ترین ترکیب جهت تبدیل شلتوک به برنج می‌باشد (Afzalinia *et al.*, 2004).

به منظور بهسازی فرآیند تبدیل شلتوک ارقام آمل -۳ و چمپای خوزستان به برنج سفید، تحقیقاتی انجام شد و گزارش گردید که کاربرد سیستمی به ترتیب متشکل از پوست کن غلتک لاستیکی، پادیه، سفیدکن سایشی افقی و صیقل، میزان درصد شکستگی هر دو رقم برنج را در حد قابل توجهی پایین آورده و لذا مناسب برای بهسازی فرآیند تبدیل این دو رقم شلتوک درخوزستان می‌باشد (Rabet *et al.*, 2004).

تحقیقی به منظور تعیین مناسب‌ترین فاصله بین غلطک-های پوست‌کن برای کاهش درصد دانه‌های شکسته در سه رقم برنج ایرانی (شامل بی نام، خزر وسپیدرود) انجام شد. آزمایش‌ها در محدوده فاصله ۰/۲۵ تا ۱/۲۵ میلی‌متر بین دو غلطک با اختلاف ۰/۲ میلی‌متر نسبت به یکدیگر انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که مناسب‌ترین فاصله پوست‌کنی برای ارقام خزر و سپیدرود ۰/۴۵ تا ۰/۶۵ میلی‌متر و برای رقم بینام ۰/۲۵ تا ۰/۶۵ میلی‌متر می‌باشد (Peyman *et al.*,1999).

به منظور اصلاح و بهینه‌سازی ماشین‌های خط تبدیل شلتوک به برنج سفید و کاهش ضایعات، دو سیستم متداول در استان گیلان مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با نصب پوست‌کن‌های غلطک لاستیکی به جای نوع تیغه‌ای در خط تبدیل کارخانه‌های شالیکوبی، راندمان ماشین افزایش و درصد خرده برنج کاهش می‌یابد و افزایشی در حدود سه درصد را می‌توان در برنج سالم استحصالی انتظار داشت (Alizadeh, 2002).

در تحقیقی گزارش شد که سرعت روتور دستگاه سفیدکن سایشی در حین فرآیند سفید کردن یک فاکتور مؤثر بر ضایعات تبدیل می‌باشد و ۱۳۰۰ دور در دقیقه در مقایسه با ۱۵۰۰ دور در دقیقه حدود ۵۰٪ ضایعات را کاهش می‌دهد. ضمناً در بیشتر تیمارها میزان شکستگی برنج با افزایش سرعت دستگاه سفیدکن افزایش یافته و با افزایش مدت سفیدکردن کاهش یافته است (Farouk & Islam, 1995).

در تحقیقی مشخص گردید که با افزایش درجات سفید کردن برنج از ۰٪ به ۲۵٪ مقدار پروتئین از ۹/۲٪ به ۷/۲٪ کاهش یافت (Lamberts *et al.*, 2007).

نتایج تحقیقی نشان داد که با افزایش درجه سفیدکردن برنج مقدار چربی کاهش می‌یابد و همچنین بین ترکیبات آنتی اکسیدانی (آلفا توکوفرول) در برنج قهوه‌ای و سفید تفاوت معنی‌داری وجود داشت و با افزایش درجه سفیدکردن مقدار این آنتی اکسیدان نیز کاهش یافت (Ha *et al.*, 2006).

اثر درجات مختلف سفیدکردن (۱۴-۸٪) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی برنج شلتوک تبدیل شده و پخته شده بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش درجه سفیدکردن، مقدار رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر کاهش می‌یابد همچنین با افزایش درجه سفیدکردن برنج ، فاکتور سفیدی افزایش یافت (Park *et al.*, 2001).

در تحقیقی تاثیر فرآیند سفیدکردن برنج بر ارزش تغذیه-ای آرد حاصل از آنها بررسی شد. نتایج نشان داد که غلظت مواد مغذی با افزایش درصد سفیدکردن برنج کاهش می‌یابد اما مقدار انرژی (کالری) در هر دو برنج قهوه‌ای و سفید شده یکسان می-باشد. اگر درصد سفیدکردن برنج زیاد باشد مقدار پروتئین ممکن است تا ۸۶٪ و مقدار مواد معدنی تا ۲۳٪ کاهش پیدا کند. همچنین مقدار عنصر روی نیز به نصف کاهش یافت اما ترکیب آمینواسیدها تحت تاثیر فرآیند تبدیل قرار نگرفت و در برنج سفید شده، مقدار اسیدآمینه لیسین کمتر از برنج قهوه‌ای گزارش گردید (Pedersen & Eggum, 1983).

هدف از اجرای این پژوهش، ارزیابی فنی و اقتصادی عملکرد روش‌های مختلف تبدیل برنج قهوه‌ای (دانه بلند) به برنج سفید و انتخاب مناسب‌ترین روش بود. همچنین اثر آنها بر ارزش غذایی برنج مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، عملکرد شش روش مختلف تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید در استان فارس مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. ضمناً اثر روش های فوق بر ارزش غذایی برنج نیز بررسی شد. این تحقیق با استفاده از طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. جهت مقایسه بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. تیمارهای مورد ارزیابی که شامل روش‌های مختلف تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید می‌باشند، عبارت بودند از:

۱- جداساز شلتوک نوع صندوقی + سفیدکن سایشی افقی (استوانه‌ای) + صیقل دهنده

۲- جداساز شلتوک نوع صندوقی + سفیدکن سایشی

افقی (استوانه‌ای) + سفیدکن تیغه ای

۳- جداساز شلتوک نوع صندوقی + سفیدکن سایشی عمودی (مخروطی) + صیقل دهنده

۴- جداساز شلتوک نوع صندوقی + سفیدکن سایشی عمودی (مخروطی) + سفید کن تیغه ای

۵- جداساز شلتوک نوع صندوقی+ سفید کن تیغه ای

۶- جداساز شلتوک نوع سینی شکل + سفیدکن سایشی عمودی (مخروطی) + صیقل دهنده (سیستم ساخت کشور چین).

در شش تیمار مورد ارزیابی از دستگاه پوست‌کن غلتک لاستیکی استفاده شده است و دستگاه‌های مورد استفاده در پنج تیمار اول، ساخت کشور ایران می‌باشد.

تحقیق در کارگاه‌های شالیکوبی استان فارس انجام شد. در انتخاب دستگاه‌ها، سعی شد کارگاه‌های قدیمی و فرسوده حذف شوند و دستگاه‌هایی انتخاب گردد که در چند سال اخیر نصب شده بودند یا قطعات آن‌ها تعویض شده بود. از شلتوک رقم شمیم (دانه بلند) با رطوبت ۱۰- ۸ درصد براساس وزن‌تر استفاده گردید. شلتوک‌ها از یک مزرعه جهت یکسان بودن شرائط آزمایش تهیه شد. میزان درصد ترک دانه‌های برنج شلتوک قبل از آزمایش، حدود ۸ درصد بود. شلتوک‌ها پس از تهیه در گونی های پلاستیکی در بسته نگهداری و حمل و نقل شدند و جهت انجام آزمایش به کارگاه‌های شالیکوبی منتقل گردیدند. در هر تیمار مقدار ۳۰۰ کیلوگرم شلتوک (برای سه تکرار) وارد سیستم تبدیل شد و فاکتورهای زیر اندازه‌گیری گردید.

فاکتورهای فنی و عملکردی

توان مورد نیاز سیستم

توان مورد نیاز سیستم، با توجه به قدرت الکتروموتورهای نصب شده بر روی دستگاه‌ها، بر حسب کیلووات بدست آمد.

شدت جریان مصرفی

شدت جریان مصرفی سیستم تبدیل، بوسیله یک دستگاه آمپرمتر و در حالی‌که تمام دستگاه‌ها در حال کار بودند (اوج بار) بر حسب آمپر اندازه‌گیری شد.

انرژی الکتریکی مصرفی

این فاکتور نیز در حالی‌که تمام دستگاه‌ها در حال کار بودند و در طول مدت آزمایش ، بوسیله دستگاه کنتور بر حسب کیلووات ساعت اندازه‌گیری شد.

ظرفیت سیستم

این فاکتور با اندازه‌گیری مقدار وزن شلتوک ورودی و مدت زمان کارکرد سیستم برای تبدیل این مقدار شلتوک، بر حسب کیلوگرم در ساعت محاسبه شد.

راندمان تبدیل (درصد محصول تبدیل شده)

در هر آزمایش با تعیین مقدار وزن برنج تبدیل شده و محاسبه نسبت آن به وزن شلتوک تمیز شده، مقدار راندمان تبدیل یا درصد محصول تبدیل شده اندازه‌گیری گردید (استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۰۳۶).

درصد شکستگی برنج

درصد شکستگی برنج، با نمونه‌گیری (نمونه های ۱۰۰ گرمی در سه تکرار) از خروجی دستگاه صیقل‌دهنده و تفکیک دانه‌های سالم از شکسته، و با محاسبه نسبت وزن دانه‌های شکسته به مجموع وزن دانه‌های سالم و شکسته، بر حسب درصد اندازه-گیری گردید. ضمناً دانه برنج شکسته به دانه‌هائی گفته می‌شود که طول آنها کمتر از سه - چهارم میانگین طول دانه‌های کامل باشد (استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷).

درصد ترک دانه های برنج قبل و بعداز آزمایش

جهت اندازه‌گیری این فاکتور، با نمونه‌گیری از شلتوک ورودی به سیستم و برنج خروجی دستگاه صیقل‌دهنده و با تفکیک دانه‌های سالم از ترک‌دار (با استفاده از دستگاه ترک‌بین)، درصد ترک دانه‌های برنج با محاسبه نسبت تعداد دانه‌های ترک‌دار به مجموع تعداد دانه‌های سالم و ترک‌دار، بر حسب درصد اندازه-گیری شد.

فاکتورهای تغذیه‌ای برنج

این فاکتورها با نمونه‌گیری از خروجی دستگاه صیقل‌دهنده و ارسال به آزمایشگاه، مطابق روش‌های زیر اندازه‌گیری شد.

درصد پروتئین

درصد پروتئین نمونه‌ها توسط روش معمول کجلدال انجام شد. ابتدا حدود ۲/۵ گرم از نمونه برنج را درون کاغذ مومی وزن کرده و در فلاسک مخصوص کجلدال قرار داده و پس از اضافه کردن مواد شیمیایی مورد نیاز بر نمونه، فلاسک ها را حرارت داده و پس از طی سه مرحله اکسیداسیون و تقطیر و تیتراسیون، درصد پروتئین نمونه‌ها از طریق فرمول محاسبه گردید (AOAC, 1990).

درصد خاکستر

درصد خاکستر نمونه‌ها توسط روش معمول سوزاندن در کوره انجام شد. به این صورت که حدود ۲ گرم از نمونه‌های مورد نظر به دقت درون بوته‌های چینی وزن کرده و سپس آن را در کوره با دمای ۶۰۰-۵۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۶-۴ ساعت قرار

داده و پس از این زمان نمونه‌ها را از کوره خارج کرده، در دیسکاتور سرد و نهایتاً توزین گردید و از طریق فرمول درصد خاکستر محاسبه شد (AOAC, 1990).

درصد چربی

درصد چربی نمونه‌ها توسط روش سوکسله انجام شد که در این روش ۲ گرم از نمونه مورد نظر در درون کاغذ صافی پیچیده و درون لوله مخصوص استخراج چربی قرار داده و با استفاده از حلال هگزان و حرارت دادن، چربی نمونه استخراج و نهایتاً محاسبه گردید (AOAC, 1990).

مقدار آهن

مقدار آهن نمونه‌ها توسط روش جذب اتمی انجام گردید. دراین روش ابتدا نمونه‌ها خاکستر شده و سپس خاکستر فوق در اسیدکلریدریک حل و صاف شده و نمونه‌های خالص شده توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید (AOAC,1990).

ارزیابی اقتصادی

به‌منظور بررسی اقتصادی طرح از روش تحلیل نسبت منفعت به هزینه استفاده گردید (Soltani, 1983). در این روش نسبت میانگین منافع سالانه و یا معادل یکنواخت سالانه به معادل هزینه‌ی یکنواخت سالانه تیمارهای مختلف در پروژه، محاسبه شد. نسبت محاسبه شده با معیار یک مقایسه گردید. در صورتی که این نسبت بزرگتر از عدد ۱ باشد تیمار از نظر اقتصادی قبول و در غیر این صورت رد می‌شود (رابطه ۱).

(رابطه۱)

$$r_i = \frac{Bi}{Ci}\begin{cases} \text{قبول} & r_i \\ \text{مردود} & r_i < ۱ \end{cases}$$

که در آن :

r_i = نسبت منفعت به هزینه تیمار i ام

Bi = میانگین منافع تیمار i ام

Ci = میانگین هزینه تیمار i ام

در مرحله بعد به منظور مقایسه تیمارهای مورد بررسی و انتخاب بهترین تیمار، تیمارهایی که نسبت منفعت به هزینه آنها بزرگتر از ۱ بود مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. ابتدا در این مرحله تیمارها را بر حسب هزینهٔ آنها (از کوچک به بزرگ) مرتب و دو به دو با هم مقایسه شدند. برای مقایسه دو تیمار می‌بایستی نسبت تفاوت منافع سالانه به تفاوت هزینه سالانه آنها را محاسبه کرد. اگر نسبت از عدد یک کوچکتر باشد تیمار دارای هزینه کمتر پذیرفته و تیمار دارای هزینه بیشتر رد می‌گردد و چنانچه این نسبت بزرگتر از عدد یک باشد، تیمار دارای هزینه بیشتر پذیرفته و تیمار دارای هزینه کمتر مردود می‌شود. پس از این مرحله مجدداً تیمارهایی که انتخاب شدند به همین روش مورد مقایسه قرار گرفتند تا بهترین تیمار انتخاب شود (رابطه ۲).

$$r_{ij} = \begin{cases} \text{تیمار با هزینه بیشتر انتخاب می‌شود} & r_i > ۱ \\ \text{تیمار با هزینه کمتر انتخاب می‌شود} & r_i < ۱ \end{cases}$$

که در آن :

r_{rj} = نسبت تفاوت منافع سالانه به تفاوت هزینه سالانه تیمارهای i و j

B_i = میانگین منافع تیمار i ام

B_j = میانگین منافع تیمار j ام

C_i= میانگین هزینه سالانه تیمار i ام

C_j= میانگین هزینه سالانه تیمار j ام

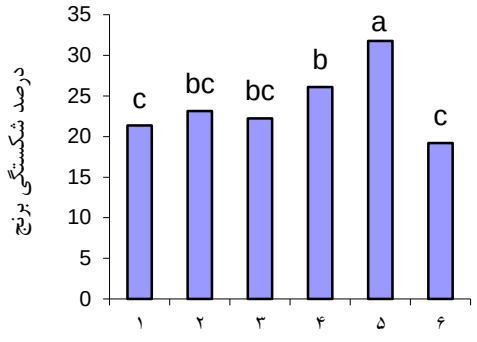
نتایج و بحث

نتایج ارزیابی فنی

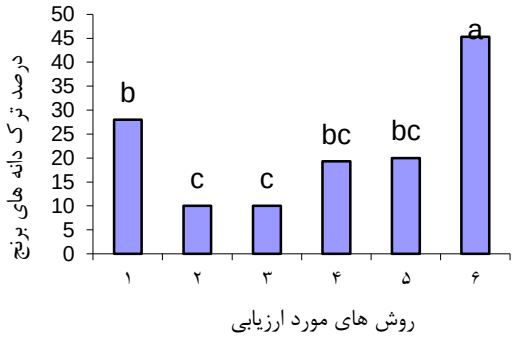
نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های مقادیر درصد شکستگی و ترک دانه‌های برنج، در جداول ۱ و ۲ و شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. در جدول ۳ نیز بقیه فاکتورهای اندازه‌گیری شده در روش‌های مختلف تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید (تیمارهای مورد ارزیابی) ارائه گردیده است. در جدول ۱ تجزیه واریانس مقادیر درصد شکستگی برنج ارائه شده و نشان می‌دهد که بین مقادیر این فاکتور در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در جدول ۲ تجزیه واریانس مقادیر درصد ترک دانه‌های برنج ارائه شده و حاکی از آن است که بین تیمارها از نظر این فاکتور نیز در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

در شکل ۱ مقایسه میانگین‌های مقادیر درصد شکستگی برنج در اثر تیمارهای مورد ارزیابی ارائه شده و نشان می‌دهد که کمترین درصد شکستگی برنج در تیمار ۶ یا سیستم وارداتی ساخت کشور چین با مقدار ۱۹/۱۹ درصد وجود دارد که البته با تیمارهای ۱، ۲ و ۳ در یک گروه قرار دارند و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند. بیشترین درصد شکستگی برنج در

تیمار استفاده از سفیدکن تیغه‌ای به تنهایی جهت تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید (تیمار ۵) با مقدار ۳۱/۷۹ درصد وجود دارد که نسبت به بقیه تیمارها در یک گروه جداگانه قرار گرفته است. در تیمار ۵ چون از دستگاه سفیدکن تیغه‌ای جهت سفیدکردن برنج استفاده شده و این دستگاه بر اساس اصطکاک بین دانه‌های برنج و با اعمال فشار زیاد عمل سفیدکردن را انجام می‌دهد، لذا مقدار شکستگی برنج در این نوع سفیدکن زیادتر شده است. در تحقیق Afzaliniya *et al* (2004) نیز مشابه این نتیجه به دست آمده است. آنها نیز گزارش نمودند که استفاده از سفیدکن تیغه‌ای سبب افزایش درصد شکستگی برنج می‌شود.



شکل ۱. مقایسه میانگین‌های مقادیر درصد شکستگی برنج در اثر روش‌های مورد ارزیابی



شکل ۲. مقایسه میانگین‌های مقادیر درصد ترک دانه‌های برنج در اثر روش‌های مورد ارزیابی

جدول ۱. تجزیه واریانس مقادیر درصد شکستگی برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
تکرار	۲	۰/۴۰۲	۰/۲۰۱	۰/۰۸
تیمار	۵	۲۹۶/۹۰۱	۵۹/۳۸	۲۲/۹۳**
خطای آزمایشی	۱۰	۲۵/۹۰۰	۲/۵۹	

** وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ C.V. = ۶/۷۱

جدول ۲. تجزیه واریانس مقادیر درصد ترک دانه‌های برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
تکرار	۲	۳/۱۱	۱/۵۵	۰/۱۰
تیمار	۵	۲۶۳۸/۴۴	۵۲۷/۶۹	۳۴/۲۲**
خطای آزمایشی	۱۰	۱۵۴/۲۲	۱۵/۴۲	

** وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ C.V. = ۱۷/۷۶

جدول ۳. فاکتورهای اندازه‌گیری شده در روش‌های مختلف تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید

تیمار	توان موردنیاز سیستم (کیلووات)	شدت جریان* مصرفی (آمپر)	انرژی الکتریکی** مصرفی (کیلووات ساعت)	ظرفیت واقعی سیستم (تن بر ساعت)	راندمان تبدیل (٪)	نسبت برنج سفید شده سالم به برنج سفید شده (٪)
۱	۱۰۰/۷	۸۵/۹	۷	۰/۵۵	۶۲/۷۵	۷۷/۶۹
۲	۸۰/۹	۳۵/۸	۷	۰/۴۱	۶۶/۵	۷۷/۴۴
۳	۵۰/۹۵	۲۷/۱	۱۷	۰/۱۷	۶۱/۷۵	۸۷/۰۴
۴	۷۴/۷	۴۶/۵	۱۶	۰/۱۹	۶۶	۷۰/۸۳
۵	۷۲/۵	۴۷/۶	۴	۰/۴۴	۶۴/۷۳	۷۰/۰۴
۶	۸۲/۲۵	۱۰۰	–	۰/۹۲	۶۴/۷۷	۸۵/۳۵

*** مربوط به اوج بار و زمانی‌که تمام دستگاه‌ها روشن بودند می‌باشد.**

**** مربوط به مدت زمان آزمایش می‌باشد. ضمناً در تیمار ۶ به علت نصب نبودن دستگاه کنتور این فاکتور اندازه‌گیری نگردید.**

در شکل ۲ مقایسه میانگین‌های مقادیر درصد ترک دانه‌های برنج در اثر تیمارهای مورد ارزیابی ارائه شده و حاکی از آن است که بیش‌ترین مقدار درصد ترک دانه‌های برنج در تیمار ۶ (سیستم وارداتی ساخت کشور چین) با مقدار ۴۵/۳۳ درصد وجود دارد و از لحاظ آماری نسبت به بقیه تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. کم‌ترین مقدار درصد ترک، در تیمارهای ۲ و ۳ با مقدار ۱۰ درصد می‌باشد که البته با تیمارهای ۴ و ۵ در یک گروه قرار دارند. به‌نظر می‌رسد در تیمار ۶ که از دستگاه سفیدکن سایشی عمودی + صیقل دهنده استفاده شده، در اثر اصطکاک و گرمای زیادی که در هنگام سفیدکردن برنج به وجود آمده، میزان درصد ترک روی دانه‌های برنج افزایش یافته است.

ترک دانه‌های برنج معمولا به صورت عرضی روی دانه برنج ظاهر می‌شود و اصطلاحاً به آن بند زدن گفته می‌شود که

می‌تواند در اثر تنش‌های مختلف مکانیکی، حرارتی و ... بوجود آید. گاهی این ترک‌ها سطحی و گاهی عمقی روی دانه برنج ایجاد می‌شود. رابطه بین میزان ترک دانه‌های برنج و درصد شکستگی آن یک رابطه مستقیمی نمی‌تواند باشد، بنابراین ممکن است وجود ترک روی دانه‌های برنج در زمان تبدیل شلتوک به برنج سفید، منجر به شکستگی شود و یا اینکه این ترک‌ها روی دانه برنج باقی بماند. از طرف دیگر ممکن است دانه برنج بدون ترک یا با ترک‌های سطحی وارد سیستم تبدیل شود، اما فشار مکانیکی زیاد دستگاه سفیدکن موجب شکستگی دانه شود و میزان شکستگی را بالا ببرد.

در جدول ۳ بقیه فاکتورهای اندازه‌گیری شده در روش‌های مختلف تبدیل برنج قهوه ای به برنج سفید ارائه شده و نشان می‌دهد که از نظر شدت جریان مصرفی بیش‌ترین مقدار در تیمار ۶ با ۱۰۰ آمپر و کمترین مقدار آن در تیمار شماره ۳ با ۲۷/۱ آمپر وجود دارد. از لحاظ انرژی الکتریکی مصرفی بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار به ترتیب در تیمارهای ۳ و ۵ با مقادیر ۱۷ و ۴ کیلووات ساعت وجود دارد. از نظر ظرفیت سیستم بیش‌ترین مقدار در تیمار ۶ با ۰/۹۲ تن در ساعت و کم‌ترین مقدار آن در تیمار ۳ با ۰/۱۷ تن در ساعت واقع شده است.

از نظر راندمان تبدیل بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار به ترتیب در تیمارهای ۲ و ۳ با مقادیر ۶۶/۵ و ۶۱/۷۵ درصد وجود دارد و از لحاظ نسبت برنج سفیدشده سالم به برنج سفیدشده، بیش‌ترین مقدار در تیمار ۳ با ۸۷/۰۴ درصد و کم‌ترین مقدار آن در تیمار ۵ با ۷۰/۰۴ درصد واقع شده است. از لحاظ توان مورد نیاز سیستم، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار به‌ترتیب در تیمارهای ۱ و ۳ با مقادیر ۱۰۰/۷ و ۵۰/۹۵ کیلووات وجود دارد.

جمع‌بندی نتایج ارزیابی فنی نشان داد که چون تیمار ۶ بیش‌ترین درصد ترک و تیمار ۵ بیش‌ترین درصد شکستگی برنج را داشت، لذا نمی‌توان این دو روش را به عنوان مناسب‌ترین روش تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید انتخاب نمود. تیمار ۴ را نیز نمی‌توان انتخاب نمود چون نسبت به سه تیمار دیگر دارای درصد شکستگی بیش‌تری می‌باشد. با توجه به اینکه تیمارهای ۲ و ۳ دارای کم‌ترین درصد ترک می‌باشند لذا از بین این دو تیمار، تیمار ۲ یا روش استفاده از دستگاه سفیدکن سایشی افقی + سفیدکن تیغه‌ای، مناسب‌ترین روش تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید (برنج دانه بلند) است. زیرا دارای انرژی الکتریکی مصرفی کمتر، ظرفیت سیستم و راندمان تبدیل بیش‌تر می‌باشد. مشابه این نتایج در تحقیق Rabet *et al* (2004) نیز به‌دست آمده و آنها نیز سفیدکن سایشی افقی را به‌دلیل کاهش میزان شکستگی برنج، توصیه نموده‌اند و به‌عنوان مناسب‌ترین سیستم پیشنهاد کرده‌اند.

نتایج ارزیابی تغذیه‌ای برنج

نتایج تجزیه واریانس مقادیر فاکتورهای تغذیه‌ای برنج (شلتوک دانه بلند) در جدول ۴ ارائه شده و نشان می‌دهد که مقادیر درصد خاکستر در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از نظر درصد پروتئین در تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در رابطه با درصد چربی، تیمارها در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند به گونه‌ای که تیمار ۳ بیش‌ترین مقدار و تیمار ۵ کم‌ترین مقدار را داشته است (شکل ۳). علت این تفاوت شاید به رقم دانه برنج بستگی داشته باشد که در دستگاه‌های مختلف سفیدکن مقدار این فاکتور متفاوت بوده است. در مورد عنصر آهن نتایج آماری نشان داد که در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری در تیمارها وجود داشت. با توجه به شکل ۴ مشخص گردید که تیمار ۵ بیش‌ترین مقدار آهن و تیمار ۲ کم‌ترین مقدار آهن را دارا بود. شکل‌های ۵ و ۶ نیز مقایسه میانگین‌های مقادیر درصد پروتئین و خاکستر ارائه شده است.

به‌طور کلی فرآیند سفیدکردن برنج سبب کاهش فاکتورهای تغذیه‌ای برنج می‌گردد و با افزایش درجات سفیدکردن، میزان فاکتورهای پروتئین، چربی و مواد معدنی کاهش می یابد (Park *et al*., 2001 و Ha *et al*., 2006). نتایج Puri *et al* (2015) نیز نشان داد که با افزایش درجات آسیاب‌کردن برنج و تولید برنج سفید، کاهش معنی‌داری در میزان پروتئین، چربی و مواد معدنی ایجاد می‌گردد که این میزان در رقم‌های مختلف متفاوت بود. همچنین Abbas *et al* (2011) نیز بیان داشتند که میزان مواد معدنی مانند آهن طی فرآیند سفیدکردن برنج کاهش می‌یابد. دلیل این امر را می‌توان به این صورت بیان نمود که ترکیبات مغذی برنج در لایه‌های بیرونی (سبوس) آن وجود دارد که تحت تاثیر فرآیند سفیدکردن برنج با برداشتن این لایه، به شدت میزان این ترکیبات کاهش می‌یابد. از آنجا که درجه لایه‌برداری از دانه‌های برنج (میزان سفیدکردن دانه برنج) در دستگاه‌های مختلف مورد استفاده در این تحقیق با یکدیگر تفاوت داشته است، بنابراین درصد چربی در تیمارهای مختلف متفاوت بوده است که همین امر نیز در مورد تفاوت در میزان پروتئین و مواد معدنی مانند آهن نیز صدق می‌نماید. البته رقم دانه برنج در حین سفیدکردن در دستگاه‌های مختلف سفیدکن نیز بر میزان این فاکتورها

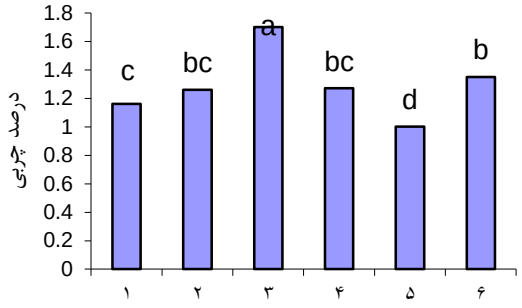
بسیار تاثیرگذار می‌باشد.

لازم به ذکر است که چون میزان خروج برنج از سفیدکن قابل تغییر است و در سیستم‌های مختلف نیز متفاوت می‌باشد و این موضوع روی میزان سفیدشدن برنج تاثیر می‌گذارد و درجه سفیدشدن برنج نیز روی فاکتورهای تغذیه‌ای برنج موثر بود، لذا نمی‌توان در رابطه با نتایج فاکتورهای تغذیه‌ای برنج بحث منطقی و قابل قبولی را ارائه داد و یک سیستم را به عنوان تیمار (سیستم) برتر انتخاب نمود. در بعضی از فاکتورها اختلافات معنی‌دار نشده و در بعضی اختلافات زیادی مشاهده می‌شود. به عبارتی برای انتخاب تیمار برتر، نیاز است که آزمون‌های تکمیلی دیگری نیز انجام شود.

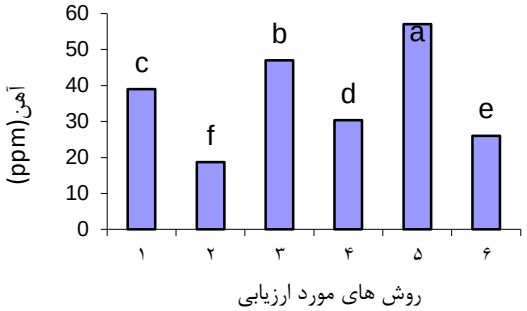
جدول ۴. تجزیه واریانس مقادیر فاکتورهای تغذیه‌ای برنج

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد خاکستر	درصد چربی	درصد پروتئین	آهن (ppm)
		ns	**	*	**
تیمار	۵	۰/۰۰۰۰۷۶	۰/۱۶۶	۰/۸۰۱	۶۰۱/۷۳
خطا	۱۲	۰/۰۰۰۰۴۴	۰/۰۰۶	۰/۱۷۲	۲/۹۴
کل	۱۷	۰/۰۰۰۰۵۴	۰/۰۵۳	۰/۳۵۷	۱۷۹/۰۶

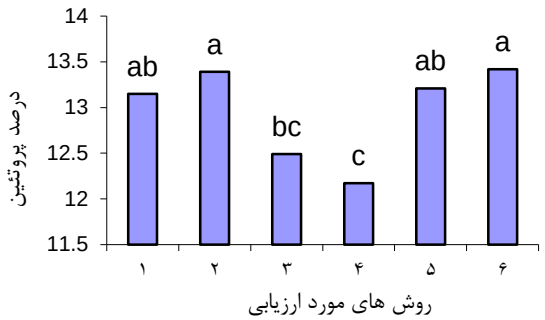
ns عدم وجود اختلاف معنی دار ، * وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ، ** وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪



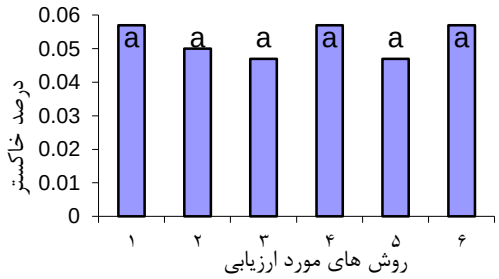
شکل ۳. مقایسه میانگین‌های مقادیر درصد چربی در اثر روش‌های مورد ارزیابی



شکل ۴.مقایسه میانگین‌های مقادیر آهن در اثر روش‌های مورد ارزیابی



شکل ۵. مقایسه میانگین‌های مقادیر درصد پروتئین در اثر روش‌های مورد ارزیابی



شکل ۶.مقایسه میانگین‌های مقادیر درصد خاکستر در اثر روش‌های مورد ارزیابی

نتایج ارزیابی اقتصادی

بر اساس جدول ۳ گزارش فنی پروژه با توجه به راندمان تبدیل شلتوک به برنج در سیستم‌های مختلف، مقدار برنج حاصله از یک تن شلتوک در هر سیستم محاسبه گردیده است. و با توجه به محاسبه نسبت برنج سفید شده سالم به برنج سفید شده، مقدار برنج سالم و خرده برنج در هر سیستم محاسبه گردیده است. با توجه به اینکه قیمت برنج در سال ۱۳۹۳، ۶۰۰۰ تومان و خرده برنج نصف آن یعنی ۳۰۰۰ تومان برآورد شده است، تفاوت درآمد تیمارهای مختلف برای سفیدکردن یک تن شلتوک در جدول ۵ آورده شده است.

نتایج این جدول نشان می‌دهد که بیشترین درآمد مربوط به تیمار ۶ و بعد از آن به ترتیب تیمارهای ۲، ۳، ۴، ۱ و ۵ قرار گرفته‌اند. تفاوت هزینه تیمارهای مختلف برای سفیدکردن یک تن شلتوک در جدول ۶ آورد شده است. در این جدول قیمت اولیه هر سیستم بر اساس قیمت سال ۱۳۹۳ برآورد و عمر مفید تمام سیستم‌ها یکسان و ۱۲ سال در نظر گرفته‌شده است. ساعت کارکرد هر سیستم در سال براساس چهار ماه و در هر روز ۱۲ ساعت کار محاسبه‌شده است. ظرفیت هر سیستم بر اساس جدول ۳ گزارش فنی طرح و کارکرد سال هر سیستم با توجه به ساعت کارکرد و ظرفیت هر سیستم در سال محاسبه شده است. سهم قیمت اولیه دستگاه برای هر تن شلتوک از تقسیم قیمت

اولیه بر کارکرد سال هر سیستم به دست آورده شده است. هزینه‌ی تعمیرات و هزینه‌ی برق برای هر سیستم از طریق پرسش‌نامه و با توجه به کارکرد سال هر سیستم محاسبه‌شده است.

جدول ۵. تفاوت درآمد تیمارهای مختلف برای سفیدکردن یک تن شلتوک بر حسب تومان

تیمار	مقدار برنج حاصله	برنج سالم	خرده برنج	قیمت برنج سالم ۶۰۰۰	قیمت خرده برنج ۳۰۰۰	جمع
۱	۶۲۷/۵	۴۸۷/۵	۱۴۰	۲۹۲۵۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۳۳۴۵۰۰۰
۲	۶۶۵	۵۱۵	۱۵۰	۳۰۹۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰	۳۵۴۰۰۰۰
۳	۶۱۷/۵	۵۳۷/۵	۸۰	۳۲۲۵۰۰۰	۲۴۰۰۰۰	۳۴۶۵۰۰۰
۴	۶۶۰	۴۶۷/۵	۱۹۲/۵	۲۸۰۵۰۰۰	۵۷۷۵۰۰	۳۳۸۲۵۰۰
۵	۶۴۷/۳	۴۵۳/۴	۱۹۳/۹	۲۷۲۰۴۰۰	۵۸۱۷۰۰	۳۳۰۲۱۰۰
۶	۶۴۷/۷	۵۵۲/۸	۹۴/۹	۳۳۱۶۸۰۰	۲۸۴۷۰۰	۳۶۰۱۵۰۰

ماخذ : یافته های تحقیق

جدول ۶. تفاوت هزینه تیمارهای مختلف برای سفیدکردن یک تن شلتوک بر حسب تومان

تیمار	قیمت اولیه (میلیون تومان)	عمر مفید (سال)	کارکرد سیستم (ساعت در هر سال)	ظرفیت اسمی سیستم (تن بر ساعت)	کارکرد سیستم (تن در هر سال)	سهم قیمت اولیه دستگاه (برای هر تن شلتوک)	هزینه‌ی تعمیرات (برای هر تن شلتوک)	هزینه‌ی برق (برای هر تن شلتوک)	جمع هزینه‌ها (برای هر تن شلتوک)
۱	۱۸۰	۱۲	۱۴۴۰	۱/۲۴	۱۷۸۵/۶	۸۴۰۰/۵۴	۳۳۱۵	۴۹۸/۶۱۰	۱۲۲۱۴/۱۵
۲	۱۸۰	۱۲	۱۴۴۰	۰/۵۴	۷۷۷/۶	۱۹۲۹۰/۱۲	۴۲۵۵	۴۹۸/۶۱۰	۲۴۰۴۳/۷۳
۳	۱۶۰	۱۲	۱۴۴۰	۰/۲۶	۳۷۴/۴	۳۵۶۱۲/۵۴	۶۰۵۰	۱۲۱۰/۹۱	۴۲۸۷۳/۴۵
۴	۱۶۵	۱۲	۱۴۴۰	۰/۲۵	۳۶۰	۳۸۱۹۴/۴۴	۶۱۹۵	۱۱۳۹/۶۸	۴۵۵۲۹/۱۲
۵	۱۵۰	۱۲	۱۴۴۰	۰/۷۲	۱۰۳۶/۸	۱۲۰۵۶/۳۳	۳۸۴۰	۲۸۴/۹۲	۱۶۱۸۱/۲۵
۶	۲۶۰	۱۲	۱۴۴۰	۱/۱۴	۱۶۴۱/۶	۱۳۱۹۸/۵۱	۳۳۷۵	۲۸۴/۹۲	۱۶۸۵۸/۴۳

ماخذ : یافته های تحقیق

نتایج این جدول نشان می‌دهد که بیش‌ترین هزینه مربوط به تیمار ۴ بعد از آن به ترتیب تیمارهای ۳، ۲، ۶، ۵ و ۱ قرار گرفته‌اند. با توجه به جداول ۵ و ۶ ، هزینه و منافع تیمارهای مختلف در جدول ۷ آورده شده است .

با توجه به جدول ۷ و بر اساس روش تحقیق اقتصادی پروژه، ابتدا در این مرحله تیمارها بر حسب هزینهٔ آنها (از کوچک به بزرگ) مرتب و دو به دو مقایسه شدند. پس از این مرحله مجدداً تیمارهایی که انتخاب شدند به همین روش مورد مقایسه قرار گرفتند تا بهترین تیمار انتخاب شود که نتایج آن در جدول ۸ آورده شده است.

با توجه به جدول ۸ ترتیب اولویت تیمارها از نظر اقتصادی بصورت ۶، ۳، ۲، ۴، ۱ و ۵ می‌باشد. از آنجا که در این طرح تیمار ۶ از کشور چین وارد کشور شده است و مدیریت جهاد کشاورزی استان در خواست مقایسه آن را با سیستم‌های داخلی داشته است، لذا این سیستم با سایر سیستم‌ها مقایسه شده که نتایج آن در جدول ۹ آورده شده است. با توجه به جدول ۹ تیمار ۶ از سایر تیمارها اقتصادی‌تر می‌باشد.

جدول ۷ . جدول هزینه و منافع تیمارهای مختلف

تیمار	هزینه	منافع
۱	۱۲۲۱۴/۱۵	۳۳۴۵۰۰۰
۵	۱۶۱۸۱/۲۵	۳۳۰۲۱۰۰
۶	۱۶۸۵۸/۴۳	۳۶۰۱۵۰۰
۲	۲۴۰۴۳/۷۳	۳۵۴۰۰۰۰
۳	۴۲۸۷۳/۴۵	۳۴۶۵۰۰۰
۴	۴۵۵۲۹/۱۲	۳۳۸۲۵۰۰

ماخذ : یافته های تحقیق

جدول ۸ . مقایسه‌ی اقتصادی تیمارها

تیمار ها	۱و۵	۶و۲	۳و۴	۱و۶	۶و۳	۱و۳	۲و۵	۵و۴	۲و۴
r_{ij}	-۱۰/۸۴	-۸۰۵۷	-۳۱/۰۵	۵۵/۲۳	-۵/۲۵	۳/۹۱	۳۰/۲۶	۲/۷۴	-۷/۳۳
تیمار برتر	۱	۶	۳	۶	۶	۳	۲	۴	۲

ماخذ : یافته های تحقیق

جدول ۹ – مقایسه‌ی اقتصادی تیمار ۶ با سایر تیمارها

تیمار ها	۱و۶	۲و۶	۴و۶	۳و۶	۵و۶
r_{ij}	۵۵/۲۳	-۸۰۵۷	-۷/۶۴	-۲/۲۴	۴۴۲/۳
تیمار برتر	۶	۶	۶	۶	۶

ماخذ : یافته های تحقیق

نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی فنی نشان داد که چون تیمار ۶ بیش‌ترین درصد ترک به مقدار ۴۵/۳۳ درصد و تیمار ۵ بیش‌ترین درصد شکستگی برنج به مقدار ۳۱/۷۹ درصد را داشت، لذا نمی‌توان این دو روش را به عنوان مناسب‌ترین روش تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید در شلتوک رقم شمیم (دانه بلند) انتخاب نمود. تیمار ۴ را نیز نمی‌توان انتخاب نمود چون نسبت به سه تیمار دیگر دارای درصد شکستگی بیشتری می‌باشد. با توجه به اینکه تیمارهای ۲ و ۳ دارای کم‌ترین درصد ترک به مقدار ۱۰ درصد می‌باشند لذا از بین این دو تیمار، تیمار استفاده از دستگاه سفیدکن سایشی افقی + سفید کن تیغه‌ای (تیمار ۲)، مناسب-ترین روش تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید در شلتوک رقم شمیم (دانه بلند) است. همچنین در این تیمار، انرژی الکتریکی مصرفی کمتر، ظرفیت سیستم و راندمان تبدیل بیشتر می‌باشد. از نظر ارزش غذایی برنج، نتایج نشان داد که عناصر چربی، پروتئین و آهن در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند و بیش‌ترین مقدار چربی در تیمار ۳ وجود داشت. از نظر پروتئین و آهن بیش‌ترین مقدار به ترتیب در تیمارهای ۶ و ۵ وجود داشت. نتایج ارزیابی اقتصادی نشان داد که تیمار ۶ نسبت به سایر تیمارها اقتصادی‌تر می‌باشد و پس از آن به ترتیب تیمارهای ۳، ۲، ۴، ۱ و ۵ قرار داشتند.

REFERENCES

Abbas, A., Murtaza, S., Aslam, F., Khawar, A., Rafique, S. & Naheed, S. (2011). Effect of processing on nutritional value of rice (Oryza sativa). *World Journal of Medical Sciences*, 6(2), 68-73.

Afzalinia, S., Shaker, M. & Zare, E. (2004). Comparison of different rice milling methods. *Canadian biosystems engineering*, 46, 3.63-3.66.

Alizadeh, M. R. (2002). Evaluation of different rice milling systems losses in milling factory of Gilan province and provide ways to reduce it. Final report of Rice Research Institute, Registration number, 230.81 (In Farsi).

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 15th ed.

Farouk, S. M. & Islam, M. N. (1995). Effect of parboiling and milling parameters on breakage of rice grains. *Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 26(4), 33-38 and 43.

Ha, T. Y., Ko, S. N., Lee, S. M., Kim, H. R. & Chung, S. H. (2006) . Change in nutraceutical lipid components of rice at different degrees of milling, *Eur. Journal Lipidsci.Technol*, 108, 175-181.

Lamberts, L., De Bie, E., Vandeputte, G. E., Veraverbeke, W. S. & Derycke, V. (2007) . Effect of milling on colour and nutritional properties of rice. *Food Chemistry*, 100, 1496-1503.

Park, J. K., Kim, S. S. & Kim, K. O. (2001). Effect of milling ratio an sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. *Cereal chemistry*, 78(2), 151-156.

Pedersen, B. & Eggum, B. O. (1983). The influence on the nutritive of flour from cereal grains. *Qual Plant Plant Food Hum Nutrition*, 33, 267-278.

Peyman, M., Tavakkoli, T. & Minaee, S. (1999). Determination of proper distance between rollers in the rubber roller husker for milling of three common rice varieties in Gilan province. *Journal of Agricultural Sciences*, 5(20), 37-48 (In Farsi).

Puri, S., Dhillon, B., & Singh Sodhi, N. (2015). A Study on the Effect of Degree of Milling (DOM) On Color and Physicochemical Properties of Different Rice Cultivars Grown in Punjab. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*, 6(3), 310-319.

Rabet, GH. R., Bahrami, H., Sheikhdavoodi, M. J. & Shaker, M. (2004). The optimizing of the paddy milling process in Khozestan cvs. Amol-3 and Champa. Proceedings of the third National Congress of Agricultural Engineering and Mechanization, 31 Aug.–2 Sep., Shahid Bahonar University, Kerman, Iran (In Farsi).

Shaker, M. (2005). Effect of the speed variation of abrasive rice whitening on breakage and milling loss of rice in Fars Province. Proceedings of the second student Conference of Iranian Agriculture Machinery Engineering, 24–25 May, Tehran University, Karaj, Iran (In Farsi).

Soltani, GH. (1983). Agricultural Economics, Tehran, University Publication Center (In Farsi).