بررسی کیفی اثر تیغه و مقدار ورودی برنج در سفیدکن اصطکاکی

محمدهادی خوش تقاضا[۱]، محسن حیدری[۲] و تیمور توکلی[۳]

جهت مطالعه اثر فاکتورهای تیغه و مقدار ورودی برنج در کیفیت برنج، ابتدا سفیدکن آزمایشگاهی از نوع اصطکاکی طراحی و ساخته شد. در این دستگاه ضمن امکان نصب دو تیغه می‌توان فاصله آنها را از همزن و نیز مقدار ورودی برنج به دستگاه را تنظیم نمود. فاکتورهای تغییر داده شده جهت آزمایش دستگاه، عبارت بودند از: مقدار برنج ورودی به سفیدکن در سه سطح (۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت)، ترکیب تیغه در سه حالت (تیغه چپ، تیغه راست و دو تیغه‌ای) و فاصله تیغه از همزن در چهار اندازه (۵، ۸، ۱۱ و ۱۵ میلی متر). جهت ارزیابی کیفیت دستگاه سفیدکن از طرح آزمایش فاکتوریل در پایه کاملاً تصادفی استفاده گردید. در این آزمایش، درصد سفید شدگی و درصد شکستگی برنج، با شلتوک برنج رقم سازندگی لاین ۲۱۳، اندازه‌گیری شد. اثر اصلی تمامی فاکتورها بر مقدار درصد سفید شدگی و درصد شکستگی برنج در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود. به منظور ارزیابی دستگاه جهت انتخاب بهترین حالت کاری تیغه، شاخص سفید شدگی برنج مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که بهترین حالت کاری دستگاه، ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی با تیغه چپ و فاصله ۵ میلی متر از همزن می‌باشد. همچنین طی آزمایش مقدماتی نشان داده شد که نسبت سفید شدگی به شکستگی برنج در دستگاه سفیدکن تیغه‌ای ساخته شده بیشتر از سفیدکن تیغه‌ای رایج بوده است.

واژه‌های کلیدی: سفیدکن اصطکاکی، تیغه، شکستگی برنج، شاخص سفید شدگی، مقدار ورودی

۱- استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۲- کارشناس ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۳- دانشیار مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

پذیرش : ۸۱/۱/۲۰

مقدمه

تأمین غذای مردم یکی از مسائل مهم امروزی جهان است که باید از طریق تولید محصولات کشاورزی تأمین گردد. در این راستا غلات بعنوان عمده‌ترین محصول کشاورزی مورد توجه خاص قرار دادند. برنج یکی از مهم‌ترین غلات است که بعد از محصول گندم در جهان و در کشور ما بیشترین مصرف را دارا می‌باشد (۱).

مراحل تولید محصول برنج تا مصرف به چهار بخش اصلی تقسیم می‌گردد. اول، تولید و کاشت نشاء برنج، دوم، عملیات داشت، سوم، عملیات برداشت و چهارم، مرحله تبدیل است که توسط ادوات و تأسیسات خاص، شلتوک (برنج با پوست) به برنج سفید قابل مصرف تبدیل می‌گردد. مرحله تبدیل در ایران شامل، خشک کردن، پوست کندن، سفید کردن و درجه بندی برنج است. عمل سفید شدن برنج در اثر جدا شدن سبوس از برنج قهوه‌ای (شلتوک بدون پوست) صورت می‌گیرد (۱۳).

یکی از مسائل مهم در تولید محصول برنج، کاهش ضایعاتی است که بیشتر در مرحله تبدیل وجود دارد. این ضایعات شامل برنج از دست رفته (ضایعات کمی) و برنج خرد شده (ضایعات کیفی) می‌باشد (۹). بر اساس گزارش **FAO**، ۲ تا ۷ درصد ضایعات برنج در بخش پوست کنی و سفید کنی می‌باشد، که این میزان در کشور ما گاهی به دو تا سه برابر می‌رسد (۶).

در قدیم به منظور تبدیل شلتوک به برنج سفید از وسیله‌ای به نام پادنگ استفاده می‌شد (۷). امروزه سفید کن‌های برنج بر اساس نحوه سفید کردن به دو نوع سایشی[1] و اصطکاکی[2] تقسیم می‌شوند. در نوع سایشی، برنج در اثر مالش و سایش بین یک صفحه مخروطی با پوشش زبر و یک صفحه مشبک سفید می‌گردد (۱۱). در سفید کن اصطکاکی، برنج تحت فشار زیاد و سرعت کم حرکت کرده و در نتیجه در اثر نیروی اصطکاک ایجاد شده بین دانه‌های برنج و یا سطوح داخلی سفید کن، عمل سفید کردن انجام می‌شود. اصول کار این نوع

1- abrasive whitener
2- friction- type whitener

سفیدکن، بدینصورت است که در اثر حرکت یک همزن[1] در داخل یک محفظه سفیدکن، برنجهای داخل سفید کن به چرخش درآمده و تحت فشار زیاد بر روی یکدیگر می‌لغزند. اثر اصطکاک باعث می‌شود که لایهٔ سبوس برنج جدا شده و از صفحه مشبک محفظه خارج گردد. مقدار فشار وارده بر برنج در سفید کن‌های اصطکاکی حدود ۵۰۰ گرم بر سانتی‌متر مربع است که حدود ۲/۵ برابر فشار ایجاد شده در سفید کن‌های سایشی است (۱۲). در این نوع سفیدکن‌ها به علت فشار بالای ایجاد شده می‌توان علاوه بر عمل سفید کردن، عمل پوست‌گیری شلتوک هایی را که هنوز پوست آنها گرفته نشده و وارد سفید کن شده‌اند نیز انجام داد. یکی از انواع سفید کن‌های متداول اصطکاکی، سفید کن تیغه‌ای[2] است. در این نوع سفید کن، برنج در اثر تماس بین همزن و تیغه دستگاه، تحت فشار، سفید می‌شود. در برخی از نقاط جهان به جای استفاده از پوست کن، از سفید کن اصطکاکی (تیغه‌ای) استفاده می‌شود. در این حالت در اثر افزایش فشار بر برنج، درصد ضایعات تا چندین برابر افزایش می‌یابد (۱۰).

در کشور ایران، در اکثر برنجکوبی‌ها از سفید کن اصطکاکی نوع تیغه‌ای استفاده می‌شود، که به مرور زمان در آن تغییراتی داده شده است. نتیجه این تغییرات، سرگردانی برنج در داخل سفید کن و ایجاد حرارت زیاد در برنج می‌باشد که خود عامل خرد شدن برنج است. همچنین برنج قهوه‌ای حاصل از دستگاه پوست کن که دارای مقداری شلتوک (حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد) است مستقیماً وارد دستگاه سفید کن می‌شود. به منظور جدا کردن پوست شلتوک‌ها و سفید شدن بیشتر برنج، عموما در خط تبدیل از چند سفید کن بطور سری استفاده می‌شود که در سفید کن اول حداکثر فشار و در سفید کن آخر حداقل فشار بر برنج وارد می‌گردد (۲).

با توجه به اهمیت کاهش ضایعات برنج در مرحله تبدیل و از جمله در قسمت سفید کردن، اصلاح و بهینه سازی دستگاه‌های سفید کن موجود می‌تواند به مقدار قابل توجهی ضایعات را کاهش دهد. هدف از این تحقیق عبارت است از تغییر و بهینه سازی سفیدکن اصطکاکی (تیغه‌ای) مرسوم در کشور و در نهایت آزمایش و ارزیابی سفید کن ساخته شده.

1- agitator
2- Engelberg

مواد و روشها

طراحی و ساخت دستگاه سفیدکن

با توجه به نقش مهم تیغه در کیفیت سفید شدگی برنج در سفید کن‌های اصطکاکی، ابتدا سفیدکن اصطکاکی آزمایشگاهی طوری طراحی و ساخته شد تا ضمن امکان نصب دو تیغه بتوان فاصله آنها را از همزن نیز تنظیم نمود. در این حالت امکان بررسی تأثیر تیغه بر عمل سفید کردن برنج وجود دارد (۴). طراحی و ساخت سفیدکن مورد آزمایش بر اساس انتقال کامل برنج در سفیدکن و جلوگیری از سرگردانی و چرخش بیش از حد برنج در دستگاه صورت گرفت. بر این اساس تغییراتی در ساختمان سفیدکن تیغه‌ای رایج (ساخت داخل کشور) صورت گرفته و سپس دستگاه طراحی و ساخته شد. عمده‌ترین تغییرات ایجاد شده در سفیدکن جدید، شامل طراحی و ساخت یک مارپیچ انتقال کامل و استفاده از دو تیغه قابل تنظیم به جای یک تیغه می‌باشد. مشخصات کلی دستگاه سفیدکن ساخته شده در جدول ۱ داده شده است. دستگاه ساخته شده شامل یک محفظه استوانه‌ای، یک روتور و دو تیغه فلزی است که محفظه بالایی بصورت یک نیم استوانه ساده و محفظه پائینی یک نیم‌استوانه مشبک می‌باشد. تیغه‌ها در دو طرف محفظه، بموازات محور آن بین دو نیم محفظه قرار می‌گیرند و می‌توانند تا نزدیکی سطح روتور در داخل محفظه داخل و یا خارج شوند. روتور از دو قسمت تشکیل شده است. قسمت ابتدای آن مارپیچ انتقال و قسمت دوم آن همزن می‌باشد (شکل ۱).

روش سفید شدن برنج این گونه است که برنج‌های قهوه‌ای پس از وارد شدن به محفظه، توسط مارپیچ انتقال، به جلو رانده شده و در اثر تماس برنج با همزن به چرخش در می‌آیند. چرخش برنج در محفظه باعث اصطکاک شدید برنج با تیغه‌ها و محفظه و همچنین اصطکاک داخلی بین دانه‌های برنج شده و در نتیجه سبوس جدا شده از برنج، از صفحه مشبک خارج و برنج سفید از دریچه خروجی دستگاه تخلیه می‌شود.

آزمایش و ارزیابی دستگاه

جهت ارزیابی دستگاه، از شلتوک رقم سازندگی لاین ۲۱۳ استفاده گردید. این رقم برنج مناسب با شرایط منطقه اصفهان بوده و اکثر کشاورزان اقدام به کشت این محصول می‌نمایند. شلتوک مورد نظر در مرحله بعدی توسط پوست کن غلطک لاستیکی (ISEKI HC 600) پوست‌گیری و برنج قهوه‌ای حاصل که بطور میانگین دارای حدود ۱۰ درصد شلتوک بود، برای انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفت.

برای بررسی دقیق کیفیت سفید شدگی و میزان ضایعات دستگاه ساخته شده، با توجه به فاکتورهای موثر، از آزمایش فاکتوریل در پایه کاملاً تصادفی استفاده گردید. فاکتور اول آزمایش شامل مقدار برنج ورودی به سفیدکن در سه سطح (۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت)، فاکتور دوم ترکیب تیغه در سه حالت (تیغه راست، تیغه چپ و دو تیغه‌ای) و فاکتور سوم فاصله تیغه از سطح همزن در چهار اندازه (۵، ۸، ۱۱ و ۱۵ میلی متر) بود. بعد از تنظیم دستگاه برای هر فاکتور، یک کیلوگرم برنج قهوه‌ای از مخزن وارد دستگاه شده و بعد از سفید شدن از دریچه خروجی خارج گردید.

برای کنترل مقدار برنج ورودی و خروجی دستگاه سفیدکن، از دو دریچه تنظیم کشویی (شماره‌های ۵ و ۶ در شکل ۱) استفاده گردید. ابتدا این دو دریچه بر حسب مقدار برنج عبوری در واحد زمان کالیبره گردیدند. انتخاب سه سطح مقدار برنج ورودی بر اساس حداقل و حداکثر عملکرد دستگاه صورت گرفت. تنظیم فاصله تیغه از عاج همزن بر اساس حداکثر فاصله ممکن (۱۵ میلی متر) که در حقیقت تیغه کاملاً بیرون بوده و کمترین فاصله با توجه به ضخامت برنج، که ۵ میلی متر تشخیص داده شده، انتخاب گردید.

انجام آزمایش بدین صورت بود که در هر نمونه‌گیری ابتدا دستگاه برای مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی تنظیم و سپس آزمایشات با تیغه راست و در فاصله ۵ میلی متر از همزن انجام شد. در مرحله بعد آزمایشات با فواصل دیگر تیغه (۸، ۱۱ و ۱۵ میلی متر) با همان مقدار برنج ورودی و تیغه راست انجام گرفت. همین مراحل برای مقادیر دیگر برنج ورودی و ترکیبهای دیگر تیغه‌ها انجام داده شد. برنج سفید حاصل از هر تیمار آزمایش جمع آوری و پارامترهای کیفی نمونه‌های سفید شده اندازه‌گیری شد.

به منظور مقایسه اولیه عملکرد دستگاه سفید کن تیغه‌ای ساخته شده و سفید کن تیغه‌ای رایج که به سفید کن حسن منصور معروف می‌باشد، آزمایش مقدماتی انجام گرفت. در این آزمایش درصد سفید شدگی و درصد شکستگی در بهترین حالت کاری دستگاه سفیدکن تیغه‌ای رایج و دستگاه سفید کن ساخته شده اندازه‌گیری و با هم مقایسه گردید.

به‌منظور انجام محاسبات آماری ازبرنامه **MSTATC** استفاده شد (۸). مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن صورت پذیرفت و نمودارها با استفاده از برنامه **EXCEL** ترسیم شد.

پارامترهای کیفی مورد اندازه‌گیری

پارامترهای درصد سفید شدگی، درصد شکستگی و شاخص سفید شدگی بر روی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. درصد سفید شدگی برنج که نمایانگر میزان سبوس جدا شده از برنج قهوه‌ای می‌باشد، از معادله ۱ بدست آمد.

$$S_1 = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \qquad (۱)$$

در این رابطه، S_1 درصد سفید شدگی برنج، W_1 وزن برنج قهوه‌ای (ورودی دستگاه) بر حسب گرم و W_2 وزن برنج سفید شده (خروجی دستگاه) بر حسب گرم می‌باشد. درصد شکستگی برنج (S_2) که معیاری از ضایعات کیفی برنج است، با تعیین درصد وزنی برنج سفید شده با طول کمتر از سه چهارم طول برنج سالم بدست می‌آید (۵).

به منظور انتخاب بهترین حالت کاری دستگاه از شاخص سفید شدگی برنج استفاده گردید (۱۵). مقدار این شاخص، In_w از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$In_w = (1 - S_3)\left(\frac{S_1}{S_1 + S_2 + S_4}\right) \qquad (۲)$$

در این رابطه S_1 درصد سفید شدگی برنج، S_2 درصد شکستگی، S_3 درصد شلتوک مخلوط با برنج سفید خارج شده و S_4 درصد ناخالصی برنج سفید شده (شامل مواد خارجی مانند شن، کاه و غیره) می‌باشد. درصد ناخالصی برای تمام نمونه‌ها بطور متوسط حدود ۰/۵ درصد بود. در بهترین حالت (شرایط ایده‌آل) In_w برابر ۱ و در بدترین حالت برابر صفر است. بدین ترتیب شاخص سفید شدگی برای تمامی حالات تنظیمی دستگاه بدست آمد.

نتایج و بحث

درصد سفید شدگی برنج

جدول ۲ نتایج آنالیز واریانس درصد سفید شدگی را نشان می‌دهد. اثرات اصلی و متقابل مقدار برنج ورودی، ترکیب تیغه و فاصله تیغه در سطح آماری ۱٪ بر مقدار سفید شدگی برنج اختلاف معنی دار بوجود می‌آورد (به جز اثر متقابل مقدار برنج ورودی و ترکیب تیغه در سطح آماری ۵٪). شکل ۲ اثرات ساده و مقایسه میانگین‌های مقدار برنج ورودی، ترکیب تیغه و فاصله تیغه را بر درصد سفید شدگی نشان می‌دهد.

میانگین درصد سفید شدگی برنج با افزایش مقدار ورودی برنج از ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت به سفید کن افزایش یافت (شکل ۲). علت این امر را میتوان در افزایش اصطکاک داخلی دانه‌ها در داخل سفیدکن در اثر پر شدن محفظه آن و تماس بیشتر دانه‌ها با یکدیگر توجیه کرد. همچنین با توجه به مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲)، با کاهش فاصله تیغه از همزن مقدار سفید شدگی برنج افزایش می‌یابد. این مسئله به علت افزایش فشار و درگیری برنج با سطوح داخلی سفید کن می‌باشد و در نتیجه باعث افزایش سفید شدگی برنج می‌شود.

با مقایسه میانگین‌ها معلوم می‌شود که تأثیر تیغه چپ و دو تیغه بر سفید شدگی، تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند. همچنین اثر سفید کنندگی تیغه راست کمتر از دو حالت دیگر است. علت این امر افزایش فشار در اثر ممانعت از حرکت برنج در حالت دو تیغه‌ای و تیغه چپ است. اثر متقابل مقدار برنج ورودی و ترکیب تیغه بر درصد سفید شدگی برنج در سطح آماری ۵٪ معنی دار بوده است.

درصد شکستگی برنج

جدول ۳ نتایج آنالیز واریانس درصد شکستگی برنج را نشان می‌دهد. اثرات اصلی مقدار برنج ورودی و ترکیب تیغه و فاصله تیغه و همچنین اثر متقابل مقدار برنج ورودی و فاصله تیغه در سطح آماری ۱٪ بر درصد شکستگی برنج معنی دار شد. همچنین اثر متقابل ترکیب تیغه و فاصله تیغه در سطح آماری ۵٪ بر درصد شکستگی اختلاف معنی دار نشان داد. سایر اثرات

اختلاف معنی داری بر درصد شکستگی نشان دادند. شکل ۳ اثرات ساده متغیرها و مقایسه میانگین‌ها بر درصد شکستگی برنج را نشان می‌دهد.

با توجه به مقایسه میانگین‌ها اثر مقدار برنج ورودی در دو سطح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم معنی دار نبوده ولی با افزایش به ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت در سطح ۱٪ معنی دار است. علت این امر را می‌توان در تقسیم ضربات همزن و تعداد بیشتر برنج جستجو کرد. زیرا با وجود افزایش فشار در ورودی‌های بالاتر برنج، نسبت تقسیم نیرو به تعداد برنج‌ها بگونه‌ای است که نیروی وارد به هر برنج، با افزایش مقدار برنج ورودی، کاهش یافته و در نتیجه باعث کاهش شکستگی برنج گردیده است. در ارتباط با اثر ترکیب تیغه و فاصله تیغه بر درصد شکستگی، اثر دو تیغه‌ای نسبت به تیغه چپ و راست و فاصله ۵ میلی متر (کمترین فاصله) در سطح آماری ۱٪ بیشتر می‌باشد. علت افزایش مقدار شکستگی برنج را می‌توان از افزایش فشار وارد بر برنج (در اثر ضربات برنج به تیغه و مسدود شدن مسیر چرخش برنج سفیدکن) دانست. بطور کلی همانطور که نتایج مطالعات گذشته نشان می‌دهد، با افزایش فشار در سفیدکن تیغه‌ای درصد سفیدشدگی افزایش می‌یابد، ولی متعاقب آن درصد ضایعات (درصد شکستگی) نیز بیشتر می‌شود (۱۰و۱۲). لذا باید بهترین حالت ممکن انتخاب شود.

شاخص سفید شدگی

شکل ۴ مقدار شاخص سفید شدگی را در تنظیمات مختلف دستگاه نشان می‌دهد. حداکثر این شاخص برابر با ۰/۵۷ در حالت ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی با تیغه چپ و فاصله ۵ میلی متر و حداقل آن برابر با ۰/۳۲ در حالت ۱۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی، با دو تیغه و فاصله ۱۵ میلی متر می‌باشد. در توجیه حداکثر شاخص (۰/۵۷) می‌توان چنین استدلال نمود که در حالت ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی مقدار سفید شدگی از سایر مقادیر ورودی بیشتر است، در حالیکه مقادیر درصد شلتوک و درصد شکستگی حداقل نیستند و در نهایت مجموع اثر گذاری این سه پارامتر حداکثر شاخص سفید شدگی را حاصل نموده است.

مقایسه عملکرد دستگاه ساخته شده و سفیدکن تیغه‌ای رایج

در این آزمایش بهترین حالت کاری سفیدکن جدید (۲۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی با تیغه چپ و به فاصله ۵ میلی متر از همزن) و در شرایط متداول سفیدکن رایج (۶۸۰ کیلوگرم در ساعت، تیغه راست به فاصله حدود ۱۰ میلی متر)، مقدار شکستگی و سفید شدگی اندازه‌گیری شد. نتایج این آزمایش در جدول ۴ ارائه گردیده است. مقدار سفید شدگی در سفید کن ساخته شده حدود ۵۰٪ سفید شدگی در سفیدکن رایج می‌باشد. علت این امر را می‌توان نتیجه فشار بیشتر اعمال شده بر برنج در سفیدکن رایج جستجو کرد. ظرفیت بالای دستگاه سفیدکن (۶۸۰ کیلوگرم در ساعت)، باعث افزایش نیروی اصطکاک بین برنج‌ها و نیز بین تیغه و صفحه مشبک می‌شود. با نگاهی به درصد شکستگی در دو دستگاه معلوم میشود که اعمال فشار بالا بر برنج در سفیدکن رایج باعث ایجاد حرارت بالا و در نتیجه ایجاد تنش بر برنج شده و شکستگی آن را افزایش می‌دهد. نسبت درصد سفید شدگی به شکستگی، در سفیدکن ساخته شده بیشتر از سفیدکن رایج می‌باشد علت امر این است که با افزایش مقدار سفید شدگی برنج، روند افزایش درصد شکستگی آن کمتر از سفیدکن رایج است. این نتیجه توجیهی بر تاثیر مثبت تغییرات ایجاد شده در ساختمان سفیدکن جدید در کاهش مقدار ضایعات برنج است. اما به طور دقیق زمانی می‌توان دو سفیدکن را مورد مقایسه قرار داد که ابعاد (با ظرفیت کاری)این دو با هم نزدیک و یا برابر باشد.

نتیجه‌گیری

نتایجی که طی این مطالعه حاصل گردید بطور خلاصه عبارتند از:

۱- تغییرات ترکیب تیغه و فاصله تیغه و همچنین مقدار برنج ورودی با احتمال ۹۹٪ بر درصد سفید شدگی و شکستگی برنج اختلاف معنی داری ایجاد می‌کند. بطور کلی استفاده از دو تیغه، کاهش فاصله تیغه و افزایش مقدار برنج ورودی باعث افزایش فشار در سفیدکن تیغه‌ای شده و متعاقباً موجب افزایش درصد سفید شدگی می‌شود.

۲- با توجه به شاخص سفید شدگی برنج، بهترین حالت کاری دستگاه، ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی با تیغه چپ و به فاصله ۵ میلی متر از همزن و بدترین حالت کاری دستگاه ۱۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی و تیغه راست با فاصله ۱۵ میلی متر می‌باشد.

۳- با توجه به اینکه نسبت سفید شدگی به شکستگی برنج در دستگاه سفید کن تیغه‌ای ساخته شده بیشتر از سفید کن تیغه‌ای رایج بود، لذا تغییرات داده شده توانسته تا حدودی باعث کاهش نیروی وارد بر برنج و کم شدن شکستگی آن شود.

تشکر و قدردانی

در پایان لازم می‌دانم از مسئولین و پرسنل محترم مراکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان که خالصانه در امر این تحقیق کمک نموده‌اند تشکر نموده و همچنین از کارگران زحمتکش کارگاه برنجکوبی حمیدی و نیز از آقای غلامرضا نور محمدی که در ساخت و آزمایش این دستگاه همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

جدول ۱- مشخصات کلی سفید کن ساخته شده

قسمتهای مختلف	ابعاد (mm)		
سفید کن	طول	عرض	ارتفاع	قطر
شاسی سفید کن	۴۳۵	۲۵۸	۲۵۵	-
محفظه	۳۴۵	۱۶۸	-	۱۰۰
مارپیچ انتقال (گام ۹mm)	۸۰	-	-	۷۰
شافت توپی	۵۰۰	-	-	۲۵
چرخ تسمه سفید کن	۵۰	-	-	۲۹۶
چرخ تسمه موتور	۵۰	-	-	۸۰
مخزن	۳۰۰	۳۰۰	۲۵۰	-
تیغه (دو عدد)	۳۱۵	۶۵	۶	-
دریچه ورودی	۶۰	۶۰	۵۰	-
دریچه خروج	۶۰	۶۰	۶	-
حداکثر ظرفیت سفید کن (kg/h) ۲۵۰				

جدول ۲- جدول آنالیز واریانس درصد سفید شدگی برنج

منبع تغییرات	درجه آزادی	واریانس	مقدار "F"
مقدار برنج ورودی	۲	۰/۹۰	۱۶/۶۰**
ترکیب تیغه	۲	۰/۴۶	۸/۶۰**
مقدار برنج ورودی × ترکیب تیغه	۴	۰/۱۳	۲/۵۱*
فاصله تیغه	۳	۲۲/۲۹	۴۱۰/۹۳**
مقدار برنج ورودی × فاصله تیغه	۶	۰/۲۶	۴/۸۱**
ترکیب تیغه × فاصله تیغه	۶	۰/۳۰	۵/۶۹**
مقدار برنج ورودی × ترکیب تیغه × فاصله تیغه	۱۲	۰/۱۹	۳/۵۹**
خطا	۷۲	۰/۰۵	

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

ضریب تغییرات: ۸/۵۹٪

جدول ۳- جدول آنالیز واریانس درصد شکستگی برنج

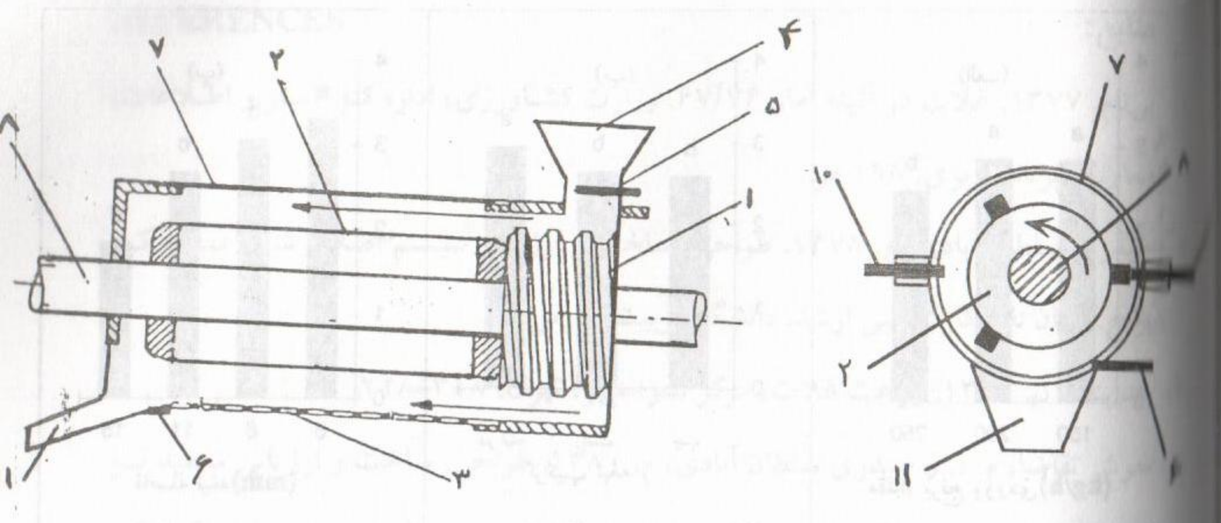
منبع تغییرات	درجه آزادی	واریانس	مقدار "F"
مقدار برنج ورودی	۲	۱/۷۵	۱۵/۵۵**
ترکیب تیغه	۲	۱/۲۸	۱۲/۷۲**
مقدار برنج ورودی × ترکیب تیغه	۴	۰/۱۴	۱/۴۷ns
فاصله تیغه	۳	۱۱/۱۱	۱۱۰/۱۲**
مقدار برنج ورودی × فاصله تیغه	۶	۰/۵۵	۵/۵۲**
ترکیب تیغه × فاصله تیغه	۶	۰/۲۸	۲/۸۳*
مقداربرنج‌ورودی×ترکیب‌تیغه×فاصله‌تیغه	۱۲	۰/۰۷	۰/۷۲ns
خطا	۷۲	۰/۱۰	

ns تأثیر عدم معنی دار، * و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

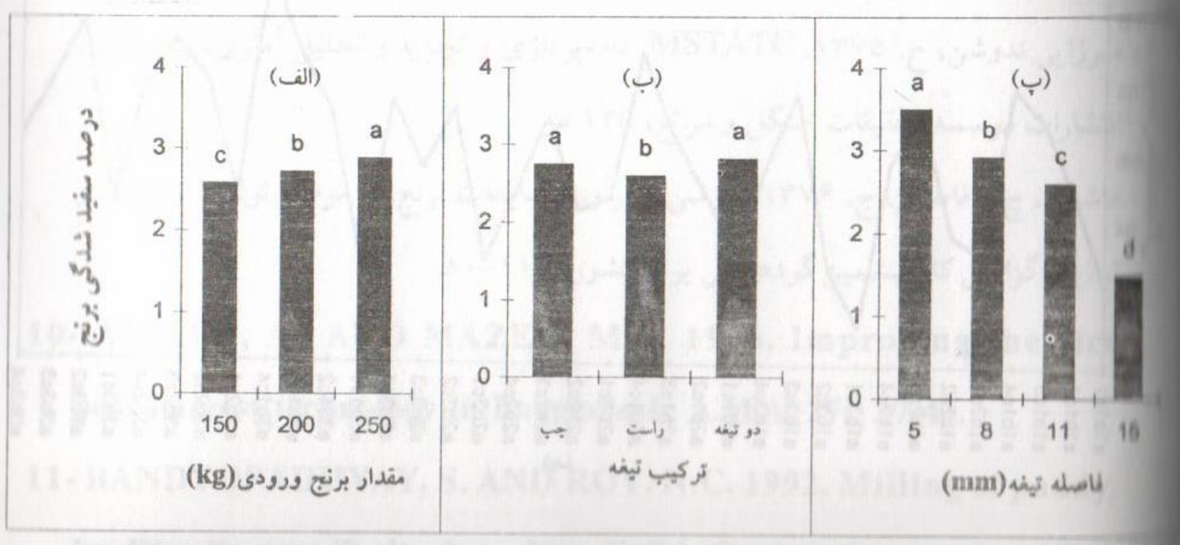
ضریب تغییرات: ۱۱/۶۶٪

جدول ۴- نتایج آزمایش بر روی سفید کن تیغه‌ای جدید و رایج

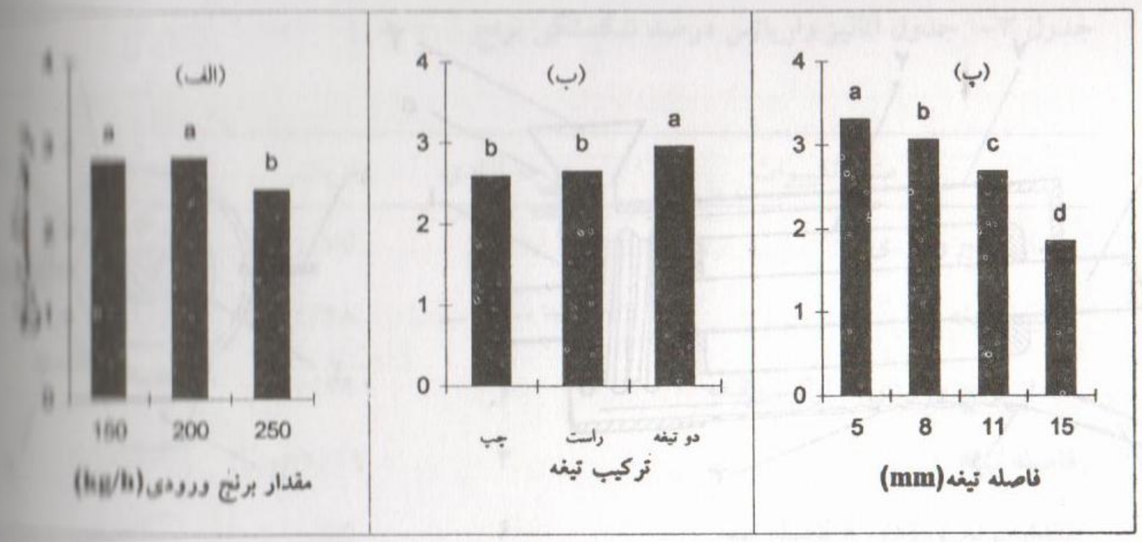
نسبت سفید شدگی به شکستگی برنج	میانگین درصد شکستگی	میانگین درصد سفیدشدگی	پارامترها / نوع سفیدکن
۱/۵۶	۲/۷۱	۴/۲۵	سفید کن جدید
۰/۸۷	۱۱/۲۲	۹/۸۵	سفید کن رایج



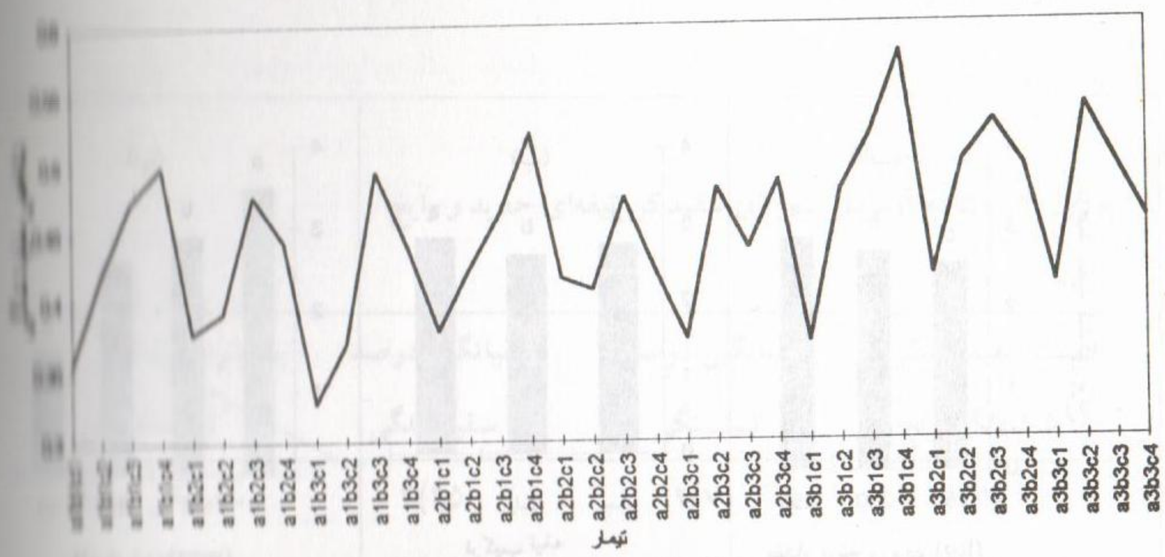
شکل ۱- طرحواره سفید کن ساخته شده و قسمتهای آن (۱- مارپیچ انتقال ۲- همزن ۳- صفحه مشبک ۴- مخزن ۵-دریچه تنظیم ورودی ۶- دریچه تنظیم خروجی ۷- محفظه ۸- شافت مرکزی ۹- تیغه راست ۱۰- تیغه چپ ۱۱-کانال خروجی



شکل ۲- اثرات اصلی و مقایسه میانگین‌های فاکتورهای مقدار برنج ورودی (الف)، ترکیب



شکل ۳- اثرات اصلی و مقایسه میانگین‌های فاکتورهای مقدار برنج ورودی (الف)، ترکیب تیغه (ب) و فاصله تیغه (پ) بر درصد شکستگی برنج



شکل ۴- شاخص سفیدشدگی در تیمارهای مختلف تنظیم دستگاه (a1، a2 و a3 به ترتیب ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت، b1، b2 و b3 به‌ترتیب تیغه چپ، تیغه راست و دوتیغه و c1، c2، c3 و c4 به‌ترتیب ۱۵، ۱۱، ۸ و ۵ میلی‌متر)

REFERENCES

منابع:

۱- بی‌نام. ۱۳۷۷. غلات در آئینه آمار ۶۷/۷۶. وزارت کشاورزی، اداره کل آمار و اطلاعات، معاونت برنامه ریزی. ۲۹۸ ص.

۲- حیدری سلطان آبادی، م. ۱۳۷۸. طراحی، ساخت و ارزیابی سیستم اصلاح شده سفید کن برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۳- خدابنده، ن. ۱۳۶۲. زراعت غلات، مرکز نشر سپهر، تهران، ۳۱۸-۲۲۸.

۴- خوش تقاضا، م. ه. و حیدری سلطان آبادی، م. ۱۳۸۰. طراحی، ساخت و ارزیابی سفید کن اصطکاکی برنج. نهمین کنفرانس سالانه و پنجمین کنفرانس بین المللی مهندسی مکانیک، انجمن مهندسان مکانیک ایران، رشت، ۴۹۱-۴۸۵.

۵- خوش تقاضا، م.ه. و سلیمانی، م. ۱۳۷۸. تأثیر پارامترهای خشک کن بر شکنندگی برنج. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، سال پنجم شماره ۲۰: ۶۲-۴۹.

۶- شریعتمداری، ح. ۱۳۷۶. گزارش کار ششمین گردهمایی برنج کشور. ۱۴۷ ص.

۷- کیوانفر، ا. ۱۳۳۸. برنج‌شناسی و بازرسی برنج. مرکز اسناد و مدارک علمی و تحقیقاتی کشاورزی، ۲۰۰ ص.

۸- میرزایی ندوشن، ح. ۱۳۷۵. MSTATC، داده‌پردازی و تجزیه و تحلیل آماری، چاپ اول، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل و مراتع، ۱۲۵ ص.

۹- هاشمی، چ و فاطمی، ح. ۱۳۷۶. بررسی و برآورد ضایعات برنج در مرحله تولید، برداشت و تبدیل. گزارش کار ششمین گردهمایی برنج کشور، ۱۱۶-۸۰.

10- AHMED, A., AND MAZED, M.A. 1996. Improving the rice post-harvest technology in Bangladesh. A.M.A, 27: 37-43.

11- BANDYOPADHYAY, S. AND ROY. N.C. 1992. Milling of paddy. In: Rice Process Technology. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co. pp. 158-175, India.

12- BHATTACHARYA, K. R. 1980. Breakage of rice during milling: a

review. Trop. Sci. 22: 255-276.

13- GARIBOLDI, F. 1981. Rice milling. In: Rice Milling Equipment-Operation and Maintenance. Vol. 2, F.A.O. Agricultural Services Bulletin, pp. 75-97. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

14- GAWADE, B.J. AND JADHAV, M.S. 1996. Comparative study of rice mills. In: Proceedings of the International Agricultural Engineering Conference, 12 December, Pune, India, pp 141-144.

15- KHAN, M.K. AND MOHANTY, S.N. 1991. Effects of different clearances between two rubber rolls on dehusking of paddy. A.M.A, 22(4): 51-53.