

بررسی اثر دور توپی و سطح مقطع خروجی در ماشین سفیدکن تیغه‌ای، بر روی

میزان شکستگی برنج^۱

شعبان قوامی، علیمحمد برقی و احمد طباطبایی^۲

۱- چکیده:

ضایعات تبدیل شالی از معضلات کارخانه‌های برنج کوبی کشور است. کاربرد غیر علمی ماشین‌های تبدیل، از جمله سفیدکن، از مهمترین عوامل مؤثر در میزان شکستگی برنج و ایجاد ضایعات کیفی است. هدف از این پژوهش، تعیین اثر دور توپی و سطح مقطع خروجی به عنوان پارامترهای عملکردی دستگاه سفیدکن تیغه‌ای بر میزان شکست برنج رقم دانه بلند خزر است. دستگاه سفیدکن تیغه‌ای در کلیه کارخانه‌های برنج کوبی کشور رواج دارد و برنج دانه بلند خرد در استان‌های شمالی کشور متداول است. این پژوهش همچنین به منظور بهینه کردن و اصلاح سیستم موجود جهت کاهش ضایعات در مرحله سفیدکنی برنج قهوه‌ای انجام شده است. در این تحقیق پارامتر دور توپی در شش سطح: ۶۵۰، ۷۰۰، ۷۵۰، ۸۰۰، ۸۵۰ و ۹۰۰ دور در دقیقه و سطح مقطع خروجی دستگاه در پنج سطح: ۶۱۵، ۶۶۰، ۷۰۵، ۷۵۰ و ۷۹۵ میلی‌متر مربع در نظر گرفته شد و جمعاً ۳۰ تیمار به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار آزمایش و میزان شکستگی برنج اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که افزایش دور توپی از ۶۵۰ تا ۹۰۰ دور در دقیقه باعث افزایش شکستگی دانه برنج می‌شود. همچنین مشخص شد که سطح مقطع خروجی مهمترین عامل تأثیرگذار بر شکستگی برنج است و با افزایش آن میزان برنج شکسته شده کاهش پیدا می‌کند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان می‌دهد که بیشترین درصد شکستگی (۳۵/۶۹ درصد) مربوط به ترکیب دو پارامتر دور با ۹۰۰ دور در دقیقه و سطح مقطع با ۶۱۵ میلی‌متر مربع و کمترین درصد شکستگی (۷/۱۲ درصد) مربوط به ترکیب دو پارامتر دور با ۸۰۰ دور در دقیقه و سطح مقطع با ۷۰۵ میلی‌متر مربع است.

۲- واژه‌های کلیدی:

برنج سفید، دور توپی، سطح مقطع خروجی، سفیدکن تیغه‌ای

۱- برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد.

۲- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، کرج - خیابان دانشکده، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تلفن: ۰۲۶۱-۲۸۰۱۰۱۱. استاد و دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۳- مقدمه:

برنج ماده غذایی بسیار ارزشمندی است، نقش حساسی در تغذیه مردم جهان به عهده دارد، و پس از گندم اصلی ترین غذای مردم کشور ایران را تشکیل می دهد. برنج پس از گندم بیشترین سطح اراضی کشاورزی را در جهان به خود اختصاص داده است. با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و محدودیت در افزایش اراضی زیر کشت برنج در سطح کشور در سال های اخیر، کاهش ضایعات در عملیات فراوری برنج اهمیت ویژه ای دارد و رعایت آن ضروری به نظر می رسد. آنچه در روند تولید برنج نقش اساسی دارد و از نظر کاهش ضایعات نیز دارای اهمیت است، فرایند تبدیل شلتوک به برنج سفید است. این فرایند شامل کلیه عملیاتی است که روی برنج از مرحله خشک کردن تا مرحله درجه بندی آن انجام می گیرد. در هر یک از مراحل فوق، آسیب هایی بر برنج وارد می شود، که البته بیشتر از جنبه کیفی دارای اهمیت است. نوع دستگاه تبدیل یکی از عوامل مؤثر در میزان خرد شدن برنج است و از آنجایی که عملیات پوست کنی و سفید کنی برنج در فرایند تبدیل، مکانیکی است و پیچیدگی بیشتری دارد، بخش اعظم ضایعات در این مرحله مشاهده می شود. در بررسی کیفیت کار ماشین های سفیدکن، توجه به این نکته بسیار مهم است که محصول خروجی ماشین باید کمترین مقدار برنج شکسته شده را داشته باشد که در این حالت، ماشین سفیدکن در بهترین شرایط کاری خود است. علاوه بر نوع دستگاه، رقم شلتوک نیز در میزان ضایعات مؤثر است. به نحوی که با یکسان بودن سایر شرایط می توان ضایعات متفاوتی برای

ارقام مختلف پیش بینی کرد. براساس آخرین آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت انواع مختلف شلتوک در کشور حدود ۵۳۴ هزار هکتار برآورد شده است که سالانه حدود ۱/۹۷ میلیون تن شلتوک از آن برداشت می شود [۱]. با توجه به کسر ضایعات کمی تا مرحله تبدیل به میزان ۱/۱ درصد و نیز با در نظر گرفتن ضریب تبدیل ۶۷ درصد، سالانه تقریباً ۱/۱۳۸۱۰۵۳ تن برنج سفید تولید می شود [۲]. با در نظر گرفتن درصد شکستگی برنج در استان گیلان (حدود ۲۱ درصد) [۲]، هر سال تقریباً ۲۷۴۱۳۰ تن برنج شکسته خواهیم داشت که باید به آن توجه کرد. عملیات سفیدکنی روی برنج قهوه ای پس از پوست کنی شلتوک، یکی از مراحل تبدیل است که طی آن درصدی از دانه ها دچار شکستگی و نیز موجب ضایعات کیفی در برنج می شود. در قدیم به منظور تبدیل شلتوک به برنج سفید از وسیله ای به نام پادنگ استفاده می شد [۱۱]. امروزه سفیدکن های برنج در دسترس هستند که بر اساس نحوه سفید کردنشان به دو نوع سایشی^۱ و اصطکاکی^۲ تقسیم می شوند. در نوع سایشی، برنج در اثر مالش و سایش بین یک صفحه مخروطی با پوشش زبر و یک صفحه مشبک سفید می شود. این سفیدکن ها در دو نوع عمودی و افقی وجود دارند. در سفیدکن های سایشی عمودی برنج قهوه ای از بالا وارد دستگاه می شود و از محیط مخروطی ناقص به سمت پایین حرکت می کند و در بین مسیر در اثر تماس با جداره خارجی و مشبک دستگاه، لایه سبوس آن جدا می شود. نوع سفیدکن سایشی افقی معمولاً جمع و جورتر از نوع عمودی است. این

دستگاه یک غلتک سایشی افقی دارد که روی محوری توخالی سوار است. غلتک در داخل سیلندری مشبک با فاصله کمی از آن گردش می‌کند و در اثر تماس دانه با جداره و سیلندر، سبوس آن جدا می‌شود [۱۰]. در سفیدکن اصطکاکی، برنج تحت فشار زیاد و سرعت کم حرکت می‌کند و در نتیجه در اثر نیروی اصطکاک ایجاد شده بین دانه‌های برنج یا سطوح داخلی سفیدکن، سفید کردن انجام می‌شود. اثر اصطکاک باعث می‌شود که لایه سبوس برنج جدا و از صفحه مشبک محفظه خارج شود. در این نوع سفیدکن‌ها، به علت فشار بالای ایجاد شده می‌توان علاوه بر سفید کردن، پوست‌گیری شلتوک‌هایی را نیز انجام داد که هنوز پوست آنها گرفته نشده است و وارد سفیدکن شده‌اند. یکی از انواع سفیدکن‌های متداول اصطکاکی، سفیدکن تیغه‌ای است. در این نوع سفیدکن، برنج در اثر تماس بین همزن و تیغه دستگاه، تحت فشار سفید می‌شود [۱۲]. در برخی از نقاط جهان به جای استفاده از پوست کن، از سفیدکن اصطکاکی (تیغه‌ای) استفاده می‌شود. در این حالت در اثر افزایش فشار بر برنج، درصد ضایعات تا چندین برابر افزایش می‌یابد [۹]. در کشور ایران، در اکثر برنجکوبی‌ها از سفیدکن اصطکاکی نوع تیغه‌ای استفاده می‌شود. برنج قهوه‌ای حاصل از دستگاه پوست کن که دارای مقداری شلتوک (حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد) است مستقیماً وارد دستگاه سفیدکن می‌شود. به منظور جدا کردن پوست شلتوک و سفید شدن بیشتر دانه‌های برنج، عموماً در خط تبدیل از چندین سفیدکن به طور سری استفاده می‌شود که در سفیدکن اول

حداکثر فشار و در سفیدکن آخر حداقل فشار بر برنج وارد می‌شود [۴]. هریک از مراحل تبدیل، آثار ناخواسته بروز ترک و شکست دانه برنج را همراه دارد. لذا مطالعه پارامترهای مؤثر در هر یک از دستگاه‌هایی که روی برنج عمل می‌کند می‌تواند نقش مهمی در کاهش ترک‌ها و شکست دانه و در نهایت در کیفیت و قیمت برنج داشته باشد. از طرفی، شکست دانه ضایعه‌ای کیفی است، دانه برنج به دو یا چند تکه تبدیل می‌شود و از این رو از لحاظ پخت، بازارپسندی، و قیمت دچار افت می‌شود و زیان اقتصادی فراوانی نیز به همراه دارد. با توجه به میزان ضایعات ناشی از شکست برنج و زیان اقتصادی حاصل از آن، تلاش برای کاهش ضایعات و جلوگیری از افت قیمت برنج توجیه‌پذیر است و ارزش اقتصادی بالایی دارد. تحقیقات انجام شده در این زمینه بیشتر مربوط به کل فرایند تبدیل بوده است. در تحقیقاتی که ویمبرلی (Wimberly, 1983) انجام داد، سه روش تبدیل برنج مقایسه شدند. این روش‌ها عبارت بودند از: (۱) سیستم متشکل از پوست کن غلتک لاستیکی به همراه سفیدکن سایشی و تیغه‌ای (۲) سیستم متشکل از پوست کن صفحه‌ای جریان از زیر و سفیدکن تیغه‌ای (۳) سیستم متشکل از سفیدکن تیغه‌ای به منظور پوست‌کنی و سفیدکنی برنج. نتایج این تحقیق نشان داد که سیستم اول نسبت به سیستم دوم ۲/۵ درصد و نسبت به سیستم سوم ۶/۶ درصد در راندمان کل تبدیل، افزایش دیده می‌شود. بر اساس تحقیقات ایندسوامی (Enduswamy, 1979) راندمان سفیدکن‌های تیغه‌ای در هند ۶۲ تا ۶۴ درصد، شکستگی برنج ۲۵ تا ۳۰ درصد، و راندمان برنج

شامل پوست کن با پادیه و سفیدکن سایشی است، ترکیب مناسب تری است و برنج خروجی به علت استفاده از سفیدکن تیغه‌ای و سفیدتر شدن دانه برنج بازار پسندی بهتری دارد. یکی از علل بالا بودن درصد شکستگی برنج در مرحله تبدیل، وجود ماشین‌ها و تجهیزات فرسوده در کارخانه‌های برنجکوبی است.

خوش تقاضا و همکاران (۱۳۸۰) در تحقیقاتی، پس از طراحی و ساخت دستگاه سفیدکن آزمایشگاهی از نوع اصطکاکی، اثر پارامترهای مقدار برنج ورودی، ترکیب تیغه، و فاصله تیغه از همزن را بر درصد سفیدشدگی و درصد شکستگی برنج، رقم سازندگی لاین ۲۱۳ را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تغییرات ترکیب تیغه، فاصله تیغه، و مقدار برنج ورودی با احتمال ۹۹ درصد بر درصد سفیدشدگی و شکستگی برنج اختلافی معنی‌دار ایجاد می‌کند. همچنین نتیجه گرفتند که با توجه به شاخص سفیدشدگی برنج، بهترین حالت کاری دستگاه، ۲۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی با تیغه چپ و به فاصله ۵ میلی‌متر از همزن و بدترین حالت کاری دستگاه ۱۵۰ کیلوگرم در ساعت برنج ورودی و تیغه راست با فاصله ۱۵ میلی‌متر است.

با توجه به اهمیت کاهش ضایعات برنج در مرحله تبدیل و از جمله در قسمت سفیدکردن، اهداف اصلی این تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- ۱- بررسی اثر دور توپی در دستگاه سفیدکن تیغه‌ای، بر خرد شدن برنج رقم خزر،
- ۲- بررسی اثر سطح مقطع خروجی سفیدکن بر میزان برنج خرد شده،

سفید سالم ۵۰ درصد است. آراو (Araullo, 1976) روی سه روش تبدیل برنج مطالعاتی انجام داد. وی در این مطالعات اثر استفاده از سفیدکن تیغه‌ای به عنوان پوست کن و سفیدکن، پوست کن صفحه‌ای جریان از زیر و پوست کن غلتک لاستیکی را ارزیابی کرد و چنین نتیجه گرفت که راندمان کل تبدیل (مقدار برنج سفید شده نسبت به نمونه شلتوک اولیه) در سفیدکن تیغه‌ای ۶۳ درصد، در پوست کن صفحه‌ای جریان از زیر ۶۷ درصد، و درصد پوست کن غلتک لاستیکی ۷۰ درصد است.

بر اساس تحقیقات پیمان (۱۳۷۸)، مناسب‌ترین فاصله بین غلتک‌ها در پوست کن غلتک لاستیکی برای رقم خزر ۰/۴۵ تا ۰/۶۵ میلی‌متر است. شاکر و همکاران (۱۳۸۱) در مقایسه ترکیبات مختلف دستگاه‌های تبدیل برنج در شهرستان مرودشت دریافتند که اولاً استفاده از سفیدکن تیغه‌ای به جای پوست کن به هیچ وجه پذیرفته نیست و باید از کاربرد آن در کارخانه‌های برنجکوبی کشور جلوگیری شود و ثانیاً استفاده از سه واحد سفیدکن سایشی به صورت سری همراه با سفیدکن تیغه‌ای مکمل، مناسب‌ترین ترکیب جهت تبدیل برنج در کارخانه‌های برنجکوبی کشور است.

شاکر و همکاران (۱۳۷۷) در تحقیقاتی دیگر ضایعات تبدیل برنج در کارخانه‌های برنجکوبی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که استفاده از سفیدکن سایشی به تنهایی به عنوان سفیدکننده مناسب نیست و برنج خروجی از آن به دلیل کمتر سفید شدن بازار پسندی ندارد. خط تبدیل مورد استفاده در کارگاه شامل: پوست کن با پادیه، سفیدکن سایشی، و سفیدکن تیغه‌ای، در مقایسه با حالتی که خط تبدیل

۳- بررسی اثر متقابل عوامل فوق و توصیه دور و سطح مقطع مناسب برای ماشین سفیدکن برنج به منظور کاهش ضایعات.

۴- مواد و روش‌ها:

آزمایش‌ها در یک سیستم تبدیل کارخانه‌ای (واقعی) که کاملاً با سیستم تبدیل رایج در سطح کشور مطابقت داشت انجام گرفت. از شلتوک رقم خزر، به دلیل دانه بلند بودن و حساس بودن نسبت به شکست در مرحله سفیدکنی و همچنین کشت رایج آن در منطقه شمال، استفاده شد. نمونه‌ها از بین شالی‌های تولید شده در سال ۱۳۸۰ از مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انتخاب گردید. ابتدا شلتوک تمیز و سعی شد تا ناخالصی‌های آن تا حد امکان جدا و محصول تقریباً یک‌دستی

آزمایش‌ها در یک سیستم تبدیل کارخانه‌ای (واقعی) که کاملاً با سیستم تبدیل رایج در سطح کشور مطابقت داشت انجام گرفت. از شلتوک رقم خزر، به دلیل دانه بلند بودن و حساس بودن نسبت به شکست در مرحله سفیدکنی و همچنین کشت رایج آن در منطقه شمال، استفاده شد. نمونه‌ها از بین شالی‌های تولید شده در سال ۱۳۸۰ از مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انتخاب گردید. ابتدا شلتوک تمیز و سعی شد تا ناخالصی‌های آن تا حد امکان جدا و محصول تقریباً یک‌دستی

جدول شماره ۱- میانگین مشخصات ظاهری دانه برنج رقم خزر (قبل از تبدیل)

طول (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	ضریب رعنائی (R)	وزن هزار دانه (گرم)
۱۰/۴	۲/۵	۲/۱	۵	۲۳/۲

جدول شماره ۲- مشخصات ظاهری و درصد برنج شکسته، ترک‌دار، و سالم رقم خزر در رطوبت‌های مختلف

رطوبت (بر مبنای وزن مطلوب)	شکسته (درصد)	ترک‌دار (درصد)	شکم سفید (درصد)	قرمز (درصد)	نارس (درصد)	سالم (درصد)
۱۶/۴*	۲	۹	۲	۰	۲	۸۵
۱۲/۵	۳	۱۲	۳	۰	۳	۷۹
۱۱/۵	۴	۱۳	۳	۱	۳	۷۶
۱۰/۵	۴	۱۵	۴	۱	۱	۷۵

* درصد رطوبت قبل از خشک کردن شلتوک

1- Mean Ratio of Large to Small Diameters of Individual Fruit

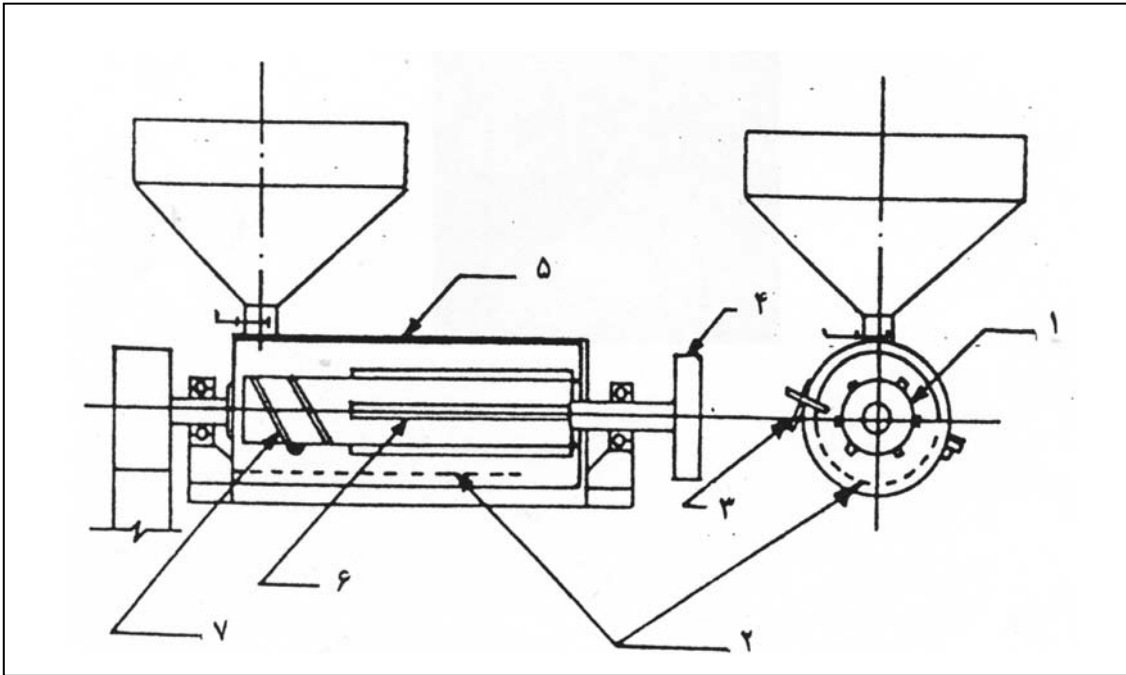
2- Long Grain

خزر، از سفیدکن تیغهای واقع در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) استفاده گردید. (این سفیدکن با مارک Engelberg (مدل انگلیسی) وارد ایران شد و هم اکنون با مارکهای مختلفی نظیر حسن منصور^۱ تولید و در کارخانههای برنجکوبی کشور استفاده می شود). قسمت های مختلف این دستگاه در شکل شماره ۱ مشخص شده است. فاصله بین تیغه و تویی در مدت زمان آزمایش ثابت بود و در سمت ورودی 7 ± 1 میلی متر و در سمت خروجی 9 ± 1 میلی متر در نظر گرفته شد (به منظور ارزیابی دستگاه جهت انتخاب بهترین حالت کاری تیغه، از شاخص های شکستگی و سفیدشدگی برنج استفاده شد [۸].

فرایند سفیدکردن برنج قهوه ای در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی با پارامترهای دور تویی (در شش سطح: ۶۵۰، ۷۰۰، ۷۵۰، ۸۰۰، ۸۵۰ و ۹۰۰ دور در دقیقه)، و سطح مقطع خروجی (در پنج سطح: ۶۱۵، ۶۶۰، ۷۰۵، ۷۵۰ و ۷۹۵ میلی متر مربع) انجام گرفت. بنابراین، سفیدکردن محصول در کل با ۳۰ تیمار و هرتیمار در سه تکرار صورت گرفت. با توجه به طرح آزمایشی به کار گرفته شده، تغییر تصادفی پارامترها در یک تکرار روی دستگاه اعمال شد و آنگاه نمونه برداری انجام گرفت. از هر نمونه برنج سفید حاصل، ۲۰۰ گرم جدا و درصد دانه های خرد آن تعیین شد. با عنایت به نامناسب بودن توزیع برخی از داده ها، ابتدا روی آنها روش $Arc \sin \sqrt{x}$ تبدیل داده ها صورت گرفت و سپس داده های نرمال شده از طریق نرم افزار MSTATC تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.

رطوبت شلتوک خزر در ابتدا $16/4$ درصد بود اما ضرورت داشت آزمایش ها در رطوبت ۱۰-۱۲ درصد انجام گیرد از این رو با استفاده از خشک کن نوع افقی بستر ثابت، رطوبت شلتوک به $11/1$ درصد رسانده شد. دمای لازم برای خشک کردن نمونه ها بر اساس توصیه کارشناسان مؤسسه تحقیقات برنج ۳۵ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد.

پوست کنی با ماشین پوست کن غلتک لاستیکی مدل ISEKI HC600 اجرا و فاصله بین دو غلتک $0/65$ میلی متر در نظر گرفته شد [۳]. در حین پوست کنی و در فواصل مختلف زمانی، از خروجی دستگاه نمونه های ۵۰۰ گرمی گرفته شد که پس از تفکیک و میانگین گیری، درصد دانه های خرد، درصد دانه های پوست کنده نشده (شلتوک)، و درصد دانه های پوست کنده شده سالم (برنج قهوه ای) به دست آمد. لازم است گفته شود که جدا سازی این مخلوط با دقت و به صورت دستی انجام گرفت. برای تعیین درصد شلتوک ترکدار (قبل از پوست کنی) ناشی از تنش های محیطی و خشک کردن، از دستگاه ترک بین استفاده شد. برای این منظور، ۱۰۰ دانه شلتوک انتخاب شد، با دست و با احتیاط، پوست آنها جدا گردید و روی دستگاه ترک بین قرار گرفت. با روشن شدن دستگاه و تابش نور از زیر، دانه های ترک دار مشخص و تعدادشان ثبت شد. این عمل سه بار تکرار شد و سپس با میانگین گیری درصد ترک دانه های مورد آزمایش به دست آمد. به منظور بررسی اثر دور تویی و سطح مقطع خروجی در دستگاه سفیدکن بر مقدار خرد شدن برنج رقم



شکل شماره ۱- قسمت‌های مختلف ماشین سفیدکن تیغه‌ای

شامل: ۱- توپی ۲- توری (سیتکا) ۳- تیغه ۴- چرخ لنگر ۵- محفظه توپی ۶- دندانه‌های راست ۷- دندانه‌های ماریج

۵- نتایج و بحث:

خروجی در مرحله سفیدکنی بر میزان شکست دانه برنج در جدول تجزیه واریانس (جدول شماره ۳) و نمودارهای شماره ۱، ۲، و ۳ ارائه شده است.

- اثر ساده پارامترها

برابر جدول شماره ۳، پارامتر دور توپی دستگاه سفیدکن به هنگام سفیدکنی برنج قهوه‌ای باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار بر درصد شکست دانه برنج در سطح ۱ درصد می‌شود. به عبارتی، افزایش دور توپی از ۶۵۰ تا ۹۰۰ دور در دقیقه باعث افزایش درصد خرد و کاهش راندمان می‌شود. در نتیجه، با افزایش بیش از حد دور توپی، مقدار برنج شکسته شده افزایش می‌یابد.

در بررسی تغییرات نمودار اثر ساده دور توپی بر میزان شکست برنج (نمودار شماره ۱) نیز می‌توان

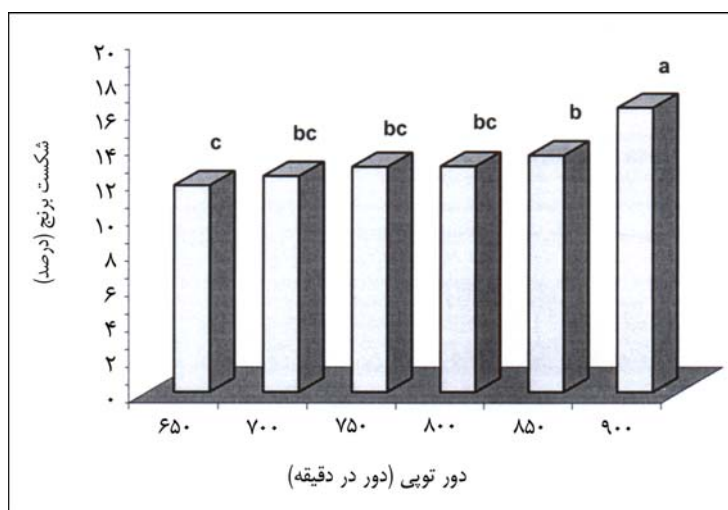
با عنایت به جدول شماره ۱ و مقدار میانگین به دست آمده برای ضریب رعنائی می‌توان دریافت که رقم خزر مورد آزمایش از نوع برنج دانه بلند است. درصد دانه‌های شکسته، همچنین درصد دانه‌های ترک‌دار و سالم در رطوبت‌های مختلف در جدول شماره ۲ ارائه شده است. بررسی جدول فوق‌الذکر نشان می‌دهد که با کاهش میزان رطوبت دانه در حین خشک کردن، درصد برنج سالم نیز کاهش می‌یابد به طوری که در رطوبت $16/4$ درصد نسبت برنج سالم ۸۵ درصد و در رطوبت $10/5$ درصد، ۷۵ درصد است. این جدول همچنین نشان می‌دهد که کاهش رطوبت در حین خشک کردن، به افزایش درصد دانه‌های ترک خورده می‌انجامد. اثر ساده و متقابل پارامترهای دور توپی و سطح مقطع

نتیجه گرفت که کمترین مقدار شکستگی برنج مربوط به دور توپی با ۶۵۰ دور در دقیقه و بیشترین میزان آن مربوط به دور توپی با ۹۰۰ دور در دقیقه است. همچنین با توجه به مقایسه میانگین ها اثر دور توپی در سه سطح ۷۰۰، ۷۵۰ و ۸۰۰ دور در دقیقه معنی دار نیست.

جدول شماره ۳ - تجزیه واریانس میانگین درصد شکستگی برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	احتمال
تکرار	۲	۱۶/۰۱۱	۸/۰۰۶	۵/۱۷۱۶	۰/۰۰۸۶
دورتوپی	۵	۱۰۱/۲۳۸	۲۰/۲۴۸	۱۳/۰۷۹۹**	۰/۰۰
سطح مقطع	۴	۲۵۶۱/۸۶۲	۶۴۰/۴۶۶	۴۱۳/۷۳۷**	۰/۰۰
سطح مقطع × دور توپی	۲۰	۱۴۵/۶۱۱	۷/۲۸۱	۴/۷۰۳۲**	۰/۰۰
خطا	۵۸	۸۹/۷۸۴	۱/۵۴۸		

** F محاسبه شده در سطح ۱ درصد معنی دار است.



نمودار شماره ۱- اثر ساده دور توپی بر میزان شکست برنج

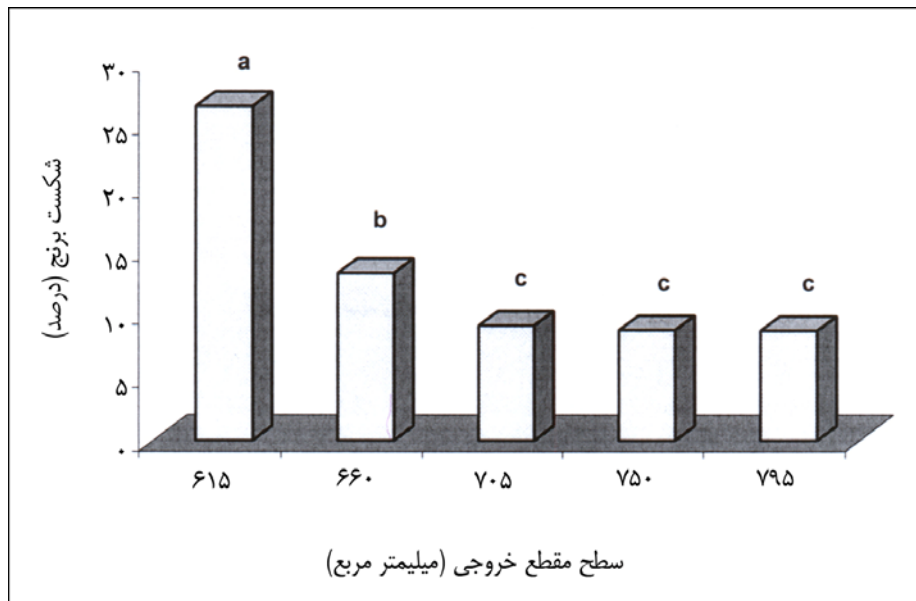
اطلاعات موجود در جدول تجزیه واریانس (جدول شماره ۳) نشان می دهد که اثر پارامتر سطح مقطع خروجی در دستگاه سفیدکن بر میزان شکست دانه برنج در سطح آماری ۱ درصد معنی دار است. به عبارت دیگر، افزایش سطح مقطع خروجی از ۶۱۵ به ۷۹۵ میلی متر مربع باعث کاهش درصد شکست و افزایش راندمان برنج سالم می شود. با توجه به نمودار شماره ۲ می توان دریافت که بیشترین و کمترین مقدار شکست دانه برنج به ترتیب مربوط به سطح مقطع خروجی ۶۱۵ و ۷۹۵

عنايت به جدول مذکور مشاهده می‌شود که میانگین‌های مربوط به این ویژگی در سطح ۱ درصد دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر هستند. با توجه به نمودار شماره ۳ می‌توان دریافت که بهترین حالت در این میان مربوط به ترکیب فاکتور دور ۸۰۰ دور در دقیقه و سطح مقطع خروجی با ۷۰۵ میلی‌متر مربع است که در آن کمترین مقدار شکست (۷/۱۲ درصد) را داریم و بدترین حالت مربوط به ترکیب فاکتور دور ۹۰۰ دور در دقیقه و سطح مقطع خروجی با ۶۱۵ میلیمتر مربع است که در آن بیشترین درصد خرد (۳۵/۶۹ درصد) را داریم.

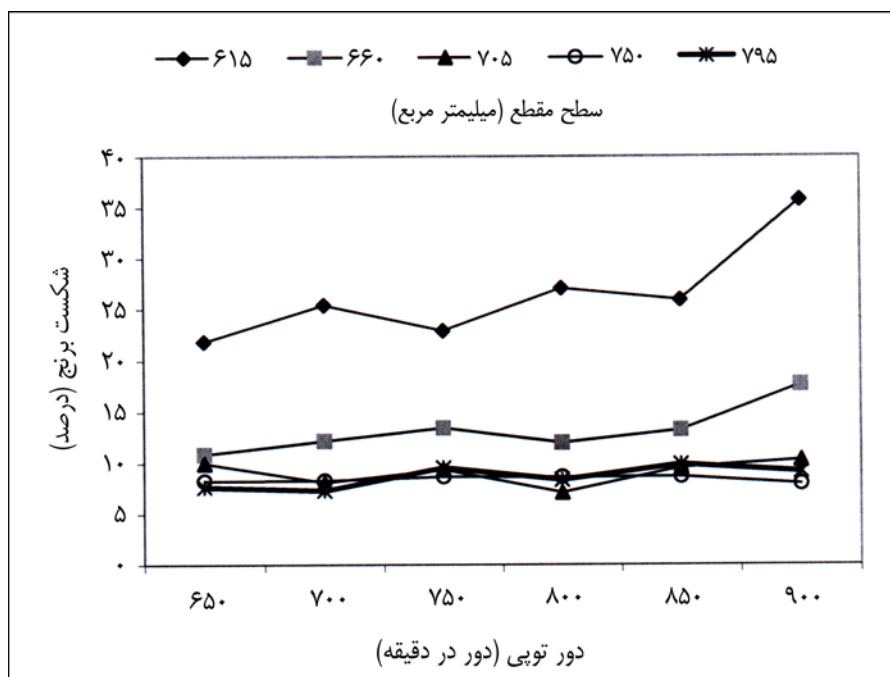
میلی‌متر مربع است. با توجه به مقایسه میانگین‌ها در نمودار شماره ۲، مشاهده می‌شود که اثر سطح مقطع خروجی در سه سطح ۷۰۵، ۷۵۰ و ۷۹۵ میلی‌متر مربع در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار نیست ولی با کاهش سطح خروجی به ۶۶۰ و ۶۱۵ میلی‌متر مربع در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

- اثر متقابل پارامترها

چگونگی تأثیر متقابل دو عامل دور توپی و سطح مقطع خروجی بر مقدار شکست دانه برنج به هنگام سفیدکنی برنج قهوه‌ای در جدول تجزیه واریانس (جدول شماره ۳) نشان داده شده است. با



نمودار شماره ۲- اثر ساده سطح مقطع خروجی بر روی میزان شکست برنج



نمودار شماره ۳- اثر متقابل فاکتورهای دور تویی و سطح مقطع خروجی بر شکست دانه برنج

بر درصد شکستگی دانه برنج نشان داد که افزایش دور تویی باعث افزایش درصد شکستگی دانه برنج در سفیدکن تیغه‌ای می‌شود. علت این امر را می‌توان در افزایش سرعت محیطی دانه‌های برنج و برخورد شدید آنها به همدیگر و به تویی و محفظه تویی در اثر افزایش دور دانست.

در بررسی اثر پارامتر سطح مقطع خروجی در دستگاه سفیدکن، علت افزایش درصد شکست دانه برنج را در سطح مقطع خروجی ۶۱۵ میلی‌متر مربع می‌توان از افزایش فشار وارده بر دانه‌ها در محفظه دستگاه در اثر ممانعت از خروج برنج و شدت سفیدکنندگی روی آنها دانست.

با توجه به جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود که میانگین مشخصه ظاهری ضریب رعنایی دانه شلتوک خزر بزرگتر از ۳ است و در نتیجه این رقم دانه بلند به حساب می‌آید. همان طور که گفته شد، اگر طول دانه بزرگتر از ۶/۶ میلی‌متر و ضریب رعنایی بزرگتر از ۳ باشد برنج از نوع دانه بلند است. با توجه به جدول شماره ۲ علت کاهش برنج سالم را می‌توان چنین توجیه کرد که کاهش رطوبت در دانه حالت تردی و شکنندگی به دانه می‌دهد و موجب ایجاد تنش در اندام داخلی آن می‌شود که به تبع آن انقباض در دانه ایجاد و در نتیجه باعث ترک خوردگی و شکست دانه می‌شود. بررسی اثر دور تویی

۶- نتیجه گیری:

- ویژه‌ای صورت پذیرد.
- ۲- در تحقیق حاضر در مورد اثر دور توپی و سطح مقطع خروجی بر رقم خزر نتایجی به دست آمده پیشنهاد می‌شود اثر عوامل گفته شده بر ارقام دیگر برنج و مقایسه آنها تحقیقات لازم انجام گیرد.
- ۳- با توجه به ثابت در نظر گرفتن فاصله تیغه از توپی و دریچه ورودی شلتوک، پیشنهاد می‌شود در خصوص اثر تغییر این فاکتورها بر ارقام مختلف تحقیقات و آزمایش‌های لازم انجام پذیرد.
- ۴- با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان نقش عامل دور توپی و سطح مقطع خروجی را به طور کامل مطالعه کرد، پیشنهاد می‌شود آزمایش‌ها در سطوح بیشتری از عوامل فوق و عوامل مؤثر دیگر دنبال شود.
- مطالعات نشان داد که در این زمینه، به ویژه در داخل کشور، تحقیقات کم و نیاز به گردآوری اطلاعات اولیه در مورد خواص فیزیکی و مکانیکی برنج و همچنین نیاز به جمع آوری اطلاعات علمی و فنی در مورد ماشین‌های تبدیل شلتوک به برنج سفید بالاست. با توجه به نتایج به دست آمده و برخی مسایل و مشکلات پیش آمده در اجرای تحقیق حاضر پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:
- ۱- با توجه به اینکه هیچ گونه اطلاعات مدونی در خصوص مشخصات ظاهری ارقام برنج ایران وجود ندارد و تحقیقات ناچیز است پیشنهاد می‌شود در مورد مشخصات ظاهری ارقام برنج اعم از طول، عرض، ضخامت، و وزن هزاردانه تحقیقات

۷- قدردانی:

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران برای تصویب طرح پژوهشی و مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) جهت انجام آزمایش‌ها و همکاری‌های بی دریغشان، تشکر می‌شود.

۸- مراجع:

۱- بی‌نام. ۱۳۷۹. آمارنامه کشاورزی سال زراعی (۷۸-۷۹). دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات. وزارت کشاورزی.

۲- بی‌نام. ۱۳۷۶. گزارش طرح مطالعاتی برآورد میزان ضایعات پس از برداشت و بررسی علل آن. دفتر برنج.

سازمان جهاد کشاورزی گیلان. رشت.

۳- پیمان، م. ح. ۱۳۷۸. بررسی عوامل شکستگی دانه در فرایند پوست‌کنی. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی.

دانشگاه تربیت مدرس.

۴- حیدری سلطان آبادی، م. ۱۳۷۸. طراحی، ساخت و ارزیابی سیستم اصلاح شده سفیدکن برنج. پایان نامه

کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۵- خوش تقاضا، م. ه.، حیدری، م. و توکلی، ت. ۱۳۸۰. بررسی کیفی اثر تیغه و مقدار ورودی برنج در سفیدکن

اصطکاکی. مجله دانشگاه شهید چمران اهواز. جلد ۲۴. شماره ۲، ۱۹-۳۴.

۶- شاکر، م.، افضل‌نی، ص. و زارع، الف. مقایسه ترکیبات مختلف دستگاه‌های تبدیل برنج و انتخاب بهترین

آنها. خلاصه مقالات. دومین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۱۳۸۱. کرج.

۲۴-۲۷.

۷- شاکر، م.، افضل‌نی، ص. و جمشیدی، ع. ۱۳۷۷. بررسی میزان شکستگی برنج در کارگاه‌های تبدیل برنج،

منطقه کربال مرودشت. مجموعه مقالات علمی-تخصصی تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ۱۱،

۴۶-۷۱.

۸- قوامی، ش. ۱۳۸۱. بررسی اثر دور تویی و درجه سفیدکنندگی بر روی میزان برنج خرد شده رقم خزر در

دستگاه سفیدکن. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

9- Ahmed, A. and Mazed, M. A. 1996. Improving the rice post-harvest technology in Bangladesh. A. M. A. 27, 37-43.

10- Araullo, E. V., Depaudua, D. B. and Graham, M. 1976. Rice post-harvest technology. International development research center. Ottawa. Canada.

11- Bandyopadhyay, S. and Roy, N. C. 1992. Milling of paddy. In: Rice process technology. New Delhi: Oxford and IBH publishing co. India, 158-175.

-
- 12- Induswamy, Y. M. and Bhatta Charya, K. R. 1979. Breakage of rice during milling, Effect of kernel defects and grain dimension. J. of Food. Proc. Eng., 3-29.
- 13- Wimberly, J. E. 1983. Paddy rice post harvesting industry in developing countries. Internatinal rice research institute. IRRI. Manila. Philipines.

Effects of Hub Round Speed and Outlet Area in Milling Machine on Breakage of Rice Grains

S. Ghavami, A. Borghei and A.Tabatabaefar

Nowadays losses in rough rice milling process is a big problem in Iran. Wrongly operating the processing machines, including whitening apparatus, is one of the most important factors that has a remarkable effect on the grain breakage level and grain quality losses. In order to evaluate the effect of whitening machine parameters on breakage of rice grains, long-grain *Khazar* variety was selected. The effects of two operating variables, hub speed (in six levels: 650, 700, 750, 800, 850 and 900 rpm) and machine outlet cross-sectional area (in five levels: 615, 660, 705, 750 and 795 mm²) were investigated. Results showed that by increasing hub speed from 650 to 900 rpm, rice grain breakage increased. It was also concluded that the cross-sectional area of the machine outlet was the most important factor in grain breakage level; and increase of this variable, grain breakage level will decreased. It was shown that the highest breakage percentage corresponded to the combination of hub speed of 900 rpm and outlet area of 615 mm²; and the lowest breakage percentage corresponded to the combination of hub speed of 800 rpm and outlet area of 705 mm².

Key words: Hub Round Speed, Outlet Area, Rice, Whitening Machine