بررسی درصد شکستگی و سفیدشدگی برنج رقم سرخه با استفاده از توپی دارای مارپیچ انتقال در سفیدکن تیغه‌ای

مهدی قاسمی ورنامخواستی[۱]، حسین مبلی[۱*]، علی جعفری[۱]، محسن حیدری سلطان آبادی[۲] و شاهین رفیعی[۱]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۹)

چکیده

سفید کردن برنج یکی از مراحل شالی‌کوبی است که اصلاح و بهینه‌سازی دستگاه‌های آن بر میزان ضایعات تأثیر قابل توجهی دارد. به‌منظور کاهش ضایعات برنج، توپی سفیدکن تیغه‌ای مجهز به مارپیچ انتقال شد و با هدف بررسی تأثیر دور توپی و دبی خروجی برکیفیت برنج رقم سرخه (از ارقام دانه متوسط برنج)، آزمایشی در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این تحقیق اثر دور توپی در چهار سطح۶۰۰،۷۰۰، ۸۰۰ و ۹۰۰ دور در دقیقه و دبی خروجی در سه سطح۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در ساعت بر کیفیت برنج سفید شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کمترین درصد شکستگی برنج (۲۰/۹۲ درصد) در دور ۷۰۰ دور در دقیقه با دبی خروجی ۶۰۰ کیلوگرم در ساعت و بیشترین درصد سفیدشدگی(۶/۳۳ درصد) در دور ۶۰۰ دور در دقیقه با دبی خروجی ۴۰۰ کیلوگرم در ساعت رخ داده است. بالاترین کیفیت برنج (درصد شکستگی کمتر و درصد سفیدشدگی بیشتر) با توپی جدید در دور ۶۰۰ دور در دقیقه با دبی خروجی ۵۰۰ کیلوگرم در ساعت حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: برنج، سفیدکن تیغه‌ای، مارپیچ انتقال، درصد شکستگی، درصد سفیدشدگی، ضایعات

مقدمه

برنج به‌عنوان دومین ماده غذایی ارزشمند، نقش حساسی را در تغذیه جهان کنونی به عهده دارد. ایران با داشتن ۰/۴۱ درصد سطح زیر کشت برنج دنیا، رتبه ۲۲ جهان و از نظر تولید، با داشتن ۰/۵ درصد کل تولید برنج جهان رتبه ۱۸ را در اختیار دارد(۵). استان اصفهان با داشتن ۱۸ هزار هکتار سطح زیر کشت برنج و تولید سالیانه ۱۰۰ هزار تن برنج یکی از استان‌های عمده تولید کننده برنج است (۱).

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت ومحدودیت افزایش اراضی زیر کشت برنج، کاهش ضایعات در عملیات تولید برنج از اهمیت خاصی برخوردار است. . آنچه که در روند تولید برنج نقش اساسی داشته و از نظر ضایعات نیز دارای اهمیت می‌باشد، مراحل تبدیل شلتوک به برنج سفید است، زیرا کیفیت تبدیل بر بازارپسندی و قیمت گذاری برنج تأثیرگذار است (۱۲).

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیاران مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

۲. عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hmobli@ut.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]

در مرحله تبدیل، ابتدا شلتوک مرطوب به‌وسیله خشک‌کن‌ها به رطوبت مناسب تبدیل رسیده و بعد از تمیز شدن وارد پوست‌کن می‌شود. حاصل عملیات پوست‌کنی شلتوک، برنج بدون پوشش یا برنج قهوه‌ای است. سپس برنج قهوه‌ای مخلوط با شلتوک (در صورت عدم استفاده از دستگاه جداساز شلتوک) وارد سفیدکن می‌شود. نیروهای وارد بر برنج قهوه‌ای، شامل نیروهای فشاری، نیروی وزن و نیروی اصطکاک می‌باشند. نتیجه اعمال این نیروها، جدا شدن بخشی از پوست سطح برنج است. نیروهای مذکور در تمامی جهات به برنج وارد شده و تعیین دقیق عکس العمل ناشی از این نیروها بسیار مشکل است (۲). عملیات پوست‌کنی و سفید کردن ممکن است در چند پوست‌کن و سفیدکن انجام شود. برنج سفید شده جهت براقی وشفافیت بیشتر وارد براق کن شده و نهایتاً درجه‌بندی می‌شود.

افضلی‌نیا و همکاران (۱۰) در بررسی روش‌های متفاوت سفید کردن برنج در استان فارس دریافتند که مناسب‌ترین ترکیب دستگاه‌ها در یک سیستم تبدیل، شامل پوست‌کن غلتک لاستیکی، سه واحد سفیدکن سایشی به‌صورت سری و سفیدکن تیغه‌ای به‌عنوان براق کننده نهایی برنج می‌باشد. هدایتی‌پور و همکاران (۹) با بررسی تأثیر رطوبت زمان تبدیل شلتوک بر درصد برنج خرد در دو نوع سفیدکن سایشی و اصطکاکی نشان دادند که در سفیدکن سایشی اثر رطوبت بر درصد شکستگی معنی‌دار بوده و کمترین درصد شکستگی در رطوبت ۱۲ درصد حاصل می‌شود. هم‌چنین گزارش کردند که در سفیدکن اصطکاکی بر خلاف سفیدکن نوع سایشی با کاهش درصد رطوبت به زیر ۱۰ درصد، شکستگی افزایش پیدا نمی‌کند. قوامی و همکاران (۸) در بررسی اثر دور توپی و سطح مقطع دریچه خروجی سفیدکن تیغه‌ای رایج بر میزان شکستگی برنج دانه بلند رقم خزر، به‌این نتیجه رسیدند که با کاهش سطح مقطع دریچه خروجی و افزایش دور توپی، میزان شکستگی برنج افزایش می‌یابد.

طبق گزارش یچری(۱۷)، ۹۰ درصد شلتوک در هند توسط سه سیستم سفیدکن تیغه‌ای، پوست‌کن صفحه‌ای جریان از زیر، سفیدکن تیغه‌ای و سیستم تبدیل مدرن (که درآن از سیستم‌هایی نظیر جداکننده شلتوک از برنج قهوه‌ای و سفیدکن‌های سایشی استفاده می‌شود) و مابقی به‌وسیله پادنگ به برنج سفید تبدیل می‌شود. موها پاترا و بل(۱۳) با پیش‌بینی افزایش دمای دانه در اثر سایش و اصطکاک، اثرات آن را بر کیفیت تبدیل برنج مورد بررسی قرار دادند. آنها دریافتند که از انرژی مصرفی در فرآیند تبدیل، حدود ۱۰٪ انرژی باعث گرم شدن برنج، ۵۶٪ جهت راه‌اندازی دستگاه‌ها و مابقی (حدود ۳۳٪) جهت سایش برنج مصرف می‌شود. تحقیق یان و همکاران (۱۶) برای تولید برنج سفید در یک سیستم تبدیل سایشی عمودی، نشان داد که دور محور سفیدکن و محتوای رطوبت بر درصد سفید شدگی اثر معنی‌داری دارد، به‌طوری که با افزایش رطوبت و دور محور، درصد سفید شدگی افزایش می‌یابد. موها پاترا و بل(۱۴) در تحقیقی به بررسی تأثیر درصد سفید شدگی بر کیفیت پخت برنج پرداختند، آنها گزارش دادند که با افزایش درصد سفید شدگی (از ۲ تا ۱۸درصد) کیفیت پخت برنج افزایش می‌یابد و در نهایت به‌منظور حصول بهترین شاخص پخت، درصد سفید شدگی را در محدوده ۱۰ تا ۱۳ درصد برای ارقام مورد آزمایش مناسب دانستند. حیدری سلطان آبادی و همت (۳) ابتدا توپی جدیدی مجهز به مارپیچ انتقال برای سفیدکن تیغه‌ای ساختند و سپس با بررسی اثر فاصله تیغه از همزن و نیز اثر دبی خروجی بر کیفیت برنج در سفیدکن تیغه‌ای بهینه شده، به این نتیجه رسیدند که بهترین حالت کاری دستگاه با این توپی، دبی خروجی ۴۱۲ کیلوگرم در ساعت و فاصله ۱۱ تا ۱۲ میلی‌متر تیغه (نسبت به فاصله ۱۳ میلی‌متر) از همزن می‌باشد.

تحقیقات بر روی بهینه‌سازی سفیدکن تیغه‌ای با استفاده از مارپیچ انتقال نشان داد میزان شکستگی برنج رقم سازندگی در رطوبت ۱۳ درصد با سفیدکن تیغه‌ای رایج، ۲۳ درصد و در سفیدکن بهینه شده ۲۰/۵ درصد می‌باشد(۲). از عواملی که می‌تواند در عملکرد سفیدکن با توپی جدید(تجهیز شده به مارپیچ انتقال) نقش داشته باشد، سرعت دورانی توپی و دبی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]

خروجی برنج است، لذا در این تحقیق تأثیر عوامل مذکور بر درصد شکستگی ودرصد سفیدشدگی برنج رقم سرخه(از ارقام رایج منطقه اصفهان) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از توپی مجهز به ماریپچ انتقال ساخت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان استفاده شد(شکل‌های ۱، ۲ و ۳). طول توپی مذکور ۴۶ سانتی‌متر است که ۱۵ سانتی‌متر آن به‌عنوان ماریپچ انتقال و بقیه همزن محسوب می‌شود. در ابتدا، توپی مجهز به ماریپچ انتقال جایگزین توپی رایج در سفیدکن تیغه‌ای مارک حسن منصور شد. این سفیدکن به‌عنوان اولین سفیدکن خط تبدیل بود. آزمایش‌ها در برنج کوبی صاحب الزمان منطقه نجف آباد اصفهان انجام گردید. برای بررسی تأثیر دور توپی(در چهار سطح ۶۰۰، ۷۰۰، ۸۰۰ و ۹۰۰ دور در دقیقه) و دبی خروجی(در سه سطح ۴۰۰، ۵۰۰ و۶۰۰ کیلو گرم در ساعت) بر کیفیت برنج، از رقم سرخه که یکی از ارقام رایج منطقه اصفهان است استفاده شد. رطوبت رقم سرخه با استفاده از رطوبت سنج الکترونیکی مدل SP-1D2 Kitte اندازه‌گیری شد که رطوبت آن ۱۰ درصد بر پایه‌تر به‌دست آمد. به‌علت مناسب بودن رطوبت رقم مذکور از خشک کن استفاده نشد(۶). بعد از تمیز کردن محصول، رقم مذکور با دو دستگاه پوست‌کن غلتکی مدل ISEKI HC600 در دور ۱۰۵۰ دور در دقیقه با ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم در ساعت پوست‌کنی شد. از خروجی پوست‌کن دوم، نمونه‌هایی ۱۵۰ گرمی برداشته شد. در این نمونه‌ها برنج قهوه‌ای سالم و شکسته و برنج پوست کنده نشده(شلتوک)، جدا شده و وزن گردید که درصد وزنی برنج قهوه‌ای سالم ۸۹/۵ درصد به‌دست آمد.

به‌منظور تغییر دور توپی، چهار عدد پولی سه تسمه‌ای با قطرهای ۱۲۰، ۱۴۰، ۱۶۰ و ۱۸۰ میلی‌متر ساخته شد. با توجه به قطر پولی متصل به توپی(۳۱۰ میلی‌متر) و دور الکتروموتور محرک (۱۵۵۰ دور در دقیقه)، دورهای ۶۰۰، ۷۰۰، ۸۰۰ و ۹۰۰ دور در دقیقه به‌دست آمد. اندازه‌گیری دور با اتصال قسمت مخروطی دورسنج(Pantec DTM30 ، ساخت ژاپن) به پولی مورد نظرانجام شد. برای تغییر دبی خروجی، سطح مقطع دریچه خروجی تغییر داده شد.

پس از تنظیم دور توپی و دبی خروجی مورد نظر، برای اجرای هر تیمار (مجموعاً ۶ تیمار) ، ۱۸ کیلوگرم(برابر با حجم مخزن سفیدکن) مخلوط شلتوک و برنج قهوه‌ای حاصل از کار پوست‌کن در مخزن سفیدکن ریخته شد. در هر تیمار، برنج خروجی از سفیدکن جمع‌آوری و از آن سه نمونه ۱۵۰گرمی به‌صورت تصادفی برداشت گردید. برای اندازه‌گیری درصد شکستگی و سفید شدگی برنج از روابط زیر استفاده شد(۱۱):

$$D.M = \frac{W_2 - W_1}{W_2} \qquad [۱]$$

$$B.P = \frac{W'}{W} \qquad [۲]$$

B.P (Breakage Percentage) : درصد شکستگی

W' : وزن برنج‌های کوچک‌تر از ۰/۷۵ طول یک برنج سفید سالم(برنج شکسته)

W : وزن کل نمونه

D.M (Degree of Milling) : درصد سفید شدگی

W_1 : وزن هزار دانه برنج سفید سالم

W_2 : وزن هزار دانه برنج قهوه‌ای سالم

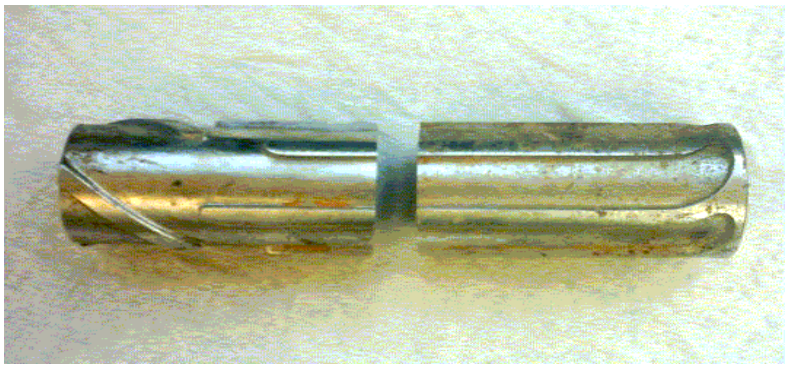
داده‌های به‌دست آمده به‌وسیله نرم‌افزار آماری SPSS 13 تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن تهیه گردید.

نتایج و بحث

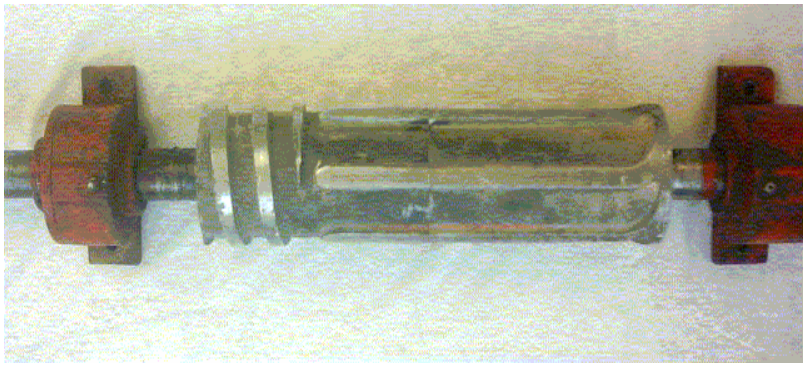
اثرات پارامترهای دور توپی و دبی خروجی بر درصد شکستگی برنج رقم سرخه در جدول تجزیه واریانس نشان داده شده است (جدول۱). اثر دور توپی بر درصد شکستگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. تحلیل نیروهای وارد بر برنج در سفیدکن پیچیده است اما می توان آنها را به سه بخش تقسیم کرد. اول نیرویی است که ماریپچ انتقال در راستای حرکت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

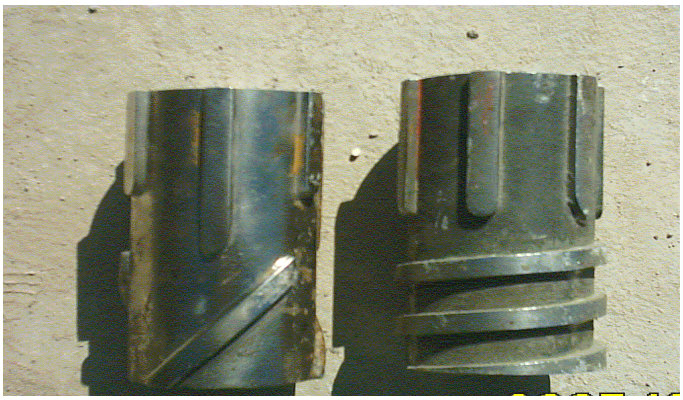
[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]



شکل۱. توپی نوع قدیمی و ابعاد آن



شکل۲. توپی جدید



شکل۳. مقایسه شکل ظاهری قسمت انتقال دهنده برنج

در طرح جدید و قدیمی

خطی برنج جهت انتقال آن وارد می‌کند. دوم نیرویی است که ممانعت دریچه خروجی بر سر راه خروج برنج از سفیدکن تولید می‌کند و سوم نیروهای اصطکاکی است که بین برنج و تیغه و دانه‌های برنج به‌وجود می‌آید(۴). با افزایش زمان ماندگاری برنج در سفیدکن(مدت زمانی که طول می‌کشد تا برنج از دریچه ورودی محفظه سفیدکن به خروجی آن برسد)، برنج در مدت زمان بیشتری تحت تأثیر این نیروها قرار می‌گیرد. با افزایش دور توپی، زمان ماندگاری برنج در سفیدکن کاهش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]

جدول۱. تجزیه واریانس تأثیر دور توپی و دبی خروجی بر درصد شکستگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F
تکرار	۲	۱/۴۳	۰/۶۳۶ n.s
دور توپی	۳	۱۴/۶۱	۶/۵**
دبی خروجی	۲	۱۷/۴۳	۷/۷۵**
دور توپی × دبی خروجی	۶	۱۰/۸۹	۴/۸۴**
خطای کل	۲۲	۲/۲۵	-

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

می‌یابد(۱۵)، از طرفی با افزایش سرعت چرخشی توپی، نیروی اصطکاک بین تیغه و برنج افزایش می‌یابد. هر افزایش نیرو در سفیدکن می تواند باعث شکستگی بیشتر برنج شود. بیشترین مقدار شکستگی (۲۵/۳۷ درصد) در دور توپی ۸۰۰ دور در دقیقه رخ داد و بین سایر دورها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد(شکل۴). در دور ۸۰۰ دور در دقیقه نسبت به دو دور ۶۰۰ و ۷۰۰ دور دردقیقه، زمان ماندگاری برنج کاهش یافته است اما افزایش نیروهای اصطکاکی باعث شده که نسبت به دو دور اخیر شکستگی افزایش یابد. در دور ۹۰۰ دور در دقیقه، نسبت کاهش بیشتر زمان ماندگاری برنج نسبت به افزایش نیروهای اصطکاکی موجب شده تا درصد شکستگی به‌صورت معنی‌داری کمتر از دور ۸۰۰ دور دردقیقه شود که با دورهای ۶۰۰ و ۷۰۰ دور دردقیقه فاقد اختلاف معنی‌دار است.

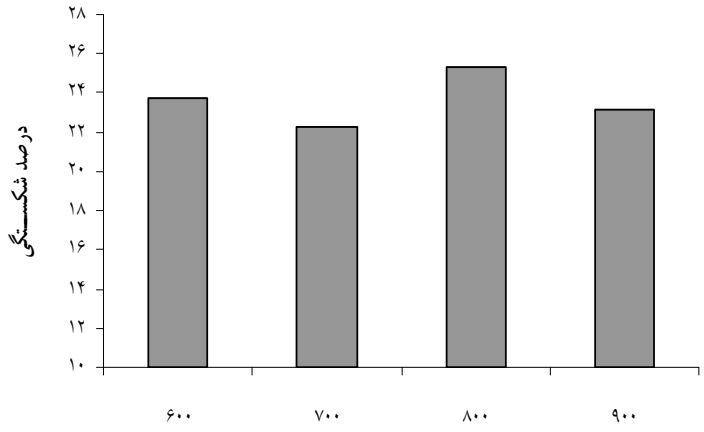
اثر دبی خروجی بر درصد شکستگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول۱). از شکل ۵ مشخص است که کمترین درصد شکستگی (۲۲/۲۹ درصد)، در دبی خروجی ۴۰۰ کیلوگرم در ساعت اتفاق افتاده و بین دبی‌های ۵۰۰کیلوگرم در ساعت (۲۴/۱۵ درصد) و ۶۰۰ کیلوگرم در ساعت (۲۴/۵۵) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که علت آن را می توان در مقدار پرشدگی محفظه سفیدکن جستجو کرد، زیرا با افزایش دبی خروجی، مقدار پرشدگی محفظه کاهش می‌یابد و در نتیجه، پرتاب برنج در استوانه سفیدکن افزایش یافته و درصد شکستگی برنج زیاد می‌شود(۳). خوش تقاضا و همکاران (۴) در بررسی اثر مقدار برنج ورودی، ترکیب تیغه و فاصله تیغه از همزن بر درصد شکستگی و درصد سفیدشدگی برنج (رقم سازندگی)، نشان دادند که با افزایش دبی ورودی برنج به سفیدکن، پرشدگی سفیدکن افزایش یافته ودر نتیجه درصد شکستگی کاهش می‌یابد.

اثر متقابل دور توپی ودبی خروجی بر درصد شکستگی برنج در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول۱). همان‌طوری که از جدول ۲ مشخص است، کمترین درصد شکستگی برنج در دور ۷۰۰ دور دردقیقه با دبی خروجی ۶۰۰ کیلوگرم در ساعت و هم‌چنین در دور ۹۰۰ دور در دقیقه با دبی خروجی ۴۰۰ کیلوگرم در ساعت رخ داده است. با توجه به استهلاک و ارتعاشات زیاد دستگاه در دور ۹۰۰ دور در دقیقه، کار سفیدکن در این دور مناسب نیست. عملکرد سفیدکن(از نظر درصد شکستگی) در دور ۷۰۰ دور در دقیقه با دبی خروجی ۴۰۰ کیلوگرم در ساعت و هم‌چنین در دور ۶۰۰ دور دردقیقه با دبی خروجی ۵۰۰ کیلوگرم در ساعت مطلوب به‌نظر می‌رسد(جدول۲).

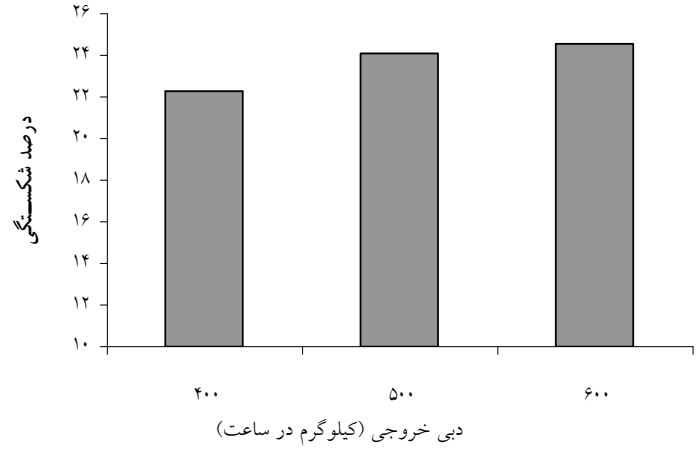
قوامی و همکاران (۸) در بررسی اثر دور توپی (در محدوده ۶۵۰ تا ۹۰۰ دور در دقیقه با فاصله ۵۰ دور دردقیقه) و سطح مقطع دریچه خروجی (در محدوده ۶۱۵ تا ۷۹۵ میلی‌متر مربع با فاصله ۴۵ میلی‌متر مربع) در سفیدکن تیغه‌ای رایج (مارک حسن منصور)، بردرصد شکستگی برنج رقم خزر نشان دادند که اثر دور توپی بر درصد شکستگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. طبق نتایج آنها بیشترین درصد شکستگی در دور ۹۰۰ دور در دقیقه و کمترین آن در دور ۶۵۰ دور

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]



شکل۴. اثر دورتوپی بر درصد شکستگی



شکل۵. اثر دبی خروجی بر درصد شکستگی

جدول۲. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دور توپی و دبی خروجی بر درصد شکستگی

دبی خروجی(کیلوگرم در ساعت)	دور توپی (دور در دقیقه)			
	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰
۴۰۰	۲۳/۱۳^{abc}	۲۱/۶۹^{ab}	۲۳/۲۳^{abc}	۲۱/۱۲^{a}
۵۰۰	۲۱/۸^{ab}	۲۴/۴۶^{bcd}	۲۵/۵۴^{cde}	۲۴/۷۸^{cde}
۶۰۰	۲۶/۳۶^{de}	۲۰/۹۳^{a}	۲۷/۳۴^{e}	۲۳/۵۹^{abc}

اعداد دارای یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند(آزمون دانکن).

دردقیقه اتفاق افتاد. درصد شکستگی در محدوده دورهای ۶۵۰ تا ۸۵۰ دور در دقیقه فاقد اختلاف معنی‌دار بود. بر اساس نتایج آنها افزایش دور از ۸۵۰ به ۹۰۰ دور دردقیقه باعث شکستگی بیشتر برنج شد در حالی که طبق نتایج تحقیق حاضر افزایش دور از ۸۰۰ به ۹۰۰ دور دردقیقه باعث کاهش شکستگی گردید.

اثرات پارامترهای دور توپی و دبی خروجی بر درصد سفید شدگی در جدول تجزیه واریانس شماره ۳ ارائه شده است. اثر دور توپی بر درصد سفید شدگی در سطح احتمال یک

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]

درصد معنی‌دار شد. عواملی که بر درصد سفیدشدگی موثر است شامل نیروهای اصطکاکی وارد بر برنج در سفیدکن و تعداد دفعات اثرگذاری این نیروها می‌باشد. به‌عبارت دیگر مقدار فشار وارده بر برنج در یک سفیدکن و تعداد سفیدکن‌های مورد استفاده در خط تبدیل تعیین کننده درصد سفیدشدگی برنج است. در این تحقیق تنها خروجی سفیدکن اول که توپی آن به مارپیچ انتقال مجهز شد مورد ارزیابی قرار گرفت لذا درصدهای سفیدشدگی اندازه‌گیری شده مقدار نهایی نبوده و درصورت ادامه کار، در سفیدکن بعدی این سفیدشدگی افزایش خواهد یافت. با توجه به شکل۶، بیشترین درصد سفیدشدگی (۴/۸۵)، در دور ۶۰۰ دور دردقیقه حادث شده که علت این امر را می توان در سرعت انتقال مواد در محفظه سفیدکن جستجو کرد، زیرا با کاهش دور توپی، سرعت انتقال مواد کاهش یافته و مدت زمانی که برنج در داخل محفظه سفیدکن است افزایش می‌یابد (۱۵)، در نتیجه بیشتر تحت تأثیر نیروهای داخلی سفیدکن قرار گرفته و درصد سفیدشدگی افزایش می‌یابد. با توجه به آنچه در مورد شکستگی برنج در دورهای مختلف بیان شد در دور ۸۰۰ دور دردقیقه افزایش نیروی اصطکاکی در مقابل کاهش زمان ماندگاری، باعث سفیدتر شدن برنج نسبت به دور ۷۰۰ و ۹۰۰ دور دردقیقه شده است. در دور ۹۰۰ دور دقیقه با کاهش بیشتر زمان ماندگاری برنج در سفیدکن، دانه‌های برنج فرصت کمتری جهت سفید شدن داشته اند. در دور ۷۰۰ دور دردقیقه تقابل زمان ماندگاری و وجود نیروهای اصطکاکی به گونه‌ای رخ داده است که در این دور درصد سفیدشدگی از دور ۶۰۰ و ۸۰۰ دور در دقیقه به‌صورت معنی‌دار کمتر شده است. به‌عبارت دیگر با افزایش یا کاهش این دور می توان به درصد سفید شدگی بیشتری دست یافت. اثر دبی خروجی بر درصد سفیدشدگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین درصد سفیدشدگی (۴/۳۷) در دبی خروجی ۴۰۰ کیلوگرم در ساعت اتفاق افتاد (شکل۷) که علت این امر را می‌توان در افزایش فشار مقابل خروج دانه‌ها در اثر کاهش دبی خروجی (کاهش سطح مقطع دریچه خروجی) جستجو کرد. اثر متقابل دور توپی و دبی خروجی بر درصد سفیدشدگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول۳). با توجه به جدول ۴، مشخص می‌شود که کمترین درصد سفیدشدگی(۱/۰۵ درصد) در دور ۷۰۰ دور دردقیقه با دبی ۶۰۰ کیلوگرم در ساعت و بیشترین آن (۶/۳۳ درصد)، در دور ۶۰۰ دور دردقیقه و دبی خروجی ۴۰۰ کیلوگرم در ساعت اتفاق افتاده است. قوامی و همکاران(۷) در تحقیقات خود با بررسی اثر دور توپی و سطح مقطع خروجی برنج بر کیفیت برنج رقم خزر گزارش کردند که بیشترین درصد سفیدشدگی در دور ۹۰۰ دور در دقیقه با سطح مقطع دریچه خروجی ۶۱۵ میلی‌متر مربع و کمترین آن در دور ۹۰۰ دور در دقیقه و سطح مقطع دریچه خروجی ۷۹۵ میلی‌متر مربع اتفاق افتاد، در نهایت نتیجه گرفتند که با افزایش سطح مقطع دریچه خروجی (افزایش دبی خروجی)، درصد سفیدشدگی کاهش می‌یابد که این نتیجه با نتیجه تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

با توجه به این‌که میزان درصد شکستگی و درصد سفیدشدگی، هر دو از پارامترهای مؤثر بر بازار پسندی و قیمت گذاری برنج است (هر چند سفیدشدن بیش از حد برنج باعث جدا شدن مواد مغذی از آن می‌شود) بنابراین باید در تعیین بهترین ترکیب دور و دبی خروجی به‌منظور حصول بالاترین کیفیت برنج، هر دو پارامتر در نظر گرفته شوند. بدین منظور با مراجعه به جداول ۳ و ۴ می توان دریافت که بالاترین کیفیت برنج (درصد شکستگی کمتر و درصد سفیدشدگی بیشتر) در دور توپی ۶۰۰ دور در دقیقه با دبی خروجی ۵۰۰ کیلوگرم در ساعت ایجاد می‌شود به‌طوری که درصد شکستگی آن، ۲۱/۸ و درصد سفیدشدگی آن، ۵/۲۷ درصد می‌باشد. پیشنهاد می‌شود آزمایش‌های مذکور در مورد ارقام دانه کوتاه و بلند موجود در کشور که از این نوع سفیدکن استفاده می‌شود انجام شده و شرایط بهینه برای هر منطقه تعیین گردد.

نتیجه‌گیری

۱- بیشترین درصد شکستگی(۲۷/۳۴ درصد)، در دور ۸۰۰ دور

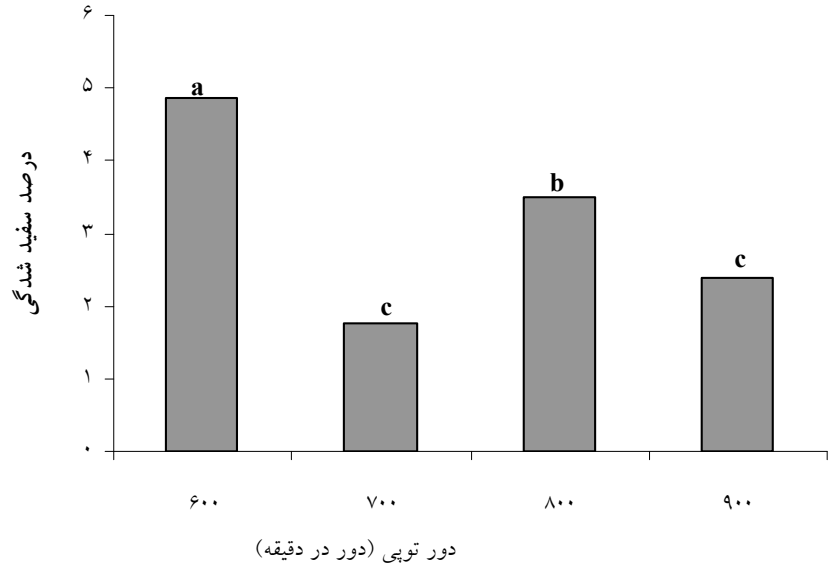
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]

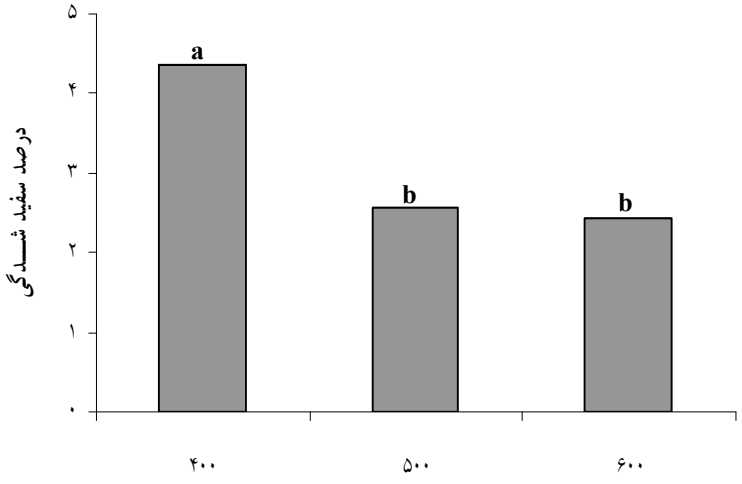
جدول۳. تجزیه واریانس تأثیر دور توپی و دبی خروجی بر درصد سفید شدگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F
تکرار	۲	۱/۷۵	۲/۲۹ $^{n.s}$
دور توپی	۳	۱۶/۶۳	۲۱/۷۸**
دبی خروجی	۲	۱۴/۰۹	۱۸/۴۶**
دورتوپی× دبی خروجی	۶	۴/۸۲	۶/۳۲**
خطای کل	۲۲	۰/۷۶	–

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد



شکل۶. اثر دور توپی بر درصدسفید شدگی



شکل۷. اثر دبی خروجی بر درصد سفیدشدگی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]

جدول۴. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دور توپی و دبی خروجی بر درصد سفیدشدگی

دبی خروجی(کیلوگرم در ساعت)	دور توپی (دور در دقیقه)			
	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰
۴۰۰	۶/۳۳^{a}	۱/۹^{bcde}	۵/۹^{a}	۳/۳۷^{b}
۵۰۰	۵/۲۷^{a}	۲/۳۲^{bcde}	۱/۴۸^{cde}	۱/۲۶^{de}
۶۰۰	۲/۹۵^{bcd}	۱/۰۵^{e}	۳/۱۶^{cb}	۲/۵۳^{bcde}

اعداد دارای یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون دانکن).

در دقیقه با دبی خروجی ۶۰۰ کیلوگرم در ساعت و کمترین آن (۲۰/۹۲ درصد)، در دور ۷۰۰ دور در دقیقه با دبی خروجی ۶۰۰ کیلوگرم در ساعت ایجاد شد.

۲- بیشترین درصدسفیدشدگی (۶/۳۳ درصد)، در دور ۶۰۰ دور در دقیقه با دبی خروجی ۴۰۰ کیلوگرم در ساعت و کمترین آن(۱/۰۵ درصد)، در دور ۷۰۰ دور در دقیقه با دبی خروجی ۶۰۰ کیلوگرم در ساعت رخ داد.

۳- از نظر بالاترین کیفیت برنج (درصد شکستگی کمتر و درصد سفید شدگی بیشتر)، دور ۶۰۰ دور در دقیقه و دبی خروجی ۵۰۰ کیلوکرم در ساعت با ایجاد ۲۱/۸ درصد شکستگی و ۵/۲۷ درصد سفیدشدگی، مناسب‌ترین ترکیب دور و دبی خروجی برای رقم سرخه (رقم دانه متوسط) تشخیص داده شد.

منابع مورد استفاده

۱. بی نام. ۱۳۸۵. گزارش راهبردهای تولید برنج در استان اصفهان. سازمان جهاد کشاورزی، استان اصفهان.

۲. حیدری سلطان آبادی، م. ۱۳۸۴. بهینه‌سازی سیستم سفیدکن تیغه‌ای برنج با استفاده از مارپیچ انتقال. گزارش‌نهایی طرح تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. اصفهان.

۳. حیدری سلطان آبادی، م. و ع. همت. ۱۳۸۶. اثر فاصله از همزن و دبی خروجی بر کیفیت برنج در سفیدکن تیغه ای رایج بهینه شده. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان ۱۱(۱):۱۳۵.

۴. خوش تقاضا، م. هـ.، م. حیدری سلطان آبادی و ت. توکلی.۱۳۸۰. بررسی اثر کیفی اثر تیغه و مقدار ورودی برنج در سفیدکن اصطکاکی. مجله دانشگاه شهید چمران اهواز ۲۴(۲):۱۲۹.

۵. زمانی، ق. و م. علیزاده. ۱۳۸۴. *خصوصیات، شناسایی و تبدیل ارقام مختلف برنج ایران*. انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران.

۶. عابدی، ح. ۱۳۷۶. تعیین رطوبت بهینه تبدیل و زمان برداشت به‌منظور کاهش شکستگی برنج. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی برنج. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.

۷. قوامی، ش. ۱۳۸۱. بررسی اثر دور توپی و درصد سفیدشدگی بر روی میزان برنج خرد شده رقم خزر در دستگاه سفیدکن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۸. قوامی، ش.، ع. برقعی و ا. طباطبایی فر. ۱۳۸۴. بررسی اثر دور توپی و سطح مقطع خروجی درماشین سفیدکن تیغه‌ای، بر روی میزان شکستگی برنج. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۶(۲۲):۱۲۵.

۹. هدایتی پور، ا.، م. بهرامی و م. صفری. ۱۳۸۴. تأثیر رطوبت زمان تبدیل شلتوک بردرصد برنج خرد در دو نوع سفیدکن سایشی و اصطکاکی. مجموعه مقالات دومین همایش ملی ضایعات محصولات کشاورزی، صفحه ۴۷۰-۴۶۴.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]

10. Afzalinia, S., M. Shaker and E. Zare. 2004. Comparison of different rice milling methods. Can. Biosys. Eng. 46(3): 63-66.
11. Anonymous, Test code and Procedure for rice Mills. 1990. RNAM Test Codes and Procedures for Farm Machinery. Pasay City, Metro Manila, Philippines.
12. Courtois, F., M. Abud and C. Bonazzi. 2001. Modeling and control of a mixed- flow rice dryer with emphasis on breakage quality. J. Food Eng. 49: 303-309
13. Mohapatra, D., S. Bal. 2004. Wear of rice in an abrasive milling operation -part2: prediction of bulk temperature rise. Biosys Eng. 89(1): 101-108.
14. Mohapatra, D., S. Bal. 2007. Effect of degree of milling energy consumption, optical measurements and cooking quality of rice. J. Food Eng. 80(1): 119-125.
15. Woodcock, C.R. and J.S. Mason. 1989. Screw conveying. PP. 335-357. *In*: Bulk Solids Handling an Introduction to the Practice and Technology. Chapman and Hall, New York, USA.
16. Yan, T.Y., J. H. Hong and J. H. Chung. 2005. An improved method for the prediction of white embryo in vertical mill. Biosys. Eng. 49: 303- 309
17. Yechury, S. S. 1983. Rice Milling. Govt.of India, New Delhi.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.20.0]