



ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج)

۲۴ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۸



## بررسی کیفیت سفید کردن برنج با سفید کن ۴ توری و مقایسه آن با سفید کن آزمایشگاهی

سید حسین پیمان<sup>۱</sup> - مصطفی صالحی فر<sup>۲</sup> - رضا امیری چایجان<sup>۳</sup> - فاطمه رحیمی<sup>۴</sup>

۱- استادیار گروه مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه گیلان و عضو قطب علمی برنج کشور

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه گیلان

۳- استادیار مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۴- کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی

payman4747@yahoo.com

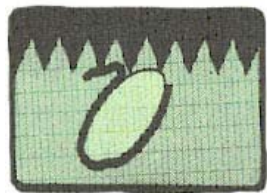
### چکیده

در سال‌های اخیر تولید نوع خاصی از ماشین سفید کن برنج در استان‌های برنج خیز گسترش یافته است. در این تحقیق بررسی کیفیت سفید کردن این نوع از سفیدکن‌ها با نام سفیدکن چهارتوری و مقایسه آن با کیفیت سفید کردن در آزمایشگاه تبدیل انجام پذیرفت. در بررسی صورت گرفته میزان سفیدشدگی یا شاخص سفید شدگی دانه و مقدار شکست برنج مورد ارزیابی قرار گرفت. دو سری آزمایش جدانه بر روی شلتوک صورت پذیرفت. در آزمایش‌های سری اول شلتوک در کارخانه شالیکوبی پس از عبور از مجموعه ماشینهای موجود در خط تبدیل از ماشین سفید کن چهار توری نیز عبور داده شده و برنج سفید بدست آمد. در انتها نیز صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد. در سری دوم آزمایشها شلتوک در آزمایشگاه و توسط تجهیزات آزمایشگاهی تبدیل به برنج سفید شد. در این حالت نیز، صفات مورد نظر اندازه‌گیری شده و در انتها نتایج با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که سفید کردن برنج با سفید کن چهار توری نسبت به سفید کن آزمایشگاهی دارای اختلاف معنی‌دار بوده است. این تفاوت در ارقام هاشمی و خزر در سطوح رطوبتی مورد آزمون از ۰/۶۳ تا ۶/۳۳ درصد برای سفید کن چهار توری بیشتر بود. آزمایش‌ها همچنین نشان داد در شرایط مشابه تبدیل رقم هاشمی نسبت به رقم خزر بیشتر سفید شده و راحت‌تر سبوس از روی آن جدا می‌شود.

**کلمات کلیدی:** سفید کن، چهار توری، برنج، درصد خرد

## مقدمه

برنج یکی از محصولات مهم و استراتژیک در سراسر جهان و از جمله کشورهای ایران می باشد و پس از گندم از جایگاه دوم به لحاظ میزان مصرف در دنیا برخوردار می باشد. طبق آمار فائو در سال ۲۰۰۹، سطح زیر کشت برنج در دنیا حدود ۱۵۸.۶ میلیون هکتار می باشد که تامین کننده ۶۷۴ میلیون تن شلتوک معادل ۴۵۰ میلیون تن برنج تبدیل یافته می باشد. بر این اساس برنج تبدیلی حدود ۶۷٪ وزنی شلتوک را تشکیل می دهد. لازم به ذکر است مقدار فاکتور تبدیل بسته به پارامترهای مختلفی چون کیفیت سیستم های تبدیل، شرایط محیطی و شرایط دانه و دیگر پارامترها گاهی از این مقدار کمتر یا بیشتر می گردد. با توجه به آمار بالا اهمیت نقش هر گونه روشی که به کاهش خسارات دانه بیانجامد، بدیهی می باشد. عملکرد سیستم های تبدیل بر حسب کیفیت تبدیل و یکنواختی تولید از موارد مهم در صنعت تولید محصول برنج قلمداد می گردد. بر این اساس وظیفه عملیات تبدیل، تولید برنج با کیفیت مرغوب است که لزوماً عاری از سبوس و شامل کمترین مقدار دانه شکسته باشد. قرار گرفتن مجموعه‌ای از ماشینهای مختلف با هدف تبدیل شلتوک به برنج سفید در یک محل، یک سیستم تبدیل شلتوک به برنج سفید را تشکیل می دهد که بسته به نوع ماشین انتخاب شده برای هر مرحله از عملیات و ترتیب قرارگیری آنها در کنار یکدیگر، سیستم‌ها با هم متفاوت خواهند شد. یکی از بخشهای سیستم تبدیل مربوط به ماشینهای جداساز سبوس از روی برنج می باشد. عملیات جدا سازی سبوس از دانه را عموماً به نام «مرحله سفید کنی» می خوانند، اما گاهی اوقات به این عمل «صیقل دهی» برنج نیز گفته می شود. دو روش جدا سازی لایه سبوس از برنج قهوه ای وجود دارد (شکل شماره ۱) که عبارتند از: ۱- استفاده از سایش دانه‌ها ۲- استفاده از مالش دانه‌ها .



(ب)



(الف)



شکل ۱- سازوکارهای استفاده از مالش و سایش در سفید کردن دانه برنج  
الف) استفاده از مالش برای سفید کردن دانه (ب) استفاده از سایش برای سفید کردن دانه (ویمبرلی، ۱۹۸۳)

بر اساس دو اصل عنوان شده، ماشینهای سفید کن به دو دسته کلی سفید کن های سایشی و سفید کن های مالشی تقسیم می شوند. سفیدکنی دانه‌ها در ماشینها سفید کن مالشی بر اساس مالش دانه‌ها صورت می گیرد.

پوست کنهای تیغه‌ای (انگلیبرگ) در بسیاری از موارد بویژه در ایران بعنوان سفیدکن مالشی استفاده می‌شوند و با نام کانکا از آنها یاد می‌شود (پیمان و همکاران، ۱۳۷۸). در سالهای اخیر دستگاه سفید کن مالشی دیگری با طول تویی بیشتر و دو توری اضافه تر در زیر محفظه سفید کن و بدون تیغه بصورت کاملا ابتکاری در مناطق شمالی کشور ساخته شده مورد استقبال شالیکوبی ها قرار گرفته است (شکل ۲). نحوه‌ی سفید شدن برنج قهوه ای وارد شده به داخل محفظه سفید کن بدین ترتیب است که مخلوط برنج قهوه ای و شلتوک از خروجی پوست کن وارد قیف روی سفید کن شده و بعد از باز شده کشویی زیر قیف وارد ورودی محفظه سفید کن می‌شود. محفظه ی سفید کن در واقع استوانه ای است افقی که در وسط آن تویی سفید کن در حال گردش می باشد. قسمت بالایی دیواره محفظه (قالباق سفید کن) کاملا صاف بوده اما قسمت زیرین محفظه، از ۴ قطعه نیم دایره ای مشبک (توری یا سیتکا) ساخته شده است.

با نظر به اینکه شکست دانه در طول عملیات تبدیل از مشکلات اصلی در صنعت تولید برنج محسوب می‌گردد تحقیقاتی در این زمینه و با هدف بررسی روش های کاهش آن و توسعه و بهبود روش های جدید صورت گرفته است. حیدری سلطان‌آبادی و همت (۱۳۸۶) به ارزیابی عملکرد یک سفیدکن اصطکاکی رایج در استان اصفهان پرداختند که با روتوری آزمایشی برای بررسی تاثیر نرخ خروجی برنج بر کیفیت برنج انجام شد. افضلی نیا و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه ای به تعیین بهترین روش تبدیل برنج در استان فارس پرداختند که در آن چهار سیستم تبدیل مختلف مورد آزمایش قرار گرفت و در نهایت نتیجه شد که در رطوبت ۱۴-۱۲٪ سیستمی که در آن از سه سفیدکن سایشی بطور سری و پس از آنها از یک سفید کن اصطکاکی به عنوان صیقل دهنده استفاده می‌شود کمترین ضایعات را داراست. تحقیقات ویست (۲۰۰۱) نشان داد که ارقام دانه بلند حساسیت بیشتری به عوامل ایجاد ترک و خرد نسبت به ارقام دانه کوتاه دارند و درصد خرد آنها در شرایط یکسان بیشتر می‌باشد. همچنین رطوبت شلتوک در حین تبدیل نیز عامل مهم دیگری بر کیفیت تبدیل می‌باشد. بارزترین اثر رطوبت بر ضریب اصطکاک شلتوک می‌باشد. یونیکونسלטانت (۱۹۹۱) مقدار راندمان کل تبدیل برنج را در سیستم مرسوم پادنگ ۶۷/۶ درصد و در سفیدکن تیغه‌ای ۶۶/۷ درصد و در سفیدکن های مدرن ۶۸ درصد بیان نمود.

تحقیقات هدایتی پور و همکاران (۱۳۸۶) بر روی تاثیر رطوبت زمان تبدیل شلتوک بر درصد برنج خرد در دو نوع سفیدکن سایشی و اصطکاکی آزمایشگاهی نشان داد مناسب ترین رطوبت تبدیل در سیستم سایشی ۱۲ درصد می باشد. در نوع اصطکاکی رطوبت های ۷ تا ۱۲ درصد تاثیری بر میزان شکستگی برنج نداشت.

هدف این تحقیق بررسی کیفیت سفید کردن نوع خاص از سفیدکن به نام سفیدکن چهارتوری و مقایسه آن با کیفیت سفید کردن در آزمایشگاه تبدیل بوده است. در بررسی صورت گرفته میزان سفیدشدگی یا شاخص سفید شدگی دانه مورد ارزیابی قرار گرفت.

## مواد و روشها

در این تحقیق دو سری آزمایش جدانه بر روی شلتوک صورت پذیرفت. در آزمایش های سری اول شلتوک تهیه شده به کارخانه شالیکوبی منتقل شده و پس از عبور از مجموعه ماشینهای موجود در خط تبدیل از ماشین سفید کن چهار توری نیز عبور داده شده و برنج سفید بدست آمد. در انتها نیز صفات مورد نظر اندازه گیری شد. در سری دوم آزمایشها شلتوک به آزمایشگاه منتقل شده و توسط تجهیزات آزمایشگاهی عمل تبدیل صورت پذیرفت. در این حالت نیز، صفات مورد نظر اندازه گیری شده و در انتها نتایج با یکدیگر مقایسه شدند. آزمایشها بصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی و با ۱۰ تکرار انجام پذیرفت. فاکتورهای این آزمایش عبارت بودند از رقم و رطوبت، که هر کدام دارای دو سطح بوده اند. رقمها شامل برنج رقم هاشمی و خزر بوده و سطوح رطوبتی برای هر یک از این رقمها ۸ و ۱۱ درصد انتخاب شده بود. شلتوکهای مورد آزمایش از منطقه آبکنار از توابع شهرستان انزلی در استان گیلان تهیه شده و در شرایط رایج منطقه خشک کن شد. برای انجام آزمون در کارخانه شالیکوبی با سفید کن چهار توری، با توجه به حد اکثر ظرفیت عنوان شده برای دستگاه (۱۲۰۰ کیلوگرم در ساعت)، ۵۰۰ کیلوگرم شلتوک از رقم و در هر سطح رطوبتی استفاده شد. بنابر این برای هر رقم که دارای دو سطح رطوبتی بوده است ۱۰۰۰ کیلوگرم شلتوک تهیه شده بود. شلتوکها پس از خشک شدن و رسیدن به رطوبت مورد نظر، در کارخانه عطایی واقع در روستای لیوشاگرد از توابع شهرستان صومعه سرا مورد تبدیل قرار گرفتند.

رطوبت شلتوک نیز توسط رطوبت سنج مدل GMK303 اندازه گیری و کنترل شد. سرعت توبی سفید کن در دو حالت بی باری و تحت بار توسط دورسنج ساخت کشور تایوان و مدل آن DT-2236 اندازه گیری گردید. برای تعیین کیفیت شلتوک (درصد ترک، دانه های شکم گچی و شکسته) از ترک بین پیمان (۱۳۸۲) استفاده شد. در آزمایشگاه برای سفید کردن برنج قهوه ای از سفید کن سایشی HUNAN TOWIN مدل TERP30، برای جدا کردن دانه های شکسته برنج از الک دوار HUNAN TOWIN مدل TERS-1 و از ترازوی آزمایشگاهی مدل TE313S برای توزین نمونه ها استفاده شد. در استفاده از ترک بین تعداد ۵۰ عدد دانه بطور تصادفی انتخاب شده و بعد از چیدن روی صفحه ترک بین مورد ارزیابی قرار گرفت و این کار با سه تکرار انجام پذیرفت.

هر تیمار مورد آزمون وارد مخزن ورودی کارخانه شده پس از عبور از الک شلتوک وارد پوست کن غلتک لاستیکی می شد، پوست شلتوک توسط دستگاه پوست کن گرفته شده و برنج قهوه ای به دست آمده وارد مخزن دستگاه سفید کن می شود. در این مرحله یک نمونه دو کیلوگرمی از برنج قهوه ای برای اندازه گیری برخی صفات تهیه گردید و درون پاکت کاغذی نگهداری شد.

بعد از باز کردن دریچه مخزن دستگاه سفید کن برنج قهوه ای که مخلوط با شلتوک بود وارد سفیدکن شده و عمل سبوس گیری یا سفید کردن برنج انجام پذیرفت. از زمان شروع باز کردن دریچه مخزن سفید کن، بعد از ۵ دقیقه، نمونه برداری به مدت ۱۰ دقیقه صورت گرفته و برنج خروجی، قبل از الک شدن، کیسه گیری می شد. ۵ دقیقه اول به جهت آماده سازی سفید کن و گرم شدن آن و نیز خارج شدن برنج های باقیمانده از قبل در نظر گرفته نمی شد. اما برنج سفید جدا شده در ۱۰ دقیقه کار سفید کن برای اندازه گیری ظرفیت واقعی دستگاه و نمونه برداری برای آزمایش های بعدی مورد استفاده قرار می گرفت. در این مرحله تعداد ۱۰ نمونه یک کیلوگرمی به عنوان تکرار، از برنج سفید بدست آمده جدا می شد (در حین خروج برنج از سفیدکن). بعد از جمع آوری کل نمونه و بسته بندی آنها، نمونه ها به آزمایشگاه تبدیل در گروه مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه گیلان انتقال داده شدند. تا مورد ارزیابی قرار گیرند. از شلتوک مورد آزمون نیز پیش از تبدیل نمونه برداری شد تا کیفیت آن تعیین شود.

نمونه های انتقال یافته به آزمایشگاه تحت بررسی صفات مورد نظر قرار گرفتند. این صفات عبارت بودند از: درصد ترک و شکست، میزان شلتوک پوست نکنده همراه با برنج قهوه ای، وزن هزار دانه برنج سفید، وزن هزار دانه برنج قهوه ای و اختلاف وزن هزار دانه برنج سفید و برنج قهوه ای. برای تعیین کیفیت عمل سفید کن مورد نظر، نمونه های شلتوک اصلی در آزمایشگاه نیز به کمک تجهیزات آزمایشگاهی تبدیل شده و نتایج کارخانه ای با نتایج آزمایشگاهی مقایسه شد.

در این آزمایش شاخص سفید شدگی مورد بررسی قرار گرفت. شاخص سفید شدگی از رابطه زیر بدست آمد:

$$WI = \frac{Wb - Ww}{Wb} \quad (1)$$

$WI$  = شاخص سفید شدگی و  $Wb$  = وزن هزار دانه برنج قهوه ای و  $Ww$  = وزن هزار دانه برنج سفید

برای بررسی های آزمایشگاهی مقدار ۱۰۰ گرم از هر نمونه شلتوک وزن شده و توسط دستگاه پوست کن به برنج قهوه ای تبدیل شد. سپس وزن هزار دانه و درصد برنج قهوه ای شکسته و سالم تعیین گردید. با استفاده از سفیدکن سایشی سبوس از روی برنج قهوه ای برداشته شده و برنج سفید به دست آمد. برای استفاده از سفیدکن آزمایشگاهی مقدار ۲۰ گرم برنج قهوه ای را درون دستگاه سفیدکن ریخته و عمل سفید کردن به مدت ۶۰ ثانیه (برای کلیه نمونه ها به صورت ثابت) انجام شد. نمونه به دست آمده از سفید کن مورد بررسی های نهایی قرار گرفته و وزن هزار دانه و درصد شکست برنج تعیین شد.

برای استفاده از الک برنج نیز از نمونه های مربوط به کارخانه مقدار ۳۰ گرم از برنج سفید وزن شده درون دستگاه قرار گرفت و الک شد و برای نمونه های آزمایشگاهی، کل برنج خروجی سفید کن وارد الک می شد. طول زمان الک نیز بر اساس زمان تنظیم شده دستگاه (۳۰ ثانیه) برای تمام نمونه ها یکسان بوده است. بعد از الک کردن نیز وزن برنج سالم و شکسته مشخص و یادداشت شد، برنج های سالم و شکسته نیز درون نایلون ریخته شده و نگهداری شدند. در این آزمایش از نرم افزار SAS نسخه 9.1 برای تجزیه داده ها استفاده گردیده است. در ادامه برای اختصار برنج سفید با ب.س. و برنج قهوه ای با ب.ق نمایش داده می شود.

### نتایج و بحث

همانگونه که پیشتر اشاره شد، ابتدا کیفیت شلتوک مورد ارزیابی قرار گرفت برای این کار شلتوک ها بصورت دستی پوست کنده شدند و سپس با استفاده از ترک بین درصد شکست و درصد ترک در برنج قهوه ای در سه تکرار به دست آمد. میانگین نتایج بدست آمده در جدول ۱ قابل مشاهده می باشد.

جدول ۱- نتیجه بررسی کیفیت شلتوک قبل از انجام آزمایش ها به کمک ترک بین

رقم	رطوبت	ب.ق شکست (%)	درصد ب.ق ترک دار (%)
هاشمی	۸	۳	۰
هاشمی	۱۱	۴	۱
خزر	۸	۷	۶
خزر	۱۱	۸	۶

با توجه به نتایج بدست آمده در ارزیابی اولیه شلتوک های مورد آزمایش مشخص گردید که برنج رقم هاشمی نسبت به برنج خزر هم از نظر میزان خرد اولیه دانه و هم از نظر درصد ترک های اولیه از کیفیت بهتری برخوردار می باشد.

### نتایج تبدیل شلتوک به برنج سفید در آزمایشگاه

در آزمایشگاه نمونه های شلتوک تهیه شده پس از پوست کنی و سفید کردن مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج تجزیه داده ها نشان داد که رقم و اثر متقابل رقم و رطوبت با سطح اطمینان ۹۹ درصد و رطوبت نیز با سطح اطمینان ۹۵ درصد بر درصد برنج سالم استحصالی از سفید کن دارای اثر معنی داری می باشند. همچنین فاکتور رقم

بر روی اختلاف وزن ۱۰۰۰ دانه ب.ق و ب.س نیز با سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اثر معنی داری بوده است (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده آزمایشگاهی

منبع تغییرات	صفات		اختلاف وزن هزار دانه ب.س و ب.ق
	درجه آزادی	خرد برنج	
بلوک	۲	۵/۵۸	۰/۰۱ <sup>ns</sup>
واريته	۱	۳۲۷/۸۱ <sup>**</sup>	۰/۰۹ <sup>*</sup>
رطوبت	۱	۴۸/۳۲ <sup>*</sup>	۰/۰۰۹ <sup>ns</sup>
واريته×رطوبت	۱	۱۳۱/۴۷ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۳ <sup>ns</sup>
اشتباه آزمایشی	۱۱	۵/۵۸	۰/۱۸
CV%	-	۲/۷۳	۹/۳۶

مقایسه میانگین برای اختلاف وزن هزار دانه ب.ق و ب.س به روش توکی و با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت و نتایج نشان دادند که برنج هاشمی دارای اختلاف وزنی بیشتری می باشد (جدول ۳). این بدان معنی است که در زمان برابر، میزان سبوس جدا شده از برنج رقم هاشمی بیشتر بوده و در نتیجه برنج لایه آلورون بیشتری را از دست داده است. مقایسه میانگین اثرات متقابل نیز به روش توکی و با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد و نتایج نشان داد که رقم هاشمی با رطوبت ۸ درصد دارای بیشترین دانه سالم تولیدی بوده ولی اختلاف معنی داری با رقم هاشمی با سطح رطوبتی ۱۱ درصد ندارد. رقم خزر با رطوبت ۸ درصد نیز دارای اختلاف معنی داری با سایر تیمارها بوده و دارای کمترین مقدار برنج سالم تولیدی می باشد (جدول ۴). با توجه به نتایج تجزیه آماری مشخص گردید که اثر متقابل رقم و رطوبت دارای اثر معنی داری بر کیفیت می باشد (جدول ۴).

نتایج تبدیل شلتوک به برنج سفید در کارخانه

نتایج بررسی‌ها نشان داد که برنج رقم هاشمی با رطوبت ۱۱ درصد دارای بیشترین برنج قهوه‌ای سالم در بین سایر تیمارها بوده است. همچنین برنج رقم خزر با رطوبت ۸ درصد نیز دارای بیشترین مقدار شلتوک همراه با برنج قهوه‌ای بوده است (جدول ۵).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر رقم بر اختلاف وزن هزار دانه ب.س و ب.ق

رقم	میانگین (اختلاف وزن هزار دانه)
هاشمی	۱/۱۴ <sup>a</sup>
خزر	۰/۹۶ <sup>b</sup>

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رطوبت و رقم بر میزان برنج سفید شکسته در شرایط آزمایشگاهی

رقم	رطوبت (%)	میانگین برنج سفید شکسته
هاشمی	۸	۷/۱۶ <sup>a</sup>
هاشمی	۱۱	۹/۷۷ <sup>ab</sup>
خزر	۸	۱۷/۲۴ <sup>c</sup>
خزر	۱۱	۱۳/۶ <sup>ab</sup>

جدول ۵- بررسی اولیه ب.ق حاصل از کارخانه

رقم	رطوبت (%)	درصد شکست
هاشمی	۸	۵/۷۷
هاشمی	۱۱	۵/۲۰
خزر	۸	۸/۹۴
خزر	۱۱	۹/۵۹



## نتایج تبدیل سفید کن چهار توری

از تیمارهای مورد آزمون در کارخانه در قالب فاکتوریل بر پایه بلوک کامل تصادفی نمونه برداری شد. تعداد ۱۰ تکرار از هر تیمار تهیه گردید. نتایج تجزیه داده ها نشان داد که رقم بر درصد برنج سالم، اختلاف وزن هزار دانه برنج قهوه ای و برنج سفید، کیفیت و شاخص سفید شدگی دارای اثر معنی داری با سطح اطمینان ۹۹ درصد بوده اند. سطوح رطوبتی نیز بر کیفیت دارای اثر معنی داری با سطح اطمینان ۹۵ درصد می باشد. همچنین اثر متقابل رطوبت و رقم نیز بر کیفیت برنج سفید با سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای اثر معنی داری بوده است (جدول ۶).

جدول ۶- میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده از سفید کن چهار توری

صفات	درجه آزادی	درصد برنج شکسته	اختلاف وزن هزار دانه ب. س و ب. ق	شاخص سفید شدگی	منبع تغییرات
بلوک	۹	۱۲/۷۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۲۸/۴۹ <sup>ns</sup>	
واريته	۱	۳۵۸/۵۴ <sup>**</sup>	۱۰/۵۲ <sup>**</sup>	۳۴۱۷۱/۲۰ <sup>**</sup>	
رطوبت	۱	۲۱/۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۳ <sup>ns</sup>	۴۳۵/۴۹ <sup>**</sup>	
واريته × رطوبت	۱	۳/۱۷ <sup>ns</sup>	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۱۲۱۶۴/۴۶ <sup>**</sup>	
خطای آزمایشی	۲۵	۱۱/۳۰	۰/۱۴	۱۹/۸۳	
CV%	-	۴/۰۰۲	۲۱/۷۰	۰/۴۹	

ns نشانه عدم اثر معنی دار \* نشانه معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و \*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد می باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده از تجزیه آماری مربوط به سفید کن چهار توری در کارخانه مشخص گردید که فاکتورها به تنهایی دارای اثر معنی داری بر صفات اندازه گیری شده بوده اند. رقم دارای اثر معنی داری بر درصد برنج شکسته بوده که مقایسه میانگین آن به روش توکی و با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت و مشخص شد که رقم هاشمی با ۱۲/۷۵ خرد، دارای درصد برنج سفید سالم بیشتری بوده است (جدول ۷).

همچنین مقایسه میانگین اثر رقم بر اختلاف وزن هزار دانه نیز به روش توکی و با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت و نتایج نشان داد که رقم هاشمی با میزان ۲/۳۳ گرم دارای بیشترین اختلاف بین وزن هزار دانه برنج قهوه ای و برنج سفید بوده است (جدول ۷).

جدول ۷- مقایسه اثر رقم بر درصد برنج شکسته

رقم	اختلاف وزن ۱۰۰۰ دانه ب.س و ب.ق	شاخص سفیدشدگی	درصد برنج شکسته
هاشمی	۲/۳۳ <sup>a</sup>	۱۲/۰۷ <sup>a</sup>	۱۲/۷۵ <sup>a</sup>
خزر	۱/۲۶ <sup>b</sup>	۷ <sup>b</sup>	۱۸/۱۹ <sup>b</sup>

مقایسه داده های تبدیل از کارخانه با آزمایشگاه

نتایج مقایسه نشان می دهد که بیشترین اختلاف بین درصد برنج سفید تبدیل شده در آزمایشگاه و کارخانه در رقم خزر با رطوبت ۱۱ درصد مشاهده می شود. بعبارت دیگر بیشترین انحراف از شرایط استاندارد مربوط به این تیمار می باشد. و این درحالی است که رقم خزر با رطوبت ۸ درصد دارای کمترین اختلاف با مشاهدات آزمایشگاهی می باشد (جدول ۸).

جدول ۸- مقایسه میزان برنج سالم آزمایشگاه و کارخانه طی فرایند تبدیل

رقم	رطوبت (%)	درصد برنج سفید شکسته	
		آزمایشگاه	چهار توری
هاشمی	۸	۷/۱۶	۱۲/۲
هاشمی	۱۱	۹/۷۷	۱۳/۰۸
خزر	۸	۱۷/۲۴	۱۷/۸۷

### آزمون t برای میانگین درصد شکست برنج سفید و قهوه ای کارخانه

برای مشخص کردن وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین میانگین درصد برنج سالم سفید و قهوه ای از این آزمون بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که مقدار t در همه تیمارهای مورد آزمایش دارای اثر معنی دار با سطح اطمینان ۹۹ درصد بوده است. یعنی سفید کردن برنج منجر به تاثیر معنی دار بر میزان شکست برنج قهوه ای شده است و میزان شکست را بطور معنی داری افزایش داده است. فرض دوم این آزمون  $\mu_w \neq \mu_b$  می باشد، یعنی میانگین درصد برنج سالم سفید با میانگین برنج سالم قهوه ای یکسان نمی باشد. و با توجه به معنی دار بودن آزمون t این فرض قابل قبول است و این عدم مساوی بودن نیز برقرار می باشد و این دو میانگین دارای اختلاف معنی داری با هم می باشند (جدول ۹).

جدول ۹- نتیجه آزمون t برای دستگاه سفید کن

رقم	رطوبت (%)	اختلاف بین برنج سفید و قهوه ای	اختلاف بین شکست دانه در آزمایشگاه و کارخانه
هاشمی	۸	۴/۳۱**	۵/۵۵**
هاشمی	۱۱	۵/۴۵**	۱۰/۹۳**
خزر	۸	۷/۲۳**	۹/۶۳**
خزر	۱۱	۸/۰۷**	۱۲/۱۳**

### آزمون t برای میانگین درصد شکست برنج سفید کارخانه و آزمایشگاه

نتایج آزمون t نشان می دهد که در همه تیمارها میانگین برنج سالم قهوه ای و سفید دارای اختلاف معنی داری با سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد. در این آزمون نیز فرض دوم  $\mu_f \neq \mu_l$  معنی دار بودن را نشان می دهد. بعبارت دیگر بین میانگین های دو دسته اختلاف معنی داری وجود دارد، بعبارت دیگر دستگاه سفید کن دارای اثر معنی دار

بر درصد شکست برنج سفید دارد (جدول ۹). بطور کل نتایج نشان داد که میزان درصد برنج خرد ایجاد شده در شرایط آزمایشگاهی خیلی کمتر از میزان درصد برنج خرد ایجاد شده در کارخانه می باشد که برای تمام تیمارها این اختلاف درصد خرد معنی دار بوده است.

## منابع

- ۱- پیمان، م. ح. توکلی هاشجین، ت. و مینایی، س. ۱۳۷۸. بررسی سیستم‌های تبدیل شلتوک به برنج سفید در ایران و جهان. مجموعه مقالات هفتمین گردهمایی برنج کشور.
- ۲- حیدری سلطان آبادی، م. و همت، ع. ۱۳۸۶. اثر فاصله تیغه از همزن و دبی خروجی بر کیفیت برنج در سفیدکن تیغه‌ای رایج بهینه شده. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره اول، ص ۱۳۵-۱۴۶.
- ۳- هدایتی پور، ا. بهرامی، م. صفری، م. ۱۳۸۴. تاثیر رطوبت زمان تبدیل شلتوک بر درصد برنج خرد در دو نوع سفیدکن سایشی و اصطکاکی. مجموعه مقالات دومین همایش بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.
۴. Afzalnia, S., M. Shaker and E. zare. 2002. Comparison of different rice milling methods. North-central intersectional meeting sponsored by ASAE and CSAE Canada, September 27-28.
5. Wimberly, J.E.(1983). Paddy Rice Post harvesting industry in Developing Countries. International Rice Research Institute, Manila, Philipines.
6. Wiset, L., Srzednicki, G. and Driscoll, R.,(2001). Effects of high temperature drying on rice quality. Agricultural Engineering International: the CIGR journal of Scientific Research and Development. Mnuscript.FP01003.
7. Uniconsultant. 1991. Study on the estimation of seed, feed and post harvest of food grain crops in Bangladesh. Food Planning and Monitoring Unit, Ministry of Food, Govt. of Bangladesh.