

تأثیر سیستم‌های مدرن و متداول بر ضایعات فرایند تبدیل شلتوک در استان گیلان (۲۵۹)

جمال خسروی^۱، محمد امین آسودار^۲، محمد علیزاده^۳، میرحسین پیمان^۴

چکیده

برنج پس از گندم مهم‌ترین ماده غذایی مورد مصرف در ایران به شمار می‌آید. با توجه به افزایش جمعیت و لزوم خودکفایی در تولید برنج، کاهش ضایعات در فرایند تبدیل شلتوک به برنج سفید یکی از موارد مهم در افزایش تولید محسوب می‌شود. در این پژوهش تأثیر سیستم‌های تبدیلی مدرن و متداول را روی رقم برنج هاشمی، کاظمی و هیبرید، با هدف انتخاب سیستمی با ضایعات کمتر بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار در کارخانه‌های شالی‌کوبی استان گیلان انجام گردید. در هر تیمار درصد شکستگی برنج سفید، درصد ترک برنج و درجه سفید شدگی برنج سفید محاسبه شد. نتایج نشان داد اثر سیستم‌های تبدیل و رقم روی درصد شکستگی و درصد ترک و عامل رقم روی درجه سفید شدگی برنج سفید در سطح ۱٪ بسیار معنی‌دار بود درحالی‌که اثرات متقابل رقم و سیستم‌های تبدیل روی درصد شکستگی، درصد ترک و درجه سفیدشدگی معنی‌دار نبوده است. سیستم مدرن با ۱۶٪، ۱۹/۷۹٪ و ۲۳/۸۱٪ درصد شکستگی و ۱/۴٪، ۱/۲٪ و ۲٪ درصد ترک به ترتیب برای ارقام هاشمی، هیبرید و کاظمی کمترین ضایعات را دارد. رقم هاشمی کمترین ضایعات را در سیستم‌های تبدیل داشت. ارقام هاشمی و هیبرید نیز به ترتیب بیشترین و کمترین درجه سفید شدگی را در بین ارقام مورد نظر نشان دادند.

کلیدواژه: برنج، سیستم‌های تبدیلی، درصد شکستگی، درجه سفید شدگی، ضایعات

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، اهواز
۲- استادیار گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، اهواز
۳- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی موسسه تحقیقات برنج شور
۴- استادیار گروه ماشین‌های کشاورزی دانشگاه گیلان

مقدمه

برنج یکی از منابع اصلی و مهم غذایی و منبع درآمد بسیاری از مردم جهان بشمار می‌آید. تفاوت برنج با سایر غلات که معمولاً بصورت آرد مصرف می‌شوند این است که عمدتاً بصورت دانه مصرف می‌شود. بنابراین ارزش اقتصادی محصول برنج به میزان زیادی بوسیله برنج سالم تولید شده تعیین می‌گردد [۱۲]. مصرف سرانه برنج ایرانیان تقریباً ۳۸ کیلوگرم در سال است و با توجه به نرخ رشد جمعیت کشور پیش‌بینی می‌شود مصرف سالانه برنج کشور در سال ۲۰۲۰ میلادی به ۴ میلیون تن برسد [۱]. تامین این نیاز از طریق افزایش سطح زیر کشت با مدیریت زراعی مناسب، افزایش تولید در واحد سطح از طریق مهندسی به‌زراعی و معرفی ارقام پرمحصول و کاهش ضایعات امکان‌پذیر است. از میان انواع ضایعات پس از برداشت، شکست دانه از مهمترین عوامل در کاهش کیفیت و قیمت محصول تولیدی بشمار می‌آید. مرحله تبدیلی شامل رساندن رطوبت شلتوک به رطوبت مناسب بوسیله گرما، جدا کردن ناخالصی‌ها و مواد خارجی در واحد تمیز کننده، پست‌کنی شلتوک و تولید برنج قهوه‌ای، سفید کردن برنج قهوه‌ای تحت تاثیر نیروهای اصطکاکی و فشاری در دستگاه سفیدکن، درجه‌بندی و انبارکردن می‌باشد. مجموع ضایعات فرایند تبدیلی بین ۱۸ تا ۲۷ درصد برآورد شده‌است [۶]. شرایط محصول در دوره‌های مختلف کشت و کار، شرایط برداشت، نحوه خشک‌کردن، شرایط فیزیکی دانه، شرایط محیطی کارگاه، نوع و کیفیت دستگاه‌ها از عوامل مؤثر بر شکست دانه در مرحله تبدیل می‌باشد. این عوامل مؤثر ۱ می‌توان به دو عامل فنی شامل عملیات برداشت، حمل و نقل، انبارداری و عامل رقم مانند خصوصیات فیزیکی و مکانیکی شلتوک تقسیم کرد [۷].

در بررسی تاثیر پارامترهای خشک‌کن بر شکست دانه مشخص شد که دما و رطوبت نهایی محصول از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شکست دانه محسوب می‌شوند [۳]. بررسی عامل رطوبت شلتوک بر عملکرد سیستم تبدیلی نشان داد در دامنه رطوبتی ۱۴-۱۰ درصد به ازاء هر یک درصد کاهش رطوبت دانه، عملکرد سیستم تبدیل به میزان ۰/۷ تا ۳ درصد افزایش می‌یابد [۱۴]. مطالعات آزمایشگاهی نشان داد با کاهش رطوبت و گذر از دمای بالای انتقال شیشه‌ای، عامل خمیری شدن نشاسته درون دانه یعنی آب، کاهش یافته در نتیجه نشاسته برنج حالت کریستال و سخت پیدا کرده که باعث مقاومت بیشتر و کاهش شکست دانه در مرحله‌های بعدی می‌شود [۱۵]. افزایش تمایل به برداشت مکانیزه و مستقیم برنج در شمال، افزایش رطوبت در زمان برداشت و قدیمی بودن سیستم‌های خشک‌کردن باعث افزایش تاثیر خشک‌کن‌ها در ضایعات برنج شده‌است. بصورتی که خشک‌کردن سریع شلتوک در دماهای بالا، بوسیله خشک‌کن‌های متداول، به علت ایجاد تنش‌های حرارتی، باعث ترک خوردن دانه می‌شود. افزایش زمان خشک‌کردن باعث بهبود کیفیت تبدیل شلتوک به برنج سفید می‌شود [۸].

زمان مورد نیاز برای فرایند سفیدکنی و پوست‌کنی از دیگر عوامل مؤثر در میزان ضایعات است، افزایش زمان مورد نیاز برای فرایندهای تبدیلی باعث افزایش شکستگی دانه می‌شود [۱۱]. از طرفی افزایش زمان سفیدکنی باعث از دست‌رفتن بیشتر مواد غذایی مطلوب پوسته برنج می‌شود [۹]. در تحقیقی که در کارگاه‌های تبدیل برنج در مرودشت انجام شد نتایج نشان داد که وجود دستگاه پادیه (جداساز شلتوک از برنج قهوه‌ای که بعد از پوست‌کنی قرار می‌گیرد)، ۰/۰۶ درصد میزان شکستگی را کاهش خواهد داد. نتایج همین تحقیقات گزارش داد استفاده از سفیدکن سایشی و تیغه‌ای به عنوان مکمل هم درصد شکستگی را به میزان معقولی می‌رساند هم برنج تولیدی از بازار پسندی خوبی برخوردار است [۵].

با توجه به عوامل مؤثر در کیفیت فرایند تبدیلی و ورود تکنولوژی جدید به منطقه، در این تحقیق سعی شد تاثیر سیستم‌های مدرن و متداول تبدیل شلتوک روی ضایعات ارقام متداول و جدید برنج منطقه بررسی شود. با توجه به اینکه این تحقیق تنها روش‌های تبدیلی موجود در کارخانه‌های شالی‌کوبی بررسی می‌کند و از انجام هر نوع شرایط آزمایشگاهی جلوگیری شده.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ۳ کارخانه شالی‌کوبی در شهرستان‌های رشت و لاهیجان انجام شد. برای ایجاد یکنواختی در ماده آزمایشی و از بین بردن اثرات مختلف رشد برنج روی تیمارها، تمامی ارقام مورد نظر از یک مزرعه تهیه شد. برای از بین بردن تاثیر روش‌ها و وضعیت‌های مختلف خشک‌کردن تمامی شلتوک‌ها بصورت یکسان و هم‌زمان در یک خشک‌کن بستر ثابت به مدت ۴۸ ساعت خشک شد تا رطوبت شلتوک به رطوبت مورد نظر تبدیل (۹٪) برسد. دمای نهایی خشک‌کن در محدوده ۴۰ تا ۴۵ درجه

سانتیگراد بود [۱]. پس از رسیدن به رطوبت مورد نظر شلتوک‌ها درون کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد تا از تبادل رطوبتی با محیط اطراف کاملاً جلوگیری شود. برای انجام هر آزمایش و برای هر رقم، مقدار ۱۲۰ کیلوگرم شلتوک آماده و به ورودی هر سیستم وارد شد. پس از تنظیمات لازم و رسیدن به حد بهینه کیفیت برنج، در فواصل زمانی مساوی ۱۰ نمونه به ترتیب از خروجی پوست‌کن و سفیدکن در کیسه‌های پلاستیکی جمع‌آوری شد و برای اندازه‌گیری درصد شکستگی، درصد ترک و درجه سفید شدگی مورد استفاده قرار گرفت. تمامی کارهای آزمایشگاهی و اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت انجام شد.

الف) درصد شکستگی برنج سفید

طبق تعریف برنج‌هایی که اندازه آنها بیش از ۷۵ درصد طول یک برنج کامل باشند، برنج سالم محسوب می‌شوند. نسبت وزن برنج‌های شکسته به وزن کل نمونه درصد شکستگی برنج را مشخص می‌کند [۱۱]. برای جداکردن برنج‌های سالم و شکسته از یکدیگر از الک دوار استفاده شد. برای این کار نمونه‌های ۵۰ گرمی داخل الک ریخته شده و پس از تنظیم الک در مدت ۳۰ ثانیه دانه‌های سالم و شکسته از هم جدا شده و وزن شدند.

ب) درجه سفیدشدگی

برای اندازه‌گیری درجه سفیدشدگی برنج، براساس استاندارد درصد کاهش وزن برنج قهوه‌ای در اثر سفید شدن اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه برنج قهوه‌ای از شلتوک‌های آماده تبدیل ۵ نمونه‌های ۱۰۰۰ تایی بصورت تصادفی انتخاب شد. پوست شلتوک بصورت دستی جدا شده و پس از توزین بوسیله ترازوی دیجیتالی وزن هزار دانه هر سه رقم بدست آمد. وزن هزار دانه برنج سفید سالم به شرایط سفید شدن بستگی داشت و متغیر بود. درجه سفید شدگی از نسبت بین تفاوت وزن برنج قهوه‌ای از برنج سفید سالم به وزن برنج قهوه‌ای بدست می‌آید [۱۳].

ج) درصد ترک برنج سفید

برای اندازه‌گیری این شاخص، از هر کدام از نمونه‌های استحصالی برنج سفید و قهوه‌ای، تعداد ۱۰۰ دانه سالم را بطور تصادفی انتخاب و بر روی دستگاه ترک‌بین [۲] قرار گرفت و دستگاه را روشن کرده تا نور از زیر بتابد. آنگاه با استفاده از ذره‌بین به دانه‌ها نگاه کرده و دانه‌های ترک‌دار شمارش می‌شود و نهایتاً درصد آنها را معلوم گردید. این کار را برای هر نمونه، ۵ بار تکرار کرده و میانگین درصدهای پنج‌گانه بعنوان درصد ترک هر نمونه (تکرار) در نظر گرفته شد. سپس از درصد ترک نمونه‌های ده‌گانه هر تیمار، میانگین‌گیری بعمل آمد و حاصل مد نظر قرار گرفت. پس از انجام اندازه‌گیری‌های مورد نظر، جمع‌آوری نمونه‌ها و انجام محاسبات، اطلاعات را دسته‌بندی کرده و برای تجزیه واریانس هر دسته از داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده گردید و برای آزمون میانگین تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد.

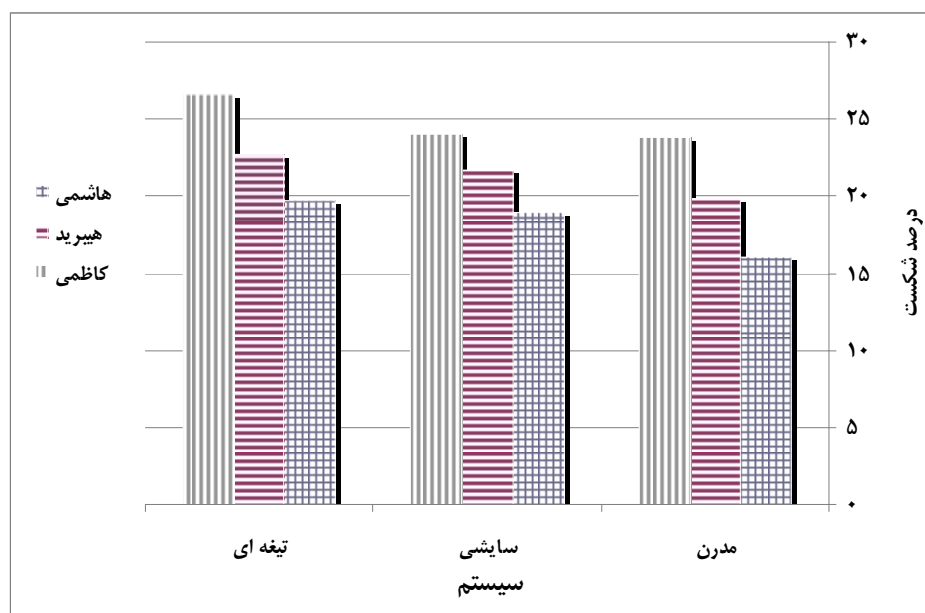
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس، تاثیر سیستم‌های تبدیلی و ارقام مختلف روی شکست برنج سالم در جدول (۱) نشان داده شده است. همانطور که مشخص است عامل سیستم و رقم در سطح ۱٪ به شکل معنی‌داری روی درصد شکست برنج سالم تاثیر داشته، ولی اثر متقابل این دو عامل روی شکستگی برنج سفید اثر معنی‌داری نداشته است.

جدول ۱- تجزیه واریانس، تاثیر سیستم و رقم روی درصد شکستگی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	احتمال
تیمار	۸	۰/۰۱۵۴۳	۱۸/۴۵	۰/۰۰۰۱<***
سیستم	۲	۰/۰۱۱۲۱	۱۳/۴۰	۰/۰۰۰۱<***
واریته	۲	۰/۰۴۸۸۵	۵۸/۳۸	۰/۰۰۰۱<***
سیستم*واریته	۴	۰/۰۰۰۸۳	۱/۰۰	۰/۴۱۰۷
اشتباه	۸۱	۰/۰۰۰۸۳		

رقم هاشمی در هر سه سیستم تبدیلی کمترین میزان ضایعات را دارا بود و رقم کاظمی که رقمی حساس به شکست محسوب می شود بیشترین میزان ضایعات را دارا بود (شکل ۱). رقم هیبرید به عنوان یک رقم پر محصول و جدید که هنوز کارخانه داران با خصوصیات و ویژگی های این رقم آشنایی چندانی ندارند نیز پاسخ مناسبی به سیستم های مورد نظر داده است. علت وجود ضایعات کمتر در سیستم مدرن را می توان به سایشی بودن دستگاه ها در هر دو مرحله پوست کنی و سفیدکنی نسبت داد که با نتایج بدست آمده توسط رابط و همکاران [۴] هماهنگی دارد. علت ضایعات بیشتر سیستم های متداول سایشی و تیغه ای را می توان به سفیدکن های تیغه ای، که تحت تاثیر ضربه برنج قهوه ای را به برنج سفید تبدیل می کنند، نسبت داد. با توجه به عدم ایجاد شرایط آزمایشگاهی و کنترل روی فرآیند تبدیلی، بنظر می رسد محتوای رطوبتی شلتوک ها برای تبدیل مناسب باشد، زیرا تحقیقات نشان می دهد که در سطوح پایین رطوبت کیفیت برنج تبدیلی بیشتر بوده و میزان ضایعات کاهش می یابد [۱].



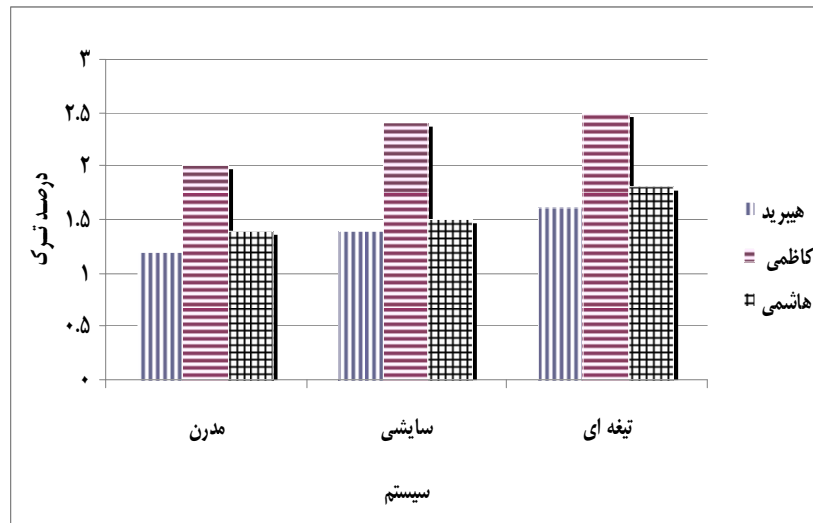
شکل ۱- مقایسه میانگین درصد شکست ارقام مختلف برنج در سیستم های مورد آزمایش

نتایج تجزیه واریانس داده های بدست آمده در جدول ۲ نشان می دهد که عامل سیستم و رقم بر میزان ترک برنج در سطح ۱٪ تاثیر معنی داری دارد ولی اثر متقابل سیستم و رقم بر میزان ترک برنج سفید معنی دار است. در این میان سیستم مدرن با ۱/۲٪ و ۱/۴٪ و ۲٪ درصد ترک به ترتیب برای ارقام هیبرید، هاشمی و کاظمی درصد ترک کمتری نسبت به دو سیستم دیگر را دارا بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر سیستم و رقم بر درصد ترک برنج سفید

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	احتمال
تیمار	۸	۰/۰۰۳۰۴	۸/۱۴	۰/۰۰۰۱ < **
سیستم	۴	۰/۰۰۲۱۲	۵/۶۷	۰/۰۰۵۰ **
رقم	۲	۰/۰۰۹۹۰	۲۶/۴۸	۰/۰۰۰۱ < **
سیستم × رقم	۴	۰/۰۰۰۰۷	۰/۲۰	۰/۹۳۷۰
اشتباه	۸۱	۰/۰۰۰۳۷		

مشخصاً چون عامل سفیدکنی در دو سیستم سنتی از نوع تیغه ای می باشد میزان ترک این سیستم ها نسبت به سیستم مدرن ه از سفید کن سایشی استفاده می کند بیشتر است. تحقیقات نشان می دهد که با کاهش سطح رطوبتی شلتوک مدول الاستیسیته فشاری و کششی دانه های برنج افزایش می یابد در نتیجه مقاومت خمشی دانه افزایش یافته و درصد ضایعات شکست و ترک کاهش می یابد [۱۰]. شکل درصد ترک ارقام مختلف در سیستم های مورد آزمایش را نشان می دهد.

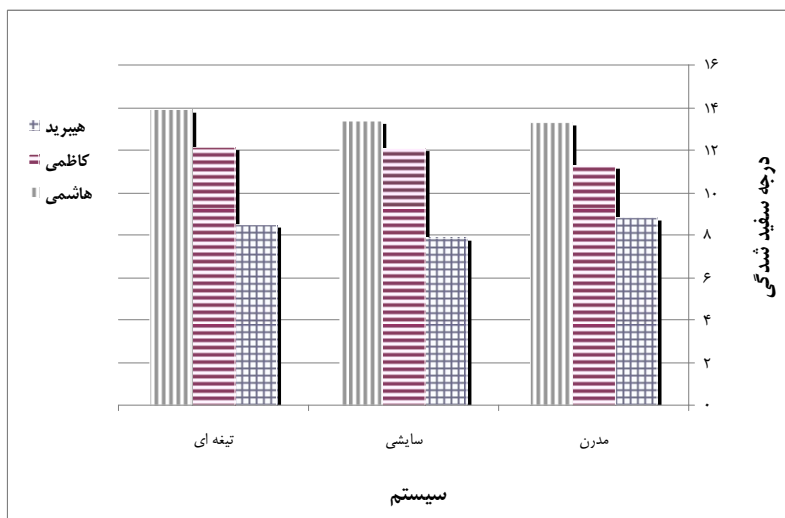


شکل ۲- درصد ترک ارقام مختلف برنج در سیستم های مورد آزمایش

جدول ۳ نشان دهنده تجزیه واریانس تاثیر عامل رقم و سیستم روی درجه سفید شدگی برنج سفید است. همانطور که از جدول مشخص است عامل رقم در درجه سفید شدگی برنج در سطح ۱٪ بسیار معنی دار است، در حالیکه عامل سیستم و اثر متقابل رقم و سیستم روی درجه سفید شدگی برنج تاثیر معنی داری ندارد شکل ۳ درجه سفید شدگی ارقام مختلف را در سیستم های متداول و مدرن نشان می دهد.

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر سیستم و رقم بر درجه سفید شدگی برنج سفید

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	احتمال
تیمار	۸	۲۶/۱۹۳۱۵	۲۱/۲۹	۰/۰۰۰۱<***
سیستم	۲	۰/۷۸۳۵۹	۰/۶۴	۰/۵۳۴۸
رقم	۲	۱۰۱/۷۶۹۸۱	۸۲/۷۱	۰/۰۰۰۱<***
سیستم×رقم	۴	۱/۱۰۹۶۰	۰/۹۰	۰/۴۷۳۳
اشتباه	۳۶	۱/۲۳۰۴۹		



شکل ۲- میانگین درجه سفید شدگی ارقام مختلف برنج در سیستم‌های مورد آزمایش

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده نشان داد عوامل رقم و سیستم تبدیلی روی میزان شکست برنج سفید در فرآیند تبدیلی تاثیر به یار معنی‌داری دارند. عامل سیستم بر میزان ترک برنج سفید معنی‌دار نبود در حالی‌که عامل رقم در میزان ترک برنج سفید به شکل معنی‌داری موثر بود. بر این اساس سیستم مدرن نسبت به دو سیستم متداول موجود درصد شکست و ترک کمتری دارد. رقم هاشمی بهترین جواب را در بین ارقام مورد نظر به سیستم‌های مورد آزمایش نشان داد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثر رقم و سیستم و اثرات متقابل این دو عامل بر میزان درجه سفید شدگی برنج سفید موثر هستند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری بی‌دریغ کارکنان موسسه تحقیقات برنج کشور، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان لاهیجان و معاونت دفتر برنج سازمان جهاد کشاورزی قدر دانی می‌شود. همچنین از آقایان کریمی، زارع و مباشر امینی که کارگاه‌های شالی‌کوبی خود را در انجام این تحقیق در اختیار ما قرار دادند صمیمانه تشکر می‌نماییم.

منابع

- ۱- بابائیان جلودار، ن. و ح، عارفی. ۱۳۷۹. بررسی اثر دمای خشک‌کن و رطوبت شلتوک روی راندمان تبدیل ارقام آمل-۳ و هراز به برنج سفید. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۱، شماره ۲، صفحات ۳۲۱ تا ۳۳۲.
- ۲- پیمان، م. ت، توکلی، و س، مینایی. ۱۳۷۸. تعیین فاصله مناسب بین غلتک‌ها در پوست‌کن غلتک لاستیکی برای تبدیل سه رقم برنج متداول در استان گیلان. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، مرکز انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی. سال پنجم، شماره ۲۰، صفحات ۳۷ تا ۴۸.
- ۳- خوش تقاضا، م. و م. سلیمانی. ۱۳۷۸. تاثیر پارامترهای خشک‌کن بر شکنندگی برنج. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، سال پنجم، شماره ۲۰، صفحات ۴۹ تا ۶۲.



- ۴- رابط، غ، ه، بهرامی، و م، شیخ اودی، ۱۳۸۳. بهسازی فرآیند تبدیل شلتوک ارقام آمل -۳ و چمپای خوزستان به برنج سفید. مجموعه مقالات سومین کنگره ملی انجمن مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون.
- ۵- شاکر، م، ص، افضلی نیا، و ع، جمشیدی، ۱۳۷۷. بررسی میزان شکستگی برنج در کارگاه های تبدیل برنج در منطقه کربال مرودشت. مجموعه مقالات علمی و تخصصی تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی شماره ۱۱: صفحات ۴۶-۷۱.
- ۶- قوامی، ش، ع، م، برقی، و الف، طباطبایی فر، ۱۳۸۴. بررسی اثر دور توپی و سطح مقطع خروجی در ماشین سفیدکن تیغه ای، بر روی میزان شکستگی برنج. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی شماره ۲۲: صفحات ۵۳ تا ۶۴.
- ۷- مینایی، س، م، پیمان، و م، علیزاده، ۱۳۷۸. گزارش نهایی طرح بررسی ضایعات برنج در کارخانه های شالیکوبی استان گیلان، سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان. رشت صفحات ۲۴ تا ۳۲.
- 8- Kunze, O. R., D. S. Prasad. 1978. Grain fissuring potential in harvesting and drying of rice. ASAE, 21(2): 361-366.
- 9- Lamberts, L., E. D. Bie., G. E. Vandeputte and et al. 2007. Effect of milling on colour and nutritional properties of rice. Food Chemistry Journal, 100: 1496-1503.
- 10- Lee, K. W. and Kunze, O. R. 1972. Temperature and moisture effects on mechanical properties of rice. Paper 72-338. ASAE. St. Joseph, MI.
- 11- Pandey, J. P., P. C. Sah. 1993. Rice kernel breakage kinetics in the process operation for bran removal. Food Science Technology Journal. Volume. 30(5): 365-367.
- 12- Sarker, N. N., O. R. Kunze & T. Strouboulis. 1996. Transient moisture gradients rough rice mapped with finite element model and related to fissure after heated air drying. Transaction of the asae 39(2): 625-631.
- 13- Test code Procedure for rice Mills. 1990. RNAM Test Codes and Procedures for Farm Machinery. Pasay City, Metro Manila, Philippines.
- 14- Yan, T. Y., J. H. Hong, and J. H. Chung. 2005. An improved method for the production of white rice with embryo in the vertical mill. Biosystems Engineering Journal, Volume. 92: 317-323.
- 15- Zhang, Q., Yang, W., Sun, Z. and Siebenmorgen, T. J. 2002. A study of rice kernel fracture by three-point bending tests, Food Engineering: Food process engineering. Annual Meeting and Food Expo- Anaheim, California, September-2002.



Effect of modern and conventional rice milling systems on rice wastes in Guilan province

ABSTRACT

Rice after wheat is the most important food resource in Iran. Increasing population rate and the need to be self sufficient, we should reduce the amount waste in rice milling systems. Experiment was conducted by factorial arrangement in CRD with ten replicate, in rice milling factories of Guilan province. In this research, effects of both modern and conventional rice milling systems on cultivars named Hashemi, Kazemi and Hybrid GRH1, were investigated for choosing a system with less wastes. In each treatment percentage of grain broken, percentages of grain crack and whiteness degree were measured. The results showed, systems and cultivars effect on the percentage of grain broken, percentage of grain crack and whiteness degree were significant in 1% level of probability. Whereas reciprocal effects of systems and cultivars were not significant. Modern system had the least amount of waste with 16%, 19.79% and 23.81% of breaking and 1.4%, 1.2% and 2% of grain crack for cultivars Hashemi, Hybrid GRH1 and Kazemi respectively. Hashemi cultivar had least waste in all of rice milling systems. Cultivars Hashemi and Hybrid GRH1 had highest and lowest whiteness degree respectively in all of systems.

Key words: rice, rice milling, percentage of grain broken, whiteness degree, waste