



تعیین عملکرد سیستم‌های تبدیل برنج در استان اصفهان

محسن حیدری سلطان‌آبادی*، اورنگ تاکی، اردشیر اسدی^۱

۱- اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

ایمیل مکاتبه کننده: mheisol@gmail.com

چکیده

در این تحقیق عملکرد سه سیستم معمول تبدیل برنج شامل سیستم اصطکاکی (غلتک لاستیکی - سفیدکن تیغه‌ای) و دو سیستم از نوع سایشی (سایشی وارداتی چینی و ساخت داخل) بر کیفیت برنج سفید شده رقم سازندگی مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای مورد اندازه‌گیری شامل درصد شکستگی برنج قهوه‌ای، درجه پوست‌کنی، درصد شکستگی برنج در هر یک از سفیدکن‌های موجود، درجه سفیدی برنج، راندمان تبدیل و نیروی گسیختگی برنج بودند. براساس نتایج، حدود سه درصد از برنج‌ها در فرآیند پوست‌کنی شلتوک دچار شکستگی می‌شوند. در سیستم‌های سایشی، قبل از ورود برنج قهوه‌ای به سفیدکن، ۹۹ درصد از پوست شلتوک جدا می‌شود در حالی که این میزان در سیستم تیغه‌ای حدود ۵۷ درصد است. اندازه‌گیری درصد شکستگی برنج در سفیدکن‌های سیستم تبدیل تیغه‌ای، سیستم تبدیل سایشی چینی و داخلی نشان داد که به ترتیب ۹۲، ۸۲ و ۹۵ درصد مجموع شکستگی برنج در سفیدکن اول رخ می‌دهد. در مجموع میزان شکستگی برنج در این سه سیستم به ترتیب ۲۷/۶، ۲۳/۵ و ۱۷/۴ درصد و راندمان تبدیل به ترتیب ۶۱/۵، ۶۳/۷ و ۶۴/۳ درصد می‌باشد. به طور کلی شکستگی بیش از حد برنج از خصوصیات سیستم‌های تیغه‌ای است و تبدیل آنها به سیستم‌های سایشی باید مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: برنج، راندمان تبدیل، سفیدکن تیغه‌ای، سفیدکن سایشی، شکستگی برنج

مقدمه

برنج بعد از گندم پر مصرف‌ترین محصول کشاورزی در ایران است. مقدار تولید شلتوک کشور سالانه حدود ۲/۷۵ میلیون تن می‌باشد که با ضریب عملیات تبدیل ۶۴ درصد، حدود ۱/۷۶ میلیون تن برنج تولید می‌شود (بی‌نام، ۱۳۹۰). در طی عملیات تبدیل، شلتوک به برنج سفید تبدیل می‌گردد. این عملیات شامل خشک کردن، تمیز کردن یا بوجاری، پوست‌کنی، سفیدکردن براق کردن و درجه بندی است. عمده ضایعات برنج (برنج شکسته شده) در مرحله تبدیل و به خصوص در سفیدکن‌ها بوجود می‌آید. در تحقیقی حسینیان (۱۳۸۶) در دو سیستم سفیدکن تیغه‌ای و سایشی آزمایشگاهی، سه رقم برنج اصفهان شامل سرخه، نوگران و سازندگی را در چهار رطوبت ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ درصد بر پایه تر، سفید کرد. نتایج تحقیق او نیز نشان داد که رقم سرخه نسبت به دو رقم دیگر و سفیدکن سایشی نسبت به



سفیدکن تیغه‌ای دارای شکستگی کمتری است. (Uniconsultant, 1991) راندمان کل تبدیل برنج را در سیستم مرسوم پادنگ ۶۷/۶ درصد، در سفیدکن تیغه‌ای ۶۶/۷ درصد و در سفیدکن‌های مدرن ۶۸ درصد بیان نمود. طبق گزارش پیمان (۱۳۷۸) ماشین‌های سفیدکن برنج در اکثر نقاط کشور از نوع تیغه‌ای بوده که گاهی از آنها به عنوان پوست‌کن نیز استفاده می‌شود و خود باعث افزایش شکستگی برنج می‌شود. (yan et al, 2005) بر روی تولید برنج سفید در یک سیستم تبدیل سایشی عمودی نشان دادند که دور محور سفیدکن و رطوبت، بر درصد سفیدشدگی اثر معنی‌داری دارند، به طوری که با افزایش رطوبت و دور محور توپی، درصد سفیدشدگی افزایش می‌یابد. سان و (sun, 1993) طی تحقیقی شلتوک سه رقم دانه بلند (لمونت، نئو بونت و میلی) را در شش دسته ضخامت دانه، تقسیم بندی و در سفیدکن اصطکاکی مدل مک گیل شماره ۲ سفید کردند و برای هر دسته عملکرد برنج سالم و همچنین درجه سفیدی را در چند زمان سفیدکردن مختلف محاسبه و تعیین کردند. نتایج نشان داد که راندمان برنج سفید سالم و درجه سفیدشدگی به صورت معنی‌داری، با یکدیگر رابطه خطی داشتند. در این بررسی بالاترین رابطه معنی‌دار متعلق به دانه‌های با ضخامت ۱/۹۸ تا ۲/۰۳ میلی‌متر در رقم لمونت و پایین‌ترین آن مربوط به ضخامت بزرگتر از ۲/۰۳ در رقم نئو بونت بود. (Pillaiyar et al, 1985) اثر سفیدکن‌های سایشی و اصطکاکی را بر روی درصد تبدیل و افزایش دمای برنج حاصله ارزیابی نمودند. آنها به این نتیجه رسیدند که نوع سفیدکن اثر معنی‌داری بر درصد تبدیل برنج دارد و سفیدکن سایشی سبوس بیشتری در مقایسه با نوع اصطکاکی تولید می‌نماید. به علاوه درصد تبدیل و افزایش درجه حرارت رابطه مستقیمی با هم دارند. در این تحقیق عملکرد سیستم‌های تبدیل برنج در استان اصفهان مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

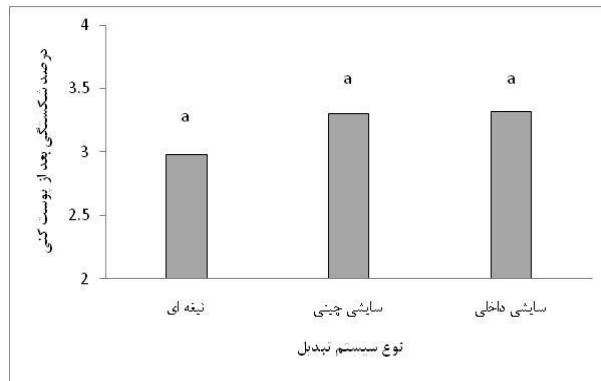
در این تحقیق، سه سیستم معمول در کارگاه‌های شالی‌کوبی استان اصفهان که شامل یک سیستم از نوع اصطکاکی و دو سیستم از نوع سایشی می‌باشند، از لحاظ کیفیت تبدیل (پارامترهای مرتبط با تبدیل) با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. سیستم اصطکاکی از یک دستگاه پوست‌کن غلتک لاستیکی و دو دستگاه سفیدکن تیغه‌ای به صورت سری تشکیل شده بود. در سیستم سایشی وارداتی از دو سفیدکن سایشی ساخت کشور چین که به صورت سری بودند استفاده می‌شد. در سیستم سایشی داخلی، علاوه بر دو دستگاه سفیدکن سایشی ساخت کشور ایران، یک دستگاه پولیشر نیز در انتهای خط تبدیل قرار داشت. برای انجام آزمایش‌ها حدود ۱۴۰۰ کیلوگرم شلتوک رقم سازندگی متعلق به سال زراعی ۱۳۹۱ که رقم غالب استان محسوب می‌شود، استفاده شد. شلتوک مورد نظر در یک خشک‌کن بستر خوابیده متداول تا رطوبت حدود ۱۰ درصد خشک گردید. با توجه به نوع سیستم تبدیل، شلتوک خشک شده به سه قسمت ۲۰۰، ۶۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرمی تقسیم‌بندی و سپس هر قسمت به سه نمونه مساوی تقسیم و به ترتیب در سه کارگاه مجهز به سیستم اصطکاکی (غلتک لاستیکی - تیغه‌ای)، سیستم سایشی وارداتی (چینی) و سیستم سایشی ساخت داخل در شرایط کارکرد واقعی، تبدیل به برنج سفید شد. در مرحله میانی هر آزمایش، نمونه‌های ۱۰۰ گرمی از خروجی ماشین پوست‌کن، سفیدکن اول، سفیدکن دوم و پولیشر به‌طور تصادفی برداشته شد و پارامترهای درصد شکستگی برنج قهوه‌ای، درجه پوست‌کنی، درصد شکستگی برنج در هر یک از



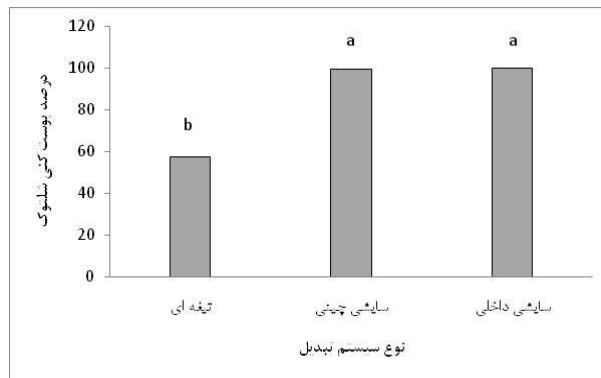
سفیدکن‌های موجود و نیز درجه سفیدی برنج، راندمان تبدیل و نیروی گسیختگی برنج تعیین گردید. برای جداسازی دانه‌های شکسته از سالم از الک دوار (TRG058 Model, Satake test Rice Grader, Japan) استفاده شد. در هر آزمایش ۱۰۰ دانه برنج سفید بطور تصادفی انتخاب و بر روی دستگاه ترک بین (Mahsa, Iran) قرار داده شد. با شمارش تعداد دانه‌های ترک دار، درصد دانه‌های ترک دار تعیین گردید. درجه سفیدی نمونه‌ها با دستگاه سفیدی‌سنج (مدل S300 ساخت شرکت KETT) موجود در معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) اندازه‌گیری شد. راندمان تبدیل از نسبت وزن کل برنج سفید شده (مجموع برنج سالم و شکسته) به وزن شلتوک به کل برنج سفید به دست آمد (farough et al, 1995). برای تعیین سختی برنج (نیروی گسیختگی برنج) از نیروسنج (Lutron FG-5020, Taiwan) استفاده گردید. داده‌های به دست آمده توسط برنامه SAS تجزیه و تحلیل گردید و میانگین‌های معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (آزمون چند دامنه ای دانکن) گروه‌بندی شد. شکل‌ها در برنامه Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

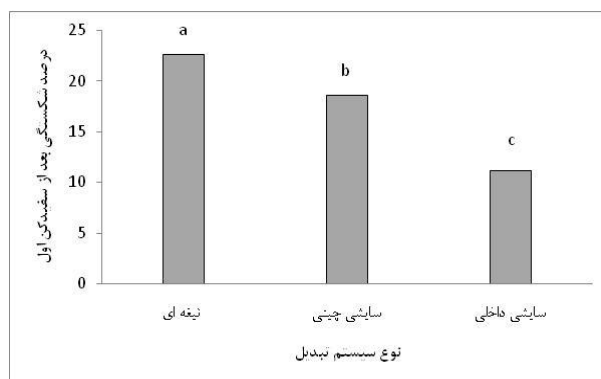
شکل ۱ میزان شکستگی برنج را در دستگاه پوست‌کن نشان می‌دهد. بر این اساس در حدود ۳ درصد از برنج‌ها به علت نیروهای وارده در پوست‌کن دچار شکستگی شده‌اند که نوع سیستم تبدیل تاثیری بر این مقدار ندارد. هر سه سیستم تبدیل دارای پوست‌کن غلتک لاستیکی بودند که با توجه به شرایط یکسان توده شلتوک مورد استفاده در آزمایش‌ها، میزان شکستگی یکسانی به دست آمد. شکل ۲ درصد پوست‌کنی شلتوک را در دستگاه پوست‌کن در سه سیستم تبدیل نشان می‌دهد. همان‌گونه که قابل مشاهده است در سیستم‌های سایشی به دلیل وجود پادیه بعد از پوست‌کن، درصد پوست‌کنی شلتوک نزدیک به ۱۰۰ درصد است. در حالی که این میزان در پوست‌کن سیستم تیغه‌ای در حدود ۵۷ درصد می‌باشد. شکل ۳ میزان شکستگی برنج را در سفیدکن اول سه سیستم تبدیل نشان می‌دهد. بر این اساس بیشترین میزان شکستگی (۲۵/۶ درصد) در سفیدکن تیغه‌ای اتفاق افتاده است. رتبه بعدی به سفیدکن سیستم سایشی چینی (۲۱/۸۸ درصد) و کمترین شکستگی (۱۴/۴۵ درصد) به سفیدکن سایشی داخلی تعلق گرفت. اصطکاک و فشار بالای موجود در سفیدکن‌های تیغه‌ای موجب افزایش شکست برنج در آنها می‌شود. انتظار میرفت که میزان شکست برنج در دو سفیدکن سایشی چینی و ساخت داخل تفاوت چندانی نداشته باشد. این اختلاف موجود، می‌تواند در نحوه تنظیمات دستگاه‌ها باشد. از طرفی در سیستم تبدیل چینی پولیشر از خط کاری سیستم حذف شده بود و احیاناً فشار بیشتری به سفیدکن‌ها وارد می‌شد تا سفیدشدگی برنج در حد قابل قبول باشد.



شکل ۱- تاثیر نوع سیستم تبدیل بر درصد شکستگی بعد از پوست کن



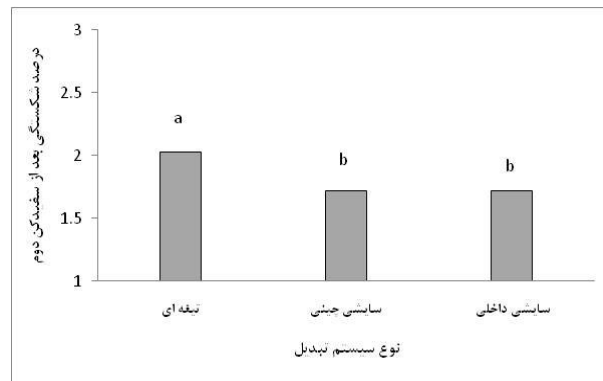
شکل ۲- تاثیر نوع سیستم تبدیل بر درصد پوست کنی شلتوک



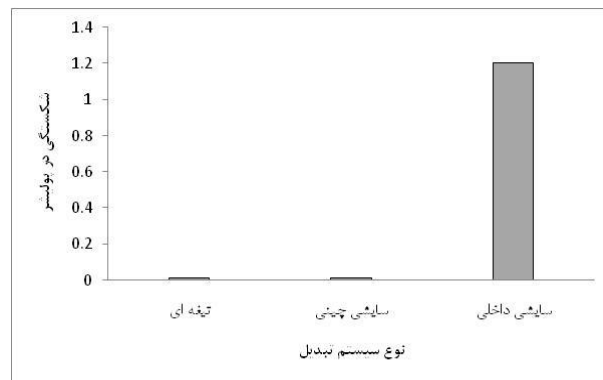
شکل ۳- تاثیر نوع سیستم تبدیل بر درصد شکستگی برنج در سفیدکن اول



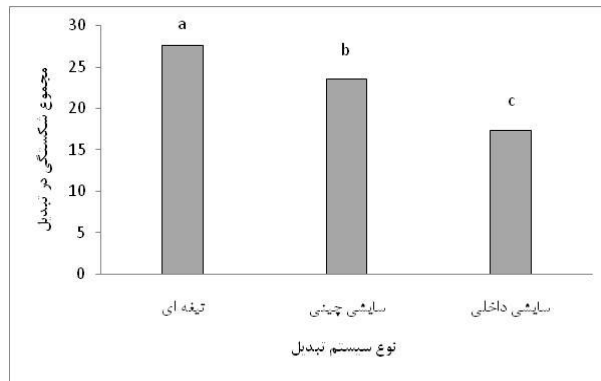
شکل ۴ میزان شکستگی برنج را در سفیدکن دوم نشان می‌دهد. براین اساس در سیستم تیغه‌ای حدود ۲ درصد و در دو سیستم سایشی حدود ۱/۷ درصد از برنج‌ها دچار شکستگی می‌شوند. از طرفی همچنان شکستگی برنج در سیستم تیغه‌ای بیشتر از نوع سایشی است. دو سیستم تیغه‌ای و سایشی چینی مجهز به پولیشر نبودند اما در سیستم سایشی داخلی که به پولیشر مجهز بود، حدود ۱/۲ درصد به شکستگی برنج افزوده شد (شکل ۵). در مجموع میزان شکستگی برنج در سیستم تیغه‌ای، سایشی چینی و سایشی داخلی به ترتیب ۲۷/۶، ۲۳/۵ و ۱۷/۴ درصد اندازه‌گیری شد (شکل ۶). شکل ۷ تاثیر نوع سیستم تبدیل بر درجه سفیدی برنج را نشان می‌دهد. طبق این شکل درجه سفیدی برنج تحت تاثیر نوع سیستم تبدیل قرار گرفت و میزان آن در سیستم‌های سایشی به صورت معنی دار بیشتر از نوع تیغه‌ای شد. اندازه‌گیری راندمان تبدیل (شکل ۸) نشان داد که راندمان تبدیل شلتوک به برنج سفید در دو سیستم سایشی (بدون اختلاف با یکدیگر) بیشتر از نوع تیغه‌ای است. یکی از دلایل این موضوع خروج قسمتی از برنج از چرخه تبدیل است که به واسطه سوراخ‌های صفحه مشبک اطراف سفیدکن‌ها به وجود می‌آید. همچنین نتایج سایر تحقیقات نشان داده است که درجه سفید شدگی وزنی برنج (نسبت وزن سبوس جدا شده به وزن اولیه برنج) در سفیدکن‌های تیغه‌ای بیشتر از سفیدکن‌های سایشی است (حیدری سلطان آبادی و همت، ۱۳۸۶).



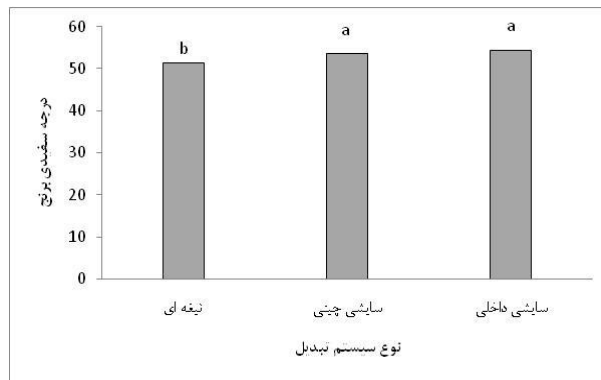
شکل ۴- تاثیر نوع سیستم تبدیل بر درصد شکستگی برنج در سفیدکن دوم



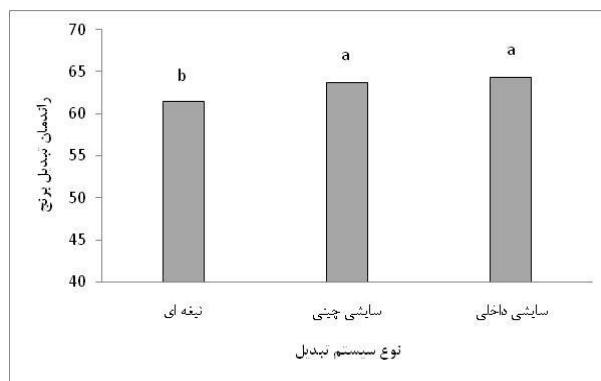
شکل ۵- تاثیر نوع سیستم تبدیل بر درصد شکستگی برنج در پولیشر



شکل ۶- تاثیر نوع سیستم تبدیل بر مجموع شکستگی برنج



شکل ۷- تاثیر نوع سیستم تبدیل بر درجه سفیدی برنج

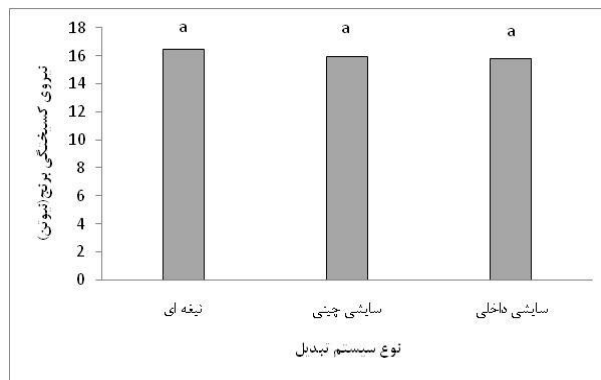


شکل ۸- تاثیر نوع سیستم تبدیل بر راندمان تبدیل برنج

نیروی گسیختگی برنج شاخصی است از مقاومت برنج در برابر شکستن که به شرایطی مانند نوع و رطوبت شلتوک، شرایط خشک کردن و نوع سیستم تبدیل بستگی دارد. هر چه این نیرو بیشتر باشد، مقاومت برنج در برابر خرد شدن



بیشتر است. شکل ۹ تاثیر نوع سیستم تبدیل بر نیروی گسیختگی برنج (در بارگذاری خمشی) را نشان می‌دهد. بر این اساس نوع سیستم تبدیل تاثیر معنی‌داری بر نیروی گسیختگی برنج ندارد و میانگین این نیرو در حدود ۱۶ نیوتن ثابت است. حسینیان (۱۳۸۶) مقدار نیروی شکست سه رقم سرخه، سازندگی و نوگران اصفهان را به ترتیب ۲۳/۹، ۲۱/۱۵ و ۲۰ نیوتن به دست آورد. او بیان نمود که با کاهش رطوبت برنج، نیروی گسیختگی آن افزایش می‌یابد.



شکل ۹- تاثیر نوع سیستم تبدیل بر نیروی گسیختگی برنج

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری درصد شکستگی برنج در سه سیستم اصطکاکی (تیغه‌ای) و سایشی (چینی و داخلی) نشان داد که در حدود ۳ درصد از برنج‌ها در مرحله پوست‌کنی شکسته می‌شوند. همچنین در سه سیستم یاد شده، به ترتیب ۹۲، ۸۲ و ۹۵ درصد مجموع شکستگی برنج در سفیدکن اول رخ می‌دهد. در مقایسه کلی دو نوع سیستم تبدیل شلتوک شامل سیستم اصطکاکی (تیغه‌ای) و سایشی مشخص گردید که در سیستم سایشی، درصد شکستگی برنج و راندمان تبدیل به ترتیب به صورت معنی‌داری کمتر و بیشتر از نوع تیغه‌ای است. همچنین در بین سیستم‌های سایشی موجود در استان اصفهان، سیستم سایشی داخلی، ضایعات کمتری در تبدیل برنج ایجاد می‌کند. درجه سفیدی برنج در سیستم‌های سایشی بیشتر از سیستم تیغه‌ای است.

منابع و مأخذ

- ۱- بی‌نام. ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی جلد اول: محصولات زراعی، سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹. وزارت جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.
- ۲- پیمان، س. ح. ۱۳۷۸. ماشین‌ها و سیستم‌های تبدیل شلتوک به برنج سفید جهان و ایران. وزارت جهاد سازندگی. سازمان جهاد سازندگی استان گیلان. مدیریت صنایع روستایی.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



۳- حسینیان، س.ح. ۱۳۸۶. بررسی رابطه فراسنجه‌های ارزیابی کیفیت فرایند تبدیل برنج اصفهان و خواص فیزیکی و مکانیکی آن. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴- حیدری سلطان‌آبادی، م. 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. سال یازدهم. شماره اول (الف).

- 5- Farouk, S. M. & Islam, M. N. 1995. Effect of parboiling and milling parameters on breakage of rice grains. *AMA*. 26: 33-38.
- 6- Pillaiyar, P. & Govindasamy, R. 1985. Influence of metal and emery huller on the degree of milling and rice temperature. *J. of Food Science and Technology*. India. 22(2): 79 – 82.
- 7- Sun, H. & Siebenmorgen, T. J. 1993. Milling Characteristics of Various Rough Rice Kernel Thickness Fractions. *Cereal Chem*. 70:727-733.
- 8- 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.
- 9- Yan, T. Y., Hongand, J. H. & Chung, J. H. 2005. An Improved Method for the Prediction of White Embryo in a Vertical Mill. *Biosystem Engineering*, 49:303-309.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Determination of Rice Milling Systems Performance in Esfahan Province

Abstract

In this study, performances of frictional and abrasive rice milling systems were investigated in Isfahan province. For this purpose, the effect of three common rice milling systems including a frictional system (rubber roll husker-blade whitener) and two abrasive rice milling systems (domestic and imported Chinese) were investigated on quality of rice (Sazandegi cultivar) including percentage of brown rice broken, husking rate, percentage of rice broken in each whitener, degree of whiteness, milling recovery, failed force using a completely randomized block design with three replications. Results showed that about 3 percent of the rice is broken in husking process (in rubber roll husker). Husking rate was 99% and 57% in abrasive and frictional systems, respectively. Measuring the percentage of rice breakage in frictional, domestic abrasive and imported Chinese abrasive systems showed that 92%, 82% and 95% of total rice breakage was occurred in the first whitener, respectively. Totally, rice broken percentage was 27.6%, 23.5% and 17.4% and milling recovery was 61.5%, 63.7% and 64.3% in three rice milling systems, respectively. Degree of whiteness, and failed force were not affected by the milling system. In general, over rice breakage is the characterization of frictional milling systems and changing them to abrasive systems should be considered.

Key words: Abrasive whitener, Broken rice, Frictional whitener, Milling recovery, Rice