



## تأثیر روش تبدیل شلتوک بر میزان ضایعات برنج

محسن حیدری سلطان آبادی<sup>۱\*</sup> و احمد رضانی<sup>۲</sup>

۱- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

۲- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

\* پست الکترونیک نویسنده مسئول: mheisol@gmail.com

### چکیده

شکستگی بیش از حد برنج از جمله مشکلات سیستم‌های تبدیل شلتوک به برنج سفید محسوب می‌شود. در این تحقیق میزان شکستگی برنج در سیستم‌های تبدیل سایشی (داخلی و چینی) و تیغه‌ای در استان اصفهان با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفت. به این منظور شلتوک رقم سازندگی در سه سیستم معمول تبدیل برنج شامل سیستم اصطکاکی (غلتنک لاستیکی - سفیدکن تیغه‌ای) و دو سیستم از نوع سایشی (سایشی وارداتی چینی و ساخت داخل) به برنج سفید تبدیل شد. در هر آزمایش درصد شکستگی برنج پس از پوست کنی و سفید کردن مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. طبق نتایج، حدود سه درصد از برنج‌ها در فرآیند پوست کنی شلتوک دچار شکستگی می‌شوند. 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 می‌باشد. با توجه به درصد بالای شکستگی برنج در سیستم‌های تیغه‌ای، تبدیل آنها به سیستم‌های سایشی ضروری است.

**کلید واژه‌ها:** برنج، سفیدکن تیغه‌ای، سفیدکن سایشی، شکستگی برنج

### مقدمه

برنج بعد از گندم پر مصرف‌ترین محصول کشاورزی در ایران است. مقدار تولید شلتوک کشور سالانه حدود ۲/۹۲ میلیون تن می‌باشد که با ضریب تبدیل ۶۴ درصد، حدود ۱/۸۷ میلیون تن برنج تولید می‌شود (بی‌نام، ۱۳۹۶). بر خلاف سایر غلات، شکل ظاهری و درصد شکستگی برنج، از عوامل تعیین‌کننده کیفیت محصول است. مطالعات نشان می‌دهد که در بازارهای جهانی در صورت وجود خرده برنج در محصول عرضه شده، قیمت آن با توجه به شرایط تا یک دهم قیمت برنج مرغوب، کاهش می‌یابد. شکسته شدن برنج تابع عوامل زیادی نظیر رقم، مدیریت زراعی، رطوبت هنگام برداشت و تبدیل، روش خشک کردن و وسایل به کار گرفته شده در سیستم تبدیل است. نتایج تحقیقات تجدیدی طلب و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که دامنه رطوبتی حدود ۱۰ درصد برای تبدیل ارقام‌های سایشی و طارم با سیستم‌های سفیدکن اصطکاکی مناسب می‌باشد. 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. یونیکوسلطان (۱۹۹۱) راندامان 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.

رفیعی و طباطبایی فر (۱۳۸۴) تأثیر استفاده از سفیدکن تیغه‌ای را بر درصد برنج سفید سالم مطالعه کردند. نتایج آنها نشان داد که میانگین دانه‌های برنج سالم در یک گرم نمونه قبل و بعد از سفید شدن به ترتیب ۳۰ و ۲۸ عدد می‌باشد. به عبارت دیگر ۶/۶ درصد برنج‌های سالم در مرحله سفید کردن خرد می‌شود. تحقیقاتی نیز در زمینه تأثیر عوامل مختلف از قبیل دور تویی سفیدکن، میزان تغذیه دستگاه (دبی ورودی و خروجی) و یا ایجاد تغییراتی در جهت بهبود کارکرد سفیدکن از نظر میزان شکستگی به عمل آمده است. شاکر (۱۳۸۲) طی تحقیقی در زمینه تأثیر دور تویی سفیدکن افقی بر میزان شکستگی دو رقم برنج آمل ۳ و کامفیروزی نشان داد که سرعت ۶۰۰ دور در دقیقه برای هر دو رقم مناسب است. در تحقیق حیدری سلطان‌آبادی (۱۳۸۹)، تویی سفیدکن تیغه‌ای با مارپیچ انتقال کامل مجهز گردید. آزمایش‌ها نشان داد که میزان شکستگی برنج سازندگی در رطوبت ۱۳ درصد در سفیدکن تیغه‌ای رایج ۲۳ و در سفیدکن بهینه شده ۲۰/۵ درصد بر پایه تر است. سان و سینمورجن (۱۹۹۳) طی تحقیقی شلتوک سه رقم دانه بلند (لمونت، نئوبونت 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 سفید کردن مختلف محاسبه و تعیین کردند. نتایج نشان داد که راندامان برنج سفید سالم و درجه سفیدشدگی به صورت معنی‌داری، با یکدیگر رابطه خطی معکوس 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 نئوبونت بود. پیلائی یار و گاوین داسامی (۱۹۸۵) 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. گودمن و راثو (۱۹۸۵) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که درصد شکستگی برنج در فرایند تبدیل به نوع رقم و ویژگی‌های فیزیکی آنها مربوط می‌شود به طوری که برنج‌های با طول بیشتر و ضخامت کمتر نسبت به برنج‌های متوسط و کوتاه در فرایند تبدیل بیشتر شکسته می‌شوند. بررسی‌های به عمل آمده در بعضی از کشورهای برنج‌خیز حاکی از تأثیر معنی‌دار نوع ماشین‌های پوست‌کن و سفیدکن بر راندامان تبدیل و ضایعات برنج دارد. ارزیابی فنی-اقتصادی سیستم‌های تبدیل برنج در پنجاب هند توسط گوپتا و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد. سیستم‌ها بر اساس ظرفیت آنها (۱، ۲ و ۳ تن بر ساعت) طبقه بندی شده بودند. سه وارته از نظر راندامان تبدیل، در صد خرد و در صد سبوس و پوسته اولیه مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در کارخانه‌های مدرن، راندامان تبدیل و در صد برنج سالم بیشتر بود.

در تحقیق حاضر میزان شکستگی (ضایعات) برنج در سیستم‌های تبدیل برنج در استان اصفهان مورد مقایسه قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق میزان شکستگی برنج در سیستم‌های تبدیل سایشی (داخلی و چینی) و تیغه‌ای در استان اصفهان با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفت. 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 استفاده شد. شلتوک مورد نظر در یک خشک‌کن بستر خوابیده متداول تا رطوبت حدود ۱۰ درصد خشک و سپس نمونه‌ها در سه سیستم مجهز به اصطکاکی (غلتک لاستیکی- تیغهای)، سایشی وارداتی (چینی) و 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 و درصد شکستگی برنج سفید طبق استاندارد تعیین گردید (بی‌نام، ۱۹۹۰).

### نتایج و بحث

جدول 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. جدول ۱ میزان شکستگی برنج را در سفیدکن اول سه سیستم تبدیل نشان می‌دهد. بر این اساس بیشترین میزان شکستگی (۲۲/۶۲ درصد) در سفیدکن تیغهای اتفاق افتاده است. رتبه بعدی به سفیدکن سیستم سایشی چینی (۱۸/۵۸ درصد) و کمترین شکستگی (۱۱/۱۳ درصد) به سفیدکن سایشی داخلی تعلق گرفت. جدول ۱ میزان شکستگی برنج را در سفیدکن دوم نشان می‌دهد. بر این 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 (جدول ۱). در مجموع میزان شکستگی برنج در سیستم تیغهای، سایشی چینی و سایشی داخلی به ترتیب ۲۷/۶۳، ۲۳/۶ و ۱۷/۳۷ درصد اندازه‌گیری شد (جدول ۲). نتایج کلی در 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 به صورت معنی‌داری کمتر از نوع تیغهای است.

جدول ۱- میزان شکستگی برنج در سیستم‌های مختلف تبدیل (درصد)

شکستگی ی برنج	بعد از پوست‌کن		بعد از سفیدکن اول			بعد از سفیدکن دوم			بعد از پولیشر	
	تیغهای	سایشی	تیغهای	سایشی	سایشی	تیغهای	سایشی	سایشی	تیغهای	سایشی
	داخلی	ی	داخلی	چینی	چینی	داخلی	چینی	چینی	ی	ی
	چینی								داخلی	چینی
شکستگی	۱/۹۸a	۳/۳۲a	۲/۶۲a	۱/۱۳c	۱/۵۸b	۱/۰۳a	۱/۷۲a	۱/۷۲a	-	۱/۲
ی برنج	۲	۳	۲	۱	۸	۲	۱	۱		

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر پارامتر فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.



جدول ۲- مجموع شکستگی برنج در سیستم‌های مختلف تبدیل (درصد)

سایشی چینی	سایشی داخلی	تیغه‌ای	مجموع درصد شکستگی برنج
۲۳/۶b	۱۷/۳۷c	۲۷/۶۳a	

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر پارامتر فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

## منابع

- بی‌نام. آمارنامه کشاورزی جلد اول: محصولات زراعی، سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴. وزارت جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ۱۳۹۶.
- پیمان، ح. ۱۳۷۸. ماشین‌ها و سیستم‌های تبدیل شلتوک به برنج سفید جهان و ایران. وزارت جهاد سازندگی. سازمان جهاد سازندگی استان گیلان. مدیریت صنایع روستایی، ۱۳۷۸.
- حسینیان، 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، ۱۳۸۶.
- حیدری سلطان‌آبادی، م. س.، قزوینی، ح. ر.، شاکر، م. و هدایتی زاده، م. ۱۳۸۹. بررسی میزان شکست ارقام برنج اصفهان در سفیدکن‌های سایشی و مالشی و تعیین رطوبت مناسب تبدیل آنها. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۱۱. شماره ۱. ص ۸۴-۶۷.
- حیدری سلطان‌آبادی، 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. سال یازدهم. شماره اول (الف).
- حیدری سلطان‌آبادی، م. ۱۳۸۴. بهینه سازی سیستم سفیدکن تیغه‌ای برنج با استفاده از مارپیچ انتقال. گزارش پژوهشی نهایی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- رفیعی، ش. و طباطبایی فر، ا. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر سفیدکن بر ضایعات برنج. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده کشاورزی. ص ۴۸۲-۴۷۵.
- شاکر، م. ۱۳۸۲. بررسی اثر تغییر سرعت و درجه خروجی دستگاه سفیدکن سایشی بر میزان شکستگی ضایعات تبدیل دو رقم برنج در استان فارس. گزارش سالیانه بخش تحقیقات فنی و مهندسی استان فارس، ۱۳۸۲.

Gupta, S. K., Sadhna, A. and Sehgal, V. K. 2000. Techno-Economics evaluation of modern rice milling system in Punjab. Journal of Research: 37(3/4), 232-238.

Pillaiyar, P. and 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.

Sun, H. and Siebenmorgen, T. J. 1993. Milling Characteristics of Various Rough Rice Kernel Thickness Fractions. Cereal Chem. 70:727-733.





Tajaddoditalab, K., A. Latifi , M. Alizadeh, F. Habibi and V. Tavasoli .2013. Effect of dryer temperature, final paddy moisture content and whitener on head rice and cooking quality of some Iranian rice varieties. Rice research Institute of Iran.

Test code and Procedure for rice Mills. 1990. RNAM Test Codes and Procedures for Farm Machinery. Pasay City, Metro Manila, Philippines.

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.

## The effect of milling systems on rice losses

M. Heidarisoltanabadi<sup>1\*</sup> and A. Ramazani<sup>2</sup>

1- Assistant professor, Agricultural Engineering Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

2- Assistant professor, Horticultural Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Research Recourse Center, AREEO, Isfahan, Iran.

\*Corresponding author email: mheisol@gmail.com

**Abstract:** The amount of losses is one of the problems in rice milling system. In this study, rice losses 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 percentage of brown rice broken and percentage of white rice broken (Sazandegi cultivar). Results showed that about 3 percent of the rice is broken in husking process (in rubber roll husker). 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% in three rice milling systems, respectively. 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, Rice