اثر ریشک‌زدایی بر جریان‌پذیری و خصوصیات پوست‌کنی شلتوک در پوست‌کن غلتک لاستیکی

محمدرضا علیزاده[۱*]، سعید مینایی[۲]، تیمور توکلی[۳]، محمدهادی خوش‌تقاضا[۲]
[۱] دانشیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
[۲] دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
[۳] استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده:

در عملیات تبدیل، پوست‌کنی شلتوک یکی از مراحل اساسی و تعیین کننده از نظر کیفیت تبدیل و میزان ضایعات محسوب می شود. کارایی ماشین پوست کن نه تنها به پارامترهای دستگاهی بلکه به خصوصیات فیزیکی و ظاهری شلتوک نیز بستگی دارد. شلتوک های ریشک دار دارای ویژگی های فیزیکی متفاوتی هستند که آنها را از شلتوک بدون ریشک متمایز می‌سازد. در این تحقیق، اثر ریشک‌زدایی شلتوک (در رطوبت حدود ۱۰ در صد بر پایه‌تر) در پنج سطح ریشک‌زنی (۱۴/۶۷، ۳۳/۶۲، ۵۲/۰۷، ۶۷/۷۴ و۸۴/۹۳ در صد) و سطح مقطع خروجی مخزن شلتوک ماشین پوست‌کن در سه سطح (۱۲/۰۸، ۲۳/۲۱ و ۳۴/۸۱ cm^2) بر آهنگ و ضریب تغییرات ریزش شلتوک بررسی شد. همچنین، در آزمایش مربوط به خواص پوست‌کنی شلتوک، اثر رطوبت شلتوک در چهار سطح (۹/۰۶، ۱۰/۸۷، ۱۳/۴۶ و ۱۴/۹۲ درصد بر پایه تر) و نوع شلتوک در دو سطح (ریشک‌دار و ریشک زده) بر شاخص و نسبت پوست‌کنی شلتوک مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد، با افزایش درصد ریشک زنی شلتوک و سطح مقطع دریچه خروجی مخزن، آهنگ ریزش شلتوک از مخزن افزایش و ضریب تغییرات ریزش کاهش می‌یابد. نتایج همچنین نشان داد که در هر سطح از رطوبت شلتوک، نسبت پوست‌کنی شلتوک ریشک‌دار بطور معنی‌داری کمتر از شلتوک ریشک‌زده بود. نتایج این تحقیق نشان داد که ریشک‌زنی شلتوک‌های ریشک‌دار قبل از عملیات پوست‌کنی موجب افزایش آهنگ و یکنواختی ریزش شلتوک از مخزن و افزایش راندمان ماشین پوست کن غلتک لاستیکی شده است.

۱- مقدمه

ریشک زائده‌ی سوزنی مخروطی شکلی است که به‌عنوان قسمت امتداد یافته لما پوسته شلتوک محسوب می‌شود. شلتوک ارقام مختلف ممکن است دارای ریشک‌های بلند، متوسط یا فاقد ریشک باشند. شلتوک توده‌های ارقام محلی متداول شمال ایران دارای ریشک‌های بلند ولی ارقام پر محصول معمولاً دارای ریشک‌های کوتاه یا فاقد ریشک می‌باشند. این ویژگی ژنتیکی و تا حدی محیطی است. ریشک‌های شلتوک براساس طول و رنگ آن‌ها توسط مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج کدگذاری شده‌اند (Anon., 2002).

ریشک‌ها بر بسیاری از خواص فیزیولوژیکی بذر مانند جوانه‌زنی و نیز فرآیند فتوسنتز در مراحل رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (Weyhrich *et al.*, 1995; Booth *et al.*, 1997). شلتوک‌های ریشک‌دار کمتر مورد حمله پرندگان قرار می‌گیرند. همچنین ریشک ها در انتقال گرده از طریق چسبیدن به بدن پرندگان در حال عبور کمک می‌کنند (Oka, 1988). بررسی‌ها نشان داد که ریشک زدایی بطور معنی‌داری بر خواص فیزیکی شلتوک مانند وزن هزار دانه، درصد تخلخل، زاویه استقرار، ضریب اصطکاک استاتیکی و داخلی، چگالی ظاهری و حقیقی می‌شود (Alizadeh *et al.*, 2006).

شلتوک‌های ریشک‌دار در مراحل برداشت و به‌ویژه در عملیات تبدیل شلتوک به برنج سفید مشکلات متعددی ایجاد می‌کنند.

ریشک‌های شلتوک بعضی از ارقام در مراحل برداشت و خرمنکوبی به سختی شکسته می‌شوند و در نتیجه چگالی دانه را کاهش می دهند. بنابراین بذور ریشک‌دار حجیم‌اند و فضای زیادی اشغال می‌کنند و به دلیل گیرکردن آنها با یکدیگر و پل بستن در قسمت دهانه خروجی مخزن به سختی تخلیه می‌شوند. بررسی نشان داد که برداشت بذور ریشک‌دار با کمباین‌های مرسوم به دلیل گیرکردن ریشک‌ها در قسمت تمیز کننده با مشکلات زیادی همراه است (Loch, 1993). همچنین کپه شدن و بلوکه شدن شلتوک های ریشک‌دار در ورودی بالابرها و دهانه ورودی و خروجی ناودانی‌ها، کنده شدن جریان شلتوک روی الک‌ها و غیریکنواختی در آهنگ تخلیه از مخازن و صندوق‌های بذر از مواردی است که در فرآیند تبدیل وجود دارند.

ریشک‌زدایی یکی از مراحل مهم در فرآیند تبدیل شلتوک در کارخانه‌های شالی‌کوبی مدرن است. این عمل معمولاً پس از خشک کردن و پیش از وارد شدن شلتوک به واحد تمیزکننده انجام می‌شود. در خط تبدیل شلتوک بیشتر کارخانه‌های سنتی از ماشین ریشک‌زن استفاده نمی‌شود، ازاین‌رو برای تبدیل شلتوک ارقام ریشک‌دار با مشکلات متعددی مواجه می‌شوند. اگر چه در خصوص جریان‌پذیری و یکنواختی ریزش بذور مرتعی از مخازن بذرکارها تحقیقات زیادی صورت گرفته است (Kelly and Wiedemann, 1992; Karraflt, 1992, Loch *et al.*, 1996; Sinha *et al.*, 2003, Dewald *et al.*, 2003) ولی در مورد جریان‌پذیری شلتوک‌های ریشک‌دار در فرآیند پوست‌کنی شلتوک در ماشین‌های پوست‌کن تحقیقی صورت نگرفته است.

نسبت و شاخص پوست‌کنی شلتوک (به‌عنوان دو پارامتر مهم در ارزیابی عملکرد ماشین پوست‌کن)، نه تنها به نوع ماشین پوست‌کن و نحوه استفاده از آن بلکه به خصوصیات فیزیکی شلتوک میز بستگی دارد. تحقیقات گسترده‌ای در مورد اثر رقم، رطوبت شلتوک، فاصله بین غلتک‌های پوست‌کن، اختلاف سرعت محیطی بین غلتک‌ها و جنس غلتک‌ها بر پارامترهای عملکردی ماشین پوست‌کن انجام شده است (پیمان و همکاران، ۱۳۷۸؛ علیزاده و تجددی‌طلب، ۱۳۸۵؛ فیروزی و علیزاده، ۱۳۸۲؛ روحی،۱۳۸۱)، ولی در مورد اثر ریشک‌زدایی شلتوک بر عملکرد ماشین پوست‌کن تحقیقی صورت نگرفته است. بنابراین، هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر ریشک‌زنی برآهنگ و یکنواختی ریزش شلتوک از مخزن و نیز نسبت و خصوصیات پوست‌کنی شلتوک در پوست‌کن نوع غلتک لاستیکی بود.

۲- مواد و روش ها

به‌منظور بررسی اثر ریشک‌زدایی بر جریان‌پذیری و خواص تبدیلی، شلتوک ریشک‌دار رقم هاشمی با رطوبت اولیه حدود ۱۵ درصد برای انجام آزمایش‌ها در نظرگرفته شد (شکل ۱). ابتدا کلیه ناخالصی‌ها، مواد خارجی و دانه‌های پوک از شلتوک سالم جدا گردید. شلتوک با استفاده از خشک‌کن صندوقی تا رطوبت ۱۰ درصد (بر پایه تر) خشک شد. ماشین ریشک‌زن مورد آزمایش در شرکت خسرو-پرویز مرودشت شیراز طراحی و ساخته شد (شکل۲). در این ماشین شلتوک از دریچه ورودی بر روی تیغه‌های درحال چرخش ریخته می‌شود و تحت تأثیر ضربه و نیروی گریز از مرکز به سمت دیواره داخلی محفظه تیغه‌ها پرتاب می‌گردد و سپس به سمت پایین حرکت می‌کند. مقدار زیادی از ریشک‌ها دراثر برخورد با تیغه‌ها از شلتوک جدا شده و مابقی ریشک‌ها دراثر برخورد به دیواره محفظه تیغه‌ها کنده می‌شوند. میزان ریشک زنی شلتوک ها با تنظیم دریچه خروجی دستگاه قابل تنظیم است.

شکل ۱- شلتوک ریشک‌دار و ریشک‌زده رقم هاشمی

شکل۲: قسمت‌های مختلف ماشین ریشک‌زن شلتوک

۱-۲- اندازه‌گیری آهنگ ریزش و ضریب تغییرات ریزش شلتوک

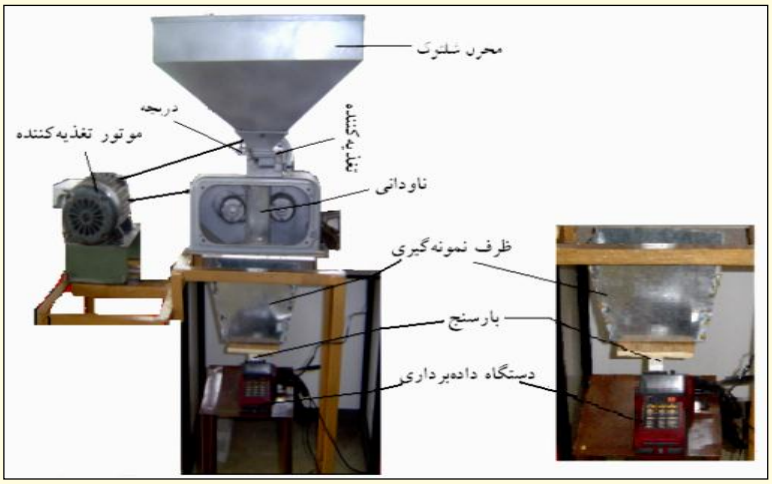
آهنگ ریزش بر حسب گرم بر ثانیه (g/s) و ضریب تغییرات ریزش شلتوک از مخزن بذر $(CV\%)$، دو پارامتر مؤثر برکمیت و کیفیت عملکرد ماشین پوست‌کن غلتک لاستیکی محسوب می شوند. به منظور بررسی تأثیر ریشک‌زدایی بر آهنگ و ضریب تغییرات ریزش شلتوک از مخزن، دستگاهی متشکل از شاسی، ماشین پوست‌کن نوع غلتک‌لاستیکی (Yanmar, Japan)، موتور، بارسنج[1] و دستگاه داده‌برداری[2] آماده شده است (شکل۳). ماشین پوست‌کن دارای مخزنی با شیب دیواره جانبی[3] ۴۵ درجه است و در قسمت پایین مخزن یک منفذ مستطیلی به ابعاد $۵\,cm \times ۱۰\,cm$ وجود دارد. میزان ریزش (تخلیه) شلتوک از طریق باز و بسته کردن یک دریچه کشویی که در زیرمخزن و بالای منفذ قراردارد، تنظیم می‌شود. همچنین یک تغذیه‌کننده نوع غلتکی که در زیر دریچه واقع شده است، وظیفه انتقال شلتوک تخلیه شده به قسمت پوست‌کنی را بر عهده دارد. توان مورد نیاز تغذیه کننده از یک موتور الکتریکی با توان $۰/۷۵\,kW$ تأمین شده است.

برای اندازه‌گیری آهنگ ریزش شلتوک از مخزن، غلتک‌های لاستیکی از ماشین پوست‌کن جدا شد و شلتوک از طریق یک ناودانی که در زیر دریچه قرارگرفته است، به درون ظرف نمونه‌گیری تخلیه گردید. ظرف نمونه‌گیری بر روی یک بارسنج (Bongshin 41525, Korea) قرارگرفته است و بارسنج بر روی پایه‌ای که برای همین منظور ساخته شده نصب گردید. به‌منظور

1. Load cell
2. Data logger
3. Hopper side wall slope

ثبت و ذخیره داده‌های خروجی از بارسنج از یک دستگاه داده‌برداری (Kenkyujo TC-31K, Japan) استفاده شد. برای تطبیق مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر واقعی و کاهش درصد خطا، بارسنج با استفاده از وزنه‌های استاندارد کالیبره شد و ضریب کالیبراسیون بارسنج بدست آمد.

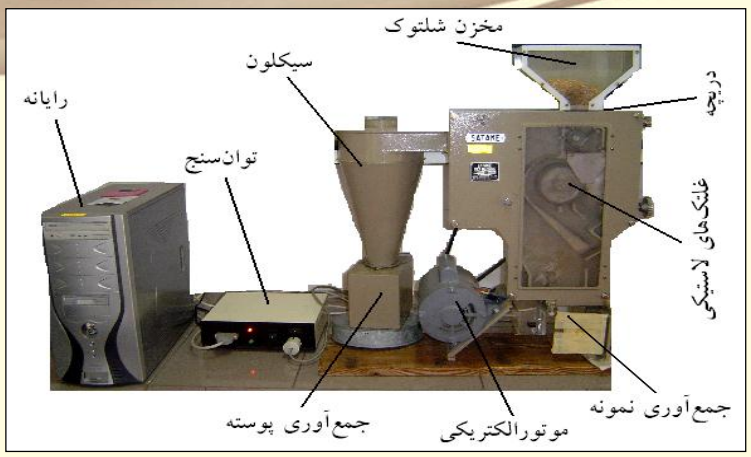
در هر آزمایش، مخزن ماشین پوست‌کن از شلتوک (ریشک‌دار و یا ریشک‌زده) پر شد و با بازکردن دریچه زیر مخزن به اندازه مورد نظر، شلتوک تخلیه و درون ظرف نمونه‌گیری جمع‌آوری گردید. با توجه به ظرفیت مخزن و ظرف نمونه‌گیری، مدت زمان هر آزمایش ۲۰ ثانیه در نظرگرفته شد. بطوری که در هر آزمایش ۲۰ داده در فاصله زمانی یک ثانیه به و سیله بار سنج اندازه‌گیری و با استفاده از دستگاه داده‌برداری ثبت گردید (پس از مدت زمان ۲۰ ثانیه ذخیره داده‌ها توسط دستگاه داده‌برداری بطور خودکار متوقف می‌شود). سپس دریچه تخلیه شلتوک بسته و موتور تغذیه‌کننده خاموش شد. برای آزمایش بعدی، مخزن شلتوک تا ارتفاع مورد نظر پر شد و اندازه‌گیری‌ها تکرارگردید.



شکل۳: دستگاه اندازه‌گیری آهنگ و ضریب تغییرات ریزش شلتوک از مخزن پوست‌کن

۲-۲- اثر ریشک‌زدایی برخواص پوست‌کنی شلتوک

شلتوک ریشک‌دار ها شمی با رطوبت اولیه حدود ۱۵ در صد بر پایه تر برای انجام آزمایش‌های این قسمت انتخاب شد. در شلتوک ریشک‌دار، حدود۸۴ در صد از شلتوک‌ها دارای ریشک و در شلتوک ریشک‌زده حدود۸۰ در صد از ریشک‌ها از شلتوک بردا شته شدند. از ما شین پو ست‌کن غلتک لا ستیکی آزمایشگاهی (Satake, Japan) موجود در بخش تحقیقات فنی و مهند سی مؤسسه تحقیقات برنج کشور برای انجام آزمایش‌های مربوط به خواص پوست‌کنی شلتوک استفاده شد (شکل۴). این نوع پوست‌کن دارای دو غلتک لا ستیکی ا ست که در سرعت‌های متفاوت و در خلاف جهت یکدیگر می چرخند. شلتوک از فا صله بین دو غلتک عبور نموده و در اثر اعمال فشار و اختلاف سرعت محیطی بین دو غلتک، پوسته از دانه (برنج قهوه‌ای) جدا می‌شود. تمامی شلتوکی که وارد ماشین شده، پوست‌کنده نمی‌شود و همواره درصدی شلتوک در مخلوط با برنج قهوه‌ای در خروجی ماشین پوست‌کن وجود دارد. پو سته تو سط یک فن مکنده به خارج از ما شین منتقل می شود. اندازه‌گیری‌های انجام شده ن شان داد که سرعت گرد شی غلتک‌های دور تند و کند به‌ترتیب ۱۵۸۷ و rpm ۸۵۱ و اختلاف سرعت محیطی آنها درحدود $m/\min$ ۲۳۱ می‌با شد. فا صله بین غلتک‌های لا ستیکی با ا ستفاده از یک فیلر و بر ا ساس تحقیقات گذ شته mm ۰/۵۰ در نظرگرفته شد (پیمان و همکاران، ۱۳۷۸ ؛ علیزاده و تجددی‌طلب، ۱۳۸۵). در قسمت پایین مخزن پوست‌کن، یک تغذیه کننده از نوع غلتکی که با سرعت گردشی حدود rpm ۳۰۰ دوران می‌کند، وظیفه انتقال شلتوک از مخزن به واحد پوست‌کنی را برعهده دارد.



شکل۴: ماشین پوست‌کن نوع غلتک‌لاستیکی آزمایشگاهی

۳-۲- صفات مورد اندازه‌گیری در آزمایش‌های خواص پوست‌کنی شلتوک

۱-۳-۲- نسبت پوست‌کنی شلتوک

برای تعیین نسبت پوست‌کنی از خروجی ماشین پوست‌کن، شلتوک و برنج قهوه‌ای بطور دستی از یکدیگر جدا و نسبت پوست‌کنی شلتوک از رابطه ۱ محاسبه گردید (Omar and Yamashita, 1987):

$$H_r = 100(1-\frac{W_2}{W_1}) \qquad (۱)$$

در رابطه ۱، $H_r =$ نسبت پوست‌کنی شلتوک (%)، $W_1 =$ وزن نمونه اولیه (g) و $W_2 =$ وزن شلتوک پوست نکنده (g) می باشد.

۲-۳-۲- شاخص پوست‌کنی شلتوک

به‌منظور تعیین شاخص پوست‌کنی شلتوک، پس از پوست‌کنی هر نمونه ۱۵۰ گرمی شلتوک ریشک‌دار و یا ریشک‌زده، برنج قهوه‌ای (سالم[۴] و شکسته)، شلتوک و پوسته از یکدیگر جدا و توزین شد. برای جداسازی برنج قهوه‌ای سالم از شکسته، یک الک دوار آزمایشگاهی (Satake TRG058, Japan) موجود در بخش تحقیقات فنی و مهندسی مؤسسه تحقیقات برنج کشور بکار برده شد. برای تکمیل کار چنانچه برنج قهوه‌ای شکسته‌ای در میان دانه‌های سالم به جا مانده بود، بطور دستی جدا شد. شاخص پوست‌کنی شلتوک از رابطه ۲ تعیین گردید(Omar and Yamashita, 1987):

$$H_i = 100(1-\frac{W_2}{W_1})(\frac{W_3}{W_1-W_2-W_4}) = H_r \times C_w \qquad (۲)$$

در رابطه ۲، $H_i =$ شاخص پوست‌کنی شلتوک (%) و W_1، W_2، W_3 و $W_4 =$ به ترتیب وزن نمونه اولیه قبل از پوست‌کنی، وزن شلتوک پوست نکنده، وزن برنج قهوه‌ای سالم و وزن پوسته (g)، $H_r =$ نسبت پوست‌کنی شلتوک (%) و $C_w =$ ضریب پوست‌کنی شلتوک است.

۳-۲- طرح آماری

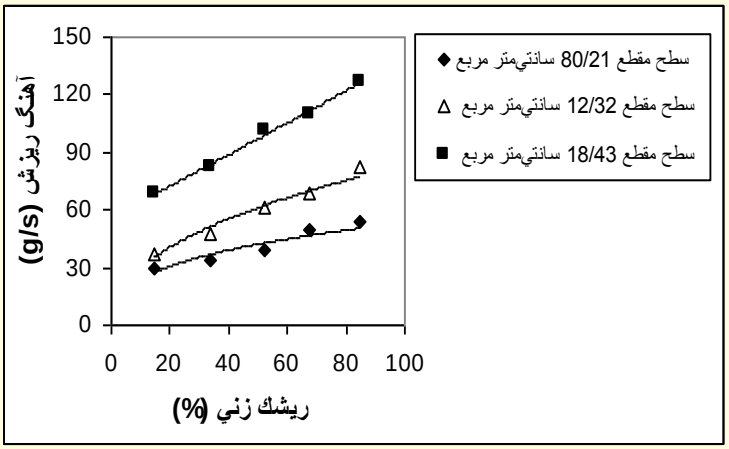
۴- طول برنج قهوه‌ای سالم حداقل ۳/٤ طول یک برنج کامل می باشد (Farouk and Islam,1995).

اثر ریشک‌زدایی شلتوک (در رطوبت حدود ۱۰ درصد بر پایه تر) در پنج سطح ریشک‌زنی (۱۴/۶۷، ۳۳/۶۲، ۵۲/۰۷، ۶۷/۷۴ و ۸۴/۹۳٪)، سطح مقطع خروجی مخزن شلتوک ماشین پوست‌کن در سه سطح (۱۲/۰۸، ۲۳/۲۱ و ۳۴/۸۱ cm^2) برآهنگ و ضریب تغییرات ریزش شلتوک به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی درسه تکرار انجام شد. در صفات مربوط به خواص پوست کنی شلتوک، آزمایشها به صورت فاکتوریل با دو فاکتور رطوبت شلتوک در چهار سطح (۹/۰۶، ۱۰/۸۷، ۱۳/۴۶ و ۱۴/۹۲ درصد بر پایه تر) و نوع شلتوک در دو سطح (ریشک‌دار و ریشک زده) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد.

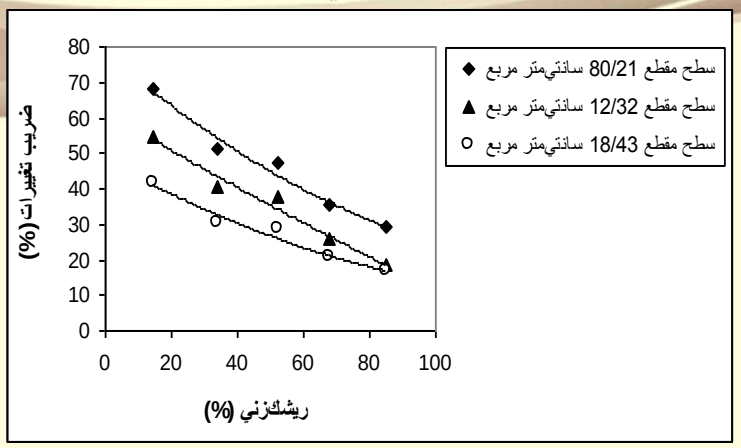
۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثرریشک‌زنی برآهنگ و ضریب تغییرات ریزش شلتوک

اثر ریشک‌زنی شلتوک و سطح مقطع خروجی مخزن برآهنگ و ضریب تغییرات ریزش به ترتیب در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. در هر سطح مقطع خروجی، با افزایش درصد ریشک‌زنی شلتوک، آهنگ ریزش افزایش و ضریب تغییرات ریزش کاهش یافت. همچنین در هر سطح از درصد ریشک‌زنی شلتوک، با افزایش سطح مقطح خروجی روند مشابهی حاصل شده است. بیشترین آهنگ ریزش با میانگین ۱۲۶/۷۲ g/s درسطح مقطع خروجی ۳۴/۸۱ cm^2 و ۸۴/۹۳٪ ریشک‌زنی و کمترین آن با مقدار میانگین ۲۹/۴۲ g/s درسطح مقطع ۱۲/۰۸ cm^2 و ۱۴/۶۷٪ ریشک‌زنی حاصل شد (شکل۵). بیشترین ضریب تغییرات ریزش با میانگین ۶۸/۲۷٪ درسطح مقطع ۱۲/۰۸ cm^2 و ۱۴/۶۷٪ ریشک‌زنی شلتوک و کمترین آن با میانگین ۱۶/۷۵٪ درسطح مقطع خروجی ۳۴/۸۱ cm^2 و ۸۴/۹۳٪ ریشک‌زنی حاصل گردید (شکل۶).



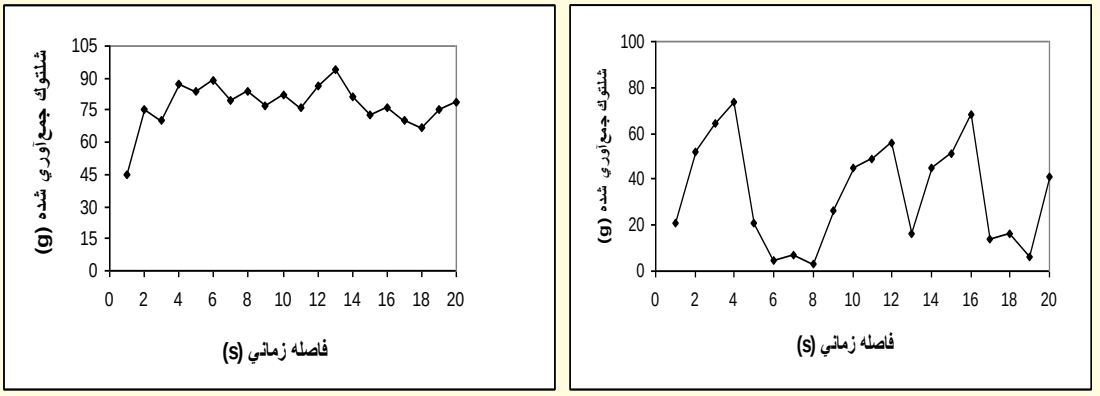
شکل۵: اثرریشک‌زنی و سطح مقطع خروجی مخزن برآهنگ ریزش شلتوک



شکل۶: اثر ریشک‌زنی و سطح مقطع خروجی مخزن بر ضریب تغییرات ریزش

نتایج این آزمایش نشان داد که حتی در بیشترین سطح مقطع (دراین آزمایش cm^2 ۳۴/۸۱)، ضریب تغییرات ریزش شلتوک ریشک‌دار کمتر از ۴۰ % نبوده ا ست. بنابراین نمی‌توان از طریق افزایش سطح مقطع خروجی به یکنواختی قابل‌قبولی[۵] در ریزش دست یافت. افزون بر این، در بعضی از مواقع، افزایش سطح مقطع خروجی به واسطه افزایش بار بیش از حد در پوست‌کن و ماشین جداساز (جداساز شلتوک از برنج قهوه‌ای) مطلوب نبوده و ناچاراً می‌بایست آهنگ ریزش شلتوک از مخزن را کم کرد. در چنین شرایطی، ضریب تغییرات ریزش شلتوک ریشک‌دار بسیار زیاد بوده و در نتیجه تخلیه شلتوک به‌سختی انجام می‌شود.

رابطه تغییرات وزن شلتوک (ریشک‌دار و ریشک‌زده) تخلیه شده درمدت ۲۰ ثانیه و در فوا صل زمانی یک ثانیه‌ای که تو سط بارسنج اندازه‌گیری و با استفاده از دستگاه داده‌برداری ثبت شد، در شکل ۷ آمده است. در شلتوک ریشک‌دار (شکل۷- الف)، روند تغییرات وزن شلتوک تخلیه شده درفاصله‌های زمانی یک ثانیه‌ای بسیار زیاد بوده بطوری که دربعضی از مواقع ریزش شلتوک تقریباً متوقف شده است ولی برای شلتوک ریشک‌زده (شکل۷- ب) تغییرات وزن شلتوک جمع‌آوری شده در فاصله‌های زمانی مشابه روند تقریباً یکنواختی دارد.



(ب) (الف)

شکل۷: وزن شلتوک ریشک‌دار و ریشک زده خروجی از مخزن ماشین پوست‌کن در فواصل زمانی مختلف

۵- ضریب تغییرات ($CV\%$) ریزش شلتوک درمحدوده ۲۰ % -۱۰ قابل قبول، ۱۰ % -۵ خوب وکمتراز ۵ % خیلی خوب گزارش شده است (Fowler, 2005)

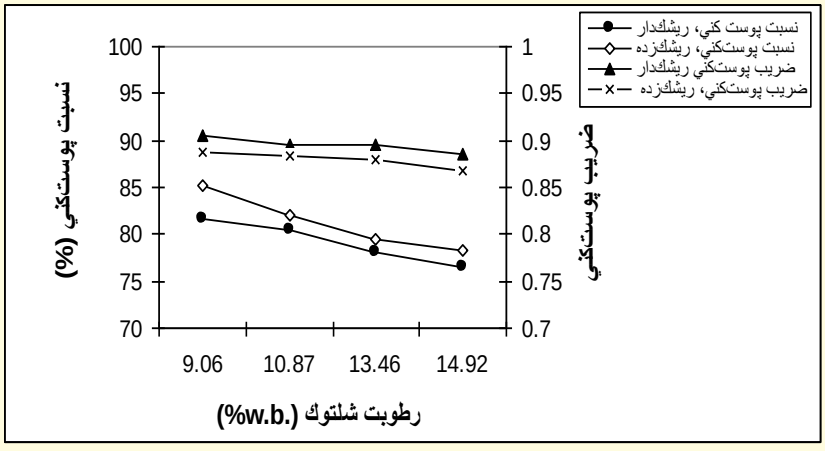
آهنگ ریزش مواد دانه‌ای از منافذ و یا روزنه‌های دایره‌ای و یا مستطیلی درجریان ثقلی و یا آزاد از مخزن توسط محققین زیادی بررسی شده است که درآن رفتار جریان مواد تابعی از شکل هندسی مخزن و روزنه در نظر گرفته شده است (Chang *et al.*, 1984; Chang *et al.*, 1990; Shakya *et al.*, 1980; Chang and Converse, 1988; Gregory and Fedler, 1987; Fast and Moysey,1988). درتحقیقات محدودی هم به تأثیر رطوبت بذر و شکل دهانه خروجی برآهنگ ریزش از مخزن اشاره شده است(Chang *et al.*, 1984; Irtwange and Igbeka, 2002b; (Sethi *et al.*, 1992; Kachru *et al.*, 1994). ولی درمورد شلتوک و به ویژه تأثیر ریشک‌زدایی برآهنگ و یکنواختی ریزش شلتوک از مخزن تاکنون گزارشی منتشرنشده است.

۲-۳- اثر ریشک‌زدایی برخواص پوست‌کنی شلتوک

۱-۲-۳- نسبت پوست‌کنی شلتوک

نتایج نشان داد بیشترین نسبت پوست‌کنی شلتوک ریشک‌دار و ریشک‌زده به ترتیب با میانگین‌های ۸۱/۱۰ و ۸۴/۱۱ درصد در رطوبت ۹ درصد و کمترین آن با میانگین‌های ۷۴/۰۷ و ۷۵/۹۷ درصد در رطوبت ۱۵ درصد بدست آمد (شکل۸). با افزایش رطوبت شلتوک رقم ها شمی از ۹/۰۶ به ۱۴/۹۲ در صد، نسبت پوست‌کنی شلتوک ریشک‌دار از ۸۱/۶۱ به ۷۶/۴۵ در صد و در شلتوک ریشک‌زده از ۸۵/۱۹ به ۷۸/۲۲ در صد کاهش یافته است (شکل ۸). افزایش نسبت پوست‌کنی به منزله کاهش در صد شلتوک در خروجی ماشین پوست‌کن می‌باشد. در رطوبت بالاتر، چسبندگی پوسته شلتوک به برنج قهوه‌ای بیشتر بوده و به آسانی جدا نمی شود (Singh, 1982). روند مشابهی توسط محققین دیگر گزارش شده است (پیمان و همکاران، ۱۳۷۸؛ روحی، ۱۳۸۱؛ فیروزی و علیزاده، ۱۳۸۲).

دستیابی به نسبت پوست‌کنی مطلوب در فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. نسبت پوست‌کنی مناسب در پوست‌کن غلتک‌لاستیکی حدود ۸۰ درصد اعلام شده است (علیزاده و تجددی‌طلب، ۱۳۸۵). پس از پوست‌کنی، در سیستم تبدیل سایشی (جدید) مخلوط برنج قهوه‌ای و شلتوک وارد ماشین جداساز شده و شلتوک دوباره به ماشین پوست‌کن برگشت داده می شود. چنانچه درصد شلتوک در خروجی ماشین پوست‌کن بیش از حد مورد نظر باشد، ظرفیت ماشین پوست‌کن کاهش یافته در نتیجه راندمان مصرف انرژی و نیز ظرفیت کلی سیستم تبدیل کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، شلتوکی که دوباره به ماشین پوست‌کن برگشت داده می‌شود، ممکن است در مرحله پوست‌کنی مجدد شکسته شود.



شکل۸: مقایسه بین نسبت و ضریب پوست‌کنی شلتوک ریشک‌دار و ریشک‌زده

۲-۲-۳- شاخص پوست‌کنی شلتوک

با افزایش رطوبت شلتوک از ۹/۰۶ به ۱۴/۹۲ درصد، شاخص پوست‌کنی شلتوک ریشک‌دار بطور میانگین از۷۳/۸۸ به۶۷/۷۱ در صد و در شلتوک ریشک‌زده از۷۶/۵۹ به ۶۷/۹۳ در صد کاهش یافت (جدول۱) اما در هر سطح از رطوبت شلتوک، اختلاف بین شاخص پوست‌کنی دو نوع شلتوک ریشک دار و ریشک زده معنی دار نیست.

جدول۱: مقایسه بین میانگین‌های شاخص پوست‌کنی شلتوک ریشک‌دار و ریشک‌زده دررطوبت‌های مختلف

رطوبت شلتوک (%w.b.)	شلتوک ریشک‌دار (%)	شلتوک ریشک‌زده (%)
۹/۰۶	۷۳/۸۸ a	۷۶/۵۹ a
۱۰/۸۷	۷۲/۱۷ ab	۷۲/۵۸ b
۱۳/۴۶	۷۰/۰۰ bc	۷۰/۰۲ c
۱۴/۹۲	۶۷/۷۱ c	۶۷/۹۳ c

مطابق رابطه ۲، شاخص پوست کنی حاصل ضرب نسبت پوست کنی در ضریب پوست‌کنی است. همان‌طوری که درشکل ۸ نشان داده شده است، در اثر ریشک‌زدایی شلتوک نسبت پوست‌کنی افزایش ولی ضریب پوست‌کنی تا حدی کاهش یافته است. به همین دلیل در شاخص پوست‌کنی تغییر چندانی حاصل نشده است. بنابراین می‌توان گفت که ریشک‌زنی شلتوک های ریشک‌دار نه تنها سبب افزایش آهنگ و یکنواختی ریزش شلتوک از مخزن پوست‌کن می شود، بلکه این امر سبب بهبود نسبت پوست‌کنی و افزایش راندمان ماشین پوست‌کن می‌گردد.

سپاسگزاری

از مسئولین و همکاران بخش تحقیقات فنی و مهندسی مؤسسه تحقیقات برنج کشور و نیز گروه مهندسی مکانیک دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس که در انجام این تحقیق مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی می شود. همچنین از شرکت خسرو-پرویز که در مراحل ساخت دستگاه نهایت همکاری را داشتند، سپاسگزاری می گردد.

فهرست منابع

پیمان، م. ح.، توکلی هشجین، ت. و مینایی، س. (۱۳۷۸). تعیین فاصله مناسب بین غلطک‌ها در پوست‌کن غلطک لاستیکی برای تبدیل سه رقم برنج متداول در استان گیلان. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، سال پنجم، شماره ۲۰، ص ۴۸- ۳۷.

روحی، غ. (۱۳۸۱). بررسی انرژی مصرفی برای پوست‌کنی و سفیدکردن سه رقم شلتوک رایج در استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۱ص.

علیزاده، م. ر. و تجددی‌طلب، ک. (۱۳۸۵). بررسی تاثیر درجه پوست‌کنی بر میزان شکست ارقام مختلف برنج، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات برنج کشور، ۲۰ ص.

فیروزی، س. و علیزاده، م. ح. (۱۳۸۲). بررسی علل شکستگی دانه در فرآیند تبدیل شلتوک. گزارش نهایی طرح پژوهشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، ۱۱۱ ص.

Anonymous, 2002. Standard evaluation system for rice (SEC). International Rice Research Institute (IRRI).

Booth, D. T., Bai, Y. and Roos, E. E. (1997). Preparing sagebrush seed for market: Effects of debearder processing. Journal of Range Management, 50(1): 51-54.

Chang, C. S., Converse, H. H. and Lai, F. S. (1984). Flow rate of corn through orifices as affected by moisture content. Transactions of the ASAE, 27(5): 1586-1589.

Chang, C. S., Converse, H. H. and Steele, J. L. (1990). Flow rate of grain through various shapes of vertical and horizontal orifices. Transactions of the ASAE, 34(4): 1789-1796.

Chang, C. S. and Converse, H. H. (1988). Flow rate of wheat and sorghum through horizontal orifices. Transactions of the ASAE, 31(1): 300-304.

Dewald, C. L., Springer,T. L. and Beisel,V. A. (2003). The woodward chaffy seed conditioner 2000. Transactions of the ASAE, 19(2): 219-223.

Edwards, W. (2005). Estimating farm machinery costs. Cooperative Extension Service, Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa.

Farouk, S. M. and Islam, M. N. (1995). Effect ot parboiling and milling parameters on breakage of rice grains. AMA, 26(4): 33-38, 45.
Fast, A. and Moysey, E. B. (1988). Flow grain through orifices in bin walls and floors. ASAE paper No. NCR 88-601. St. Joseph, MI.

Guler, I. E. (2005). Analysis of the effects of flute diameter, fluted roll length and speed on sesame seed flow using Minitab. Journal of Applied Sciences, 5(3): 488-491.

Irtwange, S. V. and Igbeka, J. C. (2002b). Flow properties of african yam bean (*Sphenostylis stenocapra*) as affected by accession and moisture content. Transactions of the ASAE, 45(4): 1063-1070.

Karrfalt, R. P. (1992). Increasing hardwood seed quality with brush machines. Tree Planters' Notes, 43(2): 33-35.

Loch, D. S. (1993). Tropical pasture establishment. 5. Improved handling of chaffy grass seeds: options, opportunities and value. Tropical Grassland, 27: 314-326.

Oka, H. I. (1988). Origin of cultivated rice, Elsevier, Amsterdam.

Omar, J. and Yamashita, R. (1987). Rice drying, husking and milling, part2: Husking, AMA, 18(4):43-46.

Sethi, P. S., Grover, P. C. and Thakur. B. C. (1992). Selected engineering properties of oilseeds. Research Punjab Agric. Univ., 20(1): 99-110.

Shakya, B. R., Singh, P. J. K. and Singh, N. K. (1980). Flow of granular foods through hopper openings, Journal of Agricultural Engineering Research, 17(1): 45-48.

Singh, U. N. (1982). Performance and potential of rubber rolls in husking paddy, AMA, 18(2): 56-58.

Weyhrich, R. A., Carver, B. F. and Martin, B. C. (1995). Photosynthesis and water-use efficiency of awned and awnletted near-isogenic lines of hard red winter wheat. Crop Science, 35: 172-176.