

طراحی، ساخت، و ارزیابی پوست کن پیوسته کنجد

سیدمهدی نصیری^{۱*}، نجات صادقی^۲

۱، استادیار بخش مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲، دانشجوی کارشناسی ارشد بخش مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۷/۱۶)

چکیده

پوست‌کنی مرحله‌ای بسیار مهم در فراوری دانه کنجد و شامل فرایندهای خیساندن، پوست‌گیری، و جداسازی پوست از مغز دانه کنجد است. در این تحقیق، یک پوست‌کن پیوسته دانه‌های کنجد در راستای طراحی فرایند پیوسته صنعتی کنجد طراحی، ساخته، و سپس ارزیابی شد. شیب دستگاه و دور محور پوست‌کن فاکتورهای اصلی آزمایش بودند. نتایج نشان می‌دهد که این دو فاکتور تأثیر معنی‌داری بر درصد پوست‌گیری دانه‌ها دارند ($p=0/01$). حداکثر درصد پوست‌گیری با یک‌بار عبور دانه‌ها از پوست‌گیر در حدود ۸۴ درصد بود که در شیب صفر درجه و کمترین سرعت دورانی دستگاه به‌دست آمد. نتایج همچنین نشان داد که بین زمان پوست‌گیری و درصد دانه‌های سفیدشده رابطه‌ای خطی با ضریب همبستگی ۰/۸۰ وجود دارد. با افزایش زمان پوست‌گیری که در تنظیمات دیگر دستگاه امکان‌پذیر است، دستگاه برای استفاده در فرایند پیوسته صنعتی مناسب می‌شود.

کلیدواژه‌گان: آسیاب‌کردن، پوست‌کن کنجد، فراوری کنجد، کنجد.

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum L.*) به خانواده پدالیاسه (*Pedaliaceae*) تعلق دارد و یکی از گیاهان ارزشمند و دیرینه زراعی است. از حدود ۲۰ گونه وحشی چینی (*Sesamum*) که در آسیا و آفریقا کشت می‌شود، گونه هندی (*Sesamum indicum*) از دیدگاه اقتصادی ارزش دارد (Nasseri, 1996).

از عمده کشورهای تولیدکننده کنجد می‌توان به چین، هند، میانمار، سودان، و نیجریه اشاره کرد. سابقه کشت کنجد در بین‌النهرین، پاکستان، و ایران به بیش از ۴۰۰۰ سال پیش می‌رسد. کنجد در ایران در استان‌های خوزستان، بلوچستان، اصفهان، و فارس کشت می‌شود. براساس گزارش فائو در سال ۲۰۱۰ سطح زیر کشت کنجد در ایران و جهان به ترتیب حدود ۴۰ هزار و ۷/۸ میلیون هکتار با عملکرد ۷۰۰ و ۴۹۱ کیلوگرم در هکتار، و مقدار تولید دانه کنجد نیز به ترتیب ۲۸ هزار و ۳/۸ میلیون تن بوده است (Anonymous, 2010). بیشترین بخش کاربردی کنجد دانه آن است که شامل ۸ درصد پروتئین، ۵۰ تا ۶۰ درصد روغن، دو تا سه درصد فیبر خام، ۱۸ درصد کربوهیدرات، ۵/۷ درصد خاکستر، و سرشار از مواد معدنی مانند کلسیم، فسفر، و ویتامین E است (Abu-Ghannam, 1998). کاربرد روزافزون روغن به‌دست‌آمده از این گیاه در صنعت، موجب افزایش تقاضا برای افزایش سطح زیرکشت آن می‌شود.

پوست‌کنی مرحله‌ای ضروری در فراوری دانه‌های کنجد است و روش‌های گوناگونی برای آن در نظر گرفته شده است (Kazaei & Mohammadi, 2009). از آنجاکه کنجد دانه‌ای روغنی است برای مدتی خیس‌اندن می‌شود تا به راحتی با عمل سایش‌مالش، پوست‌گیری صورت پذیرد. دانه‌های خیس‌خورده که انعطاف لازم را برای پوست‌گیری پیدا کرده‌اند، وارد دستگاه پوست‌گیری می‌شوند تا با عمل سایش و ضربه، پوست از مغز آن‌ها جدا شود (Ayaz and Sawaya, 1986; Elleuch *et al.*, 2007). برای جداسازی بهتر پوست از دانه کلزا نیز استفاده از آب و بخار اشباع به منظور رطوبت‌دهی دانه‌ها توصیه شده است (Thakor *et al.*, 1995).

پوست‌کن سایشی شامل استوانه‌ای ثابت از جنس فولاد ضد زنگ، دیسک‌های سایشی، شافت، و مکانیزم انتقال توان است. بین دیسک‌های سایش از یک‌سری صفحات آلومینیومی به‌عنوان فاصله‌انداز استفاده می‌شود که سطح خارجی این صفحات برای هدایت دانه به سمت بیرون، شکل مارپیچی دارند. تعداد صفحات سایش و فاصله بین دیسک و استوانه به میزان تغذیه و درجه پوست‌کنی وابسته است (Bassey & Schmidt, 1989).

در بسیاری از فرایندهای پوست‌کنی برای ایجاد یکنواختی در عملیات پوست‌کنی و صرفه‌جویی در هزینه‌ها از پوست‌کن‌های ماشینی بعد از پوست‌کن سایش استفاده می‌شود. در پوست‌کنی ماشینی به‌جای دیسک‌های ساینده از یک تویی

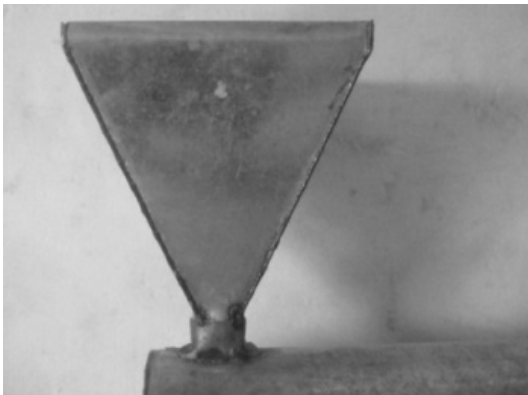
* نویسنده مسئول : nasiri@shirazu.ac.ir

بزرگ در زیر دستگاه و قاب کوچک‌تری به‌عنوان شاسی استوانه پوست‌گیر و موتور روی آن است (شکل ۱).

برای تغییر شیب طولی دستگاه پوست‌کن به‌منظور بررسی تأثیر شیب بر درصد پوست‌گیری، از نقاله و مکانیزم پیچ‌ومهره مفصل‌دار استفاده گردید، به‌این‌صورت که با حرکت مکانیزم، شاسی دستگاه پوست‌گیر در مقایسه با شاسی اصلی تغییر زاویه می‌داد (شکل ۱). برای انجام‌دادن آزمون‌ها سه سطح زاویه صفر، هفت، و ۱۵ درجه برای شیب پوست‌گیری انتخاب شد. این زوایا به‌کمک نقاله صنعتی واسنجی شدند. برای تنظیم تغذیه ورودی به دستگاه از مخزن و دریچه تنظیم‌پذیر استفاده شد. مخزن با ابعاد $270 \times 270 \times 270$ میلی‌متر در بالا و 55×55 میلی‌متر در قسمت تخلیه (پایین) و ارتفاع ۳۱۰ میلی‌متر ساخته شد. براساس پیش‌آزمون‌های انجام‌شده شیب مخزن باتوجه به زاویه پایداری کنجد آبکش شده ۷۰ درجه در نظر گرفته شد (شکل ۲).



شکل ۱. شاسی دستگاه پوست‌کن و مکانیزم تغییر شیب دستگاه



شکل ۲. مخزن و دریچه تنظیم‌پذیر

فولاد ضد زنگ استفاده می‌شود که فشار و حرارت زیادی تولید می‌کند. این فشار به ۳۰۰ مگا پاسکال و دمای دانه‌های خروجی در صورت خنک‌نشدن به‌میزان ۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. در این مدل اصطکاک داخلی بین دانه‌ها تأثیر اساسی در فرایند پوست‌شدن دارد. دمش هوا بین دانه‌ها به خنک‌شدن آن‌ها و خروج سیوس کمک می‌کند (Anon., 2005).

درمجموع، تجهیزات پوست‌کنی متداول عملیات پوست‌کنی را تحت نیروهای فشاری و برشی به‌وسیله دو یا چند لبه گوه‌مانند مقابل‌هم انجام می‌دهند. درعمل دانه‌ها از میان یک‌جفت غلتک یا آسیاب در مسیرهای طولی حرکت داده می‌شوند و این فاصله کوچک‌تر از اندازه کوچک‌ترین قطر اصلی دانه کامل است تا نیروی اعمالی برای انجام عمل پوست‌کنی مؤثر واقع شود (Osman & Hashim, 1986). دراین روش، جداسازی دانه از پوست بعد از عمل پوست‌کنی بسیار مشکل است، زیرا پوست و دانه به اندازه‌های تقریباً مساوی تبدیل می‌شوند یا اینکه با روغنی خواهند بود که حاصل از دست‌دادن بخشی از روغن به‌دست‌آمده از دانه به‌همراه پوست است. افزون‌برآن درآثر نیروهای فشاری و گرمای تولیدشده در داخل دستگاه پوست‌کن، پوست و دانه به‌هم می‌چسبند و ایجاد توده به‌هم پیوسته (کیک) می‌کنند که باعث مسدودشدن مجاری دستگاه پوست‌کن می‌شود.

امروزه پوست‌کنی کنجد در کارگاه‌های پوست‌کنی جنوب کشور به‌روش ناپیوسته صورت می‌گیرد. ابتدا دانه‌های کنجد به‌مدت هشت ساعت خیس‌انده و سپس در دستگاه پوست‌کن تیغه‌ای پوست‌گیری می‌شود. در این روش چند کارگر وظیفه تغذیه و تخلیه مواد قبل و بعد از عملیات پوست‌کنی را برعهده دارند. با این وقفه‌ها از ظرفیت پوست‌کنی کاسته می‌شود. ازطرف‌دیگر نگهداری دانه‌ها برای مدت هشت ساعت در آب، رشد باکتری‌ها و افزایش فعالیت‌های میکروبی را ممکن می‌کند. برای رفع معایب ذکرشده، دستگاه پوست‌کن جریان پیوسته با هدف تبدیل روش سنتی پوست‌گیری به صنعتی و کاهش زمان کل پوست‌گیری طراحی، ساخته، و آزمایش شد. این دستگاه امکان طرح فرایندی پیوسته را برای صنایع تبدیلی فراهم خواهد ساخت.

مواد و روش‌ها

ساختمان دستگاه

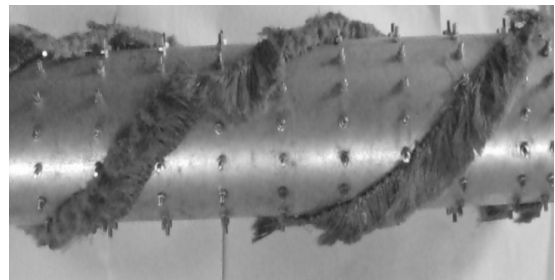
برای دستگاه پوست‌گیر پیوسته قسمت‌های گوناگونی همچون شاسی، مخزن بذر، مکانیزم پوست‌کنی، و سیستم محرک درنظر گرفته شد. شاسی اصلی دستگاه شامل قابی مستطیل شکل

و پولی، و دستگاه اینورتر ۲/۲ کیلووات ساخت کشور کره مدل HYUNDAI استفاده شد. برای تعیین صحت دور موتور از دورسنج دیجیتال (DT-2236C ساخت کشور چین) با دقت $\pm 0.5\%$ درصد به‌طور همزمان استفاده شد. سه سطح سرعت دورانی پوست‌گیری ۲۵۰، ۳۵۰، و ۴۵۰ دور در دقیقه براساس سرعت پوست‌گیرهای ناپیوسته موجود در کارگاه‌های ارده‌کشی (حدود ۳۰۰ دور در دقیقه)، و پیش‌آزمون انتخاب شد. طرحواره کلی دستگاه ساخته‌شده در شکل ۴ نشان داده شده است.

روش اجرای آزمون‌ها

دانه‌های کنجد از بازار تهیه و از اجسام خارجی مثل خاک، پوشال، دانه‌های آسیب‌دیده، و نارس تمیز شدند. رطوبت اولیه کنجد با شش نمونه و استفاده از روش استاندارد وزنی (استاندارد S۳۵۲/۳) برپایه خشک اندازه‌گیری و محاسبه شد (Anonymous, 1994). برای اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها از ترازوی AND مدل GF600 با دقت $\pm 0.01\%$ گرم استفاده شد. سپس شش نمونه تصادفی از توده انتخاب و با شمارش دانه‌های سفید از مجموع ۱۰۰ دانه، درصد دانه‌های پوست‌شده اولیه محاسبه شد. نمونه‌هایی با وزن ۱۵۰۰ گرم تهیه و به‌مدت چهار ساعت (نصف زمان خیساندن به‌روش ناپیوسته مرسوم) در آب با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و سختی ۳۶۵ پی.پی.ام. خیسانده شد. بعد از پایان یافتن مدت‌زمان خیساندن، نمونه‌ها بدون کمترین دست‌خوردگی درون سبدها ریخته و دور از آفتاب و باد قرار داده شد تا آبکشی شود.

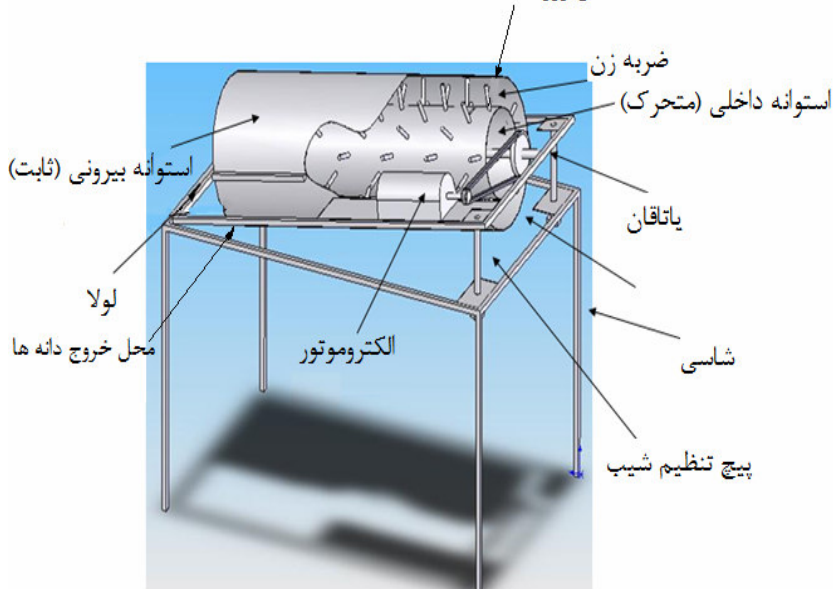
قسمت پوست‌گیری از دو استوانه هم‌مرکز از ورق گالوانیزه با ضخامت ۲ میلی‌متر ساخته شد. قطر داخلی استوانه‌های بیرونی و قطر بیرونی استوانه داخلی به‌ترتیب ۲۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر بود. در پیرامون استوانه داخلی در ۱۸ ردیف به‌صورت محیطی از ضربه‌زن‌های گالوانیزه استفاده شد. روی استوانه دوار ضربه‌زن‌ها به‌ارتفاع تقریبی ۲/۵ سانتی‌متر پیچ شدند به‌روشی که حداقل فاصله ممکن بین استوانه داخلی و بیرونی ایجاد شود. گرچه ضربه‌زن‌ها طبق الگوی مارپیچی روی استوانه نصب شدند، اما برای انتقال مطمئن و پیوسته دانه‌های کوچک کنجد، برسی پلاستیکی با ارتفاع حدود سه سانتی‌متر، با گام ۳۰ سانتی‌متر و در راستای گام ضربه‌زن‌ها طراحی، و روی استوانه دوار نصب گردید (شکل ۳).



شکل ۳. ضربه‌زن‌ها و برس پلاستیکی مارپیچی

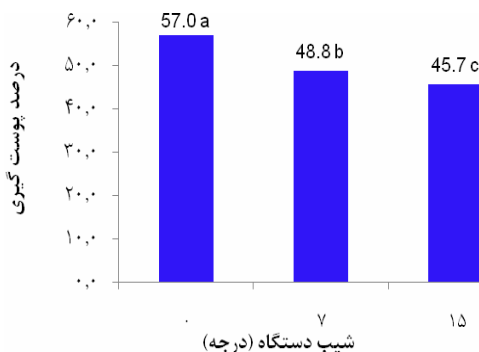
سرعت‌های دورانی متفاوت استوانه دوار با موتور الکتریکی ۰/۷۵ کیلوواتی (njm، مدل ۲-۷۸۰۱ ساخت کشور چین) تأمین شد. برای انتقال و تغییر سرعت موتور از مکانیزم تسمه

محل ورود دانه‌ها



شکل ۴. طرحواره دستگاه پوست‌کن کنجد

پوست‌گیری (به‌طور میانگین 8 ± 0.7 درصد)، مقدار نهایی دانه‌های پوست‌گیری‌شده در شیب‌های صفر، هفت، و پانزده درجه به‌ترتیب به‌مقدار $73/8$ ، $66/3$ ، و $59/7$ درصد بالغ گردید. زمان پوست‌کنی در شیب‌های صفر، هفت، و پانزده درجه به‌ترتیب به‌طور میانگین 271 ± 30 ، 259 ± 25 ، و 250 ± 40 ثانیه بود. در تحقیقات پیشین تأثیر شیب دستگاه بررسی نشده است اما برخی زمان پوست‌گیری را عامل تأثیرگذار بر کیفیت پوست‌کنی بیان کرده‌اند (Ikubudu et al., 1999; Idriss et al., 2004; Barnwal et al., 2010).



شکل ۵. تأثیر شیب پوست‌کن بر درصد دانه‌های پوست‌گیری‌شده

باتوجه به مقدار F موجود در جدول ۱، تأثیر دور دستگاه بر کیفیت پوست‌کنی به‌مراتب بیشتر از شیب دستگاه بوده است. این موضوع در مقایسه بین شکل ۵ و ۶ نیز مشاهده می‌شود. بیشترین مقدار پوست‌گیری در سرعت ۲۵۰ دور در دقیقه حاصل شده است و با افزایش دور، روند نزولی داشته است. زمان پوست‌گیری در سرعت‌های دورانی ۲۵۰، ۳۵۰، و ۴۵۰ دور در دقیقه به‌ترتیب 295 ± 12 ، 262 ± 19 ، و 225 ± 12 ثانیه اندازه‌گیری شد. اختلاف این زمان‌ها در هر سه تیمار معنی‌دار است به‌صورتی که اثر معنی‌داری را نیز در کیفیت پوست‌گیری ایجاد کرده است. ادریس و همکاران بیان داشتند که افزایش سرعت نرخ انتقال مواد را به‌طور خطی افزایش می‌دهد (Idriss et al., 2004). در این پژوهش از آنجا که استوانه پوست‌گیر سه سطح سرعت دورانی دارد می‌توان این روند را خطی در نظر گرفت. با این‌حال رابطه غیرخطی با ضریب تبیین بالاتر نیز دست‌یافتنی است. با در نظر گرفتن درصد دانه‌های پوست‌گیری‌شده بعد از خیساندن و حذف مقدار باقی‌مانده در دستگاه (حدود ۶ درصد) از مقدار مواد تغذیه‌شده به پوست‌گیر، مقادیر موجود در شکل ۶ به $77/8$ ، $71/0$ ، و $63/0$ درصد افزایش می‌یابد.

نمونه‌های آماده‌شده در مخزن ریخته شد و پس از تنظیم دستگاه مطابق تیمار آزمایش و شروع به‌کار دستگاه، دریچه تخلیه باز شد. برای اندازه‌گیری زمان پوست‌گیری، ظرفی در قسمت خروجی دستگاه پوست‌کن روی ترازو قرار داده شد تا وزن مواد هنگام خروج تعیین گردد. در پیش‌آزمون‌ها مشخص شد که به‌طور میانگین شش درصد مواد در پوست‌گیر باقی می‌ماند. از این‌رو زمان رسیدن وزن مواد خروجی به‌حدود ۹۰ درصد وزن بارگیری ($1/35$ کیلوگرم) با استفاده از کرنومتر ثبت گردید. نمونه‌های پوست‌کنی‌شده به‌همراه پوست کنجد در ظرف حاوی آب‌نمک اشباع ریخته شد تا پس از مدتی کوتاه پوست‌های کنجد ته‌نشین گردد. کنجد پوست‌شده از روی آب جمع‌آوری و درصد پوست‌گیری نمونه‌ها با شمارش تعداد دانه‌های سفیدشده از میان ۱۰۰ دانه شمارش شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار صورت پذیرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن بررسی شد. همچنین از تحلیل همبستگی و رگرسیون برای بررسی روابط بین متغیرها استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کمک نرم افزارهای SPSS ۱۶ و Excel ۲۰۰۷ انجام شد.

نتایج و بحث

نتیجه تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دور محور پوست‌کن و شیب دستگاه ساخته‌شده اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد پوست‌کنی دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میانگین درصد پوست‌کنی $57/0 \pm 5/5$ درصد مربوط به‌شیب صفر درجه و کمترین مقدار آن $45/7 \pm 6/4$ درصد مربوط به‌زاویه ۱۵ درجه است (شکل ۵).

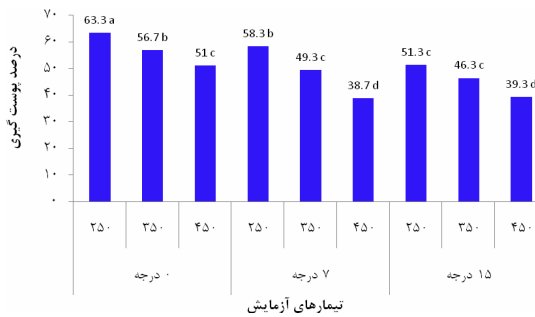
جدول ۱. تجزیه واریانس درصد دانه‌های پوست‌گیری‌شده

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
شیب دستگاه	۲	۶۱۷	۳۰۸/۵	۴۰/۶***
دور دستگاه	۲	۹۶۹	۴۸۴/۵	۶۳/۸***
شیب دستگاه × دور دستگاه	۴	۶۰	۱۵	۲/۰ ^{NS}
خطای آزمایشی	۱۸	۱۳۷	۷/۶	
کل	۲۶	۱۷۸۳		

***، NS به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و عدم معنی‌داری.

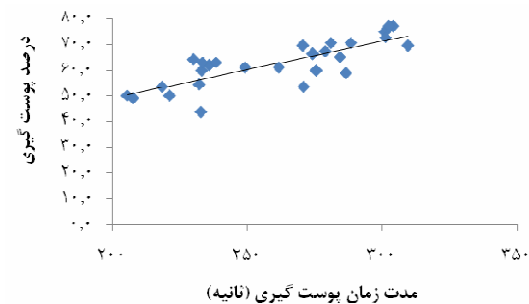
افزایش شیب دستگاه درجهت حرکت دانه‌ها و زاویه گام برس ماریچی به افزایش سرعت خروج مواد کمک کرد. با در نظر گرفتن مقدار دانه‌های پوست‌گیری‌شده قبل از عملیات

بیشترین مقدار پوست کنی خالص دستگاه با مقدار پوست جدا شده اولیه نزدیک به ۸۴/۰ درصد در زاویه صفر درجه و سرعت ۲۵۰ دور در دقیقه محاسبه شد. *Ikubudu et al.* (1999)، *Idriss et al.* (2004) و *Sharma et al.* (2009) به ترتیب درصد پوست کنی ۸۸ درصد برای کانولا، ۷۰ درصد برای لوبیا، و ۸۲ درصد را برای آفتابگردان گزارش کردند.



شکل ۸. اثر متقابل دور و شیب پوست کن بر درصد دانه‌های پوست‌گیری شده

باتوجه به تأثیر زمان ماندگاری دانه‌ها در پوست کن بر درصد پوست‌گیری، رابطه بین این دو متغیر بررسی شد. بدین منظور برای زوج داده‌های زمان و درصد پوست‌کنی، یک خط برازش گردید و ضریب همبستگی (r) ۰/۸۰ بین این داده‌ها محاسبه شد (شکل ۹). این رابطه نشان می‌دهد که با اعمال تیمارهای مناسب (تنظیمات دستگاه) می‌توان درصد پوست‌کنی را افزایش داد.

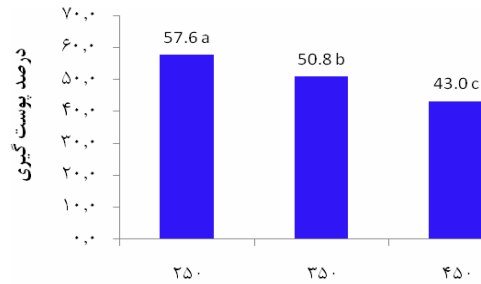


شکل ۹. رابطه بین زمان پوست‌کنی و درصد دانه‌های پوست‌گیری شده

اشز و یک بیان داشتند که با یک‌بار عبور محصول از پوست‌کن، ۸۰ درصد دانه‌ها پوست‌گیری شده‌اند. باتوجه به اینکه در این پژوهش نیز یک بار دانه‌ها از پوست‌گیر عبور داده شد، بدیهی است که می‌توان راندمان بیشتری برای پوست‌گیری به‌وجود آورد.

نتیجه‌گیری

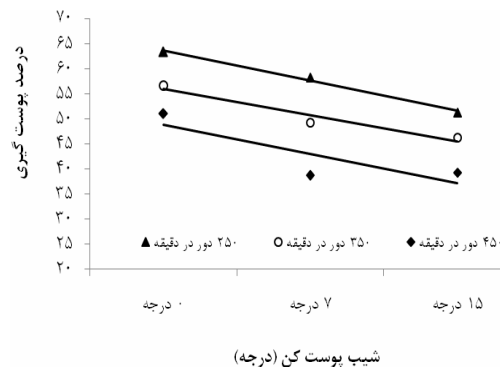
نتایج این پژوهش نشان داد که دستگاه پوست‌گیر پیوسته طراحی شده برای دانه کنگد قادر است بیش از ۸۴ درصد



سرعت دورانی پوست کن (دور در دقیقه)

شکل ۶. تأثیر سرعت دورانی پوست کن بر درصد دانه‌های پوست‌گیری شده

اثر متقابل سرعت دورانی پوست کن و شیب آن نشان می‌دهد با افزایش تدریجی شیب، روند تأثیر سرعت تغییر محسوسی داشته است (شکل ۷). همانطور که بیان شد افزایش سرعت، کاهش زمان پوست‌گیری را به دنبال داشت به نحوی که کمترین زمان ماندگاری مواد در پوست‌گیر در سرعت دورانی ۴۵۰ دور در دقیقه و شیب ۱۵ درجه با مقدار 211 ± 15 ثانیه اندازه‌گیری شد. این درحالی است که مقدار پوست‌کنی در این تیمار حداقل نبوده است.



شکل ۷. اثر متقابل سرعت دورانی پوست کن و شیب آن بر درصد دانه‌های پوست‌گیری شده

مراجعه حضوری به کارگاه ارده‌کشی نشان داد که در پوست‌گیر ناپیوسته (توده‌ای) با افزایش سرعت، زمان پوست‌کنی کاهش می‌یابد، درحالی‌که این موضوع در نوع پیوسته کاملاً برعکس عمل کرده است. آنچه که باعث تغییر روند پوست‌گیری در سرعت ۴۵۰ دور در دقیقه شده است، احتمالاً ضربه حاصل از ضربه‌زن‌ها بوده است. در زاویه ۱۵ درجه که حرکت مواد نیز افزایش یافته تأثیر این ضربه بیشتر شده است. بیشترین مقدار پوست‌گیری در زاویه صفر درجه و سرعت ۲۵۰ دور در دقیقه، و کمترین در زاویه ۷ درجه و سرعت ۴۵۰ دور در دقیقه به ترتیب با مقادیر $63/3$ و $38/7$ درصد بدون احتساب مقدار باقی‌مانده مواد در دستگاه و مقدار اولیه دانه پوست شده به دست آمد (شکل ۸).

پوست‌گیری در مقایسه با روش سنتی انجام شد. پیش‌بینی می‌شود با اعمال تنظیم‌های مناسب‌تر مانند شیب در جهت عکس، بتوان درصد پوست‌گیری را افزایش داد که نیاز به پژوهش‌های بیشتری دارد.

دانه‌های کنجد را در زاویه صفر درجه و سرعت ۲۵۰ دور در دقیقه بدون وقفه و به‌طور پیوسته پوست‌گیری کند. این میزان پوست‌گیری با ۵۰ درصد کاهش در زمان خیساندن دانه‌ها یعنی مدت چهار ساعت، و حدود ۳۸ درصد کاهش در کل زمان

REFERENCES

- Nasseri, F. (1996). *Oilseeds*. Astan Ghods Razavi, Mashhad: Shahd Publication. (In Farsi).
- Abu-Ghannam, N. (1998). Modeling textural changes during the hydration process of red beans. *Journal of Food Engineering*, 38, 341-352.
- Ayaz, M. and sawaya, W. N. (1986). Microbial Quality of tehineh manufactured in Saudi Arabia, *Journal of Food products*, 49, 504-506.
- Anonymous. (1994). ASAE Standards S352.3- "Moisture measurement- ungrounded grains and seed". In M.I. St. Joseph.
- Anonymous. (2005). Agricultural Machinery – Micro mill – Specifications. Paes 226. Philippine Agricultural Engineering Standard.
- Anonymous. (2010). FAO statistical database. www.fao.org. (Accessed on June 2012).
- Ashes, J. R. and Peck, N. J. (1978). A simple device for dehulling seed and grain. *Animal Feed Science and Technology*, 3, 109-116.
- Barnwal, P., Singh, K. K., Mridula, D., Kumar, R. and Rehal, J. (2010). Effect of moisture content and residence time on dehulling of flaxseed. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 662-667.
- Bassey, M. W. and Schmidt, G. (1989). Abrasive-disk dehullers in Africa from research to dissemination. Ottawa: Ont, IDRC, Ind.
- Elleuch, M., Besbes, S., Roiseus, O., Blecker, C. and Attia, H. (2007). Quality characteristics of sesame seeds and by-products. *Food Chemistry*, 103, 641-650.
- Idriss, A., Oloso, A. O. and Umar, B. (2004). Development of a concentric cylinder locust bean dehuller. *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*. Manuscript PM 04 003. Retrieved June 2012 from <http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal>.
- Ikubudu, J. A., Sokhansanj, S., Tyler, R. T., Mile B. J. and Thakor, N. S. (1999). Grain conditioning for dehulling of canola. *Canadian Agricultural Engineering*, 42, 27-32.
- Khazaei, J. and Mohammadi, N. (2009). Effect of temperature on hydrolysis kinetics of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Food Engineering*, 91, 542-552.
- Osman, M. A. and Hashim, H. (1986). Sweetmeat halwa tahini from sunflower, *Helianthus annuus* seeds. *Ministry of agriculture, Egypt*, 1, 13-32.
- Sharma, R., Sogi, D. S. and Saxena, D. C. (2009). Dehulling performance and textural characteristics of unshelled and shelled sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. *Journal of Food Engineering*, 92, 1-7.
- Thakor, N. J., Sokhansanj, S., McGregor, I. and McCurdy, S. (1995). Dehulling of Canola by Hydrothermal Treatments. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 72(5), 597-602.