تعیین تنظیمات بهینه دستگاه جداساز پسته پوک از پر نوع نیوماتیک برای دو رقم پسته صادراتی

محمدجواد میرزاعلیان[۱]، محمدمهدی مهارلویی[۲*]

۱- دانش آموخته دوره کارشناسی، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- عضو هئیت علمی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

* ایمیل نویسنده مسئول: maharlooei@uk.ac.ir

چکیده

با توجه به اهمیت پسته دربازار ایران و جهان و همچنین سهم عمده این محصول در صادرات غیرنفتی دراین پژوه به بررسی و بهینه سازی روش جداسازی پسته ی پوک از پر نوع خشک که در واحد های فراوری پسته مورد استفاده قرار می گیرد پرداخته شده است.در این مطالعه دو رقم فندقی و احمد آقایی مورد بررسی قرار گرفت.بدین منظور دو فاکتور دریچه ورودی هوا و دریچه ورودی محصول هر کدام در سه سطح(۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد گشودگی)در سه تکرار انجام شد. نتایج حاصل با شاخص های جداسازی درست و جداسازی نادرست سنجیده شد. نتایج این پژوهش نشان داد بهترین شرایط تنظیم دریچه های هوا و ورودی محصول برای هر دو رقم فندقی و احمد آقایی به منظور دستیابی به حداکثر شاخص جداسازی درست و حداقل شاخص جداسازی نادرست در وضعیت ۵۰ و ۱۰۰ درصد گشودگی دریچه ها به دست آمد.با توجه به تاثیر عوامل دیگری همچون رطوبت و سایز در تعیین وضعیت بهینه دریچه ها،انجام تحقیقات بیشتر برای بررسی کارکرد بهینه دستگاه در شرایط رطوبتی و اندازه های متفاوت پسته در ارقام متفاوت توصیه می شود.

کلمات کلیدی: پسته، جداسازی، جداسازی پسته پوک، جداساز نیوماتیک

مقدمه

پسته یکی از محصولات عمده صادراتی ایران است و کشور ما اولین تولید کننده و صادر کننده آن در سطح جهان می‌باشد. این محصول باتوجه به سیاست‌های کلی اقتصاد کشور در قطع وابستگی از درآمدهای نفتی و رونق صادرات غیر نفتی ازاهمیت ویژه ای برخوردار بوده است.با توجه به این که ۵ درصد از درآمدهای غیر نفتی و ۳۰ درصد از درآمدهای کشاورزی کل کشور وابسته به تولید پسته می باشد،بررسی راه کارهای توسعه و بهبود تولید و تجارت آن از جمله موضوعاتی است که مؤسسات پژوهشی و دستگاه‌های اجرایی آن را پیگیری می‌نمایند.

بر اساس آخرین آمار فائو در سال ۲۰۱۵،سطح زیر کشت پسته در ایران برابر با ۳۶۵ هزار هکتار بوده که ۸۰ درصد از آن مربوط به استان کرمان و شهرستان های این استان می باشد.میانگین تولید در سال ۱۳۹۴بالغ بر ۲۵۰ هزار تن پسته خشک بوده که از این

مقدار به میزان ۱۸۰هزار تن صادر شده است که ارزشی معادل ۱/۷میلیارد دلار داشته که نسبت به سال ۱۳۹۳ از نظر وزنی ۴۸ درصد و از نظر ارزشی ۵۰ درصد رشد داشته است با این توجه که در بین کشور های جهان،ایران با داشتن بیش از ۶۷در صد کل اراضی زیر کشت پسته جهان مقام اول را به خود اختصاص می دهد(Halstead, 2016).

فراوری پسته:

الف- پوست گیری

پوست گیری پسته در گذشته با دست انجام می شد و پوست نازک خارجی با دست از پوست درونی سخت جدا می گردد.

در این روش پوست درونی پسته سفیدتر می ماند ولی به این دلیل که وقت زیادی صرف می شود مقرون به صرفه نیست. امروزه پوست گیری پسته با ماشین های بزرگ و کوچک و با ظرفیت های مختلف انجام می گیرد.

ب- پوک گیری

پسته های سبک و فاقد مغز و پوست های همراه توسط دستگاهی به نام پوک گیر که بر اساس فشار هوا،آب و وزن مخصوص کار می کند جدا می گردند.

ج- گوگیری

در مناطق پسته خیز،به پسته هایی که پوست آنها گرفته نشده است گو گفته می شود.

این عمل توسط دستگاهی به نام گوگیر صورت می گیرد.

د- حوض شناوری

هدف از این مرحله جداسازی پسته های نارس و آسیب دیده که وزن کمی دارند به کمک سیال می باشد.

ه- نم گیری

در نم گیری مقداری از رطوبت پسته و آبی که از مرحله آماده سازی ، همراه پسته است گرفته می شود.

و – سورت

قبل از ورود پسته به مرحله خشک کن آشغال های موجود،پسته ها با رنگ های نامناسب و یا پوست گیری نشده توسط کارگران جدا می شوند.

ی – خشک کردن پسته

به دو روش انجام می شود:

۱) برای خشک کردن پسته از دستگاه های مختلف خشک کردن با هوای گرم استفاده می شود که امکان خشک کردن سریع وبدون آلودگی پسته را فراهم می کند.مدت زمان خشک کردن به درجه حرارت هوای گرم،سرعت ورود هوا و عمق انبارش بستگی دارد.

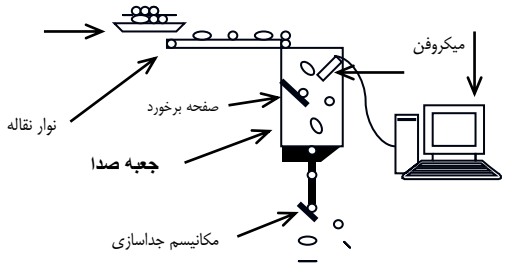
۲)خشک کردن در میدان های بهداشتی و سر باز که در این روش پسته ها را در محیطی باز زیر نور خورشید پهن کرده و خشک می نمایند.

در این روش به علت برنزه شدن پوست استخوانی پسته بیشتر مورد استقبال کشور های اروپای و آمریکایی قرارمی گیرد(زارع نظری، ۱۳۹۲).

پژوهش های اندکی در زمینه بهینه سازی فرایندهای فراوری پسته انجام شده است(Cetin *et al.*,2004) همچنین پژوهش های اندکی در زمینه استفاده از پردازش صدا و ضربه در تشخیص برخی خصوصیات کیفی محصولات کشاورزی انجام شده است

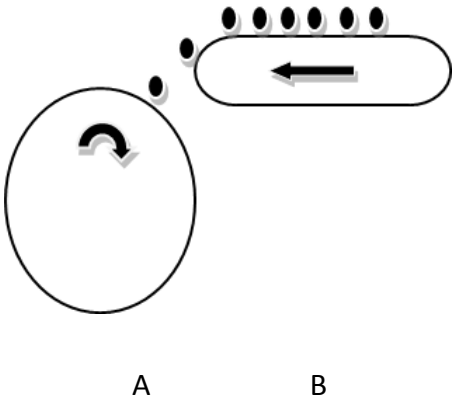
(Diezma-Ig1esias *et al.*, 2004,Garsia-Ramos *et al., 2003*.). از موارد استفاده از این فناوری ها در جداسازی پسته از پوک پرمی توان به تحقیق(غضنفری مقدم و همکاران، ۱۳۸۷)اشاره نمود. این محققین دستگاه هوشمندی جهت جداسازی پسته های پوک از پر را طراحی کردند. اجزای این دستگاه شامل جعبه صدا، میکروفن، نرم افزار پردازش سیگنال دیجیتال، مکانیسم انتقال و جداسازی پسته بود. انعکاس صدای برخورد پسته با یک صفحه فولادی در حالت Offline از دو ارتفاع برخورد ۲۵ و ۳۵ سانتی متری توسط سیستم خودکار استحصال داده توسط میکروفن جمع آوری و به رایانه منتقل می گردد. سیگنال های صدای برخورد در دو حوزه زمان، فرکانس مورد پردازش قرار گرفته و در هر حوزه بردارهای مشخصات مناسب استخراج شده است.

از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) جهت جداسازی استفاده شده است. ۶۰۰ سیگنال صدای برخورد از هرگروه پسته های پوک و پر انتخاب و به ۳ گروه آموزش (Train)، ارزیابی (Validation) و آزمون (Test) تقسیم بندی شد. برای شناسایی پسته ها مجموعا ۵۶۰ شبکه MLP با ساختار ها و الگوریتم های آموزش مختلف توسط نرم افزار MATLAB مورد بررسی قرار گرفت. شبکه های عصبی با استفاده از ۵۰۰ مشخصه استحصال شده از سیگنال های صدا مورد آموزش قرار داده شدند.این شبکه های عصبی پسته های پوک را با دقت ۹۳ درصد و پسته های پر را با دقت ۹۴ درصد جدا می سازند.



شکل۱- شکل دستگاه طراحی شده جهت جداسازی پسته های پوک ازپر(غضنفری و همکاران، ۱۳۸۷)

در پژوهش دیگری که توسط(شمسی و علیزاده ۱۳۸۸) پیشنهاد شد، از ضریب بازگشت در تشخیص پسته پوک از پر استفاده شد. دراین روش پسته ها بروی یک مسیر مستقیم توسط نوار نقاله هدایت میشوند وپس ازطی مسیر وباردار شدن به یک محور دوار با سرعت ثابت برخورد می کنندباتوجه به وزن مخصوص پسته های پوک و پر درطول مسیر افقی هم راستا باجهت دوران محور حرکت کرده تا داخل مناطق قرار داده شده قرار گیرند.دقت جداسازی این روش ۹۰ درصد است.



A : محل تجمع پسته پُرB:محل تجمع پسته پوک

شکل ۲- شکل شماتیک دستگاه جداسازی پسته های پوک ازپر(شمسی و علیزاده ۱۳۸۸)

در میان روش های ذکر شده در بالا هیچ یک تا کنون به دلیل مشکلات ناشی از صنعتی سازی و عدم استقبال بخش خصوصی قابل استفاده نبوده است. از روش هایی که امروزه در ترمینال های ضبط پسته که به صورت صنعتی استفاده می شود، روش های جداسازی بر مبنای وزن مخصوص است. روش اول بر مبنای آب (تر) که در آن جداسازی بر مبنای شناور سازی در آب می باشد. روش دوم بر مبنای جریان هوا یا باد (خشک) که در آن جداسازی به وسیله شناور سازی پسته ها در جریان باد انجام می شود. صحت و راندمان جداسازی در این نوع دستگاه ها با توجه به رقم پسته وتوانایی های اپراتور تعیین شده است .

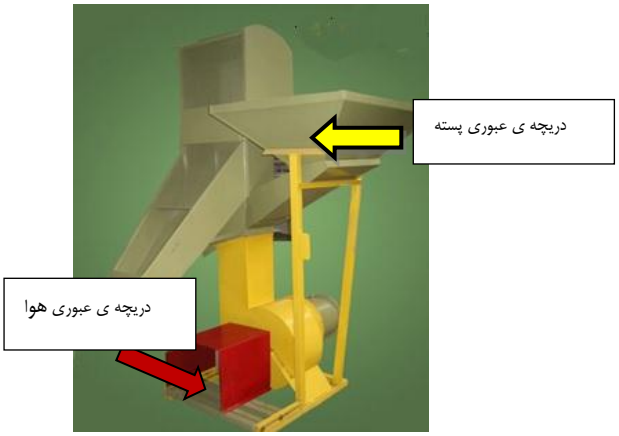
در روش اول با توجه به تنظیمات اولیه دستگاه (ارتفاع دریچه) راندمان برای ارقام مختلف حدود ۶۵ درصد می باشد که با توجه به مهارت اپراتور تا ۹۰ درصد قابل تغییر است.

هدف از پژوهش حاضر ارزیابی دستگاه تجاری جداساز پسته پوک از پر نوع خشک و انتخاب مناسب ترین تنظیم های مربوط به میزان گشودگی دریچه های هوا و ورودی محصول برای ارقام پسته فندقی و احمدآقایی می باشد.

مواد و روش ها

در این آزمایش از محصول پسته برداشت شده در سال ۱۳۹۳از یکی از باغات شهرستان رفسنجان استفاده شد. پسته ها از رقم فندقی واحمدآقایی با انس و اندازه ی مشخص ،که رقم فندقی۳۲-۳۰و رقم احمدآقایی ۲۶-۲۴ استفاده شده است، پس از برداشت پوست شده و در آفتاب خشک گردید. از این پسته ها مقدار ۲/۵کیلوگرم پسته پر(مغزدار) و ۲/۵کیلوگرم پسته پوک(بدون مغز)بطور تصادفی برای انجام آزمایشات انتخاب شده است .

آزمایش ها با استفاده از دستگاه تجاری(محصول شرکت اخوان با موتوری با قدرتhp ۱)موجود در یکی از ترمینال های پسته شهر رفسنجان با تنظیم های مختلف دو فاکتور میزان گشودگی دریچه هوا و فاکتور میزان گشودگی دریچه ورودی محصول انجام شد (شکل۳-). فاکتور تنظیمات مربوط به دریچه هوا در سه سطح ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد گشودگی و برای فاکتور دریچه ورود پسته هم در سه سطح مشابه ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ گشودگی در سه مرحله تکرار انجام شد. پس از اتمام هر مرحله ازمایش پسته های جمع آوری شده تفکیک(براساس پر و پوک در دسته جداسازی شده) و توزین می شد.



شکل۳–دستگاه جداساز تجاری توسط هوا

در بررسی نتایج حاصل ازاین تحقیق معیارهای دسته بندی درست (True Classification)ودسته بندی نادرست (FalseClassification) استفاده شد. روابط شماره ۱ و ۲ در محاسبه ها مورد استفاده قرار گرفت.

در این بررسی پسته های جدا سازی شده پر توزین و نسبت به مقدار اولیه ۲/۵ کیلوگرم درصد گیری می شد. در صد به دست آمده به عنوان درصد دسته بندی درست که مطلوب آزمایش بوده تلقی می شد. به همین ترتیب وزن پسته پوک که به اشتباه توسط دستگاه دسته بندی شده بود نیز با مقدار اولیه ۲/۵ کیلوگرم پسته پوک درصد گیری و به عنوان درصد دسته بندی نادرست تلقی شد.

درصد دسته بندی درست=[(۲۵۰۰– (جرم پسته پر دسته بندی شده /۲۵۰۰)×۱۰۰] (۱)

درصد دسته بندی نادرست=[(۲۵۰۰– (جرم پسته پر دسته بندی شده /۲۵۰۰)×۱۰۰] (۲)

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش در جداول ۱ تا ۴ خلاصه شده اند. جداول ۱ و۲ به ترتیب مربوط به درصد های جداسازی درست و نادرست رقم فندقی و جداول ۳ و۴ به ترتیب مربوط به درصد های جداسازی درست و نادرست رقم احمد آقایی می باشد. این نتایج نشان داد با افزایش درصد گشودگی دریچه هوا به دلیل افزایش نیروی بالابر جریان هوا و در نتیجه حرکت پسته های پر رو به بالا(به سمت خروجی سبد پسته های پوک) درصد جداسازی درست کاهش می یابد و بالطبع کلیه پسته های پوک جدا شدند. روند بهبود درصد

جداسازی درست پسته های پر با افزایش درصد گشودگی دریچه ورود پسته افزایش می یابد. در این شرایط درصد جداسازی نادرست هم افزایش می یابد که این افزایش ناشی از کافی نبودن دبی هوا در این شرایط و در نتیجه قرار گیری پسته های پوک در سبد پسته های پر است. در وضعیت تنظیم دریچه های هوا و عبوری محصول به ترتیب با۵۰ و ۱۰۰ درصد گشودگی بهترین راندمان جداسازی براساس شاخص های دسته بندی درست و نادرست در هر دو رقم فندقی و احمدآقایی بدست می آید. اگرچه در وضعیت تنظیم ۲۵در صد و ۲۵ درصد در ارقام فندقی و احمدآقایی، شاخص دسته بندی نادرست ۰ درصد و شاخص دسته بندی درست به ترتیب مقادیر قابل قبول ۹۶ و ۹۶/۵درصد بوده است، اما این تنظیم به دلیل راندمان پایین جداسازی(کیلوگرم بر ساعت) قابل قبول نمی باشد. از سوی دیگر صدهای پایین پسته پوک موجود در پسته های پر جداسازی شده افت چندانی از لحاظ قسمت در هنگام خرید ایجاد نمی نماید. بیان این نکته حائز اهمیت است که اندکی تغییردرمحتوای رطوبتی واندازه محصول میتواند دربهم خوردن این تنظیمات تاثیربسزایی داشته باشد وتنظیمات دستگاه وابستگی بسیارزیادی به توانایی اپراتوردارد. انجام تحقیقات بیشتر در زمینه بهینه سازی دستگاه در گستره ای از تغییرات رطوبت و سایز و همچنین ارقام مختلف به منظور ارائه الگوی مناسب برای کارکرد بهینه دستگاه توصیه میشود.

جدول۱–درصد جداسازی پسته پر بر اساس شاخص دسته بندی درست برای رقم فندقی

درصد گشودگی دریچه هوا	۲۵	۵۰	۱۰۰
درصد گشودگی دریچه ورود پسته			
۲۵	٪۹۶	٪۸۶	٪۷۴
۵۰	٪۱۰۰	٪۹۱	٪۸۹
۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۸۰

جدول۲- درصد جداسازی پسته پوک و مخلوط شدن با پسته های پر براساس شاخص دسته بندی نادرست برای رقم فندقی

درصد گشودگی دریچه هوا / درصد گشودگی دریچه ورود پسته	۲۵	۵۰	۱۰۰
۲۵	٪۰	٪۰	٪۰
۵۰	٪+۱۳	٪۰	٪۰
۱۰۰	٪+۲۴	٪+۳	٪۰

جدول۳-درصد جداسازی پسته پر بر اساس شاخص دسته بندی درست برای رقم احمدآقایی

درصد گشودگی دریچه هوا / درصد گشودگی دریچه ورود پسته	۲۵	۵۰	۱۰۰
۲۵	٪۹۶/۵	٪۸۷	٪۸۱
۵۰	٪۱۰۰	٪۹۲	٪۸۴
۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۸۵

جدول٤- درصد جداسازی پسته پوک و مخلوط شدن با پسته های پر براساس شاخص دسته بندی نادرست برای رقم احمدآقایی

درصد گشودگی دریچه هوا / درصد گشودگی دریچه ورود پسته	۲۵	۵۰	۱۰۰
۲۵	٪۰	٪۰	٪۰
۵۰	٪+۱۱	٪۰	٪۰
۱۰۰	٪+۱۷	٪+۲/۵	٪۰

نتیجه گیری کلی

جداسازی پسته پوک از پر به عواملی چون گشودگی دریچه عبوری محصول و گشودگی دریچه هوا،مهارت و توانایی اپراتور،میزان رطوبت و اندازه محصول بستگی دارد. مهم ترین این عوامل که مربوط به تنظیمات ماشین جداساز است مربوط به گشودگی دو دریچه ورود محصول و تنظیم جریان هوا می باشد.

با توجه به دو فاکتور بررسی شده در پژوهش حاضر و با در نظر گرفتن حداقل تغییرات رطوبت و ضریب خطای اپراتور و همچنین با شماره درجه بندی (انس)برای پسته فندقی ۳۲-۳۰ و برای پسته احمدآقایی ۲۶-۲۴ که برای ارقام صادراتی استفاده می شود، بالاترین میزان جداسازی (حالت بهینه)در حالت ۵۰٪ گشودگی دریچه عبوری هوا و ۱۰۰٪ گشودگی دریچه عبوری محصول بدست آمد.

تحقیقات بیشتر در مورد بررسی عامل رطوبت و اندازه و همچنین تاثیر آن برروی تنظیمات دستگاه در پژوهش های آینده پیشنهاد می شود.

منابع

زارع نظری، ا. ۱۳۹۲. بررسی خشک کن های پسته و مصرف انرژی آنها. مجله پسته ۸۹: ۶۳-۶۰

سجادی، س.ج.،غضنفری، ا. و ا. رستمی. ۱۳۸۷. استفاده ازپردازش صداوشبکه های عصبی درسورتینگ پسته. پنجمین کنگره مهندسی ماشینهای کشاورزی ومکانیزاسیون، مشهد، ایران.

علیزاده،م. و م.شمسی.۱۳۸۸.طراحی،ساخت مدل وارزیابی آزمایشگاهی جداکننده مکانیکی پسته پوک از مغزدار پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنرکرمان، کرمان، ایران. ۲۰۰

Cetin, A. E., T.C. Pearson and A.H. Tewfik, 2004. Classification of closed- and Open shell pistachio nuts using voice-recognition technology. Transaction of ASAE 47: 659-664

Diezma-Iglesias, M. Ruiz-Altisent and P. Barreiro, 2004. Detection of Internal Quality in Seedless Watermelon by Acoustic Impulse Response. Biosystems Engineering 88 (2): 221–230

Garsia-Ramos, F.J., Ortiz-Canavate, J., Ruiz-Altisent, M., Diez, J., Flores, L., Homer, I. and J.M. Chavez, 2003. Development and implementation of an online impact sensor for firmness sensing of fruits. J. Food Eng., 58: 53-57.

Halstead, T., 2016. Pistachios: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Services, USDA Annual reports. Available from:

https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/TreeNuts.pdf Accessed: July 24, 2016.