

طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه چند منظوره فرآوری پسته

محمد یونسی الموتی^{۱*}، اسماعیل محمودی^۲

۱- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، mohamadyounesi@yahoo.com

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه شاهرود

چکیده:

در این تحقیق دستگاهی چند منظوره و ساده برای فرآوری پسته ساخته شد تا کشاورزان خرده کار با خرید آن بتوانند مراحل اولیه فرآوری پسته را خود انجام داده و محصول را با قیمت مناسب به بازار ارائه دهند این دستگاه می‌تواند سه مرحله پوست کنی، شستشو و رطوبت گیری پسته را در یک محفظه که محفظه فرآوری نامیده می‌شود، انجام دهد نتایج ارزیابی نشان داد که دستگاه ساخته شده قادر است پوست سبز پسته را به طور کامل از روی آن برداشته و از محصول جدا و به بیرون از دستگاه هدایت کند. بیشترین رانمان پوست کنی هنگامی بدست آمد که دور قفسه ساینده بیرونی آن بیشتر از قفسه داخلی باشد. میزان کاهش رطوبت با شبی برابر با ۰/۳۶ در مقابل سرعت محیطی برخورد توده محصول با هوا، رو به افزایش بود. همچنین نتایج نشان داد که دستگاه قابلیت گرفتن رطوبت سطحی محصول و توده آن را دارا است عامل اصلی در افزایش عملکرد دستگاه تنظیم فرکانس مناسب بود و در فرایند پوست کنی فرکانس های ۱۵ هرتز برای قفسه بیرونی و ۱۰ هرتز برای قفسه داخلی بهترین نتیجه را در پی داشت.

واژه های کلیدی: پسته، پوست کنی، خشک کردن، شستشو و چند منظوره.

مقدمه

مصرف روز افزون پسته، ارزش غذایی و رشد تولید و صادرات و همچنین سهم ایران در تولید جهانی آن، اهمیت این ماده غذایی را آشکار می‌کند

جهانی این محصول دارد ایران سالانه به طور متوسط، ۲۳۲ هزار تن پسته تولید می‌کند، و تقریباً ۵۲/۵٪ کل تولید دنیا را در اختیار دارد (Anonymous, 2012). پسته یک محصول تقریباً سفت و نیمه خشک است. مغز داخلی این محصول که قسمت اصلی آن را تشکیل



می دهد درون یک پوسته استخوانی به ضخامت ۲/۵-۲ میلی متر قرار دارد (Kashaninejad et al., 2004). پوسته ای مرطوب با ضخامت تقریبی ۳ میلی متر، این لایه استخوانی را در بر می گیرد که باید حداکثر به مدت ۲۴ ساعت پس از برداشت، به وسیله ماشین های مخصوص پوست کنی برداشته شود (Joseph and Benjamin, 1981)، چون این لایه دارای رطوبت بالایی است لذا اگر به مدت طولانی روی پوسته استخوانی باقی بماند لکه هایی روی محصول خشکبار آن بوجود می آورد که بازار پسندی محصول را به میزان قابل توجهی پایین می آورد (Kashaninejad et al., 2004; Kader et al., 1991). میدلی و کوکوک در سال ۲۰۰۳، با بررسی کیفیت پوسته به این نتیجه رسیدند که پوسته

زمان، حرارت، سرمای شدید و صدمه فیزیکی از دست می دهد تحقیقات انجام شده توسط فابری و همکاران در سال ۱۹۹۸ نشان می دهد که پاشیدن مقداری کلسیم، منگنز و بور، روی درخت پوسته قبل از برداشت، مقاومت این محصول را در مقابل صدمات مکانیکی بهبود می بخشد

ماشین هایی که امروزه برای پوست کنی استفاده می شوند، بوسیله پاشیدن آب و شستشوی آن، پوست را جدا می کنند ماشینی که توسط شرکت کاسل در سال ۲۰۰۵، ساخته و به بازار عرضه شد، عملیات پوست کنی و خارج ساختن پوست از دستگاه را بدون استفاده از آب انجام می دهد. اصول کار بر این اساس است که، محصول درون قفسه ای که فرآیند پوست کنی در آن

وسيله پوست های گرفته شده، بدون استفاده از آب، از محصول جدا می شود ماشین هایی که از استوانه آج دار و صفحه شیار دار جهت پوست کنی استفاده می کنند، اغلب به دلیل تماس مستقیم آج ها با پوسته و به تله افتادن آن، صدمه مکانیکی به میزان ۳ تا ۵ درصد به محصول وارد می کند. ماشین هایی که از تسمه آج دار و صفحه شیار دار جهت پوست کنی استفاده می کنند، تلفات محصول کمتری نسبتاً بالاتری نسبت به نوع قبلی دارند. از پوست کن با تسمه آج دار در فرآوری پوسته در سطوح متوسط و بالاتر تولید، بین ۱۱/۵ تا ۲۵ تن برداشت سالانه محصول، می توان استفاده کرد ماشین هایی که از استوانه با آج های انحن دار جهت پوست کنی استفاده می کنند، بازده و کیفیت پوست کنی بالاتری نسبت به دونوع قبلی دارند. بنابر مقایسه های انجام شده در این تحقیق، از این نوع پوست کن ها می توان در سطوح متوسط تولید، ۱۱/۵ تن تولید سالانه پوسته، به طور رضایت بخش استفاده کرد در ماشین هایی که از دو استوانه دندانه دار جهت پوست کنی استفاده می کنند، جایگز

استوانه های دندانه دار و همچنین با تنظیم مناسب فاصله و سرعت چرخش استوانه ها در این پوست کن کمترین آسیب مکانیکی به محصول پوسته وارد می شود با توجه به بررسی های انجام شده در این تحقیق ظرفیت، کیفیت و به طور کلی بازده این پوست کن، برای سطوح تولید متوسط به بالاتر، حدود ۲۵ تن برداشت سالانه پوسته مناسب می باشد (Kusel, 2005).



پوست کن های سری ۲۹۰۰ و ۲۶۰۰ که توسط شرکت ونمارک ساخته شده اند، عملیات پوست کنی را با بالاترین کیفیت و کمترین میزان آسیب رساندن به محصول انجام می دهند. پوست کن سری ۲۹۰۰ به دلیل فضای بزرگتر محفظه پوست کنی، ظرفیت بالاتری نسبت به سری ۲۶۰۰ دارد اما به دلیل شستشوی همزمان محصول توسط پوست کن سری ۲۶۰۰، این دستگاه قابلیت استفاده در سیستم های فرآوری پیوسته و خودکار را دارد. پوست کن سری ۲۹۰۰ را در سطح تولید ۲۵ تن برداشت سالانه، می توان استفاده کرد. پوست کن سری ۲۸۰۰ ساخت شرکت ونمارک و پوست کن قفسه ای ساخت شرکت کاسل می توانند با موفقیت، عملیات پوست کنی را در سطوح بالای تولید، بالای ۲۵ تن برداشت سالانه، به انجام رسانند (vanmark, 2003, 2004a, 2004b).

رطوبت گیری و خشک کردن محصول بلافاصله پس از شستشوی آن، تاثیر زیادی بر کاهش رشد قارچ و سایر عوامل بیماری زا دارد (هیانگ و همکاران، ۲۰۰۶). رطوبت موجود در توده محصول پسته بعد از پوست کنی و شستشو، از دو قسمت تشکیل شده است قسمت اول شامل رطوبتی است که از فرآیند شستشو و پوست کنی، در توده محصول به جای مانده است. این رطوبت سطحی است و با صرف انرژی کمی، به راحتی از پسته جدا می شود قسمت دوم شامل رطوبتی است که به دلیل خاصیت بیولوژیکی پسته از ابتدا درون محصول وجود دارد. این رطوبت به صورت عمقی در بافت پسته نهفته است جذب این رطوبت نیاز به تکنولوژی بالایی دارد تا بتوان بر محتوای رطوبت ایده آل جهت حصول کیفیت بالای خشکبار، کیفیت انبار داری و سایر پارامتر های موثر در تجارت این محصول، کنترل دقیقی داشت (Nakhacinezhad, 2002).

نتیجه بررسی ها نشان می دهد که به دلیل هزینه ساخت و نگهداری پایین و کاهش در هزینه های کلی فرآوری پسته، سیر پیشرفت پوست کن های پسته به سوی استفاده از مکانیزم قفسه مشبک ساینده دوار، جهت برداشتن پوست سبز پسته، پیش می رود. لذا در این تحقیق پس از بررسی منابع متعدد و شیوه های مختلف فرآوری پسته طی سال های گذشته و سال های اخیر، طرحی جدید و مناسب از یک دستگاه چند منظوره، جهت انجام چندین مرحله از فرآوری پسته ارائه و نسبت به ساخت و ارزیابی آن اقدام شد. مراحل فرآوری قابل انجام توسط این دستگاه شامل، پوست کنی، شستشو و رطوبت گیری پسته می باشد. ساده بودن مکانیزم، عدم استفاده از قطعات پیچیده، استفاده راحت، تعمیر آسان و قیمت تمام شده پایین از جمله اهداف مهم در ساخت دستگاه می باشد.

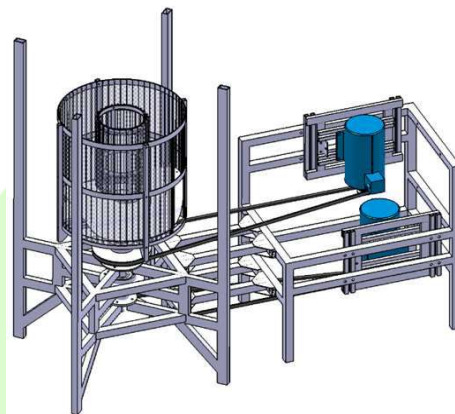
مواد و روش ها: دستگاه را می توان به چند بخش مهم تقسیم نمود. این بخش ها شامل: قفسه ساینده خارجی، قفسه ساینده داخلی، کف انحن دار، اسکلت قفسه ها، کوبلینگ انتقال توان از تسمه ها به قفسه ها، شاسی نگه دارنده کوبلینگ و قفسه ها، شاسی الکتروموتورها، تکیه گاه های ریلی جهت تنظیم موقعیت افقی و عمودی الکتروموتور ها، شاسی رابط و تابلو برق دستگاه، می باشند



(شکل ۱). فضای فرآوری دستگاه فزایی است که بین قفسه ساینده داخلی، خارجی و کف انحنادار به وجود می آید گفته می شود (شکل ۲). محصول درون این فضا قرار گرفته و سه فرآیند پوست کنی، شستشو و رطوبت گیری روی آن صورت می گیرد



(ب)



(الف)

شکل ۱. نمای کلی دستگاه (الف) مدل دستگاه در نرم افزار، (ب) دستگاه ساخته شده

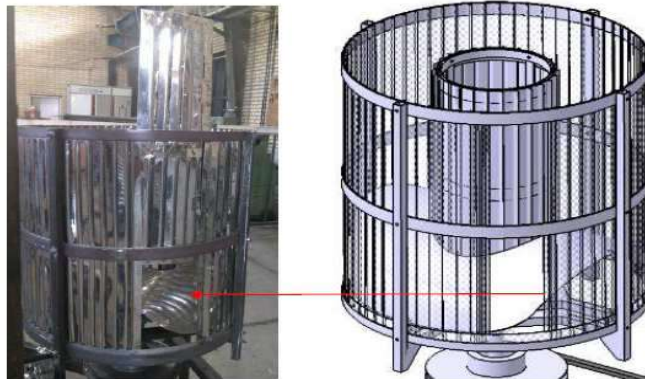
در یچه تخلیه محصول روی قفسه ساینده خارجی قرار گرفته شد و با بالا کشیدن آن مسیر تخلیه آهسته کف انحنادار، محصول به سرعت تخلیه می گردد (شکل ۳). توان مورد نیاز قفسه های ساینده به کمک دو الکتروموتور ۲/۲ کیلووات تامین و دور آن به کمک اینورتر کنترل می شود. انتقال توان از الکتروموتور ها به قفسه های ساینده داخلی و خارجی به کمک تسمه های V شک انجام می گیرد.



شکل ۲. فضای فرآوری دستگاه چند منظوره



لبه‌های برآمده قفسه‌های داخلی و خارجی، به دلیل دوران در جهت عکس هم پوست را به صورت لایه لایه از روی محصول برداشته و فرآیند با هم زدن محصول به کمک کف انحنادار تا دفع کامل پوست از همه محصول ادامه می‌یابد (شکل ۳). سپس در مرحله شستشو، قفسه ساینده خارجی ثابت و سپس قفسه هم‌زدن محصول شروع به دوران می‌کند. در این مرحله آب درون محفظه فرآوری ریخته می‌شود و در حین هم خوردن محصول، ضایعات پوست جدا شده از محصول به کمک آب به خارج از محفظه فرآوری هدایت می‌شود سپس با هم جهت شدن دوران قفسه‌های ساینده داخلی و خارجی، با کمی اختلاف سرعت، هوا درون محصول جریان پیدا کرده و رطوبت آن دفع می‌شود.



شکل ۳. درپچه تخلیه محصول فرآوری شده که به صورت عمودی از بالای قفسه ساینده خارجی باز می‌شود

ارزیابی دستگاه:

بمنظور تشخیص عیوب نمونه اولیه، دستگاه بدون بار راه اندازی و فرکانس اینورترها در محدوده قابل کنترل تغییر داده شد. در این مرحله مشاهده شد که کارکرد قفسه خارجی مطلوب ولی قفسه داخلی دستگاه، به علت بالانس نبودن دارای لرزش بوده و مقداری عدم تعادل و لنگی را در دوره‌های بالا نشان می‌داد. لذا پس از بالانس نمودن قفسه داخلی، و رفع عیوب مشاهده شده جزئی، دستگاه برای پوست کنی پسته در دو تیمار مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت در هنگام آزمایش توان مصرفی الکتروموتورها توسط یک دستگاه وات سنج دیجیتال اندازه گیری شدند دستگاه قادر بود پوست سبز پسته را به طور کامل از روی آن بر دارد و از محصول جدا نموده و به بیرون هدایت نماید (شکل ۴). تیمارهای آزمایش عبارت بودند از:



تیمار (A): زمان: ۵ دقیقه - دور الکتروموتور قفسه بیرونی (راست): ۱۰ Hz - دور الکتروموتور قفسه داخلی (چپ): ۱۵ Hz

تیمار (B): زمان: ۵ دقیقه - دور الکتروموتور قفسه بیرونی (راست): ۱۵ Hz - دور الکتروموتور قفسه داخلی (چپ): ۱۰ Hz

همچنین پس از پوست کنی فرایند فرآوری محصول از طریق شستشو با استفاده از پاشش آب با شیلنگ و سپس گرفتن رطوبت از توده محصول ادامه یافت. در هنگام گرفتن رطوبت از توده محصول، قفسه‌های ساینده داخلی و خارجی، به صورت هم جهت و خلاف جهت برش تیغه های جداره آن ها، برای فرکانس های ۴۰، ۵۰، ۵۵ و ۶۰ هرتز به گردش درآمده و دستگاه به مدت ۱۵ دقیقه مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل ۴. نمونه هایی از محصول پوست گیری شده در مرحله اول ارزیابی دستگاه

نتایج و بحث:

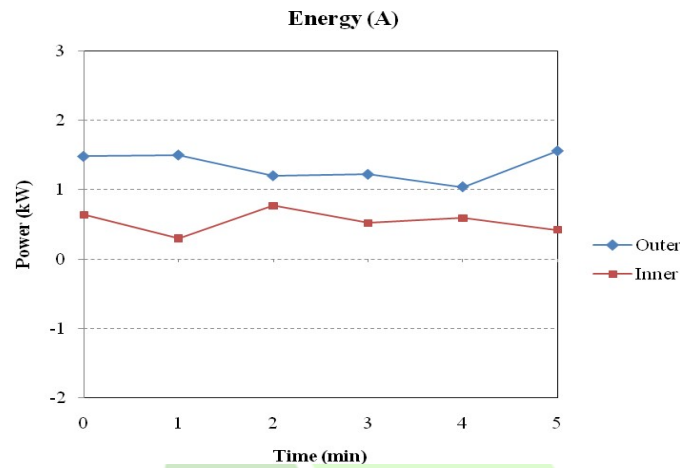
پوست کنی محصول:

همانطور که مشاهده می شود در تیمار (A)، دور قفسه ساینده بیرونی کمتر از قفسه ساینده داخلی و در تیمار (B) دور قفسه ساینده بیرونی بیشتر از قفسه ساینده داخلی است متوسط توان مصرفی قفسه ساینده بیرونی هنگامی که دور آن کمتر از قفسه ساینده داخلی است، کمتر است (شکل‌های ۵ و ۶). میانگین توان مصرفی قفسه ساینده داخلی در تیمار (A)، ۱/۳۳ kW و در تیمار (B) این مقدار تقریباً به نصف آن، یعنی ۰/۷۱ kW کاهش یافت. توان مصرفی قفسه ساینده داخلی در دو تیمار (A) و (B) به ترتیب ۰/۵۴ kW و

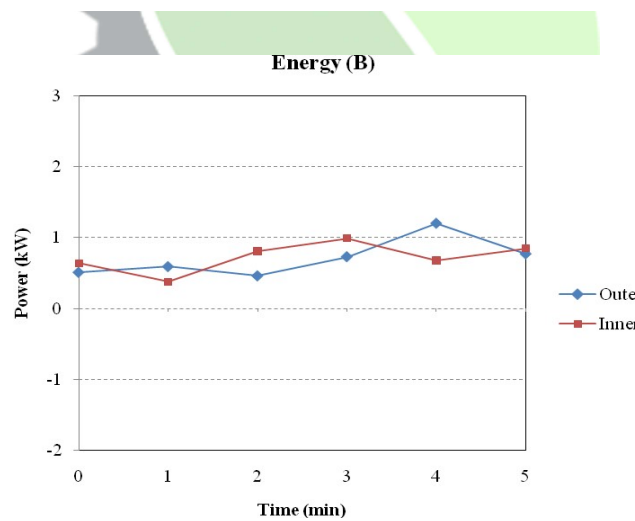


۰/۷۳ kW بود. نتایج نشان داد که میزان مشارکت قفسه داخلی در فرآیند پوست کنی در تیمار (B) بیشتر بوده ولی در مقایسه با قفسه

بیرونی، تغییر چشمگیری نداشت.



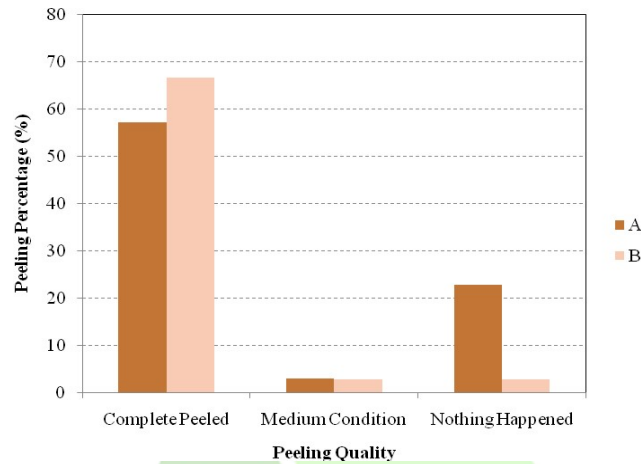
شکل ۵. تغییرات توان مصرفی الکتروموتور ها برای پوست کنی پسته در تیمار (A)



شکل ۶. تغییرات توان مصرفی الکتروموتور ها برای پوست کنی پسته در تیمار (B)



نتایج نشان داد که میزان پسته‌های کامل پوست کنده شده در تیمار (A) ۵۷/۱٪ می‌باشد که این رقم در تیمار (B) به ۶۶/۷٪ افزایش یافته است (شکل ۷).

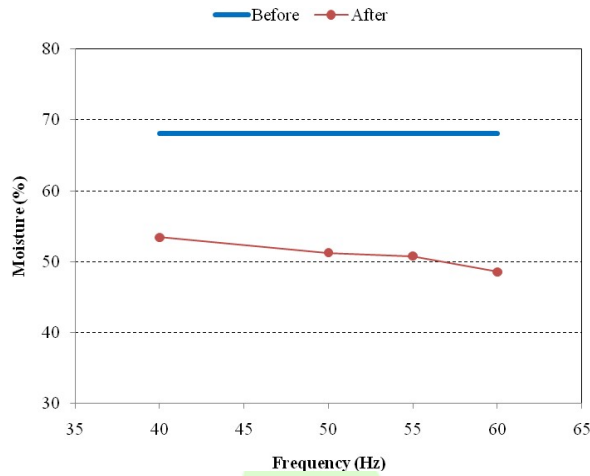


شکل ۷. نتایج ارزیابی پوست کنی دستگاه برای محصول پسته

همانطور که از شکل (۷)، مشاهده می‌گردد، میزان پسته‌های پوست کنده نشده در تیمار (A) ۲۲/۹٪، می‌باشد که در تیمار (B) این رقم به ۲/۸٪ کاهش پیدا کرد. نتایج نشان داد که کارایی دستگاه در تیمار (B) بالاتر می‌باشد. لذا بر این اساس با افزایش زمان پوست کنی تا مدت ۸ دقیقه پوست کلیه پسته هلی درون دستگاه کنده شده و پسته با پوست مشاهده نگردید نتایج همچنین نشان می‌دهد که دستگاه برای محصولاتی مانند پسته، هنگامی دارای قابلیت بالاتری است که دور قفسه ساینده بیرونی آن بیشتر از قفسه داخلی باشد

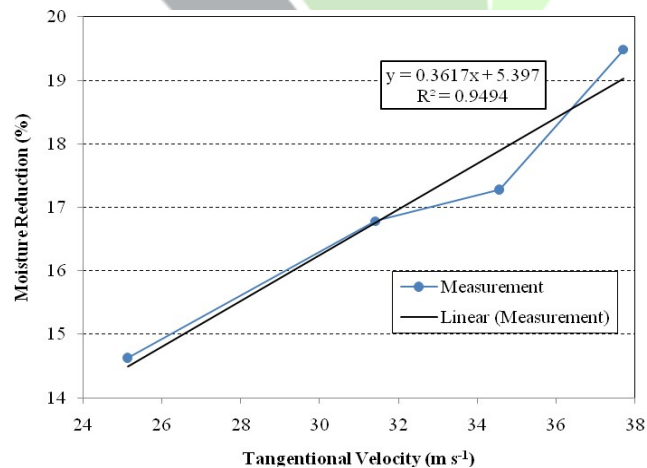
شستشو و دفع رطوبت:

در این مرحله شستشو با آب انجام و دفع رطوبت از محصول به کمک نیروی گریز از مرکز انجام گرفت. در اثر دوران قفسه‌ها، محصول به دیواره قفسه ساینده بیرونی چسبیده و همراه با آن با سرعت بالا شروع به دوران نمود به دلیل سرعت محیطی بالا و نتیجتاً برخورد باد با توده محصول، رطوبت آن گرفته شد سرعت محیطی توده محصول هنگام رطوبت گیری برای فرکانس های ۴۰، ۵۰، ۵۵ و ۶۰ هرتز به ترتیب برابر ۲۵/۱۳، ۳۱/۴۲، ۳۴/۵۶ و ۳۷/۷۰ متر بر ثانیه بود. همانطور که در شکل (۸)، نشان داده شده است، رطوبت درونی توده محصول و روی بافت محصول پسته، قبل و بعد از رطوبت گیری توسط دستگاه، تفاوت چشمگیری داشت. با توجه به اینکه رطوبت محصول بعد از شستشو به ۶۸/۰۷٪ پایه خشک رسیده بود، این مقدار بعد از رطوبت گیری در فرکانس های ۴۰، ۵۰، ۵۵ و ۶۰ هرتز به ترتیب به ۵۳/۴۴٪، ۵۱/۲۸٪، ۵۰/۷۹٪ و ۴۸/۵۸٪ کاهش پیدا کرد.



شکل ۸. درصد رطوبت بر پایه خشک، قبل و بعد از رطوبت گیری توسط دستگاه

با افزایش فرکانس دوران و تیجتا افزایش سرعت محیطی، رطوبت بیشتری از محصول گرفته شد (شکل ۹). همانطور که مشاهده می شود، میزان کاهش رطوبت با شیبی برابر با ۰/۳۶ در مقابل سرعت محیطی برخورد توده محصول با هوا، رو به افزایش بود. این نتایج نشان می دهد که دستگاه قابلیت گرفتن رطوبت سطحی محصول بعد از شستشو را به خوبی جذب کند با توجه به نتایج قابل توجه بدست آمده از ارزیابی دستگاه برای محصول پسته تصمیم بر آن شد که محصولات مشابه دیگری نیز جهت ارزیابی دستگاه مورد استفاده قرار گیرد. برای این منظور گردو انتخاب و ارزیابی دستگاه با این محصول نیز انجام گرفت. نتایج نشان داد که دستگاه برای پوست کنی گردو نیز بسیار مناسب و قابل توصیه است نتایج حاصل از این آزمون نیز در دست انتشار است.



شکل ۹. تغییرات میزان کاهش رطوبت در مقابل تغییرات سرعت محیطی

نتیجه گیری

با توجه به بحث های انجام شده در بخش ارزیابی دستگاه، نتیجه گیری نهایی را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- دستگاه قادر است پوست سبز پسته را به طور کامل از روی آن برداشته و از محصول جدا نموده و به بیرون هدایت کند.
- دستگاه برای محصولاتی مانند پسته، هنگامی دارای قابلیت بالاتری است که دور قفسه ساینده بیرونی آن بیشتر از قفسه داخلی باشد
- میزان کاهش رطوبت با شبی برابر با ۰/۳۶ در مقابل سرعت محیطی برخورد توده محصول با هوا، رو به افزایش است. این نشان داد که دستگاه قابلیت گرفتن رطوبت سطحی محصول و توده آن را دارا است
- به عنوان یکی از نتایج جالب توجه این بخش، آن مشاهده می شود که مدت زمان پوست کنی، عامل اصلی در افزایش عملکرد دستگاه نیست و تنظیم فرکانس مناسب عامل اصلی می باشد
- فرکانس های ۱۵ هرتز برای قفسه بیرونی و ۱۰ هرتز برای قفسه داخلی به عنوان فرکانس های مطلوب و عملکردی دستگاه به دست آمد

فهرست منابع:

- 1- Anonymous. 2012. Annual Report of Iran Pistachio Association. Available on: "<http://www.pistachioassociation.com/fa/>"
- 2- Fabbri, A., Ferguson, L., and Polito, V. S. 1998. Crop load related deformity of developing *Pistacia vera* cv 'Kerman' nuts. *Science horticulture* 77: 219-234.
- 3- Hyang, S. C., Hyun, J.K., and Hyun, E. O. 2006. Determination of Aflatoxin levels in nuts and their products consumed in South Korea. *Food Chemistry* 102: 385-391.
- 4- Joseph, V., and Benjamin, V. 1981. Method of hulling pistachio nuts. United States Patent, P N: 4,353,931.
- 5- Kader, A. A., Henitz, C. M., Labavitch, J. M. and Rae, H. L. 1991. Review of Studies related to the description and evaluations of pistachio nut quality. *American Society for Horticultural science* 107(5): 812-816.



- 6- Kashaninejad, M., and Tabil, L. G. 2004. Drying characteristics of purslane (*Portulaca oleraceae* L.). *Drying Technology* 2(9): 2183–2200.
- 7- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., and Tabil, L. G. 2004. Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. *Journal of Food Engineering* 72: 30–38.
- 8- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., and Tabil, L. G. 2005. Thin-layer drying characteristics and modeling of pistachio nuts. *Journal of Food Engineering* 78: 98–108.
- 9- Kusel Equipment Company. 2005. RC "WATERLESS" Peeler & Scrubber. United States Patent, P N: 5, 106, 641, In: <http://www.kuselequipment.com/food_processing.htm>.
- 10- Midilli. A., H. Kucuk. 2003. Energy and exergy analyses of solar drying process of pistachio., *Energy* 28: 539–556
- 11- Nakhaeinezhad, M. 2002. Pistachio Pre- Dryer. United States Patent, P N: US 6,499,228 B2.
- 12- Vanmark Corporation. 2003. Peeler and Washer series 2600. Equipment For The Food Industry, In: <<http://www.vanmarkcorp.com/peeler2600.html>>.
- 13- Vanmark Corporation. 2004a. Peeler, Scrubber and Washer series 2800. Equipment For The Food Industry, In: <<http://www.vanmarkcorp.com/peeler2800.html>>.
- 14- Vanmark Corporation. 2004b. Peeler, Scrubber and Washer series 2900. Equipment For The Food Industry, In: <<http://www.vanmarkcorp.com/peeler2900.html>>.



Design, fabrication and evaluation of a multifunction pistachios processing machine

Mohammad Younesi Alamouti^{1*}, Esmail Mahmoodi²

- 1- Member of scientific board of Agriculture Engineering Research Institute
- 2- Member of scientific board of Shahroud University

Abstract:

In this study, multifunction pistachios processing machine was made, so that the small farmers can purchase it and carry out the initial stages of pistachio processing and sell their products in affordable price at the market. This machine can do the three-step of pistachio processing includes: Peeling, washing and moisture removing in a container that called pistachio processing chamber. Evaluation results showed that the machine is capable to removed the pistachio green hull completely and the removed skin is leads to the outside of device. Largest performance is available, when the exterior abrasive cage is more than the inner abrasive cage. Largest performance is available, when the outer abrasive cage is more than the interior abrasive cage. Moisture reduction rate of the wet pistachio was 0.36, against the peripheral speed of the air. The results also showed that the machine can remove the moisture of the product perfectly. The major factor in increasing the performance of the device was setting the device at the proper frequency. The best results are available when the frequency of the outer abrasive cage was 15 Hz and the frequency of the inner abrasive cage 10 Hz.

Keywords: Pistachio, Peeling, washing, moisture removing in and multifunction pistachios processing machine.