بررسی دستگاه‌های گردو شکن و عملکرد آن‌ها

الهه محمدی عبده‌وند[۱]، علی‌ماشاءاله کرمانی*[۲]، غلامرضا چگینی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران (elahehmohamadi73@ut.ac.ir)
۲. استادیار، گروه فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران (amkermani@ut.ac.ir)
۳. دانشیار، گروه فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران (chegini@ut.ac.ir)

چکیده

بر اساس اطلاعات و آمار ارائه‌شده توسط فائو، ایران سومین تولیدکننده‌ی محصول گردو در دنیا می‌باشد. با توجه به ارزش غذایی بالایی که مغز گردو داراست می‌تواند در صادرات غیرنفتی برای کشور دارای اهمیت زیادی باشد. به‌منظور افزایش بهره‌وری درزمینهٔ تولید و صادرات، مکانیزه کردن مراحل فرآوری محصول اهمیت بسزایی دارد. در این مقاله انواع دستگاه‌های گردو شکن‌ها که برای سهولت در شکستن گردو طراحی و ساخته‌شده‌اند، موردبررسی قرار می‌گیرند. تاکنون روش‌ها و مکانیزم‌های مختلفی برای شکستن پوست سخت گردو بکار گرفته‌شده است نظیر شکست مکانیکی، برش، شکست الکتریکی و همین‌طور انفجار پوسته به‌وسیله‌ی ایجاد فشار داخلی که تمام آن‌ها به دلیل پرهزینه و وقت‌گیر بودن دارای ضعف‌هایی می‌باشند و یا دارای تمایل به شکست یا آسیب رساندن به مغز هستند. اطلاعات استخراج‌شده از بررسی عملکرد آن‌ها در تولید مغز و نتایج تجزیه‌وتحلیل نمونه‌ها به‌منظور تخمین، ارزیابی، شناسایی کیفیت شکست گردو مورداستفاده قرار می‌گیرد. نتایج نشان داد در بین دستگاه‌های مختلف موردبررسی دستگاه گردو شکن صفحه‌ای دورانی با تولید مغز گردوی درجه‌یک معادل ۵۸ درصد بهترین عملکرد را دارا بود.

کلمات کلیدی: *گردو، گردو شکن، ارزیابی عملکرد، کیفیت مغز*

*نویسنده مسئول: amkermani@ut.ac.ir

بررسی دستگاه‌های گردو شکن و عملکرد آن‌ها

مقدمه

گردوی ایرانی (Persian walnut) دارای نام علمی (*Juglans regia L.*) و از خانواده (Juglandaceae) می‌باشد [۱۷]. گردو در ایران دارای سطح زیر کشت ۵۳۹۵۲ هکتار می‌باشد که در رتبه پنجم جهانی قرار دارد. میزان تولید گردو در ایران نیز ۳۴۹۱۹۲ تن می‌باشد که ایران را بعد از امریکا و چین در رتبه‌ی سوم جهان قرار می‌دهد. ارزش صادرات گردو با پوست ۲۹۶۸ هزار دلار می‌باشد که در رتبه ۱۸ جهانی را به خود اختصاص می‌دهد و ارزش صادرات مغز گردو ۲۸۹۵ هزار دلار و دارای رتبه ۲۶ جهانی می‌باشد [۱]. میزان تولید گردو در داخل کشور بر اساس آمارهای سال ۲۰۱۷ به رقمی حدود ۳۴۹ هزار تن در سال می‌رسد. با توجه به این موضوع که گردو دارای دو پوست می‌باشد، رقمی معادل با ۱۱۲ هزار تن پوست سبز گردو به دست می‌آید. پوست چوبی گردو که به‌عنوان ضایعات پس از جدا کردن مغز آن به دست می‌آید به حدود ۱۴۹ هزار تن در سال می‌رسد لازم به ذکر است که باید از ضایعات پوست سبز و پوست چوبی گردو استفاده‌های زیادی شود که باعث سودآوری و رونق اقتصادی کشور می‌شود [۲].

با توجه به اینکه منشأ ژنتیکی این میوه در ایران است (به ترتیب همدان، فارس، کردستان، یاسوج دارای بیشترین تولید گردو می‌باشند) و ارزش غذایی بالایی که گردو داراست شامل: چربی، پروتئین، کربوهیدرات است. چربی بیشترین قسمت تشکیل‌دهنده‌ی گردو می‌باشد که ۶۵٪ آن را شامل می‌شود. گردو محتوی مقدار کمی پروتئین و مقدار اندکی کربوهیدرات است. بیشتر کربوهیدرات موجود در گردو به‌صورت فیبر ذخیره‌شده است. گردو منبع خوبی برای تأمین برخی ویتامین‌ها و اسید فولیک محسوب می‌شود که این امر خود باعث می‌شود از جهت صادرات غیرنفتی دارای اهمیت باشد.

یکی از راه‌های افزایش بهره‌وری فرآیند پس از برداشت گردو، مکانیزه کردن عملیات برداشت و فرآوری آن است. باوجود کیفیت بالا و همچنین تولید انبوه محصول گردو در کشور، نبود سامانه‌های فرآوری مکانیزه مانند: برداشت مکانیزه، کندن پوست سبز، خشک‌کردن، درجه‌بندی و شکستن پوست سخت صادرات انبوه این محصول را با مشکل مواجه ساخته است. روش‌های مختلف فرآوری گردو تأثیر چشم‌گیری در کیفیت، هزینه‌ها و درنهایت بازارپسندی و فروش این محصول باارزش دارد.

به‌منظور جدا کردن پوست سبز گردو تاکنون در ایران دستگاه‌های متعددی طراحی و ساخته‌شده است که عملکرد آن‌ها قابل‌قبول است [۵]. درروش برداشت مکانیزه ضمن افزایش سرعت عمل در برداشت محصول، به درخت گردو نیز آسیبی وارد نمی‌شود [۱۰]. خشک‌کردن، یکی از مهم‌ترین اقدامات برای حصول پایداری در محصولات خشکبار می‌باشد زیرا تأثیر مثبت خشک‌کردن بر کیفیت مغز و مدت‌زمان انبارداری به اثبات رسیده است به‌منظور ایجاد شرایط ایده آل برای نگهداری و حصول کیفیت مناسب، گردو باید خیلی زود بعد از برداشت تا رطوبت ۸ درصد بر مبنای وزن تر، خشک شود [۱۳].

سورتینگ اصطلاحی به معنای درجه‌بندی و دسته‌بندی محصولات است. درواقع، سورتینگ محصولات کشاورزی به درجه‌بندی انواع میوه‌ها و سایر محصولات کشاورزی بر اساس اندازه، رنگ، شکل ظاهری و سایر عوامل و جداسازی ناخالصی‌ها، میوه‌ها و محصولات خراب و فاسد شده اطلاق می‌شود .در بیشتر موارد، سورتینگ، مقدمه‌ای برای سایر مراحل فرآوری ازجمله شکستن و بسته‌بندی محصول کشاورزی است .

باوجوداینکه ایران از تولیدکنندگان عمده‌ی گردو در جهان می‌باشد اما متأسفانه هنوز نتوانسته است جایگاه مناسب خود را در صادرات جهانی به دست آورد که این موضوع نشان‌دهنده عدم وجود خط مکانیزه در فرایند پس از برداشت گردو می‌باشد. یکی از بحرانی‌ترین و حساس‌ترین مرحله در فرایند پس از برداشت گردو، شکست و پوست سخت گردو استخراج مغز از پوست سخت آن است [۱۵] که با توجه به تولید انبوه گردو، هنوز گردو به روش سنتی، یعنی توسط چاقو یا چکش، شکسته می‌شود که علاوه بر وقت‌گیر و خطرناک بودن، هزینه کارگری بالایی نیاز دارد [۸].

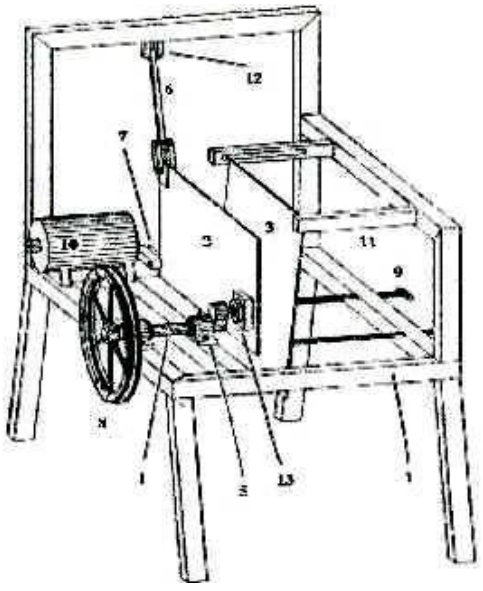
تاکنون روش‌های مختلفی برای شکستن پوست سخت گردو بکار گرفته‌شده است نظیر شکست مکانیکی، برش، شکست الکتریکی و همین‌طور انفجار پوسته به‌وسیله‌ی ایجاد فشار داخلی که تمام این‌ها به دلیل پرهزینه و وقت‌گیر بودن دارای ضعف‌هایی می‌باشند و یا دارای تمایل به شکست یا آسیب رساندن به مغز هستند. برای شکستن پوست سخت گردو انواع مختلفی از دستگاه‌های گردو شکن تولید و به بازار ارائه‌شده است، اما باوجود ساخت گردو شکن‌های مختلف نیاز بازار برآورده نشده و نتوانسته است رضایت باغداران را جلب کند.

هدف از این مقاله انواع دستگاه‌ها و مکانیزم‌های گردو شکن طراحی و ساخته‌شده موردبررسی قرار می‌گیرد. مطالعه و بررسی انواع مکانیزم‌های بکار رفته و نیز نتایج ارزیابی عملکرد و مقایسه آن‌ها در راستای توسعه دستگاه‌های جدید و بهبود عملکرد دستگاه‌های گردو شکن مفید خواهد بود.

مواد و روش‌ها

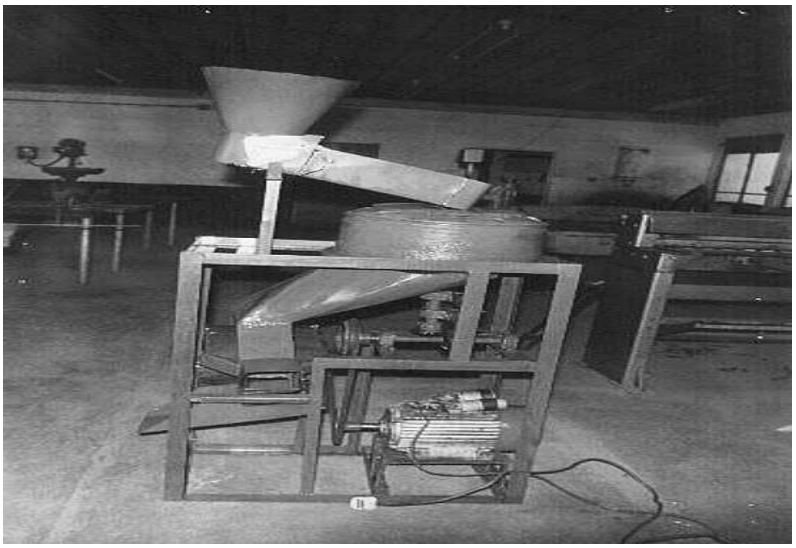
مکانیزم‌های شکست گردو

خزاعی و همکاران (۱۳۷۴) دستگاه گردو شکن مکانیکی صفحه‌ای را ارائه کردند که طبق شکل ۱ شامل یک صفحه‌ی ثابت و یک صفحه‌ی متحرک بود. گردو با قرار گرفتن بین دو صفحه براثر حرکت مالشی صفحه‌ی متحرک به‌طرف پایین صفحات حرکت داده می‌شد. این دستگاه بر اساس دو عمل غلتش و لغزش گردو بین دو صفحه و اعمال تنش به گردو، باعث ترک خوردن پوست و درنهایت باکم شدن فاصله در انتهای صفحات گردو شکسته می‌شد [۴].



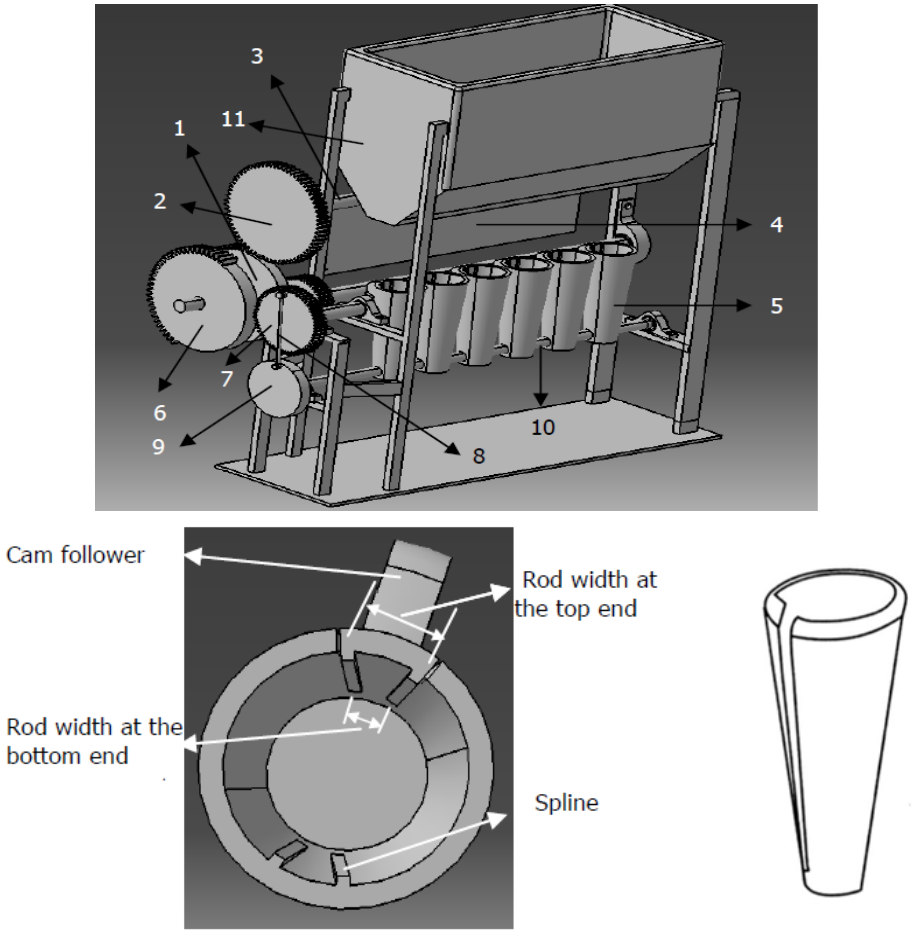
شکل ۱. شماتیک دستگاه گردو شکن صفحه‌ای ارائه‌شده توسط خزاعی و همکاران.

اولوول و همکاران (۲۰۰۴) طبق شکل ۲ دستگاهی ساختند که شامل پوسته استوانه‌ای، یک دیسک فنری، سطح شکست دانه و یک پایه افقی است که روی یک شافت عمودی قرارگرفته است. پره‌هایی به‌صورت عمودی قرارگرفته‌اند که همراه با دیسک و به کمک نیروی الکتروموتور می‌چرخند. با چرخش دیسک و پره‌ها، بخش شکننده کار خود را شروع می‌کند. دانه‌ها پس از سقوط روی دیسک براثر نیروی گریز از مرکز و با کمک پره‌ها به استوانه‌ی دستگاه برخورد کرده و می‌شکنند [۱۴].



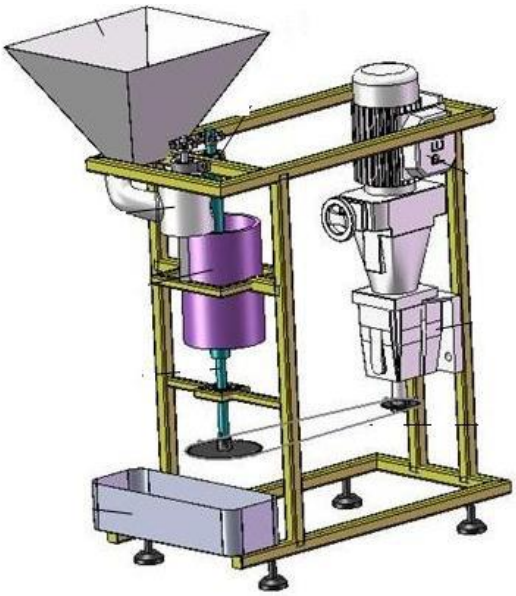
شکل ۲. شماتیک دستگاه ارائه‌شده توسط ژیائو وانگ و همکاران

شریفیان و حدادیان (۲۰۰۸) طرح یک دستگاه گردو شکن بر اساس خواص مکانیکی موردنیاز ارائه نمودند (شکل ۳). لازم به ذکر است که آنان طرح موردنظر را نساخته و مورد ارزیابی قرار نگرفته است. در طرح دستگاه پیشنهادی فرآیند اندازه بندی و شکستن گردو هم‌زمان انجام می‌شود. برای دستگاه سه واحد اصلی انتقال گردو از مخزن، محل شکستن گردوهای که شش قیف مخروطی شکل دارای شیار و واحد خروج و تخلیه در نظر گرفتند. طرز کار آن بدین‌صورت است که پس از انتقال از مخزن گردوها به درون قیف‌های مخروطی با توجه به‌اندازه مختلف که از ۲۵ تا ۴۵ میلی‌متر در قرار می-گیرد. هر قیف یک شیار کنار خود دارد که از بالا به قیف وصل و از پایین جداست و نیروی وارد به آن باعث شکست گردوها در داخل قیف می‌شوند [۱۶].



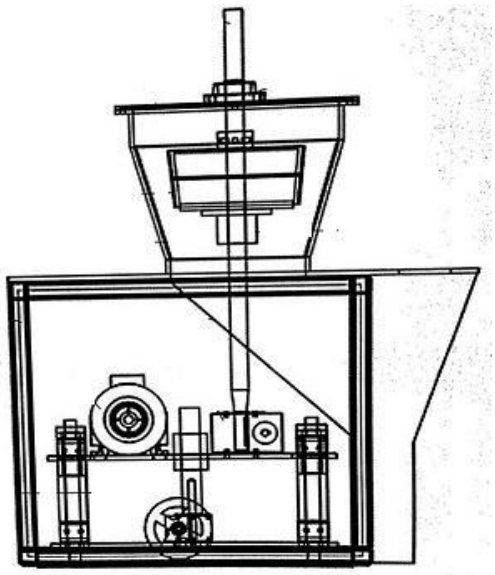
شکل ۳. شماتیک دستگاه ارائه‌شده توسط شریفیان و حدادیان

غفاری و همکاران (۱۳۸۸) دستگاهی گردو شکن هلیسی (شکل ۴) را ارائه کردند که اجزای دستگاه شامل یک مخزن ورودی، سیستم کنترل دبی، واحد شکست همچنین واحد انتقال توان می‌باشد. این دستگاه دارای مارپیچی است که درون پوسته‌ای استوانه‌ای (سیلندری) آزادانه قادر به چرخیدن است. با چرخیدن مارپیچ درون پوسته، فاصله کم‌تر و کم‌تر می‌شود تا زمانی که تحت‌فشار قراردادن گردو در بین سیلندر و هلیس گردو را می‌شکند و حرکت هلیس توسط الکتروموتور تأمین می‌شود [۸].



شکل ٤. شماتیک دستگاه گردو شکن هلیسی ارائه‌شده توسط غفاری و همکاران.

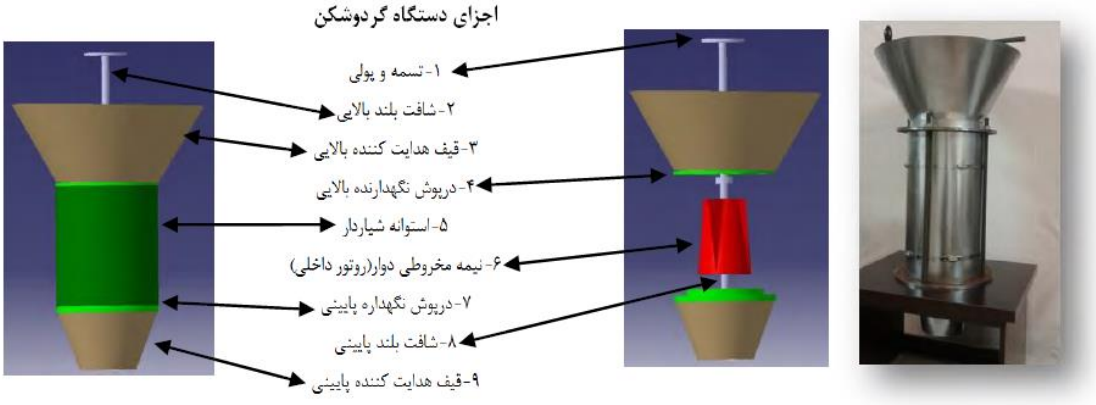
سیفی و همکاران (۱۳۹۰) دستگاه مغزشکن مخروطی را ارائه کرد که از دو مخروط ناقص وارونه تشکیل‌شده است (شکل ۵). مخروط بیرونی ثابت بوده و مخروط داخلی متحرک است. مغزها از قسمت بالا وارد فضای بین دو مخروط شده و در اثر کم شدن فاصله پوست سخت می‌شکند و از قسمت پایین خارج می‌شوند [۷].



شکل ۵. شماتیک دستگاه گردو شکن مخروطی ارائه‌شده سیفی و همکاران

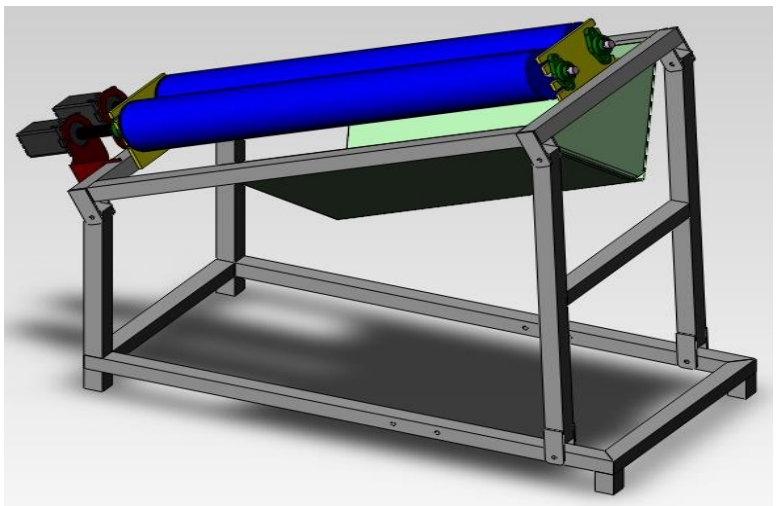
حجازی پور و همکاران در سال ۱۳۹۱ دستگاهی را ارائه کرد که مکانیزم موردنظر همانند شکل ۶ شامل استوانه‌ی شیارداری است که درون پوسته‌ای استوانه‌ای قرارگرفته و با حرکت دورانی نقش روتور را بر عهده دارد. توان اولیه جهت گردش روتور می‌تواند توسط دست، الکتروموتور و یا هیدروموتورهای پنوماتیکی و هیدرولیکی تأمین شود. گردو پس از

سقوط در درون دستگاه در شیارهای روتور قرارگرفته و در اثر فشار وارده از طرف روتور و مقاومت ناشی از پوسته می-شکند [۳].



شکل ٦. شماتیک و تصویر دستگاه گردو شکن خمره‌ای ساخته‌شده و اجزای آن توسط حجازی پور و همکاران

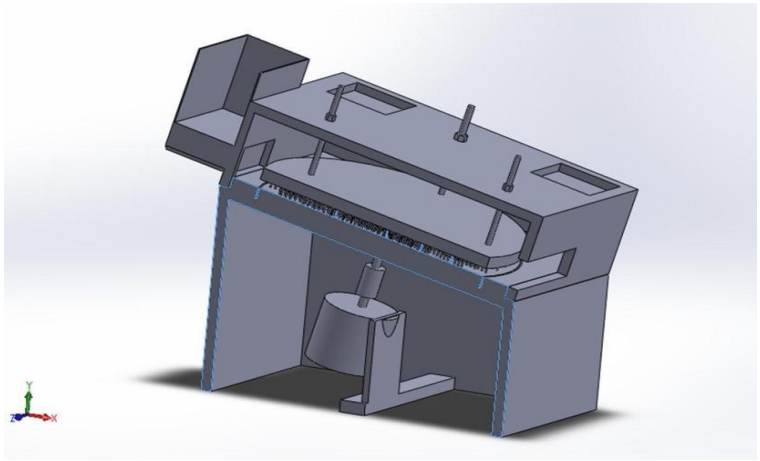
داسو و همکاران (۲۰۱۲) یک سیستم شکستن و بسته‌بندی گردو را طراحی کردند (شکل ۷) هدف از ساخت این دستگاه ساخت یک دستگاه با بیشترین عملکرد شکست و بیشترین مقدار گردوی نیمه شده است. آزمایشات نشان داد کارکرد دستگاه برای گردوی رقمی ایروکا با پارامترهای ۱۵ درجه و ۲۰۰ rpm بهینه بود که بیشتر از هر دو نمونه برابر با ۳۴ درصد از ۱۰۰ گردوی مورد آزمایش بود. آزمایش گردوی رقم چندلر قابل نتیجه‌گیری نیست لذا با استفاده از تنظیم پارامترها و دستگاه پرنده می‌توان به نتایج بهتری دست‌یافت [۱۲].



شکل ۷. شماتیک دستگاه ارائه‌شده توسط داسو و همکاران

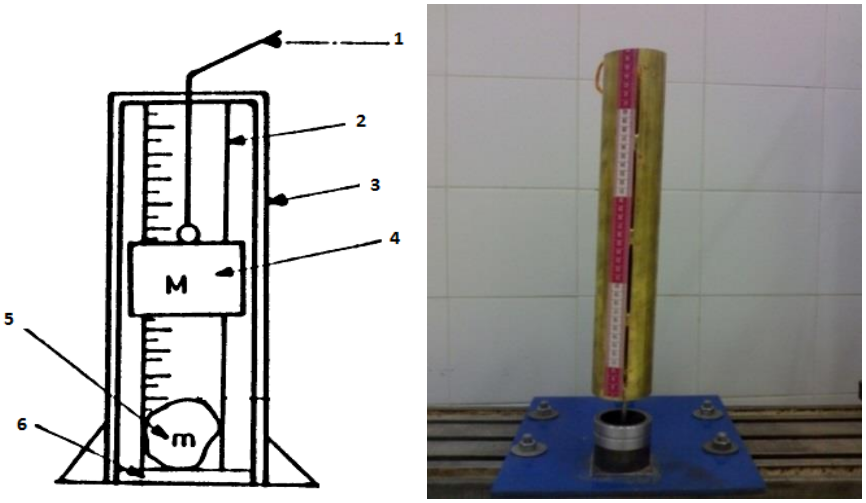
مکاری چیان و همکاران (۱۳۹۳) دستگاه گردو شکن دورانی را طراحی، ساخته و مورد ارزیابی قرارداد (شکل ۸). در مکانیزم کاری آن به صورتی مشاهده می‌شود از دو صفحه موازی که نسبت به سطح افق دارای زاویه هستند استفاده‌شده

است. صفحه بالایی ثابت و صفحه زیرین متحرک بود. در هر دو صفحه از زائده‌هایی برای اعمال تنش‌های نقطه‌ای استفاده شد. گردو بین این دو صفحه به صورتی شکسته شدند که مغزهایی با درجه کیفی عالی حاصل شود [۱۱].



شکل ۸. شماتیک دستگاه گردو شکن دورانی ارائه‌شده توسط مکاری چیان و همکاران

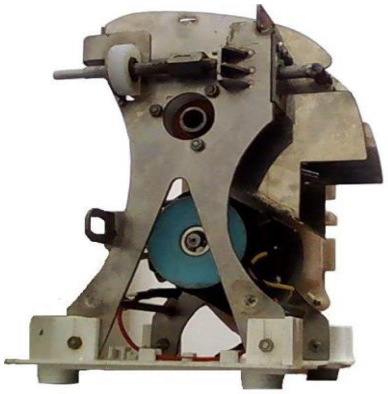
محمدی قرمزگلی و همکاران (۱۳۹۳) کیفیت مغز حاصل از شکستن گردو تحت بار ضربه‌ای توسط دستگاه آزمون ضربه موردمطالعه قراردادند. آنان اثر فاکتورهای ژنوتیپ، رطوبت، قطر متوسط هندسی، راستای اعمال نیرو در سه سطح و ارتفاع سقوط وزنه در پنج سطح روی کیفیت مغز حاصل از شکستن گردو بررسی کردند [۹].



شکل ۹. شماتیک و دستگاه ساخته‌شده برای آزمون ضربه‌ای ارائه‌شده توسط محمدی قرمز گلی و همکاران، (۱) ریسمان، ۲) درجه، (۳) سیلندر، (٤) وزنه، (٥) گردو، (٦) صفحه صلب

رشیدی نژاد و همکاران (۱۳۹۵) دستگاه مغزکن برقی به‌منظور شکستن پوسته سخت انواع خشکبار با اندازه‌های متفاوت از قبیل بادام ، گردو، فندق و پسته دهان بسته استفاده می‌شود. از ویژگی‌های مهم این دستگاه می‌توان به وزن کم و ابعاد کوچک آن اشاره نمود .ابعاد کلی دستگاه ۲۳ × ۲۵ × ۳۰ سانتی‌متر و وزن آن ۴ کیلوگرم است. با توجه به

ابعاد و وزن این دستگاه نسب به سایر دستگاه‌های مشابه موجود می‌توان از این دستگاه در مصارف خانگی و نامه صنعتی استفاده کرد [۶].



شکل ۱۰. شماتیک دستگاه ارائه‌شده توسط رشیدی نژاد و همکاران.

ارزیابی کیفیت محصول

پارامترهای مورداستفاده در تحقیقات

به‌منظور ارزیابی عملکرد دستگاه‌های گردو شکن و کیفیت تولید مغز و تعیین درصد هرکدام از حالت‌های درسته، نیمه، ربعی، خورده و گردوی شکسته نشده از روابط ۱ تا ۵ استفاده‌شده است.

(۱) ۱۰۰×وزن کل مغز گردوها/وزن مغز گردوی درسته برحسب گرم= درصد مغز گردوی درسته

(۲) ۱۰۰ ×وزن کل مغز گردوها/وزن مغز گردوی نیمه برحسب گرم= درصد مغز گردوی نیمه

(۳) ۱۰۰×وزن کل مغز گردوها/وزن مغز گردوی ربعی برحسب گرم= درصد مغز گردوی ربعی

(۴) ۱۰۰×وزن کل مغز گردوها/وزن مغز گردوی خورده برحسب گرم= درصد مغز گردوی خورده

(۵) ۱۰۰×وزن کل مغز گردوها/وزن مغز گردوی شکسته نشده برحسب گرم= درصد مغز گردوی شکسته نشده

شکل ۱۱. شکل مغز گردو و سطوح کیفیت تولید مغز گردو طبق اداره استاندارد

استاندارد مغز گردو

استاندارد شماره ۱۸ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مغز گردو در ۷ دسته کامل، نیمه، ربع ، خرده ، دندانه، خاکه و مخلوط دسته‌بندی مطابق جدول ۱ ارائه‌شده است (۱۳۷۲) که در تحقیقات ارزیابی و محاسبه کیفیت مغز مورداستفاده قرارگرفته است.

جدول ۱. کیفیت خردشوندگی گردو طبق تعریف اداره استاندارد ISIRI 18

توضیح	کیفیت شکست گردو	تعداد تکه مغز	درجه	مشخصه
۲ لپه کامل	عالی	۲	۱۰۰	درسته
یک لپه کامل و ۲ تکه نصف لپه کامل	عالی	۳	۸۰	نیمه
یک لپه کامل، یک‌تکه نصف لپه کامل و دوتکه یک‌چهارم لپه کامل	خوب	۴	۶۰	ربعی
ک لپه کامل و ۴ تکه یک‌چهارم لپه کامل	خوب	۵	۵۰	خورده
۴ تکه نصف لپه کامل	خوب	۴	۴۰	خورده
۳ تکه نصف لپه کامل و دوتکه یک‌چهارم لپه کامل	متوسط	۵	۳۰	خورده
۲ تکه نصف لپه کامل و ۴ تکه یک‌چهارم لپه کامل	متوسط	۶	۲۰	خورده
1 تکه نصف لپه کامل و ۶ تکه یک‌چهارم لپه کامل	ضعیف	۷	۱۰	خورده
۸ تکه یک‌چهارم لپه کامل	ضعیف	۸ و بیشتر	۵	خورده

نتایج و بحث

در آزمایشات انجام‌شده توسط خزاعی و همکاران نتیجه آزمایشات نشان می‌دهد که کیفیت مغزهای جداشده بامغزهای گردوی درجه ۲ که توسط استاندارد مغز گردو تعریف‌شده، قابل قیاس است و عملکرد دستگاه نیز معادل ۱۰ کیلومتر گردوی خشک در ساعت تخمین زده‌شده است [۴].

ژیائو وانگ و همکاران ۲۰۰۴ آزمایش‌های عملکرد دستگاه شکست پوسته‌ای که بر اساس اصل ضربه با استفاده از نیروی گریز از مرکز از دیسک چرخشی کار می‌کند نشان داد که پیکربندی پره شعاعی بهترین عملکرد را دارد. بهترین میزان عملکرد دستگاه در حالتی بود که شکست و رطوبت دستگاه به ترتیب ۱۱,۴ کیلوگرم در ساعت و ۲۲/۷ درصد (دسی‌بل) قرار داشته است. در شرایط فوق ، دستگاه به طرز رضایت‌بخش عمل کرده و شکستی تقریباً ۱۰۰٪ مؤثر بر پیکربندی پره شعاعی دارد. راندمان آن تا ۹۸٪ بود [۱۴].

شریفیان و همکاران اگرچه دستگاه طراحی‌شده را تولید نکردند و ازاین‌رو قابل ارزیابی نیست ، اما ازآنجاکه کلیه پارامترهای مهم مکانیکی گردو در طراحی دستگاه در نظر گرفته می‌شود ، انتظار می‌رود که دستگاه روی نمونه اولیه رضایت‌بخش عمل کند [۱۶].

آزمایشات غفاری و همکاران نشان داد که رطوبت پوسته چوبی اثری معکوس بر روی عملکرد داشت و سرعت‌های بالاتر و پایین‌تر از ۵۰ دور در دقیقه (سرعت بهینه هلیس) نیز عملکرد را کاهش می‌دهد. رقم چندلر با ۴۸/۵ درصد مغز گردوی درسته، ۲۸/۷۵ درصد نیمه، ۸/۰۵ ربعی، ۱۱/۰۵ درصد خرده و ۳/۶۵ درصد گردوی شکسته نشده را ارائه داد [۸].

سیفی و همکاران بهترین عملکرد دستگاه در شرایط ۵۵ دور بر دقیقه و در حالتی که حداقل فاصله مخروط‌ها ۳۰ میلی‌متر تنظیم کردند که محصول نهایی که شامل ۴۵/۷۵ مغز گردوی درسته، ۲۵/۳۱ نیمه، ۲۱/۴۳ ربعی و ۳/۷۵ گردوی دندانه شده و ۱/۵۲ خاکه بود [۷].

مکاری چیان و همکاران بهترین ترکیب آزمایشی، ترکیب شیب ۲۳ درجه، با مقدار تغذیه‌ی ۱۳ عدد و سرعت ۵۵ دور بر دقیقه بود که در این ترکیب حدود ۵۸ درصد مغز درجه‌ی یک، حدود ۲۵ درصد مغز درجه‌ی دو و ۳۰ درصد مغز درجه‌ی ۳ حاصل شد [۱۱].

در ارزیابی حجازی پور ۱۹۲ گردو شکسته شد که حاصل آن ۱۹۸۶ گرم پوسته و ۸۶۴/۳ گرم مغز گردو بود. بر اساس کیفیت ۲۲۵ گرم مغز گردوی درجه ۱، ۹۰/۴ گرم مغز گردوی درجه ۲، ۲۷۵/۵ گرم مغز گردوی درجه ۳، ۲۰۵/۸ گرم مغز گردوی درجه ۴ به دست آمد. بخشی از گردوها (۴,۸۲ گرم) پس از شکستن از پوسته خارج نشدند که در این حالت باید با دست و پس از کمی فشردن، مغز از پوسته خارج گردد و یا مجدداً به داخل دستگاه انداخته شوند. نتیجه عملکرد دستگاه عبارت است از: ۳۱/۹۱ درصد مغز گردوی درجه ۳، ۲۶ درصد مغز گردوی درجه ۱، ۲۳/۸۱ درصد مغز گردوی درجه ۴ و ۱۰,۴۵ درصد مغز گردوی درجه ۲ [۳].

داسو و همکاران با ۱۵ درجه و سرعت ۱۹۵ دور بر دقیقه توانستند ۳۰/۴ درصد مغز گردوی درجه ۲ را به‌عنوان بیشترین درصد مغز گردو در آزمایش خود ثبت کنند و نیز ۱۳ درصد مغز گردوی درجه ۲ در شرایط ۲۰ و ۱۹۵ دور بر دقیقه به‌عنوان کمترین برآورد دستگاه در نظر گرفتند [۱۲].

محمدی قرمز گلی و همکاران نیز دریافتند با افزایش ارتفاع، درصد گردوهایی که ترک جزئی داشتند (مغز از هسته جدا نشده بود) کاهش یافت به‌طوری‌که در ارتفاع ۳۵ سانتیمتری این درصد به صفر رسید .یعنی از ارتفاع‌های بالاتر از ۳۵ سانتیمتری در تمامی گردوها، کل پوسته سخت و یا بخشی از آن، جدا شد. اثرات ژنوتیپ، راستای بارگذاری، ارتفاع سقوط وزنه ، محتوای رطوبتی و قطر متوسط هندسی روی شکستن گردوی ایرانی تحت بار ضربه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت .ارتفاع سقوط وزنه و ژنوتیپ تأثیر به سزایی در کیفیت مغز استخراجی داشت .با افزایش محتوای رطوبتی، کاهش چشمگیری در درصد مغزهای شکسته حاصل شد . در حالتی که هیچ‌گونه تیمار رطوبتی روی گردوها اعمال تنش ، بیشترین خردشدگی مغز مشاهده شد [۹].

علی رشیدی نژاد و همکاران تنها به ساخت دستگاه اکتفا کرده‌اند و ارزیابی روی دستگاه ساخته‌شده انجام نگرفته است [۶].

نتیجه‌گیری

طبق اطلاعات به‌دست‌آمده و بررسی‌های انجام‌گرفته بهترین دستگاه ساخته‌شده متعلق به مکاری چیان که بالاترین راندمان شکست گردوی درجه ۱ معادل ۵۸ درصد و برای گردوی درجه ۲ نیز معادل ۲۵ که کمترین حالت در میان دستگاه‌های مشابه می‌باشد.

منابع

۱- بی‌نام. ۱۳۹۷. تولید سالیانه محصول گردو در ایران. آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی.

۲- بی‌نام. آمار تولید و صادرات گردو در سال۲۰۱۶. www.fao.org

۳- حجازی‌پور، ح.، ابراهیمی، ر.، قاسمی ورنامخواستی، و قضاوی، م. ع. ۱۳۹۱. طراحی و ساخت دستگاه گردو شکن تک پوسته‌ای خمره‌ای. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه شیراز،۱۴ الی ۱۶ شهریور ۱۳۹۱، شیراز.

۴- خزاعی، ج. ۱۳۷۴. طراحی و ساخت گردو شکن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۵- ذکی، الف. ۱۳۸۷ . طراحی و ساخت ماشین پوست‌کن گردو، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران.

۶- رشیدی نژاد، ع.، صیفوری، س.، عرب سلغار، ع. ر. ۱۳۹۵. طراحی و ساخت دستگاه مغزکن برقی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مکانیک، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان.

۷- سیفی، ا. ب. ۱۳۹۱. طراحی و ساخت خط آزمایشی فرآوری گردو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

۸- غفاری، ا. ۱۳۸۸. طراحی و ساخت دستگاه گردو شکن آزمایشگاهی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پردیس ابوریحان. دانشگاه تهران.

۹- محمدی قرمزگلی، خ.، قاسم‌زاده، ح. ر.، نوید، ح.، مقدم، م.، غفاری، ح. ۱۳۹۳. ارزیابی کیفیت (خردشدگی) مغز حاصل از شکستن گردو تحت بار ضربه‌ای. نشریه ماشین‌های کشاورزی، جلد ۴، شماره ۱، صفحات ۱۱-۲۰.

۱۰- مختاری نهال، الف. ۱۳۹۱. بررسی عوامل مؤثر در جدایش پوست از گردوی شکسته شده، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مکانیک دستگاه‌های کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

۱۱- مکاری‌چیان، ع. ۱۳۹۳، طراحی و ساخت گردو شکن دورانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

12- Dasso, M., 2012. Design, construction, and testing of a walnut cracker. BioResource and Agricultural Engineering Department California Polytechnic State University San Luis Obispo.

13- Ghatrehsamani, S.H. and Zomorodian, A., 2012. Impacts of drying air temperature, bed depth and air flow rate on walnut drying rate in an indirect solar dryer. International Journal of Agriculture Sciences 4, 253-256.

14- Leah Moyle, Ross Coomber and Jason Lowther. 2013. Crushing a walnut with a Sledge Hammer. Analysing the Penal Response to the Social Supply of Illicit Drugs. Social & Legal Studies, 22(4) 553–573.

15- Oluwole F.A., Aviara N.A. Haque M.A. 2004. Development and performance tests of a sheanut cracker. Journal of Food Engineering 65:117–123.

16- Sharifian, F., Rahmani didar, A., Haddad derafshi, M.2008. Design of a walnut cracking machine based on acquired mechanical properties. 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, 14-17 October 2008, Antalya,Turkiye.

17- Xu, H., Yan, S., Wang, Y. and Liu, M., 2012. Study on the walnut mechanical characteristics and shucking technology based on finite element analysis. In: li, d., chen, y. (eds.), computer and computing technologies in agriculture v. Springer Berlin Heidelberg, Pp. 577-586.

ir

Investigation of Walnut Crackers and Their Performance

Elahe Mohammadi Abdevand[1], Ali Mashallah Kermani [2*], Gholamreza Chegini [3]

1. Master of Science Mechanical Engineering, University of Tehran, (elahehmohamadi73@ut.ac.ir)
2-Assistant Professor, Department of Agriculture, Aboureihan Campus, University of Tehran (amkermani@ut.ac.ir)
3-Asociated Professor, Department of Agriculture, Aboureihan Campus, University of Tehran (chegini@ut.ac.ir)

Abstract

According to information provided by FAO, Iran is the third largest producer of walnuts in the world. Due to its high nutritional value, it is very important for non-oil exports to the country. In order to increase productivity in production and export, it is important to automate the process of product processing. In this article reviewed the types of walnut cracker machines were designed and constructed. Until now, various methods and mechanisms have been used to break the hard walnut shell, such as mechanical failure, shear, electrical failure, as well as shell bursting with internal pressure, all of which are costly and time consuming. Or you may be prone to brain damage or injury. The extracted information is used to evaluate the performance of fractured specimens and the results of specimen analysis are used to estimate, evaluate, and identify walnut fracture quality. The rotary vertebra had the best performance and had a positive score of 58% for the first-rate walnut brain.

Key Words: walnut, nut broker, performance evaluation, Brain quality

*Corresponding author
E-mail: amkermani@ut.ac.