نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

بررسی اثر رطوبت و قطر ساقه بر طراحی و عملکرد ماشین استحصال الیاف ساقه استبرق

نازیلا طربی[۱]، حسین موسی زاده[۲]*، علی جعفری[۳] و جلیل تقی زاده طامه[۱]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران

ایمیل مکاتبه کننده: Hmousazade@ut.ac.ir

چکیده

با توجه به ویژگی‌های الیاف ساقه استبرق و نبود روش ماشینی برای استحصال این الیاف، در این تحقیق علاوه بر ارائه روش ماشینی برای جدایش این الیاف، به بررسی نقش پارامترهایی چون رطوبت و قطر ساقه در طراحی و عملکرد ماشین پرداخته شد. به دلیل متغیر بودن قطر ساقه و وجود شیره داخل بافت چوبی ساقه، این ماشین قادر به تنظیم خودکار برای جدایش الیاف از ساقه با قطرهای مختلف بوده، بدون اینکه شیره‌ای جاری شود. بیشترین و کمترین بازده جدایش به ترتیب در رطوبت ۷۵ و ٤٥ درصد بوده که مقدار آن به طور میانگین برابر ۹۵ و ٥٤ درصد بود و حداکثر توان مصرفی موتور نیز برابر ٦٦۹ وات بدست آمد ودر رطوبت‌های ۷۵، ٦٥ و ٥٥ درصد، برای تولید یک کیلوگرم الیاف خشک به ترتیب به ۲۲، ۱۹/۳۱ و ۱۸/۲۷ کیلوگرم ساقه نیاز بود. طول الیاف جداشده بین ۱٥ تا ۸۰ سانتی‌متر متغیر بود.

واژه‌های کلیدی: الیاف ساقه، استبرق، جدایش ماشینی، رطوبت، قطر ساقه

مقدمه

استفاده از الیاف‌های طبیعی به عنوان ماده استحکام دهنده در ساخت کامپوزیت‌های ترموپلاستیک و ماتریس‌های پلیمری بیش از بیست سال است که به طور جدی مورد بررسی قرار گرفته است (Fidelis et al ., 2013). الیاف طبیعی به سه گروه اصلی الیاف گیاهی، معدنی و حیوانی تقسیم می‌شوند که در این میان الیاف گیاهی به‌واسطه داشتن ویژگی‌هایی مانند چگالی کم، مقاومت مخصوص بالا، در دسترس بودن و تجدیدپذیر بودن مورد توجه بوده و بر-اساس منبع تهیه آن به سه زیر گروه ۱) الیاف تهیه شده از میوه گیاه ۲) الیاف تهیه شده از ساقه و ۳) الیافی تهیه شده از برگ تقسیم می‌شود. استبرق با نام علمی *کالوتروپیس*[۱] گیاهی درختچه‌ای و با رشد سریع که به وفور در مناطق گرمسیر ایران یافت می‌شود دارای الیافی در پوست ساقه است. از مزایای این گیاه می‌توان به استفاده از روغن دانه میوه آن به عنوان منبع تولید سوخت بیودیزل (Holser et al., 2006; Phoo et al., 2014)، تهیه عایق صوت (حسنی و همکاران، ۱۳۹۱) و نخ جراحی از الیاف آن (محمدی زاده و همکاران، ۱۳۹۱) اشاره نمود. الیاف پوست ساقه استبرق

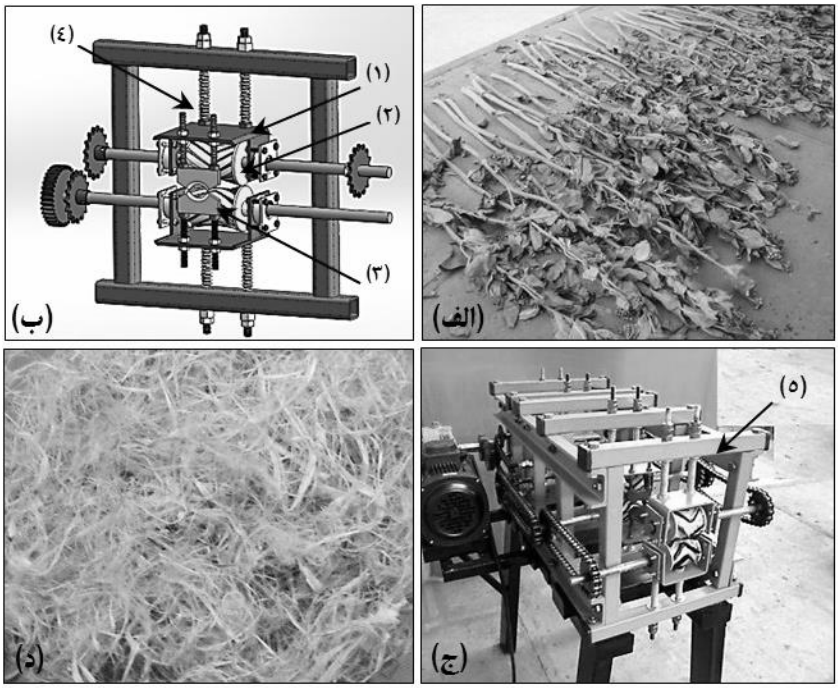
[۱] Calotropis

دارای مقادیر بالای بافت سلولزی (۷۵ درصد)، مقاومت، مدول و طول بیشتر از الیاف پنبه بوده و در مقایسه با بسیاری الیاف دیگر مانند کتان و کنف شاهدانه دارای لطافت و نرمی بیشتری است (Reddy and Yang, 2007) که می‌تواند از الیاف‌های ایده‌آل برای ساخت کامپوزیت‌ها باشد (Reddy and Yang, 2009). پیش‌تر نیز از الیاف ساقه استبرق برای تهیه خمیر کاغذ و تولید پارچه (Schwartz, 1987; Varshney and Bhoi, 1988) استفاده می‌شد.

به طور کلی برای استحصال الیاف از ساقه گیاهان از سیستم‌های پوست‌کنی و خردکن استفاده می‌شود و با توسعه صنعت، انواع متنوعی از این نوع سیستم‌ها به وجود آمده است، از جمله می‌توان به پوست‌کن‌های سیلندری، حلقه-ای، نوردهای غلتکی، سیستم‌هایی که بر اساس بخاردهی و ضربه کار می‌کنند و سیستم‌هایی که بر اساس رفتار شیمیایی الیاف را از ساقه جدا می‌کنند.در بین روش‌های استحصال الیاف، روش‌های مکانیکی به دلیل حفظ کیفیت الیاف، ارزان بودن و نداشتن آلودگی نسبت به روش‌های شیمیایی و همچنین سریع بودن و استفاده آسان، بیش از روش‌های دیگر مورد توجه‌اند (Amel et al., 2013; Li, 2005) به طوری که عموما از پوست‌کن‌های نورد غلتکی برای جدایش الیاف کنف استفاده می‌شود (Webber et al., 2002; Kemble et al., 2002). هابسون و همکاران (۲۰۰۱) برای استحصال الیاف کنف شاهدانه از روش مکانیکی استفاده نمودند که توسط چین‌دادن ساقه و شانه‌زنی، الیاف را از ساقه جدا می‌نمود. کیفیت الیاف جدا شده با این روش مشابه کیفیت الیافی بود که توسط روش خیساندن از ساقه جدا شده بود، با این تفاوت که روش مکانیکی بدون خیساندن، سریع‌تر و دارای هزینه کمتر بود (Hobson et al., 2001). آمیل و همکاران (۲۰۱۳) نیز تاثیر شیوه‌های مختلف استحصال را بر خواص الیاف پوست ساقه کنف شاهدانه مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در شیوهای متفاوت استحصال از جمله استحصال مکانیکی، تیمار با بنزئیک، سدیم هیدروکسید و خیساندن در آب، میزان سلولز موجود در بافت الیاف بدست آمده از روش مکانیکی بیش از روش تیمار با بنزوئیک و کمتر از روش خیساندن در سدیم هیدرکسید و آب بود، اما از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نبود (Amel et al., 2013). تحقیقات مشابهی نیز بر روی الیاف بامبو (Phong et al., 2012) و موز (Ray et al., 2013; Burneo, 2012) انجام گرفته است. اما در رابطه با الیاف ساقه استبرق، روشی مکانیزه و به صرفه‌ای برای استحصال آن وجود ندارد. در شیوه سنتی ساقه پس از خشک شدن به مدت هشت روز در آب خیسانده شده و الیاف با دست از پوست ساقه جدا می‌شود که بازده جدایش در این حالت بسیار ناچیز و برابر ٤ درصد از کل الیاف ساقه است (Varshney and Bhoi, 1988). در روش دیگر که در مناطق جنوب ایران رایج است، ساقه کاملا خشک شده، با دست کوبیده می‌شود و الیاف از بین خرده چوب‌ها توسط مالش، به طور دستی جدا می‌شود. همانگونه که اشاره شد استحصال به روش سنتی، مشکل، طاقت فرسا و هزینه‌بر است که این امر عاملی مهم در عدم رغبت برای استفاده از این الیاف و در نتیجه ممانعت از توسعه این صنعت می‌باشد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق علاوه بر ارائه شیوه‌ای ماشینی برای جدایش این الیاف،بررسی تاثیر رطوبت و تغییرات قطر ساقه بر طراحی و عملکرد ماشین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ساقه‌های استبرق از استان کرمان تهیه شدند و کلیه مراحل ساخت ماشین و ارزیابی عملکرد در گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران انجام شد (شکل۱-الف). قبل از تغذیه ساقه‌ها به داخل ماشین، کلیه برگ‌ها و شاخه‌های کوچک اضافی از روی ساقه حذف شدند. ساقه‌ها برای رسیدن به رطوبت‌های مورد آزمایش، در هوای آزاد قرار گرفتند و یک روز در میان رطوبت ساقه‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری رطوبت از روش‌های استاندارد توزین و خشک‌کردن در آون استفاده شد (ASABE, 2008). در بررسی عملکرد ماشین در رطوبت‌های مختلف، چهار سطح رطوبتی برای ساقه در نظر گرفته شد (٤٥، ٥٥، ٦٥ و ٧٥ درصد بر مبنای تر). بر اساس نتایج بدست آمده از ارزیابی مکانیزم‌های ابتدایی، به دلیل خشک شدن چوب ساقه و چسبیدن پوست به چوب و عدم امکان جدایش الیاف، از ارزیابی عملکرد ماشین با استفاده از ساقه‌هایی با رطوبت کمتر از ٤٥ درصد صرف نظر شد. وسط بافت چوبی ساقه توخالی بوده و این فضای خالی توسط شیره پر شده است. بنابراین ساقه‌تر و تازه بریده شده، با رطوبت بیش از ۷۵ درصد، به دلیل جاری شدن شیره از محل گره‌ها مناسب برای استحصال الیاف نیست (طربی و همکاران،۱۳۹۲؛ Tarabi et al., 2014). نکته حائز اهمیت دیگر، بیشتر بودن مقاومت کششی الیاف از پوست ساقه است (در رطوبت مشخص) که با کشش پوست و پاره شدن آن الیاف بدون تکه تکه شدن تا حدی از داخل پوست بیرون می‌آید (طربی و همکاران، ۱۳۹۲). بخش‌های ساقه با قطر بیش از ۲۸ میلی‌متر به دلیل داشتن بافت خشبی پوست و مناسب نبودن برای جدایش الیاف و همچنین بخش‌هایی از ساقه با قطر کمتر از ۱۰ میلی‌متر به دلیل مقاومت کم در برابر خم شدن و داشتن شاخه‌های کوچک متعدد از روی نمونه‌های ساقه حذف شدند. طول نمونه-های مورد ارزیابی ۱۵۰ سانتی‌متر بود.



شکل ۱- الف) ساقه‌های استبرق، ب) شماتیکی از اولین واحد جدایش: ۱. یوغ ۲. غلتک آج‌دار ۳. تیغه ٤. فنر تحت فشار؛ ج) ماشین ساخته شده: ۵. آخرین واحد تغذیه مجهز به غلتک‌های با آج بلندتر برای خارج کردن ساقه از ماشین؛ د) الیاف خارج شده از ساقه استبرق

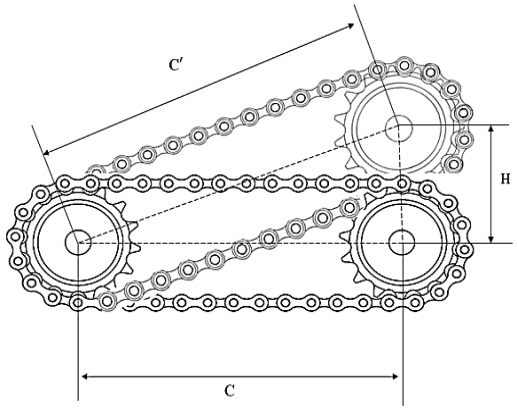
با توجه به اینکه الیاف در پوست ساقه استبرق قرار دارد مبانی استحصال الیاف براساس عبور ساقه از مقابل لبه‌های برنده و جدایش پوست می‌باشد. از آنجایی که قطر ساقه استبرق متغیر بوده و دارای گره‌های متعددی است، ماشین باید به صورتی طراحی شود که قابلیت تنظیم خودکار فاصله بین تیغه‌ها را براساس تغییر قطر ساقه داشته باشد، تا بدون گیرکردن ساقه پشت تیغه‌ها، با عبور ساقه از بین تیغه‌ها، پوست روی ساقه کشیده شده و در نهایت جداشده و به دلیل مقاومت بیشتر الیاف از پوست، تا حد مناسب برای پروسه حلاجی، الیاف از پوست بیرون کشیده شود. بنابراین در ماشین طراحی و ساخته شده، ساقه‌ها از طریق دو غلتک تحت فشار فنر که خلاف جهت هم چرخش می‌کنند به داخل تیغه‌ها تغذیه می‌شود. شکل ۱-ب اجزای یکی از واحدهای جدایش را نشان می‌دهد. غلتک‌ها، تیغه‌ها و دیگر ضمائم برای حرکت همزمان به یک یوغ متصل هستند.ضریب ثابت فنر مورد استفاده براساس نیروی فشاری قابل تحمل برای ساقه در جهت شعاعی یا عمود بر جهت الیاف و نیروی لازم برای برش پوست روی ساقه بر اساس تحقیقات پیشین در نظر گرفته شد (طربی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به موازی بودن و برابر بودن جابجایی هر یک از فنرها، نیروی معادل وارد بر ساقه برابر حاصل جمع نیرویی است که هر فنر اعمال می‌کند. در عمل از فنری با ضریب ثابت ۲/۵ نیوتن بر میلی‌متر استفاده شد.

برای جدایش کامل پوست، سه واحدجدایش به صورت سری در طراحی نهایی در نظر گرفته شد. شکل ۱-ج واحدهای جدایش ماشین ساخته شده را نشان می‌دهد. در این ماشین علاوه بر جدایش پوست از روی ساقه، الیاف

تا حدی از پوست جدا می‌شدند. به طوریکه با عبور ساقه از بین واحدها، پوست جدا شده از ساقه بین غلتک‌ها گیر افتاده و با کشیده شدن و پاره شدن پوست به واسطه حرکت ساقه، الیاف از پوست جدا خارج می‌شد (شکل۱-د). میزان بیرون آمدن الیاف از پوست در اثر کشیده شدن به رطوبت ساقه بستگی دارد که در ادامه مورد بحث قرار خواهد گرفت. برای جدایش پوست در تمامی جهات، تیغه‌ها و غلتک‌های واحد جدایش دوم عمود بر جهت واحد اول نصب شدند و قبل از آن، یک واحد تغذیه که به سیستم انتقال توان متصل بود، تعبیه شد. سیستم انتقال توان بین واحدهای جدایش از نوع زنجیر-چرخ بود. طول زنجیر (L) بر حسب گام آن (p)، فاصله مرکز به مرکز چرخ‌زنجیر (C) و تعداد دندانه هر چرخ‌زنجیر (N_1,N_2) به تقریب از رابطه (۱) محاسبه شد (Srivastava, 2006).

$$\frac{L}{p} = \frac{2C}{p} + \frac{N_1+N_2}{2p} + \frac{(N_2-N_1)^2}{4\pi^2(\frac{C}{p})} \quad (۱)$$

متغیر بودن قطر ساقه علاوه بر اینکه در طراحی مکانیزم واحدهای جدایش تاثیر داشت و شرح آن ذکر شد در طراحی سیستم انتقال توان موثر بود.در زمان عبور ساقه، به واسطه متغیر بودن قطر ساقه، غلتک‌ها و در نتیجه محورها و چرخ‌زنجیرها در جهت عمودی، جابجا می‌شدند که در نتیجه محورهای واحدها نسبت به هم دارای اختلاف ارتفاع خواهند شد (شکل ۲). حداکثر جابجایی عمودی (H) در بدترین شرایط زمانی است که ساقه با قطر ۳۰ میلی‌متر در حال عبور از واحد اول بوده، اما هنوز ادامه ساقه به واحد بعدی نرسیده باشد. در این حالت حداکثر جابجایی عمودی محور واحد اول با توجه به فاصله اولیه بین غلتک‌ها برابر ۱۲/۵ میلی‌متر است. برای تسهیل جابجایی عمودی محور غلتک‌ها، طول زنجیرها تحت تاثیر جابجایی عمودی محورها و فاصله‌ای که محورها در این شرایط دارند (C′) حساب شد، که با احتساب طول اضافی برای جابه‌جایی عمودی محور چرخ‌زنجیرها، طول زنجیر بین واحدهای ۱-۲، ۲-۳ و ۳-٤ به ترتیب برابر۶۲/۰۷، ۷۲/۰۶ و ۶۲/۰۷ سانتی‌متر بدست آمد.نوع زنجیر مورد استفاده (نمره استاندارد زنجیر) بر اساس سرعت چرخش چرخ‌زنجیر و توان مصرفی با استفاده از نمودار انتخاب گام زنجیر غلتکی بدست آمد (ولی نژاد، ۱۳۹۰). زنجیر استفاده شده با نمره‌ی استاندارد 10B با گام ۱۵/۸۰میلی‌متر و بیشترین قطر غلتک ۱۰/۱۲ میلی‌متر بود.



شکل۲- افزایش طول زنجیر تحت تاثیر جابه‌جایی عمودی غلتک‌ها بر اثر تغییر قطر ساقه

در انتخاب زنجیر و موتور با توان مناسب، تخمین اولیه توان مصرفی، براساس اندازه‌گیری نیروی موردنیاز برای عبور ساقه بود. در اندازه‌گیری نیروی مورد نیاز از نیروی سنج فنری که یک سمت آن به ساقه بسته شده و سر دیگر آن با دست، ساقه را از بین واحدها می‌کشید، استفاده شد. توان مورد نیاز ماشین توسط موتور الکتریکی سه فاز با حداکثر توان ۱/۵ کیلو وات با ۱٤۰۵ دوربردقیقه تامین شد. به منظور افزایش گشتاور، از گیربکسی حلزونی استفاده شد.

شاخص‌هایی که در بررسی عملکرد ماشین بررسی شد شامل بازده جدایش، ظرفیت جدایش الیاف، ظرفیت تغذیه ساقه، توان مصرفی ماشین تحت رطوبت‌ها و سرعت‌های مختلف تغذیه ساقه بود. در بررسی سرعت دورانی غلتک-ها، تغییرات سرعت دورانی در عملکرد ماشین در شش سرعت ۳۰، ۳۵، ٤۰، ٤۵، ۵۰ و ۵۵ دور بر دقیقه مورد ارزیابی قرار گرفت. بازده جدایش ماشین بر مبنای جرم پوست و الیاف جداشده و جرم پوست و الیاف باقی‌مانده بر روی ساقه پس از عبور از ماشین محاسبه شد. ظرفیت جدایش ماشین بر اساس وزن خشک پوست و الیاف جدا شده بدست آمد. همچنین ظرفیت تغذیه ساقه به داخل ماشین محاسبه شد.به منظور مقایسه ظرفیت ماشین در سرعت‌های مختلف تلاش شد تا از نمونه‌هایی که در طول مشخص دارای وزن نزدیک به هم هستند استفاده شود تا بدین ترتیب دقیق‌تر بتوان در مورد اثر سرعت در ظرفیت جدایش قضاوت نمود.

به منظور بررسی تاثیر سرعت عبور ساقه با قطرهای متفاوت و همچنین تاثیر رطوبت ساقه در تغییرات توان مورد نیاز از تبدیل تغییرات جریان عبوری به توان، که توسط کلمپ متر قرائت می‌شد استفاده شد.

در بررسی تاثیر سرعت عبور ساقه و رطوبت ساقه در عملکرد ماشین از یک طرح کاملا تصادفی در قالب فاکتوریل استفاده شد. تعداد تکرارهای به کار رفته پنج تکرار به ازای هر ترکیب از پارامترهای آزمایش بود و با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 19 و آزمون تجزیه واریانس، داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس در بررسی آماری تاثیر تیمارها بر روی بازده جدایش در جدول ۱ نشان داده شده است. تحلیل آماری نشان داد که میانگین اختلاف بین بازده جدایش در رطوبت‌های مختلف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. بر اساس مقایسه میانگین‌ها بیشترین اختلاف بین رطوبت‌های ٤۵و ۷۵ درصد بوده و کمترین اختلاف بین رطوبت‌های ۷۵ و ٦۵ درصد بود.

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه واریانس به منظور بررسی تاثیر تیمارها بر روی بازده جدایش

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value
مدل آماری	۲۳	۲/۰۹۰	۰/۹۱	**۱۶/۷۹۳
رطوبت	۳	۱/۶۹	۰/۵۴۱	**۹۹/۹۱۱
سرعت	۵	۰/۱۵۳	۰/۰۳۱	*۵/۶۴۳
سرعت × رطوبت	۱۵	۰/۳۱۵	۰/۰۲۱	*۳/۸۸۶
خطا	۹۶		۰/۰۰۵	

* معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵، ** معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱

بیشترین بازده جدایش در رطوبت ۷۵ درصد و در سرعت ٤۰ دور بر دقیقه بود، که بطور میانگین برابر ۹۵ درصد است. در ساقه تر رطوبت میان پوست و بافت چوبی ساقه به طور کامل خشک نشده، به همین دلیل پوست به بافت چوبی نچسبیده و ساده‌تر از ساقه جدا می‌شود.بررسی تاثیر سرعت در بازده جدایش نشان‌داد که اختلاف بازده جدایش در برخی سرعت‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ و حتی ۰/۰۱ معنی‌دار است.به ترتیب بازده جدایش در سرعت ۳۰ دور بر دقیقه فقط با سرعت ۵۵ دور بر دقیقه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ بود، بازده جدایش در سرعت ۳۵ دور بر دقیقه با سرعت ٤۰ و ٤۵ دور بردقیقه در سطح احتمال ۰/۰۵و با سرعت ۵۰ و ۵۵ دور بر دقیقه در سطح احتمال ۰/۰۱ دارای اختلاف معنی‌دار بود. همچنین بازده جدایش در سرعت ٤۰، ٤۵ و ۵۰ دور بر دقیقه با سرعت ۳۵ و ۵۵ دور بر دقیقه دارای اختلاف معنی‌دار بود و همان گونه که مشخص است بازده جدایش در سرعت ۵۵ دور بر دقیقه با تمامی سرعت‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود و در اکثر حالت‌ها دارای کمترین بازده جدایش بود.

نتایج نشان داد که در رطوبت کمتر، بین ۵۵ تا ٤۵ درصد، الیاف رشته‌ای جدا شده بدون اینکه پوستی به آن چسبیده باشد بیش از مقدار الیاف جداشده در رطوبت ۷۵ درصد است. در واقع هر چه رطوبت کاهش پیدا می‌کرد الیاف بیشتری از پوست جدا می‌شد و در رطوبت‌های بالاتر الیاف به همراه پوست و چسبیده به پوست از روی ساقه کنده می‌شدند. نحوه انتخاب رطوبت مناسب برای جدایش الیاف تا حدی به مرحله حلاجی بستگی دارد. می‌توان برای جدایش الیاف باقی مانده داخل پوست از روش خشک‌کردن ساقه و مالش استفاده نمود و یا از روش شیمیایی با استفاده از محلول سدیم هیدروکسید برای جدایش پوست باقی‌مانده بر روی الیاف بهره جست. در هر صورت می‌توان برای کاهش مدت زمان مرحله پس از جدایش و یا کاهش استفاده از محلول سدیم هیدروکسید ساقه با رطوبت ۵۵ درصد را مورد استحصال قرار داد و برای جدایش کامل، دو بار ساقه را از میان ماشین عبور داد و یا فاصله بین تیغه‌ها را کمتر کرد.

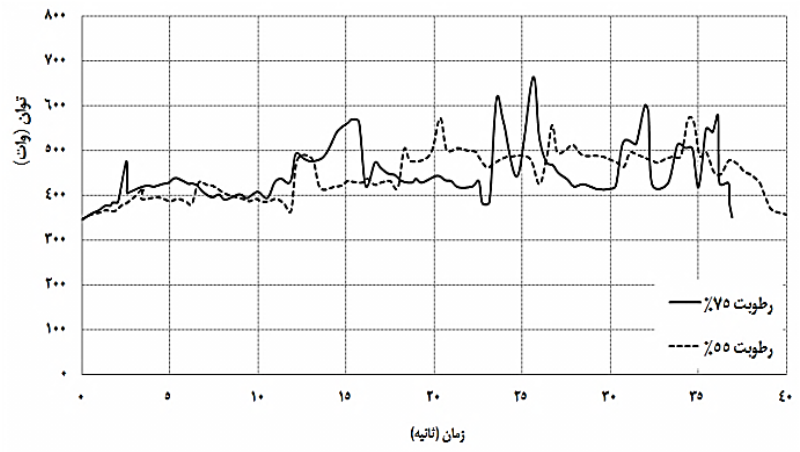
طول الیاف جداشده نیز از ۱۰ سانتی‌متر تا ۸۰ سانتی‌متر متغیر بود. در رطوبت‌های ۷۵، ٦٥ و ۵۵ درصد،برای تولید یک کیلوگرم الیاف خشک در رطوبت‌های ذکر شده به ترتیب به ۲۲، ۱۹/۳۱ و ۱۸/۲۷ کیلوگرم ساقه نیاز است.

ظرفیت ماشین بر حسب وزن ساقه‌هایی که به درون ماشین تغذیه می‌شوند و همچنین وزن پوست و الیافی که توسط ماشین از ساقه جدا می‌شوند محاسبه شد. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت، ظرفیت ماشین افزایش می‌یابد. علت معنی‌دار نبودن اختلاف در ظرفیت جدایش در سرعت‌های مختلف خصوصا سرعت‌های بیشتر از ۵۰ دور بر دقیقه در یک رطوبت ثابت، افزایش سرخوردن ساقه روی غلتک‌ها در سرعت‌های بالا است. ظرفیت ماشین در سرعت ثابت ٤٥ دور بر دقیقه در رطوبت‌های ۷۵، ٦٥ و ۵۵ درصد به ترتیب برابرkg/h ٤٦، ۳۷/۱kg/h و ۲۸/۸۷kg/h بر حسب وزن ساقه بود و علت اصلی این کاهش ظرفیت، در رطوبت ساقه و به دلیل کاهش وزن ساقه است. ظرفیت ماشین بر حسب پوست و الیاف خشک جدا شده نیز حدود ۲کیلوگرم بر ساعت اندازه‌گیری شد.

ماکزیمم توان مصرفی زمانی است که ساقه به طور کامل کلیه واحدهای جدایش را درگیرکرده و خصوصا توان زمانی افزایش بیشتر می‌یابد که انتهای قطور ساقه در واحد اول قرار گیرد (نمودارها تقریبا حالتی صعودی دارند). حداکثر توان مصرفی برای نمونه‌های مورد آزمایش در رطوبت ۷۵ درصد در سه سرعت ۳۵، ٤٥ و ۵۵ دور بر دقیقه به ترتیب برابر ۵۰٤، ٦٦۹، ٦٦٤ وات بود. علت بیشتر بودن حداکثر توان مورد نیاز در سرعت ٤٥ دور بر دقیقه نسبت به سرعت ۵۵ دور بر دقیقه وجود گره بزرگتر در ساقه مورد آزمایش است که البته تفاوت معنی‌دار نبود.

به‌طور معمول در سرعت ۳۰ دور بر دقیقه تا ۵۵ دور بر دقیقه زمان لازم برای عبور یک ساقه به طول ۱۵۰ سانتی‌متر از داخل ماشین و جدایش کامل پوست و الیاف به زمانی برابر ۳۰ تا ٤۰ ثانیه نیاز است، البته زمان صرف شده برای عبور ساقه تا حدی به تعداد گره‌های روی ساقه بستگی دارد به طوری که در ساقه‌های محتوی تعداد زیادی گره این زمان افزایش می‌یابد.

مقایسه توان مصرف‌شده در رطوبت‌های مختلف نشان داد که حداکثر توان مصرفی در رطوبت ۷۵ درصد بیش از حداکثر توان صرف شده برای عبور ساقه با رطوبت ۵۵ درصد است. شکل ۳ مقایسه بین تاثیر رطوبت در توان مصرفی را نشان می دهد.



شکل۳- مقایسه تاثیر رطوبت بر توان مصرفی در سرعت دورانی ۵۵ دور بر دقیقه

نتیجه گیری

در این تحقیق نحوه عملکرد جدایش ماشینی الیاف از ساقه استبرق مورد بررسی قرار گرفت. و تاثیر رطوبت، قطر و سرعت تغذیه شاقه در طراحی و عملکرد ماشین بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین بازده جدایش در سطح رطوبت ۷۵ درصد با سرعت ٤۰ دور بر دقیقه بود که مقدار آن برابر ۹۵ درصد می‌باشد و حداکثر توان مصرفی موتور نیز در این شرایط برابر ٦٦۹ وات بدست آمد. میانگین ظرفیت تغذیه ساقه به داخل ماشین، در رطوبت‌های ۷۵، ٦۵ و ۵۵ درصد، به ترتیب برابر ٤٦، ۳۷ و ۲۸ کیلوگرم بر ساعت بود و طول الیاف جداشده بین ۱۵ تا ۸۰ سانتی‌متر متغیر بود.

تقدیر و تشکر

این پژوهش به سفارش سازمان تحقیقات و جهاد خودکفایی ندسا و با حمایت معاونت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران طی طرح پژوهشی-کاربردی به شماره ۰۱/٦/۳۲۳۳٦۰ به اجرا درآمد که بدین وسیله از همکاری ایشان تشکر و قدردانی به عمل می آید.

منابع

۱. حسنی، ح.، زره بینی اصفهانی، م.، و حسن زاده، س. ۱۳۹۱. عایق صوت تهیه شده از الیاف استبرق، شماره ثبت اختراع: ۸۰۱٤٤
۲. طربی، ن، موسی‌زاده، ح، جعفری، ع، تقی‌زاده طامه، ج، "تعیین برخی مشخصه‌های فیزیکی و مکانیکی ساقه استبرق"، هشتمین کنگره ملی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، بهمن ۱۳۹۲.
۳. طربی، ن، موسی‌زاده، ح، جعفری، ع، تقی‌زاده طامه، ج، "طراحی، ساخت و ارزیابی مکانیزمی برای ماشین استحصال الیاف تار بلند ساقه استبرق"، هشتمین کنگره ملی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، بهمن ۱۳۹۲.
٤. محمدی زاده، م.، جعفرزاده، ف.، و سخاوتی، ا. ۱۳۹۱. ساخت نخ جراحی استریل گیاهی جهت کاهش عفونت، شماره ثبت اختراع: ۷۸٤٦٦.

۵. ولی‌نژاد، ع، جداول و استانداردهای طراحی و ماشین‌سازی، ترجمه از مرجع آلمانی، چاپ شانزدهم، انتشارات نشر طراح، تهران، صفحه ۲۵۷، ۱۳۹۰.

6. Amel, B.A., Paridah, T., Sudin, R., Anwar, U.M.K., Ahmed, S. & Hussein,A.S., 2013. Effect of fiber extraction methods on some properties of kenafbast fiber. Industrial Crops and Products, 46: 117– 123.
7. ASABE, Standards. 2008. Moisture measurement forages. St. Joseph, Mich, ASABE: S358.2,2008
8. Burneo, M. G. P. 2012. "Process and extraction of natural fibers in the artistic application", Journal of Materials Science and Engineering, Vol. 2, No. 2, pp. 238–247.
9. Fidelis, M.E.A., Pereira, T.V.C., Gomes, O.D.F.M., Silva, F.D.A., & Filho, R.D.T. 2013. The effect of fiber morphology on the tensile strength of natural fibers. Journal of material research technology. 2(2): 149–157.
10. Hobson, R.N., Hepworth, D.G., & Bruce, D.M., 2001. Quality of Fibre Separated from Unretted Hemp Stems by Decortication. Journal of agriculture Engineering Research, 78 (2): 153-158.
11. Holser, R.A, & Rogers, H.O. 2006. Transesterified milkweed (Asclepias) seed oil as a biodiesel fuel. Fuel. 85:14, 2106–2110.
12. Kemble, L. J., P. Krishnan, K. J. Hennings, & H. D. Tillman. 2002. Development and evaluation of kenaf harvesting technology. Biosyst. Eng 81(1): 49–56.
13. Li, W., Wang, S., Du, G., Wu, Z. & Meng, Y., 2013. Variation in physical and mechanical properties of hemp stalks fibers along height of stem. Industrial Crops and Products, 42: 344– 348.
14. Phoo, Z.W.M.M., Razon, L.F., Knothe, G., Ilham, Z., Goembira, F., Madrazo, C.F., Roces, S.A. & Saka, S., 2014. Evaluation of Indian milkweed (Calotropis gigantea) seed oil as alternative feedstock for biodiesel. Industrial Crops and Products, 54, 226–232.
15. Ray, D. P., Nayak, L. K., Ammayappan, L., Shambhu, V. B., & Nag, D. 2013 "Energy conservation drives for efficient extraction and utilization of banana fibre", International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Vol. 3, No.8, pp 296-310.
16. Reddy, N., & Yang, Y. 2007.Preparation and Characterization of Long Natural Cellulose Fibers from Wheat Straw.Journal of Agricultur Food and Chemictery. 55 (21):8570– 575.
17. Reddy, N. & Yang, Y., 2009. Extraction and characterization of natural cellulose fibers from common milkweed stems. Biological Systems Engineering, 49: 2212- 2217.
18. Schwartz, D.M., 1987. Underachiever of the plant world. Audubon, 89:46-61.
19. Srivastava, K., AjitGoering, C., Rohrbachand R. P., & Buckmaster, D.R. 2006. Chapter 4 in Engineering Principles of Agricultural Machines, 2nd ed., pp. 65-90.
20. Tarabi, N., Mousazadeh, H. Jafari, A. & Taghizadeh-Tameh,J., 2014. Design, Construction and Evaluation of a Fiber Extracting Machine from Calotropis (Milkweed) Stems. Engineering in Agriculture, Environment and Food, EAEF-D-14-00155R1.
21. Varshney, A.C. & K.L. Bhoi., 1988. Cloth from bastfibre of Calotropisprocera (Aak) plant. Biological Wastes, 29: 229–232.
22. Webber, C.L., V.K. Bledsoe, & R. E. Bledsoe. 2002. Kenaf harvesting and processing. Trends in New Crops and New Uses 9: 340-347.

Evaluation of moisture content and diameter of stem on extraction machine of fiber from Calotropis stems

Abstract

Due to many advantages of Calotropis stem fibers and lack of mechanical method for extracting this fiber, in this study, design and construction of a machine were carried out. In addition, effects of parameters such as moisture content and diameter of stem in design and performance of machine were evaluated. Since diameter of stems are variable, the machine to be capable of auto-adjusting for different diameters. Comparison of extracting efficiency at six speed levels and four moisture contents indicate that the maximum and minimum extracting efficiency at moisture content of 75% and 45% w.b.were 95% and 54% respectively. Maximum power through the machine was obtained to be 669W while whole stem was between three separation units. Average stem feeding capacity into the machine at three moisture contents of 75% w.b., 65% w.b. and 55% w.b. were 46, 37 and 28 kg hr-1 respectively. Results showed consumed power per mass units increased with decreased in moisture. Also 1 kg fibers were obtained by 22, 19.31 and 18.27 kg stems at moisture content of 75% w.b., 65% w.b. and 55% w.b. respectively. The fiber length varied from 10 to 80 cm.

Keywords: Fiber of stem, Calotropis, Mechanical extraction, Moisture content