مجله تحقیقات مهندسی سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۱۷/ شماره ٦٦/سال ۱۳۹۵/ص ٤٢-۲۹

ساخت و ارزیابی ماشین نخ‌ریسی کرک و پشم مناسب مناطق عشایری

هوشنگ افضلی گروه و محمدعلی رستمی[*،**]

[*] نگارنده مسئول: بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران. تلفن: ۳۲۶۱۳۱۸۱(۰۳۴)، پیام‌نگار: marostami1351@gmail.com

[**] به ترتیب: پژوهشگر و استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۸

چکیده

ساخت دستگاه نخ‌ریسی برقی برای پرورش‌دهندگان بز کرکی رائینی در مناطق روستایی و عشایری می‌تواند تولید منسوجات ساخته شده از کرک را رونق بخشد. در این پژوهش، یک دستگاه نخ‌ریسی مناسب برای مناطق عشایری ساخته و ارزیابی شد. ماشین ساخته شده از پنج واحد اصلی شامل: واحد تغذیهٔ کرک، واحد ریسنده، واحد جمع‌کنندهٔ نخ، واحد انتقال نیرو و شاسی تشکیل شده است. برای ارزیابی عملکرد ماشین، اثر فاکتورهای سرعت دوران واحد ریسنده در سه سطح (۹۰۰-٦۰۰-۳۰۰ دور در دقیقه)، سرعت دوران واحد جمع کنندهٔ نخ در سه سطح (۷۵ درصد ترمز، ۵۰ درصد ترمز و ۲۵ درصد ترمز) و طول بازوهای دوک در دو سطح (۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر) به عنوان متغیرهای آزمون بر صفات قطر نخ، درصد پارگی نخ و ظرفیت واقعی دستگاه بررسی شدند. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاهش سرعت واحد جمع کننده باعث افزایش درصد پارگی نخ کرکی می‌شود و بنابراین تیمار طول بازو ۲۰۰ میلی‌متر، مهار ۲۵ درصد از سرعت جمع‌کنندهٔ نخ و سرعت واحد ریسنده ٦۰۰ دور در دقیقه، با میانگین قطر نخ ۰/۱٤ میلی‌متر دارای کمترین درصد پارگی نخ به میزان ۲۱ درصد و ظرفیت واقعی ۹/٦ کیلوگرم در ساعت به عنوان مناسب‌ترین تیمار عملکردی دستگاه نخ‌ریسی ساخته شده در این پژوهش تعیین شد.

واژه‌های کلیدی

عشایر، کرک، ماشین نخ‌ریسی برقی، نخ کرک

مقدمه

کرک الیاف ظریفی است که در زیر موی بز یا شتر رشد می‌کند و دامداران بعد از چیدن مو آن را جدا می‌کنند. جاذبه‌های ظاهری و لطافت بسیار زیاد کرک و کمیاب بودن آن باعث پدید آمدن موقعیتی ممتاز به عنوان الیاف زینتی و تجملی شده است و منسوجات حاصل از کرک بالاترین قیمت‌ها را در جهان به خود اختصاص داده است (Hajimohammadi, 1991). الیاف طبیعی و دامی از جمله کرک بز ویژگی‌های بسیار بارزی دارند مانند: ظرافت، لطافت، عایق بودن، زیبایی، استحکام و وزن کم؛ ویژگی‌هایی که موردتوجه مصرف‌کنندگان داخلی و بازارهای جهانی قرار گرفته است. از این‌رو و به جهت اهمیت این الیاف، سازمان خواربار و کشاورزی جهان برای افزایش آگاهی عمومی و مشارکت جهانی برای توسعهٔ پایدار این نوع از الیاف، سال ۲۰۰۹ را سال الیاف طبیعی نام‌گذاری کرده است (FAO, 2009).

ایران با دارا بودن ۵ میلیون رأس بز کرکی ، بعد از چین و مغولستان، سومین تولید کننده و صادرکنندهٔ کرک در دنیاست. کرک تولید شده در ایران به صورت خام و بدون تبدیل به نخ یا پوشاک به خارج از کشور صادر

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود و دامداران از ارزش افزودهٔ آن بهره‌ای نمی‌برند. در حال حاضر در ایران هر سال بیش از هزار تن کرک تولید می‌شود، اگرچه توان تولید بیش از ۱۵۰۰ تن کرک در سال نیز وجود دارد. محاسبات نشان می‌دهد که با کامل کردن چرخهٔ تولید کرک، سود ناخالص حاصل از تولید هزار تن کرک دو میلیارد و چهارصد میلیون دلار خواهد شد. سود خالص حاصل از یک میلیون کیلوگرم کرک تولید شده پس از تولید لباس و فروش آن از طریق عمده فروشی به ۸۳۵ میلیون دلار می‌رسد (Ansari Rayeni *et. al.*, 2012). کرک بسیار محکم، نرم، انعطاف‌پذیر، نسبتاً کوتاه (به طول ۴ تا ۱۰ سانتی‌متر) و به قطر ۱۸-۱۱ میکرون است. کیفیت کرک با پارامترهایی مانند خصوصیات ریسندگی، سبکی، قابلیت انعطاف، دوام و رسانایی الکتریکی سنجیده می‌شود(Phan & Wortmann, 2000; McGregor & Butler, 2008). عشایر ایران مقدار ناچیزی کرک را با نخ‌ریس دستی یا چرخ نخ‌ریسی و دوک می‌ریسند و به نخ تبدیل می‌کنند. خصوصیات نخ تولیدی بستگی به کرک مورد استفاده، طول الیاف آن، مقدار کرک مورد استفاده و درجهٔ پیچش آن دارد. اکثر عشایر از بازار بین‌المللی کرک و قیمت آن اطلاعی ندارند و تنها جداسازی، تمیز کردن، شستشو، خشک کردن، مو گیری و حلاجی کرک را انجام می‌دهند و با ارزش افزوده ناچیز قبل از تولید نخ، که با قیمت گرانی معامله می‌شود، محصول خود را به واسطه‌ها می‌فروشند (Ansari Renani, 2013). برای نخستین بار یک صنعت‌گر انگلیسی به نام جان ویانت با کمک لودیوک پائول آلمانی در سال ۱۸۳۷ میلادی دستگاهی اختراع کرد و برای نخ‌ریسی به صاحبان کارخانهٔ نساجی ارائه داد. بعد از وی فردی به نام جیمز هارگریوز دستگاهی ساخت و نام جنی (نام دخترش) را بر آن نهاد. در آن موقع نخ‌ریسی به سرعت پیشرفت کرد و نخ به میزان فراوانی تولید شد در حالی‌که دستگاه‌های نساجی به همان وضع سابق بودند. سرانجام کارتریات انگلیسی که کشیش بود با هماهنگ کردن چهار حرکت متوالی دستگاه نساجی، ماشین خودکار را معرفی کرد. او از ماشین بخار و اسب برای به حرکت درآوردن دستگاه نوظهورش استفاده کرد. پس از انقلاب صنعتی در قرن هجدهم، نخ‌ریسی به فرایندی صنعتی تبدیل شد، قیمت پارچه پایین آمد، و استفاده از چرخ‌های نخ‌ریسی نیز منسوخ شد. هم‌اکنون کمتر کسی در آمریکا از این چرخ‌ها استفاده می‌کند. در دورهٔ اسلامی نیز دوک نخ، چرخ نخ‌ریسی و دستگاه بافندگی مهم‌ترین ابزارهای بافت بودند (Hopkins, 1987). صنعت کرک در استرالیا در دههٔ ۱۹۸۰ به صورت تجاری درآمد. در دههٔ ۱۹۹۰ در صنایع کرک تحقیقاتی برای تولید نخ، پارچه و پوشاک به‌ویژه دربارهٔ مخلوط کردن کرک با سایر الیاف طبیعی انجام شد. در یک پژوهش، کیفیت کرک فرآوری شده با ماشین نخ‌ریسی و کرک فرآوری شده با روش سنتی مقایسه شد. نتایج این پژوهش نشان داد که ماشین نخ‌ریسی مخصوص کرک، به علت دارا بودن الیاف کوتاه، باید طراحی و ساخته شود. همچنین نشان داده شد که با نخ‌ریس‌های مدرن پنبه، امکان تولید نخ شامل مخلوط پنبه و کرک وجود دارد اما وقتی مقدار کرک مورد استفاده در مخلوط از ۳۰ درصد بالاتر رفت تولید نخ دشوار شد. در استرالیا تمایل زیادی برای فرآوری و پردازش کرک وجود دارد اما دانش این کار را پردازنده‌های بین‌المللی محدود نگه داشته‌اند. کرک به فرآوری ویژه‌ای نیازمند است و الیاف آن باید از الیاف موی ضخیم و بی ارزش جدا شود. کرک الیافی کوتاه دارد که ریسندگی آن به ماشینی شبیه ماشین پشم‌ریسی نیاز دارد (McGregor, 2002). در یک پژوهش، مشکلات ماشین‌های کامل و نیمه مکانیزهٔ ریسندگی پنبه و پشم برای ریسندگی کرک بررسی و نتیجه‌گیری شد که با این ماشین‌ها نمی‌توان کار تولید نخ از کرک را به درستی دنبال کرد زیرا پارگی نخ در حین ریسندگی زیاد بود و نخ تولیدی به اندازهٔ نیاز نازک به دست نمی‌آمد. در این

www.SID.ir

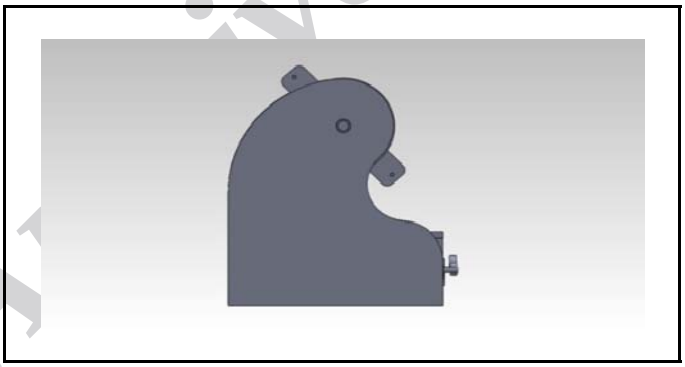
پژوهش با ادغام ماشین‌های ریسندگی مخصوص پنبه و پشم، یک ماشین جدید برای ریسندگی کرک ساخته و معرفی شد که در آن مشکل پارگی نخ کمتر و نخ تولیدی نازک‌تر بود (Zhang *et. al.*, 2004).

در پژوهشی دیگر، رابطهٔ بین سرعت دورانی روتور ماشین نخ‌ریسی کرک و برخی صفات کمی و کیفی نخ تولیدی شامل ظرفیت ماشین، کیفیت نخ، میزان خرده کرک‌های ازدست‌رفته و پارگی نخ بررسی شد. نتایج بررسی نشان داد که سرعت دورانی روتور بر تمام صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری دارد (Baixiang, 2001). ساخت ماشین نخ‌ریسی علاوه بر سرعت دادن به نخ‌ریسی و بالا بردن کیفیت نخ تولیدی، باعث افزایش جذابیت در کار و افزایش تولیدات صنایع دستی مرتبط با کرک و پشم خواهد شد. اما ماشین مخصوص ریسندگی کرک در ایران وجود ندارد، ماشین های ساخته شده در کشورهای صاحب صنعت کرک نیز مناسب کرک تولیدی در کشور ما نیستند ضمن اینکه قیمت این ماشین‌ها هم بسیار بالاست. در این پژوهش یک ماشین نخ‌ریسی سازگار با شرایط عشایر ایران ساخته و ارزیابی شد که ضمن ساده بودن ارزان‌قیمت نیز هست. با توجه به پتانسیل تولید کرک بز رایینی در استان کرمان، با ساخت این ماشین، پرورش دهندگان گوسفند و بز کرکی می‌توانند نخ را به روش مکانیزه تولید و باارزش افزودهٔ بیشتر به بازار عرضه کنند.

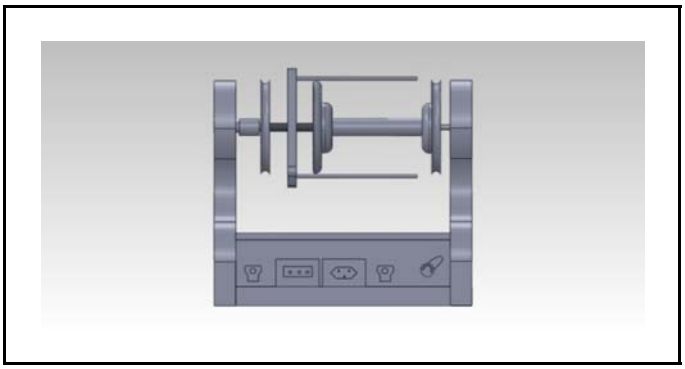
مواد و روش تحقیق

ساخت دستگاه و الزامات آن

در این تحقیق یک دستگاه ماشین نخ‌ریسی برقی برای تبدیل پشم و کرک به نخ، ساخته و ارزیابی شد. شکل‌های ۱ تا ۳ طرحوارهٔ[1] ماشین ساخته شده را در سه نما نشان می‌دهند.



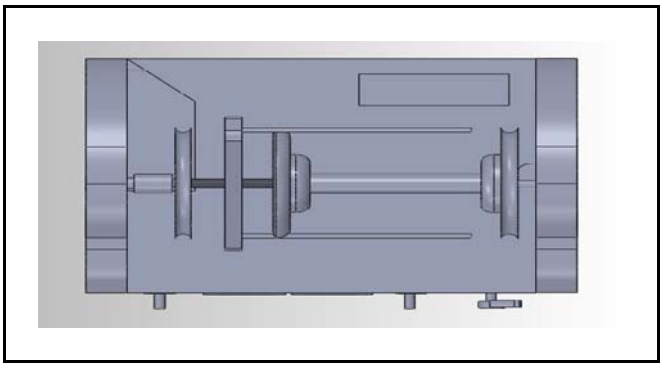
شکل ۱- ماشین نخ‌ریسی ساخته شده (نمای جانبی)



شکل ۲- ماشین نخ‌ریسی ساخته شده (نمای رو به رو)

1- Schematic

www.SID.ir



شکل ۳- ماشین نخ‌ریسی ساخته شده (نمای بالا)

بدین منظور ابتدا نقشه‌های دستگاه در چهار نمای جانبی، روبه‌رو، بالا و ایزومتریک با نرم‌افزار SolidWorks رسم و پس از آن دستگاه با نقشه‌های تهیه شده ساخته شد.

اصول کلی ساخت و کارکرد ماشین

با توجه به نیاز عشایر کشور به ماشین تبدیل کرک و پشم خام به نخ، ساخت این ماشین با در نظر گرفتن سه اولویت فنی آغاز شد. اول، ایمنی و راحتی کار با ماشین؛ دوم، منبع تأمین توان (بدین معنا که با توجه به کوچ‌رو بودن عشایر، ییلاق و قشلاق کردن آنها، بتواند هم با برق ۲۲۰ کار کند و هم با برق ۱۲ ولت؛ سوم، وزن دستگاه که به راحتی قابل‌حمل و نقل باشد. بر اساس هدف کلی این طرح، یعنی ساخت دستگاهی که بتواند کرک بز یا پشم گوسفند و شتر را تبدیل به نخ کند، ماشین مورد نظر دارای پنج واحد اصلی است: محور اصلی، واحد ریسنده (چرخ فلک)، واحد جمع کنندهٔ نخ (قرقره)، شاسی و واحد انتقال نیرو. محور اصلی پل ارتباطی بین سایر قطعات ماشین است که واحد ریسنده و جمع کنندهٔ نخ روی آن سوار هستند. محور اصلی مجرای ورودی پشم یا کرک خام به دستگاه است. این محور، به طول ۳۶۵ میلی‌متر، از دو طرف به کمک دو بلبرینگ به قاب‌های جانبی دستگاه متصل است و حرکت خود را با یک عدد پولی و تسمه از موتور دریافت می‌کند (شکل ۴).

شکل ٤- محور دوار و واحد تغذیه کرک و پشم

محور با دو قطر متفاوت ساخته شده است و واحد ریسنده و جمع کنندهٔ نخ روی آن سوار می‌شوند. قسمتی که واحد جمع کنندهٔ نخ قرار دارد با قطر ۱۰ میلی‌متر ساخته شد. در مرکز محور اصلی سوراخی به طول ۱۰۰ و قطر ۱۰ میلی‌متر تعبیه شده است که کانال ورودی پشم و کرک خام به دستگاه است. قطر بیش از ۱۰ میلی متر

Archive of SID

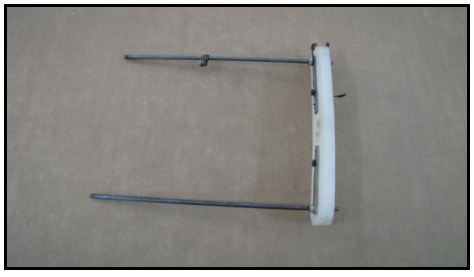
www.SID.ir

باعث لرزش نخ و پارگی آن در حین کار دستگاه می‌شود و قطر کمتر از آن نیز نخ‌گیری دستگاه را دشوار می‌سازد. پشم یا کرک خام به کمک سوزن مخصوص از یک طرف این مجرا وارد و از مجرای جانبی روی محور خارج می‌شود. حرکت دورانی موتور از طریق تسمه و پولی به این محور انتقال می‌یابد. واحد ریسنده به این محور ثابت شده است و هم‌دور با آن دوران می‌کند، ولی واحد جمع کنندهٔ نخ در اثر نیروی گریز از مرکز روی محور اصلی با دو عدد بلبرینگ حرکت دورانی دارد که قابل کنترل است.

واحد ریسنده از چهار عضو چرخ فلک، پولی انتقال نیرو، بازوهای حامل نخ و نخ‌گیر تشکیل شده است. برای ساخت ماشین، ابتدا پولی واحد ریسنده آن ساخته شد. پولی واحد ریسنده به قطرهای ۲۵۰، ۱۲۵ و ۸۵ میلی‌متر و از جنس تفلون ساخته شد تا پس از آزمون و ارزیابی ماشین (برای تأمین دورهای مختلف واحد ریسنده) یکی از پولی‌ها به عنوان مناسب‌ترین قطر پولی روی آن نصب شود. این پولی روی محور اصلی با دو عدد مهره از دو طرف ثابت است (شکل ۵).

شکل ۵- پولی واحد ریسنده ماشین ساخته شده در این پژوهش

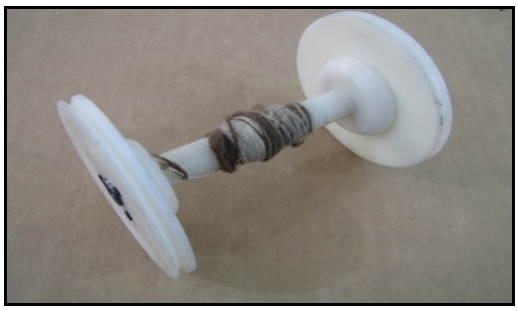
چرخ فلک یا چرخ حامل از جنس تفلون به طول ۲۵۰ و ضخامت ۱۰ میلی‌متر ساخته شد (شکل ۶). در دو انتهای این قطعه دو بازوی فلزی به طول ۲۰۰ و قطر ۵ و به فاصلهٔ ۱۷۵ میلی‌متر از مرکز قرار دارند. چند عدد قلاب نخ گیر جهت هدایت نخ به واحد جمع‌کننده روی این محور نصب شده است که در طول محور می‌توانند جابه‌جا شوند. چرخ فلک با مقطع مستطیلی ساخته شد تا قابلیت اتصال میله‌های حامل نخ به آن وجود داشته باشد. واحد ریسنده از یک طرف به کانال ورود پشم و کرک و از طرف دیگر به قرقرهٔ جمع کنندهٔ نخ مرتبط می‌شود. در مرکز چرخ فلک سوراخی تعبیه شده که محور اصلی از آن عبور می‌کند و با دو عدد مهره به فاصلهٔ ۲۰۰ میلی‌متری کانال ورودی پشم ثابت شده‌است و هم دور با محور اصلی دوران می‌کند.



شکل ٦- چرخ حامل واحد ریسندهٔ ماشین ساخته شده در این پژوهش

www.SID.ir

واحد جمع‌کنندهٔ نخ از قرقره، بلبرینگ، تسمه، فنر و کلید کنترل دور تشکیل‌شده است. قرقره از دو عدد پولی و یک محور از جنس تفلون و به طول ۱۹۵ میلی‌متر ساخته شده است (شکل ۷).



شکل ۷- واحد جمع‌کنندهٔ نخ (قرقره)

پولی‌ها به قطر ۱۴۴ و ضخامت ۱۲ میلی‌متر با چند پیچ از دو طرف به محور قرقره پیچ شده‌اند و با دو عدد یاتاقان از نوع SKF6000 با قطر داخلی ۱۰ میلی‌متر، قطر خارجی ۲۶ میلی‌متر و پهنای ۸ میلی‌متر روی محور اصلی قرار گرفته‌اند به طوری که آزادانه روی محور اصلی دوران دارند. حرکت قرقره در اثر نیروی گریز از مرکز واحد ریسنده تأمین می‌شود. این واحد از یک طرف به واحد ریسنده و از طرف دیگر به قاب لولایی جانبی دستگاه مرتبط است که برای خارج کردن نخ از قرقره به راحتی از این قسمت دستگاه خارج می‌شود. روی پولی انتهایی قرقره، شیاری جهت قرار گرفتن تسمه تعبیه شده است، بنابراین تعداد دور قرقره روی محور اصلی با ترمز تسمه‌ای قابل کنترل است. تعداد دور قرقره با یک عدد تسمه، یک حلقهٔ فنر لوله‌ای و یک عدد کلید مکانیکی تنظیم می‌شود (شکل ۸). مکانیزم کنترل دور به این ترتیب است که تسمه ضمن عبور از دور پولی از یک طرف توسط یک حلقه فنر به شاسی دستگاه و از طرف دیگر به کلید کنترل دور متصل است. بنابراین، با شل و سفت کردن این تسمه توسط کلید، دور قرقره قابل کنترل است و می‌تواند کاملاً متوقف شود. کلید کنترل دور دارای ۵ حالت مختلف است:

۱- توقف کامل واحد جمع کنندهٔ نخ: در این حالت، کلید کاملاً به سمت چپ می‌چرخد و مانع حرکت قرقره خواهد شد. توقف کامل واحد جمع کنندهٔ نخ منجر به جمع شدن نخ توسط قرقره خواهد شد. در این حالت، ریسندگی به‌کندی پیش می‌رود و جمع کردن نخ به بالاترین سرعت می‌رسد. کاربرد این حالت فقط برای جمع کردن نخ است و چون این حالت در کارکرد دستگاه اختلال ایجاد می‌کرد از آزمون و ارزیابی حذف شد.

۲- ۷۵ درصد مهار واحد جمع کنندهٔ نخ: در این حالت قرقره ۲۵ درصد واحد ریسنده دوران دارد. در این وضعیت چون سرعت جمع کردن نخ بالاست، کاربر دستگاه باید مهارت زیادی داشته باشد وگرنه منجر به پاره شدن بیشتر نخ در طول ریسندگی خواهد شد.

۳- ۵۰ درصد مهار واحد جمع‌کنندهٔ نخ: در این حالت قرقره ۵۰ درصد واحد ریسنده دوران دارد.

۴- ۲۵ درصد مهار واحد جمع کنندهٔ نخ: در این حالت قرقره ۷۵ درصد واحد ریسنده دوران دارد.

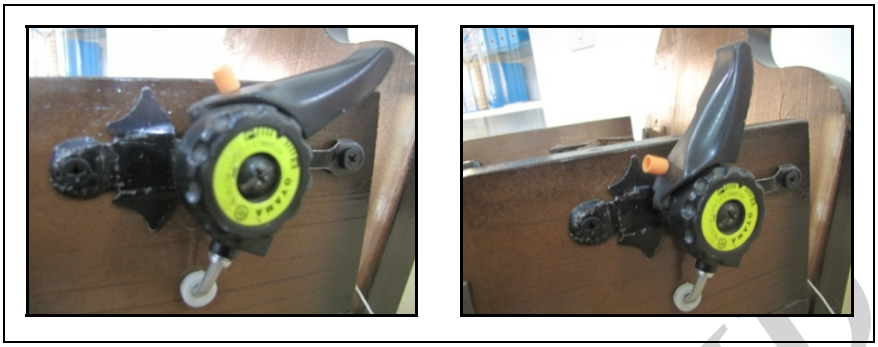
۵- آزاد: در این حالت قرقره هم‌دور با واحد ریسنده دوران دارد، بنابراین نخ جمع نخواهد شد و چون این حالت تأثیری در کارکرد دستگاه نداشت از آزمون و ارزیابی حذف شد.

نحوهٔ کارکرد سیستم جمع‌کنندهٔ نخ به این ترتیب است که اگر کلید کاملاً به سمت راست بچرخد، قرقره کاملاً آزاد و هرچه به سمت چپ دوران داشته باشد از

Archive of SID

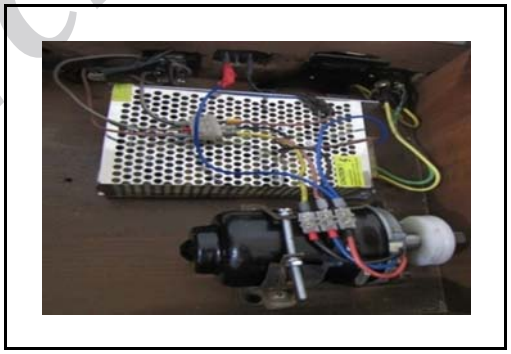
www.SID.ir

سرعت آن کم خواهد شد. بنابراین کلید کنترل دور، محدود کنندهٔ تعداد دور قرقرهٔ جمع کنندهٔ نخ است که این واحد می‌تواند مستقیماً در کیفیت نخ تولیدی تأثیرگذار باشد.



شکل ۸- کلید کنترل دور قرقره

سیستم انتقال نیرو شامل یک موتور الکتریکی ۶۰ وات، کلید، ترانسفورماتور، پدال قطع و وصل جریان برق، تسمه و پولی است. موتور استفاده شده در این ماشین از نوع برق مستقیم (DC) است که با برق ۱۲ ولت و شدت جریان ۵ آمپر از نوع زغالی با دو سرعت ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ دور در دقیقه کار می‌کند (شکل ۹). با توجه به اهداف طرح، ماشین ساخته شده باید با توجه به شرایط زندگی عشایر (ییلاق و قشلاق کردن آنها)، دو منظوره ساخته می‌شد بنابراین لازم بود با برق ۲۲۰ ولت و برق باتری ۱۲ ولت نیز کار می‌کرد، لذا موتور با دو دور و دو جریان انتخاب شد. برای تبدیل انرژی الکتریکی با مقادیر ولتاژ و جریانی مشخص از یک ترانسفورماتور استفاده شد. ترانسفورماتور استفاده شده در این ماشین مدل FDP- 60A با جریان برق ورودی ۲۲۰ ولت، ۶۰ آمپر و برق خروجی با ولتاژ ۱۲ ولت و شدت جریان ۵ آمپر انتخاب شد.

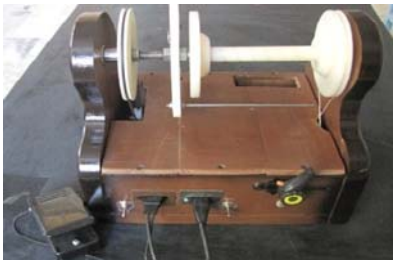


شکل ۹- واحد انتقال نیرو

برای قطع و وصل جریان برق از دو عدد کلید دوحالته استفاده شد. از کلید اول برای قطع و وصل جریان برق ۲۲۰ ولت و از کلید دوم برای قطع و وصل جریان برق ۱۲ ولت استفاده شد (شکل ۱۰).

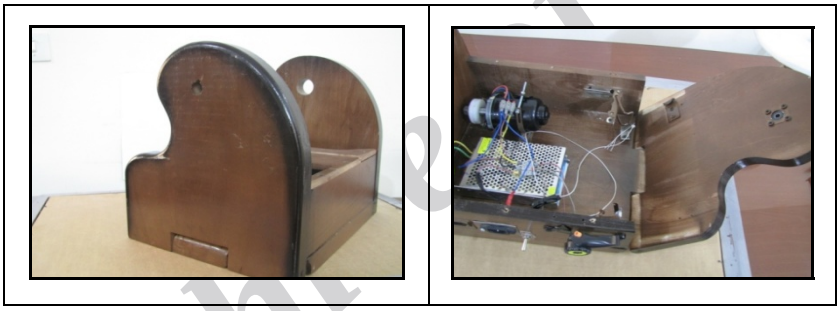
Archive of SID

www.SID.ir



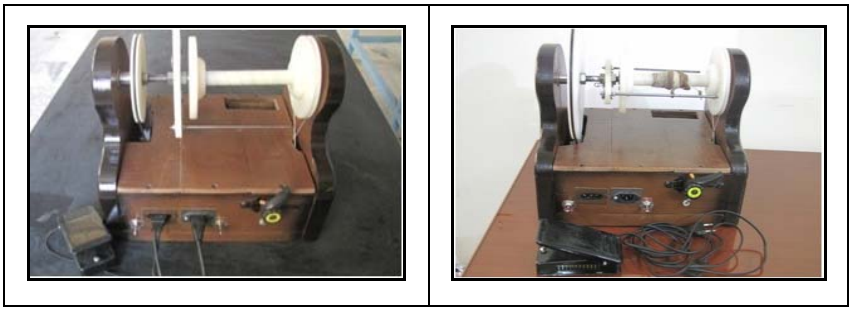
شکل ۱۰- کلید و پریز قطع و وصل جریان برق

شاسی ماشین از چوب درخت چنار ساخته شده است. شاسی پس از طراحی و تهیهٔ نقشه اولیه، با ماشین تراش چوب (CNC) ساخته شد که در صنایع مبل‌سازی کاربرد دارد. شاسی از شش قاب ساخته شده که دو به دو رو به روی هم قرار دارند. دو قاب جانبی قرینهٔ هم ساخته شده‌اند به طوری‌که یکی روی بدنه ثابت و دیگری از پایین به بدنه لولا شده است و قابلیت تاشدن دارد. قاب متحرک با یک گیرهٔ لولایی به بدنهٔ دستگاه وصل شده است تا کاربر بتواند به آسانی آن را باز و بسته کند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- قاب جانبی متحرک

محور اصلی دستگاه که محل قرار گرفتن واحد ریسنده و جمع کنندهٔ نخ است، با دو عدد یاتاقان روی این دو قاب سوار است. یاتاقان قاب ثابت از نوع SKF6003 با قطر داخلی ۱۷ میلی‌متر، قطر خارجی ۳۵ میلی‌متر و پهنای ۱۰ میلی‌متر و یاتاقان قاب متحرک از نوع SKF6000 با قطر داخلی ۱۰ میلی‌متر، قطر خارجی ۲۶ میلی‌متر و پهنای ۸ میلی‌متر است. قاب روبه‌روی دستگاه، محل قرارگیری کلید و پریزهای قطع و وصل جریان واحد ریسنده و جمع‌کنندهٔ نخ است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- قاب رو به رو

www.SID.ir

پس از ساخت اجزای ماشین نخ‌ریسی بر اساس نقشه‌ها، قطعات به ترتیب زیر روی هم سوار شدند:

ابتدا یکی از قطعات جانبی شاسی که به واحد ریسنده متصل است، با چند عدد پیچ به قطعهٔ کف، پشت، و جلو آن به‌صورت ثابت متصل شد. برای استحکام بیشتر آن، در جهت عرض دستگاه نیز یک عدد پیچ بلند قاب کف و بغل را به هم متصل کرده است. قاب جانبی دیگر که متصل به واحد جمع کنندهٔ نخ است از پایین با یک عدد پین بلند به قاب زیرین متصل است به طوری‌که حالت لولایی دارد و با یک عدد گیره در محل مورد نظر قفل می‌شود. این قاب با آزاد کردن گیره به‌راحتی باز و بسته می‌شود.

سیستم انتقال نیرو، شامل موتور و ترانسفورماتور در فضای خالی بین قاب‌های دستگاه، نزدیک به قاب جانبی ثابت نصب شدند به‌طوری‌که حرکت از موتور به پولی متصل به محور اصلی به راحتی امکان‌پذیر باشد. محور اصلی پس از نصب پولی و سیستم ریسنده و جمع کننده با دو عدد یاتاقان روی دستگاه سوار شدند (شکل ۱۳). شکل ۱۴ ماشین نخ‌ریس ساخته شده را در حالی نشان می‌دهد که دو نفر از عشایر در حال ارزیابی آن هستند.

شکل ۱۲- ماشین نخ‌ریس برقی

شکل ۱٤- ارزیابی ماشین نخ‌ریس توسط عشایر منطقه بردسیر (استان کرمان)

آزمون و ارزیابی

ماشین ساخته شده پس از رفع عیوب آن مورد آزمون و ارزیابی قرار گرفت. برای آزمون و ارزیابی دستگاه ساخته شده اثر پارامترهای عملکردی دستگاه شامل سرعت دورانی واحد ریسنده، طول بازوی حامل و سرعت دورانی قرقرهٔ جمع کننده نخ روی قطر نخ، میزان پاره شدن نخ در حین کار ماشین، و ظرفیت واقعی دستگاه در هنگام ریسندگی بررسی شد.

برای محاسبهٔ میزان پاره شدن نخ، یک کیلوگرم کرک با ماشین به نخ تبدیل و تعداد دفعات پاره شدن نخ

www.SID.ir

در طول فرآیند شمارش شد. با در دست داشتن طول نخ تولید شده، تعداد دفعات پاره شدن نخ در ۱۰۰ متر محاسبه و به عنوان درصد پاره شدن نخ یادداشت گردید، این کار ۳ بار تکرار شد. قطر نخ به دفعات با میکرومتر اندازه‌گیری شد و متوسط به دست آمده به عنوان قطر نخ تولیدی توسط ماشین یادداشت گردید. برای محاسبهٔ ظرفیت دستگاه، میزان تولید نخ توسط ماشین در یک ساعت اندازه گیری شد و با توجه به راندمان کار ماشین و کارگر، ظرفیت واقعی دستگاه به دست آمد. آزمون و ارزیابی ماشین در قالب طرح فاکتوریل بر پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با پارامترهای سرعت دورانی واحد ریسنده در سه سطح (۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ دور در دقیقه)، طول بازوی حامل در دو سطح (۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر) و سرعت دورانی واحد جمع کنندهٔ نخ (قرقره) در سه سطح (مهار دور واحد جمع کننده نخ به میزان ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) اجرا شد. داده‌های به دست آمده به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۳-۱-۹ تجزیهٔ واریانس شده مقایسهٔ میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن انجام شد. خلاصهٔ نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس تغییرات قطر و درصد پاره شدن نخ، توسط ماشین نخ‌ریسی برقی ساخته شده در این پژوهش در جدول ۱ و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در جداول ۲ تا ۴ آمده است.

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس اثر سرعت دورانی واحد ریسنده، سرعت دورانی واحد جمع کنندهٔ نخ و طول بازوی حامل نخ بر صفات مورد مطالعه در پژوهش

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات		
		قطر نخ	درصد پاره شدن نخ	ظرفیت واقعی دستگاه
سرعت دورانی ریسنده	۲	۰/۵۶۴**	۵۷۷/۱۶**	۰/۱۳۰^{ns}
سرعت دورانی جمع‌کننده	۲	۰/۱۰۶**	۱۲۲۴/۳۸۹**	۶/۲۴۱**
طول بازوی حامل نخ	۱	۰/۰۰۰۰۰۷^{ns}	۱/۱۸ns	۲/۲۴۱^{ns}
سرعت دورانی ریسنده × سرعت دورانی جمع‌کننده	۴	۰/۲**	۶۵/۹۷۲**	۷/۸۲۴**
سرعت دورانی ریسنده × طول بازو	۲	۰/۰۰۲^{ns}	۳/۵۷۴^{ns}	۱/۴۶۳^{ns}
سرعت دورانی جمع‌کننده × طول بازو	۲	۰/۰۰۰۰۵^{ns}	۸/۱۳۰^{ns}	۰/۹۰۷^{ns}
سرعت ریسنده × سرعت جمع‌کننده × طول بازو	۴	۰/۰۰۱^{ns}	۷/۴۳۵^{ns}	۰/۸۹۱^{ns}
خطا	۳۶	۰/۰۰۲	۹/۰۷۴	۰/۸۹۱

** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و NS: عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین اثر سرعت واحد ریسندهٔ نخ در ماشین نخ‌ریسی برقی بر صفات مورد مطالعه

سرعت دورانی ریسنده (V)	قطر نخ (میلی‌متر)	پارگی نخ (درصد)	ظرفیت واقعی دستگاه (کیلوگرم بر ساعت)
(V1) ۳۰۰	۰/۶۲a	۲۱/۷c	۸/۷۷a
(V2) ۶۰۰	۰/۳۱b	۲۹/۵b	۸/۸۳a
(V3) ۹۰۰	۰/۳۱b	۳۲/۷a	۸/۶۶a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارد.

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین اثر سرعت واحد جمع‌کنندهٔ نخ در ماشین نخ‌ریسی برقی بر صفات مورد مطالعه

سرعت واحد جمع‌کنندهٔ نخ (N)	قطر نخ (میلی‌متر)	پارگی نخ (درصد)	ظرفیت واقعی دستگاه (کیلوگرم بر ساعت)
۲۵ درصد مهار واحد جمع‌کننده (N1)	۰/۳۳c	۲۱/۵c	۹/۳۸a
۵۰ درصد مهار واحد جمع‌کننده (N2)	۰/۴۸a	۲۵/۲b	۸/۲۲b

www.SID.ir

۷۵ درصد مهار واحد جمع‌کننده (N3)	۰/۴۳b	۳۷/۲a	۸/۶۶b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارد.

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سرعت واحد ریسنده و سرعت جمع کنندهٔ نخ بر صفات موردمطالعه

سرعت جمع کننده × سرعت ریسنده	قطر نخ (میلی‌متر)	پارگی نخ (درصد)	ظرفیت واقعی دستگاه (کیلوگرم بر ساعت)
N1V1	۰/۳۲c	۱۷/۳e	۹/۳۸a
N1V2	۰/۱۴d	۲۱/۳d	۹/۶a
N1V3	۰/۵۵b	۲۵/۸c	۸/۱۶b
N2V1	۰/۵۲b	۲۰/۳de	۸/۳۳b
N2V2	۰/۲۹c	۲۸/۳c	۸/۵b
N2V3	۰/۶۵a	۲۷c	۷/۸۳b
N3V1	۰/۱۱d	۲۷/۵c	۸/۱۶b
N3V2	۰/۵۲b	۳۹b	۷/۸۳b
N3V3	۰/۶۷a	۴۵/۳a	۱۰a

N: سرعت واحد جمع‌کنندهٔ نخ، V: سرعت واحد ریسندهٔ نخ

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر سرعت دورانی جمع‌کنندهٔ نخ بر ظرفیت واقعی دستگاه، اثر ساده و متقابل سرعت واحد ریسنده و قرقرهٔ جمع کنندهٔ نخ بر قطر نخ، درصد پاره شدن آن و ظرفیت واقعی دستگاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. نتایج این جدول همچنین نشان می‌دهد که اثر سادهٔ سرعت واحد ریسنده، اثر سادهٔ طول بازوی حامل نخ، اثر متقابل طول بازو و سرعت واحد ریسنده و طول بازو و سرعت قرقرهٔ جمع‌کنندهٔ نخ بر دو صفات قطر نخ و درصد پاره شدن و ظرفیت واقعی آن معنی‌دار نشده است.

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) همچنین نشان می‌دهد که تغییرات قطر و درصد پاره شدن نخ و اثر متقابل این دو به طور معنی‌داری تحت تأثیر سرعت دورانی واحد ریسنده و جمع کنندهٔ نخ قرار گرفته است.

نتایج به دست آمده از جدول ۲ نشان می‌دهد که در سرعت ۳۰۰ و ۹۰۰ دور در دقیقه قطر نخ به ترتیب با میانگین ۰/۶ و ۰/۳ میلی‌متر بیشترین و کمترین مقدار را دارد. همچنین، بین سرعت واحد ریسنده و قطر نخ رابطهٔ عکس وجود دارد، بدین معنا که هر چه سرعت دورانی واحد ریسنده بیشتر باشد قطر نخ کمتر خواهد شد.

ماشین نخ‌ریس در سرعت دورانی ۳۰۰ دور در دقیقه، نسبت به دو تیمار دیگر، بیشترین قطر نخ و کمترین درصد پارگی نخ را با تفاوت معنی‌دار داشته است، با توجه به افزایش قطر نخ در این تیمار و بنابراین کاهش کیفیت آن سرعت ۶۰۰ دور در دقیقه که قطر نخ کمتر و بنابراین کیفیت بهتری را دارا می باشد به عنوان پارامتر عملکردی مناسب برای این ماشین انتخاب شد.

سرعت‌های دورانی واحد ریسنده به‌تنهایی ظرفیت واقعی دستگاه را تحت تأثیر قرار نداده است. سرعت دورانی بالا زمان تابیدن نخ را کاهش می‌دهد اما بر ظرفیت واقعی دستگاه تأثیرگذار نیست و از این‌رو بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

نتایج به دست آمده از جدول ۲ نشان می‌دهد که بین سرعت دورانی واحد ریسنده و میزان پارگی نخ رابطه وجود دارد، یعنی هرچه سرعت دورانی ریسنده بیشتر باشد پارگی نخ هم به دلیل پیچش افزایش می‌یابد. سرعت دورانی کمتر از مقادیر در نظر گرفته شده در آزمون و ارزیابی، باعث کاهش ظرفیت کار دستگاه و کاهش سفتی نخ می‌شود و نخ حالت شل و پف‌کرده به خود می‌گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتـایج بـه دسـت آمـده از جـدول ۱ اثـر سـرعت واحد جمع‌کنندهٔ نخ بر قطر نـخ را کـاملاً معنـی‌دار نشـان می‌دهد.

نتایج به دست آمده از جـدول ۳ اثـر سـرعت واحـد جمع‌کنندهٔ نخ بر قطر نخ را نشان می‌دهد. همـان‌طـور کـه دیده می‌شود، تیمارها در سه گروه آمـاری قـرار دارنـد. در حالتی که سرعت جمع‌کنندهٔ نخ ۲۵ درصـد کـاهش پیـدا کند، کمترین قطـر نـخ، معـادل ۰/۳۳ میلـی‌متـر، حاصـل می‌شود. این جدول همچنین نشان می‌دهد که بین سرعت واحد جمع‌کننده و قطـر نـخ رابطـهٔ معکـوس وجـود دارد، هرچه سرعت واحد جمع‌کنندهٔ نخ بیشـتر باشـد قطـر نـخ کمتر خواهد شد. همان‌طـور کـه قـبلاً اشـاره شـد، واحـد جمع‌کنندهٔ نخ در سرعت‌هـای پـایین، نـخ را زودتـر جمـع می‌کند و بالعکس در سرعت بالا زمان جمـع شـدن نـخ بـا قرقره، کمتر خواهد شد از این‌رو کاربر دسـتگاه نـخ‌ریسـی زمان بیشتری برای نگه‌داشتن پشم یـا کـرک خـام جهـت تابیدن نخ در اختیار دارد، به عبارت دیگـر، واحـد ریسـنده فرصت بیشـتری بـرای تابیـدن نـخ در اختیـار کـاربر قـرار می‌دهدو در نتیجه قطر نخ کمتر خواهد شد.

نتایج به دست آمده از جدول ۳ نشان می‌دهد که هر چه سرعت دورانی جمع‌کننده کمتر باشد درصد پارگی، به دلیـل کشـش بیشـتر نـخ و ایجـاد تـنش در آن، افـزایش می‌یابد. این صفت همچنین تحت تأثیر مهـارت کـاربر نیـز قرار می‌گیرد؛ چنانچه کاربر تسلط کافی به کار بـا ماشـین نداشته باشد درصد پارگی نخ بیشـتر خواهـد شـد. امـا در اجرای این پژوهش یک کاربر ماهر همـه تیمارهـا را انجـام داد به گونه‌ای که مهارت کارگر تفاوتی در نتایج بـه دسـت آمده ایجاد نکند.

انتظار می‌رفت کـه در سـرعت دورانـی کمتـر واحـد جمع‌کنندهٔ نخ، ظرفیت واقعـی دسـتگاه بیشـتر باشـد، امـا نتایج به دست آمده از جدول ۳ عکس این موضوع را نشان می‌دهد و در سرعت دورانی بیشتر ظرفیت واقعـی دسـتگاه ۹/۳۸ کیلوگرم بر ساعت و با ظرفیت واقعی دسـتگاه در دو سرعت دیگر (۸/۲۲ و ۸/۶۶ کیلوگرم بـر سـاعت) متفـاوت است. این کاهش ظرفیت واقعی دستگاه در دور پـایین بـه دلیل افزایش درصد پارگی نخ اسـت کـه منجـر بـه اتـلاف زمان‌های مؤثر کار دسـتگاه خواهـد شـد. نتـایج حاصـل از تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که تغییرات قطـر نخ تحت تأثیر طول بازوی نخ‌گیر در ماشین نخ‌ریسی قـرار نگرفته است و اثر معنی‌داری هم نشان نمی‌دهد.

برابـر نتـایج بـه دسـت آمـده از تجزیـهٔ واریـانس (جدول ۱)، اثر متقابل سرعت واحد ریسنده و جمع کنندهٔ نخ بر قطر نخ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است.

جدول ۴ مقایسـهٔ میـانگین‌هـا اثـر متقابـل سـرعت دورانی ریسنده و جمع‌کنندهٔ نخ در ماشین نخ‌ریسی برقـی بر قطر، درصد پارگی نـخ و ظرفیـت واقعـی دسـتگاه را بـر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد.

نتایج جدول ۴ نشـان مـی‌دهـد کـه اگـر ترکیبـی از مناسب‌ترین قطر و کمترین درصد پارگی نخ مدنظر باشـد، تیمار N1V2 (۲۵ درصد مهار دور واحد جمع‌کننده و ۶۰۰ دور در دقیقه سرعت واحد ریسنده) بـا میـانگین قطـر نـخ تولیدی ۰/۱۴ میلی‌متر و میانگین ۲۱/۳ درصد پارگی نخ و میـانگین ظرفیـت واقعـی ۹/۶ کیلـوگرم بـر سـاعت، مناسب‌تـرین پارامترهـای عملکـردی دسـتگاه را داراسـت. بنابراین، می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که هر چـه سـرعت دورانـی واحـد ریسـنده بیشـتر و سـرعت دورانـی واحـد جمع‌کننده نزدیک به واحد ریسنده باشد، قطر نخ تولیـدی کمتر و درصد پارگی آن در طول نخ‌ریسی کمتر و ظرفیـت واقعی دستگاه بیشتر خواهد شـد. نتـایج همچنـین نشـان می‌دهد که یکی از دلایـل بـالا رفـتن درصـد پـارگی نـخ، سرعت کم واحد جمع کنندهٔ نخ است که منجر به کشـش بیشتر آن در فرایند نخ‌ریسـی مـی‌شـود. از ایـن‌رو سـرعت عمل بالای کاربر به کاهش درصد پاره شدن نـخ و افـزایش ظرفیت واقعی دستگاه کمک خواهد کرد.

با توجه به نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس (جدول ۱) می‌بینیم که اثر سادهٔ طول بازو و اثر متقابل سـرعت واحـد جمع کنندهٔ نخ و طول بازوی حامل نخ بر قطر نخ معنی‌دار نیست. بنابراین می‌توان گفت که طول بازوی حامل نـخ در

Archive of SID

www.SID.ir

فرایند نخ‌ریسی تأثیری بر قطر و درصد پارگی نخ ندارد، لذا طول بازوی بلندتر یعنی ۲۰۰ میلی‌متر برای عملکرد بهتر دستگاه در نظر گرفته شد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که بین سرعت واحد جمع کنندهٔ نخ در ماشین ساخته شده در این پژوهش، قطر نخ و درصد پارگی آن رابطهٔ معکوس وجود دارد، یعنی هر چه سرعت دورانی واحد جمع‌کننده بیشتر باشد قطر نخ و درصد پارگی آن در طول فرایند نخ‌ریسی کمتر خواهد شد. با توجه به اینکه افزایش سرعت دورانی واحد ریسنده باعث کاهش قطر نخ و افزایش درصد پاره شدن آن می‌شود، بهتر است سرعت دورانی به‌گونه‌ای انتخاب شود که کیفیت نخ تولیدی را بالا برد و تلفات زمانی جهت نخ‌گیری دستگاه را کاهش و ظرفیت واقعی دستگاه را افزایش دهد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که اگر هدف، تولید نخ با قطر کم و افزایش ظرفیت کاری ماشین باشد، تیمار L1N1V2 (طول بازو ۲۰۰ میلی‌متر، مهار ۲۵ درصد از سرعت جمع کننده نخ و سرعت واحد ریسنده ۶۰۰ دور در دقیقه) با میانگین قطر نخ ۰/۱۴ میلی‌متر و کمترین درصد پارگی نخ با ۲۱ درصد و بازده کاری ۹/۶ کیلوگرم در ساعت، در طول کار مناسب‌ترین تیمار خواهد بود.

مراجع

Ansari Renani, H. R., Rischkowsky, B., Mueller, J. P. and Moradi, M. 2013. Cashmere in Iran. International Center for Agricultural Research in the Dry areas, Animal Sciences Research Institute.

Ansari Renani, H. R., Mueller, J. P., Rischkowsky, B., Momen, S. S., Alipour, O., Ehsani, M., and Moradi, S. 2012. Cashmere quality of Raeini goats kept by nomads in Iran. Small Ruminant Research, 104(1), 10-16.

Baixiang, Z. 2001. Discussion on the Speed of the Rotor Spinning. Cotton Textile Technology, 1, 001.

FAO. 2009. UN International Year of Natural Fibres 2009. http://www.fao.org/Newsroom/en/news/2006/1000472/index.html

Hajimohammadi, M. 1991. Short report of cashmere raeinie goats. J.Res building. 12, 66-68. (in Farsi)

Hopkins, H. 1987. Cashmere and the United State. 2nd. I.C.C. Lincoln Collage. New Zealand.

McGregor, B. A. 2002. Australian Cashmere attributes and processing. RIRDC Publication No 02/112. RIRDC Project No DAV-98A. Rural Industries Research and Development Corporation.

McGregor, B. A. and Butler, K. L. 2008. The effects of cashmere attributes on the efficiency of dehairing and dehaired cashmere length. Textile Res. J. 78 (6), 486-496.

Phan, K-H. and Wortmann, F. J. 2000. Quality assessment of goat hair for textile use. In R.R.Frank (ed) Silk, mohair, cashmere and other luxury fibres, Appendix 10. The Textile Institute, Wood head Publishing, Cambridge.

Zhang, Q. L., Song, H., and Zhang, J. 2004. Discussion on the semi-worsted spinning cashmere yarn [J]. Wool Textile J. 2004, 10.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Engineering Research in Agricultural Mechanization and Systems /Vol.17/No.66/2016/P:29-42

Fabrication and Evaluation of a Cashmere and Wool Spinning Machine Suitable for Nomadic Areas

H. Afzali Gorouh, M. A. Rostami*

* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Kerman Agricultural and Resource Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran.
Email: marostami1351@gmail.com
Received: 12 Januray 2016, Accepted: 27 February 2016

The development of electric spinning machine to use in rural and nomadic areas can promote the manufacture of textiles. In this research a cashmere and wool electric spinning machine was fabricated and assessed. For the construction of machine, first the plan was drawn with SolidWorks software and then the parts of machine were fabricated based on developed maps. Machine had 5 parts namely entrance, spinning, spindle, transmission and chassis units. For evaluation of machine performance, the effects of three factors such as rotate speed of spinning unit at three levels (300, 600 and 900 rpm), rotate speed for cashmere spindle unit (25, 50 and 75% of break for collector unit) and the arm's length of spindle at two levels of (100 and 200 mm) based on cashmere yarn breaking percentage, yarn diameter and machine capacity were evaluated. Machine was evaluated based on a completely randomized block factorial design with three replications. The results showed that the effect of rotate speed of spindle and spinning unit on changes of cashmere yarn breaking percent and diameter and speed of spinning unit on capacity were significant at the one percent probability level, but length of spindle had no significant effect. The result also showed that the interaction effect of spinning and spindle unit speed on cashmere yarn breaking and diameter were significant at the level of one percent, while, the interaction of them had no significant effect on studied treatments. Finally, It was concluded that reduction of yarn spindle speed can increase yarn breaking percentage. Thus, treatment L1N1V2 (with specification of arm's length of 200 mm, spindle speed of 25 percent of break for collector unit, and spinning unit of 600 rpm) had the mean yarn diameter of 0.14 mm, least yarn breaking percent (21%) and 9.6 kg per hour capacity, Hence, this treatment was the most suitable as compared to other treatments.

Key word: Cashmere, Cashmere Yarn, Electric Nomads, Spinning Machine

Archive of SID

www.SID.ir