

## 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: ۰۳۴)۳۲۶۱۳۱۸۱، 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 پرورش دهندگان بز کرکی راینی 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 تغذیه کرک، واحد ریسنده، واحد جمع‌کننده نخ، واحد انتقال نیرو و شاسی تشکیل شده است. برای ارزیابی عملکرد ماشین، اثر فاکتورهای سرعت دوران واحد ریسنده در سه سطح (۹۰۰-۶۰۰-۳۰۰ دور در دقیقه)، سرعت دوران واحد جمع‌کننده 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 جمع‌کننده باعث افزایش درصد پارگی نخ کرکی می‌شود و بنابراین تیمار طول بازو ۲۰۰ میلی‌متر، مهار ۲۵ درصد از سرعت جمع‌کننده نخ و سرعت واحد ریسنده ۶۰۰ دور در دقیقه، با میانگین قطر نخ ۰/۱۴ میلی‌متر دارای کمترین درصد پارگی نخ به میزان ۲۱ درصد و ظرفیت واقعی ۹/۶ 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

ویژگی‌هایی که مورد توجه مصرف‌کنندگان داخلی و بازارهای جهانی قرار گرفته است. از این رو و به جهت اهمیت این الیاف، سازمان خواربار و کشاورزی جهان برای افزایش آگاهی عمومی و مشارکت جهانی برای توسعه 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 تولیدکننده و صادرکننده کرک در دنیا است. کرک تولید شده در ایران به صورت خام و بدون تبدیل به نخ یا پوشاک به خارج از کشور صادر

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؛

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 دوره اسلامی نیز دوک نخ، چرخ نخ‌ریسی و دستگاه بافندگی مهم‌ترین ابزارهای بافت بودند (Hopkins, 1987). صنعت کرک در استرالیا در دهه ۱۹۸۰ به صورت تجاری درآمد. در دهه ۱۹۹۰ در صنایع کرک تحقیقاتی برای تولید نخ، پارچه و پوشاک به‌ویژه درباره 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 مکانیزه 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 اندازه نیاز نازک به دست نمی‌آمد. در این

می‌شود و دامداران از ارزش افزوده 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 چرخه 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 ۸۲۵ میلیون دلار می‌رسد (Ansari Rayeni et al., 2012). کرک بسیار محکم، نرم، انعطاف‌پذیر، نسبتاً کوتاه (به طول ۴ تا ۱۰ سانتی‌متر) و به قطر ۱۱-۱۸ 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 درجه پیچش آن دارد. اکثر عشایر از بازار بین‌المللی کرک و قیمت آن اطلاعی ندارند و تنها جداسازی، تمیز کردن، شستشو، خشک کردن، موگیری 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 کارخانه 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 حالی که دستگاه‌های نساجی به همان وضع سابق بودند. سرانجام کارتریات انگلیسی که

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 ارزان قیمت 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 با ارزش افزوده بیشتر به بازار عرضه کنند.

### مواد و روش تحقیق

#### ساخت دستگاه و الزامات آن

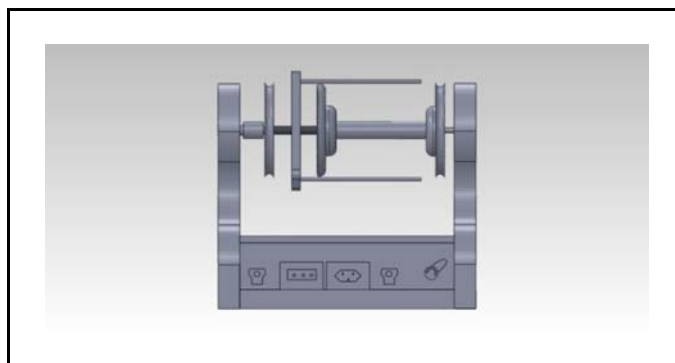
در این تحقیق یک دستگاه ماشین نخریسی برقی برای تبدیل پشم و کرک به نخ، ساخته و ارزیابی شد. شکل‌های ۱ تا ۳ طرح‌واره<sup>۱</sup> ماشین ساخته شده را در سه نما نشان می‌دهند.

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).

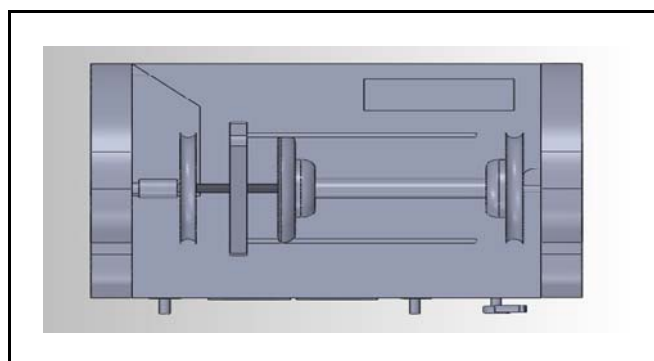
در پژوهشی دیگر، رابطه بین سرعت دورانی روتور ماشین نخریسی کرک و برخی صفات کمی و کیفی نخ تولیدی شامل ظرفیت ماشین، کیفیت نخ، میزان خرده کرک‌های ازدست‌رفته و پارگی نخ بررسی شد. نتایج بررسی نشان داد که سرعت دورانی روتور بر تمام صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری دارد (Baixiang, 2001). ساخت ماشین نخریسی علاوه 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، ماشین‌های ساخته شده در کشورهای صاحب صنعت کرک نیز مناسب کرک



شکل ۱- ماشین نخریسی ساخته شده (نمای جانبی)



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



شکل ۳- ماشین نخ‌ریسی ساخته شده (نمای بالا)

به راحتی قابل حمل 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 کننده نخ (قرقره)، شاسی و واحد انتقال نیرو. محور اصلی پل ارتباطی بین سایر قطعات ماشین است که واحد ریسنده و جمع کننده 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).

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، بیلاق و قشلاق کردن آنها، بتواند هم با برق ۲۲۰ کار کند و هم با برق ۱۲ ولت؛ سوم، وزن دستگاه که



شکل ۴- محور دوار و واحد تغذیه کرک و پشم

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 میلی‌متر

محور با دو قطر متفاوت ساخته شده است و واحد ریسنده و جمع کننده نخ روی آن سوار می‌شوند. قسمتی که واحد جمع کننده نخ قرار دارد با قطر ۱۰ میلی‌متر

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 دوره‌های 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).

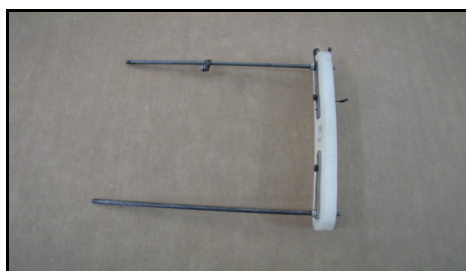


شکل ۵- پولی واحد ریسنده ماشین ساخته شده در این پژوهش

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 قرقره جمع‌کننده نخ مرتبط می‌شود. در مرکز چرخ فلک سوراخی تعبیه شده که محور اصلی از آن عبور می‌کند و با دو عدد مهره به فاصله ۲۰۰ میلی‌متری کانال ورودی پشم ثابت شده است و هم دور با محور اصلی دوران می‌کند.

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 جمع‌کننده نخ در اثر نیروی گریز از مرکز روی محور اصلی با دو عدد بلبرینگ حرکت دورانی دارد که قابل کنترل است.

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 فاصله ۱۷۵ میلی‌متر از مرکز قرار دارند. چند عدد قلاب نخ‌گیر 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



شکل ۶- چرخ حامل واحد ریسنده ماشین ساخته شده در این پژوهش

واحد جمع‌کننده نخ از قرقره، بلبرینگ، تسمه، فنر و کلید کنترل دور تشکیل شده 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 جمع‌کننده نخ (قرقره)

خواهد شد. توقف کامل واحد جمع‌کننده 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 می‌کند از آزمون و ارزیابی حذف شد.

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

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

۴- ۲۵ درصد مهار واحد جمع‌کننده 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.

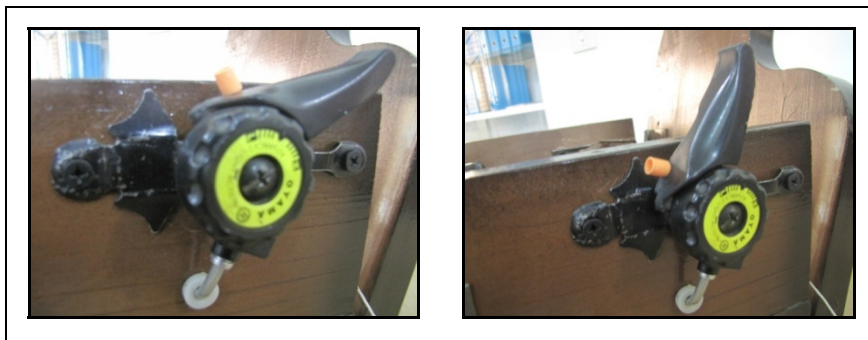
نحوه کارکرد سیستم جمع‌کننده نخ به این ترتیب است که اگر کلید کاملاً به سمت راست بچرخد، قرقره کاملاً آزاد و هرچه به سمت چپ دوران داشته باشد از

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 گرفته‌ند 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، شیار 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 حلقه 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 جمع‌کننده نخ: در این حالت، کلید کاملاً به سمت چپ می‌چرخد و مانع حرکت قرقره

ساخت و ارزیابی ماشین نخ‌ریسی کرک و پشم...

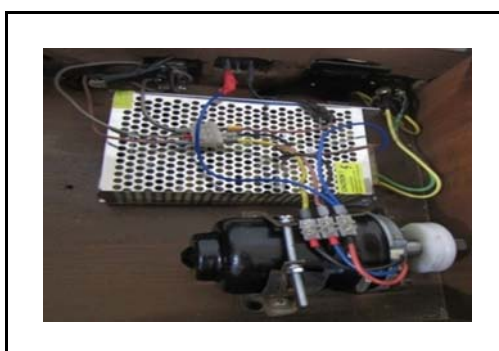
سرعت آن کم خواهد شد. بنابراین کلید کنترل دور، محدود کننده تعداد دور قرقره جمع کننده نخ است که تأثیرگذار باشد. این واحد می‌تواند مستقیماً در کیفیت نخ تولیدی تأثیرگذار باشد.



شکل ۸- کلید کنترل دور قرقره

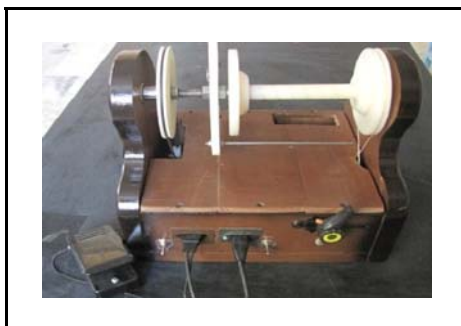
ساخته می‌شد بنابراین لازم بود با برق ۲۲۰ ولت و برق باتری ۱۲ ولت نیز کار می‌کرد، لذا موتور با دو دور و دو جریان انتخاب شد. برای تبدیل انرژی الکتریکی با مقادیر ولتاژ و جریانی مشخص از یک ترانسفورماتور استفاده شد. ترانسفورماتور استفاده شده در این ماشین مدل FDP- 60A با جریان برق ورودی ۲۲۰ ولت، ۶۰ آمپر و برق خروجی با ولتاژ ۱۲ ولت و شدت جریان ۵ آمپر انتخاب شد.

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 (بیلاق و قشلاق کردن آنها)، دو منظوره



شکل ۹- واحد انتقال نیرو

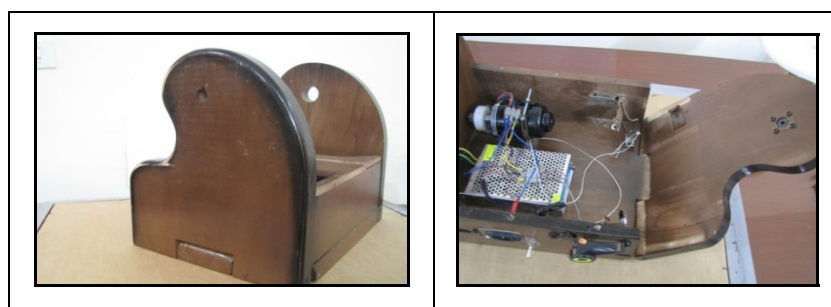
برای قطع و وصل جریان برق از دو عدد کلید دو حالتی استفاده شد. از کلید اول برای قطع و وصل جریان برق ۲۲۰ ولت و از کلید دوم برای قطع و وصل جریان برق ۱۲ ولت استفاده شد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- کلید و پریز قطع و وصل جریان برق

هم ساخته شده‌اند به طوری که یکی روی بدنه ثابت و دیگری از پایین به بدنه لولا شده است و قابلیت تاشدن دارد. قاب متحرک با یک گیره لولایی به بدنه دستگاه وصل شده است تا کاربر بتواند به آسانی آن را باز و بسته کند (شکل ۱۱).

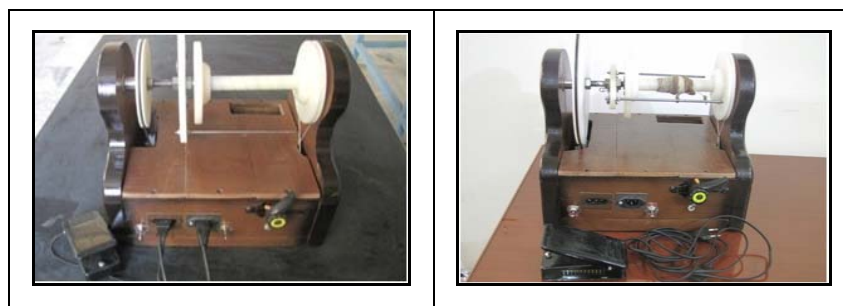
شاسی ماشین از چوب درخت چنار ساخته شده است. شاسی پس از طراحی و تهیه نقشه اولیه، با ماشین تراش چوب (CNC) ساخته شد که در صنایع میل‌سازی کاربرد دارد. شاسی از شش قاب ساخته شده که دو به دو به روی هم قرار دارند. دو قاب جانبی قرینه



شکل ۱۱- قاب جانبی 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 جمع‌کننده نخ است (شکل ۱۲).

محور اصلی دستگاه که محل قرار گرفتن واحد ریسنده و جمع‌کننده 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



شکل ۱۲- قاب رو به رو



ساخت و ارزیابی ماشین نخ‌ریسی کرک و پشم...

قفل می‌شود. این قاب با آزاد کردن گیره به راحتی باز و بسته می‌شود.

سیستم انتقال نیرو، شامل موتور و ترانسفورماتور در فضای خالی بین قاب‌های دستگاه، نزدیک به قاب جانبی ثابت نصب شدند به طوری که حرکت از موتور به پولی متصل به محور اصلی به راحتی امکان پذیر 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.

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 قطعه کف، پشت، و جلو آن به صورت 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 کننده نخ است از پایین با یک عدد پین بلند به قاب زیرین متصل است به طوری که حالت لولایی دارد و با یک عدد گیره در محل مورد نظر



شکل ۱۲- ماشین نخ‌ریس برقی



شکل ۱۴- ارزیابی ماشین نخ‌ریس توسط عشایر منطقه بردسیر (استان کرمان)

دورانی قرقره جمع کننده نخ روی قطر نخ، میزان پاره شدن نخ در حین کار ماشین، و ظرفیت واقعی دستگاه در هنگام ریسندگی بررسی شد. برای محاسبه میزان پاره شدن نخ، یک کیلوگرم کرک با ماشین به نخ تبدیل و تعداد دفعات پاره شدن نخ

### 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 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 کننده نخ (قرقره) در سه سطح (مه‌پار 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 تجزیه واریانس شده مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن انجام شد. خلاصه نتایج حاصل از تجزیه واریانس تغییرات قطر و درصد پارِه 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.

در طول فرآیند شمارش شد. با در دست داشتن طول نخ تولید شده، تعداد دفعات پارِه شدن نخ در ۱۰۰ متر محاسبه و به عنوان درصد پارِه 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 محاسبه ظرفیت دستگاه، میزان تولید نخ توسط ماشین در یک ساعت اندازه‌گیری 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 پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با پارامترهای سرعت

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

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

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

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

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

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

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سرعت واحد جمع کننده نخ در ماشین نخ‌ریسی برقی بر صفات مورد مطالعه

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

۷۵ درصد مه‌ار واحد جمع‌کننده (N3)			
۸/۶۶b	۳۷/۲a	۰/۴۳b	
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارد.			
جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سرعت واحد ریسنده و سرعت جمع‌کننده نخ بر صفات مورد مطالعه			
سرعت جمع‌کننده × 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 جمع‌کننده نخ، V: سرعت واحد ریسنده نخ

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

ماشین نخریسی 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 می‌باشد 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.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر سرعت دورانی جمع‌کننده نخ بر ظرفیت واقعی دستگاه، اثر ساده و متقابل سرعت واحد ریسنده و قرقره جمع‌کننده 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 ساده سرعت واحد ریسنده، اثر ساده طول بازوی حامل نخ، اثر متقابل طول بازو و سرعت واحد ریسنده و طول بازو و سرعت قرقره جمع‌کننده نخ بر دو صفات قطر نخ و درصد پاره شدن و ظرفیت واقعی آن معنی‌دار نشده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) همچنین نشان می‌دهد که تغییرات قطر و درصد پاره شدن نخ و اثر متقابل این دو به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سرعت دورانی واحد ریسنده و جمع‌کننده 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 رابطه عکس وجود دارد، بدین معنا که هر چه سرعت دورانی واحد ریسنده بیشتر باشد قطر نخ کمتر خواهد شد.

است. این کاهش ظرفیت واقعی دستگاه در دور پایین به دلیل افزایش درصد پارگی نخ است که منجر به اتلاف زمان‌های مؤثر کار دستگاه خواهد شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که تغییرات قطر نخ تحت تأثیر طول بازوی نخ‌گیر در ماشین نخ‌ریسی قرار نگرفته است و اثر معنی‌داری هم نشان نمی‌دهد.

برابر نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر متقابل سرعت واحد ریسنده و جمع‌کننده نخ بر قطر نخ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است.

جدول ۴ مقایسه میانگین‌ها اثر متقابل سرعت دورانی ریسنده و جمع‌کننده نخ در ماشین نخ‌ریسی بری بر قطر، درصد پارگی نخ و ظرفیت واقعی دستگاه را بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد.

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که اگر ترکیبی از مناسب‌ترین قطر و کمترین درصد پارگی نخ مدنظر باشد، تیمار N1V2 (۲۵ درصد مهار دور واحد جمع‌کننده و ۶۰۰ دور در دقیقه سرعت واحد ریسنده) با میانگین قطر نخ تولیدی ۰/۱۴ میلی‌متر و میانگین ۲۱/۳ درصد پارگی نخ و میانگین ظرفیت واقعی ۹/۶ کیلوگرم بر ساعت، مناسب‌ترین پارامترهای عملکردی دستگاه را داراست. بنابراین، می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که هر چه سرعت دورانی واحد ریسنده بیشتر و سرعت دورانی واحد جمع‌کننده نزدیک به واحد ریسنده باشد، قطر نخ تولیدی کمتر و درصد پارگی آن در طول نخ‌ریسی کمتر و ظرفیت واقعی دستگاه بیشتر خواهد شد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که یکی از دلایل بالا رفتن درصد پارگی نخ، سرعت کم واحد جمع‌کننده نخ است که منجر به کشش بیشتر آن در فرایند نخ‌ریسی می‌شود. از این‌رو سرعت عمل بالای کاربر به کاهش درصد پاره شدن نخ و افزایش ظرفیت واقعی دستگاه کمک خواهد کرد.

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) می‌بینیم که اثر ساده طول بازو و اثر متقابل سرعت واحد جمع‌کننده نخ و طول بازوی حامل نخ بر قطر نخ معنی‌دار نیست. بنابراین می‌توان گفت که طول بازوی حامل نخ در

نتایج به دست آمده از جدول ۱ اثر سرعت واحد جمع‌کننده نخ بر قطر نخ را کاملاً معنی‌دار نشان می‌دهد.

نتایج به دست آمده از جدول ۳ اثر سرعت واحد جمع‌کننده نخ بر قطر نخ را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود، تیمارها در سه گروه آماری قرار دارند. در حالتی که سرعت جمع‌کننده نخ ۲۵ درصد کاهش پیدا کند، کمترین قطر نخ، معادل ۰/۳۳ میلی‌متر، حاصل می‌شود. این جدول همچنین نشان می‌دهد که بین سرعت واحد جمع‌کننده و قطر نخ رابطه معکوس وجود دارد، هرچه سرعت واحد جمع‌کننده نخ بیشتر باشد قطر نخ کمتر خواهد شد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، واحد جمع‌کننده نخ در سرعت‌های پایین، نخ را زودتر جمع می‌کند و بالعکس در سرعت بالا زمان جمع شدن نخ با قرقه، کمتر خواهد شد از این‌رو کاربر دستگاه نخ‌ریسی زمان بیشتری برای نگه‌داشتن پشم یا کرک خام جهت تابیدن نخ در اختیار دارد، به عبارت دیگر، واحد ریسنده فرصت بیشتری برای تابیدن نخ در اختیار کاربر قرار می‌دهد و 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 دلیل کشش بیشتر نخ و ایجاد تنش در آن، افزایش می‌یابد. این صفت همچنین تحت تأثیر مهارت کاربر نیز قرار می‌گیرد؛ چنانچه کاربر تسلط کافی به کار با ماشین نداشته باشد درصد پارگی نخ بیشتر خواهد شد. اما در اجرای این پژوهش یک کاربر ماهر همه تیمارها را انجام داد به گونه‌ای که مهارت کارگر تفاوتی در نتایج به دست آمده ایجاد نکند.

انتظار می‌رفت که در سرعت دورانی کمتر واحد جمع‌کننده نخ، ظرفیت واقعی دستگاه بیشتر باشد، اما نتایج به دست آمده از جدول ۳ عکس این موضوع را نشان می‌دهد و در سرعت دورانی بیشتر ظرفیت واقعی دستگاه ۹/۳۸ کیلوگرم بر ساعت و با ظرفیت واقعی دستگاه در دو سرعت دیگر (۸/۲۲ و ۸/۶۶ کیلوگرم بر ساعت) متفاوت

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 LIN1V2 (طول بازو ۲۰۰ میلی‌متر، مهار ۲۵ درصد از سرعت جمع‌کننده نخ و سرعت واحد ریسنده ۶۰۰ دور در دقیقه) با میانگین قطر نخ ۰/۱۴ میلی‌متر و کمترین درصد پارگی نخ با ۲۱ درصد بازده کاری ۹/۶ کیلوگرم در ساعت، در طول کار مناسب‌ترین تیمار خواهد بود.

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 جمع‌کننده نخ در ماشین ساخته شده در این پژوهش، قطر نخ و درصد پارگی آن رابطه 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

### 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.

## **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 January 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