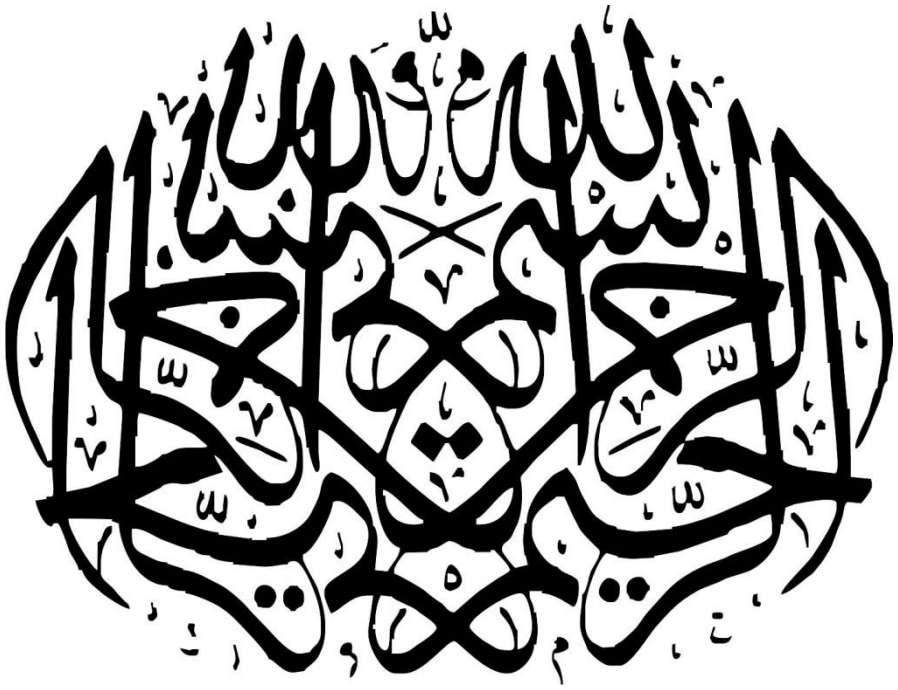


دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی نساجی

بهینه‌سازی برخی از خصوصیات فیزیکی پارچه‌های تاری-پودی کشسان با استفاده از روش تناسب خاکستری-تاگوچی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی نساجی-تکنولوژی نساجی

ریحانه مسائلی

استاد راهنما

دکتر حسین حسنی

۱۳۹۱

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی نساجی

پایان نامه کارشناسی ارشد- رشته تکنولوژی نساجی

ریحانه مسائلی

تحت عنوان

بهینه‌سازی برخی از خصوصیات فیزیکی پارچه‌های تاری-پودی کشسان با استفاده از روش تناسب خاکستری-تاگوچی

در تاریخ توسط کمیته فنی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر حسین حسنی
۲- استاد مشاور پایان نامه	مهندس محسن شنبه
۳- استاد داور	دکتر سعید آجلی
۴- استاد داور	دکتر داریوش سمنانی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر مصطفی یوسفی

تشکر و قدردانی:

حمد و ستایش به درگاه ایزد متعال و خضوع و خشوع به بارگاه با عظمتش که توفیق کسب علم و دانش را به کوچک‌ترین مخلوقاتش عطا نمود.

با سپاس فراوان از استاد راهنما جناب آقای دکتر حسنی و استاد مشاور جناب آقای مهندس شنبه که انجام این پروژه مرهون کمک و زحمات ایشان است و با تشکر از تمامی اساتید محترم که در کلیه مراحل تحصیل مرا یاری کردند و علم و فداکاری خود را به این حقیر ارزانی داشتند.

همچنین از همکاری بی دریغ سرکار خانم صدیقی‌پور و تمامی دوستان عزیز که مرا در انجام این کار یاری کردند تشکر می‌نمایم و سعادت و سلامت همه این عزیزان را از ایزد منان خواستارم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به:

پدر و مادر و همسر عزیزم؛

آنان که وجودم برایشان همه رنج بوده و وجودشان برایم همه مهر. مویشان سپیدی گرفت تا روی سپید بمانم. آنان که فروغ نگاهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان سرمایه های جاودانی زندگیم هستند و آنان که راستی قامتم در شکستگی قامتشان تجلی یافت. در برابر وجود گرامی‌شان زانوی ادب بر زمین می‌نهم و با دلی مملو از عشق و محبت بر دستانشان بوسه می‌زنم. بلندای وجودشان همیشه استوار.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب..... هشت

چکیده.....۱

فصل اول: مروری بر مطالعات انجام شده

۱-۱- مقدمه.....۲

۱-۲- معرفی الیاف کشسان.....۳

۱-۲-۱- سنتز الیاف کشسان.....۴

۱-۲-۲- تولیدکنندگان مهم الیاف کشسان.....۵

۱-۲-۳- نحوه شستشو، رنگرزی و تکمیل الیاف کشسان.....۵

۱-۳- انواع روش‌های تولید الیاف کشسان.....۶

۱-۳-۱- روش ذوب ریسی.....۶

۱-۳-۲- روش خشک ریسی.....۶

۱-۳-۳- روش تر ریسی.....۷

۱-۳-۴- روش ریسندگی واکنشی.....۷

۱-۴- انواع روشهای تولید و ویژگی های نخ های کشسان.....۷

۱-۴-۱- سیستم های تولید نخ های ترکیبی کشسان.....۱۱

۱-۴-۲- خواص نخ های ریسیده شده ترکیبی کشسان.....۱۲

۱-۵- کاربرد نخ های کشسان در منسوجات.....۱۱

۱-۵-۱- کاربرد نخ های کشسان در بافندگی حلقوی پودی.....۱۱

۱-۵-۲- کاربرد نخ های کشسان در بافندگی حلقوی تاری.....۱۲

۱-۵-۳- کاربرد نخ های کشسان در بافندگی تاری-پودی.....۱۳

۱-۶- روش طراحی آزمایشات تاگوچی.....۲۴

۱-۶-۱- روش تناسب خاکستری-تاگوچی ۲۵

۱-۷- ضرورت انجام تحقیق و اهداف آن.....۲۷

فصل دوم: تجربیات

۲-۱- مقدمه.....۲۸

۲-۲- طراحی آزمایشات با استفاده از روش تاگوچی.....۲۸

۲-۳- تهیه نمونه پارچه های مورد آزمایش.....۳۱

۲-۳-۱- تهیه نخ تار.....۳۱

۲-۳-۲- تهیه نخ پود.....۳۲

۲-۳-۳- تولید پارچه.....۳۲

۲-۳-۴- تکمیل جزئی نمونه‌ها.....۳۵

۲-۳-۵- مشخصات نمونه‌ها.....۳۶

۲-۴- شرایط و مراحل آزمایشات انجام شده.....۳۷

۲-۴-۱- شرایط و مراحل آزمایش پرزدهی.....۳۷

۲-۴-۲- شرایط و مراحل آزمایش چروک پذیری.....۳۷

۲-۴-۳- شرایط و مراحل آزمایش زیردست.....۳۸

فصل سوم: بحث و بررسی نتایج

۳-۱- مقدمه.....۴۳

۳-۲- بررسی و تحلیل نتایج حاصل از روش تاگوچی.....۴۳

۳-۲-۱- بررسی تأثیر گذاری مشخصه های مورد آزمایش بر روی پارامتر پرزدهی.....۴۴

۳-۲-۲- بررسی تأثیر گذاری مشخصه های مورد آزمایش بر روی میزان چروک پذیری.....۵۰

۳-۲-۳- بررسی تأثیر گذاری مشخصه های مورد آزمایش بر روی زیردست پارچه.....۵۴

۳-۳- بررسی و تحلیل نتایج حاصل از روش تناسب خاکستری-تاگوچی.....۵۷

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱- نتیجه گیری کلی.....۶۴

۴-۲- پیشنهادات جهت ادامه پروژه.....۶۷

مراجع.....۶۸

چکیده:

در سال‌های اخیر استفاده از منسوجات کشسان به دلیل راحتی در پوشش و قابلیت ازدیاد طول در هنگام اعمال نیروی ناشی از تحرکات روزانه،افزایش یافته است. در ساختارهای تاری-پودی، نخ‌ها به دلیل درگیری بیشتر از کشسانی بسیار کمتری نسبت به ساختار منسوجات حلقوی برخوردارند. اخیراً استفاده از نخ‌های کشسان برای افزایش کشسانی پارچه های تاری-پودی معمول شده است. با این حال تحقیقات محدودی در زمینه ویژگی‌های این منسوجات و اثر پارامترهای لیف، نخ و تولید انجام شده است. هدف از انجام این تحقیق، بهینه سازی عوامل مختلف طرح بافت، میزان کشسانی نخ پود، تراکم پود و نیز دستیابی به بهترین شرایط ماشین بافندگی جت هوا شامل فشار هوای نازل اصلی و زمان بسته شدن دهنه می‌باشد. به این منظور پارچه های کشسان مختلف بر روی ماشین بافندگی جت هوا بافته شد و اثر عوامل مورد نظر در سطوح تعریف شده بر روی مشخصه‌های کیفی مختلفی نظیر پرزدهی، چروک پذیری و زیردست بررسی گردید. با توجه به تعداد عوامل متغیر و سطوح هر یک، با استفاده از جدول آرایه‌های متعامد تاگوچی، نمونه پارچه‌های مختلفی تهیه شد. آزمایش پرزدهی با استفاده از روش مارتیندل، آزمایش چروک پذیری با استفاده از روش زاویه بازگشت از چروک و آزمایش زیردست با استفاده از روش کشیدن پارچه از بین صفحه سوراخ‌دار وصفحه محدودکننده انجام شد. سپس نتایج حاصله، با استفاده از نرم‌افزار مینی تب ۱۴ تحلیل شده و عوامل اثرگذار و میزان اثرگذاری هر یک تعیین گردید. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که عامل طرح بافت و تراکم پودی بر میزان پرزدهی، عامل طرح بافت بر چروک پذیری و عامل تراکم پودی بر روی شاخص زیردست اثر معنی‌داری دارد. از آنجایی-که روش تحلیل تاگوچی قادر به بهینه سازی تنها یک مشخصه کیفی می‌باشد از روش ترکیبی تناسب خاکستری-تاگوچی جهت بهینه-سازی همزمان سه مشخصه کیفی مورد نظر استفاده شد. با استفاده از این روش، هر سه مشخصه کیفی پرزدهی،چروک پذیری و زیردست به صورت همزمان بهینه شد.

کلمات کلیدی: پارچه های تاری-پودی کشسان، بهینه سازی، روش تناسب خاکستری-تاگوچی، خصوصیات فیزیکی

فصل اول: مروری بر مطالعات انجام شده

۱-۱- مقدمه

مصرف پارچه های کشسان در سال‌های اخیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است. امروزه مصرف کنندگان ترجیح می‌دهند لباسی با ثبات ابعادی مناسب استفاده نمایند تا ایجاد راحتی نماید و پارچه های کشسان این خصوصیات را فراهم می‌کنند[۱]. دلیل تمایل به استفاده از پارچه های کشسان، افزایش راحتی لباس، بهبود خواص شستشویی و کاهش چروک خوردگی می‌باشد. امروزه کاربرد های مختلفی از این پارچه‌ها وجود دارد.

الیاف کشسان در سال ۱۹۳۷ در آلمان اختراع شد و دارای خواصی است که در طبیعت یافت نشده است و از جمله مهم‌ترین آن‌ها خاصیت کشسانی بیش از حد است [۲]. این الیاف قابلیت کشسانی شبه لاستیکی دارند و اساساً شامل پیوندهای پلی‌اورتان هستند. الیاف کشسان از ماکرو مولکول‌های خطی با وزن بالا ساخته شده‌اند. اولین فرآیند تولید الیاف کشسان در مقیاس صنعتی به وسیله ریسندگی خشک در سال ۱۹۶۲ توسط شورز[1] و همکارانش در ایالت متحده امریکا اجرا شد [۳].

این الیاف با نام‌های تجاری لایکرا[2]، اسپاندکس[3] و دورلاستان[4] شناخته می‌شوند. الیاف کشسان برای داشتن خاصیت کشسانی دارای قسمت‌های سخت و نرم در ساختار پلیمری خود هستند. علاوه بر پلی‌اورتان، الیاف دیگری با نام‌های تجاری مختلف، دارای پلیمرهای دیگر و سایر افزودنی‌ها هستند که ویژگی کشسانی را تقویت و باعث تفاوت بین انواع ساختارها می‌شود.

از نقطه نظر شیمیایی، لیف کشسان یک ماکرو مولکول خطی مصنوعی با یک زنجیره شامل حداقل ۸۵٪ جزء پلی‌اورتان است که در طول آن اجزاء سخت و نرم پیوند های اورتان -*NH-CO-O*–به صورت متناوب وجود دارد. جزء زنجیری نرم، ویژگی کشسانی(توانایی کشش برگشت پذیری) را نتیجه می‌دهد؛ در حالی که جزء زنجیری سخت، نیروی جاذب مولکولی الیاف و حد مخصوص کشش لیف و سختی آن را باعث می‌شود. لیف کشسان در همه زمینه‌هایی که حد بالایی از کشسانی مورد نیاز است نظیر لباس‌های ورزشی، لباس‌های شنا و نیز در پارچه های بافته شده حلقوی و تاری پودی و غیره استفاده می‌شود [۲]. همچنین جوراب‌های فشاری، باند های کشی، پوشاک

---

[1]- *J.C.Shevers*
[2]- *Lycra*
[3]- *Spandex*
[4]- *Dorlastane*

طبی و غیره از کاربرد های عمده دیگر این نوع پارچه‌ها می‌باشد. نخ‌های مغزی دار کشسان در ابتدا اغلب در لباس زیر، لباس شنا، کش‌باف و ورزشی استفاده می‌شدند ولی کاربردهای امروزی آن‌ها لباس‌های رو، مردانه و زنانه نیز می‌باشد [۴].

۱-۲- معرفی الیاف کشسان

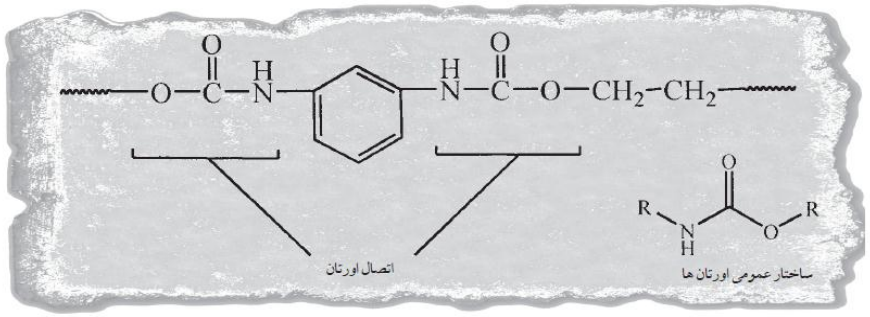
الیاف کشسان اساساً شامل پیوندهای پلی‌اورتان هستند. پلی‌اورتان‌ها بسپارهایی هستند که از واکنش پلی اُل‌ها با ایزوسیانات‌ها تهیه می‌شوند. نخستین پلی‌اورتان در سال ۱۹۳۷ توسط اتوبایر[1] طی واکنش میان دی‌ایزوسیانات زنجیری و یک دی‌آمین به دست آمد. گروه عاملی ایزوسیانات با هر مولکولی که دارای یک هیدروژن فعال باشد واکنش می‌دهد. بنابراین ترکیب‌هایی همچون کربوکسیلیک‌اسیدها و آمین‌ها که مانند گروه های هیدروکسیل از هیدروژن فعال برخوردارند می‌توانند با ایزوسیانات‌ها واکنش دهند. از این رو هنگامی که از پلی‌اورتان‌ها سخن به میان می‌آید گونه های بی‌شماری از این مواد را می‌توان در نظر گرفت. برای نمونه اگر به جای دی الکل، یک دی-آمین با ایزوسیانات وارد واکنش شود، بسپار به دست آمده در خانواده پلی‌اوره‌ها قرار می‌گیرد. از معروف ترین برندهای تولیدکننده این الیاف عبارتند از:

- نیو استار[2] چین
- دورلاستان ژاپن ساخت شرکت آساهی کاسی[3] (بر دوپایه پلی‌استر و پلی‌اترعرضه می‌شود.)
- لایکرا (نام تجاری اینویستا[4]) ازدوپونت
- الاسپان[5] (از اینویستا امریکا)
- آکپورا[6] (شرکت تاکوانگ کره جنوبی)

اسپاندکس، پلیمری با ساختار پیچیده است که هر دو گروه عاملی اوره و اورتان را در بر دارد. بنابراین گوناگونی واکنشگرهایی که در برابر ایزوسیانات‌ها قرار می‌گیرند به تولید پلی‌اورتان‌ها در انواع گوناگون با ویژگی‌های متفاوت می‌انجامد. شکل ۱-۱ ساختار عمومی اورتان‌ها را نشان می‌دهد.

---

[1]- *Otto Bayer*
[2]- *New Star*
[3]- *Asahi Kasei*
[4]- *Invista*
[5]- *elaspane*
[6]- *acepora*



شکل ۱-۱- ساختار عمومی اورتان‌ها

۱-۲-۱- سنتز الیاف کشسان

سنتز الیاف کشسان در سه مرحله صورت می‌پذیرد که به شرح زیر می‌باشد:

۱- سنتز ماکروگلایکول[1]؛
۲- انجام واکنش بین آن با دی ایزوسیانات؛
۳- واکنش برای افزایش طول زنجیر پلیمری.

مرحله اول: سنتز ماکروگلایکول بدین صورت می‌باشد که پلی‌ترا متیلن اتر گلایکول[2] که این ماکروگلایکول استفاده شده برای تولید اغلب الیاف اسپاندکس‌های بر پایه پلی‌اتر دارای چندین عامل فعال می‌باشد، به وسیله انجام واکنش پلیمریزاسیون کاتیونی ماده‌ای به نام تتراهیدروفوران[3] تولید می‌شود. ماکروگلایکول‌های پلی-استری نیز که در تولید این نوع الیاف قابل مصرف می‌باشند از طریق واکنش تراکمی دی کربوکسیلیک اسیدها یا استرهای آن‌ها با اضافه نمودن گلایکول تولید می‌شوند.

مرحله دوم: ماکروگلایکول بدست آمده با دی‌ایزوسیانات واکنش می‌دهد. واکنش بین گروه‌های ایزوسیانات و هیدروکسیل انجام شده و در نتیجه ماده اولیه لازم برای سنتز اغلب الیاف پلی‌اورتانی در اختیار قرار می‌گیرد.

مرحله سوم: این مرحله به منظور افزایش طول زنجیر پلیمری می‌باشد که با محصول مرحله قبل و یک دی-آمین یا گلایکول انجام می‌شود. بعد از انجام این مرحله لازم است برای تررسی یا خشک‌ریسی، پلیمر اولیه بدست آمده را در حلال‌های مناسب حل نمود [۵].

۱-۲-۲- تولید کنندگان مهم الیاف کشسان

بیشترین روش استفاده شده همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، روش خشک‌ریسی است که توسط شرکت دوپونت و دیگر کارخانه های آن شرکت در دیگر نقاط جهان در حال تولید می‌باشند. در ژاپن نیز شرکت تویوبو و آساهی و

---

[1]- *Macroglycol*
[2]- *PTMEG:Poly Tetra Methylene Ethere Glycol*
[3]- *Tetrahydrofuran*

بایر آلمان نیز از این روش استفاده می‌کنند. در سال ۱۹۸۰ دوپونت در ۶ کشور جهان کارخانه تولید اسپاندکس داشته است، که در این زمان ژاپن نیز دارای ۶ واحد تولیدی نخ اسپاندکس بوده است. در ۱۹۹۴ هر دو مورد حدود ۵۰٪ افزایش یافته و هر یک یعنی دوپونت و کشور ژاپن دارای ۹ تولید کننده اسپاندکس بوده‌اند. علت اصلی انتخاب این روش صرفه اقتصادی و کیفیت برتر محصول بوده است. روش ریسندگی واکنشی در شرکت گلوب امریکا و روش تر‌یسی در شرکت فوجی[۱] ژاپن و فیلاتک[۲] ایتالیا و روش ذوب ریسی در شرکت‌های نیشینبو[۳] و تیجین[۴] ژاپن استفاده می‌شوند. الیاف کشسان تولیدی در کشورهای افریقای جنوبی و لهستان به روش تر‌یسی و کشور روسیه از روش خشک‌ریسی تهیه می‌شوند. ظرفیت مصرف جهانی اسپاندکس در ۱۹۸۴ میزان ۳۲۰۰۰ تن بوده که تا امروز افزایش چشمگیری داشته است[۵].

۱-۲-۳- نحوه شستشو، رنگرزی و تکمیل الیاف کشسان

در عملیات رنگرزی و تکمیل و شستشوی الیاف مهم‌ترین کار را می‌توان این دانست که حرارت، زمان و غلظت مواد افزودنی به حمام را در حداقل مقادیر ممکن حفظ نمود. در صورت در نظر داشتن این مورد می‌توان تخریب در اثر نور و دیگر موارد را در کمترین میزان حفظ نمود. به علت عدم وجود ساختمان یکسان، الیاف کشسان موجود از نظر جزئیات روش کار در عملیات رنگرزی و تکمیل به صورت قابل ملاحظه‌ای متفاوت می‌باشند. در مقیاس کلی می توان چنین اظهار کرد که رنگزاهای مناسب برای رنگرزی الیاف نایلونی و پشمی برای رنگرزی الیاف کشسان نیز قابل پیشنهاد و مصرف می‌باشند. رنگزاهای اسیدی و اسیدی متال کمپلکس برای رنگرزی انواع الیاف کشسان دارای سرعت جذب خوب بوده و همچنین دارای میزان جذب مناسب می‌باشند. از طرف دیگر در صورت مصرف رنگزاهای فوق، الیاف کشسان دارای ثبات نوری و شستشویی خوبی نیز خواهند بود. در مورد دیگر کلاس‌های رنگزاهای مصرفی در صنعت نساجی نیز می‌توان گفت رنگزاهای کرومی و دیسپرس انتخابی هم می‌توانند نتایج بسیار خوب تا ضعیف را با توجه به نوع الیاف مصرفی ارائه نمایند.

فرایندهای شیمیایی بر روی الیاف فوق باید به دقت و به صورتی انتخاب شوند که الیاف همراه در ساختمان پارچه کاملاً حفاظت شوند. معمولاً قبل از شستشو باید پارچه دارای نخ کشسان به منظور حذف تنش‌های نایکنواخت موجود بر روی پارچه به هنگام بافت، بخار داده شود. بعد از این مرحله شستشو، برای خارج ساختن مواد نرم کننده و روغن‌ها و آهارهای موجود بر الیاف، به کمک استفاده از محلول دترجنت‌های مصنوعی و ترا سدیم پیروفسفات با آب و امولسیون پر کلرواتیلن در آب با نوعی حلال بر پایه نفت و سدیم پیرو فسفات انجام می‌پذیرد.

نخ‌های کشسان را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود: نخ‌های تک فیلامنتی و نخ‌های چند فیلامنتی. کیفیت چسبیدن فیلامنت‌ها در نخ‌های چند فیلامنتی و تعداد فیلامنت‌ها تعیین کننده ظاهر و زیردست پارچه تولیدی خواهد بود [۶].

---

[1]-*Fuji*
[2]- *Filatec*
[3] -*Nishinbo*
[4]- *Tijin*

۱-۳- انواع روش‌های تولید الیاف کشسان

در این بخش به ذکر انواع روش‌های تولید الیاف کشسان شامل ذوب ریسی، خشک ریسی، تر ریسی و روش ریسندگی واکنشی و توضیح مختصری از هر روش می‌پردازیم:

۱-۳-۱- روش ذوب ریسی:

وقتی افزایش دهنده طول زنجیر پلیمری یک گلایکول باشد، واکنش بین گروه های هیدروکسیل و ایزوسیانات نظیر مرحله پلیمریزاسیون مقدماتی می‌باشد و دو مرحله واکنش در یک مرحله انجام می‌گیرد. در این روش یک نوع الکل تک عاملی برای کنترل وزن مولکولی در نقطه پایان استوکیومتری مورد مصرف قرار می‌گیرد. در این نوع روش تولید از یک پلی‌اورتان ترموپلاستیک[1] برای انجام ذوب‌ریسی استفاده می‌شود. در این روش واکنش‌های ایزوسیانات‌ها با الکل‌ها و آمین‌ها برای تشکیل اوره و اورتان برگشت پذیر می‌باشد. درجه حرارت نسبتاً زیادی برای کاهش ویسکوزیته پلیمر مذاب برای عملیات ریسندگی مورد نیاز می‌باشد. لیف کشسان تولیدی در این روش دارای استحکام کششی[2] *psi* ۱۳۵۰۰ و ازدیاد طول پارگی ۵۵۰٪ می‌باشد. اگرچه تولید الیاف کشسان از روش ذوب ریسی به نظر ساده می‌آید، اما مشکلات این روش به گونه‌ای است که نهایتاً این روش موقعیت شناخته شده‌ای در صحنه تجارت جهانی دارا نمی‌باشد.

۱-۳-۲- روش خشک ریسی:

اغلب انواع الیاف کشسان تولیدی از این روش تهیه می‌شوند زیرا هم خواص و مشخصات فیزیکی مناسبی داشته و هم از روش‌های دیگر مقرون به صرفه‌تر است. فرایند تولید الیاف کشسان از روش خشک‌ریسی به روش تولید الیاف اکریلیک از طریق خشک‌ریسی شباهت دارد. محلول ریسندگی فراهم شده به درون نوعی سلول یا محفظه هوای داغ ریسیده می‌شود و در نتیجه حلال همراه الیاف تبخیر می‌شود. فیلامنت‌های تولید شده از این روش به کمک دستگاه تاب مجازی به صورت یک نخ درآمده و از انتهای محفظه ریسندگی خارج می‌شود.اولین نوع لایکرا به نام لایکرا ۱۲۴ در سال ۱۹۶۰ به همین روش تولید شد.

دو نوع پلیمر دیگر به نام‌های پلی تترا متیلن اتر گلایکول و فنیل ایزوسیانات[3] نیز معمولاً برای تولید الیاف کشسان مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این راستا از حلال دی متیل استامید[4] هم استفاده می‌گردد که به همراه مواد دیگر نظیر انواع کاتالیست، افزایش دهنده طول زنجیر پلیمری، متوقف کننده واکنش، ضد اکسیدان و سفید کننده در انجام فرآیند به مصرف می‌رسند. پس از گذر از رشته ساز، با استفاده از تاب دهنده های مناسب یک نوع تاب مجازی به فیلامنت‌های تولیدی اعمال می‌شود. پس از ترک ستون، فیلامنت‌ها به طرف دستگاه پیچش و افزودن روغن مناسب هدایت می‌شوند.

۱-۳-۳- روش تروریسی:

---

[1]- *Thermoplastic*
[2]- *pounds-force per square inch*
[3]- *MDI*
[4]- *DMAc*

در این روش محلول پلیمری به دست آمده از طریق پمپ‌های مناسب به داخل حمام انعقاد که رشته ساز داخل آن قرار دارد منتقل می‌شود. در این روش نیز در انتهای عملیات ریسندگی با اعمال تاب مجازی فیلامنت‌ها را به صورت نخ و یا دسته ای از الیاف تبدیل می‌نمایند. در روش فوق مشکل و عامل محدود کننده تولید، وجود کشش هیدرودینامیکی اعمال شده به الیاف به هنگام بیرون کشیدن از حمام انعقاد می‌باشد. البته تعداد شرکت‌هایی که این روش را برای تولید انتخاب نموده‌اند اندک است.

۱-۳-٤- روش ریسندگی واکنشی:

این روش در واقع یک فرم خاص از پلیمریزاسیون بین سطحی می‌باشد. دستگاه و اجزای استفاده شده شبیه روش تر ریسی است. محصول به دست آمده در پایان مراحل ساخت پلیمر اولیه که از واکنش ماکروگلایکول با دی ایزوسیانات به همراه یک حلال خنثی برای رقیق نمودن پلیمر استفاده می‌شود، به داخل حمام انعقاد اکسترود می‌شود. حمام انعقاد حاوی محلول دی‌آمین به همراه تولوئن بوده که با ایزوسیانات واکنش می‌نماید. برای موفقیت در روش فوق باید پلیمر اولیه بدست آمده مقاومت کششی کافی برای تحمل نیروی وارد شده در حمام انعقاد و پیچش روی غلتک آن هم در مدت کسری از ثانیه را داشته باشد. در عمل با انتخاب پلیمر اولیه از یک ایزوسیانات آروماتیک و استفاده از افزایش‌دهنده طول زنجیر نوع دی‌آمین با وزن مولکولی کم، شرایط مورد نیاز تأمین می‌شود [۵، ۶].

۱-٤- روش‌های تولید و ویژگی‌های نخ‌های کشسان

علاوه بر اینکه فیلامنت‌های کشسان می‌توانند بدن هیچ‌گونه پوششی در مرحله بافندگی مورد استفاده قرار گیرند، امکان تولید آن‌ها به صورت ترکیبی با الیاف دیگر نیز وجود دارد. در این قسمت در ابتدا به تعریف سه دسته متفاوت از نخ‌های ترکیبی با الیاف کشسان به ترتیب زیر پرداخته می‌شود:

۱- نخ تابیده شده مغزی دار[1]: در این روش یک نخ غیر کشسان (که می‌تواند یک فیلامنت یا یک نخ ریسیده شده باشد) به دور یک نخ کشسان تابیده می‌شود. این روش یک فرایند معمول بوده و اولین پیشرفت‌ها و گسترده‌ترین محدوده مصرف را به خود اختصاص داده است.

۲- نخ ریسیده شده مغزی[2]: در این روش الیاف غیر کشسان به دور یک مغزی کشسان ریسیده می‌شوند. در این دسته از نخ‌ها پوسته نخ به صورت کامل قسمت مغزی را تحت پوشش قرار می‌دهد به نحوی که قسمت مغزی کاملاً در مرکز نخ و الیاف پوسته بر روی آن‌ها قرار می‌گیرند.

۳- نخ پوشیده شده به وسیله هوا[3]: برای تولید این نخ یک نخ فیلامنت غیر کشسان به همراه نخ کشسان به میان یک جت هوا دمیده می‌شود. با اینترمینگل کردن نخ کاورینگ اجزا به یکدیگر چسبیده می‌شود.

تولید انواع نخ‌های مغزی دار کشسان با اعمال اصلاحات و تغییراتی در اکثر روش‌های ریسندگی میسر می‌باشد. عمده اصلاحات ضروری، به‌کارگیری سیستم تغذیه مثبت جهت تغذیه جزء مغزی و کنترل بر روی نسبت

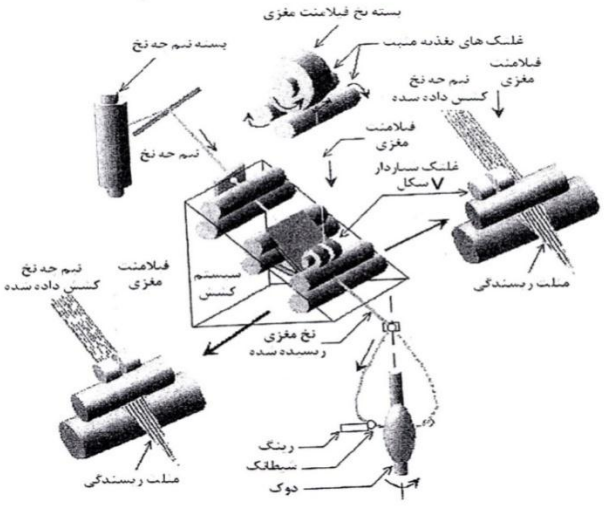
---

[1]- *core twist yarn*
[2]- *core spun yarn*
[3]- *air covered yarn*

کشش آن می‌باشد. برای این که نخ نهایی تولید شده دارای خاصیت کشسانی خوبی باشد باید جزء کشسان به صورت کشیده شده و تحت کنترل در حین عملیات ریسندگی با الیاف کوتاه ترکیب شود. در اینجا به ذکر انواع روش‌های تولید نخ‌های مغزی‌دار کشسان پرداخته می‌شود.

الف- سیستم ریسندگی اصلاح شده رینگ

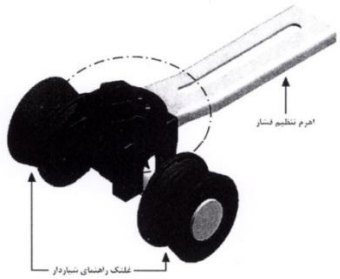
همان‌گونه که در شکل ۱-۲ دیده می‌شود ساختار ماشین همانند دستگاهی است که برای تولید نخ معمولی رینگ مورد استفاده قرار می‌گیرد و تنها تجهیزات لازم جهت تغذیه جزء مغزی کشسان به آن اضافه شده است [۷، ۸].



شکل ۱-۲- نمای شماتیک ماشین رینگ اصلاح شده برای تولید نخ مغزی دار کشسان[۸]

شرط اصلی برای تولید یک نخ ریسیده شده با مغزی کشسان این است که فیلامنت کشسان قبل از ورود به ماشین ریسندگی تحت کشش قرار گیرد. این کار باعث می‌شود که در موقع از بین رفتن تنش در نخ نهایی، به واسطه برگشت جزء مغزی کشسان به طول اولیه خود، یک خاصیت کشسانی به وجود آید که منجر به جمع‌شدگی و پفکی شدن نخ نیز می‌شود. نتیجتاً نخ مغزی دار کشسان ریسیده شده می‌تواند تا نقطه ای که پوشش غیر کشسان نخ به حد نهایی ازدیاد طول خود برسد، ازدیاد طول یابد.

در همین جهت ماشین ریسندگی رینگ به سیستم تغذیه مثبت (واحد تغذیه فیلامنت کشسان مغزی) و یک غلتک شیاردار V شکل جهت کنترل عملیات تغذیه جزء مغزی به غلتک جلو سیستم کشش (شکل ۱-۳) مجهز شده است [۷، ۹].

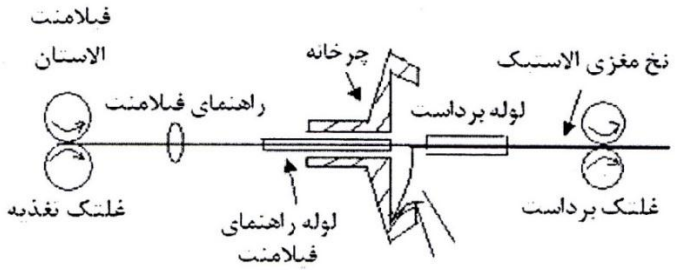


شکل ۱-۳-سیستم غلتک راهنما[۸]

رشته الیاف کوتاه کشش داده شده و فیلامنت کشسان در محل نیپ غلتک‌های تولید به هم می‌پیوندند و این دو جزء به ناحیه تابندگی وارد می‌شوند.

ب- سیستم ریسندگی اصلاح شده چرخانه‌ای

برای تولید نخ ترکیبی کشسان چرخانه‌ای، مشابه سیستم ریسندگی رینگ، ماشین ریسندگی چرخانه باید به گونه ای اصلاح گردد که امکان تغذیه فیلامنت مغزی به داخل آن میسر شود. نمای شماتیک این ماشین در شکل۱-۴ نشان داده شده است:



شکل ۱-۴-نمای شماتیک واحد ریسندگی چرخانه جهت تولید نخ مغزی‌دار کشسان [۸]

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، فیلامنت مغزی بعد از عبور از راهنما و توسط غلتک‌های تغذیه به داخل لوله تغذیه فیلامنت که در داخل چرخانه تعبیه شده است هدایت شده و با الیاف کوتاه ترکیب و توسط غلتک برداشت از داخل لوله برداشت بر روی بوبین دستگاه پیچیده می‌شود [۸].

علاوه بر الیاف کوتاه که به عنوان الیاف پوشاننده در تولید نخ‌های مغزی‌دار مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اخیراً تحقیقات جدیدی بر پایه استفاده از الیاف با طول بلند در تولید نخ‌های ریسیده شده مغزی در سیستم ریسندگی فاستونی انجام شده است [۱۰و۱۱]. مشابه سیستم‌های قبلی به منظور تولید نخ مغزی کشسان لازم است تا جزء فیلامنت کشسان به صورت کشیده شده به سیستم تغذیه شود. لازم به ذکر است که مکانیزم تغذیه مثبت به راحتی بر روی انواع ماشین‌های ریسندگی قابل نصب می‌باشد و تغییرات اساسی در هندسه دستگاه نیاز نمی‌باشد.

استفاده از فیلامنت های کشسان جهت تولید نخ مغزی دار کشسان به خوبی بر روی ماشین‌های ریسندگی رینگ اصلاح شده فاستونی انجام شده است. اما تولید این نخ بر روی ماشین‌های ریسندگی پشمی با تجهیزات

اصلاحی مشابه، سخت می‌باشد زیرا سیستم کششی دو روش ریسندگی کاملاً متفاوت می‌باشند. به همین منظور دانگ و همکارانش در سال ۲۰۰۶ روشی را جهت تولید این گونه نخ‌ها با استفاده از سیستم ریسندگی پشمی ارائه کردند [۱۲].

عمده اصلاحات انجام شده در سیستم آن‌ها مشابه با موارد انجام شده در رینگ معمولی، یعنی استفاده از سیستم تغذیه مثبت فیلامنت و غلتک راهنمای شیاردار V شکل می‌باشد. در ماشین ریسندگی پشمی مورد استفاده در این تحقیق از یک غلتک خارپشتی به منظور کشش دادن و کنترل کردن نیمچه نخ استفاده شده است. اگر مسیر عبور الیاف کشسان مشابه مسیر آن در سیستم ریسندگی فاستونی باشد امکان دارد با غلتک خارپشتی برخورد کرده و پاره شود. بنابراین اصلاحات دیگری باید انجام شود تا اطمینان حاصل گردد فیلامنت در مرکز نوار نیمچه نخ قرار می‌گیرد و یک نخ مغزی با کیفیت خوب تولید می‌شود.

ج- روش ریسندگی دورپیچ

در این روش بر خلاف موارد توضیح داده شده قبلی، نخ ترکیبی کشسان به روش تابندگی و با استفاده از یک سیستم کششی چند قسمتی و تاب دهنده چرخشی تولید می‌شود. تفاوت عمده دیگر این سیستم استفاده از فیلامنت تکسچره شده به جای الیاف کوتاه به عنوان جزء پوشاننده نخ می‌باشد. به منظور حفظ خاصیت ازدیاد طول و برگشت پذیری نخ تولیدی نهایی، مشابه سیستم‌های قبلی لازم است تا فیلامنت کشسان قبل از ورود به دستگاه توسط سیستم کششی چند قسمتی تحت کشش قرار گیرد. همان طور که نشان داده شد، بر روی پوسته خارجی تاب دهنده بوبین فیلامنت پوشاننده قرار دارد. فیلامنت بر روی بوبین به وسیله غلتک برداشت کشیده و باز می‌شود و سپس فیلامنت کشسان در مرکز تاب دهنده به وسیله فیلامنت پوشاننده دورپیچ می‌شود [۱۳].

نخ‌های مغزی دار کشسان جزء گروه نخ‌های چند جزیی می‌باشند. در این نخ‌ها جزء مغزی در وسط نخ و جزء پوسته در اطراف آن قرار می‌گیرد.

۱-٤-۱- خواص نخ‌های ریسیده شده مغزی‌دار کشسان

برخی از خصوصیات مهم و مزایای عمده نخ‌های ریسیده شده مغزی‌دار کشسان عبارتند از:

۱- ازدیاد طول این نخ‌ها نسبت به نخ‌های ریسیده شده معمولی و همین طور نخ‌های ریسیده شده ترکیبی با مغزی غیر کشسان به واسطه خاصیت کشسانی الیاف به کار رفته در آن‌ها بیشتر می‌باشد.
۲- زیردست این نخ‌ها مشابه زیردست الیاف بکار رفته در پوسته می‌باشد و همین طور می‌توانند دارای جذب رطوبت خوبی باشند که به نوع الیاف کوتاه پوسته بستگی دارد. در حالتی که از الیاف طبیعی به عنوان پوسته استفاده گردد این نخ‌ها جذب رطوبت خوبی دارند.
۳- می‌توان میزان کشسانی این نوع نخ‌ها را با توجه به مصرف نهایی تعیین نمود. میزان ازدیاد طول نخ تولید شده نهایی را می‌توان با تنظیم نسبت کشش جزء مغزی کنترل نمود.
۴- لباس‌های تهیه شده از این نخ‌ها بسیار راحت بوده و شکل پذیری آن‌ها مناسب می‌باشد.

۵- این پارچه‌ها دیرتر چروک می‌شوند [۱۴].

۱-۵-کاربرد نخ‌های کشسان در منسوجات

در این بخش به بررسی زمینه های کاربرد نخ‌های کشسان در منسوجات مختلف شامل منسوجات حلقوی تاری و پودی و نیز منسوجات تاری-پودی پرداخته می‌شود. در ابتدا لازم به ذکر است که البسه بافته شده از نخ کشسان دارای مزایای زیر است :

۱- به راحتی فرم و شکل بدن را به خود می‌گیرد.
۲- راحتی پوشش بیشتر و آزادی بیشتر برای تحرک بدن فراهم می‌کند.
۳- از آنجا که ترکیبی از نخ کشسان و فیلامنت و یا نخ ریسیده شده برای بافت استفاده می‌شود، پارچه تولیدی به واسطه حضور الیاف کشسان سبک‌تر خواهد شد و فیلامنت و نخ ریسیده شده کمتری مصرف خواهد شد.
۴- پوشاک تولید شده دارای کشسانی بیشتری می‌باشند.
۵- تشکیل حلقه در منسوجات حلقوی یکنواخت‌تر خواهد بود.
۶- زیر دست پارچه تولیدی نرم‌تر خواهد بود.
۷- در پارچه تولیدی پدیده زانو انداختن رخ نخواهد داد.
۸- چروک‌های پارچه بافته شده با نخ کشسان سریع‌تر از بین می‌رود [۱۵].

۱-۵-۱-کاربرد نخ‌های کشسان در بافندگی حلقوی پودی

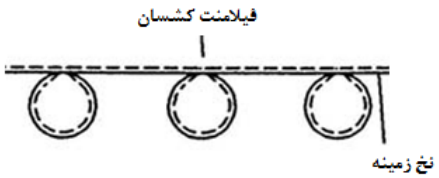
با توجه به ساختار یک پارچه کش‌باف، این پارچه همیشه دارای یک حالت کشسانی خاص - حتی بدون وجود الیاف کشسان- می‌باشد. نیازها در جهت کاربرد و راحتی پوششی نه تنها در البسه ورزشی، بلکه در لباس زیر و رو افزایش یافته است. بدون استفاده از نخ‌های کشسان، برآوردن این نیازها به طور کامل امکان پذیر نمی‌باشد. چنانچه شرایط مشخصی برآورده شود، همه ماشین آلات بافندگی حلقوی گرد باف و یا تخت باف، برای بافت نخ‌های کشسان مناسب هستند. دو قانون وجود دارد که بیشتر از زمانی که پارچه های حلقوی گرد باف بدون نخ‌های کشسان تولید می‌شود، باید رعایت شود:

۱. باید مقادیر یکسان از نخ در مدت زمان یکسان از هر سیستم تغذیه به سوزن‌های بافندگی تغذیه شود.
۲. کشش نخ باید در تمام سیستم‌های بافندگی در طول یک دوره معین از زمان در یک سطح ثابت نگه داشته شود.

پایبندی به این قوانین به منظور حصول اطمینان در زمینه وزن یکنواخت و کیفیت مناسب محصول، از اهمیت ویژه ای برخوردار است[۱۵].

در مورد نخ‌های کشسان ترکیبی استفاده از تغذیه کننده اضافی با شرایط خاص مورد نیاز نمی‌باشد ولی چنانچه نخ کشسان بدون پوشش مورد مصرف باشد تکنیک‌های حلقه دولا[1] و این-لی[2] بر روی ماشین‌های بافندگی حلقوی اجرا می‌شود که نیاز به مکانیزم‌های تغذیه خاص با رعایت کلیه موارد کنترل کشش تغذیه جزء کشسان می‌باشد.

در تکنیک حلقه دولا، نخ لایکرا به همراه نخ زمینه در دو ارتفاع مختلف به سوزن تغذیه می‌شود. این نوع از موقعیت قرار گیری نخ‌ها نسبت به همدیگر باعث می‌شود ، فیلامنت کشسان در پشت و نخ زمینه بر روی پارچه ظاهر شود (شکل ۱-۵). مکانیزم‌های تغذیه مثبت برای فیلامنت‌های کشسان، رایج‌ترین سیستم تغذیه در ماشین‌های بافندگی حلقوی گردباف و تخت‌باف است.



شکل ۱-۵- نحوه قرارگیری نخ زمینه و نخ کشسان در تکنیک حلقه دولا[۱۶]

امروزه برای راحتی بیشتر جوراب‌ها نیز از جزء کشسان و یا فیلامنت های کشسان مدرن استفاده می‌شود [۱۹]. استفاده از فیلامنت‌های کشسان برای جوراب‌های فشاری که مصرف پزشکی دارند، بسیار معمول است.

۱-۵-۲-کاربرد نخ‌های کشسان در بافندگی حلقوی تاری

بزرگ‌ترین سهم جزء کشسان به صورت بدون پوشش بر ماشین‌های حلقوی تاری کتن یا راشل اتوماتیک برای کاربردهایی مانند لباس‌های ورزشی و لباس زیر بافت می‌شود.

در بافندگی حلقوی تاری، نخ‌های کشسان مخصوصاً برای تولید ساختارهای قوی کشسان، نوارهای کشسان و پارچه های محکم کشسان مناسب است. ساختارهای پارچه توری ابریشمی نازک مخصوص روسری و لباس زنانه می‌باشد. بافت نخ‌های کشسان در بافندگی حلقوی تاری بر روی ماشین‌های راشل و کتن با مشخصات متفاوت صورت می‌گیرد. در شکل ۱-۶ یک بافت مخصوص ماشین‌های راشل با استفاده از نخ کشسان دورلاستان و نخ زمینه نشان داده شده است. در این شکل، میله راهنمای ۳ و ۴ برای تغذیه نخ دورلاستان ومیله راهنمای ۱ و ۲ برای تغذیه نخ زمینه مورد استفاده قرار گرفته است.

---
[1] - *Plating*
[2] - *In-Lay*