

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# تعیین ویژگی‌های الیاف نساجی

رشته صنایع نساجی  
گروه مواد و فرآوری  
شاخه فنی و حرفه‌ای  
پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: تعیین ویژگی‌های الیاف نساجی - ۲۱۰۲۴۱

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: سید محمد موسوی کیانی، میررضا طاهری اطاقسرا، کمال‌الدین قرنجیک (بخش اول و دوم)، میررضا

طاهری اطاقسرا (بخش سوم و چهارم) (اعضای گروه تألیف)

آذربایجان شرقی، البرز، خراسان رضوی، سمنان (استان‌های مشارکت‌کننده در فرایند اعتبارسنجی)

مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: www.irtexbook.ir و www.chap.sch.ir

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱ (دارو پخش)

تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز، ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آنرا خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان شاءالله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت تان این است که کار بکنید. این عبادت است.  
امام خمینی (قَدَسَ سِرُّهُ الشَّرِيف)

۲.....	بخش اول
۴.....	فصل اول
۱۲.....	فصل دوم
۲۷.....	فصل سوم
۳۹.....	فصل چهارم
۴۱.....	فصل پنجم
۴۸.....	فصل ششم
۶۲.....	فصل هفتم
۶۵.....	فصل هشتم
۶۸.....	فصل نهم
۷۳.....	فصل دهم
۷۷.....	فصل یازدهم
۸۱.....	بخش دوم
۸۱.....	■ آزمایش‌ها

۱۰۹	بخش سوم
۱۰۹	فصل دوازدهم
۱۲۳	فصل سیزدهم
۱۲۹	فصل چهاردهم
۱۳۵	فصل پانزدهم
۱۴۶	فصل شانزدهم
۱۵۰	فصل هفدهم
۱۵۴	فصل هجدهم
۱۶۸	فصل نوزدهم
۱۸۰	فصل بیستم
۱۸۳	فصل بیست و یکم
۱۹۱	بخش چهارم
۱۹۱	■ آزمایشگاه فیزیک نساجی
۲۳۳	منابع و مأخذ

وضعیت دنیای کار و تغییرات در فناوری، مشاغل و حرفه‌ها، ما را بر آن داشت تا محتوای کتاب‌های درسی را همانند پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور خود و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی تغییر دهیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی براساس شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور صحیح و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در این برنامه برای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار

۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات

۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است. برای تألیف هر کتاب درسی بایستی مراحل زیادی قبل از آن انجام پذیرد.

این کتاب نخستین کتاب کارگاهی است که خاص رشته صنایع نساجی تألیف شده است و شما در طول سه سال تحصیلی پیش رو پنج کتاب مشابه دیگر ولی با شایستگی‌های متفاوت آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است و پایه‌ای برای دیگر دروس می‌باشد. هنرجویان عزیز سعی کنید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در کتاب را کسب نمایید و فرا بگیرید.

کتاب درسی تعیین ویژگی‌های الیاف نساجی شامل ۴ بخش است و هر بخش دارای واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر فصل می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن فصل را کسب نمایید. علاوه بر این کتاب درسی شما می‌توانید از بسته آموزشی نیز استفاده نمایید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به‌کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌ها و تأکیدات هنرآموز محترم درس را در خصوص رعایت این نکات که در کتاب آمده است در انجام مراحل کاری جدی بگیرید.

برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب می‌توانید از کتاب همراه هنرجو استفاده نمایید. همچنین همراه با کتاب اجزای بسته یادگیری دیگری برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وب‌گاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی‌تان، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

صنعت نساجی یکی از قدیمی‌ترین صنایع بشری است. این صنعت از زمانی که بشر پا به عرصه وجود گذاشته است، به وجود آمده. ولی ابتدا به صورت فن نخ‌ریسی و تهیه پارچه از نخ ریسیده شده برای پوشاک بوده است.

براساس شواهد باستان‌شناسی موجود، پیشینه ریسندگی و بافندگی الیاف نظیر پنبه، پشم، کتان و ابریشم به هزاران سال قبل می‌رسد. در دوران باستان، هدف از تولید نخ، بافت پارچه و طراحی و رنگ‌آمیزی آنها تهیه پوشاک و بعضی منسوجات تزئینی بوده است. انسان به تدریج برای رنگ‌آمیزی پارچه از مواد رنگ‌زا استفاده کرد. او همه این گونه مواد را از منابع گیاهی و معدنی به دست می‌آورد.

صنعت نساجی ایران نیز قدمتی چند هزارساله دارد. بافته‌های باستان‌شناسی از حفاری‌های شوش نشان می‌دهد که در تمدن ایران باستان کارگاه‌های رسمی و متمرکز بافندگی وجود داشته است. هم‌چنین در حدود ۲۰۰ سال پیش، پارچه‌های ایرانی از نظر بافت، طرح و رن در سطح بسیار عالی عرضه می‌شده است که در بازارهای منطقه‌ای و بین‌المللی تقریباً بی‌نظیر بوده‌اند.

الیاف نساجی ماده اولیه صنعت نساجی هستند. قدیمی‌ترین الیاف به کار رفته در صنایع نساجی، الیاف طبیعی بوده‌اند. این الیاف شامل الیاف گیاهی نظیر پنبه، کتان، کنف و الیاف حیوانی مانند پشم، مو، کرک و ابریشم است. امروزه الیاف طبیعی در صنعت نساجی نقش بسیار مهمی دارند و به‌طور عمده برای تولید منسوجات مورد مصرف در لباس‌ها و پارچه‌های خانگی از آنها استفاده می‌شود.

با افزایش جمعیت کشورها، نیاز به محصولات صنایع نساجی و مواد غذایی، به‌طور روزافزونی زیاد شده است. افزایش مصرف این مواد - یعنی منسوجات و مواد غذایی - نیازمند گسترش سطح زیر کشت مواد اولیه آنهاست؛ بنابراین، لازم است مزارع زیرکشت این مواد نظیر پنبه، کتان، کنف و مراتع پرورش گوسفند و دیگر دام‌هایی که از مو یا کرک آنها در نساجی استفاده می‌شود و هم‌چنین مزارع کشت غلات، حبوبات، میوه‌ها و ... گسترش یابد. از آن جایی که وسعت زمین‌های مستعد کشاورزی و دامپروری در کره زمین محدود است و در نیازهای بشر، مواد غذایی نسبت به پوشاک اولویت بیش‌تری دارند، لذا زمین‌های زیرکشت گیاهان غذایی افزایش یافتند و برای جبران کمبود مواد اولیه نساجی، کشورها به سراغ تولید الیاف شیمیایی رفتند.

الیاف شیمیایی شامل الیاف بازیافته و الیاف مصنوعی است که در واقع حاصل کار بشرند. این الیاف در طبیعت به شکل لیف وجود ندارند اما با روش‌های صنعتی به الیاف قابل استفاده در صنایع نساجی تبدیل می‌شوند. امروزه، مصرف الیاف مصنوعی در صنعت نساجی و صنایع دیگر، امری عادی تلقی می‌شود. استفاده از الیاف مصنوعی به صورت خالص و به شکل مخلوط با الیاف طبیعی، نه تنها جواب‌گوی بازار منسوجات مورد مصرف در پوشاک و پارچه‌های خانگی است بلکه در عرصه فناوری و صنعتی، نیز نقش مهمی دارد. امروزه، مصرف محصولات صنایع نساجی نظیر انواع الیاف، نخ و پارچه در صنایع دیگر نظیر کشاورزی، حمل و نقل، هوا و فضا، دریانوردی و راه‌سازی و ... بسیار فراگیر شده است.

این کتاب که در دو بخش تهیه شده، حاوی مطالبی در زمینه الیاف نساجی و آزمایش‌های مختلف شناسایی الیاف نساجی است. بخش اول این کتاب شامل بازده فصل است که فصل اول آن در برگیرنده اطلاعات کلی در زمینه همه الیاف نساجی است. فصول دوم، سوم و چهارم مطالبی در زمینه الیاف طبیعی نظیر الیاف گیاهی، حیوانی و معدنی را در بر می‌گیرد. در فصل‌های پنجم تا یازدهم نیز به پلیمر، پلیمریزاسیون، نحوه تولید الیاف شیمیایی و خصوصیات آنها پرداخته شده است. بخش دوم این کتاب شامل آزمایش‌های مختلف شناسایی الیاف نساجی است که لازم است در آزمایشگاه و با استفاده از ابزارها، تجهیزات و دستگاه‌های آزمایشگاهی انجام شوند.





بخش اول

الیاف نساجی

### طبقه بندی الیاف نساجی

هدف های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- طبقه بندی الیاف نساجی را توضیح دهد.
- ۲- تقسیم بندی الیاف طبیعی را توضیح دهد.
- ۳- تقسیم بندی الیاف مصنوعی را توضیح دهد.
- ۴- ساختمان مولکولی الیاف طبیعی را تعریف کند.
- ۵- نحوه ی قرار گرفتن مولکول ها را در یک لیف توضیح دهد.
- ۶- اثر آرایش یافتگی زنجیرهای مولکولی را در یک لیف، با رسم شکل توضیح دهد.
- ۷- اثر کشش بر الیاف را با نمودار نمایش دهد.
- ۸- خاصیت ارتجاعی الیاف را توضیح دهد.
- ۹- حالت الاستیک لیف را بیان کند.

در تولید آن ها هیچ دخالتی ندارد. اما برای آماده کردن آن ها برای مصرف در صنایع نساجی، ممکن است عملیاتی بر روی آن ها انجام شود.

الیاف طبیعی به سه دسته ی الیاف گیاهی، الیاف حیوانی و الیاف معدنی تقسیم می شوند.

**الیاف گیاهی:** الیاف گیاهی از مهم ترین الیاف مورد مصرف در صنعت نساجی است و از گیاهان به دست می آید. ماده ی تشکیل دهنده ی این گونه الیاف سلولز است. الیاف گیاهی برحسب این که از چه قسمتی از گیاه به دست می آیند، به دسته های زیر تقسیم می شوند.

الیاف دانه ای مانند پنبه؛

– الیاف ساقه ای مانند کتان، کنف و چتایی؛

– الیاف برگگی مانند سیسال و مانیلا؛

به طور کلی، الیاف مورداستفاده در صنعت نساجی را می توان به دو دسته ی کاملاً متمایز تقسیم کرد:

۱- الیاف طبیعی

۲- الیاف مصنوعی

هریک از این دو طبقه، مجدداً به گروه های فرعی دیگری تقسیم می شود. الیاف طبیعی مثل پشم و پنبه الیافی هستند که به طور طبیعی در طبیعت وجود دارند و بشر فقط در تهیه ی آن ها دخالت می کند. الیاف مصنوعی الیافی هستند که مستقلاً وجود ندارند و با استفاده از مواد خام اولیه یا سایر مواد شیمیایی و با به کار بردن روش های صنعتی ساخته و تهیه می شوند.

### الیاف طبیعی

الیاف طبیعی در طبیعت به صورت لیف وجود دارند و بشر

– الیاف میوه‌ای مانند نارگیل.

ماده‌ی اولیه‌ی آن سلولز است و در بیش‌تر گیاهان یافت می‌شود یا کازئین که ماده‌ی اولیه‌ی آن پروتئین است و ...

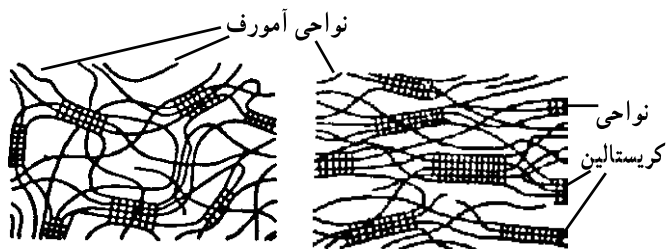
**الیاف مصنوعی:** این الیاف از مواد موجود در طبیعت نظیر بعضی از گازها و برخی مواد شیمیایی که منشأ معدنی دارند، تهیه می‌شوند. مواد اولیه‌ی الیاف سنتتیک به صورت لیف نیست و منشأ گیاهی و حیوانی ندارد. الیاف مصنوعی به طریق صنعتی به لیف تبدیل می‌شوند. نظیر انواع نایلون‌ها، پلی‌استرها و پلی‌پروپیلن و الیاف اکریلیک و ...

### ساختمان و خصوصیات الیاف

#### ساختمان مولکولی یا داخلی الیاف:

همان‌طور که در ریسندگی، نخ از تابیده شدن مجموعه الیاف ساخته می‌شود، لیف هم از مجموع رشته‌های کوچک‌تری به نام فایبریل به وجود می‌آید. هر فایبریل مرکب از مولکول‌های زنجیری (پلیمر یا ماکرومولکول) است که کم و بیش به موازات یک‌دیگر در محور طولی فایبریل قرار دارند و در بعضی نقاط به وسیله‌ی زنجیرهای عرضی به یک‌دیگر متصل شده‌اند.

با این‌که مولکول‌ها در محور طولی الیاف قرار دارند ولی کاملاً در موازات یک‌دیگر نیستند، بلکه در بعضی از قسمت‌ها موازی یک‌دیگر و منظم (کریستالین یا بلورین) و در قسمت‌های دیگر به‌طور نامنظم (آمورف) قرار گرفته‌اند. ساختمان داخلی یک نوع لیف در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



الف – نواحی کریستالی هم‌جهت‌اند. ب – نواحی کریستالی نامنظم‌اند.

شکل ۱-۱ – نواحی کریستالین و آمورف الیاف

در الیاف نساجی اگر نواحی کریستالی هم‌جهت باشند و جهت آن‌ها موازی محور لیف باشد، مقاومت کششی لیف بیش‌تر می‌شود.

**الیاف حیوانی:** این الیاف منشأ حیوانی دارند و ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها پروتئین است. الیاف حیوانی به دو دسته‌ی الیاف مویی و الیاف ابریشمی تقسیم می‌شوند.

الیاف مویی از پوشش پوست بعضی از حیوانات تهیه می‌شوند و برحسب کلفتی و نازکی، آن‌ها را می‌توان به سه دسته‌ی زیر تقسیم کرد:

– مو مانند موی یال و دم اسب، موی بز؛

– پشم مانند پشم انواع گوسفند؛

– کرک مانند کرک شتر، کرک بز و کرک خرگوش.

الیاف ابریشم که از الیاف حیوانی است، به وسیله‌ی کرم ابریشم تولید می‌شود و طول الیاف ابریشم به بیش از یک کیلومتر می‌رسد. الیاف ابریشم از ترشحات دو حفره‌ی نزدیک به دهان کرم ابریشم به دست می‌آیند. این الیاف بسیار گران‌قیمت است و تنها لیف یکسره‌ی طبیعی (فیلامنت) محسوب می‌شود.

**الیاف معدنی:** مصرف این نوع الیاف در صنعت نساجی محدود و مهم‌ترین آن‌ها آسبست یا نپه‌ی نسوز است. این الیاف دارای مصارف صنعتی هستند و در پارچه‌های ضدآتش نیز به کار می‌روند.

### الیاف شیمیایی<sup>۱</sup>

الیافی هستند که به صورت لیف در طبیعت وجود ندارند بلکه ماده‌ی اولیه‌ی آن‌ها در طبیعت یافت می‌شود. این ماده‌ی اولیه به روش‌های صنعتی، به لیف قابل مصرف در صنایع نساجی تبدیل می‌شود. الیاف شیمیایی برحسب ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌شان به دو گروه فرعی متمایز از یک‌دیگر یعنی الیاف بازیافته و الیاف مصنوعی<sup>۲</sup> تقسیم می‌شوند.

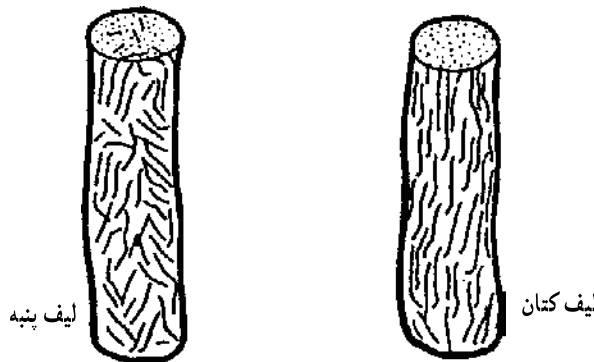
**الیاف بازیافته<sup>۲</sup>:** الیافی هستند که ماده‌ی اولیه‌ی آن‌ها در طبیعت وجود دارد؛ مانند مواد سلولزی، مواد پروتئینی و مواد معدنی. مواد اولیه‌ی طبیعی را بر اثر فعل و انفعالات شیمیایی یا مراحل تکمیلی دیگر، به الیاف مورد نظر تبدیل می‌کنند. ترکیب شیمیایی این الیاف مشابه ترکیبات مواد اولیه است؛ مانند ویسکوزیون که

## نحوه‌ی قرار گرفتن مولکول‌ها در یک لیف:

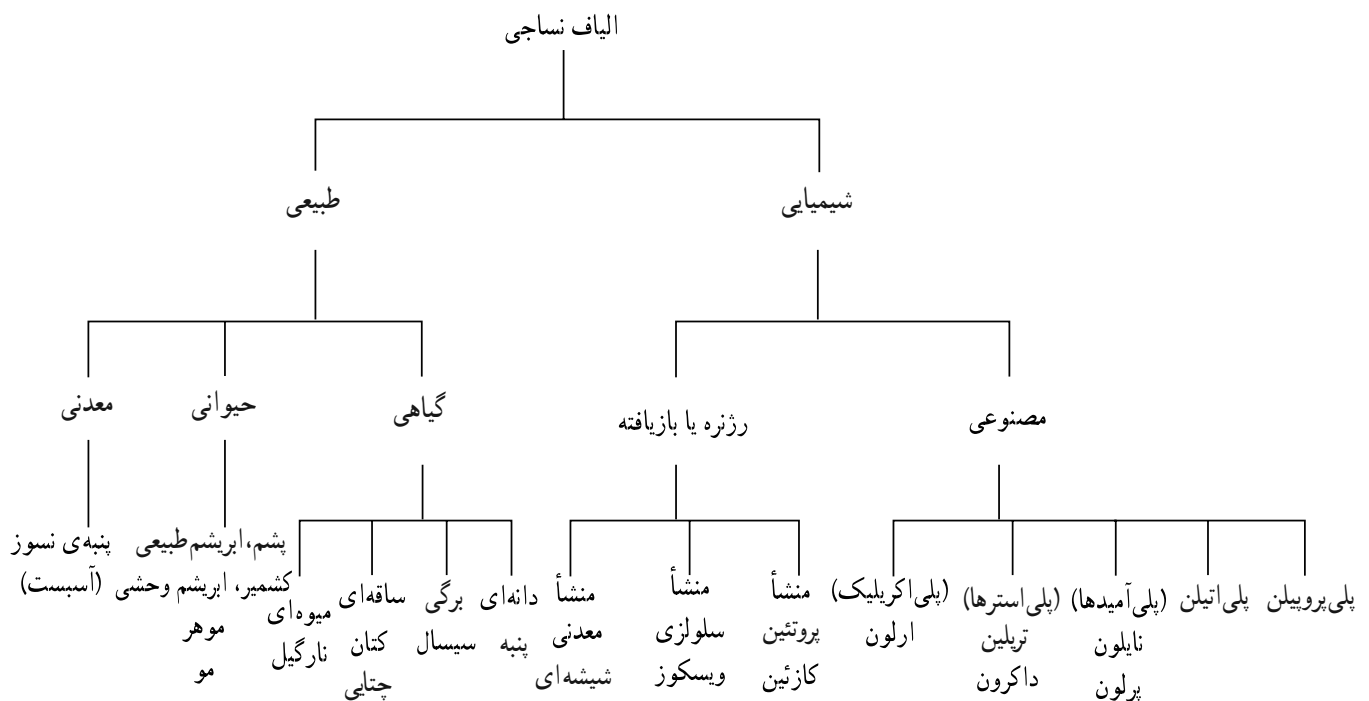
مولکول‌های سازنده‌ی الیاف کم و بیش به‌طور موازی در امتداد طول محور لیف قرار گرفته‌اند. در حقیقت، طرز قرار گرفتن مولکول‌ها در لیف و الیاف در نخ بسیار به‌هم شبیه است. برای روشن شدن این مطلب الیاف کتان و پنبه را با یک‌دیگر مقایسه می‌کنیم.

به‌طوری که در شکل ۱-۲ مشاهده می‌کنید، مولکول‌های الیاف کتان نسبت به محور لیف موازی‌تر از مولکول‌های الیاف پنبه قرار گرفته‌اند.

این دو لیف، از نظر شیمیایی، شبیه به هم هستند اما از نظر فیزیکی و نحوه‌ی قرار گرفتن مولکول‌ها، تفاوت بسیار دارند. برای مثال، مقاومت الیاف کتان از الیاف پنبه بیشتر است. مقاومت الیاف پنبه در حدود ۲/۵ تا ۳ گرم بر دنیر<sup>۱</sup> و مقاومت الیاف کتان در حدود ۵/۵ تا ۶ گرم بر دنیر است. البته مولکول‌های سازنده‌ی الیاف کتان ممکن است از مولکول‌های الیاف پنبه اندکی بلندتر باشند ولی اختلاف موجود بین خواص فیزیکی این دو لیف ناشی از قرار گرفتن مولکول‌های آن‌هاست.



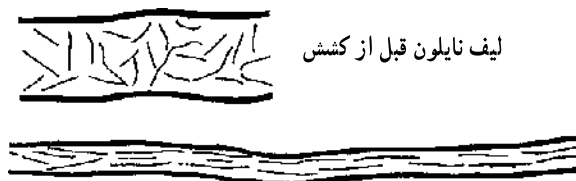
شکل ۱-۲- نحوه‌ی قرار گرفتن مولکول‌ها در لیف کتان و پنبه



جدول ۱-۱- طبقه‌بندی الیاف نساجی

۱- دنیر واحد سنجش ظرافت الیاف است و وزن ۹۰۰۰ متر از هر لیف بر حسب گرم دنیر آن را مشخص می‌کند. بنابراین، هرچه دنیر لیف بیشتر باشد، ظرافت آن کاهش می‌یابد و لیف ضخیم‌تر است. برای مثال، نایلون ۱۰۰ دنیر (۹۰۰۰ متر آن ۱۰۰ گرم وزن دارد) ظریف‌تر از نایلون ۱۵۰ دنیر است.

بدون کشش از رشته‌ساز خارج می‌شوند، موازی نیستند. در اثر کششی که به آن‌ها داده می‌شود، مولکول‌ها آرایش می‌یابند؛ یعنی الیاف باهم موازی می‌شوند و به موازات محور لیف قرار می‌گیرند. در نتیجه، الیاف تبلور بیش‌تری پیدا می‌کنند و به این ترتیب، خصوصیات لیف تغییر می‌یابد (شکل ۴-۱).



لیف نایلون قبل از کشش

شکل ۴-۱- لیف نایلون کشیده شده و آرایش یافته

به‌طور کلی، آرایش مولکول‌ها بر خاصیت الیاف تأثیر زیادی دارد. در صفحه‌ی بعد تغییراتی که در اثر آرایش یافتگی مولکول‌ها در الیاف ایجاد می‌شود، ذکر شده است.

– هرچه درجه‌ی آرایش یافتگی مولکول‌ها بیش‌تر باشد، استحکام الیاف بیش‌تر می‌شود.

– هرچه درجه‌ی آرایش یافتگی در الیاف بیش‌تر باشد، ازدیاد طول آن تا حد پاره‌شدن کم‌تر می‌شود.

– هرچه درجه‌ی آرایش یافتگی بیش‌تر باشد، خاصیت شکنندگی الیاف بیش‌تر است.

– هرچه درجه‌ی آرایش یافتگی بیش‌تر باشد، خاصیت درخشندگی الیاف بیش‌تر می‌شود.

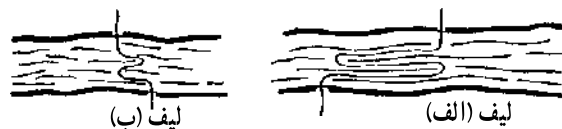
– هرچه درجه‌ی آرایش یافتگی بیش‌تر باشد، جذب رطوبت الیاف کم‌تر می‌شود.

### ساختمان و شکل ظاهری الیاف: ساختمان

ظاهری الیاف، از مهم‌ترین عواملی است که بر خواص نخ و پارچه اثر بسزایی دارد؛ برای مثال، سطح فلس‌دار یا موج‌دار پشم بر خاصیت نمدی شدن پارچه‌های پشمی و هم‌چنین بر خاصیت «زیردست»<sup>۱</sup> پشم اثر مستقیمی دارد. فلس‌های روی الیاف پشم باعث خوب تاب خوردن الیاف در عملیات ریسندگی می‌شود یا

در کتان، آرایش مولکولی بیش‌تر است؛ یعنی بیش‌تر مولکول‌ها موازی یک‌دیگرند و به موازات محور لیف قرار گرفته‌اند؛ بنابراین، وقتی به الیاف نیروی کششی وارد می‌شود، تقریباً همه‌ی مولکول‌های کتان نیرو را به نسبت مساوی تحمل می‌کنند اما در پنبه چون همه‌ی مولکول‌ها به‌طور موازی در محور لیف قرار ندارند، بیش‌تر نیرو بر مولکول‌هایی وارد می‌شود که در محور طولی الیاف، به موازات یک‌دیگر، قرار گرفته‌اند. به همین جهت، پنبه زودتر از کتان پاره می‌شود و در نتیجه، استحکام الیاف کتان از پنبه بیش‌تر است.

عامل دیگری که در مقاومت الیاف مؤثر است، طول مولکول‌های سازنده‌ی الیاف است. هر قدر طول مولکول‌های یک لیف بیش‌تر باشد، مقاومت آن لیف در مقابل نیروی خارجی بیش‌تر است. همان‌طور که در شکل ۳-۱ مشاهده می‌کنید، در لیف ب که مولکول‌های سازنده‌ی آن از مولکول‌های لیف الف کوتاه‌تر است، خط پارگی مسیر کوتاه‌تری را طی می‌کند و به همین جهت این لیف نسبت به لیف الف که مولکول‌های آن بلندترند، مقاومت کم‌تری دارد.



شکل ۳-۱ – مقایسه‌ی استقامت الیاف از نظر طول مولکول‌ها

آرایش یافتگی مولکول‌ها: آرایش یافتگی مولکول‌های الیاف، عبارت است از قرارگرفتن زنجیر طویل مولکول‌ها به‌طور موازی نسبت به محور لیف. درجه‌ی آرایش یافتگی مولکول‌های الیاف طبیعی به نوع لیف بستگی دارد؛ برای مثال، رامی و کنف هر دو الیاف سلولزی هستند و زنجیرهای مولکولی آن‌ها آرایش یافته است. در نتیجه، نسبت به پنبه استحکام بیش‌تری دارند. اما در مورد الیاف مصنوعی، تقریباً درجه، آرایش یافتگی کنترل‌شده‌ی آن است. درجه‌ی آرایش یافتگی در اثر کشش افزایش می‌یابد؛ مثلاً مولکول‌های یک رشته نایلون که

۱- خاصیت زیردست به معنی کیفیت پارچه از نظر زبری و نرمی است که آن را با دست می‌توان احساس کرد.

این که سطح صاف و شیشه‌ای الیافی مثل نایلون، بر درخشندگی پارچه نایلونی اثر فراوان دارد. شکل سطح مقطع عرضی الیاف نیز بر خواص نخ و پارچه تأثیر می‌گذارد. الیافی که دارای مقطع عرضی دایره‌ای یا تقریباً دایره‌ای شکل هستند، اغلب، زیردست خوبی دارند.

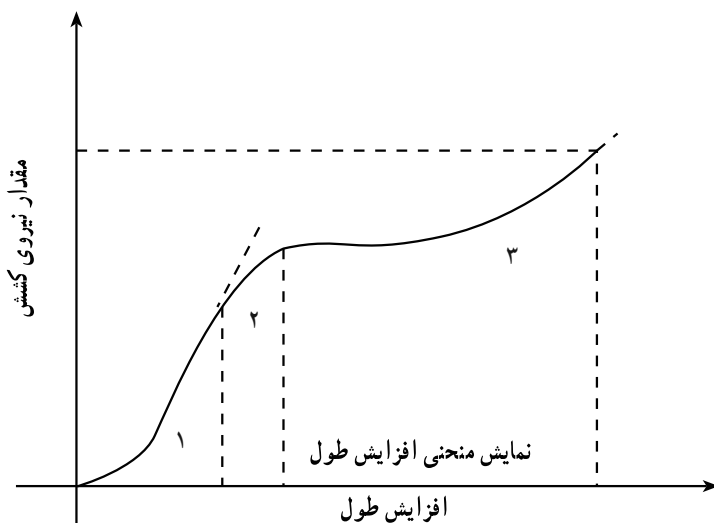
### مقاومت کششی الیاف: ضروری‌ترین

خاصیت الیاف که به‌عنوان ماده‌ی خام برای تهیه‌ی نخ و سپس در پارچه به‌کار می‌رود مقاومت آن است. پارچه‌ها برای مقاصد مختلف تهیه می‌شوند؛ به‌همین دلیل، باید با مشخصات ویژه و متناسب با نوع پارچه تهیه گردد. مقاومت مجموع دسته‌ی لیف همواره از مقاومت فرد الیافی که آن را می‌سازند، بیش‌تر است؛ بنابراین، ما همواره مقاومت واقعی لیف را در نظر می‌گیریم ولی در عمل منظور ما از کلمه‌ی مقاومت، مقاومت الیاف نخ یا

پارچه است که در جهت طولی و تا حد پارگی کشیده می‌شوند. **تناسبتی (مقاومت تا حد پارگی)**<sup>۱</sup>: مقاومت لیف را در حد پارگی برحسب گرم بر دنیر بیان می‌کند؛ یعنی، اگر نیرویی برابر ۱۰ گرم، یک فیلامنت با نمره‌ی ۴ دنیر را پاره کند، در این صورت تناسبتی آن برابر  $\frac{10}{4} = 2.5$  گرم بر دنیر خواهد بود. رقم حاصل نشان می‌دهد که فیلامنت یاد شده حداکثر می‌تواند این مقدار نیرو را تحمل کند.

### اثر کشش بر الیاف: از لحظه‌ای که لیف

تحت کشش قرار می‌گیرد و طول آن افزایش می‌یابد تا هنگامی که گسیخته می‌شود، به حالت‌های مختلفی درمی‌آید. حالت‌های مختلف یک لیف تحت کشش را می‌توان بر روی نمودار ۱-۱ نمایش داد.



نمودار ۱-۱- اثر کشش بر الیاف

لیف اضافه می‌شود. این قسمت، منطقه‌ی پلاستیک الیاف را تشکیل می‌دهد. در قسمت ۳ با افزایش نیرو، مولکول‌های تشکیل‌دهنده‌ی لیف در یک منطقه از هم جدا می‌شوند و دیگر طول لیف افزایش نمی‌یابد و در نتیجه، لیف پاره می‌شود.

### خاصیت ارتجاعی یا الاستیسیته: بیش‌تر

اجسام در اثر نیروی کششی، افزایش طول می‌دهند و بعد از

همان‌طور که در قسمت ۱ می‌بینید، با افزایش نیروی کشش طول لیف به‌مقدار کمی افزایش می‌یابد. در این قسمت اگر نیروی وارده حذف شود، لیف به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردد. این قسمت، الاستیسیته‌ی حقیقی لیف را تشکیل می‌دهد. در قسمت ۲، بعد از این که نیروی کشش از حدی تجاوز می‌کند، تمایل مولکول‌ها برای برگشت به اندازه‌ی اولیه از بین می‌رود و به‌طول

حذف نیروی کششی به طول اولیه برمی گردند. این خاصیت جسم - یعنی افزایش طول در اثر نیروی کششی و برگشت به طول اولیه با حذف نیرو - را خاصیت ارتجاعی یا الاستیسیته می گویند.

به طور کلی، این خاصیت در اکثر مواد طبیعی و مصنوعی وجود دارد؛ مثلاً کائوچوی طبیعی که یک جسم الاستیک است، تا ده برابر طول خود می تواند افزایش طول دهد و بعد از رها شدن به طور اولیه برگردد. خاصیت الاستیسیته در همه ی الیاف نساجی وجود دارد اما مقدار آن در الیاف مختلف، متفاوت است.

### بازگشت از حالت الاستیک: بازگشت

الاستیکی یکی از خواص مهم نخ و پارچه است؛ زیرا منسوجات در هر حالت، پس از رفع هر نوع کشش و فشار باید شکل خود را حفظ کنند. تغییر شکل نیافتن پارچه های نایلون، ابریشم و بسیاری از الیاف مصنوعی ناشی از بازگشت الاستیکی فوق العاده زیاد آن هاست. در حالی که این خاصیت در الیاف سلولزی خفیف است. برای مثال، پارچه های پنبه ای پس از مدتی حالت خود را از دست می دهند. بنابراین در لباس هایی که از این نوع پارچه تهیه می شوند، محل های مشخصی نظیر سر زانو و آرنج، به اصطلاح، جا می اندازد ولی در پارچه های تهیه شده از ابریشم، پشم و نایلون این عیب کم تر وجود دارد. به طور کلی، چنان چه یک نخ یا قسمتی از پارچه تحت کشش قرار گیرد، الیاف از دیاد طول پیدا می کنند ولی پس از مدتی که کشش رفع می شود، به حالت اولیه برمی گردند. این برگشت در سه مرحله انجام می گیرد. در مرحله اول، مقدار زیادی از افزایش طولی که در لیف به وجود آمده است، فوراً جبران می شود که آن را بازگشت آنی می نامند. در مرحله دوم، درصد کم تری از بازگشت در مدت طولانی تری انجام می گیرد که آن را بازگشت تاخیری می گویند. در مرحله سوم درصد بسیار کمی از افزایش طول باقی می ماند و هرگز جبران نمی شود که آن را نشست دائم می گویند.

### طول الیاف: می دانید که الیاف، واحدهای

سازنده ی نخ هستند. در عملیات ریسندگی با مکانیزم های مختلف، الیاف را از یک دیگر باز می کنند و به طور موازی کنار هم قرار می دهند. سپس با اعمال کشش و تابیدن الیاف به دور یک دیگر نخ تهیه می کنند. یکی از مهم ترین خواص نخ، استحکام و یک نواختی آن است؛ زیرا صرف نظر از این که نخ باید مراحل

مختلف بافندگی را طی کند، در استحکام پارچه سهم بسزایی دارد. از عوامل مؤثر در استحکام نخ، خواص سطحی لیف و طول الیاف آن است.

هرچه طول لیف بیش تر باشد، تماس سطحی آن با الیاف مجاور بیش تر می شود و الیاف در یک نخ بهتر درگیر می گردند. هراندازه الیاف نخ بیش تر درگیر باشند و بهتر به دور هم تاب بخورند، استحکام و یک نواختی نخ بیش تر می شود؛ بنابراین، طول الیاف در استحکام نخ و پارچه تأثیر فراوانی دارد.

### ظرافت الیاف: ظرافت الیاف نشان دهنده ی

میزان کلفتی و نازکی یا اندازه ی قطر آن هاست. قطر الیاف هر قدر کم تر و الیاف هرچه نازک تر باشند، ظرافت آن ها بیش تر است و برعکس. ظرافت الیاف در خواص نخ و پارچه اثر فراوانی دارد. نخ هایی که از الیاف ظریف تر تهیه می شوند، برای داشتن مقاومت معین به تاب کم تری نیاز دارند. هم چنین از الیاف ظریف تر نخ های ظریف تر (نازک تر) و یک نواخت تری می توان تهیه کرد.

پارچه های تهیه شده از الیاف ظریف تر، دارای لطافت بیش تر، سطح نرم تر و زبردست بهتری هستند. جلای پارچه های تهیه شده از الیاف ظریف تر بیش تر است.

### جذب رطوبت الیاف: بیش تر الیاف نساجی

هنگامی که در محیط مرطوب قرار می گیرند، مقداری رطوبت جذب می کنند. مقدار رطوبت جذب شده به عوامل متعدد از جمله نوع لیف و مقدار رطوبت محیط بستگی دارد. الیاف، متناسب با شرایط محیط، رطوبت جذب می کنند یا رطوبت از دست می دهند. در واقع، یک کالای نساجی در محیط خشک رطوبت را پس می دهد و یک پارچه ی خشک در محیط مرطوب رطوبت جذب می کند و این عمل آن قدر ادامه می یابد تا رطوبت پارچه در حد تعادل با محیط درآید. از آن پس، تا زمانی که محیط تغییر نکرده است، مقدار رطوبت ثابت می ماند.

بیش تر خصوصیات فیزیکی الیاف مانند: قطر، طول، خاصیت الاستیسیته، قدرت و خاصیت الکتریسیته در اثر جذب رطوبت توسط الیاف، تغییر می کند.

### تورم الیاف: هنگامی که الیاف در محیطی

مرطوب قرار می گیرند یا در آب غوطه ور می شوند، مولکول های آب از طریق نقاط آرایش نیافته (آمورف) یعنی نقاطی که در آن ها

الیاف معمولاً موجب افزایش طول تا حد پارگی الیاف نساجی می‌شود.

#### تأثیر حرارت بر الیاف نساجی: تمام الیاف

نساجی - اعم از طبیعی و مصنوعی - به نحوی تحت تأثیر حرارت واقع می‌شوند. برخی الیاف مانند پشم وقتی تحت حرارت مناسبی قرار می‌گیرند، بدون ذوب شدن شروع به تجزیه شدن می‌کنند و برخی دیگر مانند استات، ابتدا نرم و بعد ذوب و در نهایت، تجزیه می‌شوند. عکس‌العمل الیاف در برابر حرارت اهمیت بسیار دارد؛ برای مثال، منسوجات باید درجه‌های متفاوت حرارت نظیر حرارت خشک‌کن‌ها، اتو، پرس‌های داغ لباس‌شویی و ... را تحمل کنند؛ بدون آن که خسارت ببینند.

بیش‌تر الیاف مصنوعی، ترموپلاست<sup>۱</sup> هستند و هنگامی که تحت حرارت مناسبی قرار گیرند، نرم می‌شوند. درجه حرارتی که این الیاف در آن نرم می‌شوند، از نظر صنعت نساجی اهمیت بسیاری دارد.

مولکول‌ها به صورت نامنظم قرار دارند، به سرعت به داخل آن‌ها نفوذ می‌کنند. از آن‌جا که مولکول‌های الیاف بیش‌تر در جهت محور طولی آن قرار دارند، جذب رطوبت سبب افزایش قطر لیف می‌شود. مقدار تورم الیاف در جهت طول و قطر لیف یکسان نیست؛ هرچه آرایش مولکولی لیف بیش‌تر باشد، درصد تورم در قطر لیف کم‌تر می‌شود؛ مثلاً پنبه در اثر جذب رطوبت، ۱۴ درصد در جهت قطر و ۱/۲ درصد در جهت طول افزایش می‌یابد. ولی نایلون که آرایش مولکولی آن از پنبه بیش‌تر است، ۵ درصد در جهت قطر و ۱/۲ درصد در جهت طول افزایش می‌یابد.

#### افزایش طول تا حد پارگی الیاف نساجی:

الیاف نساجی وقتی تحت تأثیر نیروی کششی قرار می‌گیرند، افزایش طول می‌دهند. به افزایش طولی که باعث پارگی لیف می‌شود، افزایش طول تا حد پارگی می‌گویند. مقدار افزایش طول تا حد پارگی الیاف مختلف با یک‌دیگر متفاوت است. جذب رطوبت

---

۱- موادی را که در اثر حرارت نرم می‌شوند، ترموپلاست می‌نامند.



- ۱- جدول طبقه بندی الیاف را رسم کنید.
- ۲- طرز طبقه بندی الیاف طبیعی را شرح دهید.
- ۳- از نظر کلی، طبقه بندی الیاف چگونه است؟
- ۴- الیاف گیاهی برحسب این که از کدام قسمت گیاه تهیه شده اند، به چند دسته تقسیم می شوند؟
- ۵- تفاوت الیاف طبیعی و مصنوعی چیست؟
- ۶- چگونگی تشکیل ساختمان الیاف را توضیح دهید.
- ۷- نحوه ی قرارگرفتن مولکول ها در یک لیف چگونه است؟
- ۸- چرا مقاومت الیاف کتان از الیاف پنبه بیش تر است؟
- ۹- آرایش یافتگی مولکول های الیاف را تعریف کنید.
- ۱۰- اثر آرایش یافتگی مولکول ها را در الیاف توضیح دهید.
- ۱۱- اثر ساختمان ظاهری الیاف، برخواص پارچه و نخ چیست؟
- ۱۲- اهمیت استحکام الیاف را بیان کنید.
- ۱۳- منحنی حالت های مختلف یک لیف تحت کشش را رسم کنید و شرح دهید.
- ۱۴- خاصیت ارتجاعی یا الاستیسیته را تعریف کنید.
- ۱۵- مراحل بازگشت یک لیف را پس از رهایی از کشش، توضیح دهید.
- ۱۶- مهم ترین عوامل مؤثر بر استحکام نخ را نام ببرید.
- ۱۷- ظرافت الیاف را تعریف کنید و آثار آن را توضیح دهید.
- ۱۸- اثر جذب آب در الیاف را بیان کنید.
- ۱۹- رطوبت چه تأثیراتی بر الیاف نساجی می گذارد؟ نام ببرید.
- ۲۰- اثر حرارت را بر الیاف توضیح دهید.

### الیاف گیاهی (سلولزی)

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- تقسیم‌بندی الیاف گیاهی را بیان کند.
- ۲- تاریخچه‌ی الیاف پنبه‌ای را شرح دهد.
- ۳- شرایط کشت و طرز تهیه‌ی پنبه را توضیح دهد.
- ۴- ماشین جین‌اره‌ای را با رسم شکل توضیح دهد.
- ۵- خصوصیات الیاف پنبه را از نظر فیزیکی و شیمیایی شرح دهد.
- ۶- طبقه‌بندی الیاف پنبه‌ای را از نظر استاندارد توضیح دهد.
- ۷- موارد استفاده‌ی الیاف طبیعی را توضیح دهد.
- ۸- مناطق کشت کتان را نام ببرد.
- ۹- طرز تهیه‌ی کتان را توضیح دهد.
- ۱۰- ساختمان ساقه‌ی کتان را با رسم شکل شرح دهد.
- ۱۱- خصوصیات الیاف کتان را از نظر فیزیکی و شیمیایی توضیح دهد.
- ۱۲- موارد استفاده‌ی الیاف کتان را بیان کند.
- ۱۳- الیاف چتایی، رامی، کنف و سیسال را توضیح دهد.

۲- الیاف دسته‌ای: الیافی هستند که به صورت دسته‌ای در ساقه یا برگ برخی از گیاهان یافت می‌شوند. کتان، چتایی، رامی، همپ و کنف الیاف دسته‌ای هستند که از ساقه‌ی برخی گیاهان به دست می‌آیند. سیسال، الیاف دسته‌ای است که از برگ گیاه مخصوصی تهیه می‌شود.

سلولز ماده‌ی اولیه‌ی الیاف گیاهی است. این دسته از الیاف به صورت لیف و کرک در قسمت‌های مختلف گیاه یافت می‌شوند. الیاف گیاهی را برحسب این که از کدام قسمت گیاه و به چه صورت به دست می‌آیند، به دو گروه تقسیم می‌کنند.

۱- الیاف جدا: الیافی هستند که به صورت کرک روی دانه یا میوه‌ی گیاه می‌رویند؛ مانند پنبه و نارگیل که پنبه الیاف دانه‌ای و نارگیل الیاف میوه‌ای است.

## الیاف پنبه

تاریخچه: یکی از مهم‌ترین الیاف گیاهی، پنبه است. در حال حاضر، مهم‌ترین بخش از صنایع نساجی، به بافت پارچه‌های پنبه‌ای اختصاص دارد. مصرف پنبه به عنوان الیاف در نساجی، به صدها سال قبل از میلاد مسیح برمی‌گردد. پارچه‌های پنبه‌ای برای اولین بار به وسیله‌ی مصریان قدیم و چینی‌ها بافته شده است. در هندوستان نمونه‌هایی از پارچه‌ی پنبه‌ای پیدا شده که مربوط به قرن‌ها قبل از میلاد مسیح است. از مدارک موجود چنین برمی‌آید که استفاده از پنبه در مصر از ۱۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح رایج بوده است. پنبه از مشرق زمین به اروپا برده شد و کشت آن در قرن چهاردهم میلادی در اسپانیا و ایتالیا و در قرن شانزدهم، در انگلستان و فرانسه متداول گردید. این محصول از زمان‌های قدیم در ایران کشت می‌شده و ایران جزو کشورهای تولیدکننده‌ی پنبه است.

به طور دقیق مشخص نیست که برای اولین بار کدام کشور طرز تهیه‌ی نخ از الیاف پنبه را ابداع کرد ولی آنچه مسلم است، هندوستان در صنعت ریسندگی و بافندگی پیشرو بوده و تقریباً ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد در این کشور پارچه‌های ظریف با کیفیت خوب، تهیه می‌شده است. کارگران هندی که به تدریج در ریسندگی و بافندگی پنبه مهارت بیشتری کسب کرده بودند، توانستند پارچه‌های متنوع سبک و سنگین بیافند. پارچه‌هایی که در آن زمان در مراسم رسمی سلطنتی مورداستفاده قرار می‌گرفت، بیش‌تر از نخ‌های پنبه‌ای دست‌ریس تهیه می‌شد.

در قرن هفدهم، شرکت‌های بزرگ تجاری انگلیسی، هلندی و فرانسوی شروع به وارد کردن منسوجات پنبه‌ای از هندوستان کردند. صنعت نساجی انگلستان در حال پیشرفت بود و هزاران کارگر پروتستان که به علت وقوع جنگ‌های مذهبی به کشور هند کوچ کرده بودند، هنر ریسندگی و بافندگی منسوجات پنبه‌ای را با خود به کشور انگلستان بردند. از این رو، در پایان قرن هفدهم و اوایل قرن هجدهم، انگلستان به صورت یک کشور صادرکننده‌ی منسوجات درآمد.

با لغو قانون منع فروش منسوجات پنبه‌ای در سال ۱۷۳۶ در انگلستان، صنعت نساجی در این کشور به صورت یک صنعت ملی درآمد و شهر منچستر در قرن هجدهم به مرکز پنبه‌ی دنیا

## تبدیل شد.

در نیمه‌ی دوم قرن هیجدهم، انقلاب صنعتی در انگلستان باعث پیشرفت هرچه بیشتر صنعت نساجی شد. در این زمان، انگلستان پنبه‌ی مورد نیاز خود را از کشورهای آمریکای مرکزی، هندوستان و برزیل وارد می‌کرد.

کشت پنبه که در ویرجینیای آمریکا به علت مشکلات جدا کردن الیاف پنبه از دانه متروک مانده بود، از سال ۱۷۹۳ به دنبال اختراع ماشین جین از سرگرفته شد و آمریکا از سال ۱۸۱۱ به یکی از کشورهای صادرکننده‌ی پنبه به انگلستان تبدیل گردید. در این زمان، منچستر از تولیدکنندگان بی‌رقیب منسوجات پنبه‌ای بود و این موقعیت را تا قبل از جنگ جهانی اول حفظ کرد.

با پایان گرفتن جنگ جهانی اول، صنعت نساجی در دیگر کشورهای جهان پیشرفت قابل ملاحظه‌ای کرد؛ از این رو منچستر موقعیت خود را در دنیای منسوجات پنبه‌ای از دست داد. با پیدایش الیاف بازیافته و مصنوعی که روز به روز بر تولید آن‌ها افزوده می‌شد، بازار منسوجات پنبه‌ای تا حدودی از رونق افتاد. در حال حاضر، پنبه حدود ۴۵ تا ۵۰ درصد از بازار منسوجات جهان را به خود اختصاص داده است؛ در حالی که این رقم در سال ۱۹۶۶ به ۶۶ درصد می‌رسید.

در ایران نیز کشت پنبه رایج است و به طور کلی دو نوع پنبه در ایران کشت می‌شود: نژادهای بومی و نژادهای خارجی.

۱- نژادهای بومی ایران را در واقع همان گروه‌های پنبه‌ی آسیایی تشکیل می‌دهند. در سال‌های اخیر، مراکز تحقیقاتی کشت پنبه اقدامات وسیعی را برای بهبود کشت پنبه در ایران به عمل آورده و نژادهای مختلفی را اصلاح کرده‌اند که فعلاً یک نوع از آن‌ها به نام پنبه‌ی بومی به دنبال آزمایش‌های لازم کاشته شده است. مشخصات این نوع پنبه به قرار زیر است:

ارتفاع بوته‌های آن ۱/۶-۱ متر و غوزه‌های آن نسبتاً گرد کوچک و طول الیافش حدود ۲۰-۱۸ میلی‌متر است. این نژاد در مازندران، خراسان، کرمان، اصفهان و یزد کشت می‌شود.

۲- نژادهای مرغوب خارجی از سی سال قبل در ایران کشت می‌شوند و نتایج رضایت‌بخشی داشته‌اند. یکی از مهم‌ترین آن‌ها نژاد آپلند است. پنبه‌ی منسوب به این نژاد را از سال‌های قبل، از کشورهای آمریکا و روسیه و آفریقا به ایران آورده و

در نقاط مختلف کشور نظیر خراسان، کرمان و فارس کاشته‌اند.

### شرایط کشت و طرز تهیه پنبه

پنبه در مناطق گرم و مرطوب کشت می‌شود و به صورت بوته می‌روید. ارتفاع بوته‌ی آن ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر است و مدت ۶ تا ۷ ماه به هوای گرم و مرطوب نیاز دارد. محل کشت پنبه، بر کیفیت آن تأثیر زیادی دارد؛ از این رو، در دنیا انواع پنبه با کیفیت‌های متفاوت از نظر طول، قطر و رنگ به دست می‌آید. برای مثال، پنبه‌ی مصری بسیار شفاف است، طول الیاف آن به طور متوسط به ۳ تا ۵ سانتی‌متر می‌رسد و رنگ آن از کرم روشن تا قهوه‌ای روشن متغیر است. اما پنبه‌ی هندی، الیاف کوتاه‌تری دارد که طول آن‌ها از ۲/۵ سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند و رنگ آن‌ها خاکستری یا قهوه‌ای است.

تخم پنبه را قبل از کاشتن، خوب می‌خیسانند و در بهار می‌کارند. گل‌های پنبه پس از ۵۶ تا ۷۷ روز در دو طرف شاخه ظاهر می‌شوند (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱- گل پنبه

رنگ این گل‌ها برحسب نوع بذر آن‌ها، سفید، زرد یا صورتی است. نیمی از گل‌ها پس از مدتی به میوه یا غوزه‌ی قابل مصرف تبدیل می‌شوند.

هر غوزه‌ی پنبه از ۳۰ تا ۴۰ تخم قهوه‌ای رنگ، تشکیل شده که اطراف آن را الیاف یا کرک‌های پنبه پوشانده است.

وزن کرک‌های پنبه تقریباً  $\frac{1}{3}$  وزن غوزه است. غوزه‌ها

معمولاً پس از ۴۵ تا ۶۰ روز بعد از گل دادن باز می‌شوند و پس از رسیدن و خشک شدن، پنبه از آن‌ها خارج می‌گردد (شکل ۲-۲).



شکل ۲-۲- غوزه‌ی باز شده

در این مرحله، پنبه رسیده است و باید برداشت آن را آغاز کرد. از آن‌جا که معمولاً همه‌ی غوزه‌ها در یک زمان نمی‌رسند، عمل برداشت چندین بار تکرار می‌شود. بهترین زمان برداشت پنبه، قبل از فصل بارندگی است. باران برای غوزه‌های باز شده بسیار مضر است و رنگ الیاف را تغییر می‌دهد. رطوبت برگ‌ها اغلب باعث به وجود آمدن لکه‌های زرد یا قهوه‌ای رنگ روی الیاف می‌شود.

عمل برداشت ممکن است با دست یا به وسیله‌ی ماشین‌های مخصوص انجام گیرد. برداشت پنبه با دست پرخرج‌تر و زمان آن طولانی‌تر است اما پنبه‌ای که با دست برداشت می‌شود به مراتب بهتر و تمیزتر از پنبه‌ی برداشت شده با ماشین است.

برداشت مکانیکی، نیروی کارگری را دو تا سه برابر کاهش می‌دهد و کار پنبه‌چینی را آسان می‌کند. این‌گونه برداشت در دو مرحله انجام می‌گیرد. مرحله‌ی اول هنگامی آغاز می‌شود که دست کم ۶۰ درصد غوزه‌ها باز شده باشند. مرحله‌ی دوم، پس از مرحله‌ی اول انجام می‌گیرد.

قبل از برداشت با ماشین، گیاهان پنبه را با محلول‌های

پس از برداشت محصول، تخم‌ها به وسیله‌ی ماشینی به نام جین از پنبه جدا می‌شوند. این عمل را جینینگ<sup>۱</sup> می‌گویند. ماشین جین بر دو نوع است: اره‌ای و تیغه‌ای. ماشین جین اره‌ای بیش‌تر برای الیاف کوتاه و ماشین جین تیغه‌ای برای الیاف بلند به کار گرفته می‌شود.

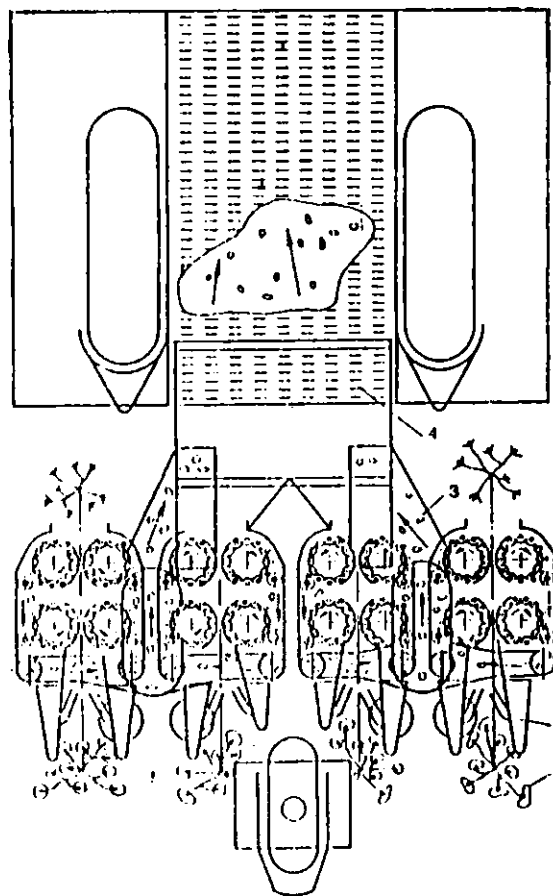
### ماشین جین اره‌ای

ماشین جین اره‌ای دارای ۶۰ تا ۸۰ اره است. هر اره ۱۲ اینچ قطر و ۲۶۴ تا ۲۸۶ دندانه دارد و روی میله‌ای افقی سوار شده است. تعداد و قطر اره‌های جین قدیمی کم‌تر از اره‌های امروزی است.

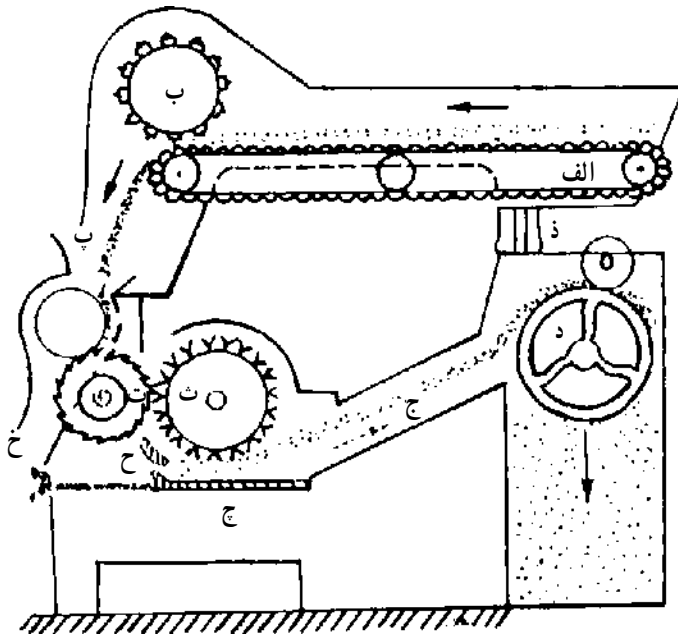
### طرز کار ماشین جین اره‌ای (شکل ۴-۲)

پنبه به وسیله‌ی صفحه‌ای متحرک خوراک دهنده‌ی الف قدری به جلو رانده می‌شود تا با استوانه‌ی خاردار ب تماس پیدا کند. در اثر حرکت این استوانه، پنبه از حالت اولی خود خارج و به صورت لایه‌نازکی از راه پ به طرف اره‌های ت هدایت می‌شود. این اره‌ها پنبه‌را از تخم پنبه جدا می‌کنند و به وسیله‌ی استوانه چرمی ت و با کمک جریان هوا آن را از لوله‌ی ج عبور می‌دهند و به مخزن تمیز کننده‌ی ج راهنمایی می‌کنند. پس از این که پنبه تمیز شد، در داخل مخزن جمع می‌شود. مزیت جین اره‌ای محصول زیاد آن است که به ۴۰۰ پاوند در ساعت هم می‌رسد. الیاف جدا شده به وسیله‌ی ماشینی بسته‌بندی می‌شود و به صورت عدل پنبه درمی‌آید و برای تهیه‌ی نخ، به کارخانه‌های ریسندگی فرستاده می‌شود. تخم‌های جدا شده نیز به کارخانه‌های روغن کشی حمل می‌گردند. از تخم‌های پنبه، روغن خوراکی و نوعی روغن پست‌تر- که مصارف صنعتی دارد- گرفته می‌شود. مهم‌ترین کشورهای تولید کننده‌ی پنبه در دنیا عبارت‌اند از: ایالات متحده‌ی آمریکا، مصر، سودان، آمریکای جنوبی، آفریقا، هند، چین و ایران.

شیمیایی مانند کلرات منیزیم یا سیانید کلسیم سم‌پاشی می‌کنند. در نتیجه‌ی این کار، برگ‌ها به آرامی خشک می‌شوند و می‌افتند. سم‌پاشی ۱۰ تا ۱۲ روز قبل از برداشت انجام می‌گیرد. عمل بی‌برگ کردن، مقدار وش پنبه را پیش از سرمازدگی افزایش می‌دهد و از لکه‌گذاری روی پنبه نیز جلوگیری می‌کند. در برداشت مکانیکی از دو نوع ماشین دوکی عمودی و افقی استفاده می‌شود. این ماشین‌ها دو ردیفی یا چهارردیفی هستند. ماشین‌های دوردیفی، وش پنبه را از دو ردیف و ماشین‌های چهار ردیفی آن را از چهار ردیف جمع‌آوری می‌کنند. عمل برداشت با ماشین به این شکل انجام می‌گیرد. ماشین به غوزه نزدیک می‌شود و دوک‌هایی که به سرعت در حال گردش‌اند؛ پنبه را با تخم در اطراف خود می‌پیچانند و آن را از غوزه جدا می‌کنند. این پنبه که با تخم همراه است، از دوک‌ها گرفته می‌شود و از مسیر جریان هوا به مخزن ماشین وارد می‌گردد (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲- ماشین پنبه چینی



- الف - صفحه خوراک دهنده
- ب - غلتک خاردار
- پ - محفظه پنبه
- ت - ااره
- ث - استوانه چرمی
- ج - لوله عبور دهنده پنبه به طرف مخزن
- ح، ح - میله‌های اجاقی
- خ - محل عبور تخم پنبه
- د - استوانه‌ی تصفیه کننده
- ذ - غلتک تصفیه کننده

شکل ۴-۲- جین اره‌ای

## خصوصیات الیاف پنبه

### خواص فیزیکی

ب - لایه‌ی میانی که بعد از پوسته‌ی خارجی قرار دارد و جنس آن از سلولز است و بدنه‌ی لیف را تشکیل می‌دهد. لایه‌های سلولزی مانند حلقه‌های گرد، روی یک‌دیگر قرار دارند و رشد هر حلقه ۲۰ تا ۳۰ روز به طول می‌انجامد.

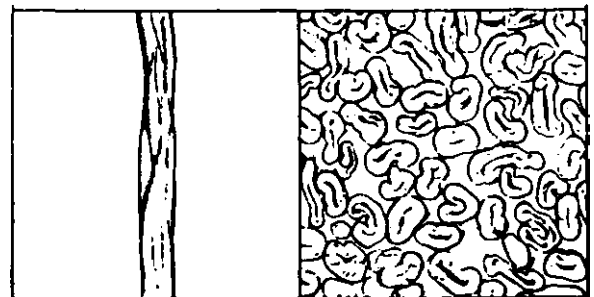
پ - مجرای مرکزی (لومن)؛ این قسمت از سایر قسمت‌ها کمی سخت‌تر است و در داخل آن یک محفظه‌ی خالی وجود دارد که مثل تونل در داخل و امتداد لیف قرار گرفته است. وقتی که پنبه به‌طور کامل می‌رسد، مایعی که در داخل لومن خشک می‌شود و دیواره‌ی لومن فرو می‌ریزد. فروریختگی دیواره‌ی لومن، باعث پیچیدگی یا تاب در لیف پنبه می‌شود.

**طول الیاف:** مرغوبیت الیاف پنبه به طول آن‌ها بستگی دارد. الیاف بلندتر دارای استحکام و یک‌نواختی بیش‌تری هستند و در ریسندگی و تهیه‌ی نخ اثر بسزایی دارند.

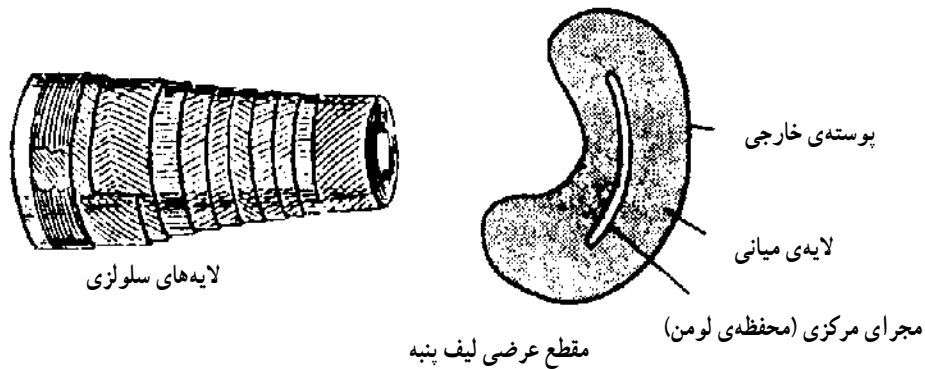
طول الیاف بلند پنبه به ۶ سانتی‌متر هم می‌رسد. طبقه‌بندی الیاف پنبه را برحسب طول لیف آن انجام می‌دهند.

الیاف کوتاه	۱ تا ۲ سانتی‌متر
الیاف متوسط	۲ تا ۴ سانتی‌متر
الیاف بلند	۴ تا ۶ سانتی‌متر

ساختمان الیاف پنبه: پنبه برعکس دیگر الیاف یک لیف تک‌سلولی است و یک سلول بلند دارد. لیف پنبه در زیر میکروسکوپ تابدار و سطح خارجی آن زبر است. شکل مقطع عرضی پنبه به درجه‌ی رسیدگی آن بستگی دارد. مقطع عرضی پنبه کاملاً رسیده و تقریباً لوبیایی شکل است؛ در صورتی که مقطع عرضی پنبه‌ی نارس به شکل U و دیواره‌ی سلول آن نازک‌تر است. مقطع عرضی الیاف پنبه از سه قسمت تشکیل شده است: الف - پوسته‌ی خارجی که روی آن از ماده‌ای مومی شکل پوشیده شده است. این ماده مانند غلاف از لیف حفاظت می‌کند.



شکل ۵-۲- نمای طولی و مقطع عرضی الیاف پنبه



شکل ۶-۲

اهداف مخلوط کردن پنبه قبل از ریسندگی، ایجاد یک نواختی در رنگ الیاف است.

**استحکام الیاف:** الیاف پنبه از استحکام نسبتاً خوبی برخوردارند و این استحکام در حالت مرطوب ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش می‌یابد.

استحکام نخ تهیه شده از پنبه، به طول و قطر الیاف تشکیل دهنده‌ی آن نخ بستگی دارد. هرچه الیاف بلندتر باشند پیچیدگی در آن‌ها بیش تر است. این ویژگی باعث می‌شود که الیاف در عملیات ریسندگی خوب درگیر شوند و بهتر تاب بخورند. از طرفی، هرچه الیاف ظریف‌تر باشند، تعداد بیش‌تری از آن‌ها در تهیه‌ی یک نخ با نمره‌ی معین، مورد استفاده قرار می‌گیرند و به این ترتیب، نخ استحکام بیش‌تری پیدا می‌کند.

**خاصیت ارتجاعی الیاف (الاستیسیته):** الیاف پنبه خاصیت ارتجاعی چندانی ندارند. این گونه الیاف اگر تحت نیروی کشش قرار گیرند، به آسانی نمی‌توانند به طول اولیه‌ی خود برگردند. **پیچیدگی و تاب در الیاف:** الیاف پنبه در امتداد طولی، به دفعات پیچیدگی، یا تاب خوردگی دارند و تعداد این پیچیدگی‌ها در هر اینچ ۲۰۰ تا ۴۰۰ است. تاب‌های طبیعی الیاف پنبه در استحکام نخ تأثیر زیادی دارد.

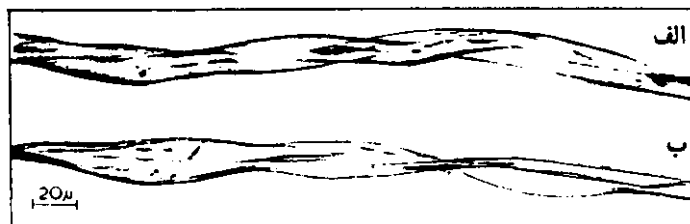
الیاف پنبه هرچه از نظر طول یک نواخت‌تر باشند، با ارزش‌ترند. برای تعیین طول الیاف، طول متوسط را در نظر می‌گیرند. **قطر الیاف:** قطر الیاف پنبه به طول آن‌ها بستگی دارد در واقع، الیاف بلندتر ظریف‌تر نیز هستند. درجه‌ی رسیدگی پنبه در ظرافت آن مؤثر است. قطر پنبه تقریباً بین  $\frac{1}{35}$  تا  $\frac{1}{45}$  میلی‌متر متغیر است.

**رنگ الیاف:** پنبه‌ی مرغوب معمولاً به رنگ سفید یا کرم روشن است، اما به رنگ‌های کرم، زرد و قهوه‌ای نیز در طبیعت یافت می‌شود. به‌طور کلی، رنگ الیاف پنبه به آب و هوای محل و هم‌چنین خاک و نوع بذر بستگی دارد. در صورتی که الیاف پنبه در مناطق خشک به‌عمل آید، به‌رنگ سفید خواهد بود؛ مگر این‌که به علت وجود گرد و خاک تا اندازه‌ای به رنگ خاکستری درآید که در این صورت، پس از عملیات پاک کردن سفید می‌شود. چنان‌چه به الیاف پنبه باران برسد، به رنگ آبی روشن درمی‌آید.

یخ‌بندان و سرما باعث می‌شود که لکه‌های زرد رنگ روی الیاف پنبه ظاهر شود. هر اندازه رنگ طبیعی الیاف پنبه سفیدتر و یک نواخت‌تر باشد، ارزش آن بیش‌تر است. از این‌رو، یکی از

الف - نمای طولی یک لیف رسیده

ب - نمای طولی یک لیف نارس



شکل ۷-۲

تعداد پیچیدگی‌ها در الیافی که کاملاً نرسیده‌اند، کم‌تر و در الیاف نارس بسیار ناچیز است.

محفظه‌ی لومن که در امتداد طولی لیف قرار دارد، در خاصیت پیچیدگی الیاف مؤثر است. لومن در قسمت نوک الیاف وجود ندارد و به‌همین دلیل، در این قسمت پیچیدگی دیده نمی‌شود.

**درصد رسیدگی الیاف:** الیاف پنبه‌ی نارس، شفاف‌اند و ظاهری براق دارند. الیاف نارس را در میان الیاف به‌آسانی با چشم می‌توان تشخیص داد. الیاف نارس مقاومت کم‌تری دارند و تاب خوردگی در آن‌ها بسیار کم است. الیاف نارس به اندازه‌ی الیاف رسیده رطوبت جذب نمی‌کنند؛ بنابراین، در رنگرزی نیز به‌خوبی قادر به جذب رنگ نیستند.

**اثر رطوبت بر الیاف:** سلولز موجود در الیاف پنبه در شرایط استاندارد (رطوبت نسبی ۶۰٪ و ۲۰ C) می‌تواند ۷ تا ۸ درصد وزن خود آب جذب کند. استحکام الیاف پنبه پس از جذب آب، ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش می‌یابد.

الیاف پنبه در حالت خیس متورم می‌شوند و قطر و طول آن‌ها افزایش می‌یابد ولی پس از خشک شدن دوباره به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردند.

**افزایش طول تا حد پارگی:** وقتی به الیاف نساجی نیروی کششی وارد می‌شود، الیاف ابتدا افزایش طول می‌دهند و سپس پاره می‌شوند. به مقدار افزایش طول الیاف که تا قبل از پارگی اثر نیروی کششی ایجاد می‌شود، افزایش طول تا حد پارگی می‌گویند. افزایش طول تا حد پارگی الیاف پنبه در شرایط استاندارد (۶۰ درصد رطوبت نسبی و ۲۰ C) ۱۰-۸ درصد است که در صورت رطوبت از این میزان هم بیش‌تر می‌شود.

**اثر حرارت بر الیاف:** الیاف پنبه در مقابل حرارت مقاومت خوبی دارند. پنبه پس از این‌که چندین ساعت در حرارت ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار می‌گیرد، شروع به زرد شدن می‌کند و اگر برای مدتی طولانی در حرارت ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گیرد، تجزیه می‌شود. پنبه در حرارت ۲۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد،

بعد از چند دقیقه به کلی از بین می‌رود.

**اثر نور خورشید بر الیاف:** الیاف پنبه وقتی که برای مدتی در معرض نور خورشید قرار بگیرند، به تدریج زرد رنگ می‌شوند و استحکامشان کاهش می‌یابد. و اگر این مدت زمان طولانی شود، الیاف پنبه می‌پوسند و از بین می‌روند.

## خواص شیمیایی

**ساختمان شیمیایی الیاف:** با تجزیه‌ی شیمیایی پنبه درمی‌یابیم که این الیاف از ۹۰ تا ۹۴ درصد سلولز و ۴ تا ۶ درصد رطوبت و سایر ناخالصی‌های طبیعی مثل موم، چربی، مواد رنگین و مواد معدنی (سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) تشکیل شده است.

فرمول شیمیایی سلولز ساده است و از سه عنصر کربن، تیدروژن و اکسیژن به نسبت  $(C_6H_{10}O_5)$  تشکیل می‌شود؛ یعنی، هر مولکول سلولز دارای ۶ اتم کربن، ۱۰ اتم تیدروژن و ۵ اتم اکسیژن است.

**اثر اسیدها:** پنبه در مقابل اسیدهای گرم و رقیق یا اسیدهای سرد و غلیظ، مقاومت ندارد و از بین می‌رود. اسیدهای سرد و رقیق اثر چندانی بر الیاف پنبه ندارند.

در مواقع لزوم، برای رنگرزی پنبه از اسیدهای آلی استفاده می‌کنند؛ زیرا این اسیدها اثر چندانی بر پنبه ندارند.

**اثر مواد قلیایی:** الیاف پنبه در مقابل مواد قلیایی، مقاومت خوبی از خود نشان می‌دهند. این الیاف در تماس با قلیایی‌ها - از جمله سود سوزآور - متورم می‌شوند و سطح خارجی آن‌ها شفاف و براق می‌گردد؛ مجرای مرکزی لیف از بین می‌رود، پنبه به شکل استوانه درمی‌آید، سطح مقطع آن گرد می‌شود و قدرت جذب رنگ آن نسبت به مواد رنگی افزایش پیدا می‌کند. این آزمایش برای نخستین بار، توسط «جان مرسر» فرانسوی انجام گرفت و به‌همین دلیل، این عمل در صنعت نساجی، به مرسریاسیون معروف است.





مقطع عرضی الیاف مرسیزه نشده



مقطع عرضی الیاف مرسیزه شده

شکل ۸-۲

تهیه‌ی نخ‌های پنبه‌ای، یک نواخت بودن طول، قطر و رنگ از موارد اصلی و ضروری است و چون کارخانه‌های ریسندگی طالب پنبه‌ی یک نواخت و با خصوصیات مشخص‌اند، لازم است پنبه در مزرعه و طی مراحل کشت، طوری درجه‌بندی شود که محصول آن یک نواخت باشد.

در قدیم، مرغوبیت الیاف پنبه برحسب تژاد و عمل کشت درجه‌بندی می‌شد. از آن‌جا که این عمل دقت کافی نداشت، بعدها پنبه را برحسب طول الیاف (الیاف بلند، الیاف متوسط و الیاف کوتاه) درجه‌بندی کردند و سایر عوامل مانند رنگ و مقدار ناخالصی‌ها را در درجه‌بندی مورد توجه قرار دادند.

امروزه، درجه‌بندی الیاف پنبه طبق استانداردهای بین‌المللی انجام می‌گیرد؛ الیاف پنبه از نظر طول، قطر، رنگ و مقدار ناخالصی به درجات مختلف تقسیم می‌شوند. این درجه‌بندی با توجه به برجستگی که روی عدل‌های پنبه وجود دارد، مشخص می‌گردد. بدین وسیله، کار خرید و فروش پنبه آسان‌تر می‌شود و خریدار، پنبه را طبق استانداردهای معین خریداری می‌کند.

**موارد استفاده‌ی الیاف پنبه:** از آن‌جا که

پنبه رطوبت را به خوبی جذب و حرارت را به آسانی منتقل می‌کند، برای تهیه‌ی لباس‌های تابستانی به خصوص لباس‌های زیر و همچنین پارچه‌هایی که می‌بایست آب را به سرعت جذب کنند - از قبیل پارچه‌های حوله‌ای، دستمال و... - بسیار مناسب است و مصرف فراوانی دارد. پارچه‌های تهیه شده از پنبه نرمی خاصی دارند؛ زیرا الیاف پنبه رطوبت را به خوبی جذب می‌کنند.

**اثر مواد اکسیدکننده:** مواد اکسیدکننده‌ی رقیق، بر الیاف پنبه اثر چندانی ندارند. به همین علت، برای سفید کردن پارچه‌های نخی از آن‌ها استفاده می‌شود.

آب ژاول و آب اکسیژنه محلول‌های اکسیدکننده‌ای هستند که برای سفید کردن پارچه‌های پنبه‌ای به کار می‌روند. الیاف پنبه اگر برای مدت بیش‌تری در محلول اکسیدکننده بمانند، بیش‌تر سفید می‌شوند ولی مقاومتشان کاهش می‌یابد.

**درجه‌بندی الیاف پنبه:** درجه‌بندی الیاف

پنبه، یکی از اعمال مهمی است که در نساجی صورت می‌گیرد. درجه‌بندی الیاف بیش‌تر برای تعیین کیفیت و ارزش کاربرد آن‌ها در ریسندگی و بافندگی است. از زمانی که ماشین‌های ریسندگی برای تبدیل الیاف به نخ اختراع شد و پیشرفت کرد، لزوم یک نواختی الیاف و هماهنگ بودن آن‌ها اهمیت درجه‌بندی الیاف را آشکارتر کرد.

برای تهیه‌ی نخ‌های ضخیم، اگر طول متوسط الیاف زیاد نباشد، اشکال زیادی پیش نمی‌آید؛ زیرا وجود تعداد زیادی الیاف در مقطع عرضی نخ، تا اندازه‌ای کوتاهی طول متوسط آن را جبران می‌کند و به نخ استحکام کافی می‌دهد ولی برای تهیه‌ی نخ‌های ظریف، الیاف کوتاه چندان قابل استفاده نیستند. درحالی که از الیاف بلند برای تهیه‌ی هر دو نوع نخ - یعنی هم نخ‌های ضخیم و هم نخ‌های نازک - می‌توان استفاده کرد. با توجه به این موضوع، ارزش و مرغوبیت الیاف بلند نسبت به الیاف کوتاه کاملاً مشخص می‌شود و درجه‌بندی الیاف از نظر طول ضرورت می‌یابد. برای

## طرز تهیه‌ی کتان

الیاف کتان، از ساقه‌ی گیاه یک‌ساله‌ی کتان گرفته می‌شود. این گیاه یک ساقه‌ی اصلی دارد. گل و تخم گیاه کتان روی ساقه‌های قوی که در بالای ساقه‌ی اصلی انشعاب پیدا کرده‌اند، می‌روید. هرچه انشعاب ساقه‌های فرعی در بالاتر از ساقه‌ی اصلی قرار گیرد، نژاد کتان مرغوب‌تر است. برای استفاده از الیاف کتان، باید گیاه را قبل از این که تخم آن برسد، برداشت کرد. زمان برداشت محصول در کیفیت الیاف بسیار مؤثر است. اگر محصول زودتر از موعد مقرر برداشت شود، الیاف آن بسیار ظریف و فاقد استحکام کافی است و اگر دیرتر از موعد برداشت شود، الیاف ضخیم، زبر و شکننده خواهند بود.

ساقه‌های کتان را بعد از برداشت، به طرز خاصی روی هم قرار می‌دهند تا هوا به خوبی به داخل آن‌ها برود و آن‌ها را خشک کند. پس از خشک شدن، ساقه‌ها را با چوب یا وسایل مکانیکی دیگر می‌زنند تا برگ، میوه و دانه از آن‌ها جدا شود. سپس آن‌ها را در آب جاری یا راکد قرار می‌دهند تا مواد زاید و ماده چسبنده‌ی پکتیک از بین برود. این عمل را در اصطلاح ریتینگ می‌گویند. در صورتی که عمل ریتینگ در حوضچه‌ها انجام شود، درجه‌ی آب باید بین ۲۷ تا ۳۲ درجه و در طول عملیات، ثابت باشد.



شکل ۹-۲- گیاه کتان

پارچه‌های تهیه شده از مخلوط الیاف پنبه و پلی‌استر، به مقدار زیادی در پارچه‌های پیراهنی مردانه، لباس‌های زنانه، بچگانه و پارچه‌های ملافه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از دلایل این که الیاف پنبه را با پلی‌استر مخلوط می‌کنند، این است که پنبه خاصیت چروک‌پذیری دارد (به علت ضعیف بودن خاصیت ارتجاعی آن) و در صورت مخلوط شدن با پلی‌استر، این نقص آن تقریباً برطرف می‌گردد و هم‌چنین استحکام و دوام پارچه بیش‌تر و قیمت آن ارزان‌تر می‌شود.

الیاف پنبه در صورت جذب رطوبت، استحکام بیش‌تری پیدا می‌کنند. به همین دلیل، از طناب‌های ضخیم پنبه‌ای در کشتی‌رانی استفاده می‌شود.

## الیاف کتان (Flax)

کتان احتمالاً اولین لیف ساقه‌ای است که انسان در نساجی از آن استفاده کرده است. نمونه‌هایی از پارچه‌ی کتانی در سواحل سویس پیدا شده که نوشته‌های بابلیان بر آن حاکی از این است که ریسندگی کتان هزاران سال قدمت دارد. مثلاً در کشفیات باستان‌شناسی لباس‌های مومیایی ۴۵۰۰ ساله شناسایی شده‌اند. کشت کتان از نواحی مدیترانه‌ای در اروپا گسترش یافت.

قرن‌ها قبل از میلاد مسیح، بازرگانان فینیقی کتان‌های مصری را به اروپا می‌بردند. بازرگانان و مأموران رومی، مهارت ریسندگی و بافندگی کتان را در هر گوشه‌ی امپراتوری روم رواج دادند و در قرن هفدهم، تهیه‌ی پارچه‌های کتانی به صورت صنعت خانگی، در بیش‌تر کشورهای اروپای غربی متداول بود.

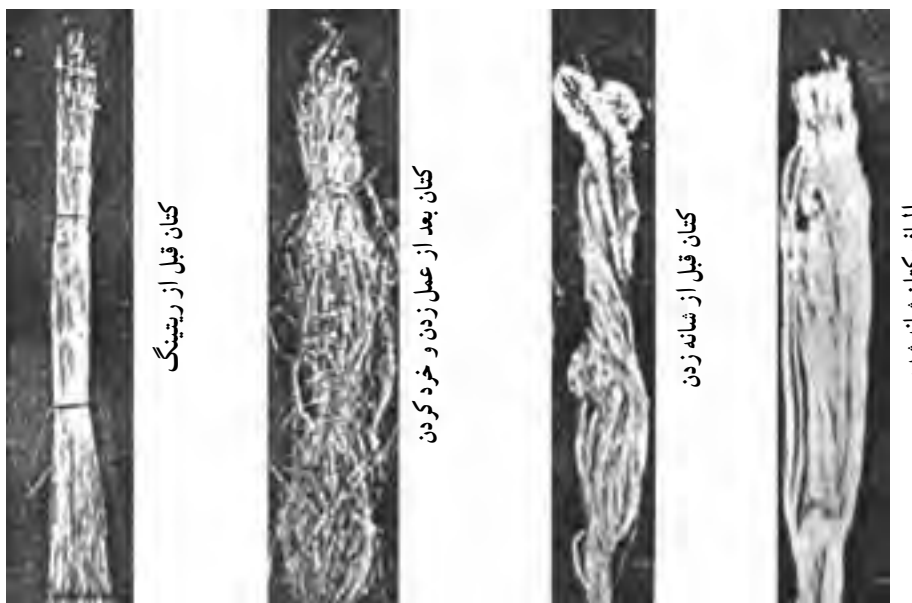
## شرایط و مناطق کشت کتان

گیاه کتان در بسیاری از مناطق معتدل دنیا می‌روید. بهترین شرایط جوی برای رشد آن، آب و هوای ملایم ابری و کمی رطوبت است. عمر این گیاه یک سال است و در شرایط مساعد، ارتفاع آن به یک متر می‌رسد. کتان از راه تخم تکثیر می‌شود. بهترین نوع کتان در کشورهای فرانسه، بلژیک، ایرلند، لهستان و هلند کشت می‌شود.

در کشورهایی مثل آمریکا، کانادا، آرژانتین، ایتالیا و آلمان نیز کتان می‌روید ولی نوع آن پست‌تر است.

پس از این عملیات، الیاف کتان را از شانه‌های مخصوصی می‌گذرانند و آن‌ها را مرتب و منظم می‌کنند.

کتان را بین ۱۰ تا ۲۰ روز در آب می‌گذارند و پس از این مدت، آن را دوباره خشک می‌کنند و از بین غلتک‌های فولادی عبور می‌دهند. بدین وسیله، مواد زائد از الیاف جدا می‌شوند.



شکل ۱۰-۲- مراحل مختلف تهیه‌ی الیاف کتان

## خصوصیات الیاف کتان

### خواص فیزیکی

ساختمان الیاف کتان: هر لیف کتان، از یک سلول تشکیل می‌شود که قسمت اعظم آن سلولز است. نمای الیاف کتان در زیر میکروسکوپ صاف و شفاف و بدون پیچیدگی دیده می‌شود و مقطع عرضی این الیاف، تقریباً به شکل چندضلعی یا کانال‌های داخلی است.

### ساختمان ساقه‌ی کتان

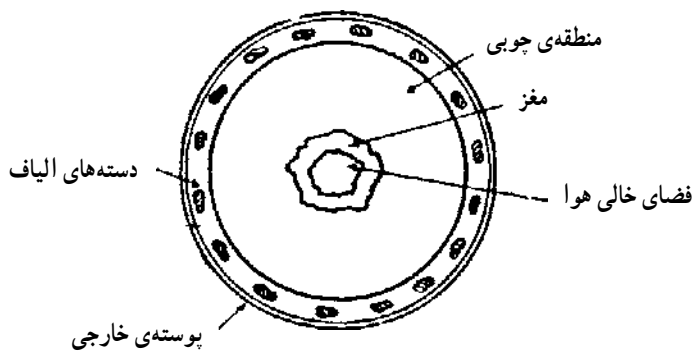
اگر به برش عرضی یک ساقه‌ی کتان نگاه کنیم، چهار قسمت را می‌توانیم ببینیم:

الف - پوسته‌ی خارجی که تقریباً ضخیم است و از الیاف گیاه محافظت می‌کند؛

ب - الیاف گیاه که در زیر پوسته‌ی خارجی قرار گرفته است؛

پ - منطقه‌ی چوبی؛

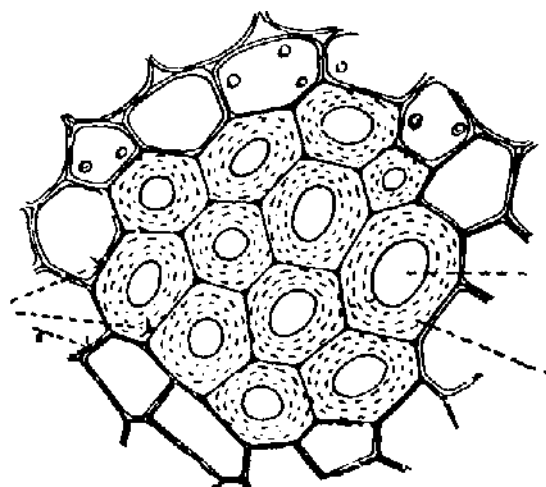
ت - مغز ساقه‌ی کتان که به صورت چوب‌پنبه است.



شکل ۱۱-۲- برش عرضی ساقه‌ی کتان



نمای طولی الیاف کتان



مقطع عرضی الیاف کتان

شکل ۱۲-۲

درخشنده‌ترند. علت این درخشندگی وجود مومی است که اطراف الیاف را می‌پوشاند. این موم در اثر سفیدگری و شست‌وشوی زیاد از بین می‌رود.

**اثر رطوبت بر الیاف:** الیاف کتان تقریباً مانند الیاف پنبه، آب را به آسانی جذب می‌کنند. استحکام این الیاف در صورت مرطوب بودن ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. کتان در حدود ۸ تا ۱۰ درصد وزن خود، آب جذب می‌کند.

**افزایش طول تا حد پارگی:** افزایش طول تا حد پارگی الیاف کتان از پنبه کم‌تر و در حدود ۳ درصد است. جذب رطوبت این الیاف باعث زیاد شدن افزایش طول تا حد پارگی آن‌ها می‌شود.

**اثر حرارت بر الیاف:** الیاف کتان تا ۱۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، حرارت را به خوبی تحمل می‌کنند ولی بعد از آن زرد می‌شوند.

**اثر نور خورشید بر الیاف:** چنانچه این الیاف مدت زیادی در معرض نور خورشید قرار گیرند، از استحکام آن‌ها کاسته می‌شود.

### خواص شیمیایی

خواص شیمیایی الیاف کتان، تقریباً شبیه به الیاف پنبه است ولی قابلیت جذب ماده‌ی رنگ‌زا در الیاف کتان از الیاف پنبه‌ای کم‌تر است. به همین علت در رنگ‌رزی، ایجاد رنگ یک‌نواخت

**طول الیاف:** طول الیاف کتان متغیر است و به ساقه‌ی گیاه آن بستگی دارد. الیاف کتان در کارخانه به سه دسته تقسیم می‌شوند: الیاف نوک، الیاف میانی و الیاف انتهایی. طول الیاف مناسب، معمولاً بین ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است.

**قطر الیاف:** قطر الیاف کتان متغیر و در الیاف میانی بین ۱۲ تا ۲۵ میکرون است (هر میکرون  $\frac{1}{1000000}$  متر است).

**رنگ الیاف:** الیاف کتان به رنگ‌های مختلف دیده می‌شوند. اختلاف رنگ در این الیاف به طرز عمل ریتینگ آن‌ها بستگی دارد. کتان به رنگ‌های سفید، زرد، سبز و قهوه‌ای یافت می‌شود.

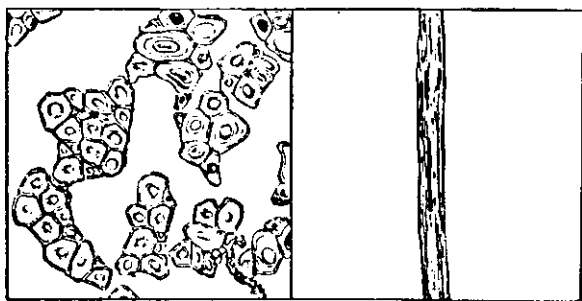
**استحکام الیاف:** استحکام الیاف کتان، تقریباً دو برابر الیاف پنبه است و این استحکام در صورت مرطوب بودن بیش‌تر می‌شود.

**خاصیت ارتجاعی الیاف (الاستیسیته):** خاصیت ارتجاعی الیاف کتان، به علت خشک و خشن بودن آن‌ها از الیاف پنبه کم‌تر است و به همین دلیل، منسوجات کتانی خیلی زود چروک می‌شوند. امروزه، در مرحله‌ی تکمیل پارچه، با استفاده از مواد ضدچروک عیب را تا حدودی رفع می‌کنند ولی این مواد، از استحکام و قدرت پارچه می‌کاهند.

**شکل ظاهری الیاف:** الیاف کتان از الیاف پنبه

این الیاف هستند. میزان تولید محصول چتایی از بین دنیار الیاف طبیعی بعد از پنبه در ردیف دوم قرار دارد. الیاف چتایی ظاهری زبر و خشن دارند.

مقطع طولی الیاف چتایی، در زیر میکروسکوپ صاف و بدون پیچیدگی و مقطع عرضی آن مانند کتان چندضلعی با کانال داخلی مشاهده می‌شود.



شکل ۱۴-۲- نمای طولی و مقطع عرضی الیاف چتایی

الیاف چتایی، فراوان، ارزان قیمت و نسبتاً محکم‌اند. از این رو برای تهیه گونی، کیسه‌های برنج و مخصوصاً کیسه‌های حمل محصولات کشاورزی، مورد استفاده قرار می‌گیرند. از دیگر موارد مصرف چتایی می‌توان به پوشش پشت کف پوش‌ها، انواع طناب، قیرگونی، پود فرش ماشینی و... اشاره کرد.

### الیاف رامی

الیاف رامی نیز از ساقه‌ی گیاهان به دست می‌آید و به علف چینی معروف است. کشورهای چین و هندوستان تولیدکنندگان الیاف رامی هستند.



شکل ۱۵-۲- گیاه رامی

در پارچه‌های کتانی بسیار مشکل است. معمولاً بیش تر پارچه‌های کتانی به رنگ سفید یا رنگ‌های روشن دیگر دیده می‌شوند.

### موارد استفاده‌ی الیاف کتان: کتان مانند

پنبه، رطوبت را به خوبی جذب و حرارت را به آسانی دفع می‌کند. از این رو، برای تهیه‌ی لباس‌های تابستانی از پارچه‌ی کتانی استفاده می‌شود. از پارچه‌های کتانی برای پاک کردن شیشه و اشیای دیگر نیز استفاده می‌کنند.

پارچه‌های کتانی را در مرحله‌ی تکمیل پارچه با استفاده از مواد شیمیایی، ضد چروک می‌کنند ولی این عمل تا حدودی از استحکام پارچه می‌کاهد.

کتان استحکام خوبی دارد و به همین دلیل، از آن در تهیه‌ی پارچه‌های چادری (خیمه)، رومیزی، لباس‌های دریانوردان، نخ‌های دوزندگی، بندکفش، نخ‌های مورد نیاز در صحافی‌ها و انواع طناب‌ها استفاده می‌شود.

### الیاف چتایی (Jute)

این الیاف از ساقه‌ی گیاهی یک‌ساله به نام کرکروس به دست می‌آید و طرز تهیه‌ی آن تقریباً شبیه به الیاف کتان است. دسته‌های الیاف چتایی نرم و سبک‌اند و به رنگ‌های زرد و مسی یافت می‌شوند. کشورهای هندوستان و پاکستان و بعضی از کشورهای قاره‌ی آفریقا و جنوب آسیا، جزو تولیدکنندگان



شکل ۱۳-۲- گیاه چتایی

در زیر میکروسکوپ چندضلعی و با دیواره‌ی ضخیم مشاهده می‌شود.

الیاف کنف بیش‌تر در تهیه‌ی گونی و طناب مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۱۷-۲- نمای طولی و مقطع عرضی الیاف کنف

### الیاف سیسال (Sisal)

سیسال الیافی است که از برگ گیاه آگا و سیسالانا به دست می‌آید و نخستین بار در مکزیک به عمل آمده است. این الیاف، در حال حاضر در شرق آفریقا، جزایر جاوه و سوماترا، هاوایی، برزیل و بعضی از ممالک آمریکای جنوبی تهیه می‌شود.

سیسال گیاهی است که برگ‌های آن تقریباً از قسمت پایین بوته از روی ساقه رشد می‌کند. درخت سیسال بعد از هفت سال گل می‌دهد که ساقه گیاه حدود ۶ متر طول دارد. زمانی که گل باز می‌شود، تخم‌های کوچکی تولید می‌کند که روی زمین می‌ریزد. این تخم‌ها گیاه جدیدی را به وجود می‌آورند. در نتیجه، گیاه قبلی که در این زمان هفت ساله است، از بین می‌رود. برگ‌های گیاه را از چهار سالگی تا پایان عمر آن می‌چینند. یک گیاه خوب ممکن است در مدت عمر خود در مجموع تا ۲۰۰ عدد برگ داشته باشد. برگ‌های خارجی گیاه را که رسیده‌ترند، زودتر می‌چینند و قسمت‌های دیگر برگ را به وسیله‌ی ماشین‌های مخصوصی از الیاف جدا می‌سازند. الیاف را بعد از شست و شو برای خشک شدن و سفید شدن در آفتاب آویزان می‌کنند.

طول دسته‌ی الیاف سیسال در حدود یک متر است و هر دسته از تعداد زیادی الیاف که به وسیله‌ی صمغ طبیعی به هم چسبیده‌اند، تشکیل می‌شود. چنان‌چه عملیات تهیه‌ی الیاف با دقت انجام گیرد، رنگ الیاف سفید یا شیری خواهد بود.

الیاف رامی مانند کتان با عمل ریتینگ از قسمت‌های چوبی گیاه جدا می‌شوند. الیاف به وسیله‌ی صمغ به یک‌دیگر چسبیده‌اند. با عملیات شیمیایی، یعنی شست و شو با صابون و سود سوزآور تحت فشار، الیاف را از صمغ جدا می‌کنند. الیاف رامی سفید و براق‌اند و استحکام آن‌ها نسبتاً خوب است ولی خاصیت الاستیک چندانی ندارند. الیاف رامی، آب را به راحتی جذب می‌کنند و به همین علت رنگرزی آن‌ها آسان است.

طول الیاف رامی متغیر و قطر آن بین ۲۵ تا ۳۰ میکرون است. در مقطع طولی این الیاف خطوط عرضی و طولی دیده می‌شود. مقطع عرضی آن چندضلعی با زوایای کاملاً گرد و کانال داخلی باریک و کشیده است.



شکل ۱۶-۲- نمای طولی و مقطع عرضی الیاف رامی

پارچه‌های بافته شده از این الیاف را بیش‌تر برای بسته‌بندی و نیز تهیه‌ی کیسه‌های حمل و نقل به کار می‌برند. از نوع مرغوب این الیاف برای تهیه‌ی پارچه‌های رومبلی و حتی پوشاک استفاده می‌کنند.

### الیاف کنف

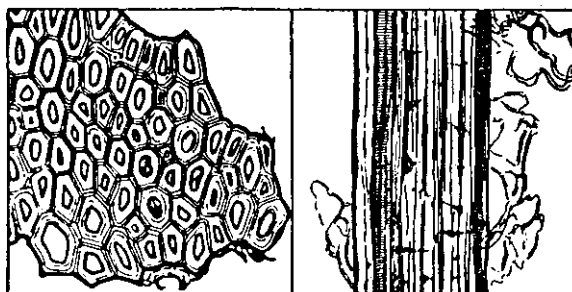
الیاف کنف که به الیاف چتایی شباهت زیادی دارند، از ساقه‌ی یک گیاه یک‌ساله به دست می‌آیند. کنف در جاهایی که هوا گرم و مرطوب باشد، می‌روید. طرز تهیه‌ی الیاف کنف، درست شبیه به الیاف چتایی است.

رنگ الیاف کنف معمولاً زرد روشن یا شیری است و سطح آن‌ها خشک و خشن است. کنف در کشورهای ایتالیا، اسپانیا، آفریقای جنوبی و هندوستان کشت می‌شود و در ایران، در مناطق شمالی (گیلان و مازندران) می‌روید. مقطع عرضی کنف

مقطع عرضی الیاف سیسال به شکل چندضلعی با کانال‌های داخلی دیده می‌شود.

گیرد، استحکامش را از دست می‌دهد. از الیاف سیسال، به علت خشکی نمی‌توان پارچه‌های لباسی تهیه کرد. بیش‌ترین مورد مصرف این گونه الیاف در ساختن تسمه برای انتقال نیرو یا تهیه‌ی طناب‌های ضخیم و محکم است.

این الیاف خشک و شکننده‌اند و رطوبت را خوب جذب می‌کنند. هرگاه الیاف سیسال، به مدت طولانی در آب نمک قرار



شکل ۱۸-۲- نمای طولی و مقطع عرضی الیاف سیسال

### پرسش‌های فصل

- ۱- درجه‌بندی الیاف گیاهی را توضیح دهید.
- ۲- تاریخچه‌ی پنبه را به‌طور مختصر بیان کنید.
- ۳- رشد گیاه پنبه به چند دوره تقسیم می‌شود؟ شرح دهید.
- ۴- شرایط کشت پنبه را به اختصار بیان کنید.
- ۵- عمل برداشت پنبه به چند طریق و چگونه انجام می‌گیرد؟ توضیح دهید.
- ۶- ماشین جین اره‌ای را با رسم شکل شرح دهید.
- ۷- ماشین جین تیغه‌ای را با رسم شکل شرح دهید.
- ۸- شکل میکروسکوپی مقطع عرضی و طولی پنبه را رسم کنید.
- ۹- ساختمان الیاف پنبه را شرح دهید.
- ۱۰- طول الیاف پنبه چه تأثیری بر کیفیت نخ دارد؟ توضیح دهید.
- ۱۱- اثر حرارت را بر الیاف پنبه شرح دهید.
- ۱۲- ساختمان شیمیایی الیاف پنبه را شرح دهید.
- ۱۳- اثر مواد قلیایی را بر روی الیاف پنبه بیان کنید.
- ۱۴- اثر مواد اکسیدکننده را بر روی الیاف پنبه بیان کنید.
- ۱۵- موارد استفاده‌ی الیاف پنبه را توضیح دهید.
- ۱۶- شرایط آب و هوایی مناسب برای کشت کتان را بنویسید.
- ۱۷- الیاف کتان چگونه تهیه می‌شود؟ شرح دهید.
- ۱۸- ساختمان ساقه‌ی کتان را با رسم شکل شرح دهید.
- ۱۹- شکل مقطع عرضی و نمای طولی الیاف کتان را رسم کنید.

۲۰- طول، قطر، رنگ و استحکام الیاف کتان را شرح دهید.

۲۱- اثر نور و حرارت بر الیاف کتان چگونه است؟

۲۲- خاصیت ارتجاعی الیاف کتان را توضیح دهید.

۲۳- خواص شیمیایی الیاف کتان را با خواص شیمیایی الیاف پنبه مقایسه کنید و تفاوت آن‌ها را توضیح

دهید.

۲۴- موارد استفاده‌ی الیاف کتان را بنویسید.

۲۵- خصوصیات الیاف چتایی را شرح دهید.

۲۶- خواص فیزیکی الیاف رامی را بنویسید.

۲۷- مقطع عرضی و نمای طولی الیاف کنف را رسم کنید.

۲۸- الیاف سیسال چگونه تهیه می‌شود؟



### الیاف حیوانی (پروتئینی)

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- تاریخچه‌ی الیاف پشم را توضیح دهد.
- ۲- عوامل مؤثر بر پرورش الیاف پشم را شرح دهد.
- ۳- چگونگی رشد الیاف پشم را توضیح دهد.
- ۴- خصوصیات الیاف پشم را از نظر فیزیکی و شیمیایی توضیح دهد.
- ۵- طبقه‌بندی الیاف پشم را از نظر استاندارد شرح دهد.
- ۶- الیاف کهنه‌ی پشم را توضیح دهد.
- ۷- موارد استفاده‌ی الیاف پشم را توضیح دهد.
- ۸- دیگر الیاف موی را توضیح دهد.
- ۹- تاریخچه‌ی الیاف ابریشم را شرح دهد.
- ۱۰- مراحل زندگی کرم ابریشم را شرح دهد.
- ۱۱- چگونگی تهیه‌ی الیاف ابریشم را از پیله توضیح دهد.
- ۱۲- خصوصیات الیاف ابریشم را از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی توضیح دهد.
- ۱۳- موارد استفاده‌ی ابریشم را توضیح دهد.

قرن‌ها پیش از میلاد مسیح مصری‌ها، بابلی‌ها و یونانی‌ها پشم را با دست می‌ریسیدند و با آن پارچه‌های زیبایی تهیه می‌کردند. در نخستین قرون میلادی، بهترین پارچه‌های پشمی در بغداد و دمشق و هم‌چنین در امپراتوری ترکیه بافته می‌شد. در قرون وسطا صنعت پشم در شهرهای ایتالیا از جمله ونیز و فلورانس به اوج خود رسید و سپس در سایر کشورهای اروپایی مانند بلژیک، هلند و انگلستان رواج پیدا کرد. در سال ۱۶۴۳ میلادی، صنعت پشم توسط چند نفر انگلیسی به آمریکا برده شد.

به هر حال، از آن‌جایی که گله‌داری به منظور تهیه‌ی گوشت

این دسته الیاف از حیوانات مختلف به دست می‌آیند و پایه‌ی پروتئینی دارند. پشم گوسفند پرمصرف‌ترین الیاف حیوانی است و از نژادهای مختلف گوسفندان تهیه می‌شود. از پشم شتر و موی بز و خرگوش نیز در صنعت نساجی استفاده می‌کنند. یکی دیگر از الیاف حیوانی، ابریشم است که از کرم ابریشم به صورت مداوم (فیلامنت) به دست می‌آید.

### الیاف پشم

یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین الیاف نساجی، پشم است.

پشم اثر بسزایی دارد؛ هوای گرم برای پرورش الیاف ظریف مناسب است؛ در صورتی که در مناطق سرد و مرطوب، که پشم گوسفندان ضخیم و بلند است، الیاف ضخیم به عمل می‌آید.

**۳- خاک:** زمینی که گوسفندان در آن پرورش می‌یابند، بر پشم آن‌ها تأثیر مستقیم دارد؛ مثلاً گوسفندانی که در مراتع حاصل خیز زندگی می‌کنند، دارای پشمی نرم و تمیزند و پشم گوسفندانی که در زمین‌های گچی پرورش می‌یابند، به سرعت رشد می‌کند، که علت آن هم وجود کلسیم در خاک است. پشم گوسفندانی که در زمین‌های رسی پرورش داده می‌شوند، حالت اسفنجی دارد.

**۴- تغذیه:** نوع علوفه و مقدار آن نیز در رشد و پرورش گوسفندان تأثیر فراوانی دارد.

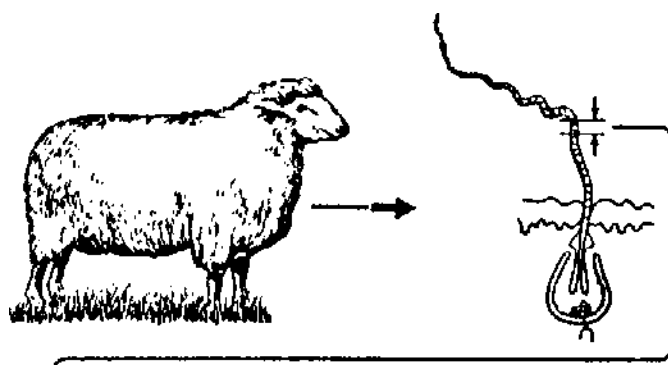
در اکثر نقاط دنیا رواج دارد می‌توان گفت که بیش‌تر کشورهای دنیا، تولیدکننده‌ی پشم هستند. در بعضی از کشورها مانند استرالیا، زلاندنو و آفریقای جنوبی بیش‌تر از گوشت، به پشم حیوان توجه می‌شود؛ بنابراین، این کشورها از صادرکنندگان درجه اول پشم به‌شمار می‌آیند.

### عوامل مؤثر در پرورش پشم

عوامل مؤثر در رشد و پرورش الیاف پشم عبارت‌اند از:

**۱- نژاد:** نژاد مهم‌ترین عامل پرورش پشم است؛ زیرا پشم هر نوع گوسفند کیفیتی جداگانه دارد. بهترین پشم از گوسفندان نژاد مری‌نوس به‌دست می‌آیند.

**۲- آب و هوا:** آب و هوا عامل دیگری است که در پرورش



شکل ۱-۳- پیاز مویی یک لیف پشم

آن‌ها در مقابل آفتاب و نمدی شدنشان جلوگیری می‌کند. این چربی‌ها را که موادی بسیار مفید و باارزش‌اند، قبل از مصرف پشم، با روش‌های مختلف از آن جدا می‌کنند و در تهیه‌ی لوازم آرایش، داروها و مواد ضد عفونی‌کننده مورد استفاده قرار می‌دهند.

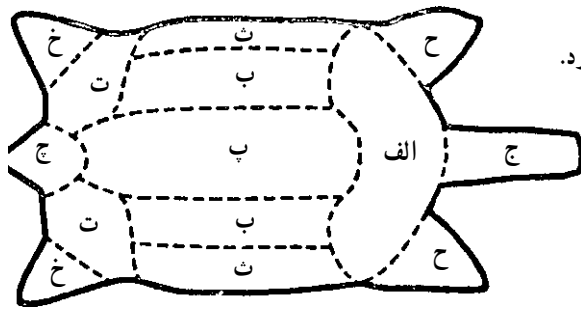
### تقسیم‌بندی انواع پشم بر روی پوست گوسفند

کیفیت پشمی که بر پوست قسمت‌های مختلف بدن گوسفند می‌روید، متفاوت است. در شکل صفحه‌ی بعد، تقسیم‌بندی بدن گوسفند از نظر پشم و خصوصیات پشم هر قسمت را مشاهده می‌کنید.

### چگونگی رشد الیاف پشم

رشد الیاف پشم از پیازهای مو که در زیر پوست حیوان وجود دارد، شروع می‌شود. سپس الیاف از منافذهای روی پوست خارج می‌شوند و در هوای آزاد رشد و نمو می‌کنند. آن‌ها بعد از خروج از پوست، به‌طور مستقیم رشد نمی‌کنند بلکه فر می‌خورند و پیچ و تاب پیدا می‌کنند. این پیچ و تاب‌ها از خصوصیات الیاف پشم است.

الیاف پشم در اثر ترشح غدد چربی که همیشه در پیاز مو وجود دارند، به روغن مخصوصی به نام لانولین آغشته می‌شوند. این روغن باعث چربی و نرمی الیاف پشم می‌شود و از شکنندگی



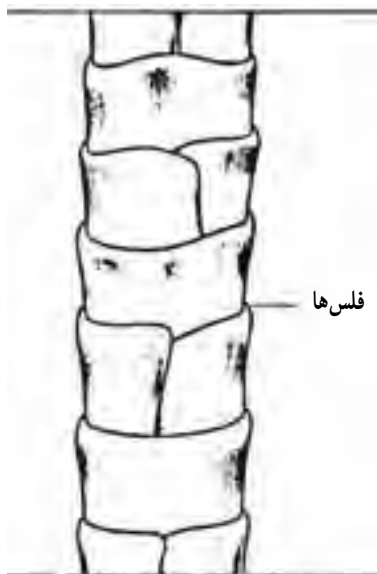
ظریف است و بهترین کیفیت را دارد.  
بلند و مرغوب است اما ظرافت کم تری دارد.  
استحکام آن از قسمت شانه کم تر است.  
بلند و ضخیم است.  
ظریف، کوتاه و بعضی اوقات نمدی است.  
محکم، ظریف و اغلب نایک نواخت است.  
خیلی ضخیم و اغلب نایک نواخت است.  
کوتاه، نایک نواخت و ضعیف است.  
کوتاه، ضخیم و محکم است.

الف - الیاف پشم قسمت شانه  
ب - الیاف پشم قسمت پهلو  
پ - الیاف پشم قسمت پشت  
ت - الیاف پشم قسمت ران  
ث - الیاف پشم قسمت شکم  
ج - الیاف پشم قسمت گردن  
چ - الیاف پشم قسمت دم  
ح - الیاف پشم قسمت پاهای جلویی  
خ - الیاف پشم قسمت پاهای عقبی

شکل ۲-۳ - پشم قسمت های مختلف بدن گوسفند

به شکل ساقه‌ی درخت خرما درمی آورند و جهت آن‌ها از پایین به طرف بالاست.

فلس‌ها در الیاف ظریف، کوچک و تعداد آن‌ها زیاد و برعکس، در الیاف ضخیم، بزرگ و تعداد آن‌ها بیش تر است. به همین علت، الیاف ضخیم، خشن و براق تر از الیاف ظریف‌اند. فلس‌های پشم از دیگر قسمت‌های آن سخت‌ترند و محافظ لیف پشم محسوب می‌شوند.



شکل ۴-۳ - نمای ظاهری لیف پشم

قسمت میانی (کورتکس): این قسمت در زیر لایه‌ی خارجی قرار دارد و از سلول‌های دوکی شکلی که طول متوسط آن‌ها از ۸۰ تا ۱۱۰ میکرون و عرض آن‌ها از ۳ تا ۵ میکرون

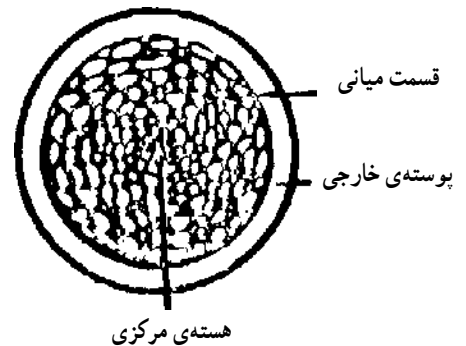
## خصوصیات الیاف پشم

### خواص فیزیکی

ساختمان الیاف پشم: لیف پشم از سه قسمت متمایز

تشکیل شده است:

- پوسته‌ی خارجی (کوتیکل)
- قسمت میانی (کورتکس)
- هسته‌ی مرکزی (مدولا)

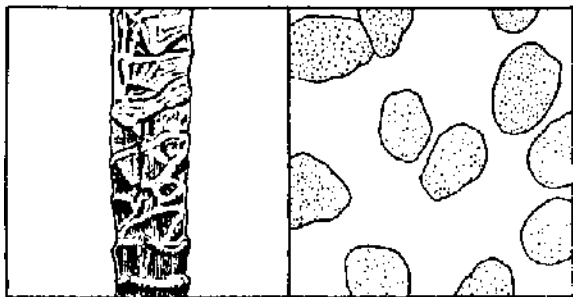


شکل ۳-۳ - مقطع عرضی لیف پشم

پوسته‌ی خارجی (کوتیکل): این پوسته شامل لایه‌های شاخی است که به طور نامنظم قرار گرفته‌اند و سطح الیاف را می‌پوشاند.

اگر یک لیف پشم را در زیر میکروسکوپ نگاه کنیم، می‌بینیم که پوسته‌ی خارجی، از گروهی فلس که به طور نامنظم در داخل یک دیگر قرار دارند، تشکیل شده است. این فلس‌ها بدنه لیف را

مقطع عرضی الیاف پشم در زیر میکروسکوپ تقریباً دایره‌ای شکل است و این امر بر خاصیت زیر دست پشم اثر مستقیم دارد (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۳- نمای طولی و مقطع عرضی پشم

**طول الیاف پشم:** طول الیاف پشم به نژاد دام، فاصله‌ی بین دو پشم‌چینی، شرایط تغذیه و پرورش دام و محل رویش بر روی بدن حیوان بستگی دارد. پشم هر اندازه بر بدن گوسفند بماند، بلندتر می‌شود اما وقتی که از طول الیاف پشم سخن می‌گوییم، منظور طول پشم یک‌ساله است. اندازه‌گیری طول پشم به علت وجود چین‌خوردگی که به‌طور طبیعی در پشم وجود دارد، کمی مشکل است. از این رو قبل از اندازه‌گیری باید الیاف پشم به حد کافی کشیده شوند تا همه‌ی چین‌خوردگی آن‌ها برطرف گردد. طول یک لیف کشیده شده ممکن است تا دو برابر طول طبیعی آن باشد.

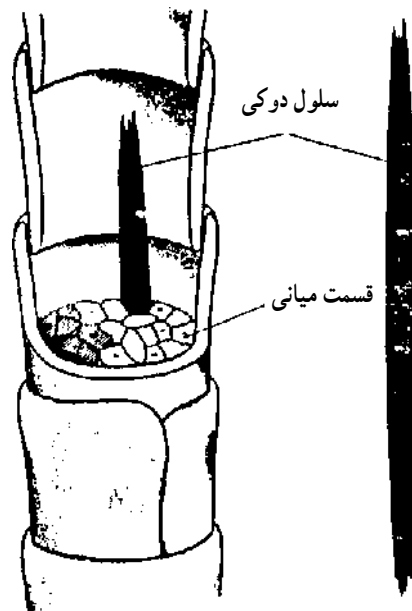
**طول الیاف کوتاه تقریباً** از ۴ تا ۱۲/۵ سانتی‌متر، الیاف متوسط از ۶/۵ تا ۱۵ سانتی‌متر و الیاف بلند از ۱۲/۵ تا ۳۷/۵ سانتی‌متر است.

**قطر الیاف:** قطر الیاف پشم مانند طول آن‌ها به نوع و نژاد گوسفند بستگی دارد و هرچه الیاف بلندتر باشند، قطر آن‌ها بیشتر است. لذا هرچه فاصله‌ی پشم‌چینی بیشتر شود، طول الیاف پشم بیشتر تر و قطر آن‌ها نیز بیشتر می‌شود و در نتیجه، ظرافت الیاف پشم کاهش می‌یابد.

قطر الیاف ظریف در حدود ۱۷ میکرون و الیاف متوسط از ۲۴ تا ۳۴ میکرون و قطر الیاف بلند در حدود ۴۰ میکرون است. **چین‌خوردگی الیاف:** پشم از نظر خاصیت چین‌خوردگی، در میان الیاف طبیعی بی‌نظیر است. این چین‌خوردگی که به‌طور

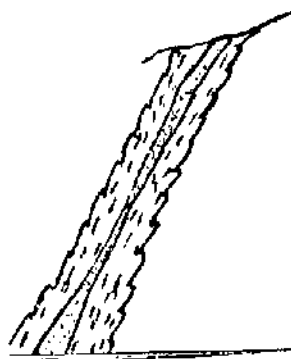
است، تشکیل می‌شود. این سلول‌ها، به‌طور موازی در کنار یک‌دیگر قرار گرفته‌اند.

هر عمل شیمیایی که منجر به متلاشی شدن کامل الیاف شود، این سلول‌ها را به‌طور کامل از هم جدا می‌کند؛ برای مثال، اگر الیاف پشم را مدت یک ماه در آمونیاک غلیظ قرار دهیم، سلول‌های دوکی شکل آن از یک‌دیگر جدا می‌شوند و این حالت در زیر میکروسکوپ به روشنی مشاهده می‌شود.



شکل ۵-۳- نمای قسمت میانی لیف پشم

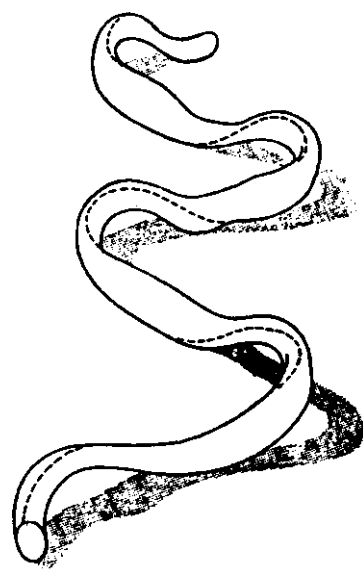
**هسته‌ی مرکزی (مدولا):** این قسمت در مرکز لیف به شکل یک کانال سرتاسری وجود دارد و در رشد و نمو پشم بسیار مؤثر است. در الیاف خیلی ظریف، هسته‌ی مرکزی بسیار نازک و ظریف است و آن را به‌آسانی نمی‌توان تشخیص داد ولی در الیاف ضخیم، مدولا کاملاً مشخص است.



شکل ۶-۳- نمای هسته‌ی مرکزی لیف پشم

طبیعی در الیاف پشم وجود دارد، باعث بهتر درگیر شدن الیاف در ریسندگی می‌شود و در استحکام نخ اثر بسزایی دارد. تعداد این چین خوردگی‌ها در الیاف ظریف بیش‌تر از الیاف ضخیم است. الیاف ظریف در هر سانتی‌متر تقریباً دارای ۷۵ چین خوردگی هستند در صورتی که الیاف ضخیم، در هر سانتی‌متر ۱۲ تا ۱۳ چین خوردگی دارند.

چین خوردگی در الیاف پشم بر خاصیت ارتجاعی این الیاف تأثیر فراوانی دارد. به طوری که یک لیف کشیده شده اگر رها شود، مثل یک فنر کوچک به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردد.



شکل ۸-۳- نمای یک لیف پشم با چین خوردگی طبیعی

استحکام الیاف: استحکام الیاف پشم به قطر آن‌ها بستگی دارد. یک لیف متوسط می‌تواند وزن جسمی به جرم یک گرم را تا قبل از پاره شدن تحمل کند.

الیاف پشم در صورت جذب رطوبت، ۱۵ تا ۲۰ درصد از استحکام خود را از دست می‌دهند.

خاصیت ارتجاعی الیاف (الاستیسیته): همان‌طور که قبلاً ذکر شد، پشم به علت داشتن چین خوردگی طبیعی و هم‌چنین ساختمان مولکولی‌اش، خاصیت ارتجاعی فوق‌العاده‌ای دارد.

الیاف پشم وقتی که تا ۲ درصد کشیده و رها شوند، می‌توانند تا ۹۹ درصد به حالت اولیه برگردند و اگر این کشش ۲۰ درصد شود، بعد از رها شدن تا ۶۳ درصد به طول اولیه بازگشت دارند.

## درخشندگی الیاف: الیاف پشم دارای درخشندگی طبیعی

است و این درخشندگی بستگی به نوع الیاف دارد. علت درخشندگی پشم، انعکاس نور به وسیله‌ی پوسته‌ی خارجی آن است. فلس‌هایی که در سطح خارجی الیاف ضخیم وجود دارند، بزرگ‌تر و دارای سطح بیش‌تری هستند؛ از این‌رو، نور را بیش‌تر منعکس می‌کنند و در نتیجه، این الیاف درخشان‌تر از الیاف ظریف به نظر می‌آیند.

## گرمی الیاف: یکی از خصوصیات پشم، گرمی آن است؛

زیرا پشم حالتی شبیه به اسفنج دارد و هوا بین الیاف آن محبوس می‌شود و مانند عایق عمل می‌کند. از آن‌جا که هوا عایق حرارت است، پشم خاصیت گرمایی خوبی دارد.

## الیاف مرده: اگر در پرورش الیاف پشم غفلت شده باشد،

الیاف معیوب می‌شوند یا می‌میرند. در الیاف مرده، فلس‌ها روی هم می‌خوابند و سطح صاف‌تری را به وجود می‌آورند؛ به همین جهت، الیاف مرده به اندازه‌ی الیاف سالم و معمولی خاصیت نمدی شدن ندارند. ضمناً اگر در پرورش پشم فقط مدت کوتاهی غفلت شده باشد، قسمت‌های ضعیف‌تری روی الیاف به وجود می‌آیند. این نوع الیاف نیز، در صنعت نساجی معیوب شناخته می‌شود و از آن‌ها نمی‌توان پارچه‌های مرغوب تهیه کرد.

## خاصیت الکتریسیته: الیاف پشم عایق خوبی در مقابل

الکتریسیته‌اند ولی در اثر اصطکاک و مالش، الکتریسیته‌ی ساکن تولید می‌کنند. در کارخانه‌های ریسندگی و بافندگی پشم، برای جلوگیری از تولید الکتریسیته‌ی ساکن از رطوبت یا مواد ضد الکتریسیته‌ی ساکن استفاده می‌کنند.

## اثر رطوبت بر الیاف: الیاف پشم از خاصیت جذب

رطوبت نسبتاً بالایی برخوردارند؛ به طوری که می‌توانند تا ۳۰ درصد وزن خود آب جذب کنند؛ بدون آن‌که خیس بودن آن‌ها محسوس باشد. الیاف پشم گاهی تا ۵۰ درصد وزن خود آب جذب می‌کنند؛ اما آبی از آن‌ها نمی‌چکد.

## الیاف پشم آب را به مقدار زیاد جذب می‌کنند به همین

دلیل، در مواقع خرید و فروش پشم برای رطوبت آن حدی قائل شده‌اند.

## اثر حرارت بر الیاف: الیاف پشم در برابر حرارت همراه

با رطوبت، نرمی خود را از دست می‌دهند، در ۱۳۰ درجه‌ی

سانتی گراد حرارت تجزیه می شوند و به رنگ زرد درمی آیند و در ۳۰۰ درجه ی سانتی گراد به زغال تبدیل می شوند.

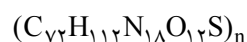
**افزایش طول تا حد پارگی:** افزایش طول تا حد پارگی الیاف پشم در شرایط استاندارد (۶۵ درصد رطوبت نسبی و ۲۰ درجه ی سانتی گراد) حدود ۴۵ درصد و در حالت مرطوب حدود ۵۸ درصد است.

**اثر نور خورشید بر الیاف:** الیاف پشم اگر مدتی در برابر نور خورشید قرار بگیرند، استحکام و رنگ خود را تا اندازه ای از دست می دهند و کمی زبر می شوند.

الیافی که برای مدتی در مقابل نور خورشید قرار گرفته اند، در برابر مواد قلیایی بسیار حساس می شوند.

## خواص شیمیایی الیاف

ماده ی اصلی الیاف پشم، کراتین یعنی همان پروتئین پشم است و فرمول شیمیایی آن عبارت است از:



در فرمول شیمیایی کراتین، ۷۲ اتم کربن، ۱۱۲ اتم نیتروژن، ۱۸ اتم ازت، ۱۲ اتم اکسیژن و یک اتم گوگرد وجود دارد. این فرمول در شرایط مختلف پرورشی و غذایی گوسفند تغییر می کند.

**اثر اسیدها بر الیاف:** پشم در مقابل اسیدهای معدنی — به غیر از اسیدسولفوریک و اسیدنیتریک — پایدار است.

اسیدسولفوریک غلیظ پشم را کاملاً متلاشی می سازد و اسیدنیتریک به علت داشتن خاصیت اکسیداسیونی زیاد، الیاف آن را زرد رنگ و سپس در خود حل می کند. برای جدا کردن مواد سلولزی همراه پشم، نمونه را با اسیدهای رقیق معدنی شست و شو می دهند تا مواد سلولزی حل و جدا شوند. اسیدهای آلی مانند اسیداستیک و اسیدفرمیک بر الیاف پشم اثری ندارند.

**اثر مواد اکسیدکننده بر الیاف:** الیاف پشم در مقابل مواد اکسیدکننده بسیار حساس اند. از این جهت، سفیدکننده ها و کلرورهای رنگ بر، اثر زیان آوری بر الیاف پشم دارند. شدت این اثر به غلظت و درجه ی حرارت و نوع مواد اکسیدکننده بستگی دارد.

**اثر مواد قلیایی بر الیاف:** کراتین، ماده ی اصلی تشکیل دهنده ی پشم، در برابر مواد قلیایی بسیار حساس است.

الیاف پشم در محلول سود سوزآور ۵ درصد حل می شوند و از این رو شست و شوی پشم به دقت بیش تری نیاز دارد. برای این کار، باید از مصرف صابون و پودرهایی که خاصیت بازی شدید دارند، خودداری شود.

**اثر آب جوش بر الیاف:** اگر پشم را مدت زیادی در آب جوش، در محیط قلیایی قرار دهیم، خاصیت ارتجاعی (الاستیسیته) آن از بین می رود. از این رو در شست و شوی پشم با آب گرم و صابون، باید دقت کافی به عمل آید و درجه ی آب و میزان صابون مصرفی کنترل شود.

**اثر حلال های آلی بر الیاف:** حلال های آلی که معمولاً در خشک شویی ها مورد استفاده قرار می گیرند، بر الیاف پشم بی اثرند.

## طبقه بندی الیاف پشم از نظر استاندارد:

الیاف پشم از نظر تجاری به سه دسته تقسیم می شوند:

**پشم ظریف (مرینوس):** این پشم، بسیار ظریف و طول الیاف آن نسبتاً کوتاه و تعداد چین خوردگی آن زیاد است و برای تهیه ی پارچه های خیلی ظریف به کار می رود.

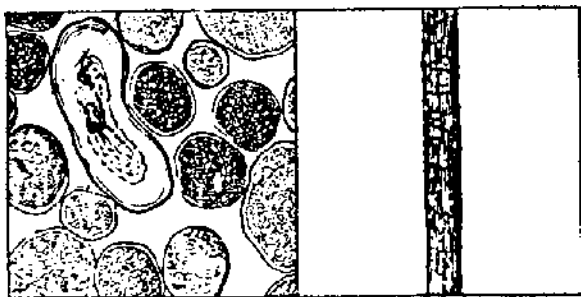
**پشم متوسط:** طول الیاف آن از پشم مرینوس بلندتر و ظرافت آن کم تر است. چین خوردگی این نوع پشم در واحد طول، از الیاف مرینوس کم تر است و برای تهیه ی پارچه های متوسط به کار می رود.

**پشم قالی:** طول الیاف این پشم، بلند، قطر آن تقریباً زیاد و مقدار چین خوردگی آن کم است. قیمت این پشم از پشم های دیگر ارزان تر است و برای تهیه ی قالی و پارچه های ضخیم مورد استفاده قرار می گیرد.

## الیاف کهنه ی پشم

الیاف کهنه ی پشم را غالباً از لباس های کهنه ی پشمی به دست می آورند. تکه پارچه های پشمی یا سر قیچی خیاط ها از جمله مواد اولیه ی این الیاف است.

لباس های کهنه را جمع آوری و لباس های پشمی را از سایر لباس ها جدا می کنند. لباس های پشمی جدا شده را از نظر رنگ و نوع بافت، طبقه بندی می کنند و درون ماشین مخصوصی قرار می دهند که آن ها را به الیاف تبدیل می کند. باید توجه داشت



شکل ۹-۳- نمای طولی و مقطع عرضی موهر

الیاف موهر مانند پشم، از کراتین تشکیل شده و خواص شیمیایی آن شبیه پشم است.

موهر در پارچه‌های پرده‌ای، رومبلی، تریکوهای دستی و ماشینی، کلاه و شال مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مخلوط آن با پشم نیز لباس‌های مردانه و زنانه تهیه می‌کنند.

**الیاف کشمیر:** این الیاف از بز کشمیر که بیش‌تر در چین، شمال هندوستان، ایران و افغانستان زندگی می‌کند، به‌دست می‌آید. طول الیاف ظریف کشمیر حدود ۲/۵ تا ۸/۵ سانتی‌متر و الیاف ضخیم آن حدود ۵ تا ۱۲ سانتی‌متر است.

خواص شیمیایی الیاف کشمیر مانند پشم است اما چون بیش‌تر از پشم رطوبت جذب می‌کند، در مقابل مواد شیمیایی حساس‌تر است.

سطح مقطع و نمای طولی این الیاف در زیر میکروسکوپ تقریباً شبیه به پشم است. الیاف کشمیر برای تهیه‌ی نخ و پارچه‌های ظریف بسیار مناسب است و پارچه‌های بافته‌شده از آن نرمی خاصی دارند ولی مقدار آن بسیار کم و در نتیجه، گران‌قیمت است.



شکل ۱۰-۳- نمای طولی و مقطع عرضی کشمیر

که قبل از استفاده از این ماشین باید مواد فلزی مثل دکمه، زیپ و... را از لباس‌ها جدا کرد تا به ماشین صدمه نرسانند. لباس‌ها را هم قبل از باز شدن با روغن چرب می‌کنند تا به این وسیله از شکنندگی الیاف آن‌ها جلوگیری شود.

از الیافی که به این طریق به‌دست می‌آیند، در بافت پارچه‌های پشمی ارزان‌قیمت استفاده می‌شود. گاهی هم برای پایین آوردن قیمت پارچه‌های پشمی، این‌گونه الیاف را با پشم نو مخلوط می‌کنند و در پارچه‌های لباسی یا پتو به‌کار می‌برند.

### موارد استفاده‌ی الیاف پشم: از آن‌جا که

پشم، عایق حرارت است و گرما را در خود نگه می‌دارد، از آن برای تهیه‌ی لباس‌های گرم از قبیل انواع تریکوهای دستی و ماشینی، لباس‌های مردانه (کت و شلوار)، لباس‌های زنانه (کت و دامن)، لباس‌های ضخیم مثل پالتو و ظریف مثل لباس‌های زیر استفاده می‌شود. هم‌چنین به‌علت گرم بودن، از پشم، پتو و لحاف نیز تهیه می‌کنند. پارچه‌های پشمی به‌علت جذب رطوبت زیاد نرم‌اند؛ برای افزایش استحکام و دوام این‌گونه پارچه‌ها و افزایش مقاومت آن‌ها در مقابل شست‌و‌شو و هم‌چنین از نظر صرفه‌ی اقتصادی، الیاف پشم را با الیاف پلی‌استر مخلوط کرده و از آن پارچه‌هایی مناسب برای کت، شلوار، دامن و... تهیه می‌کنند.

پشم به‌علت داشتن چین‌های طبیعی و خاصیت ارتجاعی مناسب، در صنعت قالی‌بافی مصرف فوق‌العاده زیادی دارد. از مخلوط پشم و نایلون در فرش‌های ماشینی و موکت‌ها استفاده می‌کنند. فرش‌های بافته‌شده از این مخلوط، در مقابل سایش و شست‌و‌شو استحکام بیش‌تری دارند و قیمت آن‌ها به مراتب ارزان‌تر است.

### آشنایی با الیاف حیوانی دیگر: الیاف به‌دست آمده از موی بز:

**الیاف موهر:** الیاف موهر از بدن بز آنقوره به‌دست می‌آید. این حیوان بیش‌تر در ترکیه، جنوب آفریقا و ایالات متحده‌ی آمریکا یافت می‌شود. این کشورها از صادرکنندگان مهم الیاف موهرند. طول الیاف موهر در شش ماهگی حیوان ۸ تا ۱۲ سانتی‌متر است و در یک‌سالگی آن، به ۲۰ سانتی‌متر می‌رسد. سطح خارجی این الیاف مانند پشم است اما درخشندگی آن از پشم بیش‌تر است و مقطع عرضی آن در زیر میکروسکوپ تقریباً دایره‌شکل دیده می‌شود.

ولی جذب رطوبت آن خیلی کم است. موی خرگوش در برابر مواد قلیایی مقاومت ندارد و این گونه مواد به آن صدمه می زند. از موی خرگوش برای تهیه ی انواع بافتنی ها، دستکش، کلاه و پارچه های نمدی استفاده می شود.



شکل ۱۲-۳- نمای طولی و مقطع عرضی موی خرگوش

### الیاف ابریشم

صنعت پرورش کرم ابریشم، ۲۷۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در خانواده ی سلطنتی چین رایج بود. سایر طبقات نیز به تدریج به وجود آن پی بردند و کم کم در سراسر چین رایج شد. این صنعت ۶۰۰۰ سال فقط در دست چینی ها بود. آن ها از ابریشم پارچه های بسیار زیبا تهیه می کردند و این پارچه ها را در کشورهای آسیایی با قیمت های خیلی خوب به فروش می رساندند. سرانجام، عده ای از پناهندگان چینی پيله های کرم ابریشم را از چین به کره و از آن جا به ژاپن، ایران و هندوستان بردند و به این ترتیب، صنعت پرورش کرم ابریشم در این کشورها متداول شد. در قرن پانزدهم، این صنعت توسط اعراب از آسیا به اروپا منتقل شد و ایتالیا مرکز ابریشم اروپا شد. در قرن هفدهم، فرانسه جایگزین ایتالیا شد و این صنعت از فرانسه به انگلستان و سایر کشورهای اروپایی راه یافت.

ابریشم در حدود ۳۸۰۰ سال پیش وارد ایران شد و از آن پس ایران نیز در شمار معروف ترین کشورهای تولیدکننده ی این الیاف قرار گرفت. به این ترتیب، تولید ابریشم و بافت پارچه های زیبای ابریشمی، قرن ها از جمله صنایع مهم کشور ما محسوب می شد.

در حدود ۱۲۰ سال قبل، دولت های استعماری که در فکر نابود کردن صنایع کشور ما بودند، نوعی بیماری بسیار خطرناک

الیاف به دست آمده از پشم شتر:

**لاما:** الیاف لاما از شترهای لاما که در بلندی های آندوز، پرو، بولیوی و شمال غربی آرژانتین زندگی می کنند، به دست می آید. الیاف به دست آمده از این حیوان، نرم است و به رنگ های سفید، قهوه ای و سیاه یافت می شود. طول این الیاف به ۳۰ سانتی متر می رسد.

الیاف لاما در تهیه ی قالی، قالیچه و پارچه های دست باف مورد استفاده قرار می گیرد.

**آلپاکا:** شتر آلپاکا از خانواده ی لاماست و بیش تر در کشورهای آمریکای جنوبی پرورش می یابد. طول الیاف آلپاکا اگر چیده نشود، به ۶۵ سانتی متر می رسد.

الیاف آلپاکا نرم و براق و رنگ آن ها سیاه، خاکستری و زرد است و خاصیت ارتجاعی زیادی دارند. از این الیاف برای تهیه ی لباس های گرم و گران قیمت استفاده می شود.

الیاف آلپاکا، مسطح و پیوسته اند و لایه ی درونی آن ها شیاردار است و قسمت میانی (مدولا) در آن ها به ندرت دیده می شود.



شکل ۱۱-۳- نمای طولی و مقطع عرضی آلپاکا

الیاف خز مانند:

**موی خرگوش:** مدتی است که از موی حیواناتی نظیر خرگوش در صنعت نساجی استفاده می شود. موی این حیوانات شامل الیاف بلند و الیاف کوتاه و نرم است و الیاف نرم آن ها در زیر الیاف بلند قرار گرفته است. موی انواع خرگوش را هر سه ماه یک مرتبه می چینند. طول الیاف نرم آن تقریباً ۱/۵ سانتی متر است و الیاف بلند به ۷ سانتی متر می رسد. شکل مقطع عرضی موی خرگوش تقریباً بیضوی است.

خواص شیمیایی موی خرگوش تقریباً شبیه به پشم است



نزدیک به دهان این کرم ترشح می‌گردد که در مجاورت هوا سخت می‌شود. این مایع از دو قسمت فیبروئین (ابریشم) و سریسین (صمغ) تشکیل شده است.

کرم مدت ۲۰ روز در پیله می‌ماند. پس از این مدت، به پروانه تبدیل می‌شود و از پیله بیرون می‌آید. کرم برای خارج شدن از پیله، باید آن را سوراخ کند. این کار را به وسیله ماده‌ای قلیایی که ترشح می‌کند، انجام می‌دهد. برای جلوگیری از سوراخ شدن پیله، باید آن را پس از تنیده شدن در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار دهند یا کرم را با بخار از بین ببرند. وزن هر پیله‌ی ابریشم از ۱ تا ۴ گرم است.

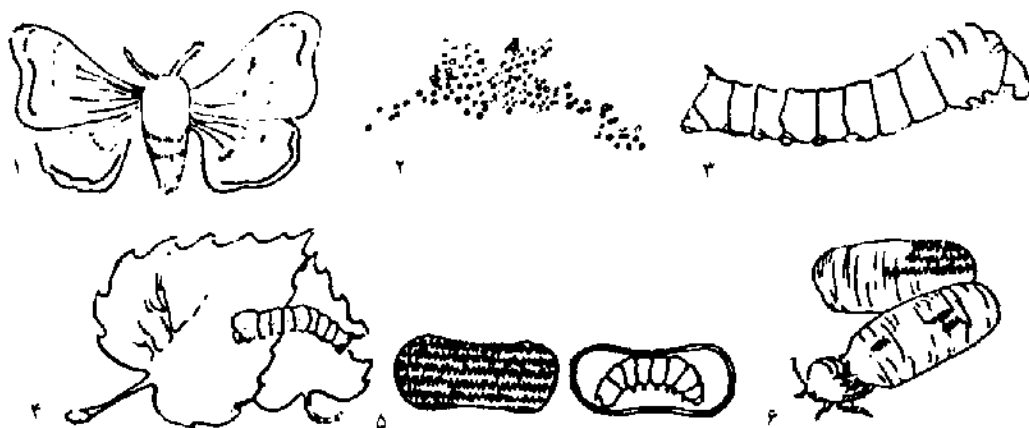
کرم‌های ابریشم وحشی نیز وجود دارند ولی الیاف آن‌ها به علت سوراخ شدن پیله‌شان کوتاه است. در نتیجه، از این الیاف به عنوان الیاف کوتاه استفاده می‌کنند.

را که خاص کرم‌های ابریشم بود، وارد کشور ما کردند. این بیماری در کشور ما همه‌ی کرم‌های ابریشم را از بین برد. بدین ترتیب، ضربه‌ی سختی به اقتصاد ایران وارد شد. از آن پس، دست‌اندرکاران صنعت ابریشم مجبور شدند تخم کرم ابریشم را به قیمت گران بخرند و وارد کشور کنند.

### مراحل زندگی کرم ابریشم

کرم ابریشم را که از برگ درخت توت یا نوعی بلوط تغذیه می‌کند، به دو منظور پرورش می‌دهند: یکی برای تهیه الیاف ابریشم و دیگری به منظور پرورش تخم نوغان. معمولاً از ۲۵ گرم تخم نوغان، ۳۶ هزار کرم ابریشم تولید می‌شود.

پس از این که کرم ابریشم به حد کافی رشد کرد، شروع به تنیدن پیله می‌کند. در موقع ساختن پیله مایع لزجی از دو غده‌ی



شکل ۱۳-۳- سیر تکاملی زندگی کرم ابریشم

مخصوصی صورت می‌گیرد. در نتیجه، میزان محصول افزایش یافته و قیمت آن نیز ارزان‌تر شده است.

### خصوصیات الیاف ابریشم

#### خواص فیزیکی

ساختمان الیاف: سلول‌های الیاف ابریشم مثل پشم کوچک نیستند و کانال‌های مرکزی که در بعضی از الیاف (مثل پنبه) یافت می‌شود، در ابریشم وجود ندارد. سطح مقطع این الیاف

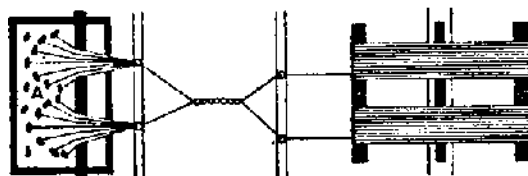
### تهیه الیاف ابریشم از پیله

الیاف ابریشم به وسیله عمل ابریشم‌کشی از پیله‌ی کرم ابریشم به دست می‌آید. به این ترتیب که ابتدا پیله‌ها را درجه‌بندی می‌کنند و سپس پیله‌هایی را که از یک طبقه‌اند، در آب گرم قرار می‌دهند تا ماده‌ی ژلاتینی آن‌ها نرم شود. آن‌گاه، انتهای هر چند پیله را با هم کلاف می‌کنند و به وسیله ماشین مخصوصی الیاف را از پیله جدا می‌سازند. از ابریشم باقی‌مانده روی پیله، نخ ابریشم پست‌تر تهیه می‌شود. در گذشته، ابریشم‌کشی با دست انجام می‌گرفت ولی از سال ۱۹۴۵ میلادی این کار با استفاده از ماشین

تقریباً مثلی شکل است اما ابریشم وحشی سطح مقطع پهن و نواری شکل دارد.



ابریشم کشی دستی



ابریشم کشی ماشینی

شکل ۱۴-۳

**استحکام الیاف ابریشم:** استحکام الیاف ابریشم با توجه به ظرافت آن‌ها بسیار زیاد است و ابریشم یکی از محکم‌ترین الیاف طبیعی محسوب می‌شود. الیاف ابریشم در حالت مرطوب ۱۵ درصد از استحکام خود را از دست می‌دهند و پس از خشک شدن، استحکام اولیه‌ی خود را به دست می‌آورند.

**خاصیت ارتجاعی الیاف (الاستیسیته):** ابریشم از نظر خاصیت ارتجاعی در بین الیاف طبیعی بعد از پشم قرار می‌گیرد و بسیار انعطاف‌پذیر است. الیاف ابریشم به اندازه‌ی ۲۰ تا ۵۰ درصد طول خود کش می‌آیند و این یکی از خواص مهم ابریشم است. **جذب رطوبت:** الیاف ابریشم رطوبت را به آسانی به خود می‌کشند و می‌توانند تا ۳۵ درصد وزن خود، آب جذب کنند. اگر نمک یا ناخالصی‌های دیگر در آب باشد، ابریشم سعی در جذب آن دارد.

**اثر حرارت بر الیاف ابریشم:** استقامت الیاف ابریشم در مقابل حرارت، از پشم بیش‌تر است. این الیاف تا ۱۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت را بدون تجزیه شدن برای مدت طولانی تحمل می‌کنند و در حرارت ۱۷۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به سرعت تجزیه می‌شوند.

**اثر نور خورشید:** مقاومت ابریشم در مقابل نور خورشید از پنبه و پشم کم‌تر است. نور خورشید پس از مدتی، استحکام و رنگ الیاف ابریشم را از بین می‌برد.

**طول الیاف:** در بین الیاف طبیعی، ابریشم طویل‌ترین لیف محسوب می‌شود و طول آن معمولاً بین ۴۰۰ تا ۱۸۰۰ متر متغیر است.

**قطر الیاف:** قطر الیاف ابریشم متفاوت است و به‌طور متوسط، در الیاف خارجی ۱۶ میکرون و در الیاف داخلی به حدود ۸ میکرون می‌رسد. پس از این که صمغ الیاف از بین می‌رود، قطر آن‌ها به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد.

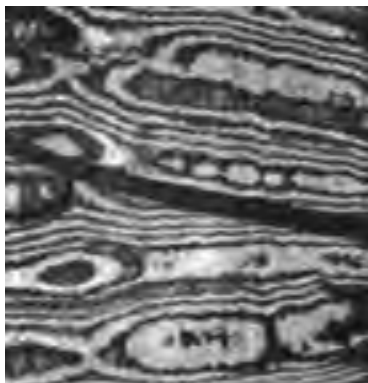
**رنگ الیاف:** رنگ الیاف ابریشم از زرد کم‌رنگ تا خاکستری تغییر می‌کند و هرچه به الیاف داخلی پیله نزدیک‌تر شویم، رنگ آن زردتر می‌شود. هر قدر الیاف بلندتر باشند، رنگ آن‌ها نیز شفاف‌تر است. الیافی که صمغ آن‌ها گرفته شده است، درخشنده‌تر به نظر می‌رسند. الیاف رنگ‌شده‌ی ابریشم، درخشندگی الیاف خام را ندارند.



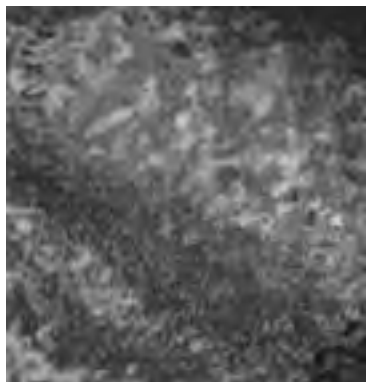
شکل ۱۵-۳- نمای طولی و مقطع عرضی ابریشم

## خواص شیمیایی

ساختمان شیمیایی: ماده‌ی اصلی تشکیل دهنده‌ی الیاف ابریشم، پروتئین است. این الیاف از ۲۳ درصد سریسین (صمغ)، ۷۵ درصد فیروئین (ابریشم)، ۱/۵ درصد چربی و واکس و ۵/۰ درصد مواد معدنی تشکیل شده‌اند. مولکول‌های پروتئین ابریشم شامل کربن، اکسیژن، هیدروژن و ازت است. پروتئین ابریشم به پروتئین پشم شبیه است؛ با این تفاوت که در مولکول ابریشم، اتم گوگرد وجود ندارد و در نتیجه، خواص مربوط به گوگرد در این الیاف دیده نمی‌شود.



اثر اسیدها: الیاف ابریشم – مانند الیاف پشم – در اسیدهای قوی حل می‌شوند و حتی می‌توان گفت که مقاومت ابریشم در برابر اسیدها از الیاف پشم کم‌تر است؛ به طوری که اسیدهای ضعیف هم اثر کمی بر ابریشم دارند.



اسیدکلریدریک غلیظ، الیاف ابریشم را در مدت دو تا سه دقیقه در خود حل می‌کند. اسیدفرمیک موجب تورم الیاف ابریشم می‌شود و طول آن‌را در حدود ۱۰ درصد کاهش می‌دهد.

برای ایجاد جلای مخصوص ابریشم یا درخشندگی بیش‌تر آن، گاهی از اسیدهای آلی استفاده می‌شود.



اثر بازها (مواد قلیایی): الیاف ابریشم نسبت به الیاف پشم، در مقابل بازها مقاوم‌ترند. مواد قلیایی رقیق ولی گرم، زودتر بر الیاف ابریشم اثر می‌کنند؛ مثلاً، سود سوزآور ۵ درصد، در حالت جوش الیاف ابریشم را در خود حل می‌کند اما اگر این الیاف در محلول‌های غلیظ سود در صفر درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گیرند، کم‌تر صدمه می‌بینند.

اثر مواد اکسیدکننده: مواد اکسیدکننده بر الیاف ابریشم تأثیرات مخربی دارند. از این‌رو، هنگام سفید کردن این الیاف با آب اکسیژنه باید به قدر کافی دقت کرد که الیاف صدمه‌ای نبینند.

اثر حلال‌های آلی: حلال‌های آلی که در خشک‌شویی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، قادر به حل کردن ابریشم نیستند؛ بنابراین، پارچه‌های ابریشمی در خشک‌شویی صدمه‌ای نمی‌بینند. موارد استفاده‌ی ابریشم: پارچه‌های

ابریشمی از هزاران سال پیش مصارف گوناگون داشته‌اند. ابریشم به علت داشتن خواصی چون استحکام، جذب رطوبت خوب و درخشندگی، در انواع پارچه‌ها – اعم از بافته شده یا کشباف –

شکل ۱۶-۳- پارچه‌های بافته شده از الیاف ابریشم

برای لباس‌های مردانه و به خصوص زنانه استفاده می‌شود. ابریشم مانند پشم گرما را در خود نگه می‌دارد و به همین دلیل برای تهیه‌ی لباس‌های زمستانی مناسب است. از طرفی، به علت ظریف بودن در تهیه‌ی پارچه‌های نازک تابستانی نیز از آن استفاده می‌کنند. ابریشم به علت سطح صافش، کثافتات و گرد و خاک را به سختی جذب می‌کند و هنگام شست و شو به خوبی تمیز می‌شود. از این‌رو برای لباس‌های زنانه و مردانه بسیار مناسب است.

- ۱- عوامل مؤثر در رشد پشم را بنویسید.
- ۲- چگونگی رشد پشم را شرح دهید.
- ۳- پشم های مختلف بدن گوسفند را بنویسید.
- ۴- ساختمان الیاف پشم را شرح دهید.
- ۵- چین خوردگی را در الیاف پشم توضیح دهید.
- ۶- خاصیت ارتجاعی، درخشندگی و گرمی الیاف پشم را بنویسید.
- ۷- اثر حرارت، رطوبت و نور خورشید را بر الیاف پشم بنویسید.
- ۸- ساختمان شیمیایی الیاف پشم را توضیح دهید.
- ۹- اثر اسیدها بر الیاف پشم چیست؟
- ۱۰- اثر مواد اکسیدکننده و قلیایی را بر الیاف پشم بنویسید.
- ۱۱- الیاف پشم به چند طبقه تقسیم می شوند؟
- ۱۲- موارد استفاده ی پشم چیست؟
- ۱۳- مقطع عرضی و نمای طولی الیاف موهر را رسم کنید.
- ۱۴- انواع الیاف پشم را نام ببرید و در مورد آنها به اختصار شرح دهید.
- ۱۵- سیر تکاملی زندگی کرم ابریشم را بنویسید.
- ۱۶- چگونه الیاف ابریشم را از بیله ی کرم ابریشم تهیه می کنند؟
- ۱۷- ساختمان فیزیکی الیاف ابریشم را شرح دهید.
- ۱۸- مقطع عرضی و نمای طولی ابریشم را رسم کنید.
- ۱۹- درباره ی قطر، رنگ و استحکام الیاف ابریشم توضیح دهید.
- ۲۰- اثر حرارت، رطوبت و نور خورشید را بر الیاف ابریشم بنویسید.
- ۲۱- ساختمان شیمیایی الیاف ابریشم را شرح دهید.
- ۲۲- اثر اسیدها بر الیاف ابریشم چگونه است؟
- ۲۳- اثر مواد قلیایی را بر الیاف ابریشم بنویسید.
- ۲۴- موارد استفاده ی ابریشم چیست؟

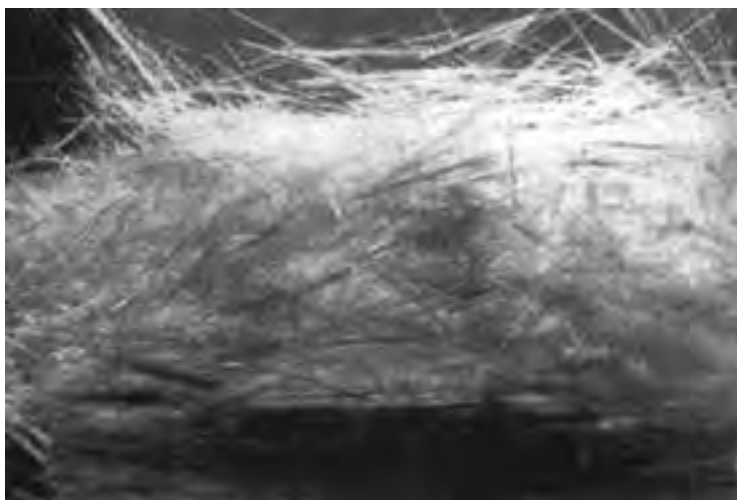
### الیاف معدنی

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- موارد استفاده‌ی الیاف طبیعی معدنی را توضیح دهد.
- ۲- خصوصیات الیاف پنبه‌ی نسوز آسبست را توضیح دهد.

طبیعی معدنی، پنبه‌ی نسوز (آسبست) است که از آن برای تهیه‌ی پارچه‌های ضدحریق استفاده می‌کنند.

از این نوع الیاف، بیش‌تر در صنعت استفاده می‌شود و کاربرد آن‌ها در نساجی محدود است. یکی از مهم‌ترین الیاف



شکل ۱-۴- الیاف پنبه‌ی نسوز

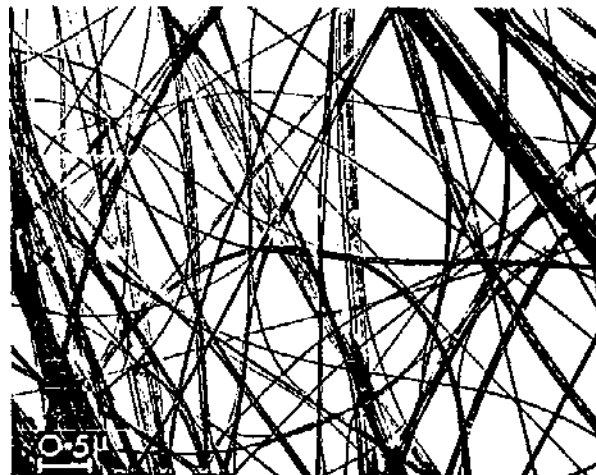
در معادن، پنبه‌ی نسوز به‌صورت رگه‌هایی در سنگ‌ها وجود دارد و با خرد کردن این سنگ‌ها الیافی نسبتاً بلند و سفید به‌دست می‌آید. چنان‌چه عمل خرد کردن ادامه پیدا کند، این الیاف کوتاه‌تر و ظریف‌تر می‌شوند و حتی گاهی به‌صورت پودر درمی‌آیند.

پنبه‌ی نسوز (آسبست)

پنبه‌ی نسوز تنها لیف معدنی طبیعی است که از سیلیکات‌های آلومینیم و منیزیم تشکیل شده است. این الیاف در کشورهای کانادا، آمریکای جنوبی و ایتالیا به‌دست می‌آید و نوع کانادایی آن بهترین است.

تهیه شده از این نخ‌ها، در لباس آتش‌نشان‌ها و بعضی انواع پرده (برای جاهایی که احتمال حریق وجود دارد) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در شکل ۳-۴ نحوه‌ی خرد کردن سنگ‌های بزرگ حاوی آسبست نشان داده شده است.



شکل ۲-۴- الیاف پنبه‌ی نسوز در زیر میکروسکوپ



شکل ۳-۴- نحوه‌ی خرد کردن سنگ‌های بزرگ آسبست

طول الیاف پنبه‌ی نسوز از ۱ تا ۳۰ سانتی‌متر متغیر است. پنبه‌ی نسوز در مقابل اسیدها و بازها و به‌طور کلی مواد شیمیایی، مقاومت خوبی دارد.

در کارخانه‌ها از مخلوط کردن این الیاف با ۸ درصد پنبه یا الیاف سلولزی دیگر نخ‌های نسبتاً ضخیمی تهیه می‌کنند. پارچه‌های



شکل ۴-۴- نحوه‌ی استخراج الیاف از داخل سنگ‌ها

### پرسش‌های فصل

- ۱- الیاف معدنی چه مصارفی دارند؟
- ۲- منابع تهیه‌ی الیاف معدنی را بنویسید.

### پلیمریزاسیون و ریسندگی الیاف شیمیایی

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- پلیمر و پلیمریزاسیون را تعریف کند.
- ۲- کوپلیمر را تعریف کند و انواع آن را نام ببرد.
- ۳- اهمیت کوپلیمرها را در تهیه‌ی الیاف نساجی توضیح دهد.
- ۴- انواع کوپلیمر را توضیح دهد.
- ۵- پلیمریزاسیون تراکمی و اضافی را توضیح دهد.
- ۶- خواص فیزیکی و شیمیایی پلیمرهای نساجی را توضیح دهد.
- ۷- انواع روش‌های ریسندگی الیاف شیمیایی را توضیح دهد.

#### پلیمر و پلیمریزاسیون

از نظر شیمیایی، پلیمرها از مولکول‌های بسیار بزرگ (ماکرومولکول) درست شده‌اند. این مولکول‌های بزرگ، خود از تکرار و اتصال واحدهای کوچک‌تری به نام مونومر تشکیل یافته‌اند. یک پلیمر ممکن است از چند صد واحد یا چند هزار واحد مونومر تشکیل شده باشد. نوع و تعداد مونومرها و هم‌چنین چگونگی تکرار و طرز قرار گرفتن آن‌ها در هر پلیمر متفاوت است.

تهیه‌ی پلیمرهای مصنوعی فقط از طریق اتصال مونومرها به یک‌دیگر امکان‌پذیر است. در این عمل که به پلیمریزاسیون معروف است، مونومرها طی مجموعه‌ای از فعل و انفعالات شیمیایی به یک‌دیگر متصل می‌شوند و ماکرومولکول ایجاد می‌کنند. اتصال مونومرها به‌وسیله‌ی پیوند کووالانس و به‌طور خطی انجام می‌گیرد.

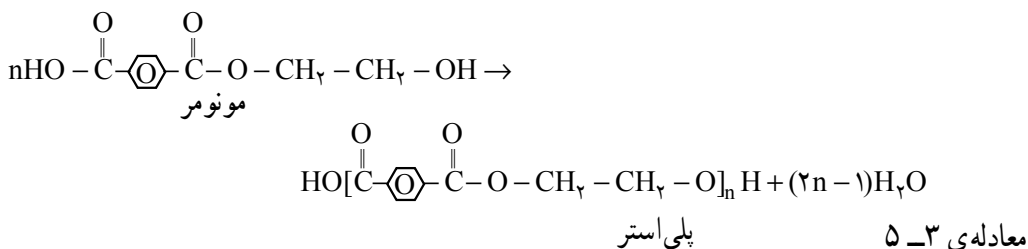
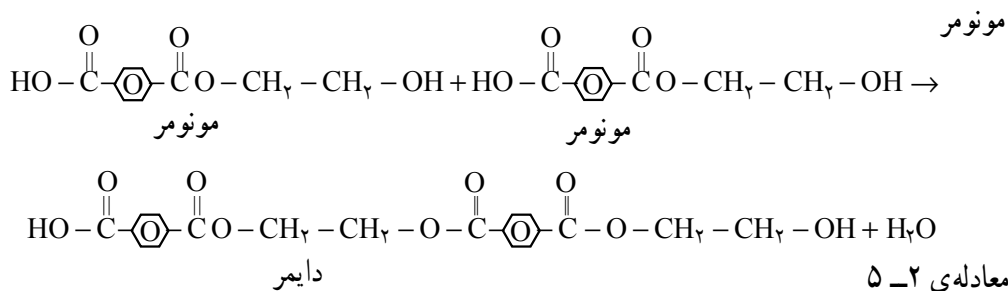
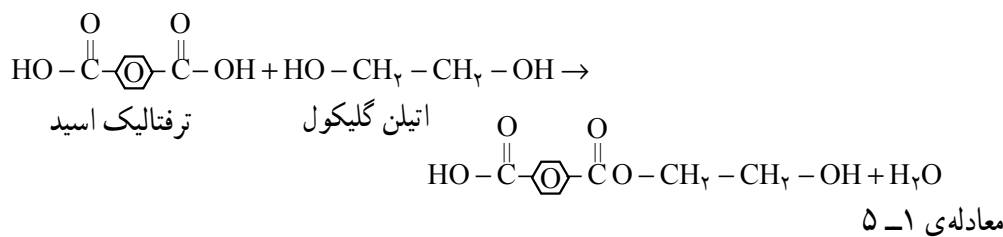
هرگاه به محیط پلیمریزاسیون مونومرهای اصلی یک پلیمر،

مونومرهای دیگری اضافه شود، به‌طوری که این مونومر یا مونومرهای اضافی بتوانند در عمل پلیمریزاسیون شرکت کنند و وارد زنجیر پلیمر گردند، در این صورت به‌جای یک هموپلیمر (Homo polymer) یک کوپلیمر (Copolymer) به‌دست می‌آید. با کوپلیمریزاسیون مونومرهای مناسب، می‌توان پلیمرهایی را که خواص مطلوبی برای تهیه‌ی الیاف دارند، به‌دست آورد؛ برای مثال، از پلی وینیل کلراید نمی‌توان لیف مناسبی برای مصرف نساجی تهیه کرد یا از پلی وینیل استات، لیفی با نقطه‌ی ذوب پایین و باخواص مکانیکی ضعیف به‌دست می‌آید اما کوپلیمری از وینیل استات (۱۲ درصد) و وینیل کلراید (۸۸ درصد) لیفی به‌نام وینیون با خواص مناسب برای صنعت نساجی ارائه می‌دهد. با تهیه‌ی کوپلیمرهای مناسب، می‌توان قدرت رسیدن الیاف را افزایش داد و پلیمرهایی را که خواص عالی دارند ولی قابل رسیدن نیستند، به لیف مورد مصرف در صنایع نساجی تبدیل کرد. هم‌چنین با تغییر مونومرها می‌توان خواص فیزیکی و شیمیایی مناسب، مانند

افزایش جذب ماده‌ی رنگ‌زا، جذب آب و الاستیسیته را در کولپلیمرها ایجاد کرد.

**پلیمریزاسیون تراکمی:** اولین بار، کاروتز (Carothers) دانشمندی که در زمینه‌ی شیمی برای کمپانی دوپونت نیومرز تحقیقاتی انجام می‌داد متوجه واکنش پلیمریزاسیون تراکمی شد. او به این نتیجه رسید که موادی که دارای گروه ترکیبی فعال مثل ... و  $-NH_2$  و  $-OH$  و  $-COOH$  در دو طرف ساختمان مولکولی هستند، در شرایط مناسب می‌توانند با یکدیگر ترکیب شوند و مولکول واحدی را تشکیل دهند. بدین ترتیب که ابتدا دو واحد مونومر با یکدیگر ترکیب می‌شوند و

ایجاد دایمر (dimer) می‌کنند. در مرحله‌ی دوم واکنش، ممکن است دایمر با یک واحد سوم مونومر یا دایمر دیگری متراکم شود و بالاخره از ترکیب مولکول‌های زیاد، پلیمر به دست می‌آید. برای مثال، در تهیه‌ی الیاف پلی‌استر، ابتدا از ترکیب اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید طبق معادله‌ی ۵-۱ حاصل می‌شود. در مرحله‌ی بعد، دو مونومر با یکدیگر ترکیب می‌شوند و طبق معادله‌ی ۵-۲ یک دایمر به دست می‌آید. در مرحله‌ی بعدی واکنش، ممکن است دایمر با یک واحد سوم مونومر یا دایمر دیگری ترکیب شود و بالاخره، از ترکیب مولکول‌های زیاد، پلیمر طبق معادله‌ی ۵-۳ پلیمر به دست می‌آید.



بنابراین، پلیمریزاسیون تراکمی عبارت است از پلیمریزاسیونی که در آن فعل و انفعالی مداوم بین دو گروه فعال از مونومرها انجام می‌گیرد و گروه جدیدی به صورت اتصال بین مولکولی ایجاد می‌شود که دیگر خاصیت گروه‌های اولیه را ندارد. به‌طور کلی، پلیمریزاسیون تراکمی دارای خواص زیر است.

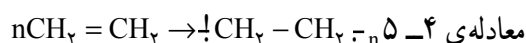
۱- مولکول‌ها با یکدیگر متراکم می‌شوند و معمولاً ترکیب‌های ساده‌ای نظیر آب آمونیاک و اسیدکلریدریک آزاد می‌گردد.

۲- معمولاً تعداد اتم‌ها در پلیمرهای حاصل شده از تعداد

اتم‌ها در مجموع مونومرهای به کار رفته، کم‌تر است. لازم به توضیح است که مواد پلیمری به دست آمده از طریق واکنش پلیمریزاسیون تراکمی، خطی هستند؛ زیرا این گونه پلیمرها زنجیرهای طولی و مستقیم دارند و یک بعدی‌اند. به این ترتیب که یک بعد آن‌ها از بعدها‌ی دیگر خیلی بزرگ‌تر است. یک بعدی بودن پلیمر از جهت خصوصیات لیف شدن حائز اهمیت است. الیاف پلی‌استر و نایلون از مهم‌ترین الیافی هستند که به روش پلیمریزاسیون تراکمی تهیه می‌شوند.



پلیمریزاسیون اضافی: این گونه پلیمریزاسیون - همان طور که از عنوان آن پیداست - از طریق افزایش یک مولکول به مولکول دیگر تهیه می‌شود. پلیمری که به وسیله ترکیبات اضافی به وجود می‌آید، دارای همان تعداد اتمی است که در ساختمان مونومر وجود دارد. در این نوع ترکیبات زنجیری، واحدهای مونومر صرفاً به هم اضافه شده‌اند. برای پلیمریزاسیون به روش اضافی، معمولاً از ترکیبات آلی اشباع نشده، به ویژه اتیلن و مشتقات آن، در شرایط مناسب استفاده می‌شود. ساده‌ترین مثال پلیمریزاسیون اضافی اتیلن است که از آن پلی اتیلن به دست می‌آید.



پلی اتیلن                      اتیلن

در این واکنش، هر چه اندازه‌ی مولکول و وزن مولکولی پلیمر بزرگ‌تر باشد، نقطه‌ی ذوب و خصوصیات لیف شدن به همان اندازه افزایش می‌یابد؛ برای مثال، اگر اتیلن در حرارت ۳۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد تحت فشار ۲۰۰ - ۱۰۰ اتمسفر قرار گیرد، پلیمر در حالت مایع و نیمه مایع است و چنین شرایطی برای تهیه‌ی الیاف مناسب نیست ولی اگر فشار به ۱۰۰۰ اتمسفر برسد، وزن مولکولی آن به ۱۰۰۰۰ می‌رسد. در این صورت، می‌توان فیلامنتی تهیه کرد که دارای استحکام کافی باشد. الیاف پلی‌آکریلونیتریل، پلی‌پروپیلن از مهم‌ترین الیافی هستند که به روش پلیمریزاسیون اضافی تهیه می‌شوند (برای تسریع در واکنش باید از کاتالیزور استفاده شود و عواملی مانند فشار و درجه حرارت به تنهایی برای انجام واکنش کافی نیست).

خواص فیزیکی و شیمیایی پلیمرهای

نساجی: همان طور که قبلاً نیز گفته شد، ساختار شیمیایی الیاف

- اعم از طبیعی یا مصنوعی - از مواد پلیمری تشکیل شده‌اند ولی برای این که یک ماده‌ی پلیمری بتواند به صورت لیف قابل مصرف در صنعت نساجی درآید، باید دارای خواص فیزیکی و شیمیایی زیر در حد مطلوب باشد.

- وزن مولکولی
- شکل مولکولی
- کریستالی بودن
- پیوندهای داخلی بین مولکول‌ها
- آرایش یافتگی
- سختی زنجیر مولکولی.

هر یک از این خواص را در زیر توضیح می‌دهیم.

وزن مولکولی: وزن مولکولی، عامل مهمی در تشکیل هر لیف است و بیش‌تر خواص فیزیکی هر لیف به وزن مولکولی آن بستگی دارد. در جدول ۱-۵ ارتباط بین وزن مولکولی پلیمر و بعضی خواص فیزیکی آن نشان داده شده است.

بنابراین، وزن مولکولی یک پلیمر باید از ۱۰۰۰۰ بیش‌تر باشد تا بتواند به عنوان یک لیف نساجی به کار رود. وزن مولکولی باید بین ۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ باشد. البته اضافه شدن آن مزایایی دارد ولی چون این افزایش وزن نقطه‌ی ذوب پلیمر را زیاد می‌کند، در روش ریسندگی مذاب مشکلات اساسی به وجود می‌آورد. در نتیجه، عمل تهیه‌ی لیف مشکل می‌شود و قدرت حلالیت پلیمر نیز کاهش می‌یابد. به علاوه برای پلیمرهایی هم که به روش ریسندگی محلول تهیه می‌شوند، مشکلاتی ایجاد می‌کند. لذا افزایش وزن مولکولی بیش از ۲۰۰۰۰ مناسب نیست و پلیمر با وزن مولکولی در همین محدوده، برای تهیه‌ی الیاف مناسب تشخیص داده شده است.

جدول ۱-۱- ارتباط بین وزن مولکولی پلیمرها و خواص فیزیکی آنها

وزن مولکولی	خواص فیزیکی
کمتر از ۴۰۰۰	لیف نمی‌تواند تشکیل شود.
۴۰۰۰ - ۶۰۰۰	دارای شکل لیفی ولی ضعیف و شکننده است.
۶۰۰۰ - ۸۰۰۰	به صورت الیافی ضعیف ولی بلندتر و کم‌تر شکننده است.
۸۰۰۰ - ۱۰۰۰۰	استقامت و تغییر شکل پذیری لیف تشکیل شده افزایش می‌یابد.
۱۰۰۰۰ به بالا	شکل لیف کامل و دارای خواص لازم برای نساجی است.

دو پلیمر که یکی از آن‌ها مناسب برای لیف و دیگری نامناسب است، نشان داده شده‌اند :



شکل ۵-۱- الف - پلیمر مناسب برای لیف شونده  
ب - پلیمر نامناسب برای لیف شونده

شکل مولکولی: مولکول پلیمر تشکیل دهنده‌ی هر لیف باید بلند و به صورت خطی باشد و تا حد امکان گروه‌های جانبی و پیوندهای شاخه‌ای در زنجیر مولکولی کاهش یابد در شکل ۵-۱

سختی زنجیرهای مولکولی: برای این که پلیمری در نساجی مورد استفاده قرارگیرد، باید در مقابل تغییر شکل در زنجیر مولکولی مقاومت داشته باشد؛ مثلاً پلی استرهای زنجیری خطی با فرمول  $\text{CH}_2\text{COOCH}_2$  مولکول‌هایی هستند که به آسانی تغییر شکل می‌دهند ولی پلی استرهای حلقوی با فرمول  $\text{---} \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle \text{---COO---CH}_2\text{---}$  به علت وجود حلقه‌ی بنزنی در طول زنجیر مولکولی خود سختی زیادی دارند که نتیجه‌ی آن افزایش نقطه‌ی ذوب پلیمر است. وجود حلقه‌ی بنزن باعث می‌شود که به پیوندهای دیگر نیازی نداشته باشیم. گروه‌های جانبی نیز در بعضی حالت‌ها می‌توانند سختی لازم را در مولکول ایجاد کنند.

### ریسندگی الیاف شیمیایی

در قرن هفدهم دانشمند انگلیسی، رابرت هوک (Robert Hooke)، با مطالعات و تحقیقات خود بر روی کرم ابریشم دریافت که اگر بتواند مایعی را از سوراخ‌های بسیار ریز عبور دهد و بعد از خارج شدن از سوراخ‌ها آن را منعقد کند، خواهد توانست مانند کرم ابریشم الیاف مداوم (فیلامنت) تولید نماید. در قرن نوزدهم، یک بافنده‌ی انگلیسی به نام لویز شواب توانست از طریق عبور دادن شیشه‌ی مذاب از منافذ بسیار ریز و سپس سرد کردن آن‌ها در هوا الیاف بسیار ظریف شیشه‌ی تهیه کند. پس از چندی، دانشمندان انگلیسی موفق به استخراج سلولز چوب شدند و با حل کردن آن در حلالی مناسب و عبور دادن آن از منافذ بسیار ظریف توانستند الیاف سلولزی تولید کنند. این فناوری سال به سال تکمیل شد تا این که در دهه‌ی ۱۹۲۰ به اوج خود رسید. در این زمان، انواع مختلف الیاف که منشأ طبیعی داشتند و ماده‌ی اصلی آن‌ها سلولز بود، به میزان تجارتي در کشورهای

کریستالی بودن: در مورد پلیمرهایی که الیاف را تشکیل می‌دهند، ساختمان کریستالی باید کم و بیش در مولکول لیف تشکیل شود تا الیاف بتوانند به خواص مورد نیاز صنعت نساجی دست یابند. کریستالی بودن پلیمر باعث افزایش قدرت و استقامت آن می‌شود ولی از طرفی، افزایش بیش از حد نقاط کریستالی در ساختمان لیف به پلیمر حالتی خشک و شکننده می‌دهد. وجود قسمت‌های غیر کریستالی (آمورف) که در پلیمر خاصیت‌های الاستیسیته و جذب ماده‌ی رنگزا را ایجاد می‌کنند، ضروری است. پیوندهای بین مولکول‌ها: پیوندهای بین مولکول‌ها یا پیوندهای عرضی، باعث به هم چسبیدگی بیش تر زنجیرهای مولکولی می‌شود. اگر پیوندهای عرضی یا چسبندگی بین زنجیرهای مولکولی به قدر کافی نباشد، پلیمر خیلی نرم می‌شود، حالت لاستیک به خود می‌گیرد، نقطه‌ی ذوب آن کاهش می‌یابد و خیلی آسان در حلال‌ها حل می‌شود. از طرفی، افزایش بیش از حد این پیوندها باعث می‌شود که پلیمر خاصیت الاستیسیته‌ی خود را از دست بدهد و کاملاً سخت شود.

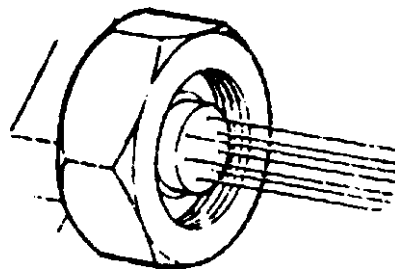
انواع پیوندهای عرضی عبارت‌اند از:

- پیوندهای کووالانسی
- پیوندهای هیدروژنی
- نیروهای واندروالسی
- پیوندهای یونی

آرایش یافتگی: مولکول‌ها باید دارای خاصیت آرایش یافتگی باشند تا زنجیرهای مولکولی بتوانند موازی با محور طولی الیاف قرار گیرند. این عمل باعث افزایش قدرت لیف و بهبود بعضی خواص دیگر آن (مانند افزایش درخشندگی، کاهش درصد، جذب رطوبت و ...) می‌شود.

مختلف اروپایی مصرف شد. در همین دهه، دانشمندان آلمانی در تهیه پلیمرهای مصنوعی و همچنین حلال‌های آن‌ها به پیشرفت‌های چشم‌گیری نایل شدند و با عبور دادن محلول پلیمرها از منافذ بسیار ظریف الیافی را تولید کردند که منشأ آن‌ها کاملاً مصنوعی بود. در سال ۱۹۳۶ انواع الیاف مصنوعی مانند پلی استرها، پلی آمیدها، پلی وینیل و استات وینیل‌ها در مقیاس تجارتي به بازار عرضه شدند. به‌طورکلی، بعد از جنگ جهانی دوم در کشورهای غربی تحقیقات دامنه‌داری برای تولید الیاف شیمیایی، با مصارف و کاربردهای مختلف، صورت گرفت. امروزه الیاف شیمیایی بسیار متعدد و متنوعی در جهان تولید می‌شود و به مصرف می‌رسد.

ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی الیاف شیمیایی را که به‌صورت مایع است (محلول در یک حلال یا به شکل مذاب) از یک رشته‌ساز<sup>۱</sup> شکل ۲-۵ که سوراخ‌های بسیار کوچکی دارد، عبور می‌دهند و بعد از خارج شدن از رشته‌ساز، آن را به طرق گوناگون به‌صورت الیاف مداوم<sup>۲</sup> یا الیاف کوتاه<sup>۳</sup> به اندازه‌های دلخواه قابل استفاده در صنعت نساجی درمی‌آورند. همه‌ی الیاف شیمیایی، اعم از الیاف مصنوعی و الیاف بازیافته، بدین روش رسیدگی می‌شوند.



شکل ۲-۵ - رشته‌ساز

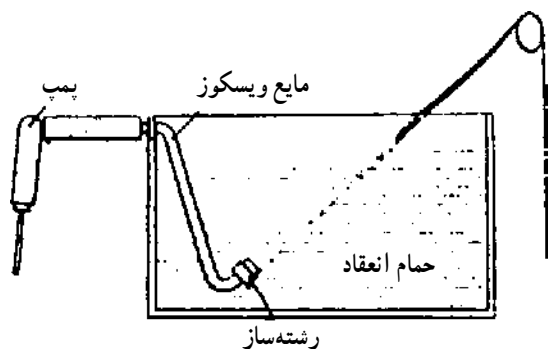
**مشخصات رشته‌ساز:** رشته‌ساز از یک آلیاژ مقاوم ساخته می‌شود و تعداد سوراخ‌های آن به‌طور معمول ۱۰۰ تا ۱۲۰ است. ولی این تعداد سوراخ برای تهیه‌ی طناب (tow) یا فتیله به ۳۰۰۰ می‌رسد. قطر سوراخ‌ها از ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۴ اینچ متغیر است و قطر رشته‌ی نهایی به قطر روزنه‌های رشته‌ساز و سرعت ریسندگی و مقدار کششی که هنگام آرایش یافتگی مولکولی به الیاف اعمال

می‌شود، بستگی دارد (فلزات مقاوم نظیر طلا، پلاتین و ...).  
خارج کردن مایع تشکیل‌دهنده‌ی الیاف از سوراخ‌های رشته‌ساز و منعقد کردن آن، ریسندگی نامیده می‌شود.  
انعقاد الیاف بعد از خارج شدن از رشته‌ساز، به سه روش انجام می‌گیرد:

۱- ریسندگی خشک، ۲- ریسندگی مرطوب و ۳- ریسندگی مذاب.

**ریسندگی مرطوب:** در این روش، مایع تشکیل‌دهنده‌ی الیاف بعد از خارج شدن از رشته‌ساز وارد ظرفی به نام حمام انعقاد که حاوی اسید و نمک است می‌شود. رشته‌های خارج شده از رشته‌ساز در این ظرف توسط مواد شیمیایی و با اعمال فیزیکی منعقد می‌شوند. الیاف ویسکوزیون را به این روش تولید می‌کنند.

در شکل ۳-۵ ریسندگی مرطوب نمایش داده شده است.



شکل ۳-۵ - ریسندگی مرطوب

در این نوع ریسندگی، غلظت اسید و نمک اهمیت بسیاری دارد و با تغییر دادن آن، خواص لیف تغییر می‌یابد. به همین دلیل، لازم است غلظت حمام طی عملیات پلیمریزاسیون ثابت بماند. در غیر این صورت، نقاط مختلف لیف خواص متفاوتی خواهند داشت.

یک‌نواختی حرارت طی عملیات انعقاد نیز اهمیت زیادی دارد. اگر حرارت در طول عملیات متغیر باشد، خواص لیف در نقاط مختلف متفاوت خواهد بود و به همین دلیل، در لیف

نایک نواختی ایجاد می شود.

حلال ها و امکان آتش گیری آن ها و هم چنین هزینه ی سنگین دستگاه های بازیابی حلال، روش چندان مطلوبی نیست.

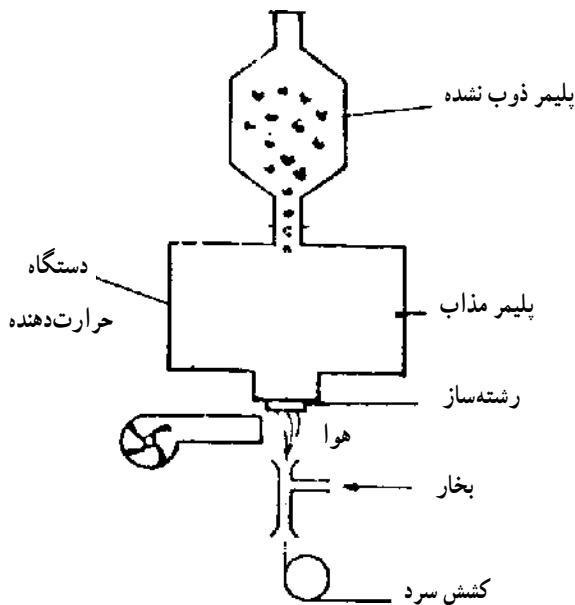
از مزایای این نوع ریسندگی می توان استفاده از درجه حرارت های کم را ذکر کرد.

**ریسندگی مذاب:** در این روش ماده ی

تشکیل دهنده ی الیاف به وسیله ی حرارت ذوب می شود و مایع ذوب شده با فشار توسط پمپ از رشته ساز خارج و به وسیله هوای سرد منعقد می گردد.

الیاف نایلون و پلی استر از این طریق تولید می شوند.

در شکل ۵-۵ ریسندگی مذاب نمایش داده شده است.



شکل ۵-۵ - ریسندگی مذاب

ریسندگی مذاب براساس ذوب شدن پلیمر در درجه حرارت های بالا انجام می شود. به همین دلیل در این روش، پلیمر باید در برابر حرارت از مقاومت کافی برخوردار باشد و حرارت باعث تجزیه و تغییر رنگ آن نشود.

در روش ریسندگی مذاب، یک نواختی حرارت در نقاط مختلف پلیمر اهمیت زیادی دارد.

**ریسندگی خشک:** در این روش ها، مایع

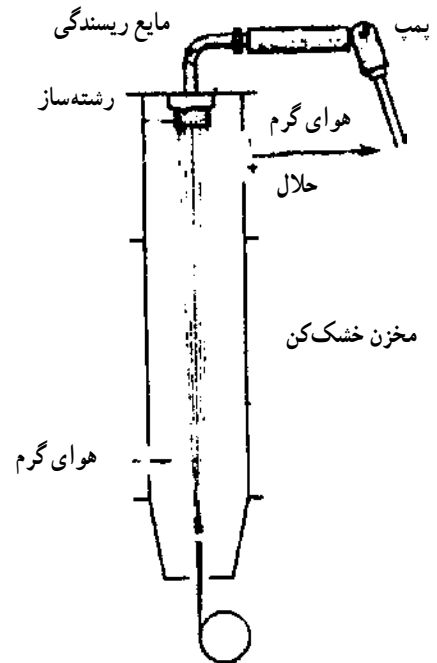
تشکیل دهنده ی الیاف که در یک حلال حل شده است، با فشار توسط پمپ از رشته ساز خارج و به فضایی که دارای هوای گرم است، وارد می شود. پس از بخار شدن حلال های موجود، الیاف منعقد می گردند.

الیاف تری استات به این طریق تهیه می شوند.

در شکل ۴-۵ ریسندگی خشک نشان داده شده است.

چون این روش براساس حل شدن یک پلیمر در حلال

مناسب صورت می گیرد، فقط در مواردی می تواند به کار رود که یک حلال مناسب برای پلیمر یافت شود.



شکل ۴-۵ - ریسندگی خشک

حلال مناسب برای پلیمر باید دارای خواص زیر باشد.

- باعث تجزیه ی پلیمر نشود؛

- با پلیمر ترکیب شیمیایی ایجاد نکند؛

- نقطه ی جوش آن پایین باشد تا تبخیر و بازیابی اش به آسانی

صورت گیرد.

ریسندگی خشک به علت خطرات ناشی استفاده از

## پرسش های فصل

- ۱- پلیمر و پلیمریزاسیون را تعریف کنید.
- ۲- کوپلیمر را تعریف کنید و اهمیت آن را با ذکر مثال توضیح دهید.
- ۳- پلیمریزاسیون تراکمی و اضافی را به طور کامل توضیح دهید و موارد اختلاف آن‌ها را ذکر کنید.
- ۴- یک پلیمر چه خواصی باید داشته باشد تا در نساجی مورد مصرف قرار گیرد؟
- ۵- کدام یک از پلیمرهای زیر می‌تواند در صنعت نساجی مورد استفاده قرار گیرد؟ چرا؟

الف - پلیمری با ساختمان



- ب - پلیمری با وزن مولکولی ۵۰۰۰
- ۶- اثر آرایش یافتگی، سختی زنجیرهای مولکولی و کریستالی بودن را در تهیه‌ی الیاف شیمیایی بنویسید.
- ۷- انواع روش‌های ریسندگی الیاف دوباره تولید شده و مصنوعی را نام ببرید.
- ۸- روش ریسندگی مرطوب را توضیح دهید.
- ۹- روش ریسندگی خشک را توضیح دهید.
- ۱۰- روش ریسندگی مذاب را شرح دهید.

## الیاف بازیافته از مواد سلولزی

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- الیاف بازیافته (نیمه مصنوعی) را تعریف کند.
- ۲- نحوه‌ی تهیه‌ی الیاف ویسکوزیون را از مواد سلولزی توضیح دهد.
- ۳- خصوصیات الیاف ویسکوزیون را توضیح دهد.
- ۴- اختلاف الیاف ویسکوز و پنبه را بیان کند.
- ۵- موارد استفاده‌ی الیاف ویسکوز را توضیح دهد.
- ۶- طرز تهیه و خصوصیات الیاف پلی نوزیک را توضیح دهد.
- ۷- الیاف کوپرا آمونیم را تعریف کند.
- ۸- خصوصیات الیاف کوپرا آمونیم را بیان کند.
- ۹- موارد استفاده‌ی الیاف کوپرا آمونیم را توضیح دهد.
- ۱۰- طرز تهیه‌ی الیاف استات را توضیح دهد.
- ۱۱- خصوصیات الیاف استات سلولز را بیان کند.
- ۱۲- موارد استفاده‌ی الیاف استات را توضیح دهد.
- ۱۳- الیاف تری استات را تعریف کند.
- ۱۴- نحوه‌ی ساخت الیاف استات را توضیح دهد.
- ۱۵- خصوصیات الیاف تری استات سلولز را بیان کند.
- ۱۶- موارد استفاده‌ی الیاف تری استات را شرح دهد.

الف - الیاف بازیافته از مواد سلولزی

ب - الیاف بازیافته از مواد پروتئینی

پ - الیاف بازیافته از مواد معدنی

مواد اولیه‌ی این الیاف، سلولز با فرمول کلی

$(C_6H_{10}O_5)_n$  است که از منابع گیاهی به دست می‌آید. مهم‌ترین

همان‌طور که پیش از این اشاره کردیم، منظور از الیاف

بازیافته<sup>۱</sup> الیافی هستند که ماده‌ی اولیه‌ی آن‌ها در طبیعت وجود

دارد و با کمک عملیات شیمیایی، این ماده به الیاف قابل استفاده

در نساجی تبدیل می‌شود. با توجه به مواد اولیه، این الیاف را به

سه دسته تقسیم می‌کنند:

این الیاف ویسکوزیون، استات و تری استات سلولز و کوپروآمونیم هستند.

## الیاف ویسکوزیون

روش تهیه‌ی الیاف ویسکوز توسط دو شیمی‌دان انگلیسی به نام‌های کروس<sup>۱</sup> و بیوان<sup>۲</sup> که مطالعات دقیقی روی ساختمان سلولز انجام داده بودند، در سال ۱۸۹۱ کشف و در سال ۱۸۹۲ به ثبت رسید، ولی مدت‌ها طول کشید تا منسوجات تهیه شده از این الیاف به‌طور تجارتي به بازار عرضه شود. بزرگ‌ترین اشکال این گونه منسوجات، آن بود که در صورت جذب رطوبت استحکام آن‌ها به شدت کاهش می‌یافت؛ به طوری که اغلب در موقع شست‌وشو از هم می‌پاشیدند. علت این امر، تجزیه‌ی بیش از حد پلیمر سلولز هنگام تهیه‌ی محلول ویسکوز بود. با مطالعه روی ساختمان شیمیایی الیاف طبیعی، ثابت شده بود که یکی از شرایط مهم برای تهیه‌ی یک لیف مصنوعی، تهیه‌ی پلیمری با طول زنجیر بلند است. سلولز که ماده‌ی اولیه‌ی ویسکوزیون است، دارای طول زنجیری به اندازه‌ی کافی بلند است ولی در اثر عملیاتی که برای تهیه‌ی محلول ویسکوز انجام می‌گیرد، این زنجیر شکسته و کوچک می‌شود و به این ترتیب، استحکام لیف تهیه شده در حالت مرطوب کاهش می‌یابد. پس از مطالعات زیاد، روش‌هایی کشف شد که کوچک شدن طول زنجیر پلیمر را به حداقل رسانید و ویسکوزیون توانست به‌عنوان یک لیف مورد استفاده در صنایع نساجی به بازار عرضه شود.

**مواد اولیه‌ی ویسکوزیون:** از همه‌ی محصولات طبیعی که به مقدار کافی سلولز دارند، می‌توان برای تهیه‌ی الیاف ویسکوز استفاده کرد. هر اندازه مقدار سلولز نسبت به مواد دیگر بیش‌تر باشد، مناسب‌تر و تبدیل آن به ویسکوز کم‌خرج‌تر است. مواد اولیه‌ای که برای تهیه‌ی ویسکوز به کار می‌روند، عبارت‌اند از:

— **لینتر:** الیاف کوتاه پنبه بعد از جدا شدن الیاف بلند، روی تخم پنبه باقی می‌مانند. این الیاف کوتاه را که لینتر نامیده می‌شوند، توسط ماشین مخصوصی از روی تخم پنبه جدا می‌کنند. لینترها

(الیاف کوتاه) را به علت کوتاهی طول نمی‌توان در صنعت نساجی و ریسندگی مورد استفاده قرار داد ولی به علت داشتن سلولز کافی (در حدود ۹۹ درصد) در تهیه‌ی ویسکوزیون به کار می‌روند.

— **الوار درختان:** از الوار درختانی مانند صنوبر، کاج، سرو و سایر درختانی که سلولز تشکیل دهنده‌ی آن‌ها دارای مولکول‌های بلند هستند، در تهیه‌ی ویسکوز استفاده می‌کنند. مقدار سلولز این درختان ۸۴ تا ۹۴ درصد است.

— **تفاله‌ی نیشکر:** که در حدود ۵۰ درصد وزن خشک آن سلولز است و برای تهیه‌ی خمیر کاغذ به کار می‌رود.

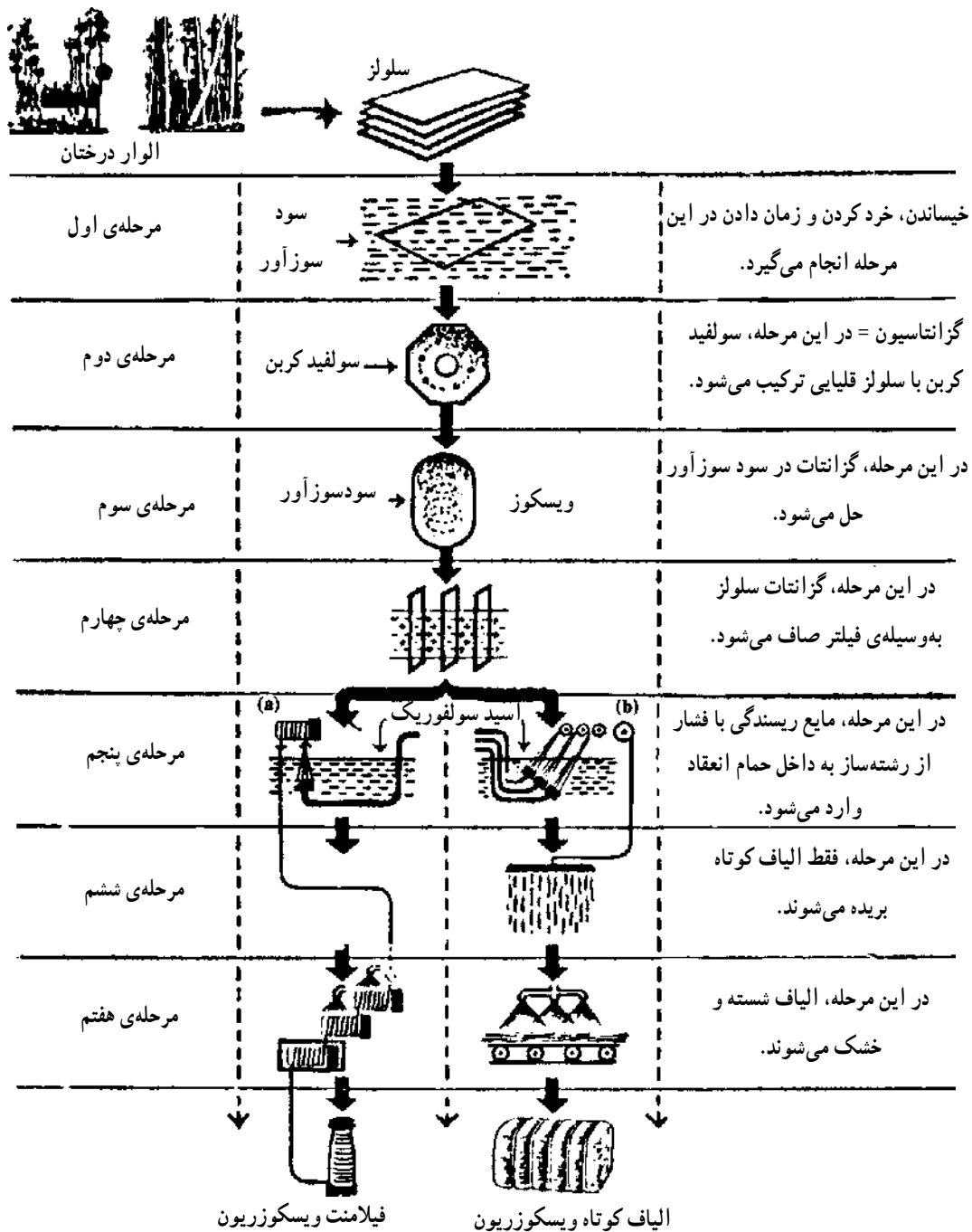
— **مواد گیاهی دیگر:** مواد دیگری از قبیل کاه، برنج، جو و گندم را که دارای مقادیری سلولز هستند، کم و بیش می‌توان در تهیه‌ی ویسکوز به کار برد.

به‌طور کلی، مواد اولیه‌ی ویسکوز باید طوری باشند که بتوان سلولز آن‌ها را به‌سادگی و با صرف هزینه‌ی کم تراستخراج کرد. امروزه، قسمت اعظم ویسکوزیون دنیا از الوار درختان تهیه می‌شود.

**طرز تهیه‌ی الیاف ویسکوز:** الیاف ویسکوز را طی مراحل مختلفی که معمولاً یک هفته طول می‌کشد، تهیه می‌کنند. همه‌ی مراحل باید به‌دقت کنترل شود. عملیاتی که برای تهیه‌ی ویسکوز انجام می‌گیرد، به‌طور خلاصه به قرار زیر است.

— **خیساندن:** ورقه‌های چوب را که دارای ۸۸ – ۸۴ درصد سلولز هستند، در یک جعبه‌ی مکعب مستطیل شکل که توسط صفحه‌های سوراخ‌دار به چندین قسمت تقسیم‌بندی شده‌اند، به‌طور منظم می‌چینند. آن‌گاه سود سوزآور با غلظت ۱۷/۵ درصد را، با سرعت ۳ اینچ در دقیقه از پایین ظرف وارد می‌کنند. پس از این که ورقه‌های چوب برای مدت یک ساعت، در سود با دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد باقی می‌مانند، آن را به‌وسیله‌ی یک پیستون، فشرده می‌کنند و سود آن‌ها را خارج می‌سازند.

— **خرد کردن:** ورقه‌های پرس شده‌ی چوب در ماشین خردکننده که دارای یک جفت غلتک حلزونی دندان‌دار است، خرد و تکه‌تکه می‌شوند تا سود سوزآور به‌آسانی با سلولز چوب ترکیب شود.



شکل ۱-۶ - نمودار تولید الیاف ویسکوزیون

سلولز قلیایی؛ بدین ترتیب که ابتدا سلولز قلیایی به گزانثاتور - که یک ظرف هشت ضلعی است - وارد می‌شود و گزانثاتور شروع به دوران می‌کند. در این حال، ۲۰ تا ۳۵ درصد سولفید کربن از مجرای که در مرکز ظرف قرار دارد، وارد می‌شود و عمل برای مدت ۸ تا ۱۰ ساعت در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد ادامه پیدا می‌کند. گزانتات سلولز در این مرحله به دست می‌آید.

— زمان دادن: در اثر خیساندن و خرد کردن، سود با سلولز ترکیب می‌شود و در اثر زمان دادن - که ۲۴ تا ۲۸ ساعت طول می‌کشد - سود سوز آور مجال پیدا می‌کند که با عامل هیدروکسیل سلولز ترکیب شود و سلولز قلیایی به دست آید.

$$(C_6H_7O_5)_n + nNaOH \rightarrow (C_6H_4O_4ONa)_n + nH_2O$$

— گزانثاسیون: عبارت است از ترکیب سولفید کربن با



## قطر و طول الیاف: قطر و طول الیاف ویسکوز، قابل

کنترل است و در اندازه‌های دلخواه تهیه می‌شوند.

### استحکام الیاف: استحکام الیاف ویسکوزریون در ابتدا

کم بود اما به تدریج این عیب برطرف شد و الیاف نسبتاً محکمی تهیه گردید. الیاف ویسکوز تهیه شده در سال ۱۹۲۰ دارای استحکام ۱/۵ گرم بر دینر در حالت خشک و ۴/۰ گرم بر دینر در حالت مرطوب بود اما استحکام الیاف امروزه تا ۲/۵ گرم بر دینر در حالت خشک و ۷/۰ گرم بر دینر در حالت مرطوب است.

### درصد اضافه طول الیاف: مقدار کشیدگی الیاف،

برحسب درجه‌ی آرایش‌یافتگی آن‌ها متفاوت است. هر قدر میزان آرایش‌یافتگی الیاف بیش‌تر باشد، درصد اضافه طول آن تا حد پاره شدن کم‌تر می‌شود. الیاف ویسکوز معمولی در حالت خشک حدود ۱۷ تا ۲۵ درصد تا قبل از پاره شدن، کشیده می‌شوند و این مقدار در حالت مرطوب به ۲۳ تا ۳۲ درصد می‌رسد.

### خاصیت ارتجاعی الیاف (الاستیسیته): به‌طور کلی،

خاصیت ارتجاعی الیاف سلولزی کم است. این خاصیت در الیاف ویسکوزریون کم‌تر است و این الیاف حتی نسبت به پنبه هم خاصیت ارتجاعی کم‌تری دارند.

### خاصیت جذب رطوبت: هر قدر میزان آرایش‌یافتگی و

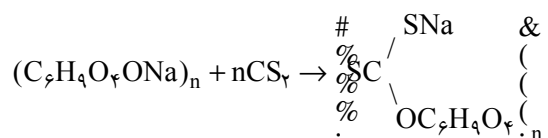
تبلور الیاف کم‌تر باشد، قابلیت نفوذ آب و جذب رطوبت آن‌ها بیش‌تر خواهد بود. از این‌رو، در الیاف ویسکوزریون که مناطق بی‌شکل آن‌ها بیش‌تر و درجه‌ی تبلور آن‌ها کمتر است، جذب رطوبت بیش‌تر است و مولکول‌های آب در مناطق بی‌شکل به راحتی و به سرعت نفوذ می‌کنند. ویسکوزریون معمولی دارای ۱۲ درصد جذب رطوبت در شرایط استاندارد است (شرایط استاندارد: رطوبت نسبی ۶۵ درصد و ۲۱ درجه‌ی سانتی‌گراد).

### وزن مخصوص الیاف: وزن مخصوص الیاف ویسکوز،

برحسب روش ساخت و درجه‌ی آرایش‌یافتگی فرق می‌کند و به‌طور متوسط ۱/۵ تا ۱/۵۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

### درخشندگی الیاف: سطح خارجی الیاف ویسکوز صاف

است و به همین دلیل، این الیاف نسبت به پنبه درخشندگی بیش‌تری دارند ولی قدرت درگیری و اصطکاک آن‌ها از پنبه کم‌تر است. در نتیجه، استحکام نخ تهیه شده از این الیاف تقلیل می‌یابد. الیاف ویسکوز مقداری از درخشندگی خود را در آب جوش از



### — حل کردن: گزانتات حاصل را در محلول رقیق سوز

سوزآور حل می‌کنند تا محلول سدیم گزانتات سلولز به دست آید.

### — محلول گزانتات سلولز: برای صاف کردن محلول

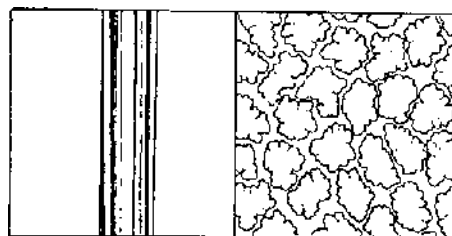
گزانتات سلولز آن را از فیلترهای مخصوصی عبور می‌دهند و سپس وارد دستگاه ریسندگی مرطوب می‌کنند. آن‌گاه مایع به وسیله‌ی پمپ با فشار از رشته‌ساز خارج می‌شود و برای منعقد شدن از حمامی که حاوی اسید سولفوریک، سولفات سدیم، سولفات روی و گلوکز است، عبور می‌کند. ویسکوز که به صورت الیاف مداوم (فیلامنت) و الیاف کوتاه تهیه می‌شود، برای تهیه‌ی نخ فیلامنت به رشته‌های منعقد شده مختصر تابی می‌دهد و سپس به دور بوبین پیچیده می‌شود. برای تهیه‌ی الیاف کوتاه، رشته‌های منعقد شده در کنار هم قرار می‌گیرند و به اندازه‌های دلخواه بریده می‌شوند. الیاف بریده، شسته و خشک می‌شوند و به صورت عدل بسته بندی می‌گردند.

### خواص فیزیکی الیاف ویسکوز

#### ساختمان ظاهری و میکروسکوپی الیاف: اگر الیاف

ویسکوزریون را در زیر میکروسکوپ قرار دهیم، می‌بینیم که سطحی صاف دارند و پیچ و تاب (مانند الیاف پنبه) در آن‌ها وجود ندارد. سطح مقطع الیاف ویسکوزریون در زیر میکروسکوپ، به صورت مضرّس (دندان‌ه‌ای) دیده می‌شود (شکل ۲-۶).

هنگام قرار گرفتن فیلامنت در حمام انعقاد، ابتدا سطح خارجی لیف و سپس قسمت داخلی آن منعقد می‌گردد. چون انعقاد سطح خارجی و قسمت داخلی با یک اختلاف زمانی کوتاه انجام می‌گیرد، این عمل باعث چروک شدن جدار خارجی لیف می‌شود و مقطع لیف به صورت مضرّس درمی‌آید.



شکل ۲-۶ — مقطع عرضی و نمای طولی الیاف ویسکوزریون

دست می دهند.

**اثر نور آفتاب بر الیاف:** الیاف ویسکوز در مقابل نور برای مدت کوتاه استقامت نشان می دهند اما اگر این مدت طولانی شود، رنگ و استحکام خود را از دست می دهند.

**اثر حرارت بر الیاف:** الیاف ویسکوزیون ترموپلاستیک نیستند؛ یعنی، در مقابل حرارت حالت چسبندگی پیدا نمی کنند. و ذوب نمی شوند. در حرارت  $150^{\circ}$  درجه ی ساتی گراد، این الیاف استحکام خود را از دست می دهند و در حرارت  $185$  تا  $205$  درجه ی ساتی گراد تجزیه می شوند.

**خواص شیمیایی الیاف ویسکوز**

**اثر اسیدها:** اسیدهای گرم و رقیق و سرد و غلیظ معدنی بر الیاف ویسکوز - مانند پنبه - اثرات مخربی دارند و به طور کلی، اثر اسیدها بر ویسکوز بیش تر از اثر آن ها بر پنبه است. اسیدهای آلی - مثل اسید فرمیک - با غلظت  $1$  تا  $2$  درصد تأثیر چندانی بر الیاف ویسکوز ندارند.

**اثر مواد قلیایی:** الیاف ویسکوز مانند الیاف پنبه در مقابل مواد قلیایی مقاومت خوبی از خود نشان می دهند اما مواد قلیایی قوی باعث متورم شدن الیاف می شوند و از استحکام آن ها می کاهند.

**اثر مواد اکسیدکننده:** برای سفید کردن الیاف ویسکوزیون باید از آب ژاول سرد و رقیق استفاده شود. آب اکسیژنه در حرارت بالا از استحکام ویسکوز می کاهد.

**اثر حلال های آلی بر الیاف:** ویسکوز در اکثر حلال های

آلی، غیرمحلول است و فقط محلول کوپرا آمونیم الیاف ویسکوز را حل می کند. لذا حلال های آلی که در خشک شویی به کار می روند، بر الیاف ویسکوز اثری ندارند.

**چین دادن به الیاف ویسکوز:**

چین خوردگی در الیاف خاصیت ویژه ای به آن ها می دهد و برای آن ها موارد مصرف گوناگونی به وجود می آورد. الیاف ویسکوز را چین می دهند و تقریباً به شکل الیاف پشم درمی آورند.

عمل چین دادن به الیاف، به دو روش انجام می گیرد: روش مکانیکی و روش شیمیایی.

**روش مکانیکی:** روش مکانیکی به این شکل است که

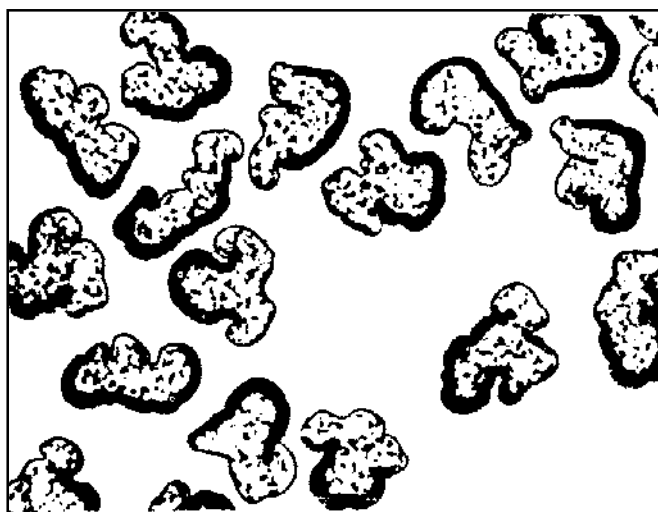
الیاف مداوم (فیلامنت) ویسکوز را از بین دو غلتک شیاردار عبور داده و از طریق این غلتک ها، چین مورد نظر را به الیاف می دهند.

**روش شیمیایی:** الیاف ویسکوز پس از خروج از

رشته ساز، وارد حمام انعقاد می شوند. در این جا مقدار اسید حمام انعقاد را کم و نمک آن را زیاد می کنند و کشش لازم را به الیاف می دهند. در این قسمت، کشش اهمیت خاصی دارد و باید با دقت انجام گیرد. الیاف پس از انعقاد، به اندازه های دلخواه بریده و سپس شسته و خشک می شوند.

دیواره ی یک طرف الیافی که بدین طریق تهیه می شوند،

ضخیم و نرم و طرف دیگر نازک و دارای دندان های بیش تر است. وقتی الیاف رطوبت جذب می کنند، تورم در طرف نازک تر از طرف ضخیم است و این عمل باعث چین خوردگی الیاف می شود (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶ - مقطع عرضی الیاف ویسکوز چین داده

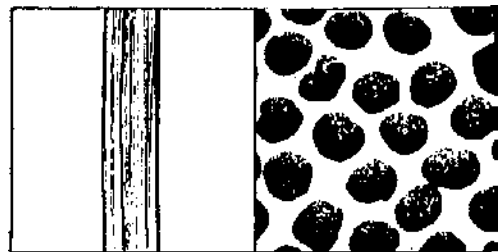
چین دادن به روش شیمیایی بیش تر برای تهیه ی الیاف کوتاه مورد استفاده قرار می گیرد.

ویسکوز قوی شده: یکی از نقاط ضعف الیاف ویسکوز، کم بودن استحکام آن ها به ویژه در حالت مرطوب است. امروزه به روش های مختلف می توان استحکام الیاف ویسکوز را افزایش داد.

یکی از این روش ها کنترل حمام انعقاد و دادن کشش بیش تر به الیاف است. کشش دادن به الیاف بعد از خارج شدن آن ها از رشته ساز، باعث می شود که سطح خارجی الیاف نسبت به قسمت داخلی افزایش یابد. در نتیجه، درجه ی تبلور (کریستالینیتی) الیاف بیش تر می شود و مولکول های آن ها از آرایش یافتگی بهتری برخوردار می شوند.

همان طور که پیش از این اشاره شد، هر چه درجه ی تبلور الیاف بیش تر و آرایش یافتگی مولکولی بهتر باشد، الیاف از استحکام بیش تری برخوردار می شوند.

مقطع عرضی ویسکوز قوی شده نسبت به ویسکوز معمولی دندانه های بسیار کمی دارد (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶ - مقطع عرضی و نمای طولی الیاف ویسکوز قوی شده

### تفاوت الیاف ویسکوز و پنبه: الیاف

ویسکوز و الیاف پنبه دو تفاوت کلی به قرار زیر دارند:

۱- زنجیرهای مولکولی سلولز در الیاف طبیعی سلولزی مانند پنبه، تا حدودی به طور متراکم در کنار هم قرار دارند. در تهیه ی ویسکوز، این زنجیرها از هم جدا می شوند و مجدداً در حمام انعقاد مجاور یک دیگر قرار می گیرند اما تراکم و فشردگی این زنجیرها در ویسکوز از پنبه کم تر است. در نتیجه، آب و سایر مایعات به آسانی می توانند بین زنجیرها نفوذ کنند؛ بنابراین، جذب

آب، رنگ و سایر مواد شیمیایی در الیاف ویسکوز از الیاف پنبه بیش تر است و الیاف ویسکوز مقداری از استحکام خود را در حالت مرطوب از دست می دهند.

۲- الیاف پنبه پیچیدگی های طبیعی دارد در صورتی که الیاف ویسکوز صاف و فاقد این پیچیدگی هاست. این موضوع باعث درخشندگی الیاف ویسکوز می شود و از قدرت درگیری الیاف به هم دیگر و اصطکاک آن ها می کاهد. در نتیجه، استحکام نخ های تهیه شده از این الیاف کاهش می یابد.

### موارد استفاده ی الیاف ویسکوز: الیاف

ویسکوزریون برای احتیاجات معمولی نساجی بسیار مناسب است اما به علت کم بودن استحکام آن ها در حالت مرطوب، برای تهیه ی نخ ها و تورهای ماهی گیری و طناب هایی که در کشتی رانی مورد استفاده قرار می گیرند، مناسب نیستند و در پارچه هایی که در مجاورت مواد شیمیایی به کار می روند، مصرفی ندارند.

بیش ترین موارد استفاده ی ویسکوز در پرده ها، رومبلی ها، روکش صندلی های قطار و اتوبوس، رومیزی ها، ملحفه ها، لباس های زنانه، پیراهن های مردانه، زیرپوش و لباس های ورزشی است.

### الیاف پلی نوزیک<sup>۲</sup>

در اواخر سال ۱۹۵۰ میلادی، ویسکوزریون با روش جدیدتری ساخته شد. الیاف به دست آمده از این روش که دارای خصوصیات کاملاً متفاوت با ویسکوزریون بودند، به الیاف پلی نوزیک معروف شدند. الیاف پلی نوزیک الیاف سلولزی با درجه ی پلیمریزاسیون خیلی بالا هستند.

خصوصیات کلی الیاف پلی نوزیک عبارتند از:

- در حالت مرطوب مقاومت خوبی در مقابل کشش دارند.
- استحکام آن ها خوب بوده و در حالت مرطوب از ویسکوز بیش تر است.
- در مقابل سود سوزآور مقاوم اند.
- از درجه ی پلیمریزاسیون بالایی برخوردارند.
- خصوصیات ذکر شده غالباً در پنبه و دیگر الیاف طبیعی سلولزی نیز دیده می شود؛ لذا الیاف پلی نوزیک را پنبه ی مصنوعی هم می گویند.

## طرز تهیه‌ی الیاف پلی‌نوزیک

۱- سلولز قلیایی را با خیساندن، پرس کردن و خرد کردن چوب درختانی که مقدار زیادی سلولز دارند در سود سوزآور مانند وِسکوز معمولی، به دست می‌آورند.

۲- برای تهیه‌ی گزانتات سلولز، سلولز قلیایی را با سولفور کربن مخلوط می‌کنند اما مقدار سولفور کربن مصرفی، کم‌تر از مقداری است که در تهیه‌ی وِسکوز به کار می‌رود. این عمل ۲/۵ ساعت طول می‌کشد. طی ۱/۵ ساعت اول، حرارت در زیر ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد ثابت است و سپس برای مدت یک ساعت در ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد ادامه پیدا می‌کند.

۳- هنگام تهیه‌ی الیاف وِسکوزریون برای به دست آوردن مایع ریسندگی، گزانتات سلولز را در سود سوزآور وارد می‌کنند اما در این جا به جای سود از آب استفاده می‌شود. پس از مخلوط کردن گزانتات در آب، مایع ریسندگی برای ریسیدن آماده است.

۴- مایع ریسندگی وارد دستگاه ریسندگی مرطوب می‌شود و به وسیله‌ی پمپ با فشار از رشته‌ساز خارج می‌گردد و از داخل حمام انعقاد - که حاوی محلول اسید سولفوریک بسیار رقیق (یک درصد) با دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد است - عبور می‌کند. در این قسمت کشش لازم به الیاف داده می‌شود.

حمام انعقاد برای الیاف وِسکوز معمولی، شامل ۱۰ درصد اسید سولفوریک، ۱ درصد سولفات روی، ۱۸ درصد سولفات سدیم با دمای ۴۵ تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد است.

## خواص فیزیکی الیاف پلی‌نوزیک

ساختمان فیزیکی: مقطع عرضی الیاف پلی‌نوزیک در زیر میکروسکوپ به شکل دایره است و نمای طولی الیاف، مانند وِسکوز، صاف و بی‌شکل دیده می‌شود (شکل ۵-۶).



شکل ۵-۶ - مقطع عرضی الیاف پلی‌نوزیک

درجه‌ی کریستالی بودن الیاف پلی‌نوزیک ۵۵ درصد است؛ در حالی که این درجه برای وِسکوزریون معمولی ۴۰ تا ۴۵ درصد و برای پنبه ۷۰ تا ۸۰ درصد است. آرایش مولکولی در الیاف پلی‌نوزیک به مراتب از الیاف وِسکوز بیش‌تر است.

**استحکام الیاف:** استحکام الیاف پلی‌نوزیک در حالت خشک ۳/۲ تا ۴ گرم بر دنیر<sup>۱</sup> و در حالت مرطوب ۲ تا ۳ گرم بر دنیر است. استحکام الیاف پلی‌نوزیک در مقایسه با وِسکوز در هر دو حالت بیش‌تر است.

**خاصیت ارتجاعی الیاف (الاستیسیته):** خاصیت ارتجاعی الیاف پلی‌نوزیک از وِسکوز و حتی از الیاف پنبه هم بهتر است.

**اثر رطوبت بر الیاف:** مقدار تورم الیاف پلی‌نوزیک در آب و میزان جذب رطوبت آن تقریباً بین الیاف وِسکوز و پنبه قرار دارد.

## خواص شیمیایی الیاف پلی‌نوزیک

**اثر مواد قلیایی بر الیاف:** مقاومت پلی‌نوزیک در مقابل مواد قلیایی بیش‌تر از الیاف وِسکوز است و کم‌تر از آن باد می‌کند. از این رو عمل مرسریزاسیون را به خوبی تحمل می‌کند.

**اثر سایر مواد شیمیایی:** به طور کلی، اثر سایر مواد شیمیایی بر الیاف پلی‌نوزیک تقریباً شبیه به اثر آن‌ها بر دیگر الیاف سلولزی است.

## موارد استفاده‌ی الیاف پلی‌نوزیک:

استحکام و دوام پارچه‌های تهیه شده از پلی‌نوزیک خوب است. این گونه پارچه‌ها ابعاد خود را بعد از شست‌وشو حفظ می‌کنند و از ظاهر و زبردست خوبی برخوردارند. به همین دلیل، الیاف پلی‌نوزیک در بیش‌تر پارچه‌ها به جای الیاف پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یکی از نقایص الیاف وِسکوز معمولی، کم بودن مقاومت آن‌ها در حالت مرطوب است. البته این نقص در الیاف پلی‌نوزیک تا اندازه‌ی زیادی برطرف شده است و به همین دلیل این الیاف در پارچه‌های کشفاب از قبیل بلوز، ژاکت و هم‌چنین پارچه‌های بافته شده برای لباس مصرف زیادی دارد.

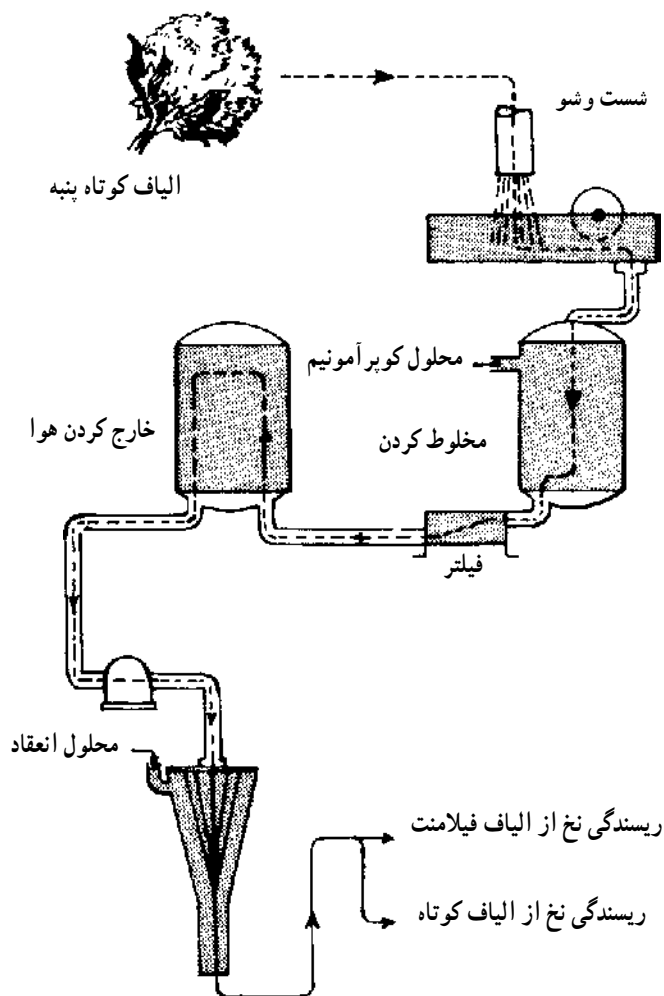
## الیاف کوپرا آمونیم<sup>۱</sup>

کوپرا آمونیم، الیاف بازیافته‌ی سلولزی هستند که از نظر ظاهر شباهت زیادی به ابریشم دارند و به همین جهت، به آن ابریشم مصنوعی هم می‌گویند.

در سال ۱۸۹۰ میلادی، یک شیمی‌دان فرانسوی برای اولین بار توانست سلولز را در محلول کوپرا آمونیم حل کرده و از آن الیاف بسیار ظریفی تهیه کند. این کار، تا دو سال بعد از فوت او متوقف ماند؛ در سال ۱۸۹۲ دو شیمی‌دان آلمانی تحقیقاتی را در همین زمینه دوباره شروع کردند و در سال ۱۸۹۹ با کمک دیگران توانستند الیاف کوپرا آمونیم را تولید کنند اما پس از گذشت ده سال، تولید این الیاف به دلیل توسعه‌ی ویسکوز دوباره متوقف

شد. بعد از جنگ جهانی اول، در سال ۱۹۱۹ تولید این الیاف دوباره شروع شد و تا حال ادامه دارد. این الیاف به دلیل ظرافت و نرمی فوق‌العاده‌ای که دارند، در صنعت نساجی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

**طرز تهیه‌ی الیاف کوپرا آمونیم:** روش تولید الیاف کوپرا آمونیم شبیه به ویسکوز است. مواد اولیه برای این الیاف، لینتر<sup>۲</sup> (الیاف کوتاه پنبه) یا چوب درختانی است که مقدار زیادی سلولز دارند، ولی از آن‌جا که مقدار سلولز موجود در الیاف کوتاه پنبه، به مراتب از چوب درختان بیش‌تر است، این الیاف در ساخت الیاف کوپرا آمونیم بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

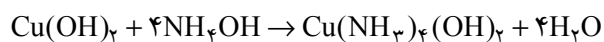


شکل ۶-۶ - نمودار تولید الیاف کوپرا آمونیم

۱- Cuprammonium

۲- Linter

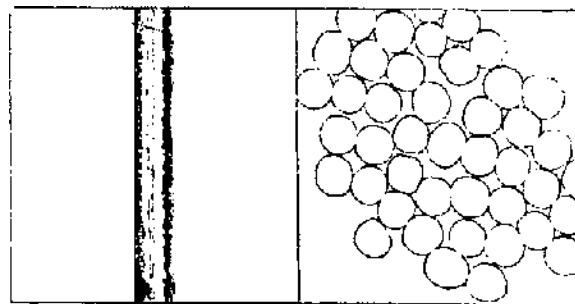
برای تصفیه‌ی مواد اولیه، آنها را با سود سوزآور رقیق می‌جوشانند و با هیپوکلرید سدیم سفید می‌کنند. سپس پنبه یا چوب تصفیه شده را در محلول کوپرامونیم (که دارای ۳۰ درصد مس و ۲۵ درصد آمونیاک و بقیه آب است) در مجاورت سود سوزآور، حل می‌کنند و مایع به دست آمده را برای صاف شدن از فیلترهای مخصوصی عبور می‌دهند. آن‌گاه آن را در داخل یک مخزن جمع می‌کنند تا هوای داخل آن خارج شود. در این مرحله، مایع بدون هوا و گاز آماده‌ی رسیدن است. مایع به دست آمده توسط پمپ، با فشار از رشته‌ساز خارج شده و به حمامی که حاوی آب خالص است، وارد می‌شود. در این جا مقداری از مس و بیش‌تر آمونیاک به وسیله‌ی آب جدا می‌شود و سلولز رسوب می‌کند. بعد، در حمام دیگری که حاوی اسید و نمک‌های فلزی است، باقی مانده‌ی آمونیاک و مس جدا می‌گردد و رشته‌ها به صورت الیاف ادامه‌دار (فیلامنت) یا کوتاه، آماده‌ی مصرف می‌شوند (شکل ۶-۷).



محلول شوایتزر (محلول کوپرامونیم)

خواص فیزیکی الیاف کوپرامونیم

**شکل ظاهری الیاف:** الیاف کوپرامونیم، بیش‌تر از سایر انواع ریون به الیاف ابریشم طبیعی شبیه‌اند. این الیاف سطحی صاف دارند و مقطع عرضی آن‌ها دایره‌ای شکل و بدون دندان است (شکل ۶-۷).



شکل ۶-۷ - مقطع عرضی و نمای طولی الیاف کوپرامونیم

— **طول و قطر الیاف:** طول و قطر الیاف کوپرامونیم در موقع رسیدن قابل کنترل است و به دلخواه تهیه می‌شود.

— **استحکام الیاف:** در بین ریون‌ها، استحکام الیاف

کوپرامونیم نسبتاً خوب و در حالت خشک به مراتب بیش‌تر از حالت مرطوب است.

— **اثر رطوبت بر الیاف:** الیاف کوپرامونیم در آب متورم می‌شوند و استحکام آن‌ها کاهش می‌یابد. مقدار جذب رطوبت این الیاف در شرایط استاندارد ۱۲/۵ درصد است.

— **اثر حرارت بر الیاف:** الیاف کوپرامونیم در حرارت ۲۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، بدون ذوب شدن شروع به تجزیه شدن می‌کنند. این الیاف به آسانی آتش می‌گیرند و خاکستر کمی از خود به جای می‌گذارند.

— **اثر نور خورشید بر الیاف:** اگر الیاف کوپرامونیم مدت زیادی در معرض نور خورشید قرار بگیرند، از استحکام آن‌ها کاسته می‌شود.

**خاصیت الکتریکی الیاف:** الیاف کوپرامونیم در حالت خشک الکتریسیته‌ی ساکن ایجاد می‌کنند ولی با توجه به خاصیت جذب رطوبت الیاف، مقدار الکتریسیته‌ی ساکن را می‌توان با رطوبت دادن کم کرد.

**خواص شیمیایی الیاف کوپرامونیم:**

خواص شیمیایی الیاف کوپرامونیم، تقریباً شبیه به سایر الیاف سلولزی است.

**اثر اسیدها بر الیاف:** اسیدهای رقیق و گرم و هم‌چنین اسیدهای غلیظ و سرد موجب از بین رفتن این الیاف می‌شوند.

**اثر مواد قلیایی بر الیاف:** الیاف کوپرامونیم در مقابل قلیایی‌های رقیق به خوبی مقاومت می‌کنند ولی در برابر مواد قلیایی قوی متورم می‌شوند، حالت ژلاتینی پیدا می‌کنند و استحکام خود را تقریباً از دست می‌دهند.

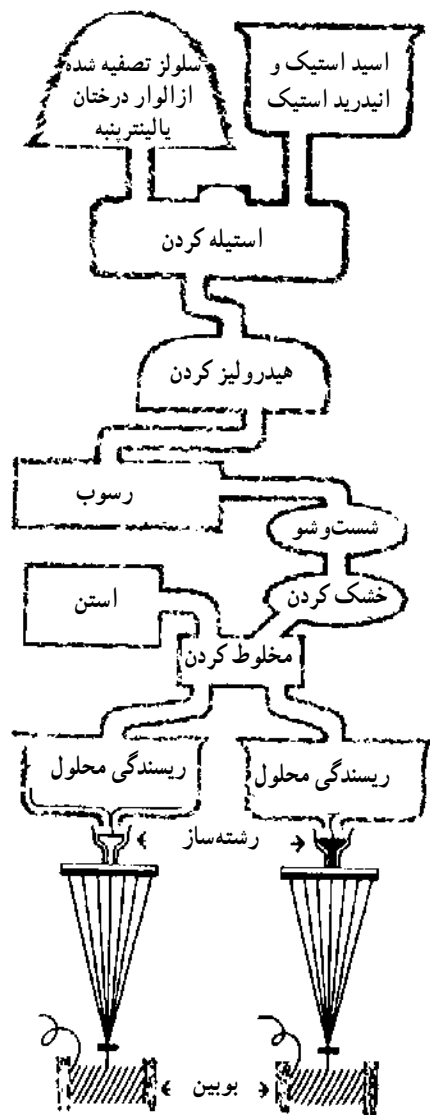
**اثر مواد اکسیدکننده بر الیاف:** مواد اکسیدکننده‌ی قوی به الیاف کوپرامونیم صدمه می‌زنند و از استحکام آن‌ها می‌کاهند ولی اکسیدکننده‌های ضعیف اثر چندانی بر این الیاف ندارند. لذا برای سفیدگری الیاف کوپرامونیم از محلول آب ژاول می‌توان استفاده کرد.

**اثر حلال‌های آلی بر الیاف:** الیاف کوپرامونیم مثل الیاف سلولزی دیگر، در حلال‌های آلی حل نمی‌شوند.

**موارد استفاده‌ی الیاف کوپرامونیم:**

الیاف کوپرامونیم در تهیه‌ی پارچه‌های حریر و بسیار ظریف مورد

ب - استتیله کردن: استتیله کردن، عملیاتی شیمیایی است که طی آن اتم‌های هیدروژن گروه‌های هیدروکسیل OH جای خود را با گروه‌های استیل  $\text{CO}-\text{CH}_3$  عوض می‌کنند. وقتی سلولز کاملاً استتیله شد، به تری‌استات تبدیل می‌شود. برای این کار، سلولز چوب را با اسید استیک اضافی و انیدرید استیک  $(\text{CH}_3-\text{CO})_2\text{O}$  در مجاورت یک کاتالیزور - مثل اسید سولفوریک  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - عمل می‌کنیم و درجه حرارت را بالا می‌بریم تا فعل و انفعالات به خوبی انجام گیرد. سپس آن را سرد می‌کنیم تا از تجزیه‌ی سلولز جلوگیری شود. آن‌گاه فعل و انفعالات را ادامه می‌دهیم تا عمل استتیله شدن کامل شود (شکل ۸-۶).



شکل ۸-۶ - نمودار تولید الیاف استات سلولز

استفاده قرار می‌گیرند. این الیاف بیش‌ترین مصرف را در تهیه‌ی پارچه‌های زیرپوش و لباس‌های زنانه و همچنین آستری دارند. نخ‌های فانتزی که در صنعت نساجی مصارف گوناگونی دارند، از این الیاف تهیه می‌شوند.

از الیاف کوپرا آمونیم در تهیه‌ی لباس‌های ورزشی، پارچه‌های پرده‌ای، رومیزی و رومبلی نیز استفاده می‌کنند.

## استات سلولز

برای اولین بار در سال ۱۸۹۶ شوتزن برگر توانست با حرارت دادن سلولز در یک ظرف سرپسته آن را در انیدرید استیک حل کند. در سال ۱۸۹۴ گراس و یوان نشان دادند که اگر اسید سولفوریک یا کلرید روی به‌عنوان کاتالیزور مصرف شوند، حل کردن سلولز در انیدرید استیک در فشار آتمسفر نیز عملی است. بدین ترتیب، تری‌استات سلولز - که در کلروفرم محلول است تهیه شد. تری‌استات سلولز محلول در کلروفرم  $\text{CHCl}_3$  قابل ریسیدن است ولی چون کلروفرم ماده‌ای بی‌هوش کننده است، تهیه‌ی تری‌استات سلولز تقریباً متروک ماند. در سال ۱۹۰۳ پژوهشگران دریافتند که اگر تری‌استات سلولز مجدداً هیدرولیز شود و به حالتی بین تری‌استات و دی‌استات برگردد، قابلیت انحلال خود را در کلروفرم از دست می‌دهد ولی در استن  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$  محلول است. استات سلولز در بین سال‌های ۱۹۱۸ - ۱۹۱۴ در پوشش بال‌های هواپیما به کار می‌رفت؛ به همین دلیل تهیه و مصرف آن توسعه یافت و پس از جنگ، دانشمندان به فکر استفاده از کارخانه‌های موجود برآمدند تا این که در سال ۱۹۲۱ توانستند دی‌استات سلولز<sup>۱</sup> (ابریشم مصنوعی) محلول در استن را تهیه کنند.

طرز تهیه‌ی محلول استات سلولز: برای تهیه‌ی استات سلولز از الیاف کوتاه پنبه (لینتر) یا الوارهای چوب که ۹۹-۹۸ درصد سلولز دارند، استفاده می‌شود.

الف - مرحله‌ی ابتدایی: سلولز را ابتدا با اسید استیک  $\text{CH}_3-\text{COOH}$  مخلوط می‌کنند تا متورم گردد و قابلیت فعل و انفعالات آن زیاد شود.

۱- به الیاف دی‌استات سلولز، استات سلولز نیز گفته می‌شود.

### طول و قطر الیاف: طول و قطر الیاف قابل کنترل است و

بنابر مورد مصرف الیاف پیش‌بینی می‌شود (شکل ۹-۶).

### رنگ و ظاهر الیاف: استات سلولز سفید است و

به صورت شفاف، کدر و نیمه‌کدر ساخته می‌شود. معمولاً پس از انعقاد الیاف، چین خوردگی‌هایی به سطح آن‌ها می‌دهند تا زبردست، پُرتر احساس شود.

### وزن مخصوص الیاف: وزن مخصوص استات سلولز

به مقدار درصد گروه‌های استیل موجود در ساختمان آن بستگی دارد. وزن مخصوص استات سلولزی که ۳۸/۵ درصد گروه استیل داشته باشد، به طور نظری ۱/۳۲ است.

### جذب رطوبت: استات سلولز در شرایط استاندارد ۶/۳

درصد رطوبت جذب می‌کند. همان‌طور که می‌بینید، جذب رطوبت استات از ویسکوز یا پنبه خیلی کم‌تر است؛ زیرا در استات سلولز ۲/۵ - ۲ قسمت از عوامل سلولز به گروه استیل تبدیل می‌گردد و به این ترتیب، از قدرت جذب رطوبت سلولزی کاسته می‌شود.

### استحکام الیاف: استحکام الیاف استات سلولز از

ویسکوز بهتر است (به خصوص در حالت مرطوب). الیاف ویسکوز در حالت مرطوب ۵۰ درصد از استحکام خود را از دست می‌دهند؛ در صورتی که در حالت مرطوب، استات سلولز فقط ۳۰ درصد از استحکام خود را از دست می‌دهد و علت این امر جذب رطوبت استات سلولز است.

### خاصیت ارتجاعی (الاستیسیته): خاصیت ارتجاعی

استات سلولز از ویسکوز بهتر است. استات سلولز تا حدود ۶/۵ درصد کشش، الاستیک است ولی پس از آن مدتی زمان لازم است تا به طول اولیه‌ی خود برگردد و در بعضی موارد، هرگز به طول اولیه برنمی‌گردد.

### خاصیت الکتریکی الیاف: از آن‌جا که استات سلولز

رطوبت کمی را جذب می‌کند، عایق بسیار خوبی محسوب می‌شود و حتی از پنبه، پشم و ابریشم نیز بهتر است. بنابراین، برای عایق‌بندی سیم‌های الکتریکی و کابل‌ها و... از آن استفاده می‌کنند. استات سلولز در اثر اصطکاک الکتریسیته‌ی ساکن ایجاد می‌کند که این امر باعث به وجود آمدن اشکالاتی در ریسندگی می‌شود. برای جلوگیری از ایجاد الکتریسیته‌ی ساکن باید رطوبت کارگاه زیاد باشد و در ضمن، از مواد جلوگیری‌کننده‌ی الکتریسیته

برای تبدیل تری‌استات به سلولز، استات آن را با

اسیداستیک پیش‌تری مخلوط می‌کنیم و برای مدت زمانی در آب قرار می‌دهیم. آب را اضافه می‌کنیم تا استات سلولز رسوب کند؛ آن‌گاه این رسوب را می‌شوئیم و خشک می‌کنیم تا به شکل گلوله‌های سفید متبلور درآید.

### ریسندگی استات سلولز: استات جامد ابتدا به مایع تبدیل

شده و سپس ریسیده می‌شود. برای این کار، استات جامد را در استن که باید مقدار کمی هم آب داشته باشد، حل می‌کنند تا به صورت مایعی غلیظ و نیمه شفاف درآید. این مایع وارد دستگاه ریسندگی خشک می‌شود و بعد از رد شدن از فیلتر، توسط پمپ از سوراخ‌های رشته‌ساز خارج می‌گردد. استات سلولز بعد از خارج شدن از رشته‌ساز، به محفظه‌ای که دارای هوای گرم است وارد می‌شود. در آن‌جا استن آن بخار می‌شود و فیلامنت استات سلولز سخت می‌گردد. استات سلولز در مجاورت هوای گرم منعقد می‌شود؛ به همین دلیل این ریسندگی را خشک می‌گویند.

### ریسندگی خشک از ریسندگی تر سریع‌تر و مقرون به صرفه‌تر

است. الیاف استات سلولز بعد از ریسیدن، وارد دستگاه کشش می‌شوند تا آرایش مولکولی بهتری پیدا کنند. الیاف استات به صورت فیلامنت و کوتاه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

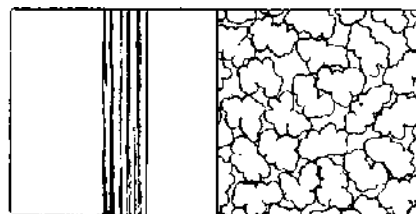
### در ساختمان استات سلولز به جز سلولز - که ماده‌ی اصلی

و تشکیل‌دهنده‌ی آن است - مواد دیگری مثل اسیداستیک و انیدریداستیک به کار رفته است. به همین دلیل، خواص فیزیکی و شیمیایی آن با دیگر الیاف سلولزی مثل پنبه، ویسکوز و کوپرامونیم تفاوت دارد.

### خواص فیزیکی الیاف استات سلولز

#### ساختمان میکروسکوپی: ساختمان سطح مقطع عرضی

استات سلولز سه پره‌ای و گاه ۲ یا ۴ پره‌ای است و در نمای طولی الیاف در زیر میکروسکوپ شیارهای طولی دیده می‌شود (شکل ۹-۶).



شکل ۹-۶ - مقطع عرضی و نمای طولی الیاف استات سلولز



ساکن استفاده شود.

**اثر نور بر الیاف:** استات سلولز در مقابل نور خورشید پس از مدتی استحکام خود را از دست می‌دهد. مقاومت استات سلولز در مقابل نور از ویسکوز بیش‌تر ولی از ابریشم طبیعی کم‌تر است.

**اثر حرارت بر الیاف:** استات سلولز یک لیف ترموپلاستیک است؛ بدین معنا که در برابر حرارت، ابتدا نرم و سپس ذوب می‌شود. استات سلولز در  $190^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد حالت چسبندگی پیدا می‌کند و در حرارت  $232^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد به کلی ذوب می‌شود. درجه‌ی مناسب برای اتو کردن این الیاف  $120^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد است.

### خواص شیمیایی الیاف استات سلولز:

خصوصیات شیمیایی استات سلولز، به مقدار درصد عوامل استیل آن بستگی کامل دارد. هر چه مقدار گروه‌های استیل بیش‌تر باشد (گروه‌های هیدروکسیل کم‌تر باشد)، مقدار جذب رطوبت، رنگ و مواد شیمیایی کاهش می‌یابد و الیاف در مقابل مواد شیمیایی مقاوم‌تر می‌شوند.

**اثر اسیدها:** اسیدهای ضعیف به استات سلولز صدمه‌ی چندانی نمی‌زنند. اسیدهای آلی غلیظ - مثل اسید استیک و اسید فرمیک - استات را حل می‌کنند و اسیدهای معدنی غیر فرآر - مثل اسید سولفوریک در صورتی که در استات باقی بمانند و خشک شوند - باعث شکستن زنجیرهای مولکولی آن می‌شوند. در رنگرزی استات نباید از اسید سولفوریک استفاده کرد؛ زیرا امکان دارد حتی پس از شست و شو، مقدار کمی اسید در آن باقی بماند و باعث تجزیه‌ی استات شود.

**اثر قلیایی‌ها:** استات سلولز در اثر جوشیدن در آب، مقداری از درخشندگی خود را از دست می‌دهد و این عمل در محلول‌های قلیایی تسریع می‌شود. استات در محلول قلیایی صابونی شده و به سلولز تبدیل می‌شود و در نتیجه، خواص فیزیکی و شیمیایی آن تغییر می‌کند.

**اثر مواد اکسیدکننده:** همان‌طور که گفتیم، استات سلولز سفید و درخشنده است و به سفیدگری نیاز ندارد ولی در جایی که ناچار به استفاده از مواد سفیدگری باشیم - مثلاً در موردی که پارچه مخلوطی از استات و سایر الیاف باشد - از مواد

اکسیدکننده‌ی ملایم استفاده می‌شود. سفیدگری باکلر باید در درجه حرارت پایین و با محلول رقیق یک گرم در لیتر کلر انجام گیرد. موارد استفاده‌ی الیاف استات سلولز:

فیلامنت‌های استات سلولز به دلیل داشتن ظاهری شفاف و جالب، در تهیه‌ی انواع لباس‌های زنانه، مردانه، بلوز، روسری، آستری و جوراب به کار می‌روند.

استات سلولز را به دلیل این که دیر چروک می‌شود، با الیاف دیگر مخلوط کرده و برای لباس‌های مردانه و زنانه پارچه‌های خوبی از آن‌ها تهیه می‌کنند. این الیاف به علت جذب رطوبت کم، برای تهیه‌ی لباس‌های شنا، بارانی و چتر مناسب‌اند.

استات سلولز عایق الکتریکی بسیار خوبی است، لذا در صنعت برق برای پوشش سیم‌های الکتریکی از آن استفاده می‌شود.

### تری استات سلولز

همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم، تحقیقات اولیه برای تهیه‌ی الیاف مصنوعی از سلولز به تهیه‌ی تری استات سلولز منجر گردید. این کار زمانی انجام شد که توانستند سلولز را استیله کنند؛ یعنی، سه گروه هیدروکسیل گلوکز موجود در آن را به سه گروه استیل تغییر دهند. بعد از جنگ جهانی اول، تنها یک کارخانه در آمریکا به مقدار بسیار کم (در حدود  $140^{\circ}$  کیلو در روز) الیاف تری استات تولید می‌کرد. این کارخانه نیز پس از مدتی بسته شد. متوقف شدن تولید تری استات به دو عامل بستگی داشت؛ یکی حلال آن - یعنی کلروفرم که ماده‌ای بی‌هوش‌کننده بود - و دوم مشکلات رنگرزی این الیاف با مواد رنگ‌زای موجود در آن زمان. بعدها با کشف حلالی مناسب برای تری استات (کلرید متیلن  $CH_2Cl_2$ ) و کشف مواد رنگ‌زای مختلف برای رنگرزی آن، مشکلات برطرف شد و تولید این الیاف دوباره ادامه پیدا کرد. در سال  $1950^{\circ}$  میلادی، یک کمپانی انگلیسی الیاف تری استات را به صورت تجاری به بازار عرضه کرد. در سال  $1954^{\circ}$  نیز یک کمپانی آمریکایی شروع به ساختن الیاف تری استات کرد و امروزه در چند کشور دنیا این الیاف تولید می‌شود.

**تهیه‌ی الیاف تری استات سلولز:** مواد اولیه برای تهیه‌ی این الیاف، سلولز است که از الیاف کوتاه پنبه (لینتر) یا چوب

تهیه‌ی پارچه‌های بشور و بیوش استفاده می‌شود.

#### اثر حرارت بر الیاف: الیاف تری‌استات مانند الیاف

مصنوعی ترموپلاستیک است؛ یعنی، در برابر حرارت اول نرم و سپس ذوب می‌شود. تری‌استات سلولز در مقابل حرارت مقاومت خوبی دارد؛ بدین معنا که اگر الیاف را مدت دو هفته در معرض حرارت  $130^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد قرار دهیم، ۶۸ درصد از استحکام خود را حفظ می‌کند؛ در صورتی که نایلون در همین مدت فقط ۲۰ درصد و پنبه ۳۸ درصد از استحکام خود را نگه می‌دارند. نقطه‌ی ذوب تری‌استات  $30^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد و حرارت مناسب برای اتو کردن آن  $200^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد است.

#### اثر نور بر الیاف: تری‌استات سلولز در مقابل نور آفتاب

مقاومت بسیار خوبی دارد. اگر این الیاف را برای مدتی طولانی در معرض نور آفتاب قرار دهیم، رنگ آن‌ها تغییر نمی‌کند و استحکامشان فقط به مقدار کمی کاسته می‌شود.

#### خواص شیمیایی الیاف تری‌استات سلولز

##### اثر اسیدها: تری‌استات در مقابل اسیدهای رقیق مقاومت

خوبی دارد اما اسیدهای غلیظ، آن را از بین می‌برند.

##### اثر قلیایی‌ها: مقاومت الیاف تری‌استات در مقابل قلیایی‌ها

بیش‌تر از استات سلولز است. به همین دلیل، این الیاف در اثر شست‌وشو با صابون و آب گرم درخشندگی خود را از دست نمی‌دهند ولی تحت تأثیر قلیایی‌های جوشان و قوی هیدرولیز می‌شوند.

##### اثر مواد اکسیدکننده بر الیاف: اکسیدکننده‌های قوی

به الیاف تری‌استات صدمه می‌زنند. تری‌استات سلولز به سفیدگری نیاز ندارد ولی در صورت اجبار (مخلوط با الیاف دیگر) برای سفید کردن آن باید از مواد سفیدکننده‌ی ضعیف استفاده شود. هیپوکلریت سدیم برای سفیدگری تری‌استات از سفیدکننده‌های دیگر مناسب‌تر است.

##### اثر حلال‌های آلی: تری‌استات سلولز در کلرید متیلن،

کلروفرم، اسید فرمیک، اسید استیک، دی‌اکسان و متاکروزول حل می‌شود و در استن متورم می‌گردد.

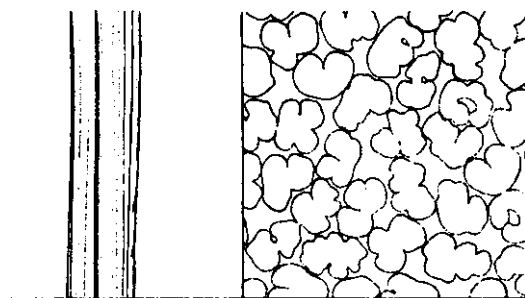
بنزن، تولوئن، گزین، تتراکلرید کربن، پرکلرواتیلن و بیش‌تر

درختانی که مقدار زیادی سلولز دارند، به‌دست می‌آید. چوب‌ها یا الیاف کوتاه پنبه را پس از خالص‌سازی با اسید استیک  $\text{CH}_3 - \text{COOH}$  و انیدرید استیک  $(\text{CH}_3 - \text{CO})_2\text{O}$  در مجاورت یک کاتالیزور - مثل اسید سولفوریک - مخلوط می‌کنند. فعل و انفعالات تا زمان جایگزین شدن هیدروژن گروه‌های هیدروکسیل سلولز، ادامه پیدا می‌کند. سپس تری‌استات را که به‌صورت رسوب درآمده است، با آب می‌شویند و خشک می‌کنند. آن‌گاه آن را در محلول متیلن  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  حل می‌کنند و مایع به‌دست آمده را - مانند استات سلولز - از دستگاه ریسندگی خشک عبور می‌دهند تا الیاف تری‌استات منعقد شوند. الیاف تری‌استات به‌دلیل جذب رطوبت کم، در اثر اصطکاک الکتریسیته‌ی ساکن تولید می‌کنند. لذا قبل از این‌که الیاف به دور بوبین پیچیده شوند، آن‌ها را به مواد ضد الکتریسیته‌ی ساکن آغشته می‌کنند.

#### خواص فیزیکی الیاف تری‌استات سلولز

##### ساختمان میکروسکوپی الیاف: سطح مقطع عرضی

الیاف تری‌استات تقریباً شبیه به استات سلولز و به‌صورت پره‌ای است و نمای طولی آن صاف و میله‌ای شکل است (شکل ۱۰-۶).



شکل ۱۰-۶ - مقطع عرضی و نمای طولی الیاف تری‌استات

##### طول و قطر: طول و قطر الیاف قابل کنترل است و آن‌ها

را در اندازه‌ی دلخواه می‌توان تولید کرد.

##### استحکام الیاف: استحکام الیاف تری‌استات سلولز تقریباً

شبیه به استحکام استات سلولز است.

##### اثر جذب رطوبت الیاف: جذب رطوبت الیاف تری‌استات

از استات سلولز کم‌تر است. به همین دلیل از این الیاف برای

تئدر و کرین ها برتری استات سلولز اثری ندارند.

### موارد استفاده‌ی الیاف تری استات:

تری استات به دلیل این که ابعاد خود را به خوبی حفظ می کند و دیر چروک می شود، در تهیه‌ی پارچه‌های بافته شده و کشفای‌های تاری به مقدار زیاد به کار می رود.

تری استات را با پشم مخلوط می کنند و به این ترتیب، خاصیت ضد چروک پارچه‌ی حاصل را افزایش می دهند. برای تهیه‌ی لباس‌های پلیسه دار، این الیاف را بیش تر با پنبه یا ویسکوز به صورت مخلوط استفاده می کنند. تری استات به دلیل جذب

رطوبت کم و چروک نشدن، در پارچه‌های بشور و بیوش مصرف فراوانی دارد.

از آن جا که نقطه‌ی ذوب تری استات بسیار بالاست، با الیافی مثل کتان مخلوط می شود. پارچه‌ی تهیه شده از این مخلوط، در مقابل حرارت اتو مقاومت خوبی دارد.

پارچه‌های تری استات در مقابل مواد رنگی و لکه‌های گوناگون مقاومت خوبی دارند؛ یعنی، مواد رنگی و لکه را به سختی جذب می کنند و به هنگام شست و شو به آسانی تمیز می شوند. لذا برای پارچه‌های رومیزی و رومبلی بسیار مناسب اند.

### پرسش های فصل

- ۱- الیاف باز یافته را تعریف کنید.
- ۲- نحوه‌ی تهیه‌ی الیاف ویسکوز ریون را از مواد سلولزی توضیح دهید.
- ۳- خصوصیات الیاف ویسکوز ریون را توضیح دهید.
- ۴- تفاوت الیاف ویسکوز و پنبه را بیان کنید.
- ۵- موارد استفاده‌ی الیاف ویسکوز را توضیح دهید.
- ۶- طرز تهیه و خصوصیات الیاف پلی نوزیک را توضیح دهید.
- ۷- الیاف کوپرا مونیوم را تعریف کنید.
- ۸- خصوصیات الیاف کوپرا مونیوم را بیان کنید.
- ۹- موارد استفاده‌ی الیاف کوپرا مونیوم را توضیح دهید.
- ۱۰- طرز تهیه‌ی الیاف استات سلولز را توضیح دهید.
- ۱۱- خصوصیات الیاف استات سلولز را شرح دهید.
- ۱۲- موارد استفاده‌ی الیاف استات را بنویسید.
- ۱۳- الیاف تری استات را تعریف کنید.
- ۱۴- نحوه‌ی ساخت الیاف استات را شرح دهید.
- ۱۵- خصوصیات الیاف استات سلولز را توضیح دهید.
- ۱۶- موارد استفاده‌ی الیاف تری استات را بنویسید.

### الیاف بازیافته‌ی پروتئینی

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- الیاف بازیافته پروتئینی را تعریف کند.
- ۲- الیاف کازئینی را تعریف کند.
- ۳- طرز تهیه‌ی الیاف کازئینی را توضیح دهد.
- ۴- خصوصیات الیاف کازئینی را توضیح دهد.
- ۵- موارد استفاده‌ی الیاف کازئینی را بیان کند.

می‌چسبیدند. در سال ۱۹۳۰ یک شیمی‌دان ایتالیایی موفق به تهیه‌ی الیاف کازئینی مناسب برای نساجی شد. او امتیاز ساخت این الیاف را به یک کارخانه‌ی ایتالیایی فروخت و این کارخانه از سال ۱۹۳۶ شروع به تهیه‌ی الیاف کازئین به صورت تجارتي کرد.

**طرز تهیه‌ی الیاف کازئینی:** کازئین شیر بدون چربی را به وسیله‌ی اسید لاکتیک رسوب می‌دهند. سپس این رسوب را می‌شویند و خشک می‌کنند. کازئین تهیه شده از شیر را در آب و سودسوزآور حل می‌کنند. آن‌گاه، این محلول را از فیلترهای مخصوصی عبور می‌دهند و وارد یک مخزن می‌کنند تا هوا و گاز موجود در آن خارج شود. محلول بدون هوا وارد دستگاه ریسندگی خیس می‌شود و با فشار از رشته‌ساز خارج می‌گردد. آن‌گاه وارد یک حمام اسیدی (اسید سولفوریک) می‌شود که در آن‌جا الیاف منعقد می‌گردند. اگر بخواهند الیاف را به صورت کوتاه تهیه کنند، فیلامنت‌ها را در اندازه‌های دلخواه می‌برند و سپس شست‌وشو می‌دهند و خشک می‌کنند

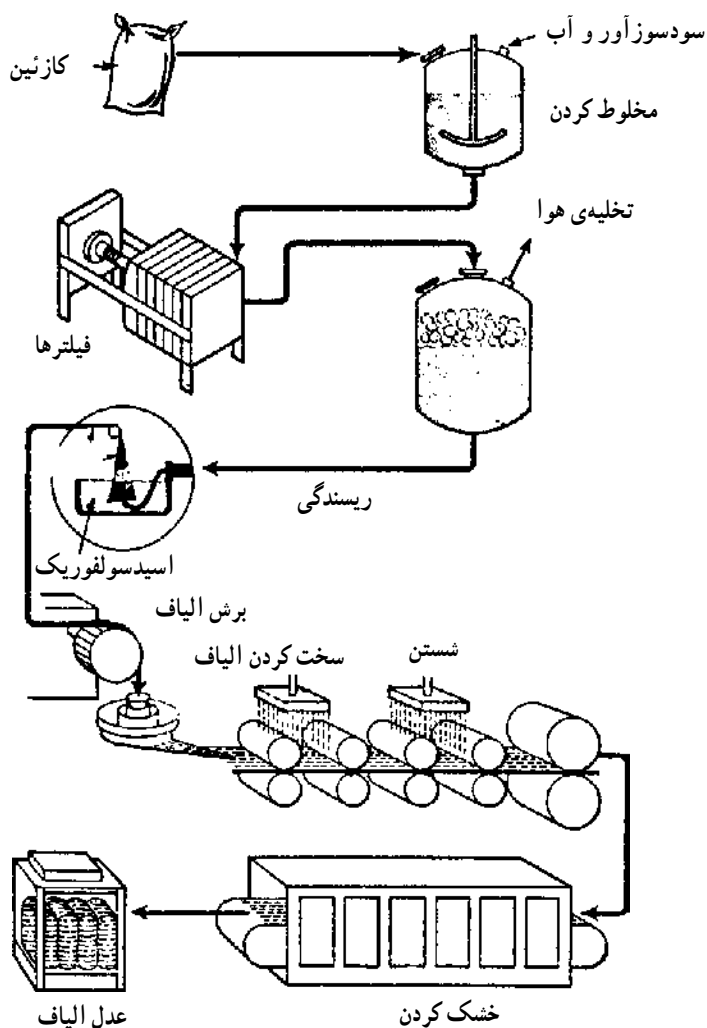
ماده‌ی سازنده این الیاف، پروتئین است. این پروتئین ممکن است از نوع حیوانی یا گیاهی باشد.

مهم‌ترین الیافی که ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی آن‌ها پروتئین حیوانی است، عبارت‌اند از: مرینوا (Merinova) از کشور ایتالیا که از کازئین شیر تهیه می‌شود و فیبرولان از کشور انگلستان. الیافی که منشأ آن‌ها پروتئین گیاهی است، عبارت‌اند از: آردیل که از پروتئین موجود در بادام در کشور انگلستان ساخته می‌شود و الیاف ویکارا که از دانه‌های ذرت و بیش‌تر در آمریکا تهیه می‌گردد. در زیر به شرح یکی از الیاف بازیافته از کازئین شیر می‌پردازیم.

### الیاف کازئینی

در سال ۱۸۹۸ میلادی برای اولین بار محلول کازئین به‌طور آزمایشی تهیه و به صورت الیاف، ریسیده شد. الیاف تهیه شده در آن زمان کمی سخت و شکننده بودند و استحکام و نرمی چندانی نداشتند. آن‌ها در آب به مقدار زیادی متورم می‌شدند و به هم

و به صورت عدل بسته‌بندی می‌نمایند (شکل ۷-۱)



شکل ۷-۱- نمودار تولید الیاف کازئین

### خواص فیزیکی الیاف کازئینی

— شکل ظاهری و نمای میکروسکوپی الیاف: نمای

الیاف کازئینی در زیر میکروسکوپ صاف و مقطع عرضی آن‌ها دایره‌ای شکل است و نقاط ریزی در آن دیده می‌شود (شکل ۷-۲).

— طول و قطر الیاف: طول و قطر الیاف کازئینی به

دلخواه و متناسب با نوع مصرف، در نظر گرفته می‌شود.

— درخشندگی و رنگ الیاف: رنگ الیاف کازئین سفید

و تقریباً نیمه کدر است و به همین دلیل به خوبی با پشم مخلوط می‌شود.

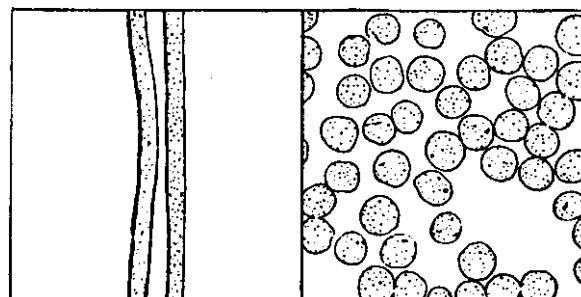
— خاصیت ارتجاعی الیاف (الاستیسیته): خاصیت

ارتجاعی الیاف کازئینی نسبتاً خوب است و از این رو، پارچه‌های تهیه شده از این الیاف دیر چروک می‌شوند.

— استحکام الیاف: استحکام الیاف کازئین تقریباً شبیه

به الیاف پشم است. این الیاف در حالت خیس ۵۰ درصد از استحکام خود را از دست می‌دهند.

— اثر حرارت بر الیاف: الیاف کازئینی در مقابل حرارت،



شکل ۷-۲- مقطع عرضی و نمای طولی الیاف کازئینی

معمولاً نرم می‌شوند و اگر مدتی طولانی در حرارت بیش‌تر از ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار بگیرند، زرد رنگ و شکننده می‌شوند و در ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت، استحکام خود را از دست می‌دهند.

— **جذب رطوبت الیاف:** الیاف کازئینی رطوبت را به آسانی جذب می‌کنند و در اثر رطوبت متورم و نرم می‌شوند. اگر رطوبت توأم با حرارت باشد، این الیاف حالت چسبندگی پیدا می‌کنند. الیاف کازئینی در اثر جذب رطوبت ۵۰ درصد از استحکام خود را از دست می‌دهند.

— **اثر نور خورشید بر الیاف:** اثر نور خورشید بر الیاف کازئینی شبیه به الیاف پشمی است.

**خواص شیمیایی الیاف کازئینی:** از آن‌جا که ساختمان شیمیایی الیاف دوباره تولید شده‌ی پروتئینی (کازئینی) کاملاً شبیه به پشم است، خواص شیمیایی آن‌ها نیز همانند است. الیاف کازئینی مانند پشم در مقابل اسیدها مقاوم‌اند ولی مواد

قلیایی به آن‌ها صدمه وارد می‌کنند. اکسیدکننده‌ها بر الیاف کازئینی اثر چندانی ندارند و در سفیدگری آن‌ها از آب اکسیژنه‌ی رقیق استفاده می‌شود. مواد آلی که در خشک شویی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، بر الیاف کازئینی بی‌اثرند.

**موارد استفاده الیاف کازئینی:** همان‌طور

که گفتیم، الیاف کازئینی خصوصیات شبیه به پشم دارند و به همین دلیل، اغلب به صورت مخلوط با پشم مورد استفاده قرار می‌گیرند از مخلوط پشم و کازئین نخ‌هایی بسیار مناسب برای کشف‌های دستی یا ماشینی تهیه می‌شود. از مخلوط کازئین و پنبه یا ویسکوز برای تهیه‌ی لباس‌های زیر نیز استفاده می‌کنند.

الیاف کازئینی از پشم ارزان‌ترند و مقاومت آن‌ها در مقابل خاک، عالی است به همین دلیل، از مخلوط آن با پشم، فرش‌های ماشینی و موکت تهیه می‌کنند. از الیاف خالص کازئینی، لباس‌های بسیار ظریف و کلاه‌های مخصوص نیز تهیه می‌شود.

### **پرسش‌های فصل**

- ۱- الیاف باز یافته‌ی پروتئینی را تعریف کنید.
- ۲- طرز تهیه‌ی الیاف کازئینی را توضیح دهید.
- ۳- خواص فیزیکی الیاف کازئینی را توضیح دهید.
- ۴- خواص شیمیایی الیاف کازئینی را توضیح دهید.
- ۵- موارد استفاده‌ی الیاف کازئینی را بنویسید.

## الیاف بازیافته از مواد معدنی

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- الیاف بازیافته از مواد معدنی را تعریف کند.
- ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی الیاف شیشه را توضیح دهد.
- ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی الیاف فلزی را توضیح دهد.
- ۴- طرز تهیه الیاف شیشه‌ای را توضیح دهد.
- ۵- موارد استفاده‌ی الیاف شیشه‌ای را توضیح دهد.
- ۶- موارد استفاده‌ی الیاف فلزی را توضیح دهد.

عرضه کنند.

الیاف شیشه‌ای به دلیل ویژگی‌هایش، در صنایع دیگر بیش‌تر از صنعت نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**طرز تهیه الیاف شیشه‌ای به صورت فیلامنت مداوم:** مخلوطی از سنگ سیلیکات، سنگ آهک، کربنات سدیم و بوراکس را در یک کوره‌ی الکتریکی می‌ریزند و ذوب می‌کنند مقدار مواد به نوع لیف و خصوصیات آن بستگی دارد.

این مواد در کوره‌ی الکتریکی ذوب می‌شوند و به سنگ شیشه‌ای تبدیل می‌گردند. ناخالصی‌ها پس از بازرسی، از سنگ‌های شیشه جدا می‌شوند و سنگ‌ها وارد کوره‌ی الکتریکی پلاتینی شده و دوباره ذوب می‌شوند. شیشه‌های ذوب شده از منفذهایی که تعداد آن‌ها حدود ۱۰۰ عدد است و در زیر کوره قرار گرفته‌اند، خارج می‌شوند. فیلامنت‌های خارج شده کشیده شده و بعد از جمع‌شدن به دور بوبین پیچیده می‌شوند. سرعت پیچیدن فیلامنت‌ها به دور بوبین بسیار زیاد و در حدود ۲۰۰۰ متر

الیاف بازیافته از مواد معدنی که طی فرآیندهای شیمیایی تولید می‌شوند، منشأ طبیعی دارند و مولکول‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌ها به صورت طبیعی در معادن یافت می‌شود. از مهم‌ترین الیاف بازیافته‌ی معدنی می‌توان الیاف شیشه‌ای و الیاف فلزی را نام برد.

### الیاف شیشه‌ای

در سال‌های جنگ جهانی اول (۱۹۱۸-۱۹۱۴) آلمانی‌ها به علت کمبود پنبه‌ی نسوز درصدد برآمدند که الیاف شیشه را بسازند و جایگزین آن الیاف کنند. آن‌ها پس از مطالعات زیاد توانستند با دستگاه‌هایی بسیار ساده و ابتدایی مقدار کمی الیاف شیشه تولید کنند ولی به علت نبودن کوره‌های مجهز، تولید آن‌ها بسیار اندک بود. پس از مطالعات و تحقیقات زیاد، سرانجام در سال ۱۹۳۱ میلادی دو شرکت آمریکایی با استفاده از دستگاه‌های پیشرفته، توانستند مقادیر زیادی الیاف شیشه‌ای تولید و به بازار

در دقیقه است.

می‌دهند. این الیاف در شرایط معمولی در مقابل اسیدهای نه‌چندان قوی، مقاوم‌اند اما اسید فلوئوریدریک و اسید فسفریک داغ به این الیاف صدمه می‌زنند. قلیاهای رقیق عملاً بر الیاف شیشه‌ای بی‌اثرند ولی قلیاهای قوی و گرم آن‌ها را متلاشی می‌کنند اکسیدکننده‌ها، احیاکننده‌ها و حلال‌های آلی به الیاف شیشه‌ای صدمه‌ای نمی‌زنند.

**موارد استفاده‌ی الیاف شیشه‌ای: به طور**

کلی، الیاف شیشه‌ای برای تهیه‌ی لباس مناسب نیستند، زیرا:

۱- در مقابل سایش مقاوم نیستند؛ چرا که فیلامنت خشن و زبر و شکننده است.

۲- قابلیت جذب رطوبت را ندارند. به همین دلیل، هنگام تماس با بدن باعث احساس سردی می‌شوند.

۳- قابلیت کشش که یکی از عوامل اصلی تهیه‌ی پارچه است، در الیاف شیشه‌ای وجود ندارد.

۴- موجب خارش و ناراحتی بدن می‌شوند.

از الیاف شیشه‌ای بیش‌تر برای تهیه‌ی پارچه‌های ضد آتش برای آبازور، رومیزی، بدنه‌ی اتومبیل، هواپیما (به دلیل داشتن مقاومت زیاد در برابر ضربه)، قایق‌ها و پارچه‌های نسوز استفاده می‌شود. این الیاف هادی حرارت نیستند. به همین دلیل، از آن‌ها برای عایق‌بندی ساختمان و لوله‌ها نیز استفاده‌ی زیادی می‌شود.

## الیاف فلزی

الیاف فلزی اولین الیاف ساخت دست بشر است. این الیاف هزاران سال قبل از الیاف ویسکوز و نایلون مورد استفاده قرار می‌گرفتند.

استفاده از الیاف فلزی در زمان‌های قدیم در تهیه‌ی پارچه‌های تزئینی رواج داشته و امروزه علاوه بر آن، مصرف صنعتی هم پیدا کرده است. در کشورهای متمدن باستان از جمله ایران از فلزات گرانبها نظیر طلا به عنوان نخ برای تهیه‌ی پارچه‌های زربفت استفاده می‌شده است ولی امروزه به علت گرانی، این گونه فلزات کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مواد اولیه‌ی الیاف فلزی، انواع مختلف فلزات از قبیل طلا، نقره، آلومینیم و مس است. خصوصیات این الیاف به نوع فلزی که به عنوان ماده‌ی اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد بستگی

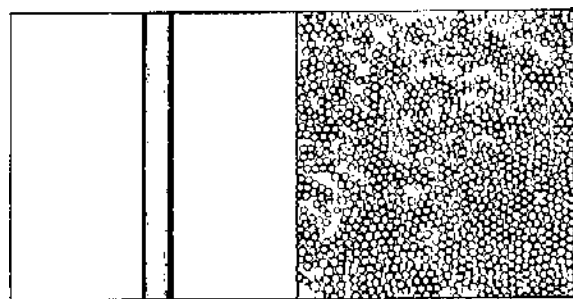
طرز تهیه‌ی الیاف شیشه‌ای به صورت کوتاه: برای

تهیه‌ی الیاف کوتاه، ابتدا مهره‌هایی شبیه فیلامنت تهیه می‌شود و سپس ریسندگی آن به شکل فیلامنت مداوم انجام می‌گیرد. با این تفاوت که پس از عبور از منفذهای رشته‌ساز، ضربت فواره‌ی بخار فیلامنت‌ها را می‌شکند و به اندازه‌های ۱۵ تا ۴۰ سانتی‌متر در می‌آورد.

## خواص فیزیکی الیاف شیشه‌ای

**شکل میکروسکوپی الیاف: سطح مقطع عرضی الیاف**

شیشه‌ای در زیر میکروسکوپ گرد است و درخشندگی خاصی دارد و نمای طولی آن صاف و براق می‌باشد (شکل ۱-۸)



شکل ۱-۸- مقطع عرضی و نمای طولی الیاف شیشه‌ای

از خصوصیات بارز الیاف شیشه‌ای، استحکام، مقاومت در مقابل حرارت، ضد حریق بودن و مقاومت در برابر عوامل بیولوژیکی و شیمیایی است. این گونه الیاف خاصیت ارتجاعی و کشش ندارند. هرچه فیلامنت تهیه شده نازک‌تر باشد، خاصیت انحنابپذیری آن نیز بیش‌تر است. الیاف شیشه‌ای ضد آتش‌اند و آب بر آن‌ها بی‌اثر است. این گونه الیاف در مقابل نور آفتاب، مقاومت خوبی از خود نشان می‌دهند. ازدیاد طول تا حدپارگی این الیاف، دو درصد است و این مقدار، برای تهیه‌ی پارچه‌های نساجی فوق‌العاده کم است. چگالی الیاف شیشه‌ای حدود ۲/۵ تا ۲/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. اگر چه نقطه‌ی ذوب این الیاف ۸۱۵ درجه‌ی سانتی‌گراد است ولی در حرارت بالاتر از ۳۱۵ درجه سانتی‌گراد مقاومت آن‌ها تغییر می‌کند.

**خواص شیمیایی الیاف شیشه‌ای: الیاف**

شیشه‌ای در مقابل مواد شیمیایی مقاومت خوبی از خود نشان



کامل دارد.

آلومینیمی است که دارای پوشش پلاستیکی هستند. این پوشش می‌تواند از رنگ‌های مختلف تهیه گردد.

یکی از جدیدترین و ارزان‌ترین الیاف فلزی، الیاف

### **پرسش‌های فصل**

- ۱- الیاف بازیافته از مواد معدنی را تعریف کنید.
- ۲- الیاف شیشه‌ای را توضیح دهید.
- ۳- طرز تهیه الیاف شیشه‌ای را به صورت فیلامنت مداوم و کوتاه توضیح دهید.
- ۴- خواص فیزیکی الیاف شیشه‌ای را توضیح دهید.
- ۵- خواص شیمیایی الیاف شیشه‌ای را توضیح دهید.
- ۶- موارد استفاده الیاف شیشه‌ای را بنویسید.
- ۷- خواص الیاف فلزی و مورد استفاده‌ی آن را توضیح دهید.

## پلی آمیدها

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- الیاف پلی‌آمید را تعریف کند.
- ۲- طرز تهیه الیاف نایلون ۶۶ را توضیح دهد.
- ۳- ریسندگی نایلون را شرح دهد.
- ۴- خصوصیات الیاف نایلون را توضیح دهد.
- ۵- موارد استفاده الیاف نایلون را شرح دهد.
- ۶- مواد اولیه نایلون ۶ (پرلون) را شرح دهد.

وزن مولکولی پلیمر نایلون باید تحت کنترل باشد و اگر از ۶۰۰۰ کم‌تر باشد، پلیمر قابل رسیدن نیست.

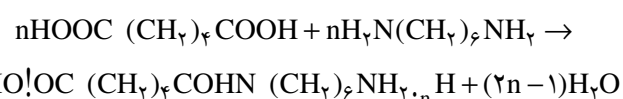
الیاف تهیه شده از پلیمر با وزن مولکولی بین ۱۰۰۰۰ - ۶۰۰۰ شکننده و ضعیف‌اند. ذوب یا حل کردن پلیمرهایی با وزن مولکولی بیش‌تر از ۲۰۰۰۰ مشکل است؛ بنابراین، وزن مولکولی پلیمر نایلون باید بین ۲۰۰۰۰ - ۱۰۰۰۰ کنترل شود.

## نایلون ۶۶

طرز تهیه نایلون ۶۶: اسید ادی بیک و هگزامتیلن دی‌آمین که هر دو از مشتقات بنزن هستند و از قطران زغال سنگ تهیه می‌شوند، به‌طور جداگانه در متانول حل شده و سپس با هم مخلوط می‌گردند تا نمک نایلون رسوب کند. برای تهیه پلیمر نایلون، نمک نایلون در مجاورت اسیداستیک در یک مخزن خالی از هوا حرارت داده می‌شود. وجود هوا در مخزن، باعث سوختن و زغال‌شدن پلیمر می‌گردد. آب ایجاد شده در اثر

در سال ۱۹۲۸ میلادی کارخانه‌ی دوپونت از دکتر کاروتز، استاد دانشگاه هاروارد، دعوت کرد تا تحقیقات خود را در آزمایشگاه‌های این کارخانه ادامه دهد.

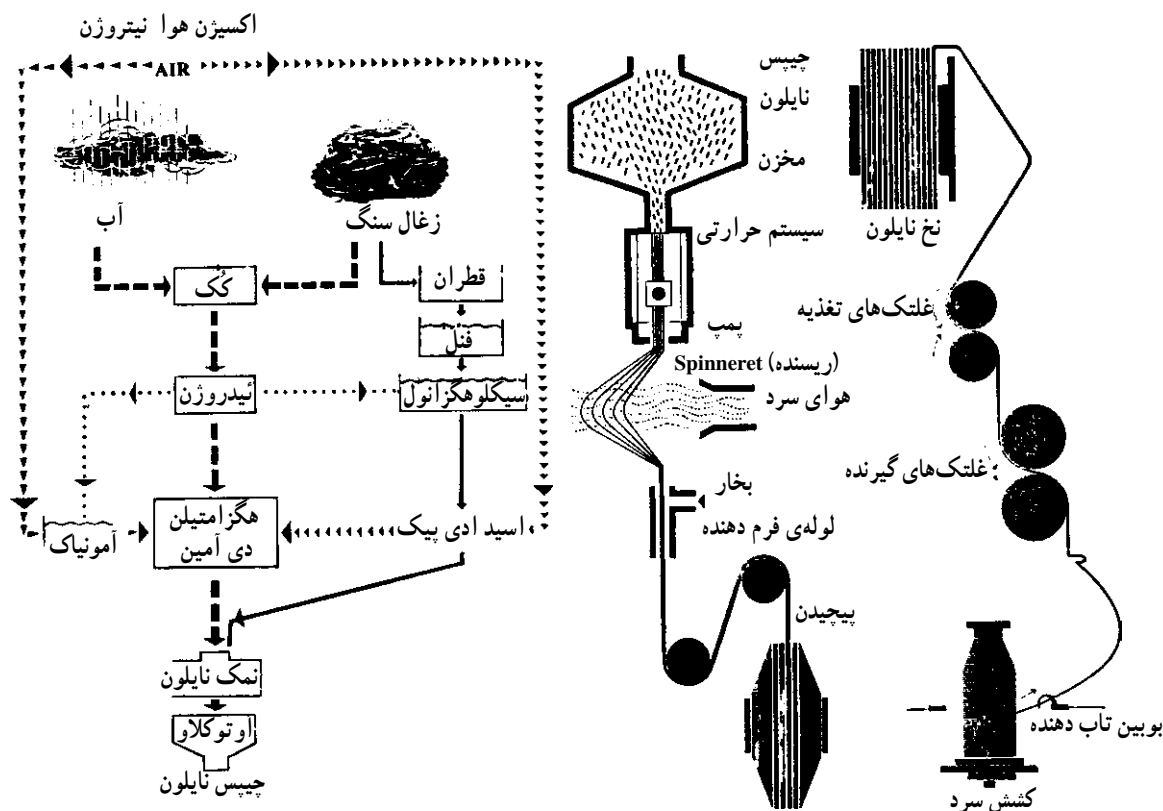
او پس از مدتی توانست پلیمری طویل با وزن مولکولی ۲۵۰۰۰ تهیه کند ولی این پلیمر قابل رسیدن نبود. با توجه به ساختمان شیمیایی ابریشم، دکتر کاروتز تحقیقات خود را روی پلی‌آمیدها ادامه داد و در سال ۱۹۳۸ توانست با استفاده از اسید ادی بیک و هگزامتیلن دی‌آمین، نایلون ۶۶ را بسازد.



علت این که این نایلون ۶۶ نامیده شد، این است که اسید ادی بیک و هگزامتیلن دی‌آمین هر کدام ۶ اتم کربن دارند. پس از اختراع نایلون ۶۶ نایلون‌های مختلف دیگر، از مواد مختلف ساخته و به بازار عرضه شدند. این نایلون‌ها به تعداد اتم کربن مواد اولیه نام‌گذاری شده‌اند؛ مثل نایلون ۱۱، نایلون ۶ و ...

در می آید که به محض خروج، آب سرد روی آن‌ها می‌ریزد و آن‌ها را سخت می‌کند. نوارها یا رشته‌های به دست آمده، به وسیله‌ی ماشین مخصوصی به قطعات کوچک تبدیل می‌شوند. به این قطعات کوچک، چیپس نایلون می‌گویند (شکل ۱-۹).

پلیمری‌زاسیون خارج می‌شود و عمل برای مدت ۴ ساعت در دمای ۲۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد ادامه می‌یابد. پس از این که پلیمری‌زاسیون به اندازه‌ی کافی انجام گرفت، پلیمر مذاب از سوراخ‌هایی خارج می‌شود و به صورت نوارها یا رشته‌هایی



شکل ۱-۹- نمودار تولید الیاف نایلون

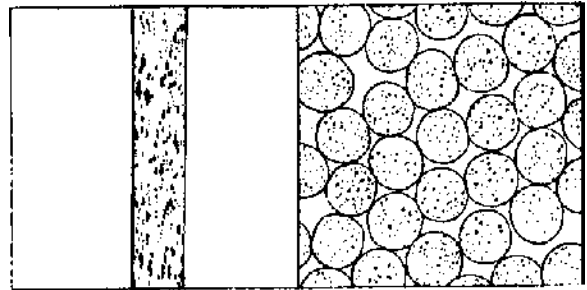
دستگاه کشش و تاب: نایلونی که به ترتیب گفته شده رسیده می‌شود، به علت عدم آرایش یافتگی مولکولی، دارای استحکام کم است و به کشش نیاز دارد. طول نایلون در اثر کشش افزایش می‌یابد و آرایش یافتگی مولکولی در آن ایجاد می‌شود. به این جهت، نایلون رسیده شده به میزان ۴ الی ۵ برابر طول اولیه در دستگاه کشش و تاب کشیده می‌شود و تاب جزئی پیدا می‌کند و بالاخره روی بوبین‌های دوکی شکل پیچیده می‌شود. نایلونی که به این ترتیب تهیه می‌شود، به سبب آرایش یافتگی مولکولی دارای استحکام و سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسیار خوب است.

ریسندگی نایلون: نایلون در حالت مذاب رسیده می‌شود. چیپس‌های نایلون را پس از خشک شدن به دستگاه ریسندگی مذاب می‌ریزند. این دستگاه شامل مخزن ذخیره‌ی چیپس و منطقه‌ی حرارت برای ذوب پلیمر و فیلتر برای صاف کردن پلیمر مذاب و در آخر، رشته‌ساز است. پلیمر ذوب شده توسط پمپ از رشته‌ساز خارج می‌شود. آن‌گاه بلافاصله در اثر تماس با هوا جامد می‌گردد و سپس روی بوبین پیچیده می‌شود. سرعت بوبین در ماشین‌های معمولی در حدود ۱۰۰۰ متر در دقیقه است ولی اخیراً ماشین‌های ریسندگی جدید با سرعت بیش‌تر تا ۴۰۰۰ متر در دقیقه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

## خصوصیات فیزیکی الیاف نایلون ۶۶

شکل میکروسکوپی و نمای ظاهری: سطح مقطع

عرضی نایلون، معمولاً با شکل منافذ رشته ساز بستگی دارد و به دو صورت دایره‌ای و مثلثی دیده می‌شود. نمای طولی نایلون به شکل یک میله‌ی صاف است (شکل ۲-۹).



شکل ۲-۹- مقطع عرضی و نمای طولی نایلون ۶۶

تقریباً در مقابل ۸ درصد کشش، ۱۰۰ درصد الاستیک می‌باشد و خاصیت ارتجاعی آن از ابریشم هم بهتر است.

**خاصیت اشتعال نایلون:** نایلون در تماس با شعله ذوب

می‌شود ولی در برابر آتش‌گیری از پنبه، ویسکوز، ابریشم و پشم مقاومتر است. نایلون در اثر سوختن، ذوب می‌شود و مواد مذاب از آن جدا می‌گردند. پس احتمال اشتعال آتش به قسمت مجاور کم است. مواد رنگ‌زا و مواد تکمیلی ممکن است بر قابلیت اشتعال نایلون تأثیر بگذارند.

**مقاومت نایلون در برابر نور:** اکسیژن هوا، رطوبت و

نور بر نایلون اثر می‌کنند و باعث تجزیه‌ی آن می‌شوند. مقاومت الیاف نایلون در مقابل نور تقریباً برابر الیاف پنبه، کتان و ویسکوز شفاف بوده و از پشم و ابریشم بیش‌تر است. تجزیه‌ی نایلون در مقابل نور به عوامل زیر بستگی دارد:

**نوع الیاف:** نایلون شفاف مقاوم‌تر از نایلون نیمه شفاف

است. در حالی که مقاومت نایلون کدر، از هر دو کم‌تر است، لذا، پارچه‌های پرده‌ای اغلب از نایلون شفاف تهیه می‌شود.

**نمره‌ی نخ:** نخ‌های کلفت‌تر از نخ‌های نازک‌تر مقاوم‌ترند.

**مقاومت نایلون:** به نوع مواد رنگ‌زا و مواد تکمیلی

بستگی دارد. بعضی مواد باعث افزایش و بعضی باعث کاهش مقاومت نایلون در برابر نور می‌شوند.

**جهت و چگونگی تابش نور:** مقاومت الیاف نایلون به

نوع تابش نور بستگی دارد. پارچه‌ای که در سایه است، از پارچه‌ای که در پشت شیشه مقابل آفتاب قرار دارد یا مستقیماً زیر نور آفتاب قرار گرفته، مقاوم‌تر است.

**جذب رطوبت الیاف:** نایلون در مقایسه با بیش‌تر الیاف

طبیعی، مقدار کمی آب جذب می‌کند. در شرایط استاندارد، نایلون ۴/۲ درصد رطوبت جذب می‌کند. کمی جذب رطوبت در

خصوصیات الیاف تغییراتی ایجاد می‌کند که به قرار زیر است:

– به دلیل این که الیاف رطوبت کمی را جذب می‌کنند، تورم آن‌ها در اثر جذب رطوبت کم‌تر است. تورم کم الیاف باعث می‌شود که ابعاد پارچه در اثر شست‌وشو ثابت باقی بماند. این امر تهیه‌ی پارچه‌های بشور و بپوش را ممکن می‌سازد.

– جذب رطوبت کم و تورم کم، باعث می‌شود که جذب

رنگ با اشکال انجام گیرد.

**طول و قطر:** طول و قطر الیاف قابل کنترل است و با

توجه به مورد مصرف تولید می‌شود. الیاف نایلون را می‌توان به طول‌های دلخواه برای مخلوط کردن با الیاف دیگر، به خصوص پشم تهیه کرد.

**وزن مخصوص:** وزن مخصوص نایلون ۱/۱۴ است.

**استقامت کشش و ازدیاد طول تا حد پاره شدن:** نایلون

با استحکام‌های مختلف ساخته می‌شود. استقامت کشش آن تا حد پارگی در حدود ۵/۵-۴/۵ گرم بر دنیر است ولی نایلون‌های

محکم با استقامت کشش ۷/۵ گرم بر دنیر نیز ساخته می‌شوند. ازدیاد طول تا حد پارگی نایلون ۲۵ درصد است اما به طور کلی

هرچه نخ محکم‌تر باشد، طول آن کم‌تر و هرچه استقامت آن کم باشد، طول آن بیش‌تر است، نایلون با ازدیاد طول ۱۴ تا ۱۵

درصد نیز ساخته می‌شود. در حالت مرطوب، ازدیاد طول تا حد پارگی ۳۰ درصد افزایش می‌یابد.

**استحکام الیاف:** الیاف نایلون استحکام بسیار خوبی دارد

و می‌توان این الیاف را یکی از محکم‌ترین الیاف نساجی به حساب آورد. الیاف نایلون در حالت خیس فقط ۱۰ تا ۲۰ درصد استحکام

خود را از دست می‌دهند.

**خاصیت ارتجاعی الیاف (الاستیسیته):** نایلون،

الاستیک خوبی است؛ بنابراین، نخ تهیه شده از آن نیز از نظر شکل‌گیری مخصوصاً در کشفاب بسیار مناسب است. نایلون

– جذب رطوبت کم باعث می‌شود که در اثر اصطکاک، الکتریسیته‌ی ساکن ایجاد گردد.

– منسوجات نایلونی بعد از شست‌وشو به سرعت خشک می‌شوند.

– **اثر حرارت:** نایلون در مقابل حرارت، مقاوم است و در ۱۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد برای چند ساعت بدون از دست دادن استحکام خود مقاومت می‌کند ولی به تدریج زرد می‌شود. البته اگر این حرارت با رطوبت همراه باشد، به نایلون آسیب می‌رساند. به این ترتیب که اکسیژن موجود باعث شکسته شدن زنجیر مولکولی نایلون می‌شود و از استقامت آن می‌کاهد. استحکام نایلون در جو بدون اکسیژن در ۲۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد کم نمی‌شود؛ در حالی که در ۱۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد در هوا به سرعت از استحکام نایلون کاسته می‌شود. در دمای بالاتر از ۱۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، پارچه به اتو می‌چسبد و ممکن است باعث زردی و تجزیه‌ی آن شود. بنابراین، هنگام اتو کردن این نوع پارچه باید بیش‌تر دقت کرد.

**ثابت کردن نایلون:** ابعاد پارچه‌های نایلونی را به دلیل داشتن خاصیت ترموپلاستیکی، می‌توان در درجه حرارت‌های بالاتر ثابت کرد تا در شست‌وشوهای بعدی ابعاد خود را حفظ کنند. در نتیجه، یک اتوی مختصر، پس از شست‌وشو برای برطرف کردن چین و چروک کافی است. ثابت کردن پارچه ممکن است به وسیله بخار داغ یا حرارت خشک انجام گیرد. می‌توان از خاصیت ترموپلاستیک نایلون استفاده کرد و به طرق مختلف، الیاف مجعد و چین‌دار تهیه کرد. خصوصیات زیر دست این الیاف تقریباً شبیه به الیاف طبیعی است.

**خاصیت الکتریسیته‌ی الیاف:** الیاف نایلون به علت جذب رطوبت کم در اثر اصطکاک، الکتریسیته‌ی ساکن ایجاد می‌کنند. این الکتریسیته در ریسندگی این الیاف اشکالاتی ایجاد می‌کند. از طرف دیگر، پارچه‌ی نایلونی باردار شده (بار مثبت) کثافات و گردو خاک هوا را با بارهای مخالف (منفی یا خنثا) جذب می‌کند. **خواص شیمیایی الیاف نایلون ۶۶:** اسید سولفوریک، اسید نیتریک و اسید کلریدریک اگر غلیظ باشند، روی الیاف نایلون اثر کرده و آن‌ها را حل می‌کنند. به طور کلی، اسیدها به نایلون آسیب می‌رسانند اما قلیایی‌ها اثر چندانی به الیاف

نایلون ندارند. مواد سفیدکننده باعث تجزیه و تخریب الیاف نایلون می‌شوند.

**موارد استفاده‌ی نایلون ۶۶:** الیاف نایلون به علت داشتن استحکام خوب در برابر سایش و کشش در صنعت نساجی و صنایع دیگر موارد استفاده‌ی زیادی دارند، به دلیل خاصیت خوب الاستیسیته‌ی الیاف نایلون، لباس‌های ورزشی و جوراب‌ها را بیش‌تر از نایلون تهیه‌ی می‌کنند، زیرا نایلون در قسمت زانو و مفاصل، کیسه‌ای نمی‌شود و پس از رفع کشش دوباره به حال اول خود برمی‌گردد. به دلیل استحکام خوب نایلون و زود خشک شدن آن، پارچه‌های نایلونی برای لباس‌های بچگانه بسیار مناسب‌اند. البته نایلون، برای تهیه‌ی لباس‌های زیر مناسب نیست. نایلون به صورت الیاف کوتاه هم تهیه می‌شود و با الیاف طبیعی دیگر مخلوط می‌گردد؛ از جمله پشم برای تهیه‌ی موکت و فرش‌های ماشینی که استحکام آن را در برابر سایش زیاد می‌کند و هم‌چنین برای مصارف دیگر با الیافی نظیر پنبه و ویسکوز، مخلوط می‌شود تا استحکام این الیاف را افزایش دهد. از نایلون در پارچه‌های پرده‌ای و رومبلی هم استفاده می‌کنند.

نایلون در صنعت‌های دیگر هم سهم بسزایی دارد؛ برای مثال، از نخ‌های ضخیم نایلونی به علت داشتن استحکام فوق‌العاده، در لاستیک اتومبیل و هواپیما استفاده می‌شود. در عین حال، چون در مقابل الکتریسیته عایق خوبی است، در صنعت برق نیز موارد مصرف زیادی دارد. از مخلوط نایلون و پنبه برای ساختن لوله آب آتش‌نشانی استفاده می‌شود. موارد دیگر استفاده‌ی نایلون، عبارت است از تسمه، تور ماهی‌گیری، چتر، طناب و ...

### نایلون ۶ (پرلون)

طی سال‌های ۴۵ – ۱۹۳۹ میلادی آلمان‌ها که بیش‌تر در اندیشه‌ی رقابت با آمریکا بودند، درصدد تولید الیافی نظیر نایلون ۶۶ برآمدند و سرانجام، پرلون را که به تقلید از نایلون ۶۶ ساخته شده بود، به بازار عرضه کردند. پرلون از ماده‌ای به نام کاپرولاکتام به فرمول  $(\text{CH}_2)_n$  ساخته می‌شود. این ماده از زغال سنگ  $\text{CO-NH}$  بنزن تهیه می‌گردد، و ابتدا به صورت فنل است. سپس تحت عملیات شیمیایی مختلفی به صورت کاپرولاکتام در می‌آید.

الیاف نایلون ۶ در کشور ما توسط شرکت الیاف تهران ساخته می‌شود.

#### خصوصیات الیاف نایلون ۶ (پرلون):

نایلون ۶۶ از نظر خواص و استحکام از نایلون ۶ بهتر است ولی می‌توان گفت که نایلون ۶ شباهت زیادی به نایلون ۶۶ دارد. اختلاف عمده‌ی این دو لیف، فقط در نقطه‌ی ذوب آن‌هاست. استقامت نایلون ۶ در مقابل حرارت کم‌تر و نقطه‌ی ذوب آن از نایلون ۶۶ پایین‌تر است.

موارد استفاده‌ی نایلون ۶ (پرلون): به دلیل ارزان بودن الیاف پرلون نسبت به نایلون ۶۶، مصرف آن در صنعت نساجی به حد قابل توجهی افزایش یافته و این الیاف در بیش‌تر موارد جایگزین نایلون ۶۶ شده است. به جز مواردی که درجه‌ی حرارت اهمیت خاصی داشته باشد. بنابراین، موارد استفاده‌ی نایلون ۶ نیز شبیه نایلون ۶۶ است.

کاپرولاکتام دارای ۶ کربن است و به همین دلیل، پرلون را نایلون ۶ هم می‌گویند. روش ساختن پرلون مانند نایلون ۶۶ است. امروزه به علت سادگی و سهولت ساخت آن و ارزانی قیمت تمام شده‌ی پرلون، ساخت و مصرف آن در بیش‌تر کشورهای دنیا متداول است و هر کشور، نام مخصوصی روی آن گذاشته که مهم‌ترین آن‌ها به قرار زیر است:

نام الیاف	کشور سازنده
پرلون	آلمان غربی
گریلون	سوئیس
کاپرولان	استرالیا و آمریکا
ددرون	آلمان شرقی
نایلون	آمریکا
کاپرون	شوروی
چینلون	چین

#### پرسش‌های فصل

- ۱- الیاف پلی‌آمید را تعریف کنید.
- ۲- طرز تهیه‌ی الیاف نایلون ۶۶ را شرح دهید.
- ۳- ریسندگی الیاف نایلون را توضیح دهید.
- ۴- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی الیاف نایلون را شرح دهید.
- ۵- موارد استفاده‌ی الیاف نایلون را توضیح دهید.
- ۶- مواد اولیه‌ی نایلون ۶ را بنویسید.
- ۷- خصوصیات پرلون را بنویسید.

## پلی استر

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- الیاف پلی استر را تعریف کند.
- ۲- طرز تهیه الیاف پلی استر را توضیح دهد.
- ۳- خصوصیات الیاف پلی استر را بیان کند.
- ۴- موارد استفاده الیاف پلی استر را بیان کند.

کشور سازنده	نام الیاف
انگلستان	تریلن
آلمان	ترویرا
فرانسه	ترگال
ایتالیا	تریتال
ژاپن	تترون
آمریکا	داکرون

الیاف پلی استر در کشور ما توسط شرکت پلی اکریل اصفهان ساخته و تولید می‌شود.

با این که پلی استرهای با زنجیرهای خطی اهمیت صنعتی خود را در حدود ۴۰ سال گذشته کسب کرده‌اند ولی تحقیقات در مورد زنجیرهای پلیمری پلی استر از اواسط قرن نوزدهم در زمینه‌های مختلف گزارش شده است. تحقیقات منظم و اصولی از سال ۱۹۲۸ توسط دکتر کاروترز در دوپونت آمریکا شروع شد. مطالعات این محقق پس از مدتی از پلی استر منحرف شد و به کشف نایلون ۶۶ در سال ۱۹۳۵ منجر گردید. بعدها یک شیمی دان انگلیسی تحقیقات کاروترز را تعقیب کرد و در سال ۱۹۴۱ شیمی دان دیگری به نام دیکسون موفق به کشف پلی استر شد.

### طرز تهیه الیاف پلی استر

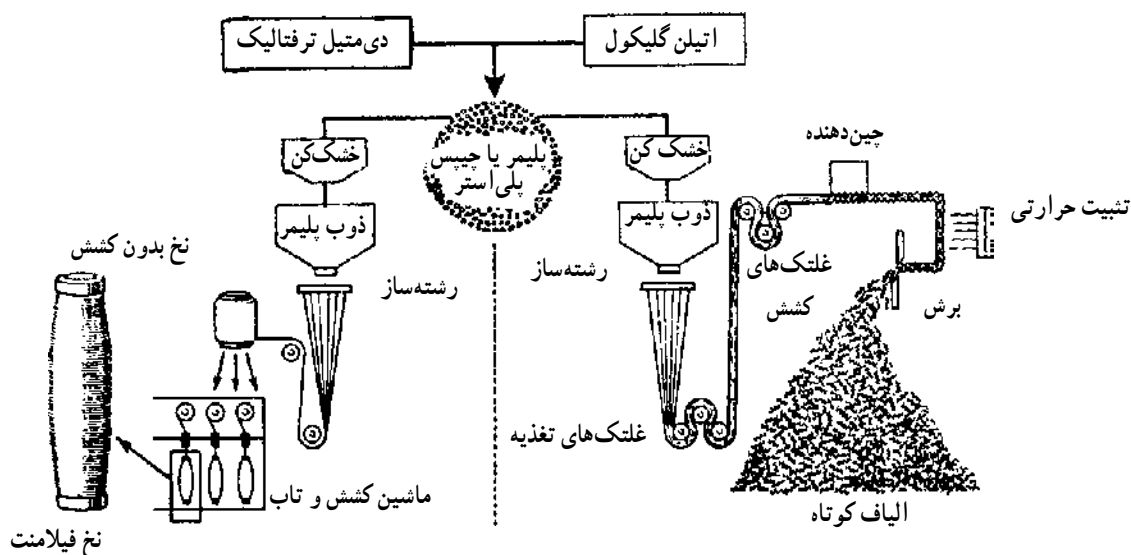
پلی استر مورد استفاده در صنایع نساجی، از ترکیب اتیلن گلیکول و اسید ترفتالیک در شرایط مساعد و در مجاورت کاتالیزور مناسب در خلأ تهیه می‌شود. از ترکیب اسید ترفتالیک و اتیلن گلیکول و پلیمریزاسیون بعدی، ماده‌ای پلاستیکی که دارای نقطه‌ی ذوب بالاست تهیه می‌شود. پس از برش دادن به این ماده چیپس پلی استر می‌گویند.

این الیاف برخلاف محصولات محصلاتی که تا آن زمان ساخته شده بودند، در مقابل هیدرولیز مقاومت داشتند و نقطه‌ی ذوب آن‌ها به قدر کافی بالا بود. از این تاریخ، مطالعات و تحقیقات در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی کارخانه‌ها و دانشگاه‌ها به مقیاس زیادتر ادامه یافت و اینک تعداد پلی استرهای به ثبت رسیده از هزار تجاوز می‌کند. امروزه در بسیاری از کشورها الیاف پلی استر با نام‌های مختلف ساخته و ریسیده می‌شود.

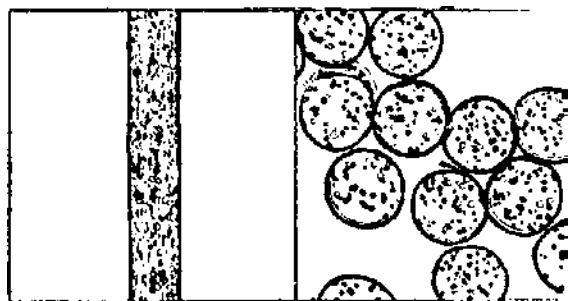
می‌کنند. نخ ریسیده شده به دور بوبین مخصوصی پیچیده می‌شود و برای آرایش کامل به دستگاه کشش و تاب منتقل می‌گردد. در این دستگاه، کشش پلی‌استر به صورت گرم و بین دو سری غلتک انجام می‌پذیرد. درجه‌ی حرارت لازم برای این کار حدود  $80^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد است. نخ در این مرحله، تاب مختصری (حدود  $15$  تاب در متر) پیدا می‌کند و سپس به دور بوبین دوکی شکلی پیچیده می‌شود.

برای تهیه‌ی الیاف کوتاه، فیلامنت‌های خارج شده از چند رشته‌ساز به صورت یک فتیله‌ی ضخیم در می‌آیند. این فتیله‌ها بعد از شست‌وشو و کشش، چین داده و تثبیت حرارتی می‌شوند و در اندازه‌های دلخواه بریده و عدل‌بندی می‌گردند (شکل ۱-۱).

قبل از عمل ریسندگی، چیپس‌های پلی‌استر باید به خوبی خشک شوند. خشک کردن پلی‌استر یکی از حساس‌ترین مراحل قبل از ریسندگی است. وجود کوچک‌ترین اثر رطوبت، در ضمن ریسندگی در درجه‌ی حرارت بالا ( $28$  درجه سانتی‌گراد) باعث تجزیه‌ی مولکولی پلیمر می‌شود. پلیمر خشک شده به دستگاه ریسندگی مذاب منتقل می‌شود و در این دستگاه با حرارت  $280^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد ذوب می‌گردد. پلیمر مذاب توسط پمپ، با فشار از رشته‌ساز خارج می‌شود و تحت تأثیر هوای سرد، به سرعت خنک و منجمد می‌گردد. سرعت غلتک گیرنده معمولاً از سرعت ریسندگی رشته‌ساز بیش‌تر است. در نتیجه، الیاف بعد از رشته‌ساز مقداری کشیده می‌شوند و تا حدودی آرایش یافتگی اولیه را پیدا



شکل ۱-۱- نمودار تولید الیاف پلی‌استر



شکل ۱-۲- مقطع عرضی و نمای طولی الیاف پلی‌استر

## خواص فیزیکی الیاف پلی‌استر

شکل میکروسکوپی الیاف: الیاف پلی‌استر، دارای سطح صاف و بدون چین خوردگی هستند و مقطع آن‌ها تقریباً دایره‌ای شکل است. البته الیاف پلی‌استر با مقطع عرضی غیر دایره‌ای نیز برای مصارف مخصوصی ساخته می‌شوند. (شکل ۱-۲).



**طول و قطر الیاف:** طول و قطر الیاف پلی استر به طور دلخواه و برحسب نوع مصرف تهیه می شود.

**درخشندگی الیاف:** درخشندگی الیاف پلی استر زیاد است و تا حدودی می توان آن را در موقع تهیه الیاف کنترل کرد.

**وزن مخصوص الیاف:** وزن مخصوص الیاف پلی استر بیش تر از نایلون و در حدود  $1/38$  است. زیر دست الیاف پلی استر، مخلوط آن با الیاف پنبه و پشم از نایلون بهتر است.

**استحکام الیاف پلی استر:** الیاف پلی استر استحکام خوبی دارند. استحکام این الیاف در حالت خیس تقریباً مساوی با حالت خشک است. استحکام الیاف کوتاه تقریباً  $4 - 3/5$  و فیلامنت معمولی  $5/5 - 4/5$  گرم بر دینر است.

**خاصیت ارتجاعی الیاف (الاستیسیتته):** خاصیت ارتجاعی الیاف پلی استر خوب است و به همین دلیل، پارچه های تهیه شده از پلی استر یا مخلوط آن ها، چروک را قبول نمی کنند و شکل خود را حفظ می نمایند. جدول زیر درصد برگشت فوری پلی استر را در مقابل کشش های متفاوت نشان می دهد (پس از یک دقیقه کشش).

مقدار درصد کشش	مقدار درصد برگشت فوری
۲	۹۷
۴	۹۰
۸	۸۰

البته در صورتی که فرصت کافی برای برگشت داده شود، مقدار درصد برگشت کشش های کم، به  $100$  درصد نیز می رسد. **جذب رطوبت الیاف:** جذب رطوبت پلی استر بسیار کم و در شرایط استاندارد، حداکثر  $5/5$  درصد است.

**اثر حرارت بر الیاف:** الیاف پلی استر در مقابل حرارت، مقاومت زیادی از خود نشان می دهند. این الیاف در دمای  $180$  درجه سانتی گراد فقط نصف استحکام خود را از دست می دهند. در حرارت  $150$  درجه سانتی گراد در هوا بعد از یک ماه کمی رنگ خود را از دست می دهند و  $85$  درصد از استحکامشان را حفظ می کنند. آن ها بعد از شش ماه تا  $45$  درصد از استحکام خود را از دست می دهند. این الیاف در  $250$  درجه سانتی گراد ذوب می شوند و تا حرارت  $200$  درجه سانتی گراد می توان آن ها را اتو کرد.

از آن جا که پلیمر پلی استر ترموپلاستیک است، می توان آن را تثبیت حرارتی کرد تا پارچه های تهیه شده از آن، خاصیت بشور و بیوش پیدا کنند.

**اثر نور بر الیاف:** الیاف پلی استر در مقابل نور خورشید مقاومت خوبی دارند. اگر پلی استر برای مدت طولانی در مقابل نور آفتاب قرار گیرد، مقدار بسیار کمی از استحکام خود را از دست می دهد اما رنگ آن تغییری نمی کند.

**خاصیت الکتریکی الیاف:** جذب رطوبت کم توسط الیاف پلی استر سبب می شود که ضریب هدایت الکتریکی آن کم باشد و در نتیجه در اثر اصطکاک الکتریسیته ی ساکن ایجاد کند. الکتریسیته ی ساکن ایجاد شده در پارچه، سبب جذب ذرات کثیف هوا - که دارای بار مخالف باشند - می شود. در نتیجه، غالباً یقه و سر دست لباس های تهیه شده از پلی استر خالص بعد از مدتی کثیف می شود و برطرف کردن این کثیفی دشوار است.

### خواص شیمیایی الیاف پلی استر

پلی استر به دلیل ساختمان شیمیایی خاص خود، کریستالی است و به سبب نبود عوامل فعال در پلیمر آن و جذب رطوبت کم، در مقابل بیش تر مواد شیمیایی مقاومت خوبی دارد.

**اثر اسیدها:** الیاف پلی استر در مقابل اسیدهای ضعیف در حالت جوش و در مقابل اسیدهای قوی و سرد مقاوم است. **اثر قلیایی ها:** قلیایی های رقیق بر الیاف پلی استر اثری ندارند ولی قلیایی های گرم و قوی به آن ها صدمه می زنند.

**اثر مواد اکسیدکننده:** الیاف پلی استر در مقابل مواد اکسید کننده و سفید کننده ها مقاومت خوبی دارند. به طور کلی، اغلب الکل ها، کتن ها، صابون ها، دترجنت ها و مواد مصرفی در خشک شویی بر پلی استر تأثیری ندارند.

### موارد استفاده ی الیاف پلی استر

الیاف پلی استر مخلوط با الیاف طبیعی یا به طور خالص در تهیه ی پارچه های نازک و منسوجات سبک وزن - مانند پارچه های پرده ای و ساتن و پیراهن و بلور - مورد استفاده قرار می گیرند. چون این الیاف جذب آب کمی دارند در آب متورم نمی شوند، منسوجات حاصل از آن ها به راحتی شسته و فوراً خشک

زنانه مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ بدون این که پلیسه‌ی خود را از دست بدهند. ضمناً برای تهیه‌ی بلوز و پیراهن و پارچه‌های بشور و بیوش خیلی زیاد به مصرف می‌رسند. الیاف پلی‌استر در تهیه‌ی پارچه‌هایی که برای چتر نجات استفاده می‌شود، مصرف فراوانی دارد.

می‌شوند. از الیاف پلی‌استر - پشم و پلی‌استر - ویسکوز برای تهیه‌ی پارچه‌های کت و شلواری و پارچه‌های اسپرت مخلوط با الیاف پشم یا ویسکوز استفاده می‌کنند. به علت عملیات تکمیلی که روی پارچه‌های تریلن انجام می‌شود، این پارچه‌ها خاصیت اتوپذیری زیادی پیدا می‌کنند و در تهیه‌ی پارچه‌های پلیسه‌ی

### **پرسش‌های فصل**

- ۱- الیاف پلی‌استر را تعریف کنید.
- ۲- طرز تهیه‌ی الیاف پلی‌استر را توضیح دهید.
- ۳- خواص فیزیکی الیاف پلی‌استر را شرح دهید.
- ۴- خواص شیمیایی الیاف پلی‌استر را شرح دهید.
- ۵- موارد استفاده‌ی الیاف پلی‌استر را بیان کنید.

## الیاف اکریلیک

هدف‌های رفتاری: از فراگیرنده انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:

- ۱- الیاف اکریلیک را تعریف کند.
- ۲- طرز تهیه‌ی اکریلونیتریل را شرح دهد.
- ۳- طرز تهیه‌ی الیاف ارلون را شرح دهد.
- ۴- خصوصیات الیاف ارلون را شرح دهد.
- ۵- الیاف اکریلیک پفکی را شرح دهد.
- ۶- موارد استفاده‌ی الیاف اکریلیک را توضیح دهد.

الیاف اکریلیک در کشور ما توسط شرکت پلی‌اکریل اصفهان ساخته و تولید می‌شود.

### طرز تهیه‌ی اکریلونیتریل

اکریلونیتریل را می‌توان از مواد مختلف و با روش‌های متفاوت تهیه کرد ولی امروزه اغلب اکریلونیتریل مصرفی دنیا از استیلن ساخته می‌شود. استیلن به مقدار زیادی از ترکیب کاربید کلسیم (C<sub>2</sub>Ca) و آب به دست می‌آید. هم‌چنین مقادیر زیادی از آن را می‌توان از محصولات نفتی تهیه کرد.

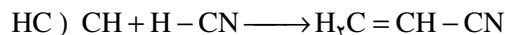
از روش اول بیش‌تر در ممالکی که انرژی الکتریکی ارزان در دسترس است - مثل کانادا و سوئد - استفاده می‌کنند. گرچه کاربید کلسیم ماده‌ی ارزان قیمتی است اما تبدیل کردن آن به استیلن، به انرژی زیادی نیاز دارد. در مقابل، کشورهایی که به مواد نفتی ارزان قیمت دسترسی داشته باشند، از روش دوم استفاده می‌کنند. در این روش از اکسیداسیون نسبی متان، در ۱۲۰

الیاف اکریلیک از مهم‌ترین و یرمصرف‌ترین الیاف مصنوعی به‌شمار می‌رود. تحقیق درباره‌ی تهیه‌ی این الیاف از سال ۱۹۴۰ شروع و اولین محصول تجارتي در سال ۱۹۴۸ به نام ارلون به بازار عرضه شد. از آن به بعد، تحقیقات و مطالعات دامنه‌داری در مورد اصلاح خصوصیات آن یا تهیه‌ی الیاف جدید انجام گرفته که به تولید تعداد متعددی از این الیاف منجر گردیده است. قسمت اعظم ماده‌ی اولیه‌ی کلیه‌ی الیاف اکریلیک را اکریلونیتریل (وینیل سیانید) تشکیل می‌دهند.

مهم‌ترین این الیاف عبارت‌اند از:

نام الیاف	کشور سازنده
ارلُون <sup>۱</sup>	آمریکا
کُورتل <sup>۲</sup>	انگلستان
اکریلان <sup>۳</sup>	آمریکا
کریسلن <sup>۴</sup>	آمریکا
زفران <sup>۵</sup>	آمریکا

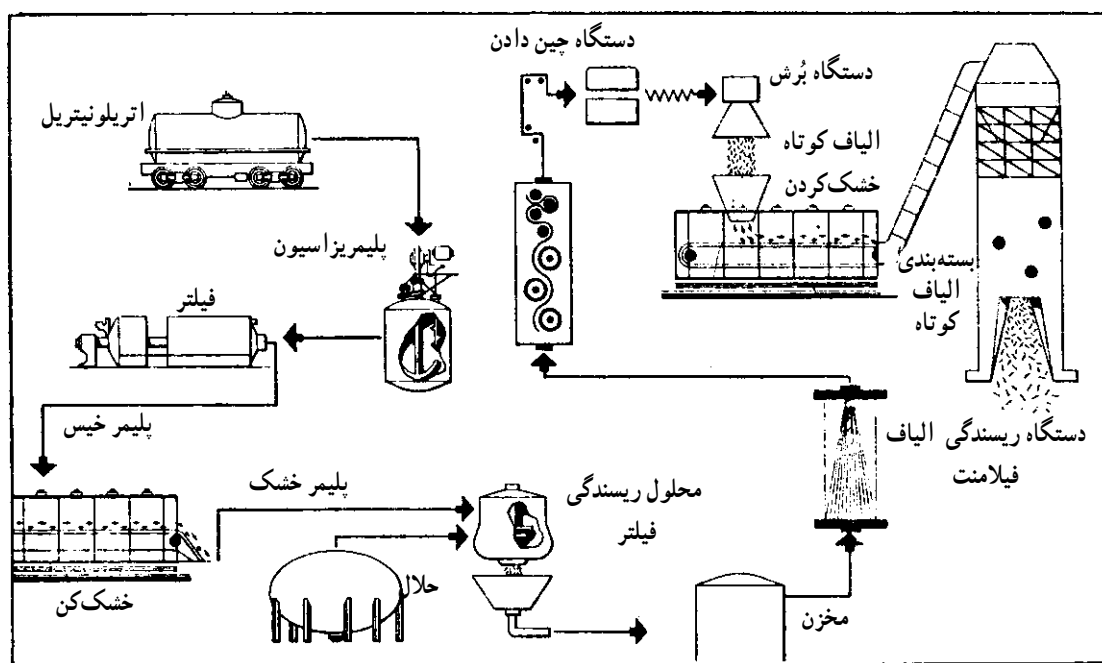
درجه‌ی سانتی‌گراد استفاده می‌شود. در هر صورت، برای تهیه‌ی اکریلونیتریل باید استیلن را با اسید سیانیدریک در مجاورت آب و کلرید مس - به عنوان کاتالیزور - به‌طور افزایشی ترکیب کنند.



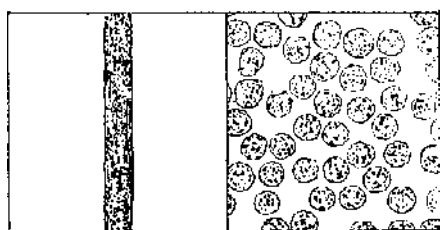
## الیاف ارلون

از آن‌جا که مورد استفاده‌ی الیاف ارلون در بین این دسته از الیاف بیش‌تر است، در این‌جا درباره‌ی این الیاف توضیح می‌دهیم. طرز تهیه‌ی الیاف ارلون: از پلیمریزاسیون منومراکریلونیتریل با کاتالیزور<sup>۱</sup> مناسب در شرایط مطلوب، پلیمر اکریلونیتریل رسوب می‌کند. وزن مولکولی پلیمر حاصل در

حدود ۶۰۰۰۰ است. پلیمر رسوب شده، صاف و شسته و خشک می‌شود. سپس در محلول مناسبی (مثل دی‌متیل فرم آمید) به غلظت ۱۰ تا ۲۰ درصد حل می‌گردد. محلول سپس به صورت ریسندگی خشک رسیده می‌شود. تعدادی از الیاف اکریلیک نیز وجود دارند که توسط سازنده‌های مختلف تهیه شده‌اند و به صورت ریسندگی مرطوب رسیده می‌شوند. الیاف رسیده شده تا چندین برابر طول خود، به‌طور داغ کشیده می‌شوند. این الیاف را می‌توان با عبور دادن از دور یک میله‌ی داغ یا به وسیله‌ی هوا یا آب داغ گرم کرد. درجه‌ی حرارت لازم برای کشش داغ متناسب با مدت زمان تماس از ۱۰۰ تا ۲۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، تغییر می‌کند (شکل ۱-۱۱).



شکل ۱-۱۱- نمودار تولید الیاف ارلون



شکل ۱-۱۱-۲- مقطع عرضی و نمای طولی الیاف ارلون

## خواص فیزیکی الیاف ارلون

شکل میکروسکوپی الیاف: سطح الیاف ارلون در زیر میکروسکوپ صاف و مقطع عرضی آن به شکل دمبل است (شکل ۱-۱۱-۲).

۱- ۴۰ قسمت برحسب وزن از کاتالیزور پرسولفات آمونیم و ۸۰ قسمت بی‌سولفیت سدیم به عنوان فعال‌کننده در ۹۴ قسمت از آب مقطر ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حل

**طول و قطر الیاف:** طول و قطر الیاف ارلون با توجه به نوع مصرف، تعیین و تهیه می‌شود.

**رنگ الیاف:** الیاف ارلون در آغاز رنگ خوبی نداشتند ولی با اصلاحاتی که در طرز تهیه آن‌ها به عمل آمد، این الیاف از رنگ سفید خوبی برخوردار شدند.

**شفافیت و درخشندگی الیاف:** الیاف ارلون درخشندگی و شفافیت زیادی دارند. این درخشندگی، هنگام انجام دادن عمل کشش به دست می‌آید و قابل کنترل است.

**استحکام الیاف:** الیاف ارلون از استحکام خوبی برخوردارند. استحکام کشش این لیف، در حالت خشک ۵ گرم بر دنیبر و در حالت مرطوب ۴/۸ گرم بر دنیبر است. ارلون در مقابل آب مقاوم است و استحکام خود را به مقدار زیادی حفظ می‌کند. ازدیاد طول تا حد پاره‌شدن آن در شرایط استاندارد، ۱۷ درصد و در حالت خیس ۱۶ درصد است.

**خاصیت ارتجاعی (الاستیسیته) الیاف:** الیاف ارلون خاصیت ارتجاعی خوبی دارند. از این رو در مقابل چین و چروک مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهند. الاستیسیته‌ی الیاف ارلون در مقابل ۴ درصد ازدیاد طول، ۸۵ درصد است.

**وزن مخصوص الیاف ارلون:** وزن مخصوص الیاف ارلون تقریباً ۱/۱۴ تا ۱/۱۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

**اثر حرارت بر الیاف:** الیاف ارلون در برابر حرارت مقاومت زیادی نشان می‌دهند. درجه‌ی مناسب برای اتو کردن پارچه‌ی ارلونی ۱۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است. ارلون در ۲۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد زرد می‌شود و در درجه حرارت بالاتر حالت چسبندگی پیدا می‌کند. عکس‌العمل ارلون در مقابل حرارت‌های زیاد، قابل توجه است؛ با دریافت حرارت ابتدا زرد و سپس به تدریج قهوه‌ای و سیاه می‌شود اما پس از ۶۰ ساعت حرارت دیدن در ۲۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، در حالی که کاملاً سیاه شده است، بیش‌تر از ۵۰ درصد استحکام خود را حفظ می‌کند.

**جذب رطوبت الیاف:** مقدار جذب رطوبت الیاف ارلون بسیار کم است و در شرایط استاندارد در حدود ۱/۳ تا ۲/۵ درصد رطوبت به خود جذب می‌کند. به علت جذب رطوبت کم، ارلون مانند الیاف مصنوعی دیگر، هنگام رنگ‌رزی اشکالاتی ایجاد می‌کند. **اثر نور بر الیاف:** مقاومت الیاف ارلون در مقابل نور

خورشید بسیار خوب است. برای مثال، اگر تکه‌ای پارچه‌ی ارلونی را مدت یک‌سال و نیم در مقابل نور خورشید قرار دهیم، ۷۷ درصد مقاومت خود را حفظ می‌کند. از این رو پارچه‌های ارلون برای پرده بسیار مناسب‌اند و عمر زیادی دارند.

**خاصیت الکتریسیته الیاف:** الیاف ارلون به علت جذب رطوبت کم در اثر اصطکاک، الکتریسیته‌ی ساکن تولید می‌کنند و مانند الیاف مصنوعی دیگر هنگام ریسندگی و بافندگی آن‌ها مشکلاتی به وجود می‌آید.

**خواص شیمیایی الیاف ارلون:** الیاف ارلون در مقابل اسیدهای معدنی، حلال‌های معمولی روغن‌ها، چربی‌ها و املاح مقاومت خوبی دارند.

مقاومت ارلون در مقابل قلیایی‌های ضعیف، نسبتاً خوب است ولی در مقابل قلیایی‌های قوی، به خصوص اگر داغ باشند، به سرعت تجزیه می‌شود. ارلون در مقابل مواد شیمیایی دیگر مقاوم است؛ در واقع، مقاومت آن در برابر مواد شیمیایی، در گذشته از نظر رنگ‌رزی مشکل بزرگی ایجاد می‌کرد؛ زیرا ماده‌ی رنگ‌زا جذب الیاف نمی‌شد. با تغییرات و اصلاحاتی که در ساختار الیاف ارلون به وجود آمد، جذب ماده‌ی رنگ‌زا در دمای جوش امکان‌پذیر گردید و مشکل رنگ‌رزی این الیاف حل شد.

## ارلون ۴۲

الیافی که درباره آن‌ها سخن گفتیم، به ارلون ۸۱ معروف‌اند اما الیاف دیگری نیز به نام ارلون ۴۲ وجود دارند؛ با این تفاوت که درجه‌ی آرایش یافتگی آن‌ها نسبت به ارلون ۸۱ خیلی کم‌تر و در نتیجه استحکام کشش آن‌ها کم‌تر و ازدیاد طول تا حد پاره‌شدن آن‌ها بیشتر است. مقاومت ارلون ۴۲ در مقابل مواد شیمیایی از ارلون ۸۱ کم‌تر است.

## اکریلیک پفکی

در چند سال اخیر، نخ‌های اکریلیک پفکی به بازار عرضه شده است که بیش‌تر برای تهیه‌ی پلوور و به طور کلی بافتنی‌ها به کار می‌روند. این نخ‌ها زیر دست حجیم و توپردارند و البسه‌ی تهیه شده از آن‌ها برای زمستان بسیار مناسب است. نخ‌های اکریلیک پفکی به این ترتیب تهیه می‌شوند که الیاف اکریلیک با

## موارد استفاده‌ی الیاف اکریلیک

الیاف خالص اکریلیک، بیش‌ترین مصرف را در تهیه‌ی لباس زمستانی، کش‌باف‌های ضخیم، پتو و فرش دارند. مخلوط این الیاف با پنبه برای تهیه‌ی لباس کار - در مواردی که مقاومت لباس در مقابل مواد شیمیایی ضرورت دارد - مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای تهیه‌ی لباس‌های پلیسه‌دار، مخلوط این الیاف را با ویسکوز به کار می‌برند و برای حفظ ابعاد لباس‌های پشمی، پشم را با مقداری اکریلیک به طور مخلوط استفاده می‌کنند. به طور کلی، در جایی که گرمی و نرمی پارچه مطرح باشد، از الیاف اکریلیک استفاده می‌شود.

خصوصیات کوتاه‌شدگی متفاوت با هم مخلوط می‌شوند؛ به این ترتیب که یک قسمت از الیاف با میزان کوتاه‌شدگی کم در اثر عملیات حرارتی با قسمت دیگری از الیاف که در اثر عملیات حرارتی تا حدود ۲۵ درصد کوتاه‌شدگی پیدا می‌کنند، با هم مخلوط می‌شوند و نخ مورد نظر رسیده می‌شود.

در اثر عملیات حرارتی که با بخار و با آب جوش انجام می‌گیرد، الیافی که می‌توانند کوتاه‌شدگی زیادی پیدا کنند، کسر طول پیدا می‌کنند و باعث می‌شوند که الیاف معمولی چین‌خورده و جمع شوند. این جمع‌شدگی اجباری باعث تورم و پفکی شدن نخ می‌شود و به پوشاک تهیه شده حالت توپور می‌دهد. این روش تهیه‌ی نخ موفقیت زیادی پیدا کرده و تقریباً همه‌ی نخ‌های اکریلیک مورد استفاده در صنعت کش‌بافی از این نوع است.

### پرسش‌های فصل

- ۱- الیاف اکریلیک را تعریف کنید.
- ۲- طرز تهیه‌ی اکریلونیتریل را شرح دهید.
- ۳- طرز تهیه‌ی الیاف ارلون را توضیح دهید.
- ۴- خصوصیات الیاف ارلون را بیان کنید.
- ۵- الیاف اکریلیک پفکی را توضیح دهید.
- ۶- موارد استفاده‌ی الیاف اکریلیک را شرح دهید.

بخش دوم

آزمایش‌ها

## نکات اولیه انجام آزمایش

لذا، لازم است هر هنرجو برای محافظت از اعضای بدن و لباس‌های خود روپوش سفیدرنگ مخصوص آزمایشگاه را بپوشد. این روپوش با داشتن دامن و آستین‌های بلند از تماس مستقیم مواد و نشستن آن‌ها بر روی برخی از اعضای بدن و لباس جلوگیری می‌کند.

### ثبت نتایج

در هنگام آزمایش تمام تغییرات حاصل شده در مواد مورد آزمایش و نتایج حاصل از آزمایش را مرتباً یادداشت نمایید. سعی کنید ثبت نتایج به صورت مختصر و قابل درک برای استفاده‌های بعدی باشد. بدین منظور یک دفتر یادداشت مخصوص آزمایشگاه تهیه کنید و نتایج حاصل از هر آزمایش را به طور جداگانه در آن ثبت کنید تا در تهیه گزارش کار از آن‌ها استفاده شود. پس از هر آزمایش، نتایج حاصل را با مطالب نظری درس مربوطه و تئوری آزمایش تطبیق دهید. برای اطمینان از درستی آزمایش می‌توانید نتایج حاصله را با معلم آزمایشگاه در میان بگذارید. اگر آزمایش به صورت گروهی انجام می‌شود، لازم است که همه‌ی افراد گروه در تهیه گزارش آزمایش شرکت کنند.

## توصیه‌های ایمنی و مقررات آزمایشگاه

۱- اکثر مواد شیمیایی که در آزمایشگاه وجود دارند گرانقیمت و برخی از آن‌ها خطرناک و سمی بوده و تجهیزات، دستگاه‌ها و ابزارهای آزمایشگاهی علاوه بر ارزش زیاد مادی، دارای حساسیت‌ها و تنظیمات ویژه‌ای هستند. بنابراین از جابجایی و دستکاری بی‌مورد آن‌ها جداً خودداری نمایید.

۲- سعی کنید آزمایش را در زمان مقرر شروع کنید تا بتوانید آن‌را در مدت تعیین شده به پایان برسانید.

۳- قبل از برداشتن هر گونه ماده شیمیایی به برچسب ظرف آن دقت نمایید تا هم از نظر نوع ماده و هم از نظر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی نظیر ملاریته، نرمالیه، غلظت، جرم حجمی

## حضور به موقع هنرجویان در آزمایشگاه

از آنجایی که توضیحات لازم در زمینه‌ی انجام هر آزمایش در ابتدای همان جلسه‌ی آزمایش توسط معلم مربوطه داده می‌شود، و هم چنین چون اکثر آزمایشات بصورت گروهی انجام می‌شود، لذا لازم است هنرجویان چند دقیقه قبل از شروع هر جلسه‌ی آزمایش در آزمایشگاه حضور داشته باشند.

## مطالعه‌ی دستور کار آزمایش

دستور کار آزمایشگاه حاوی مطالب مورد نیاز هر آزمایش نظیر هدف آزمایش، تئوری آزمایش و لوازم و مواد مورد نیاز و چگونگی انجام آن آزمایش است. لذا توصیه می‌شود که هنرجویان قبل از حضور در آزمایشگاه، دستور کار آزمایش مربوطه را به دقت مطالعه نموده تا با دقت و تسلط بیش‌تر بتوانند آزمایش را انجام دهند.

## پوشیدن روپوش ویژه آزمایشگاه

چون در محیط آزمایشگاه مواد غیر معمول و بعضاً سمی و خطرناک وجود دارد و در انجام آزمایشات از آن‌ها استفاده می‌شود،

۱- اکثر مواد شیمیایی که در آزمایشگاه وجود دارند گرانقیمت و برخی از آن‌ها خطرناک و سمی بوده و تجهیزات، دستگاه‌ها و ابزارهای آزمایشگاهی علاوه بر ارزش زیاد مادی، دارای حساسیت‌ها و تنظیمات ویژه‌ای هستند. بنابراین از جابجایی و دستکاری بی‌مورد آن‌ها جداً خودداری نمایید.

قبل از کار با مواد و دستگاه‌ها و ابزارهای موجود در آزمایشگاه ابتدا در زمینه‌ی چگونگی استفاده و کاربرد آن‌ها از



و ... مطمئن شوید.

۴- برای برداشتن مواد شیمیایی مایع از پیپت و برای مواد جامد از قاشق یا پنس استفاده نمایید. دقت کنید که بعد از استفاده پیپت و قاشق برای برداشتن یک ماده، جهت برداشتن ماده‌ی دیگر پیپت و قاشق مربوطه را شسته و تمیز نمایید.

۵- همیشه به مقدار مورد نیاز از اسیدها، بازها، معرف‌ها و مواد برای آزمایش بردارید و مواد شیمیایی استفاده شده را به داخل ظرف اصلی نریزید.

۶- درب ظروف مواد شیمیایی را به صورت واژگون بر روی میز قرار دهید تا آغشته به مواد دیگر نشود. چون مواد خارجی باعث آلودگی و تغییر خصوصیات مواد شیمیایی می‌شوند.

۷- برای جابجایی مواد شیمیایی مایع و محلول‌ها از لوله‌ی آزمایش و برای جابجایی مواد جامد از بشر، شیشه ساعت و کاغذ استفاده کنید.

۸- برای گرم کردن و جوشاندن مواد در داخل لوله‌ی آزمایش، لوله را به صورت مایل طوری بر روی شعله بگیرید که قسمت انتهایی لوله‌ی آزمایش در بالای شعله قرار گیرد. از گرم کردن قسمت بالای لوله‌ی آزمایش و هم‌چنین از حرارت دادن استوانه مدرج پرهیز نمایید، چون ممکن است در اثر حرارت بشکنند. بونه‌ی چینی مقاومت بالایی داشته و برای گرم کردن مواد در دماهای بالا می‌توانید از آن استفاده کنید. از گرم کردن شدید و آبی ظروف اجتناب کنید و مراقب باشید تا عمل گرم کردن مواد بتدریج انجام شود.

۹- برای توزین مواد با استفاده از ترازوی دقیق، مواد مورد نظر را مستقیماً بر روی کفه ترازو قرار ندهید، بلکه از وسایلی مانند شیشه ساعت، کاغذ و بشر استفاده کنید. از توزین مواد داغ به وسیله‌ی ترازوی دقیق پرهیز کنید.

۱۰- مواد شیمیایی مورد نیاز هر جلسه‌ی آزمایش بر روی میز مخصوصی گذاشته می‌شوند، ظروف حاوی مواد شیمیایی را به میز آزمایش خود منتقل نکنید.

۱۱- هرگز به موادی که ظرف آن برحسب ندارد یا با مواد داخل آن‌ها آشنایی ندارید دست نزنید و از کاربرد آن‌ها در آزمایش پرهیز کنید.

۱۲- در استفاده از مواد برای آزمایش اصراف نکنید و در

هنگام کار از وسایل آزمایش به دقت مراقبت کنید.

۱۳- هرگز مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه را نچسبید.

۱۴- برای بوکردن مواد شیمیایی از استنشاق مستقیم بخارات آن پرهیز کنید و به وسیله‌ی دست بخارات آن را به سمت بینی هدایت کنید.

۱۵- عمل رقیق کردن اسید توسط آب یک عمل گرمازا است. بنابراین، برای رقیق کردن اسیدها، بخصوص اسیدهای غلیظ از ریختن آب بر روی اسید اجتناب کنید چون حرارت حاصل باعث پراکنده شدن قطرات اسید و احیاناً شکستن ظرف آن می‌شود. لذا، برای رقیق کردن اسید، اسید را به داخل آب بریزید و هنگام ریختن اسید، محلول را به آرامی هم بزنید.

۱۶- از تماس مستقیم مواد شیمیایی با پوست بدن پرهیز کنید و در صورت تماس، محل مربوطه را با مقدار زیادی آب بشویید.

۱۷- آزمایش با مواد سمی را که بخارات سمی و خطرناک از آن‌ها متصاعد می‌شود، باید در زیر هود انجام داد تا بخارات و گازهای حاصل در فضای آزمایشگاه پراکنده نشود.

۱۸- پس از برداشتن مواد شیمیایی از ظرف؛ بخصوص مواد فرار و سمی، بلافاصله درب ظرف مربوطه را ببندید تا از انتشار بخارات مواد در فضای آزمایشگاه و هم‌چنین از اثر مواد موجود در هوا بر روی ماده‌ی شیمیایی محتوی ظرف جلوگیری شود.

۱۹- برای روشن کردن چراغ ابتدا کبریت را روشن و سپس شیر گاز را باز کنید.

۲۰- از نگاه کردن مستقیم به مواد در حال جوش پرهیز کنید. چون بخارات ماده‌ی در حال جوش به چشم شما آسیب می‌رساند.

۲۱- در هنگام حرارت دادن لوله‌های آزمایش، توجه داشته باشید تا سر لوله به سمت شما یا افراد حاضر در آزمایشگاه نباشد، چون ممکن است مواد داخل لوله‌ی آزمایش به بیرون پرتاب شود.

۲۲- دماسنج‌ها را هرگز بر روی شعله نگیرید.

۲۳- در صورت آلوده شدن لباس به مواد اسیدی یا بازی باید این مواد را خنثی کرد. برای خنثی کردن مواد بازی روی لباس از اسید استیک رقیق استفاده کنید و سپس با آمونیاک

دهید. مواد شیمیایی را به محل مربوطه انتقال دهید و میز آزمایش را تمیز نمایید.

زباله‌های باقیمانده از انجام آزمایش را در داخل ظرف زباله بریزید و از ریختن آن‌ها به داخل لگن دستشویی جداً خودداری نمایید. در صورت ریختن هر نوع مواد شیمیایی، محل مربوطه را با مقدار زیادی آب بشوید و پس از پایان هر آزمایش و هنگام خروج از آزمایشگاه از بسته‌بودن شیر گاز و آب مطمئن شوید.

رقیق اسید را خنثی کنید. در صورت آلودگی لباس به اسید، برای خنثی کردن آن از آمونیاک رقیق استفاده کنید.

۲۴- هر آزمایش به‌منظور مشاهده، تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری اثرات مواد بر یک‌دیگر در شرایط مختلف انجام می‌گیرد. لذا، آزمایش‌ها را با دقت و همراه با آرامش خاطر انجام دهید و از عجله و اضطراب بی‌مورد پرهیز کنید.

۲۵- پس از پایان هر آزمایش ظروف و ابزارهای مورد استفاده را شسته و تمیز کنید و در جای مخصوص خود قرار

## آزمایش ۱

### شناسایی الیاف از طریق سوزاندن

ذوب شده سپس می‌سوزند. از سوختن این الیاف بوی ملایم اسید استیک به مشام می‌رسد و پس از سوختن زغالی سفت شبیه به دانه‌ی تسبیح از خود به جای می‌گذارند. اصولاً الیاف مصنوعی به‌سختی آتش می‌گیرند و معمولاً غیر خودسوز هستند. این الیاف پس از سوختن ماده سخت و سیاه‌رنگی از خود به جای می‌گذارند. الیاف مصنوعی وقتی به شعله نزدیک می‌شوند، ابتدا ذوب شده و سپس شعله‌ور می‌شوند. رنگ دود و بوی حاصل از سوختن الیاف مصنوعی مختلف با هم فرق می‌کنند. مثلاً رنگ دود حاصل از سوختن نایلون ۶۶ سفید ولی برای پلی‌استر سیاه می‌باشد. بوی سوختن الیاف تری‌استات شبیه به بوی اسید استیک (سرکه) و بوی حاصل از سوختن الیاف نایلون مثل بوی کرفس تازه است. لازم به یادآوری است که برخی از الیاف وقتی به شعله نزدیک می‌شوند، جمع شده و از شعله دور می‌شوند.

وسایل آزمایش: چراغ گاز بوزن، گیره مواد لازم: الیاف از انواع مختلف

#### شرح آزمایش

چراغ گاز بوزن را روشن کرده و توده‌ی کوچکی از الیاف را به وسیله‌ی گیره بگیرید و به آرامی به شعله نزدیک کنید. سپس توده‌ی الیاف مورد نظر را به مدت چند ثانیه در بالای شعله نگهدارید و آنگاه از شعله دور کنید. توجه داشته باشید که نزدیک کردن الیاف به شعله به آرامی انجام شود تا در صورت ذوب شدن الیاف یا جمع شدن الیاف و دور شدن آن‌ها از شعله، این اعمال به خوبی مشاهده گردد. در حین سوختن به رنگ دود، بوی سوختن و سپس به شکل و چگونگی خاکستر دقت کنید. آرامش و دقت در آزمایش شرایطی هستند که در نتیجه‌ی آن‌ها می‌توان به آسانی به خودسوز بودن یا نبودن الیاف مربوطه، بوی سوختن و کیفیت و رنگ خاکستر پی برد.

مقدمه: اطلاعات جالب توجه زیادی می‌تواند از آزمایش سوزاندن الیاف حاصل شود و یکی از روش‌های شناسایی الیاف، آزمایش سوزاندن است. الیاف پروتئین طبیعی نظیر موی حیوانات، پشم گوسفند و ابریشم وقتی می‌سوزند، بویی شبیه به بوی سوختن پر مرغ از آن‌ها استشمام می‌شود. بوی سوختن الیاف پروتئینی طبیعی با بوی سوختن الیاف پروتئینی بازیافته نظیر کازئین فرق می‌کند و هر دو نوع آن‌ها پس از سوختن یک خاکستر به شکل زغال پفکی و ترد از خود به جای می‌گذارند. هنگامی که الیاف پشم بر روی آتش گرفته می‌شوند، شعله‌ور شده و می‌سوزند ولی وقتی که از آتش دور می‌شوند، شعله آن‌ها خاموش شده و سوختن آن‌ها پایان می‌یابد.

الیافی که در مجاورت آتش شعله‌ور شده و می‌سوزند و وقتی از شعله دور می‌شوند به سوختن خود ادامه می‌دهند، به الیاف «خودسوز» در غیر این صورت به الیاف «غیر خودسوز» معروفند بنابراین الیاف پروتئینی از نوع الیاف غیر خودسوز هستند. الیاف سلولز طبیعی نظیر پنبه، کف، جوت و سلولز بازیافته نظیر ویسکوز ریون، وقتی به شعله نزدیک می‌شوند آتش گرفته و می‌سوزند و بوی سوختن آن‌ها شبیه به بوی سوختن کاغذ می‌باشد. مواد سلولزی وقتی از شعله دور می‌شوند، به سوختن خود ادامه می‌دهند و از نوع مواد خودسوز هستند. مواد سلولزی خالص (بدون مواد اضافی نظیر رنگ و مواد تکمیلی)، پس از سوختن خاکستر نرمی به جای می‌گذارند و چنانچه مواد سلولزی حاوی مواد غیر سلولزی باشند ممکن است بوی سوختن آن‌ها با بوی سوختن الیاف خالص سلولزی فرق داشته باشد.

الیاف استات سلولز که از نوع الیاف بازیافته هستند، به آسانی در مقابل شعله می‌سوزند و بعد از دور شدن از شعله به سوختن خود ادامه می‌دهند. الیاف استات سلولز از نوع الیاف خودسوز بوده ولی سوختن آن‌ها به سرعت سوختن الیاف سلولزی نمی‌باشد. هرگاه الیاف استات سلولز به آرامی به شعله نزدیک شوند، ابتدا

## خودآزمایی

۱- پس از انجام آزمایش سوزاندن بر روی الیاف موجود در آزمایشگاه، جدولی تهیه کنید و مشاهدات و نتایج آزمایش نظیر ذوب شدن لیف، دورشدن الیاف از شعله، رنگ شعله، رنگ دود، بو، خودسوز بودن، رنگ و کیفیت خاکستر و ... را در آن درج نمایید.

۲- با استفاده از آزمایش سوزاندن، چگونه پی به نوع الیاف مصنوعی و طبیعی می‌برید؟

۳- خودسوز بودن یا غیرخودسوز بودن الیاف چه اهمیتی در پوشاک، پرده، پارچه‌های رومبلی و دیگر پارچه‌ها دارد؟

۴- درجه گرمای اتو برای پارچه‌های پنبه‌ای بیش‌تر است یا پارچه‌های نایلونی؟ چرا؟

۵- توضیح دهید که به وسیله‌ی غلتک‌های داغ بر روی چه نوع از پارچه‌هایی می‌توان طرح‌های برجسته ایجاد نمود؟

## آزمایش ۲

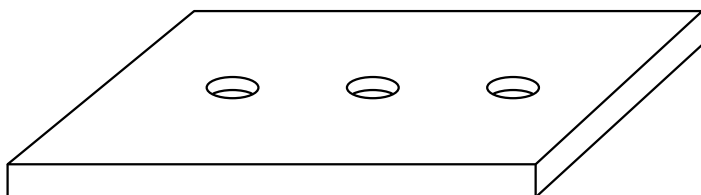
### شناسایی الیاف به روش میکروسکوپی

آن قرار دارند وجود نداشته باشد.

پس از آماده‌سازی نمونه به طریق فوق، نمونه را در محل مخصوص میکروسکوپ قرار داده و با تغییر فاصله‌ی نمونه تا عدسی شیئی و تغییر عدسی شیئی و چشمی وضوح و بزرگنمایی مناسب را به دست آورده و منظره طولی الیاف را مشاهده کنید. پس از دستیابی به بزرگنمایی و وضوح مناسب، تصویر منظره طولی الیاف را بر روی کاغذ رسم کنید.

#### ب - مشاهده سطح مقطع عرضی الیاف: در این

آزمایش، برای تهیه نمونه از یک صفحه‌ی فلزی به ابعاد  $3 \times 7$  سانتی‌متر و به ضخامت ۱ میلی‌متر استفاده می‌شود. بر روی این صفحه سوراخ‌هایی به قطر ۱ میلی‌متر برای عبور الیاف وجود دارد (شکل زیر). برای آماده‌کردن نمونه، ابتدا دسته‌ای از الیاف مورد نظر را با دست شانه کنید و به صورت موازی درآورید و سپس دسته الیاف موازی شده را از داخل سوراخ عبور دهید. تعداد الیاف موجود در دسته الیاف فوق باید در حدی باشد که دسته‌ی الیاف پس از عبور از داخل سوراخ صفحه‌ی فلزی به آسانی در داخل سوراخ نلغزد و به‌طور محکم در داخل سوراخ قرار گیرند. سپس به وسیله‌ی یک تیغ تیز دو طرف دسته الیاف در دو سمت صفحه‌ی فلزی را به دقت و دقیقاً هم سطح صفحه‌ی فلزی برش دهید تا یک دسته الیاف با طول ضخامت صفحه‌ی فلزی در داخل سوراخ مربوطه باقی بماند.



برای مشاهده‌ی مقطع عرضی الیاف، صفحه‌ی فلزی مربوطه را در محل ویژه‌ی میکروسکوپ قرار داده و به وسیله‌ی گیره‌ای که

مقدمه: از آنجایی که الیاف مختلف دارای منظره‌ی طولی

و مقطع عرضی متفاوتی هستند، لذا یکی از روش‌های شناسایی الیاف، مشاهده منظره‌ی طولی و مقطع عرضی آن‌هاست. الیاف مصنوعی و بازیافته را می‌توان با ظرافت و شکل سطح مقطع دلخواه تولید کرد، ولی در الیاف طبیعی نظیر پنبه گرچه شکل مقطع عرضی الیاف شبیه به هم هستند، اما سطح مقطع آن‌ها به یک اندازه نبوده در نتیجه ظرافت این الیاف از یک لیف به لیف دیگر فرق می‌کند. برای مشاهده منظره طولی و مقطع عرضی الیاف از میکروسکوپ استفاده می‌شود، و جهت اندازه‌گیری سطح مقطع یا قطر الیاف لازم است از یک میکروسکوپ ویژه که دارای صفحه‌ی مدرج است استفاده گردد.

لازم به یادآوری است که در این آزمایش چون از قطعات نازک شیشه‌ای به نام لام و میکروسکوپ که ایزاری دقیق و حساس است استفاده می‌شود، لذا در هنگام کار با این ابزارها، دقت بسیاری داشته باشید.

وسایل آزمایش: میکروسکوپ، لام، صفحه‌ی فلزی

سوراخدار، تیغ

مواد لازم: گلیسرین، انواع الیاف

#### شرح آزمایش

این آزمایش شامل دو قسمت است که در زیر به شرح آن‌ها

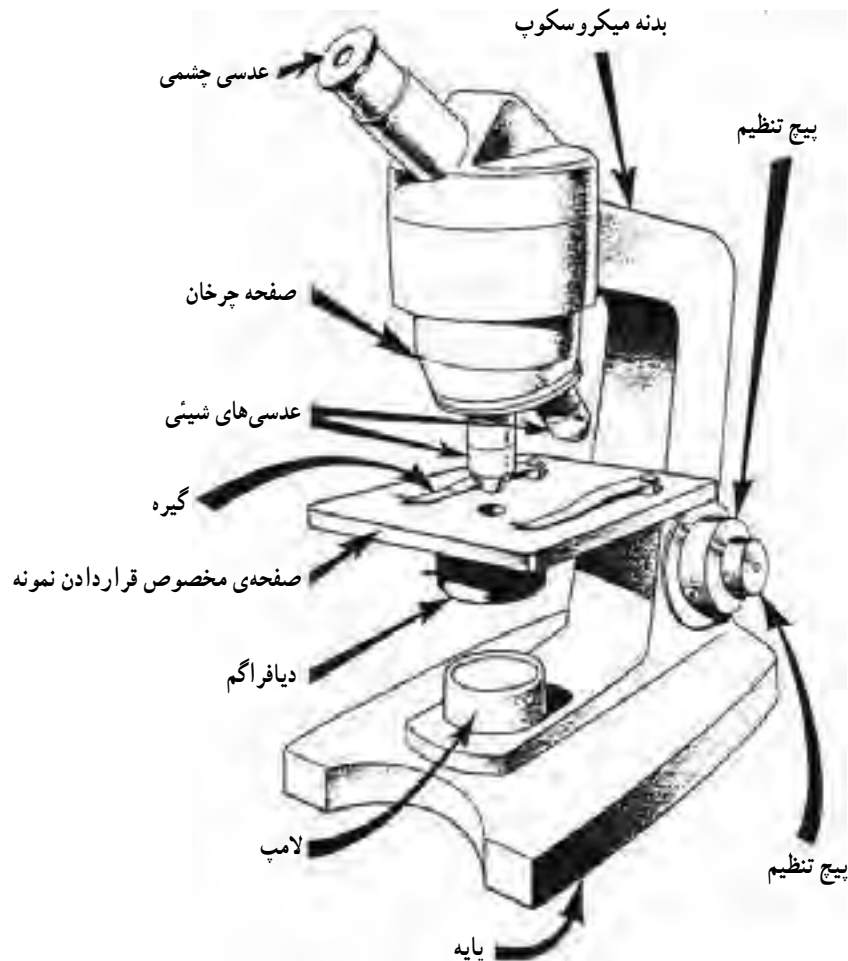
می‌پردازیم:

الف - مشاهده منظره طولی الیاف: در این روش برای

آماده‌سازی نمونه از دو لام استفاده می‌شود. برای تهیه نمونه ابتدا تعدادی از الیاف مورد نظر را برداشته و بر روی یک لام قرار دهید، سپس یک قطره گلیسرین را بر روی این لام ریخته و لام دیگر را بر روی آن قرار دهید. دو لام مذکور را به آرامی به یکدیگر بفشارید تا قطره گلیسرین به خوبی در بین آن‌ها پخش شده و هیچ حباب هوایی در بین دو لام و در ناحیه‌ای که الیاف در

کمی از آن در دست باشد و در نتیجه نمونه‌گیری برای مشاهده مقطع عرضی آن امکان‌پذیر نباشد، ابتدا تعدادی از این لیف را با دسته‌ای از یک نوع لیف دیگر که مقطع عرضی آن برای شما شناخته شده است مخلوط کرده سپس دسته الیاف مخلوط را از سوراخ صفحه‌ی سوراخدار عبور داده و به روشی که قبلاً توضیح داده شده است نمونه را تهیه کنید. در این صورت می‌توانید نمونه را توسط میکروسکوپ مشاهده کرده و با مقایسه مقطع عرضی آن با الیاف شناخته‌شده الیاف مجهول را شناسایی کنید.

در محل مربوطه قرار دارد صفحه‌ی فلزی را ثابت نموده تا در هنگام کار نلغزد. با حرکت چپ - راست و جلو - عقب صفحه‌ی فلزی سوراخ مربوط به نمونه‌ی تهیه شده را منطبق بر محور عدسی شیئی تنظیم نمایید و با تغییر عدسی‌های شیئی و چشمی و تنظیم فاصله‌ی نمونه و عدسی شیئی می‌توانید یک تصویر واضح فراهم کرده و مقطع عرضی الیاف را مشاهده نمایید. در حین مشاهده مقطع عرضی الیاف، شکل تقریبی آن‌ها را در داخل دفتر یادداشت ترسیم نمایید. جهت مشاهده مقطع عرضی یک نوع لیف که فقط تعداد



## خودآزمایی

- ۱- منظره طولی و مقاطع عرضی الیاف مختلف را در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید و شکل آن‌ها را بر روی کاغذ رسم کنید.
- ۲- برش نامناسب و اریب در تهیه مقطع عرضی الیاف چه تأثیری در صحت آزمایش می‌گذارد؟
- ۳- علت یک‌نواخت بودن مقطع عرضی الیاف مصنوعی نسبت به الیاف طبیعی را توضیح دهید.
- ۴- با توجه به منظره طولی الیاف پشم، علت نمدی شدن این الیاف را توضیح دهید.

### شناسایی عناصر موجود در الیاف

الیاف می‌توانید از آون (Oven) استفاده کنید.

**ب – شناسایی نیتروژن با استفاده از آهک سوده**  
(مخلوط سود سوزآور و آهک): چند تکه از آهک سوده را در داخل لوله‌ی آزمایش بریزید و به وسیله‌ی یک میله‌ی شیشه‌ای به آرامی آن را بکوبید و نرم کنید. سپس توده کوچکی از الیاف مورد نظر را بر روی آهک سوده‌ی داخل لوله‌ی آزمایش قرار دهید و روی توده الیاف را با مقدار کافی از آهک سوده‌ی نرم شده بپوشانید تا الیاف از روی لابه‌ی روی آهک سوده پیدا نباشد. لوله‌ی آزمایش را به آرامی حرارت دهید و یک تکه از کاغذ تورنسل را خیس کرده و در جلوی لوله‌ی آزمایش بگیرید. توجه داشته باشید که کاغذ تورنسل با لبه‌ی لوله‌ی آزمایش تماس نداشته باشد. در این آزمایش، اگر کاغذ تورنسل به رنگ آبی درآمد، رنگ آبی نشانه‌ی وجود گاز آمونیاک بوده و گاز آمونیاک نیز وجود نیتروژن در الیاف مورد آزمایش را به اثبات می‌رساند.

**پ – شناسایی گوگرد با استفاده از پلمبیت سدیم:**  
مقداری از الیاف را در داخل لوله‌ی آزمایش حاوی محلول پلمبیت سدیم قرار داده و لوله‌ی آزمایش را به آرامی حرارت دهید. کدر شدن و سیاه شدن رنگ الیاف نشان‌دهنده‌ی وجود عنصر گوگرد در داخل آن‌هاست. محلول پلمبیت سدیم قلیایی بوده و با گوگرد موجود در ساختمان مولکولی الیاف واکنش انجام می‌دهد و ترکیب سولفید هیدروژن تولید می‌شود. سولفید هیدروژن نیز با پلمبیت سدیم واکنش انجام داده و تولید سولفید سرب سیاه رنگ می‌کند. سولفید سرب معمولاً در داخل لیف تولید شده و باعث کدر و سیاه شدن رنگ آن می‌شود. از بین الیاف نساجی، فقط الیاف پشم یک واکنش مشخص با پلمبیت سدیم انجام می‌دهد. این آزمایش را می‌توان برای الیاف پشم، ابریشم و سایر الیاف نساجی انجام داد. توجه: از حرارت دادن زیاد الیاف پشم و ابریشم در داخل محلول پلمبیت سدیم اجتناب کنید چون ممکن است موجب انحلال این الیاف شود.

**مقدمه:** عناصر سازنده مولکول‌های هر نوع از الیاف نساجی معین و شناخته شده است. عناصر موجود در ساختمان مولکولی هر دسته از الیاف براساس این که طبیعی باشند یا مصنوعی و یا این که پروتئینی باشند (منشأ حیوانی) یا سلولزی (منشأ گیاهی) با هم فرق می‌کند، ولی برخی از عناصر نظیر کربن و هیدروژن در ساختمان همه‌ی الیاف نساجی حضور دارند.

نوع عناصری که در ساختمان مولکولی الیاف نساجی قرار دارند و شناسایی آن‌ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند، چرا که نوع عناصر موجود در الیاف، در خواص الیاف به ویژه رقنا و الیاف در فرآیندهای شیمیایی تأثیر فراوانی دارد. وسایل آزمایش: لوله آزمایش، گیره، چراغ گاز بونزن، میله مسی

**مواد لازم:** سود سوزآور، اسید سولفوریک غلیظ، اسیدنیتریک غلیظ، اسید پرکلرید ۶۰٪، پلمبیت سدیم، کاغذ تورنسل، پودر PVC و انواع مختلف الیاف نساجی

### شرح آزمایش

برای شناسایی هر عنصری روش خاصی استفاده می‌شود که در این جا به شرح آزمایش شناسایی چند عنصر می‌پردازیم:

**الف – شناسایی عناصر اکسیژن، هیدروژن و کربن:** توده کوچکی از الیاف مورد نظر را در انتهای لوله آزمایش قرار دهید، سپس لوله‌ی آزمایش را به صورت کج بر روی شعله چراغ بگیرید تا شعله به انتهای لوله آزمایش اثر کند. قطرات آب جمع شده در قسمت بالای لوله‌ی آزمایش حاصل میعان بخار آب حاصل از ترکیب عناصر اکسیژن – هیدروژن موجود در الیاف و توده‌ی خاکستر (زغال) حاصل نشان‌دهنده عنصر کربن می‌باشد. البته مقداری از قطرات آب تشکیل شده ممکن است حاصل تبخیر رطوبت بازیافته الیاف باشد. لذا برای دقت در آزمایش لازم است که از الیاف کاملاً خشک استفاده شود برای خشک کردن نمونه‌ی

ت - شناسایی هالوژن‌ها با استفاده از میله مسی: چراغ گازی بونزن را روشن کنید و انتهای میله‌ی مسی را در داخل قسمت آبی شعله قرار دهید. انتهای میله‌ی مسی فوق را آن قدر در داخل شعله نگهدارید تا شعله چراغ بی‌رنگ شود. انتهای داغ میله مسی را در داخل توده کوچکی از الیاف مورد آزمایش قرار داده سپس انتهای میله را مجدداً در داخل شعله قرار دهید. رنگ سبز شعله نشان‌دهنده‌ی وجود هالوژن در الیاف مربوطه است.

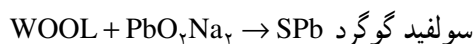
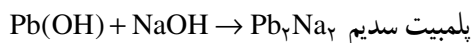
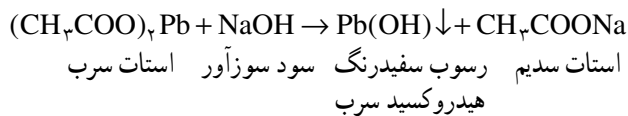
رنگ سبز شعله نشانه انتشار طیف یون مس است. شناسایی هالوژن از این واقعیت ناشی می‌شود که صرف نظر از هالیدها تعداد بسیار کمی از نمک‌های مس از شعله چراغ منتشر می‌شود. از عناصر برم و ید در الیاف استفاده نمی‌شود و استفاده از عنصر فلوئور در الیاف نساجی هنوز معمول نشده است. بنابراین هالوژن شناسایی شده در لیف مورد آزمایش عنصر کلر می‌باشد. این

## خودآزمایی

- ۱ - کلیه آزمایشات شناسایی عناصر را بر روی الیاف پنبه، ویسکوز، پشم، ابریشم، اکریلیک، پلی‌استر، استات یا تری‌استات و PVC انجام دهید.
- ۲ - عناصر اکسیژن، هیدروژن و کربن در کدام یک از الیاف وجود دارند؟
- ۳ - دلیل آبی شدن کاغذ تورنسل در آزمایش شناسایی نیتروژن چیست؟
- ۴ - در آزمایش شناسایی عنصر نیتروژن، چرا کاغذ تورنسل نباید با لوله‌ی لوله‌ی آزمایش تماس داشته باشد؟
- ۵ - عنصر گوگرد در کدام یک از الیاف پشم و ابریشم و پنبه وجود دارد؟ با نوشتن فرمول شیمیایی مولکول این الیاف پاسخ خود را توضیح دهید.
- ۶ - جدولی رسم کنید و در آن وجود عناصر شناسایی شده در الیاف مختلف را مشخص کنید.

آزمایش را می‌توان با الیاف پلی‌وینیل کلراید (PVC)، پلی‌وینیلیدین کلراید و وینیل سیانید انجام داد، ولی آسان‌ترین روش استفاده از پودر PVC است.

طرز تهیه محلول پلمبیت سدیم: به محلول سود سوزآور ۱۰٪ چند قطره از محلول استات سرب اضافه کنید تا رسوب سفیدرنگ هیدروکسید سرب تشکیل شود. سپس به داخل ظرف مربوطه مقدار کمی سود سوزآور اضافه کنید تا رسوب از بین برود و یک محلول شفاف حاصل شود.





## آزمایش ۴

### شناسایی الیاف نساجی با استفاده از حلال‌های شیمیایی (قسمت اول)

را به ترتیب در لوله‌های آزمایش شماره ۱ تا ۵ بریزید. سپس مقدار کمی از الیاف را به درون لوله و داخل حلال بیندازید. لوله‌ی آزمایش را به آرامی و با احتیاط تکان دهید و ملاحظه نمایید که در دمای معمولی اتاق الیاف حل می‌شوند یا خیر؟

اگر جواب منفی بود لوله‌ی آزمایش را توسط گیره نگهدارید و آن را به آرامی حرارت دهید. بهتر است لوله‌ی آزمایش را به‌طور متناوب روی شعله بگیرید و از آن دور کنید تا حلال و الیاف از لوله خارج نشوند. پس از این که حلال داغ شد چگونگی حل شدن الیاف را مشاهده کنید.

اگر الیاف حل نشدند، محتویات لوله‌ی آزمایش را بیش‌تر حرارت دهید تا حلال به‌جوش آید. عمل جوشاندن را به مدت ۳ دقیقه ادامه دهید (سعی کنید مقدار حلال ثابت باقی بماند و در صورت تبخیر شدید حلال، به آن مقداری حلال جوشان بیافزایید). در صورتی که الیاف در این شرایط در حلال حل نشد، این لیف در حلال مورد آزمایش محلول نیست و باید حلال یا حلال‌های دیگری مورد آزمایش قرار گیرند.

آزمایش شناسایی الیاف از طریق حلال‌ها را برای الیاف دی‌استات سلولز، تری‌استات سلولز، نایلون، پلی‌استر و اکریلیک انجام دهید. در صورتی که الیافی که در دمای معمولی در حلال حل شوند را با علامت «م» و الیافی که در حلال گرم محلول هستند را با علامت «م در گرما» و الیافی که در حلال جوشان محلولند را با علامت «م در جوش» و الیافی که در حلال مورد آزمایش محلول نیستند را با علامت «ن» نشان دهید جدول ۱-۴ را کامل نمایید.

**مقدمه:** با استفاده از حلال‌های شیمیایی می‌توان الیاف مورد مصرف در صنایع نساجی را شناسایی کرد. در حقیقت حل شدن الیاف در حلال‌های شیمیایی این امکان را فراهم می‌کند تا ما بتوانیم آن‌ها را به راحتی شناسایی کنیم. معمولاً بعد از این که آزمایش سوزاندن الیاف انجام شد و ماهیت مصنوعی و یا طبیعی بودن آن مشخص گردید، برای شناسایی دقیق‌تر لازم است که از روش حلالیت الیاف در حلال‌های شیمیایی استفاده شود. الیاف طبیعی از جمله ترکیبات آلی هستند که در حلال‌های معمولی نامحلول می‌باشند ولی الیاف مصنوعی معمولاً حداقل دارای یک حلال می‌باشند.

در این آزمایش به‌خاطر استفاده از حلال‌های شیمیایی مختلف از قبیل اسیدفرمیک و متاکرزول باید احتیاط‌های لازم صورت گیرد تا حلال‌های فوق با پوست بدن تماس پیدا نکنند. ضمناً به‌دلیل بوی تند و سمی بودن متاکرزول، پس از استفاده، آن را به‌داخل ظرف سر بسته منتقل می‌کنند.

وسایل آزمایش: لوله‌ی آزمایش، گیره‌ی لوله‌ی آزمایش، چراغ گاز بوزن، میله‌ی شیشه‌ای  
مواد مصرفی: اسیدفرمیک، استن، دی‌متیل فرمامید، متیلن کلراید، متاکرزول، دی‌استات، تری‌استات، نایلون، پلی‌استر، اکریلیک

#### شرح آزمایش

این آزمایش را حتماً در زیر هود و با احتیاط کامل انجام دهید. برای انجام آزمایش، مقدار ۳ تا ۵ میلی‌لیتر از حلال‌های استن، متیلن کلراید، اسیدفرمیک، متاکرزول و دی‌متیل فرمامید

جدول ۱-۴- اثر حلال‌ها بر روی الیاف مورد آزمایش

اکریلیک	پلی‌استر	نایلون	تری‌استات	دی‌استات	الیاف حلال
					استن متیلن کلراید اسیدفرمیک متاکرزول N و N دی‌متیل‌فرمامید

نحوه‌ی حلالیت این دو نوع لیف در حلال مزبور چگونه است؟  
 ۳- آیا حلال‌های دیگری به غیر از حلال‌های ذکر شده را جهت شناسایی الیاف می‌شناسید، آن‌ها را نام ببرید. این حلال‌ها چه الیافی را حل می‌کنند؟  
 ۴- با توجه به آزمایش انجام شده، حلال شناسایی هر یک از الیاف دی و تری‌استات سلولز، نایلون، پلی‌استر و اکریلیک را نام ببرید.

پس از این که آزمایش به اتمام رسید به سؤالات زیر پاسخ دهید :  
 ۱- اگر مقداری الیاف مصنوعی به شما داده شود تا از طریق حلال‌های شیمیایی آن را شناسایی کنید، ترتیب حلال انتخابی شما چه خواهد بود؟ با ذکر دلیل توضیح دهید.  
 ۲- اگر بخواهید الیاف دی‌استات سلولز را از الیاف تری‌استات سلولز تشخیص دهید از چه حلالی استفاده می‌کنید؟

## آزمایش ۵

### شناسایی الیاف نساجی با استفاده از حلال‌های شیمیایی (قسمت دوم)

وسایل آزمایش: لوله‌ی آزمایش، گیره‌ی لوله‌ی آزمایش، چراغ گاز بونزن  
 شرح آزمایش: اسید کلریدریک، هیدروکسید سدیم ۵٪، اسید سولفوریک ۶۰٪ و ۷۵٪، پنبه، ویسکوز، ابریشم، پشم  
 این آزمایش را حتماً در زیر هود و با احتیاط کامل انجام دهید.  
 روش آزمایش مانند آزمایش ۴ می‌باشد و فقط حلال‌های  
 مصرفی و الیاف متفاوت می‌باشند حال با توجه به آزمایش انجام  
 شده جدول ۵-۱ را کامل نمایید.

جدول ۵-۱- اثر مواد شیمیایی بر روی الیاف

پشم	ابریشم	پنبه	ویسکوز	الیاف حلال
				اسید سولفوریک ۶۰٪ اسید کلریدریک هیدروکسید سدیم اسید سولفوریک ۷۵٪

### خودآزمایی

- ۱- برای تشخیص الیاف پروتئینی از الیاف سلولزی از چه ماده‌ی شیمیایی استفاده می‌کنیم؟ چرا؟
- ۲- برای تشخیص الیاف پشم و ابریشم از چه ماده‌ی شیمیایی استفاده می‌کنیم؟ چرا؟
- ۳- روش تشخیص الیاف پنبه از الیاف ویسکوز چیست؟
- ۴- آیا شما حلال‌های دیگری می‌شناسید که الیاف پنبه، ویسکوز، پشم و ابریشم را حل نمایند؟ هر یک را نام ببرید.
- ۵- به نظر شما حل شدن الیاف تری‌استات در متیلن کلراید مانند حل شدن الیاف ویسکوز در اسید سولفوریک یا حل شدن الیاف پشم در هیدروکسید سدیم است؟ (با ذکر دلیل)
- ۶- از مسئول آزمایشگاه خود مقداری از یک الیاف مصنوعی را گرفته آن را به روش حلالی شناسایی کنید و جواب خود را گزارش نمایید.
- ۷- از مسئول آزمایشگاه مقداری از یک نوع الیاف طبیعی را گرفته، آن را به روش حلالی شناسایی کنید و جواب خود را گزارش نمایید.

## آزمایش ۶

### شناسایی الیاف نساجی از طریق معرف های رنگی (نئوکارمین W)

آزمایش حاوی یک میلی لیتر نئوکارمین W قرار داده و با یک میله شیشه ای آن را به محلول مواد رنگزا آغشته کنید. پس از گذشت دو دقیقه الیاف را خارج ساخته و با آب فراوان آن را شست و شو دهید. سپس نمونه را خشک نمایید.

ب - مقدار کمی از الیاف مورد آزمایش را درون لوله آزمایش حاوی یک میلی لیتر محلول نئوکارمین W قرار داده و آن را گرم کنید تا به جوش بیاید (توجه نمایید که محتویات لوله ی آزمایش به هنگام جوشیدن به خارج پاشیده نشود). پس از گذشت ۳۰ ثانیه نمونه از لوله را خارج کرده و آن را با آب فراوان شست و شو داده و خشک کنید. پس از اتمام آزمایش، رنگ هریک از الیاف مورد آزمایش را یادداشت نمایید. و نتایج خود را با اطلاعات داده شده در جدول ۶-۱ مقایسه کنید و جدول ۶-۲ را کامل کنید.

جدول ۶-۲ - نتایج حاصل از آزمایش

نمونه	رنگ الیاف پس از عمل با نئوکارمین	نوع الیاف
		پنبه
		ویسکوز
		پشم
		ابریشم
		پلی استر
		اکریلیک
		استات
		نایلون

مقدمه: نئوکارمین W مخلوطی از چند ماده ی رنگزا می باشد. این مواد رنگزا به گونه ای انتخاب شده اند که قابلیت رنگ کردن الیاف مختلف را به رنگ های گوناگون دارا می باشند. این آزمایش که حتماً باید در کنار سایر آزمایشات و به عنوان مکمل برای شناسایی الیاف به کار گرفته شود، می تواند تا حدودی دسته ی الیاف مورد آزمایش را مشخص نماید. مثلاً با این آزمایشات الیاف دارای منشأ سلولزی به رنگ صورتی تا آبی و یا الیاف پروتئینی به رنگ زرد در خواهند آمد، جدول ۶-۱ را ملاحظه نمایید.

جدول ۶-۱ - شناسایی الیاف از طریق معرف رنگی نئوکارمین W

رنگ نمی شوند	صورتی تا آبی	زرد
پلی استر	پنبه	پشم
پلی پروپیلن	ویسکوز	ابریشم
پلی اتیلن	کتان	پلی آمید
اکریلیک	رامی	استات
پلی ونیل کلراید	کف	الیاف پروتئینی
		بازیابی شده

وسایل آزمایش: لوله ی آزمایش، گیره لوله آزمایش،

پی پت، میله ی شیشه ای

مواد مصرفی: محلول نئوکارمین W، ابریشم، پشم، پنبه،

پلی استر، ویسکوز، اکریلیک، استات، نایلون

### شرح آزمایش

جهت شناسایی الیاف نساجی با استفاده از محلول معرف

نئوکارمین W می توان به دو روش عمل کرد:

الف - مقدار کمی از الیاف مورد آزمایش را درون لوله

### خودآزمایی

۱- آیا از محلول نئوکارمین W می توان جهت شناسایی الیاف رنگی استفاده کرد؟ توضیح دهید.

۲- آیا با استفاده از فقط محلول نئوکارمین W می توان نوع لیف مورد آزمایش را تشخیص داد؟

۳- از مسئول آزمایشگاه مقداری الیاف مجهول را بگیرید و با استفاده از محلول نئوکارمین W آن را

شناسایی کنید. نام الیاف مجهول را یادداشت نمایید.

## آزمایش ۷

### شناسایی الیاف نساجی از طریق معرف‌های رنگی (شیرلاستین A)

**مواد مصرفی:** محلول شیرلاستین A، تی‌پول (ماده‌ی متورم‌کننده الیاف)، پنبه، ویسکوز، پشم، ابریشم، استات، نایلون، پلی‌استر، اکریلیک

#### شرح آزمایش

مقدار کمی از الیاف مورد آزمایش را برداشته و در داخل یک لوله‌ی آزمایش که حاوی مقداری ماده‌ی متورم‌کننده مثلاً Teepol و آب است بیندازید. الیاف را از لوله‌ی آزمایش خارج کرده و آبکشی نمایید.

برای شناسایی الیاف نساجی با استفاده از محلول شیرلاستین A می‌توانید به دو روش زیر عمل کنید:

**الف - الیاف آبکشی شده را درون لوله‌ی آزمایش حاوی یک میلی‌لیتر محلول شیرلاستین A قرار داده و با یک میله‌ی شیشه‌ای آن را به محلول مواد رنگزا آغشته کنید. پس از گذشت دو دقیقه الیاف را خارج ساخته و بلافاصله با آب فراوان شست و شو دهید. سپس نمونه را خشک و در جدول ۷-۲ قرار دهید.**

**ب - الیاف آبکشی شده را درون لوله‌ی آزمایش حاوی یک میلی‌لیتر محلول شیرلاستین A قرار داده و آن را حرارت دهید تا بجوش برسد (توجه نمایید که محتویات لوله‌ی آزمایش به‌هنگام جوشیدن به خارج پاشیده نشود). پس از گذشت ۳۰ ثانیه نمونه را از لوله‌ی آزمایش خارج و آن را با آب فراوان شست و شو داده و خشک کنید. نمونه‌ها را در جدول ۷-۲ قرار دهید.**

پس از اتمام آزمایش رنگ هر یک از الیاف مورد آزمایش را یادداشت نمایید و نتایج خود را با اطلاعات داده شده در جدول ۷-۱ مقایسه کنید و جدول ۷-۲ را کامل نمایید.

**مقدمه:** شیرلاستین A مخلوطی از چند ماده‌ی رنگزا به‌صورت محلول می‌باشد که توسط شرکت ICI ساخته شده است. مواد رنگزا طوری انتخاب شده‌اند که انواع مختلف الیاف را به رنگ‌های مختلف لکه‌گذاری می‌نمایند. این آزمایش حتماً باید در کنار سایر آزمایشات و به‌عنوان مکمل برای شناسایی الیاف به‌کار گرفته شود. مواد رنگزا، روغن‌ها و مواد تکمیلی موجود بر روی کالا ممکن است بر روی نتیجه‌ی این آزمایش اثر منفی بگذارند، لذا قبل از شناسایی الیاف با شیرلاستین، ابتدا این مواد باید از کالا زدوده شوند. حتی عملیات برداشت مواد ذکر شده از کالا نیز ممکن است سبب تغییر نتایج لکه‌گذاری گردد. به‌هرحال هنگامی که الیاف مختلف با شیرلاستین A عمل می‌شوند رنگ‌های متفاوتی می‌دهند. در جدول ۷-۱ رنگ‌های ایجاد شده بر روی الیاف نشان داده شده است.

جدول ۷-۱ - شناسایی الیاف از طریق شیرلاستین A

نوع الیاف	رنگ الیاف
دی‌استات سلولز	سبز مایل به زرد
تری‌استات سلولز	سفید مایل به زرد
ویسکوز	صورتی روشن
نایلون	کرم مایل به زرد
پلی‌استر	سفید
اکریلیک (اکریلان)	صورتی کم‌رنگ - خاکستری
اکریلیک (ارلون)	سفید

وسایل آزمایش: لوله‌ی آزمایش، چراغ گاز بونزن، همزن شیشه‌ای، گیره‌ی لوله‌ی آزمایش، پی‌پت

## خودآزمایی

- ۱- از مسئول آزمایشگاه خود مقداری الیاف مجهول را بگیرید و با استفاده از محلول شیر لاستین A آن را شناسایی کنید. نام الیاف مجهول را یادداشت نمایید.
- ۲- با اطلاعات به دست آمده از این آزمایش، جدول ۷-۲ را کامل کنید.

جدول ۷-۲- نتایج حاصل از آزمایش شناسایی الیاف با شیر لاستین A

نمونه	رنگ الیاف	نوع الیاف
		پنبه
		ویسکوز
		پشم
		ابریشم
		پلی استر
		اکریلیک
		استات
		نایلون

- ۳- آیا از محلول شیر لاستین A می‌توان برای شناسایی الیاف رنگی استفاده کرد؟ چرا؟

## آزمایش ۸

### صابونی کردن الیاف دی استات و تری استات سلولز

وسایل آزمایش: لوله آزمایش، همزن شیشه‌ای، چراغ گاز بونزن، بی پت  
مواد مصرفی: هیدروکسید سدیم ۱٪، محلول ماده‌ی رنگزای مستقیم ۱g/l، الیاف دی و تری استات سلولز

#### شرح آزمایش

در یک لوله‌ی آزمایش مقدار کمی از الیاف دی استات سلولز را قرار داده و به آن محلول ۱٪ هیدروکسید سدیم بیافزاید. لوله‌ی آزمایش را حرارت دهید تا محلول به دمای نزدیک نقطه‌ی جوش برسد. حرارت دادن را در این دما به مدت سه دقیقه ادامه دهید. سپس الیاف را از لوله آزمایش خارج نموده و آبکشی نمایید تا محلول هیدروکسید سدیم خارج گردد. حال یک لوله‌ی آزمایش برداشته و به آن ۵ میلی لیتر محلول ماده‌ی رنگزای مستقیم اضافه کنید. سه الیاف مختلف آبکشی شده که عبارتند از الیاف دی استات سلولز، پنبه و استات صابونی شده را به داخل لوله‌ی آزمایش بیندازید. محلول را تا دمای ۷۵ C حرارت دهید. به مدت سه دقیقه در این دما عمل نمایید. هر سه نوع لیف را خوب آبکشی نمایید.

مقدمه: الیاف دی استات و تری استات سلولز از همان مواد اولیه‌ای تهیه می‌شوند که الیاف ویسکوز از آن تهیه می‌گردد. یعنی سلولز موجود در لینترهای پنبه یا چوب درختان منبع بسیار مهمی برای ساخت الیاف بازیافته دی استات و تری استات سلولز می‌باشد. سلولز موجود در چوب درختان یا لینترهای پنبه پس از خالص‌سازی و سفیدگری با استفاده از انیدریداستیک و اسیداستیک در مجاورت یک کاتالیزور مانند اسید سولفوریک استیل دار شده و به تری استات تبدیل می‌شود. هیدرولیز تری استات منجر به تهیه دی استات می‌گردد. هر دو پلیمر تهیه شده را می‌توان در یک حلال مناسب حل کرده و به روش ریسندگی خشک تبدیل به لیف نساجی نمود.

الیاف دی استات و تری استات سلولز نسبت به قلیا حساس بوده و صابونی می‌شوند، یعنی دوباره به سلولز تبدیل می‌گردند. بنابراین عملیات رنگرزی و با کلیه عملیات تکمیلی که در مورد این الیاف انجام می‌گیرد نباید در pH قلیایی صورت گیرد مگر این که منظور خاصی مورد نظر باشد برای مثال در تکمیل S پارچه‌های تری استات سلولز را با محلول قلیایی عمل می‌کنند تا سطح پارچه نرم تر شود و یا به هنگام اتوزدن کم تر برق بیافتد یا الکتریسیته ساکن کم تر در آن ایجاد شود.

#### خودآزمایی

- ۱- همین آزمایش را با الیاف تری استات سلولز تکرار نمایید.
- ۲- وقتی که الیاف استات سلولز با محلول قلیایی عمل شد چه تغییراتی را در آن مشاهده کردید؟
- ۳- هنگامی که هر سه لیف استات سلولز، پنبه و استات سلولز صابونی شده با ماده‌ی رنگزای مستقیم رنگرزی شدند نتایج آزمایش چه بود؟ دلیل تغییرات رنگی چیست؟
- ۴- در رنگرزی اگر به جای الیاف پنبه از الیاف ویسکوز استفاده می‌شد نتیجه‌ی آزمایش را چگونه پیش‌بینی می‌کردید؟
- ۵- از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

## آزمایش ۹

### تعیین درصد الیاف در پارچه‌ی مخلوط

درجه سانتی‌گراد قرار دهید. پس از ۴۵ دقیقه پارچه را از آون خارج کرده در داخل دسیکاتور قرار دهید. پس از این که پارچه به دمای اتاق رسید آن را بلافاصله با دقت ده‌هزارم وزن کنید. پارچه را به داخل یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری که حاوی مقداری اسیدسولفوریک ۷۵٪ است بیندازید. مقدار اسیدسولفوریک مصرفی باید به اندازه‌ای باشد که روی پارچه را کاملاً بپوشاند. ضمناً اسیدسولفوریک نباید گرم باشد. پس از ۴۵ دقیقه پارچه را از بشر خارج کرده و آن را با آب آنقدر شست و شو دهید تا اسید از کالا کاملاً خارج شود. به هنگام شست و شوی پارچه دقت نمایید تا اسید به لباس و بدن شما پاشیده نشود. در این قسمت، بخش سلولزی پارچه به‌طور کلی از بین می‌رود و فقط قسمت پلی‌استری آن باقی می‌ماند. پارچه‌ی شست و شو داده شده را بر روی یک شیشه ساعت قرار داده و در داخل آون با دمای C ۱۱۰-۱۰۵ قرار دهید. پس از یکساعت یعنی وقتی که پارچه کاملاً رطوبت خود را از دست داد آن را در داخل دسیکاتور قرار دهید تا خنک شود. پارچه‌ی باقیمانده را توزین نمایید.

**مقدمه:** در مورد شناسایی الیاف به‌روش‌های مختلف آزمایشات متعددی انجام دادید. اکنون در این آزمایش ما می‌خواهیم درصد الیاف را در پارچه‌ی مخلوط به‌دست آوریم. لذا لازم است ابتدا یکی از الیاف را در پارچه از طریق حلالیت جدا کنیم و سپس الیاف باقیمانده را توزین کنیم. حلال مصرفی باید طوری انتخاب شود که یکی از الیاف را حل نموده و بر روی الیاف دیگر تأثیر نگذارد.

**وسایل مورد نیاز:** بشر، همزن شیشه‌ای، آون، دسیکاتور، شیشه‌ی ساعت  
**مواد مصرفی:** پارچه‌ی تهیه شده از پنبه - پلی‌استر، اسیدسولفوریک ۷۵٪

### شرح آزمایش

مقداری از پارچه را به ابعاد ۳×۲ سانتی‌متر مربع بریده و نخ‌های اضافی را از آن جدا کنید. پارچه را بر روی یک شیشه ساعت قرار دهید و آن را در داخل آون با دمای ۱۱۰ - ۱۰۵

### خودآزمایی

- ۱- وزن کل پارچه و وزن پارچه‌ی باقیمانده را یادداشت نمایید.
- ۲- با توجه به آزمایش قبل درصد وزنی پلی‌استر و پنبه را محاسبه کنید.
- ۳- علت استفاده از اسیدسولفوریک سرد چیست؟
- ۴- اگر از اسیدسولفوریک گرم استفاده شود چه اتفاقی ممکن است بیفتد؟
- ۵- اگر جنس پارچه‌ی مورد آزمایش ویسکوز - پلی‌استر باشد، آزمایش را چگونه انجام می‌دادید؟ حلال مصرفی شما چه بود؟



## آزمایش ۱۰

### تعیین درصد الیاف در پارچه‌ی مخلوط

پارچه را در داخل یک لوله‌ی آزمایش که محتوی متیلن کلراید است بیندازید و در لوله‌ی آزمایش را با یک چوب پنبه بیندید. لوله‌ی آزمایش را تکان دهید تا تری استات سلولز در متیلن کلراید کاملاً حل گردد. پس از ۱۵ دقیقه، پارچه را از داخل لوله‌ی آزمایش خارج کرده و سه مرتبه با متیلن کلراید شست‌و‌شو دهید. بخش تری استات از پارچه جدا خواهد شد. پارچه‌ی باقیمانده را در روی شیشه ساعت قرار داده و به مدت ۱۵ دقیقه در داخل آون قرار دهید. پارچه را پس از سرد شدن در دسیکاتور وزن کنید. وزن قسمت سلولزی پارچه به دست خواهد آمد. محاسبات را مطابق آزمایش ۹ انجام دهید.

وسایل مورد نیاز: لوله‌ی آزمایش، آون، شیشه ساعت، قیچی، دسیکاتور  
مواد مصرفی: پارچه‌ی تهیه شده از الیاف تری استات سلولز و سلولز، متیلن کلراید

#### شرح آزمایش

پارچه‌ای از جنس تری استات سلولز - سلولز را برداشته و آن را به ابعاد  $2 \times 3$  سانتی متر مربع ببرید. نخ‌های اضافی را از آن جدا کنید. همانند آزمایش قبل آن را در داخل آون  $110 - 105$  درجه سانتی گراد قرار دهید تا رطوبت آن گرفته شود. پارچه را در داخل دسیکاتور قرار دهید و پس از سرد شدن آن را وزن کنید.

#### خودآزمایی

- ۱- وزن پارچه، وزن تری استات و وزن سلولز را به دست آورید.
- ۲- محاسبات را مطابق آزمایش قبل انجام داده و درصد هریک از الیاف را به دست آورید.
- ۳- آیا در این آزمایش می‌توان به جای متیلن کلراید از اسیدسولفوریک  $75\%$  که حلال سلولز است استفاده کرد؟ توضیح دهید.
- ۴- اگر به جای تری استات، دی استات سلولز وجود داشت از چه حلالی استفاده می‌کردید؟ چرا؟

## آزمایش ۱۱

### بررسی اثر آب بر خواص الیاف نساجی

قابل تشخیص هستند. مثلاً بعضاً تغییراتی در فرم موج، درخشندگی، استحکام نسبی، الاستیسیته و جمع شدگی الیاف پس از غوطه‌ور شدن در آب و بعد از جوشاندن الیاف در داخل آب حاصل می‌شود.

وسایل آزمایش: لوله‌ی آزمایش، بشر، سه پایه فلزی،

توری نسوز، چراغ بونزن

مواد لازم: الیاف نساجی

#### شرح آزمایش

از هر نوع لیف سه توده‌ی کوچک را به‌عنوان سه نمونه برای آزمایش انتخاب کنید. اولین نمونه الیاف را در داخل یک لوله‌ی آزمایش حاوی آب با دمای اتاق قرار دهید. نمونه‌ی دوم را در داخل بشر حاوی آب گذاشته و بشر را بر روی توری نسوز که بر بالای سه پایه فلزی قرار دارد بگذارید. سپس چراغ بونزن را روشن کرده و در زیر توری نسوز قرار دهید تا آب داخل بشر داغ شده و به مدت ۱۵ دقیقه بجوشد. نمونه سوم از الیاف را در جای مناسب قرار دهید تا خیس نشود. سپس نمونه‌های اول و دوم را از آب خارج کرده و با نمونه‌ی سوم و هم‌چنین نمونه‌های اول و دوم را با یک‌دیگر از نظر رنگ، جلا، فرم موج، مقاومت، افزایش طول تا حد پارگی، الاستیسیته، و جمع شدگی باهم مقایسه کنید و نتایج را در جدولی درج نمایید.

این آزمایش را برای همه‌ی الیاف نساجی موجود در آزمایشگاه انجام دهید.

مقدمه: همان طوری که آب در طبیعت و حیات بشر، حیوانات و گیاهان اثر ویژه و منحصر به فردی دارد، در کلیه صنایع از جمله صنایع نساجی، وجود آب از اهمیت فراوانی برخوردار است.

در صنایع نساجی، آب به‌عنوان ماده‌ای برای شست و شو، محیط مناسب برای واکنش‌های شیمیایی و یا عملیاتی نظیر رنگرزی، تکمیل و چاپ، و هم‌چنین ماده‌ای برای حامل انرژی و محیطی برای شوینده‌های شیمیایی مورد استفاده فراوانی دارد. کلیه‌ی الیاف نساجی از محیط رطوبت (آب) جذب می‌کنند، به طوری که یکی از مشخصات بارز الیاف نساجی همین جذب رطوبت از محیط و رفتاری است که در نتیجه داشتن این خاصیت از خود نشان می‌دهند. جذب رطوبت الیاف باعث تغییر خواص فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی و ... آن‌ها می‌شود.

میزان جذب رطوبت در الیاف مختلف متفاوت است. مثلاً رطوبت بازیافته پشم در شرایط استاندارد ( $20 \pm 2^\circ C$ ) رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و فشار ۷۶ سانتی متر جیوه) ۱۵٪، ولی رطوبت بازیافته الیاف پنبه در همین شرایط ۸٪ می‌باشد. میزان جذب رطوبت الیاف نساجی به ساختمان شیمیایی و مولکولی آن‌ها بستگی دارد. هم‌چنین میزان جذب رطوبت الیاف در محیط مرطوب بیش‌تر از محیط خشک است. یعنی هرچه رطوبت نسبی محیطی که لیف در آن قرار دارد بیش‌تر باشد، رطوبت بازیافته لیف نیز بیش‌تر خواهد بود.

تعیین دقیق تغییرات حاصل از رطوبت در الیاف نساجی، بدون استفاده از ابزارها و تجهیزات مناسب آزمایشگاهی میسر نیست. اما، تغییرات ظاهری در برخی از ویژگی‌های الیاف با حواس

## آزمایش ۱۲

### تعیین وزن مخصوص الیاف (قسمت اول)

جدول ۱-۱۲- وزن مخصوص الیاف نساجی

وزن مخصوص (g/cm <sup>۳</sup> )	نوع لیف
۱/۳۳	دی استات
۱/۱۴	نایلون ۶۶
۱/۳۸	پلی استر
۱/۱۷-۱/۱۴	اکریلیک
۱/۳۰-۱/۳۲	پشم
۱/۵۰	چتایی
۱/۵۱	پنبه
۱/۵۳	ویسکوز

گازهای نامطبوع و سمی در محوطه‌ی آزمایشگاه جلوگیری بعمل آید».

قبل از انجام آزمایش باید مطمئن شوید که تمام ظرف‌های مورد استفاده کاملاً خشک است. سپس دسته‌ی بسیار کوچکی از الیاف مورد نظر را با پیچیدن و گره زدن آماده کنید و لبه‌های آن را با قیچی کوتاه کنید تا طول لیف به حدود ۵ میلی‌متر برسد. اکنون از بورتی که حاوی تتراکلرید کربن است حدود ۲۰ میلی‌لیتر آن را به داخل یک استوانه‌ی مدرج تمیز بریزید و الیاف را به داخل آن بیندازید به کمک یک میله‌ی شیشه‌ای الیاف را به آرامی به جداره‌ی استوانه فشار دهید تا حباب‌های هوای حبس شده در آن کاملاً خارج گردد. اگر دیدید الیاف بر روی محلول شناور شد (که در این صورت یعنی وزن مخصوص آن کم‌تر از وزن مخصوص تتراکلرید کربن است) از محلول بنزن موجود در بورت دیگر ۵ میلی‌لیتر به محلول قبلی اضافه کنید و پس از هم زدن محلول جدید با میله‌ی شیشه‌ای نحوه‌ی قرار گرفتن الیاف را در محلول مشاهده نمایید. افزایش بنزن را در صورت لزوم طوری ادامه دهید تا لیف مورد آزمایش در وسط محلول به حالت معلق و ثابت غوطه‌ور گردد. اکنون می‌توان گفت به جایی رسیده‌ایم که وزن مخصوص لیف و محلول با یک‌دیگر مساوی هستند. لازم

مقدمه: اختلاف طبیعی در وزن مخصوص الیاف مختلف

که یکی از ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها به‌شمار می‌رود، در محدوده‌ای بین ۰/۹۵ g/cm<sup>۳</sup> برای موی خرگوش تا ۱/۷۵ g/cm<sup>۳</sup> برای پلی‌وینیلیدین کلراید قرار دارد با استفاده از این ویژگی و به کار بردن روش دقیق می‌توان وزن مخصوص الیاف و نوع لیف را تعیین نمود. یکی از روش‌های ساده برای اندازه‌گیری وزن مخصوص الیاف تهیه محلولی است که لیف در آن به حالت معلق درآید، یعنی نه ته‌نشین شود و نه در روی آن شناور گردد. در چنین حالتی می‌توان گفت که وزن مخصوص مایع با وزن مخصوص لیف مورد آزمایش برابر است. بنابراین سعی می‌شود محلول به‌نوعی انتخاب گردد که لیف مورد آزمایش در آن به حالت معلق درآید. در این صورت از معادله‌ی (۱) برای تعیین وزن مخصوص الیاف استفاده می‌شود:

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \quad (1)$$

که در آن  $\rho$ : وزن مخصوص محلول نهایی یا وزن مخصوص لیف

$\rho_1$  و  $\rho_2$ : وزن مخصوص محلول اول و دوم

$V_1$  و  $V_2$ : حجم محلول‌های مصرفی از محلول اول و

دوم

در جدول ۱-۱۲ وزن مخصوص تعدادی از الیاف نساجی

نشان داده شده است.

وسایل آزمایش: بورت، استوانه مدرج ۵۰ ML، قیچی،

میله‌ی شیشه‌ای

مواد مصرفی: بنزن، تتراکلرید کربن، دی استات،

تری استات، نایلون ۶، پلی استر و اکریلیک

### شرح آزمایش

«این آزمایش باید حتماً در زیر هود انجام شود تا از پخش

به ذکر است که وزن مخصوص تراکلریدکربن  $1/59 \text{ g/cm}^3$  و وزن مخصوص بنزن  $0/87 \text{ g/cm}^3$  می باشد. اکنون آزمایش تعیین وزن مخصوص الیاف را برای تری استات، نایلون ۶، پلی استر و اکریلیک انجام داده و حجم تراکلریدکربن و بنزن مصرفی را به دست آورید و در جدول ۱۲-۲ یادداشت کنید.

جدول ۱۲-۲- حجم مواد مصرفی بر حسب نوع الیاف

نوع الیاف	تری استات	نایلون ۶	پلی استر	اکریلیک
محلول تراکلریدکربن بنزن				

### خودآزمایی

- ۱- علت فشردن الیاف در داخل محلول چیست؟
- ۲- یک محلول مناسب برای تعیین اندازه ی وزن مخصوص چه خصوصیتی باید داشته باشد؟
- ۳- خطاهایی که ممکن است در این آزمایش وجود داشته باشد، چیست؟
- ۴- نتایج به دست آمده در این آزمایش با اعداد واقعی وزن مخصوص چه مقدار اختلاف دارند؟ مقدار خطای نسبی چه مقدار است؟ جدول ۱۲-۳ را کامل کنید.

جدول ۱۲-۳- وزن مخصوص الیاف به دست آمده از آزمایش

نوع الیاف	وزن مخصوص ( $\text{g/cm}^3$ )	درصد خطا
تری استات		
نایلون ۶		
پلی استر		
اکریلیک		

- ۵- اگر مقدار یا طول الیاف زیاد باشد و یا زمان آزمایش طولانی شود در نتایج آزمایش چه تغییری حاصل خواهد شد؟

## آزمایش ۱۳

### تعیین وزن مخصوص الیاف (قسمت دوم)

وسایل آزمایش: بورت، استوانه مدرج ۵۰ ML، قیچی، میله‌ی شیشه‌ای  
شرح آزمایش  
«این آزمایش را حتماً در زیر هود انجام دهید».  
مواد مصرفی: بنزن، تتراکلریدکربن، پنبه، ویسکوز، پشم، ابریشم  
روش انجام آزمایش مانند آزمایش ۱۲ می‌باشد و وزن مخصوص چهار نوع لیف پنبه، ویسکوز، پشم و ابریشم تعیین می‌شود.

### خودآزمایی

۱- پس از اتمام آزمایش، محاسبات آزمایش را به‌دقت انجام داده و جدول ۱-۱۳ را کامل نمایید.

جدول ۱-۱۳- نتایج حاصل از آزمایش

نوع لیف	ویسکوز	پنبه	ابریشم	پشم
حجم تتراکلریدکربن حجم بنزن وزن مخصوص (g/cm <sup>3</sup> )				

۲- خطای حاصل از هر آزمایش را محاسبه کنید. این خطاها چگونه ممکن است وارد سیستم آزمایش شده باشد؟ آن‌ها را یادداشت نمایید.

## آزمایش ۱۴

### تعیین نقطه‌ی ذوب الیاف

مواد مورد نیاز: پلی‌استر، نایلون، دی‌استات سلولوز،

تری‌استات سلولوز، پودر مس

#### شرح آزمایش

یک میله‌ی مسی مخصوص اندازه‌گیری نقطه‌ی ذوب الیاف را برداشته و آن را بر روی یک سه‌پایه طوری قرار دهید که قسمت پوشش داده شده‌ی میله با آزیست بر روی سه‌پایه و قسمت دیگر میله بر روی یک چراغ گاز بوزن قرار گیرد (شکل ۱-۱۴). سپس ترمومتر را در حفره‌ی موجود بر روی میله قرار دهید و مقداری پودر مس در فضای بین حفره و ترمومتر بریزید تا مطمئن شوید که ترمومتر به اندازه‌ی کافی با میله‌ی مسی در تماس است. مقدار کمی از نخ (به اندازه‌ی یک سانتی‌متر) را بر روی میله‌ی مسی نزدیک ترمومتر قرار دهید و قسمت انتهایی میله را به آرامی حرارت دهید به طوری که دمای ترمومتر در یک دقیقه بیش‌تر از  $2^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد بالاتر نرود. هنگامی که ترمومتر به دمایی رسید که جمع‌شدگی الیاف شروع شد، حرارت دادن میله‌ی مسی را آرام‌تر ادامه دهید به طوری که افزایش دمای ترمومتر در یک دقیقه بیش‌تر از  $5^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد نباشد. وقتی که لیف مورد نظر ذوب شد دمای ترمومتر را یادداشت نمایید. آزمایش را یکبار دیگر تکرار کنید. میانگین اعداد به دست آمده را با نقطه‌ی ذوب واقعی الیاف مقایسه نمایید. این آزمایش را برای الیاف دی و تری‌استات سلولوز، نایلون ۶، نایلون ۶۶ و تریلین تکرار کنید و نقطه‌ی ذوب هر یک را به دست آورید.

مقدمه: وقتی که الیاف ترموپلاستیک (گرمانرم) حرارت داده

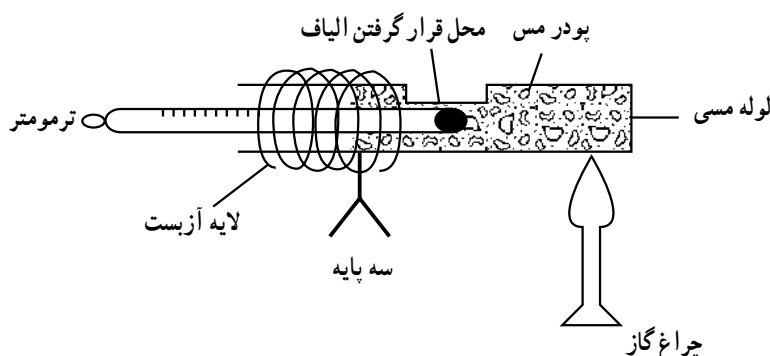
می‌شوند ابتدا نرم می‌شوند. این فرآیند گاهی اوقات قبل از ذوب شدن با کاهش طول الیاف نیز همراه می‌باشد. به خاطر این که نقطه‌ی ذوب با سرعت بالا رفتن دما تغییر می‌کند لذا تعیین دقیق نقطه‌ی ذوب مشکل است. به هر حال با به کار بردن روش‌های دقیق و کنترل شده می‌توان به نتایجی با ارزش دست یافت. برای مثال جهت تشخیص انواع مختلف نایلون که از لحاظ شیمیایی بسیار شبیه هم‌دیگر هستند می‌توان از این روش استفاده کرد. در این آزمایش ابزارآلات ساده‌ای جهت تعیین نقطه‌ی ذوب الیاف به کار گرفته می‌شوند. به هر حال برای اطمینان از صحت آزمایش لازم است نتایج حاصل از آزمایش را با اعداد موجود در جدول ۱-۱۴ مقایسه نمایید.

جدول ۱-۱۴- نقطه‌ی ذوب تعدادی از الیاف ترموپلاستیک

نوع الیاف	نقطه‌ی ذوب ( $^{\circ}\text{C}$ )
پلی‌استر (تریلین)	۲۵۵-۲۵۰
نایلون	۲۵۰-۲۴۰
دی‌استات سلولوز	۲۳۵-۲۳۰
تری‌استات سلولوز	۳۰۰-۲۹۰

وسایل آزمایش: میله شیشه‌ای، ترمومتر  $400^{\circ}\text{C}$  - ۰،

لوله‌ی مسی



شکل ۱-۱۴- دستگاه اندازه‌گیری نقطه‌ی ذوب الیاف

## آزمایش ۱۵

### شناسایی کیفی و کمی پارچه‌هایی که جنس تار و پود آنها متفاوت است ولی تار و پود هریک به تنهایی از یک نوع لیف تهیه شده‌اند

وزن کل پارچه : A

وزن تار :  $B_1$

وزن پود :  $B_2$

وزن تار و پود :  $C = B_1 + B_2$

اختلاف وزن تار و پود و کل پارچه  $|C - A| = E$

برای حذف خطای توزین و خطاهای دیگر به طریقه‌ی زیر عمل

کنید :

$$E \div 2 = \frac{E}{2}$$

$$B_1 \pm \frac{E}{2} = B'_1 \text{ وزن تار خشک}$$

$$B_2 \pm \frac{E}{2} = B'_2 \text{ وزن پود خشک}$$

اگر در روابط بالا در اختلاف بین A، B و C بزرگ‌تر از A بود، نصف این اختلاف از تک‌تک وزن تار و پود کم کنید و اگر A بزرگ‌تر از C بود این مقدار یعنی  $\frac{E}{2}$  به هر دو اضافه کنید. برای محاسبه‌ی درصد لیاف سازنده‌ی تار و پود باید در شرایط استاندارد عمل کنید. شرایط استاندارد عبارتست از دمای جدول ۱-۱۵- رطوبت بازیافتی لیاف مختلف در شرایط استاندارد

نوع لیاف	رطوبت بازیافتی (%)
استات	۹/۵
تری‌استات	۳/۵
اکریلیک	۱/۵
نایلون	۴/۵
پلی‌استر	۰/۴
پنبه	۸/۵
ویسکوز	۱۱
پشم	۱۳/۶
ابریشم	۱۱

مقدمه: در این آزمایش تار و پود یک پارچه را به روش‌های

مختلف چون سوزاندن، مشاهده میکروسکوپی و حلالیت شناسایی می‌کنند و به دنبال آن مقدار هریک از لیاف در پارچه‌ی مخلوط را به دست می‌آورند.

وسایل آزمایش: شیشه ساعت، آون، دسیکاتور، ترازو،

چراغ گاز بونزن، صفحه‌ی تهیه مقطع عرضی، لام و لامل، میکروسکوپ، تیغ

مواد مصرفی: پارچه با تار و پود مختلف، گلیسرین،

استن، متیلن کلراید، اسید فرمیک، متاکرزول، N و N دی‌متیل فرمامید، سود ۵٪

### شرح آزمایش

ابتدا تار و پود پارچه را از هم جدا کرده و آزمایش‌های سوزاندن، میکروسکوپی و حلالیت را انجام دهید تا جنس لیاف مشخص شود. بعد تکه‌ای از پارچه را به صورت مستطیل  $2 \times 3$  سانتی متر مربع بریده و نخ‌های اضافی اطراف آن را بگیرید. پارچه را در روی شیشه ساعت قرار داده و به مدت ۴۵ دقیقه تا حدود  $110 - 105$  درجه سانتی‌گراد حرارت دهید. پس از این که رطوبت لیاف تبخیر و پارچه خشک شد آن را از آون خارج کرده و جهت سرد شدن در داخل دسیکاتور قرار دهید. دسیکاتور باید حاوی دانه‌های سیلیکاژل باشد تا مانع جذب رطوبت محیط به وسیله‌ی پارچه شود. پارچه را با دقت حدود ده هزارم وزن کنید. بعد تار و پود پارچه را از هم جدا کنید. در این مرحله باید سعی کنید که نخ‌ها دور ریخته نشود و یا مواد خارجی به لیاف نچسبند. تار و پود پارچه را در شیشه‌های ساعت به طور جداگانه گذاشته و دوباره به مدت ۴۵ دقیقه در آون قرار دهید. جهت سرد شدن نخ‌ها آن‌ها را در داخل دسیکاتور قرار دهید و دوباره وزن نمایید. محاسبات را به صورت زیر انجام دهید :

C ۲۰ و درصد رطوبت نسبی ۶۵٪. در جدول ۱-۱۵ رطوبت بازیافتی الیاف مختلف در شرایط استاندارد نشان داده شده است. از طرفی رطوبت بازیافتی با معادله (۱) محاسبه می‌شود  
معادله (۱)

$$R = \frac{W - D}{D} \cdot 100$$

که در آن :

وزن پارچه مرطوب : W

وزن پارچه خشک : D

درصد رطوبت بازیافتی : R

فرض می‌کنیم  $R_1$  و  $R_2$  به ترتیب رطوبت بازیافتی تار و پود و  $W_1$  و  $W_2$  وزن تار و پود پارچه در شرایط استاندارد و  $D_1$  و  $D_2$  وزن خشک تار و پود پارچه باشد در این صورت خواهیم داشت :

$$D_1 = B_1 \quad \text{معادله (۲)}$$

$$D_2 = B_2 \quad \text{معادله (۳)}$$

$$R_1 = \frac{W_1 - D_1}{D_1} \cdot 100 \quad \text{معادله (۴)}$$

$$R_2 = \frac{W_2 - D_2}{D_2} \cdot 100 \quad \text{معادله (۵)}$$

از معادله‌ی (۴) و (۵) به ترتیب  $W_1$  و  $W_2$  به دست می‌آید که از حاصل جمع آن‌ها وزن کل پارچه حاصل می‌شود. درصد تار و پود پارچه از معادلات (۶) و (۷) به دست می‌آید.

$$\text{درصد تار} = \frac{W_1}{W_1 + W_2} \cdot 100 \quad \text{معادله (۶)}$$

$$\text{درصد پود} = \frac{W_2}{W_1 + W_2} \cdot 100 \quad \text{معادله (۷)}$$

## خودآزمایی

- ۱- جنس تار پارچه داده شده چیست؟ چگونگی تشخیص خود را شرح دهید.
- ۲- پود پارچه از چه نوع الیافی تهیه شده است؟ مقطع عرضی آن چه شکلی دارد؟
- ۳- برای شناسایی تار و پود پارچه از چه حلال‌هایی استفاده کرده‌اید؟ چرا؟
- ۴- وزن پارچه‌ی خشک... گرم و وزن تار خشک... گرم و وزن پود خشک... گرم بود.
- ۵- مقدار  $E = |C - A|$  را به دست آورید.
- ۶- درصد تار و درصد پود پارچه چه مقدار بود؟

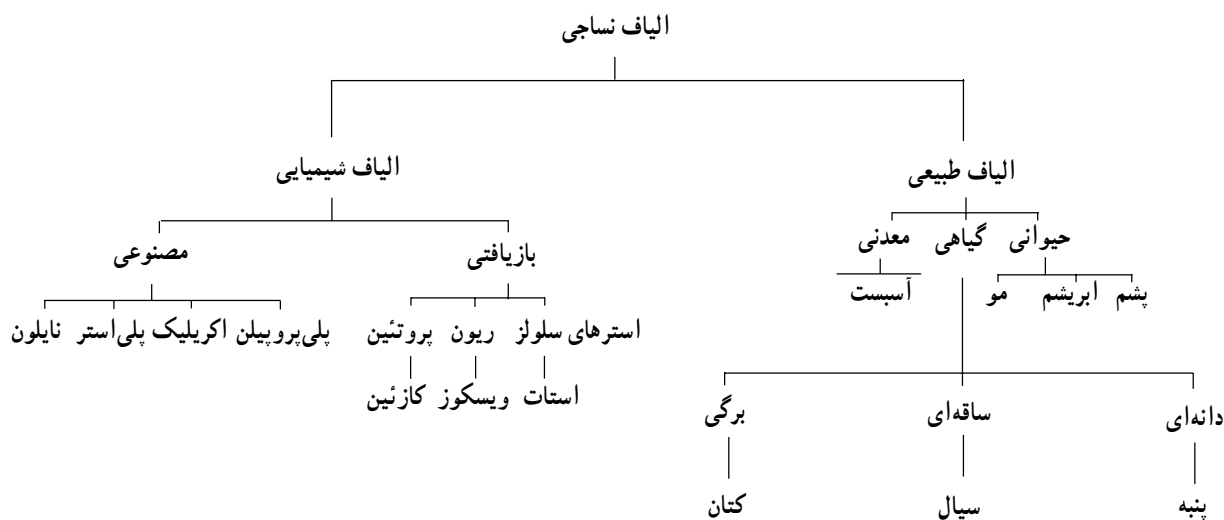


## آزمایش ۱۶

### شناسایی پارچه‌ی تهیه شده از یک نوع لیف نامشخص

دیدیم که با سوزاندن، مشاهده با میکروسکوپ و حلال‌های شیمیایی می‌توان در بسیاری موارد به‌طور قطعی و در موارد استثنایی با تقریب خیلی زیاد نوع لیف را شناسایی کرد.

مقدمه: همانطوری که می‌دانید، لیاف نساجی به دو دسته‌ی لیاف طبیعی و لیاف شیمیایی (ساخت انسان) تقسیم شده‌اند و هر دسته نیز برحسب منشأ و ماهیت شیمیایی به شاخه‌های فرعی‌تر تقسیم شده‌اند (شکل ۱-۱۶)، از طرف دیگر در آزمایشات قبلی



شکل ۱-۱۶- طبقه‌بندی الیاف نساجی

۱- آزمایش سوزاندن: مطابق آزمایش ۱ مقداری از پارچه را سوزانده و مطابق جدول تهیه شده در آزمایش سوزاندن به ماهیت کلی الیاف پی ببرید. در پایان این آزمایش می‌توانید بگویید که الیاف مجهول شما الیاف پروتئینی، سلولزی یا مصنوعی است.

۲- آزمایش میکروسکوپی: تار و پود پارچه را جدا کرده و تاب آن‌ها را کاملاً باز کنید و سطح مقطع عرضی و نمای طولی الیاف را در زیر میکروسکوپ مشاهده نمایید. اگر الیاف مورد آزمایش شما در اثر سوختن بوی مو یا پر سوخته دهد و در نمای طولی آن فلس مشاهده گردد نوع لیف پشمی است و مقطع

وسایل آزمایش: لوله‌ی آزمایش، همزن شیشه‌ای، کاغذ صافی، شیشه ساعت، میکروسکوپ، چراغ گاز بونزن  
مواد مصرفی: پارچه‌هایی از جنس استات، نایلون، اکریلیک، ویسکوز، پشم و پنبه، استن، اسیدفرمیک، متاکرزول، N و N دی‌متیل فرمامید

### شرح آزمایش

در این آزمایش جنس پارچه از طریق انجام آزمایشات سوزاندن، میکروسکوپی و حلالیت تشخیص داده می‌شود.

استن، اسیدفرمیک متاکرزول گرم، N و N دی متیل فرمامید مورد ارزیابی قرار دهید. اگر از آزمایش میکروسکوپی و سوزاندن حدس زده بودید که لیف مورد نظر شما استات بوده است در این صورت می توانید آن را در استن حل نمایید. پس از حل شدن کامل لیف به آن مقداری آب اضافه کنید. کدر شدن محتویات لوله‌ی آزمایش دلیل بر حضور استات می باشد. در صورتی که لیف مورد آزمایش در استن حل نشد، پارچه را خشک کرده و به داخل لوله‌ی آزمایش حاوی مقداری N و N دی متیل فرمامید بیندازید. اگر لیف مورد آزمایش از جنس اکریلیک باشد در این حلال و در جوش حل می شود. در غیراین صورت مقداری از پارچه‌ی خشک را به داخل لوله‌ی آزمایش حاوی اسیدفرمیک سرد بیندازید. در صورتی که لیف مورد آزمایش در اسیدفرمیک حل شود الیاف مورد نظر نایلون است در غیراین صورت مقداری از پارچه‌ی خشک را با متاکرزول گرم عمل نمایید. در صورت حل شدن پارچه، محتویات لوله‌ی آزمایش را خنک کرده و به آن مقداری استن بیافزایید در صورت تار شدن محلول وجود پلی استر به اثبات می رسد.

پس از اتمام آزمایش جدول ۱-۱۶ را با همکاری دیگر هنجویان کامل کنید.

عرضی آن تقریباً دایره‌ای می باشد. اما اگر نمای طولی آن میله‌ای و صاف و یک نواخت و مقطع عرضی آن به صورت مثلث باشد در این صورت لیف مورد نظر ابریشم است. اگر الیاف مورد آزمایش در اثر سوزاندن بوی کاغذ سوخته دهد و در نمای طولی آن پیچ خوردگی مشاهده گردد الیاف مورد آزمایش از جنس پنبه است. مقطع عرضی این الیاف لوبیایی شکل است. در صورتی که الیاف مورد نظر دارای نمای طولی میله‌ای و یک نواخت و مقطع عرضی مژرس (دندانه‌ای) باشد لیف مورد نظر از جنس ویسکوز می باشد. اگر در اثر سوزاندن الیاف تشخیص دادید که لیف مورد آزمایش یک لیف شیمیایی است در این صورت نماهای طولی آن‌ها تقریباً یکسان بوده و به صورت میله‌ای و صاف است. مقطع عرضی این دسته از الیاف معمولاً به شکل رشته ساز و روش ریسندگی بستگی دارد. برای مثال مقطع عرضی الیاف نایلون هم مثلثی است و هم دایره‌ای و یا مقطع عرضی اکریلیک هم دمبلی است و هم دایره‌ای. بنابراین برای تشخیص دقیق الیاف از روش‌های دیگری نیز استفاده می شود.

**۳- آزمایش حلالیت:** وقتی از طریق آزمایشات سوزاندن و میکروسکوپی اطمینان حاصل کردید که لیف مورد آزمایش شما یک لیف شیمیایی است می توانید آن‌ها را از لحاظ حلالیت در

جدول ۱-۱۶- مشخصات الیاف مورد آزمایش

نوع لیف	بو در اثر سوختن	خودسوزی	مقطع عرضی	نمای طولی	نام حلال
پلی استر					
استات					
نایلون					
اکریلیک					
پشم					
پنبه					
ویسکوز					

## فیزیک نساجی

### فصل دوازدهم

#### اندازه گیری و آمار

##### هدف های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود:

- ۱- اندازه گیری را تعریف کند.
- ۲- دستگاه واحدها را تعریف کند.
- ۳- واحدهای اصلی در دستگاه بین المللی واحدها را بیان کند.
- ۴- واحدهای اصلی در دستگاه واحدهای آمریکایی را بیان کند.
- ۵- تبدیل واحدهای دستگاه واحدهای بین المللی و دستگاه واحدهای آمریکایی را انجام دهد.
- ۶- آمار را تعریف کرده و هدف های استفاده از آمار را توضیح دهد.
- ۷- جامعه آماری، نمونه آماری و عملیات آماری را تعریف کند.
- ۸- داده آماری را تعریف کرده و روش های به دست آوردن داده آماری را توضیح دهد.
- ۹- انواع آمار (آمار توصیفی و آمار استنباطی) را توضیح دهد.
- ۱۰- انواع شاخص های آماری را نام برده و توضیح دهد.
- ۱۱- شاخص های آماری را از روی داده های آماری توضیح دهد.

## اندازه‌گیری

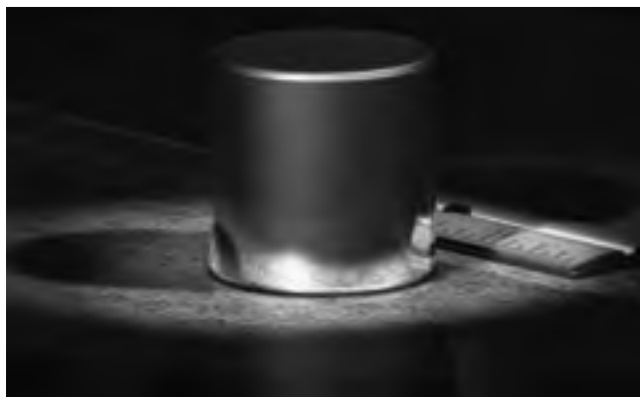
اندازه‌گیری عبارت است از تعیین مقدار، میزان یا ابعاد یک کمیت بر اساس یک واحد معین یا استاندارد. پدیده‌ها، ابعاد و کمیت‌های مختلفی وجود دارند که قابل اندازه‌گیری بوده و در زندگی روزمره با بعضی از آنها سر و کار داریم و با برخی از آنها در دروس دوره‌های دبستان، راهنمایی تحصیلی و متوسطه آشنا شده‌ایم. بعضی از مقادیر و اندازه‌گیری‌ها وجود دارند که در زمینه تخصصی ویژه‌ای کاربرد داشته و از آنها در علوم فنی و مهندسی، صنعتی، نجوم و ... استفاده می‌شود.

از کمیت‌های قابل اندازه‌گیری می‌توان به طول، جرم، وزن، زمان، مساحت، حجم و جرم حجمی اشاره کرد. کمیت‌های طول، جرم و زمان کمیت‌های اصلی بوده و دارای واحدی مستقل هستند و بیشتر کمیت‌ها، مثل کمیت‌های مساحت، سرعت، شتاب، وزن، جرم حجمی کمیت‌های فرعی می‌باشند که واحد آنها براساس ترکیبی از واحدهای مستقل یا واحدهای وابسته دیگر بیان می‌شود.

**دستگاه واحدها:** دستگاه واحدها مجموعه‌ای است که در آن واحدهای فیزیکی تعریف شده و چگونگی اندازه‌گیری کمیت‌ها و رابطه بین واحدها در آن مشخص می‌باشد. در کمیت‌های فیزیکی ۳ مفهوم بنیادی طول، جرم و زمان وجود دارند و این مفاهیم، واحدهای طول، جرم و زمان که از واحدهای اصلی اندازه‌گیری می‌باشند را به همراه دارند.

**۱- دستگاه بین‌المللی واحدها (SI):** یکی از دستگاه‌های مهم واحدها، دستگاه بین‌المللی واحدها (SI) می‌باشد که کاربرد جهانی دارد. در دستگاه بین‌المللی واحدها، واحد طول به متر (m)، واحد جرم به کیلوگرم (kg) و واحد زمان به ثانیه (s) بیان می‌شود. واحدهای متر، کیلوگرم و ثانیه توسط دانشمندان، مهندسان و کاربران تعریف شده و اکنون برای همه کسانی که از آنها استفاده می‌کنند معین است. مثلاً واحد ثانیه که ابتدا  $\frac{1}{86400}$  زمان متوسط یک روز شمسی (۲۴ ساعت) تعریف شده بود، اکنون به‌عنوان زمان لازم برای تعداد  $9192631770$  سیکل تشعشع مطابق با گذار بین دو سطح حالت اصلی اتم عنصر سزیم ۱۳۳ تعریف می‌شود؛ متر، که ابتدا اندازه  $\frac{1}{1000000000}$  فاصله خط استوا تا یکی از قطب‌های کره زمین تعریف شده بود، اکنون  $165076373$

برابر طول موج نور نارنجی - قرمز متناظر با گذار معینی در اتم عنصر کریپتون ۸۶ تعریف می‌شود؛ و کیلوگرم که تقریباً برابر جرم  $10^{-3}$  مترمکعب آب است، جرم وزنه استاندارد از جنس پلاتین و ایریدیوم است (شکل ۱-۱۲) که در اداره بین‌المللی اوزان و اندازه‌گیری‌ها در نزدیکی شهر پاریس در فرانسه نگهداری می‌شود.



شکل ۱-۱۲- وزنه استاندارد کیلوگرم، جرم این وزنه یک کیلوگرم است.

سه واحد اصلی متر، کیلوگرم و ثانیه، واحدهایی هستند که مستقل از مکان هستند، از این رو به آنها واحدهای مطلق گفته می‌شود. یعنی مفاهیم متر، کیلوگرم و ثانیه را در هر نقطه یا مکانی روی زمین یا دیگر سیارات می‌توان به کار برد، چون مفاهیم آنها مستقل از مکان می‌باشد.

در محاسبات مهندسی و عملیات کاربردی ممکن است از مقادیر بسیار بزرگ یا بسیار کوچک واحدهای اندازه‌گیری استفاده شود. مثلاً در کاربردها و محاسبات ممکن است با فاصله‌های سیارات، وزن یا جرم کرات آسمانی یا زمان‌های بسیار طولانی مثل عمر ستاره‌ها یا زمان‌های بسیار کوتاه مثل پریود نوسان اتم‌ها مواجه شویم. در این مواقع از اضعاف (ضرایب  $10^1$ ) یا اجزای (ضرایب  $10^{-1}$ ) واحدها استفاده می‌شود. اضعاف و اجزای واحدهای طول و جرم که معمولاً در مهندسی به کار می‌روند به ترتیب عبارتند از: کیلومتر (km) و میلی‌متر (mm)؛ مگاگرم (Mg) (به تن متریک نیز معروف است) و گرم (g). همچنین اضعاف واحد زمان عبارتند از دقیقه (min) و ساعت (hr). پیشوندها، نماها و ضرایب اضعاف و اجزای واحدهای SI در جدول ۱-۱۲ درج شده‌اند.

جدول ۱-۱۲- پیشوندها، نماها و ضرایب اضعاف و اجزای واحدهای SI

پیشوند †	نماد	ضرایب
ترا	T	$10^{12}$
گیگا	G	$10^9$
مگا	M	$10^6$
کیلو	k	$10^3$
هکتو ‡	h	$10^2$
دکا ‡	da	$10^1$
دسی ‡	d	$10^{-1}$
سانتی ‡	c	$10^{-2}$
میلی	m	$10^{-3}$
میکرو	$\mu$	$10^{-6}$
نانو	n	$10^{-9}$
پیکو	p	$10^{-12}$
فمتو	f	$10^{-15}$
آتو	a	$10^{-18}$

† برای تأکید روی پیشوند، سیلاب اول با تکیه تلفظ می‌شود. مثلاً، برای تلفظ کیلومتر، سیلاب اول با تکیه تلفظ می‌شود نه سیلاب دوم. ‡ این پیشوندها را نباید به کار برد، مگر در اندازه‌گیری مساحت و حجم و هنگام استفاده غیرفنی از سانتی‌متر، مثلاً برای اندازه‌گیری‌ها در لباس.

با استفاده از اضعاف و اجزای یک واحد، نوشتن اعداد خیلی بزرگ یا خیلی کوچک لازم نیست. مثلاً می‌توان به جای  $237400$  متر، نوشت  $237/4$  کیلومتر یا به جای  $0/00326$  متر، می‌توان نوشت  $3/26$  میلی‌متر.

واحدهای مساحت و حجم که از واحدهای فرعی دستگاه SI می‌باشند، کاربرد فراوانی در محاسبات نساجی دارند. واحد مساحت متر مربع ( $m^2$ ) است، و آن عبارت است از مساحت مربعی به ضلع ۱ متر. واحد حجم در دستگاه SI متر مکعب ( $m^3$ ) است، و آن عبارت است از حجم مکعب مربعی به ضلع ۱ متر.

از آنجا که در محاسبات مربوط به نساجی و فیزیک نساجی از واحدهای طول، مساحت و حجم بسیار استفاده می‌شود، و برای اجتناب از مقادیر عددی خیلی بزرگ و یا خیلی کوچک در محاسبات مساحت و حجم از دستگاه زیر واحدی استفاده می‌شود. در

دستگاه زیر واحدی، میلی متر (mm)، دسی متر (dm) و سانتی متر (cm) که از اجزای متر (m) هستند به نمای ۲ یا ۳ می‌رسند. چون طبق تعریف رابطه بین متر (m) و اجزای متر به صورت زیر است:

$$1 \text{ dm} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

حال با توجه به روابط بین متر و اجزای متر (روابط بالا) اجزای واحد مساحت که دسی متر مربع (dm<sup>2</sup>)، سانتی متر مربع (cm<sup>2</sup>) و میلی متر مربع (mm<sup>2</sup>) هستند را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$1 \text{ dm}^2 = (1 \text{ dm})^2 = (10^{-1} \text{ m})^2 = 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ cm}^2 = (1 \text{ cm})^2 = (10^{-2} \text{ m})^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ mm}^2 = (1 \text{ mm})^2 = (10^{-3} \text{ m})^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$$

همینطور، اجزای واحد حجم که دسی متر مکعب (dm<sup>3</sup>)، سانتی متر مکعب (cm<sup>3</sup>) و میلی متر مکعب (mm<sup>3</sup>) هستند را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$1 \text{ dm}^3 = (1 \text{ dm})^3 = (10^{-1} \text{ m})^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 = (1 \text{ cm})^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ mm}^3 = (1 \text{ mm})^3 = (10^{-3} \text{ m})^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$$

جدول ۲-۱۲- واحدهای فرعی دستگاه SI

رابطه	نماد	واحد	کمیت
m/s <sup>2</sup>	a	متر بر مجذور ثانیه	شتاب
†	rad	رادیان	زاویه
rad/s <sup>2</sup>	α	رادیان بر مجذور ثانیه	شتاب زاویه‌ای
rad/s	ω	رادیان بر ثانیه	سرعت زاویه‌ای
m <sup>2</sup>	A	متر مربع	مساحت
kg/m <sup>3</sup>	ρ	کیلوگرم بر متر مکعب	چگالی
N.m	J	ژول	انرژی
kg.m/s <sup>2</sup>	N	نیوتن	نیرو
s <sup>-1</sup>	Hz	هرتز	فرکانس
kg.m/s	...	نیوتن - ثانیه	ضربه
‡	m	متر	طول
‡	kg	کیلوگرم	جرم
N.m	...	نیوتن - متر	لنگر نیرو
J/s	W	وات	قدرت (توان)
N/m <sup>2</sup>	Pa	پاسکال	فشار
N/m <sup>2</sup>	Pa	پاسکال	تنش
‡	s	ثانیه	زمان
m/s	v	متر بر ثانیه	سرعت
			حجم:
m <sup>3</sup>	V	متر مکعب	جامدات
10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>	L	لیتر	مایعات
N.m	J	ژول	کار

لازم به توضیح است که در اندازه‌گیری حجم مایعات و در موارد کاربردی، معمولاً یک دسی متر مکعب (dm<sup>3</sup>) را لیتر (L) و یک سانتی متر مکعب (cm<sup>3</sup>) را سی‌سی (cc) می‌گویند. بعضی از واحدهای فرعی دستگاه بین‌المللی SI در جدول ۲-۱۲ درج شده‌اند.

† واحد تکمیلی (۳۶۰=۲πrad=یک دوران)  
‡ واحد اصلی

۲- **دستگاه واحدهای آمریکایی (U.S.):** امروزه بیشتر مهندسان آمریکایی از دستگاه واحدهایی استفاده می‌کنند که کمیت‌های اصلی آن طول، نیرو و زمان است. واحدهای این کمیت‌های اصلی به ترتیب فوت (ft) برای طول، پوند (lb) برای وزن و ثانیه (s) برای زمان است. یعنی واحد مشترک دستگاه SI و U.S واحد زمان یعنی ثانیه (s) است. در دستگاه U.S فوت برابر  $0.3048\text{ m}$ ، پوند برابر وزن وزنه‌ای استاندارد از جنس پلاتین به جرم  $0.45359237\text{ kg}$  (تقریباً معادل  $453/6\text{ g}$ ) است که این وزنه در انستیتوی بین‌المللی استانداردها و فناوری در شهر واشنگتن آمریکا نگهداری می‌شود. چون وزن اجسام به شتاب ثقل زمین بستگی دارد و شتاب ثقل نیز بسته به مکان تغییر می‌کند، لذا یک پوند، وزن وزنه استاندارد در سطح دریا و عرض جغرافیایی  $45^\circ$  می‌باشد. گفتنی است که واحد جرم در دستگاه U.S، اسلاگ (slug) است.

از آنجا که یکی از کمیت‌های اصلی دستگاه U.S نیرو (وزن وزنه استاندارد) است و وزن وزنه استاندارد نیز به میزان گرانش یا نیروی جاذبه زمین بستگی دارد، و چون نیروی جاذبه زمین در نقاط مختلف متفاوت است، لذا دستگاه U.S برخلاف دستگاه بین‌المللی SI، یک دستگاه مطلق نمی‌باشد، چون واحد نیرو یا همان وزن وزنه استاندارد در دستگاه U.S بسته به مکانی که قرار دارد متغیر می‌باشد.

دیگر واحدهای دستگاه U.S. که در مسایل مهندسی به کار می‌روند، عبارتند از مایل (mi) که برابر  $1.609344\text{ km}$  یا  $5280\text{ ft}$  یارد (yd) برابر  $0.9144\text{ m}$ ؛ اینچ (in) برابر  $1/16\text{ ft}$ ؛ کیلوپوند (kip) برابر  $1000\text{ lb}$  است.

**تبدیل واحدهای SI و U.S:** در بعضی محاسبات فنی و مهندسی لازم است که واحدهای دستگاه‌های SI و U.S به یکدیگر تبدیل شوند. تبدیل واحدهای طول، نیرو و جرم دو دستگاه SI و U.S به صورت زیر می‌باشد:

**۱- واحدهای طول:**

$$\begin{aligned} 1\text{ ft} &= 0.3048\text{ m} & 1\text{ in} &= 2.54\text{ cm} \\ 1\text{ mi} &= 1.609344\text{ km} & 1\text{ in} &= 25.4\text{ mm} \\ 1\text{ mi} &= 1609\text{ m} \\ 1\text{ mi} &= 1.609\text{ km} \\ 1\text{ yd} &= 0.9144\text{ m} \\ 1\text{ yd} &= 3\text{ ft} \\ 1\text{ ft} &= 12\text{ in} \\ 1\text{ yd} &= 36\text{ in} \end{aligned}$$

۲- **واحدهای نیرو:** یادآوری می‌گردد که واحد نیرو در دستگاه U.S. وزن وزنه استاندارد به جرم  $453/6\text{ g}$  در سطح دریا و در عرض جغرافیایی  $45^\circ$  است.

$$1\text{ lb} = 4.448\text{ N}$$

۳- **واحدهای جرم:** واحد جرم در دستگاه U.S. اسلاگ (slug) و یک واحد فرعی است و برابری آن با جرم در دستگاه SI به صورت زیر است:

$$1\text{ slug} = 14.59\text{ kg}$$

ولی برای تبدیل جرم در دستگاه U.S. به جرم دستگاه SI، طبق تعریف از یک پوند جرم استفاده می‌شود. بر این اساس برای این تبدیل از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$\begin{aligned} 1\text{ lb} &= 0.4536\text{ kg} \\ 1\text{ lb} &= 453/6\text{ g} \end{aligned}$$

خلاصه تبدیلات واحدها در دستگاه‌های مختلف مورد استفاده در نسابی :

### ۱- تبدیلات طول :

- $1 \text{ yd} = 3 \text{ ft}$
- $1 \text{ yd} = 36 \text{ in}$
- $1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$
- $1 \text{ mi} = 5280 \text{ ft}$
- $1 \text{ mi} = 1760 \text{ yd}$
- $1 \text{ yd} = 0.9144 \text{ m}$
- $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$
- $1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$
- $1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$
- $1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$
- $1 \text{ dm} = 100 \text{ mm}$
- $1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$
- $1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$
- $1 \text{ in} = 25.4 \text{ mm}$
- $1 \text{ ft} = 30.48 \text{ cm}$
- $1 \text{ yd} = 91.44 \text{ cm}$
- $1 \text{ mi} = 1609 \text{ m}$

### ۲- تبدیلات وزن :

- $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$
- $1 \text{ lb} = 16 \text{ oz}$  (اونس)
- $1 \text{ lb} = 7000 \text{ gr}$  (گرین)
- $1 \text{ lb} = 453.6 \text{ g}$

## آمار

در آمار با اعداد حاصل از شمارش یا اعداد حاصل از اندازه‌گیری یا اعداد بیان شده به وسیله احساس افراد سروکار داریم. در علم آمار، ابتدا اعداد و ارقام جمع‌آوری می‌شوند که به آنها اطلاعات آماری یا داده‌های آماری می‌گویند، سپس اطلاعات حاصل خلاصه‌سازی و تنظیم می‌شوند، آنگاه پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات تنظیم شده و تفسیر آنها، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل برای مجموعه‌ای که اطلاعات از آن دریافت شده است تعمیم داده می‌شود. بر این اساس، در تعریف آمار می‌توانیم بگوییم «به علم جمع‌آوری و استفاده از اعداد حاصل از شمارش تعداد، اندازه‌گیری کمیت‌ها و بیان احساس، آمار می‌گویند.» در کاربرد علم آمار می‌توان ۴ مرحله مشخص زیر را در نظر گرفت :

۱- جمع‌آوری اطلاعات

۲- خلاصه‌سازی و تنظیم اطلاعات



### ۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات و تفسیر نتایج حاصل

#### ۴- تعمیم نتایج حاصل

هدف استفاده از آمار و روش‌های آماری می‌تواند بررسی خواص و ویژگی‌های معین عناصر یک مجموعه، یا تجزیه و تحلیل اعداد حاصل از شمارش یا اندازه‌گیری در یک جامعه معین باشد. مجموعه عناصر مورد نظر می‌تواند مثلاً جمعیت یک کشور باشد که در این صورت می‌توان سن افراد، وزن افراد، شغل و درآمد افراد ... به‌عنوان اطلاعات یا داده‌های آماری در نظر گرفته شود، یا مثلاً می‌توان یک بوبین نخ را در نظر گرفت که برای تعیین مقاومت نخ این بوبین، نمونه‌هایی از آن برای اندازه‌گیری مقاومت در نظر گرفته می‌شود، در این صورت اعداد حاصل از اندازه‌گیری که نشان‌دهنده مقاومت نمونه‌های اندازه‌گیری شده است، به‌عنوان اطلاعات یا داده‌های آماری در نظر گرفته می‌شوند.

#### بعضی تعاریف در آمار

۱- **جامعه آماری**: یکی از مفاهیم اساسی در علم آمار، جامعه آماری است. جامعه آماری یک مجموعه معین از عناصر می‌باشد که اطلاعات آماری از این جامعه به‌دست می‌آید. مثلاً برای تعیین تاب نخ یک ماشین رینگ، نخ‌های در حال تولید بر روی همه واحدهای (دوک‌های) این ماشین رینگ به‌عنوان جامعه آماری شناخته می‌شود. همچنین همه پارچه‌های معین خریداری شده از کارخانه بافندگی، برای یک کارخانه تولید لباس کار، یک جامعه آماری برای کارخانه تولید لباس کار در نظر گرفته می‌شود.

۲- **نمونه آماری**: نمونه آماری مجموعه کوچکی از جامعه آماری است که برای اندازه‌گیری یا تعیین یک کمیت در نظر گرفته می‌شود. در بررسی یک جامعه آماری به ندرت از همه شماری یا سرشماری استفاده می‌شود، لذا برای تعیین یک کمیت در یک جامعه آماری معین، بخش کوچکی از جامعه آماری را به‌عنوان نمونه آماری در نظر گرفته و آزمایشات، اندازه‌گیری‌ها و تعیین کمیت را بر روی نمونه آماری انجام می‌دهد. مثلاً، برای تعیین طول الیاف خریداری شده برای یک کارخانه ریسندگی، ابتدا از الیاف خریداری شده نمونه‌برداری می‌شود، سپس طول الیاف از روی نمونه برداشت شده تعیین و اعلام می‌شود.

۳- **عملیات آماری**: به کلیه عملیات تعریف شده با روش معین، مثل مرتب کردن، دسته‌بندی کردن و محاسبات ریاضی که با هدف خاصی بر روی اعداد حاصل از اندازه‌گیری یا سنجش یک کمیت از یک نمونه آماری انجام می‌شود، عملیات آماری گفته می‌شود.

**داده‌های آماری**: چنانکه در تعریف آمار اشاره شده است، در علم آمار با اعداد سر و کار داریم. اعداد و ارقام خامی که از یک جامعه آماری یا نمونه آماری مورد نظر بدست می‌آید را داده‌های آماری یا اطلاعات آماری می‌نامند. داده‌های آماری معمولاً به‌صورت یک دسته یا مجموعه اعداد هستند که به روش‌های مختلفی از نمونه آماری یا جامعه آماری به‌دست می‌آیند. بسته به نوع کمیت مورد نظر، داده‌های آماری می‌توانند به سه روش به دست آیند. این سه روش عبارت‌اند:

**الف) شمارش**: در تعیین داده‌های آماری اگر با مقادیر گسسته و جدا از هم سر و کار داشته باشیم در این صورت داده‌های آماری با شمارش یا شمردن تعداد حاصل می‌شود. مثلاً تعداد هنرجویان هنرستان با شمردن به‌دست می‌آید و با اعدادی مثل ۲۵ نفر، ۲۷ نفر، ۳۲ نفر و ... بیان می‌شود، و اعلام تعداد دانش‌آموزان با اعداد  $\frac{۲۵}{۳}$  (بیست و پنج و سه دهم) نفر، یا  $\frac{۳۰}{۷}$  (سی و هفت دهم) نفر صحیح نمی‌باشد، چون تعداد هنرجویان یا کلاً تعداد افراد با عدد صحیح بیان می‌شود، به‌خاطر اینکه تعداد یک کمیت گسسته است نه پیوسته.

**ب) اندازه‌گیری**: تعیین مقدار کمیت‌های پیوسته مثل طول، جرم، نیرو و مقاومت اندازه‌گیری نامیده می‌شود. چنانکه در بخش اندازه‌گیری اشاره شده است، برای اندازه‌گیری یک کمیت پیوسته از استاندارد اندازه‌گیری آن کمیت استفاده می‌شود. در اندازه‌گیری، برخلاف شمارش می‌توانیم از اعداد غیر صحیح (کسری و اعشاری) نیز استفاده کنیم، یعنی در بیان مقادیر اندازه‌گیری شده می‌توان هم

از اعداد صحیح و هم از اعداد اعشاری و کسری استفاده کرد. مثلاً، مقاومت و نمره نخ را می‌توان با اعداد اعشاری و صحیح بیان کرد. چون کمیت‌های مقاومت و نمره نخ و واحدهای آنها وابسته به نیرو و جرم هستند و چون کمیت‌های نیرو و جرم خود کمیت‌های پیوسته هستند، لذا، مقاومت و نمره نخ نیز کمیت‌های پیوسته و واحدهای آنها نیز پیوسته هستند.

**ج) حسی:** در تعیین مقدار یا میزان بعضی از کمیت‌ها نمی‌توان از شمارش یا اندازه‌گیری به‌وسیله یک استاندارد معین استفاده کرد. کمیت‌هایی مانند زیبایی یا زشتی، دوست داشتن یا تنفر، شادی یا غم را نه می‌توان شمرد و نه می‌توان با یک ابزار استاندارد اندازه‌گیری کرد، بلکه میزان این کمیت‌ها به‌صورت حسی (احساسی) درک و بیان می‌شوند. برای تعیین بزرگی یا کوچکی، شدت یا ضعف این‌گونه کمیت‌ها از مقایسه حسی عناصر یا اجزای نمونه یا مجموعه استفاده می‌شود و نتایج مقایسه این کمیت‌ها را به‌صورت اعدادی که نشان دهند رتبه‌بندی آنها می‌باشد بیان می‌کنند.

در نساجی نیز کمیت‌هایی مثل زیردست پارچه یا راحتی پوشاک و البسه کمیت‌هایی هستند که به روش شمارش یا اندازه‌گیری با یک استاندارد نمی‌توان شدت و ضعف آنها را بیان کرد<sup>۱</sup>. بلکه، این کمیت‌ها به‌صورت حسی به وسیله افراد درک یا احساس می‌شوند، سپس بر اساس احساس و درک افراد، مواد مورد سنجش (پارچه یا لباس) با نسبت دادن اعدادی رتبه‌بندی می‌شوند. بنابراین، اعداد نسبت داده شده به عناصر مورد سنجش یا رتبه آنها به عنوان داده‌های آماری در عملیات آماری مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

**آمار توصیفی و آمار استنباطی:** نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های آماری که از یک نمونه آماری به‌دست می‌آید، می‌تواند بدون در نظر گرفتن جامعه آماری فقط برای عناصر موجود در نمونه مورد استفاده قرار گیرد، یا اینکه نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل را به جامعه آماری که نمونه از آن برداشت شده تعمیم دهیم. براین اساس، آمار به دو رشته آمار توصیفی و آمار استنباطی یا استقرایی تقسیم می‌شود.

**۱- آمار توصیفی:** در آمار توصیفی نتایج حاصل از روش‌های آماری استفاده شده برای اطلاعات آماری به‌دست آمده از یک نمونه آماری فقط برای تجزیه و تحلیل عناصر موجود در همان نمونه استفاده می‌شود.

**۲- آمار استنباطی:** در آمار استنباطی نتایج حاصل از روش‌های آماری استفاده شده برای اطلاعات آماری به‌دست آمده از یک نمونه آماری، برای تجزیه و تحلیل عناصر یک مجموعه بزرگ‌تر از نمونه در نظر گرفته شده، مثلاً برای جامعه آماری که نمونه از آن گرفته شده است مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**شاخص‌های آماری:** داده‌های آماری ویژگی‌های مختلفی دارند، و برای بیان و نشان دادن این ویژگی‌ها، مقدار این ویژگی‌ها تعیین یا محاسبه شده و با اعداد بیان می‌شوند. اعداد حاصل از عملیات آماری که برای توصیف داده‌های آماری یا نمونه آماری مورد استفاده قرار می‌گیرند را شاخص آماری می‌گویند. مهم‌ترین شاخص‌های آماری عبارت‌اند از شاخص‌های مرکزی و شاخص‌های پراکندگی.

### الف) شاخص‌های مرکزی

شاخص‌های مرکزی نشان می‌دهند که داده‌های آماری در اطراف کدام عدد از داده‌های آماری تمرکز دارند. مهم‌ترین شاخص‌های مرکزی عبارتند از میانگین حسابی، میانه، مُد.

**۱- میانگین حسابی:** برای یک گروه از اعداد مثل داده‌های آماری، میانگین‌های مختلفی می‌توان بیان کرد. از انواع میانگین‌هایی که برای یک گروه از اعداد تعریف می‌شود، میانگین حسابی است که با  $\bar{X}$  نشان داده می‌شود و از بقیه میانگین‌ها معمول‌تر

۱- لازم به توضیح است که تلاش‌های فراوانی در حال انجام است تا بتوان دستگاه‌هایی ساخت تا بتوان این کمیت‌ها را با توجه به رفتارهای فیزیکی پارچه اندازه‌گیری و با اعداد

است. براساس تعریف میانگین حسابی به صورت روبه‌رو محاسبه می‌شود: 
$$\text{میانگین حسابی} = \frac{\text{حاصل جمع مشاهدات}}{\text{تعداد مشاهدات}}$$

در این صورت اگر مشاهدات را به صورت  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  نشان دهیم، میانگین حسابی مشاهدات به صورت زیر حساب می‌شود:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

در رابطه فوق  $x$  نشان دهنده مشاهده؛  $\bar{X}$  میانگین (میانگین حسابی)؛  $i$  نشان دهنده شماره مشاهده (یعنی  $x_i$  نشان دهنده دومین و  $x_n$  نشان دهنده هشتمین مشاهده) و  $n$  نشان دهنده تعداد کل مشاهدات می‌باشد. فرمول کلی میانگین را به صورت زیر نشان می‌دهند:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

مثال ۱-۱- برای تعیین نمره نخ یک بوبین، تعداد ۱۰ نمونه از این نخ مورد آزمایش قرار گرفته که نتایج حاصل برحسب تکس به صورت زیر می‌باشد. میانگین نمره نخ را حساب کنید.

۲۱، ۱۹/۵، ۲۰/۵، ۱۸/۵، ۲۰، ۲۲، ۲۱/۵، ۱۹/۸، ۲۰/۸، ۱۹

در اینجا تعداد نمونه ۱۰ یعنی  $n=10$  است. لذا میانگین ( $\bar{X}$ ) به صورت زیر حساب می‌شود:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{21 + 19/5 + 20/5 + 18/5 + 20 + 22 + 21/5 + 19/8 + 20/8 + 19}{10} = 20/26$$

۲- **میانه**: در یک گروه از اعداد مثلاً یک گروه از داده‌های آماری، میانه عددی است که نیمی از داده‌ها از آن کوچک‌تر و نیم دیگر از آن بزرگ‌تر هستند. به تعبیر دیگر، اگر یک گروه از داده‌های آماری را از کوچک به بزرگ مرتب کنیم، و اگر تعداد داده آماری فرد باشد، عدد میانی به‌عنوان میانه در نظر گرفته می‌شود. ولی اگر تعداد داده‌های آماری زوج باشد، میانگین دو عدد میانی به‌عنوان میانه در نظر گرفته می‌شود.

مثال ۱-۲- میانه هریک از گروه داده‌های زیر را بیابید.

۲۴ و ۴۸ و ۱۸ و ۱۶ و ۴ و ۸ و ۱۶ و ۱۸ و ۳۲ و ۱۲ و ۸ و ۲ و ۲۲: گروه اول

۱۳ و ۱۵ و ۱۷ و ۳۱ و ۷ و ۹ و ۱۹ و ۱۷ و ۳۳ و ۳: گروه دوم

الف) برای یافتن میانه گروه اول، ابتدا اعداد موجود در داده‌ها را به ترتیب کوچک به بزرگ (صعودی) و به ترتیب زیر مرتب می‌کنیم:

۲ و ۴ و ۸ و ۸ و ۱۲ و ۱۶ و ۱۶ و ۱۸ و ۱۸ و ۲۲ و ۲۴ و ۳۲ و ۴۸

در اینجا عددی که زیر آن خط کشیده شده است یعنی ۱۶ به‌عنوان میانه در نظر گرفته می‌شود، چون کل اعداد موجود در گروه ۱۳ می‌باشد، و ۶ عدد قبل از عدد میانه و ۶ عدد بعد از میانه قرار دارند.

ب) برای تعیین میانه گروه دوم، مثل گروه اول، اعداد گروه دوم را از کوچک به بزرگ مرتب می‌کنیم.

۳ و ۳۳ و ۱۹ و ۱۷ و ۱۵ و ۱۳ و ۱۳ و ۹ و ۷ و ۳

در اینجا تعداد اعداد موجود در گروه زوج (۱۰) می‌باشد. لذا، برای تعیین میانه، میانگین حسابی دو عدد میانی یعنی ۱۳ و ۱۵

(زیر این اعداد خط کشیده شده است) حساب شده و به‌عنوان میانه در نظر گرفته می‌شود. یعنی میانه به طریق زیر حساب می‌شود:

$$\text{میانه} = \frac{13 + 15}{2} = \frac{28}{2} = 14$$

۳- مُد: در یک گروه از داده‌های آماری، مُد به عددی گفته می‌شود که بیشتر از همه در داده‌ها وجود داشته باشد، یا به تعبیری بیشترین فراوانی را داشته باشد.

مثال ۱-۳: در گروه داده‌های زیر، مُد را تعیین کنید.

۷ و ۱۲ و ۷ و ۴ و ۱۵ و ۱۳ و ۱۰ و ۸ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۳ و ۵ و ۳ و ۷ و ۵ و ۱

در گروه داده‌های فوق بیشترین تکرار مربوط به عدد ۷ می‌باشد. لذا، عدد ۷ به‌عنوان مُد در نظر گرفته می‌شود.  
توجه: به شاخص مُد، «نما» نیز گفته می‌شود.

### ب) شاخص‌های پراکندگی

در یک گروه از داده‌های آماری، اگر همه داده‌ها با یکدیگر برابر باشند، پراکندگی بین داده‌ها وجود ندارد. ولی در عمل، مثلاً در یک آزمایش تعیین نمره نخ، نمره حاصل از نمونه‌های مختلف، با یکدیگر متفاوت هستند و برای بیان تفاوت، میزان تفاوت و چگونگی تفاوت داده‌ها در یک گروه از داده‌های آماری، از شاخص‌های پراکندگی استفاده می‌کنند. اصولاً، شاخص‌های پراکندگی نشان دهنده میزان و چگونگی پراکندگی داده‌های آماری هستند.

شاخص‌های پراکندگی عبارت‌اند از دامنه تغییرات، میانگین انحرافات، واریانس، انحراف معیار و ضریب تغییرات، که در زیر به آنها پرداخته می‌شود:

۱- دامنه تغییرات: دامنه تغییرات که با R نشان داده می‌شود، نشان‌دهنده وسعت یا میدان تغییرات داده‌های آماری می‌باشد. در واقع دامنه تغییرات بیان‌کننده فاصله بین کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین عدد موجود در گروه داده‌های آماری می‌باشد. تفاضل بین بزرگ‌ترین عدد و کوچک‌ترین عدد موجود در گروه داده‌های آماری نشان‌دهنده دامنه تغییرات بوده و برای این کار کوچک‌ترین عدد را از بزرگ‌ترین عدد کم می‌کنیم.

برای مثال، برای تعیین دامنه تغییرات داده‌های گروه اول در مثال ۱-۲ به روش زیر عمل می‌کنیم:

بزرگترین عدد = ۴۸ و کوچکترین عدد = ۲

$$R = 48 - 2 = 46 \text{ دامنه تغییرات}$$

یا در مثال ۱-۳، دامنه تغییرات به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$$R = 15 - 1 = 14$$

۲- میانگین انحرافات: در یک گروه از داده‌های آماری، اگر میانگین را حساب کنیم، فاصله هر یک از داده‌ها تا میانگین به‌عنوان انحراف در نظر گرفته می‌شود که در واقع نشان‌دهنده اختلاف بین یک داده معین و میانگین می‌باشد. در یک گروه از داده‌های آماری، به تعداد داده‌های آماری، انحراف از میانگین یا انحراف داریم. انحراف هر داده، با تفاضل آن داده از میانگین به‌دست می‌آید.

به متوسط یا معدل انحراف‌ها، میانگین انحرافات ( $\bar{d}$ ) گفته می‌شود. میانگین انحرافات از حاصل تقسیم مجموع قدر مطلق انحرافات بر تعداد داده‌ها (n) به‌دست می‌آید. اگر انحراف i امین داده از میانگین یعنی  $d_i$  برابر  $x_i - \bar{x}$  باشد، آنگاه میانگین انحرافات از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

در رابطه فوق از قدر مطلق استفاده شده است، چون بعضی از داده‌ها بزرگ‌تر از میانگین و برخی دیگر کوچک‌تر از میانگین هستند. لذا، برای جلوگیری از جمع جبری یا اثرگذاری عددهای مثبت و منفی بر یکدیگر، از قدر مطلق استفاده شده است تا عددهای مثبت و منفی یکدیگر را خنثی نکنند.

مثال ۱-۴- برای تعیین نمره نخب یک بوبین ۱۰ نمونه از آن انتخاب و آزمایش لازم بر روی آنها انجام شده است. اگر نمره‌های تعیین شده به صورت زیر باشد، میانگین انحرافات را حساب کنید.

۳۰/۷ و ۳۱ و ۲۹ و ۲۸/۷ و ۲۹/۵ و ۲۸/۷ و ۳۰ و ۳۰/۵ و ۳۱/۸ و ۳۲/۵

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i}{10} = \frac{32/5 + 31/8 + 30/5 + 30 + 28/7 + 29/5 + 28/7 + 29 + 31 + 30/7}{10} = \frac{302/4}{10} = 30/24$$

اکنون با توجه به میانگین، انحراف هر یک از داده‌ها را از میانگین حساب کرده در جدول زیر درج می‌کنیم.

$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$d_i =  x_i - \bar{x} $
۳۲/۵	۲/۲۶	۲/۲۶
۳۱/۸	۱/۵۶	۱/۵۶
۳۰/۵	۰/۲۶	۰/۲۶
۳۰	-۰/۲۴	۰/۲۴
۲۸/۷	-۱/۵۴	۱/۵۴
۲۹/۵	-۰/۷۴	۰/۷۴
۲۸/۷	-۱/۵۴	۱/۵۴
۲۹	-۱/۲۴	۱/۲۴
۳۱	۰/۷۶	۰/۷۶
۳۰/۷	۰/۴۶	۰/۴۶

حال برای محاسبه میانگین انحرافات به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} d_i}{10} = \frac{2/26 + 1/56 + 0/26 + 0/24 + 1/54 + 0/74 + 1/54 + 1/24 + 0/76 + 0/46}{10}$$

$$d = \frac{10/6}{10} \Rightarrow \bar{d} = 1/6$$

یعنی، به طور متوسط هر داده به مقدار ۱/۶ با میانگین نمره نخب اختلاف دارد.

۳- واریانس: اگرچه میانگین انحرافات شاخص خوبی برای نشان دادن اختلاف بین داده‌های آماری با میانگین می‌باشد، ولی چون به دلیل استفاده از قدر مطلق همه تغییرات به صورت مثبت در نظر گرفته می‌شوند، لذا کاربرد آن در محاسبات و نظریات آماری دشوار می‌باشد. بنابراین، از شاخص دیگری به نام واریانس که با  $S^2$  نشان داده می‌شود، استفاده می‌گردد. شاخص واریانس از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

در محاسبه واریانس برخلاف محاسبه میانگین انحرافات، از مربع اختلاف هر داده با میانگین حساب می‌شود. از سوی دیگر به نظر می‌رسد که در محاسبه واریانس به جای  $n-1$  باید از  $n$  استفاده شود. البته در محاسبه واریانس برای تعداد داده‌های بیشتر از ۳۰ در مخرج کسر از  $n$  و برای تعداد داده‌های کمتر از ۳۰ در مخرج کسر از  $n-1$  استفاده می‌شود.

مثال ۱-۵- واریانس نمره نخ اشاره شده در مثال ۱-۴ را تعیین نمایید.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^{i=9} (x_i - 30/24)^2}{9}$$

$$= \frac{(2/26)^2 + (1/56)^2 + (0/26)^2 + (0/24)^2 + (1/54)^2 + (0/74)^2 + (1/54)^2 + (1/24)^2 + (0/76)^2 + (0/46)^2}{9}$$

$$= \frac{5/1076 + 2/4336 + 0/0676 + 0/0576 + 2/3716 + 0/5476 + 2/3716 + 1/5376 + 0/5776 + 0/2116}{9}$$

$$= \frac{15/2837}{9} \Rightarrow S^2 = 1/7$$

در واقع واریانس نشان‌دهنده میانگین مجذور یا مربعات اختلاف داده‌ها با میانگین می‌باشد.

۴- **انحراف معیار**: چنانکه اشاره شد، واریانس نشان‌دهنده میانگین مربعات اختلاف داده‌ها با مقدار میانگین می‌باشد، لذا از نظر واحد، متفاوت از واحد داده‌ها می‌باشد. بنابراین اگر در نظر باشد که مقدار نشان‌دهنده تغییرات داده‌ها نسبت به میانگین دارای واحدی یکسان با داده‌های آماری باشد، باید از واریانس داده‌ها جذر گرفته شود. در این صورت به جذر واریانس، انحراف معیار گفته می‌شود که با S نشان داده می‌شود. انحراف معیار از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

مثال ۱-۶- مقدار انحراف معیار نمره نخ در مثال ۱-۴ را حساب کنید.

مقدار واریانس ( $S^2$ ) نمره نخ مثال ۱-۴ در مثال ۱-۵ حساب شده است. یعنی  $S^2 = 1/7$ . بنابراین مقدار انحراف معیار به صورت

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{1/7} = 1/3$$

زیر حساب می‌شود:

۵- **ضریب تغییرات**: اگرچه واریانس و انحراف معیار نشان‌دهنده چگونگی پراکندگی داده‌ها در اطراف میانگین می‌باشند و به نحوی معدل اختلاف داده‌ها را نسبت به میانگین نشان می‌دهند، ولی تنها با دانستن انحراف معیار نمی‌توان درک صحیحی نسبت به بزرگ بودن یا کوچک بودن آن داشت. برای مثال، اگر انحراف معیار وزن یک نمونه  $20^\circ$  تایی از بوبین‌های نخ  $70^\circ$  گرم و انحراف معیار وزن یک نمونه  $20^\circ$  تایی از عدل‌های پنبه  $2100^\circ$  گرم باشد، در نگاه نخست، به نظر می‌رسد که وزن عدل‌های پنبه دارای پراکندگی بیشتری نسبت به وزن بوبین‌های نخ می‌باشند. در حالیکه، اگر انحراف معیار وزن بوبین‌ها نسبت به میانگین وزن بوبین‌ها و انحراف معیار وزن عدل‌های پنبه را نسبت به میانگین وزن عدل‌های پنبه محاسبه نمایم، دیده می‌شود که پراکندگی وزن بوبین‌های نخ بیشتر از پراکندگی وزن عدل‌های پنبه است. از این رو، برای بیان بزرگی یا کوچکی انحراف معیار یک نمونه، یا برای مقایسه انحراف معیارهای دو نمونه (مثل وزن بوبین‌ها و عدل‌های پنبه در بالا)، از کمیت دیگری به نام ضریب تغییرات (CV) استفاده می‌شود که معمولاً ضریب تغییرات را بر حسب درصد (CV%) محاسبه و بیان می‌کنند. مقدار عددی CV به صورت محاسبه می‌شود:

$$\%CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

در محاسبه CV% عوامل انحراف معیار (S) و میانگین ( $\bar{x}$ ) نمونه‌ها مورد نیاز است. به بیان دیگر، CV% نشان می‌دهد که، وقتی میانگین برابر  $\bar{x}$  باشد، انحراف معیار S است، حال اگر میانگین  $100^\circ$  باشد، انحراف معیار چقدر است. در واقع مقدار CV%

از تناسب ساده زیر به دست می آید :

(S) انحراف معیار  $\rightarrow \bar{X}$  میانگین

% CV  $\rightarrow 100$  میانگین

$$\Rightarrow \% CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

مثال ۱-۷- یک نمونه  $20^\circ$  تایی از بوبین های نخ توزین شده اند و میانگین وزن بوبین  $2100$  گرم و انحراف معیار  $70$  گرم می باشد. از سوی دیگر، یک نمونه  $20^\circ$  تایی از عدل های پنبه توزین شده اند و میانگین وزن عدل ها  $198000$  کیلوگرم و انحراف معیار  $2$  کیلوگرم بوده است. ضریب تغییرات هر یک از نمونه ها را جداگانه حساب کرده و با یکدیگر مقایسه کنید.

ضریب تغییرات وزن بوبین های نخ به صورت زیر حساب می شود :

$$\% CV_{\text{بوبین}} = \frac{70}{2100} \times 100 = 3.33$$

ضریب تغییرات وزن عدل های پنبه به صورت زیر حساب می شود :

$$\% CV_{\text{عدل}} = \frac{2000}{198000} \times 100 = 1.01$$

دیده می شود، اگرچه انحراف معیار وزن بوبین های نخ ( $70$  گرم)، کمتر از انحراف معیار وزن عدل های پنبه ( $2000$  گرم) است، ولی ضریب تغییرات وزن بوبین های نخ بیش از  $3$  برابر ضریب تغییرات وزن عدل های پنبه می باشد.

مقدار % CV در کنترل کیفیت مواد و کالاهای نساجی و در آزمایشگاه های نساجی برای تعیین کمیت های مواد و کالاهای نساجی بسیار با اهمیت و دارای کاربرد فراوانی است. مثلاً در تعیین یکنواختی نمره نخ، تاب نخ، طول الیاف، مقاومت پارچه و ... برای بیان یکنواختی یا نایکنواختی کمیت مورد نظر، % CV آن محاسبه شده و اعلام می گردد.

مثال ۱-۸- برای تعیین تاب یک نخ تعداد  $10$  نمونه از آن انتخاب شده و تاب این  $10$  نمونه با دستگاه تاب سنج اندازه گیری شده است. تاب این  $10$  نمونه نخ  $810$ ،  $815$ ،  $790$ ،  $785$ ،  $800$ ،  $805$ ،  $789$ ،  $813$ ،  $790$  و  $795$  تاب در متر می باشد. مطلوب است میانگین، واریانس، انحراف معیار و ضریب تغییرات تاب نخ.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i}{10} = \frac{810 + 815 + 790 + 785 + 800 + 805 + 789 + 813 + 790 + 795}{10}$$

$$= \frac{7992}{10} = 799.2$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{9} = \frac{1083.96}{9} = 120.44$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{120.44} = 10.98$$

$$\% CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 = \frac{10.98}{799.2} \times 100 = 1.37\%$$

$x_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
810	10.8	116.64
815	15.8	249.64
790	-9.2	84.64
785	-14.2	201.64
800	0.8	0.64
805	5.8	33.64
789	-10.2	104.04
813	13.8	190.44
790	-9.2	84.64
795	4.2	17.64
جمع 7992		1083.96

## پرسش‌های فصل

- ۱- اندازه‌گیری را تعریف کنید.
- ۲- فرق بین کمیت‌های قابل اندازه‌گیری و کمیت‌های قابل شمارش را توضیح دهید.
- ۳- دستگاه واحدها را توضیح دهید.
- ۴- کمیت‌های اصلی در دستگاه بین‌المللی SI کدامند؟ واحدهای کمیت‌های اصلی در این دستگاه را نام ببرید.
- ۵- طول یک طناب  $204$  متر می‌باشد. طول این طناب را برحسب یارد، اینچ و فوت حساب کنید.
- ۶- جرم یک طاقه پارچه به وزن  $20$  پوند، چند کیلوگرم است.
- ۷- آمار را تعریف کنید.
- ۸- جامعه آماری و نمونه آماری را تعریف کنید.
- ۹- فرق بین آمار توصیفی و آمار استنباطی را بیان کنید.
- ۱۰- داده‌های آماری را تعریف کنید و روش‌های تعیین داده‌های آماری را بیان کنید.
- ۱۱- عملیات آماری و شاخص‌های آماری را تعریف کنید.
- ۱۲- فرق بین شاخص‌های مرکزی و شاخص‌های پراکندگی را بیان کنید.
- ۱۳- از یک بوبین نخ  $10$  نمونه برای تعیین نمره انتخاب شده و نمرات اندازه‌گیری شده به شرح زیر می‌باشد:  
 $23/5$  و  $24/3$  و  $22/9$  و  $24$  و  $25$  و  $25/6$  و  $22/9$  و  $24$  و  $24$  و  $23/8$   
مطلوبست میانگین، نما، مُد، واریانس، انحراف معیار و ضریب تغییرات نمره نخ.



## طول الیاف

هدفهای رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

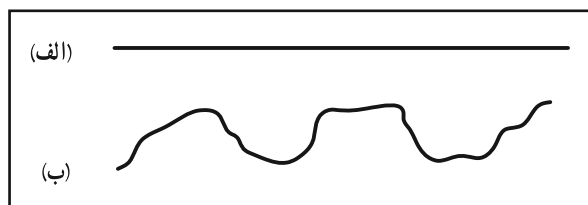
- ۱- مفهوم و اهمیت طول لیف را بیان نماید.
- ۲- نمودار طول الیاف پنبه را توضیح دهد.
- ۳- طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین را تعریف کرده و نحوه تعیین آنها از روی نمودار طول الیاف پنبه را توضیح دهد.
- ۴- نحوه تعیین طول متوسط پشم از روی نمودار توزیع تجمعی الیاف پشم را توضیح دهد.
- ۵- اثرات طول الیاف را توضیح دهد.

## مفهوم و تنوع طول الیاف

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های فیزیکی الیاف نساجی، طول لیف می‌باشد. طول لیف، عبارت است از فاصله بین دو سر لیف وقتی که لیف به صورت مستقیم و کشیده شده (بدون فرموج) قرار گرفته باشد. اگر یک لیف به صورت آزاد قرار داشته باشد، ممکن است دارای فرموج باشد، در این صورت فاصله بین دو سر لیف دارای فرموج، کوتاه‌تر از طول واقعی لیف می‌باشد. در شکل ۱-۱۳ دو لیف نشان داده شده است. در قسمت (الف) از شکل ۱-۱۳ یک لیف به صورت کشیده شده نشان داده شده است که بدون فرموج بوده و طول لیف برابر فاصله بین دو سر لیف می‌باشد. اما در قسمت (ب) از شکل ۱-۱۳ یک لیف نشان داده شده است که کشیده نشده و مستقیم نیست و دارای فرموج می‌باشد، در این صورت طول لیف بیشتر از فاصله بین دو سر لیف می‌باشد.

طول الیاف طبیعی مثل الیاف پنبه و پشم دارای تنوع زیادی است، مثلاً در یک دسته از الیاف پنبه شاید بتوان دو لیف یافت که دارای طول یکسان باشند. برای همین، ضریب تغییرات طول الیاف پنبه از یک نمونه به نمونه دیگر بسیار متفاوت می‌باشد. این تفاوت در طول الیاف طبیعی به دلیل منشأ طبیعی و بیولوژیکی این الیاف می‌باشد. این در حالی است که الیاف مصنوعی که به صورت صنعتی تولید و بریده می‌شوند، دارای طول یکسانی بوده و ضریب تغییرات طول در الیاف مصنوعی قابل کنترل بوده و می‌توان الیافی با طول یکسان یا با تنوع طول معین تولید نمود.

جدول ۱-۱۳ تنوع طول الیاف طبیعی را نشان می‌دهد.



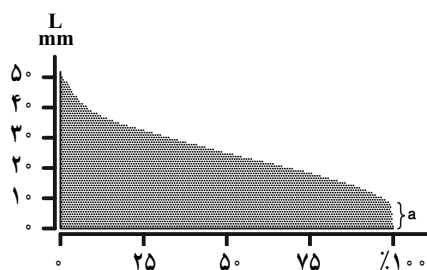
الف) لیف کشیده شده و مستقیم ، (ب) فاصله دو سر لیف < طول لیف  
شکل ۱-۱۳- طول لیف و فاصله بین دو سر لیف

جدول ۱-۱۳- تنوع طول الیاف طبیعی

طول (mm)	نوع لیف
	الف) پنبه
۱۳-۱۶	- بنگال
۱۹-۳۰	- سوریه
۱۳-۲۸	- ایران
۱۹-۳۰	- آمریکا
۳۰-۳۲	- مصر (علیا)
۳۲-۳۵	- مصر (کارناک)
۳۸-۴۴	- سی‌آیلند
	ب) پشم
۶۳-۷۶	- مریوس استرالیا (S ۸۰)
۷۶-۸۹	- مریوس کشورهای جنوبی (S ۵۶)
۱۲۷-۱۵۲	- پشم ضخیم (S ۴۸)
۲۵۴-۳۰۵	- پشم ضخیم کوهستانی (S ۳۶)
۳۰۵-۹۱۵	ج) کتان (طول تقریبی ساقه)
۳۰۰-۷۵۰	د) کنف (طول تقریبی ساقه)
۳۷۵-۹۰۰	ه) جوت باجتایی (طول تقریبی ساقه)

## نمودار طول الیاف

چنانکه توضیح داده شده است، طول الیاف طبیعی مثل پنبه یا پشم در یک اندازه نبوده و حتی در یک توده کوچک از الیاف پنبه، تنوع و پراکندگی طول الیاف زیاد است. از این رو در یک توده کوچک پنبه می‌توان الیاف با طول‌های متفاوت از کوتاه‌ترین طول (مثلاً ۴ میلی‌متر) تا بلندترین طول (مثلاً ۳۲ میلی‌متر تا ۶۰ میلی‌متر که بستگی به نوع پنبه دارد) یافت. در عملیات ریسندگی و تجارت، دانستن چگونگی توزیع طول الیاف یا دانستن نمودار طولی الیاف از نظر فنی و اقتصادی بسیار با اهمیت می‌باشد. برای همین نمودار طول الیاف مثل پنبه ترسیم می‌شود تا در مواردی مثل فنی و اقتصادی (تجاری) از آن بهره گرفته شود. یکی از روش‌های معمول ترسیم



شکل ۲-۱۳- نمودار طول الیاف پنبه

نمودار طول الیاف پنبه به این صورت است که، الیاف پنبه را به ترتیب از بلندترین لیف تا کوتاه‌ترین لیف که در توده مورد نظر قرار دارند جدا کرده و به ترتیب از لیف بلند به لیف کوتاه از سر پائینی روی یک خط افقی کنار هم قرار داده و سرهای بالایی الیاف را با یک خط ممتد به هم وصل می‌کنند و به این صورت نمودار طول الیاف رسم می‌شود. در شکل ۲-۱۳، نمودار طول الیاف پنبه نشان داده شده است.

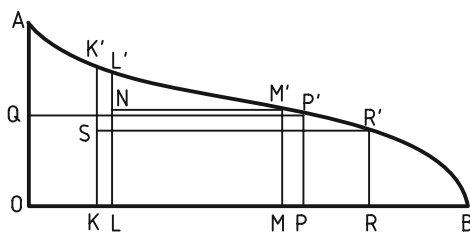
## تعیین طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین پنبه

– طول مؤثر: طول مؤثر الیاف یکی از پارامترهای مهم طولی الیاف است که از روی نمودار طول الیاف پنبه و به روش ترسیمی به دست می‌آید. طول مؤثر الیاف، طولی است که تنظیمات فواصل مثل فاصله بین غلتک‌های کشش در ماشین‌های ریسندگی از روی این طول انجام می‌شود.

– درصد الیاف کوتاه: در نمودار طول الیاف، به الیاف کوتاه‌تر از نصف طول مؤثر، الیاف کوتاه نامیده می‌شود. از این رو، به درصد الیاف با طول کوتاه‌تر از طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه گفته می‌شود.

– طول میانگین: طول میانگین، نشان دهنده متوسط طول الیاف بوده و با دانستن طول میانگین، اثر چگونگی توزیع طول الیاف یا اثر شیب نمودار طول الیاف کاهش یافته یا از بین می‌رود.

برای تعیین طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین الیاف پنبه، با توجه به شکل ۳-۱۳، یک نمودار طول الیاف پنبه را در نظر می‌گیریم. در این شکل O به عنوان مبدأ، OB محور افقی و OA محور عمودی است. یعنی OA عمود بر OB است. OA، حداکثر طول لیف می‌باشد. برای تعیین طول مؤثر به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:



شکل ۳-۱۳- تعیین طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و میانگین طول الیاف

۱- نقطه Q را بر روی محور عمودی و در وسط OA تعیین می‌کنیم.

۲- از نقطه Q خطی موازی محور افقی OB رسم می‌کنیم تا نمودار را در نقطه P قطع کند.

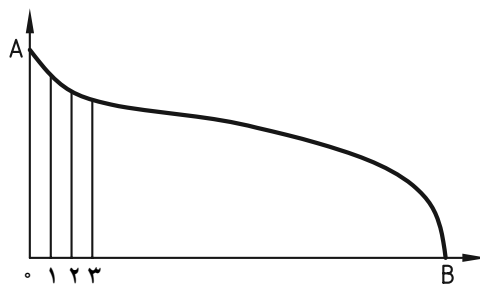
- ۳- از نقطه P' عمودی رسم می‌کنیم تا محور OB را در نقطه P قطع کند.
- ۴- نقطه k را روی محور OB طوری تعیین می‌کنیم که  $Ok = \frac{1}{4}OP$  باشد.
- ۵- از نقطه k عمودی رسم می‌کنیم تا نمودار را در نقطه k' قطع کند.
- ۶- نقطه S را در وسط kk' تعیین می‌کنیم.
- ۷- از نقطه S خطی موازی OB رسم می‌کنیم تا نمودار را در R' قطع کند.
- ۸- از نقطه R' عمودی رسم می‌کنیم تا OB را در نقطه R قطع کند.
- ۹- نقطه L را بر روی OB طوری تعیین می‌کنیم که  $OL = \frac{1}{4}OR$  باشد.
- ۱۰- از نقطه L خطی عمود رسم می‌کنیم تا نمودار را در L' قطع کند.

طول خط LL' به‌عنوان طول مؤثر در نظر گرفته شده و بیان می‌شود. با توجه به تعریف الیاف کوتاه، اگر فرض کنیم که خط افقی SR' از وسط خط LL' می‌گذرد، آنگاه الیاف کوتاه‌تر از طول RR' به‌عنوان الیاف کوتاه در نظر گرفته می‌شوند. در این صورت درصد الیاف کوتاه از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$\text{درصد الیاف کوتاه} = \frac{RB}{OB} \times 100$$

اگر الیاف با طول کوتاه‌تر از RR' که به‌عنوان الیاف کوتاه می‌باشند را نادیده بگیریم، چون  $OL = \frac{1}{4}OR$  است، لذا می‌توان گفت که طول مؤثر الیاف یعنی LL' طولی است که  $\frac{1}{4}$  از الیاف، طولی بیشتر از آن و  $\frac{3}{4}$  از الیاف، طولی کوتاه‌تر از آن دارند. طول میانگین الیاف از تقسیم مساحت زیر نمودار طول الیاف بر OB به‌دست می‌آید. برای این کار محور OB به فاصله‌های ۲ یا ۳ میلی‌متری درجه‌بندی می‌شود (در صورت استفاده از فاصله ۲ میلی‌متری، دقت بیشتر می‌شود). در این صورت مستطیل‌هایی با عرض ۲ میلی‌متر (در صورت درجه‌بندی به فاصله ۲ میلی‌متر) و طول برابر ارتفاع نمودار طول به‌دست می‌آید (شکل ۴-۱۳). اگر مساحت مستطیل‌های کوچک حاصل را با هم جمع کنیم و تقسیم بر OB نماییم، طول میانگین الیاف به‌دست می‌آید. در واقع طول میانگین الیاف از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n W \times L_i}{n}$$

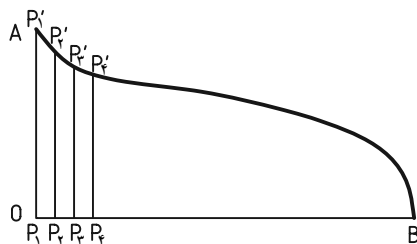


شکل ۴-۱۳- تعیین طول میانگین الیاف از روی نمودار طول الیاف پنبه.  
(عرض مستطیل‌ها ۲ میلی‌متر)

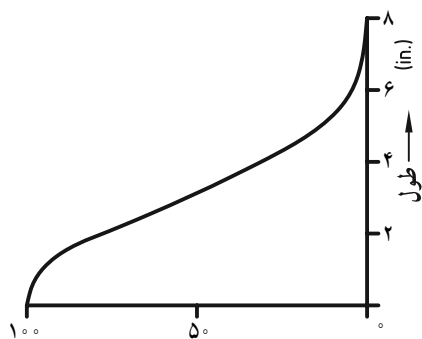
در رابطه فوق  $\bar{L}$  طول میانگین الیاف، W عرض مستطیل‌های کوچک (برابر ۲ یا ۳ میلی‌متر)،  $L_i$  طول ضلع (ضلع سمت راست) مستطیل به عرض W، n تعداد مستطیل‌های به عرض W. روش دیگر و ساده‌تر تعیین طول میانگین به این صورت است که بر روی OB، n نقطه به فاصله مساوی از یکدیگر تعیین کنیم

و این نقاط را به  $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$  بنامیم. از هر نقطه  $P_i$  یک عمود رسم می‌کنیم تا نمودار طول الیاف را در نقطه  $P'_i$  قطع کند (شکل ۵-۱۳). میانگین طول  $P_i P'_i$  ها، همان طول میانگین الیاف می‌باشد. یعنی طول میانگین الیاف پنبه از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i P'_i}{n}$$



شکل ۵-۱۳- تعیین طول میانگین از روی ارتفاع نمودار طول الیاف پنبه



شکل ۶-۱۳- نمودار توزیع تجمعی طول الیاف پشم.

در ریسندگی پشم، برای تنظیم فواصل ماشین‌های ریسندگی، به‌ویژه برای تنظیم فاصله‌های ناحیه‌های کشش از طول متوسط الیاف پشم استفاده می‌شود. برای تعیین طول متوسط الیاف پشم از نمودار توزیع تجمعی الیاف پشم استفاده می‌شود. در شکل ۶-۱۳، نمودار توزیع تجمعی الیاف پشم نشان داده شده است. از میانگین طول‌های ۵٪، ۱۵٪، ۲۵٪، ۳۵٪، ۴۵٪، ۵۵٪، ۶۵٪، ۷۵٪، ۸۵٪ و ۹۵٪ طول الیاف پشم برای بیان طول متوسط این الیاف استفاده می‌شود. یعنی مجموع طول‌های ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۵، ۵۵، ۶۵، ۷۵، ۸۵، ۹۵ درصد را تقسیم بر ۱۰ می‌کنند و حاصل، طول متوسط الیاف پشم می‌باشد.

## اثرات طول الیاف

**اثر طول الیاف بر حد ریسندگی:** چون ساختمان نخ‌های رسیده شده مثل نخ‌های پنبه‌ای، در اثر فشار جانبی الیاف و در نتیجه اصطکاک بین الیاف تشکیل می‌شود، و چون درگیری یک لیف با طول بلند در نخ، بیشتر از درگیری یک لیف کوتاه است، بنابراین سهم یک لیف بلندتر در ساختمان نخ بیشتر از سهم یک لیف کوتاه‌تر بوده و در نتیجه با الیاف بلندتر می‌توان نخ ظریف‌تری رسید. به تعبیر دیگر، اگر الیاف دارای طول بلندتری باشند، در این صورت با تعداد الیاف کمتری در سطح مقطع، می‌توان ساختمان یک نخ را تشکیل داد.

**اثر طول الیاف بر مقاومت نخ:** چون مقاومت هر نخ حاصل اصطکاک بین الیاف تشکیل‌دهنده آن نخ می‌باشد، و چون درگیری یک لیف بلند بیشتر از درگیری یک لیف کوتاه در نخ می‌باشد، لذا هر چقدر طول الیاف تشکیل‌دهنده یک نخ بیشتر باشد، مقاومت نخ حاصل نیز بیشتر خواهد بود.

## اثر طول الیاف بر یکنواختی نخ

در جریان عملیات ریسندگی، بسیاری از الیاف کوتاه و الیافی که در منطقه کشش تحت کنترل غلتک‌های کشش نیستند از الیاف در حال عملیات جدا شده و به‌صورت انواع ضایعات خارج می‌شوند. همین خروج الیاف به‌صورت ضایعات منجر به نایکنواختی در رشته الیاف می‌شوند. از این‌رو، اگر در توده یا رشته الیاف در حال عملیات از الیاف با طول بلندتر استفاده شود، خروج الیاف به‌صورت ضایعات کاهش یافته و نخ یکنواخت‌تر می‌توان رسید.

**اثر طول الیاف بر پرز نخ :** پرز نخ در واقع سرهای الیاف تشکیل دهنده نخ هستند که از داخل نخ بیرون می‌آیند و به صورت سرهای آزاد در سطح نخ دیده می‌شوند. در تولید یک نخ، اگر از الیاف کوتاه‌تر استفاده شود، آنگاه تعداد الیاف برای تولید این نخ و در نتیجه تعداد سرهای الیاف بیشتر خواهد بود. بنابراین، در تولید یک نخ، هرچه طول لیف کمتر باشد یا هرچه الیاف کوتاه‌تر باشند، پرز نخ تولیدی نیز بیشتر خواهد بود.

**اثر طول الیاف بر زیر دست کالای تولیدی :** در صورتی که در تولید یک نخ از الیاف بلندتر استفاده شود، نخ مورد نظر نیاز به تاب کمتر داشته و نخ حاصل بکنواخت‌تر، صاف‌تر و دارای پرز کمتری خواهد بود. بنابراین، پارچه بافته شده از نخی که با الیاف بلندتر ریسیده شود، صاف‌تر بوده و دارای زیر دست مطلوب‌تر است.

**اثر طول الیاف بر بهره‌وری تولید :** طول الیاف بر روی بهره‌وری ریسندگی و تولید نخ مؤثر است. با افزایش طول الیاف، بهره‌وری تولید نخ نیز افزایش می‌یابد. سه دلیل مهم افزایش بهره‌وری تولید در ریسندگی، با افزایش طول الیاف را می‌توان به صورت زیر بیان کرد :

- ۱- الیاف بلندتر نیاز به تاب کمتری دارند، در نتیجه تولید نخ افزایش می‌یابد.
- ۲- کاهش گسستگی در مواد در جریان عملیات ریسندگی، مثل کاهش پارگی تار عنکبوتی در ماشین‌های خط ریسندگی مثل ماشین کارد یا کاهش نخ پارگی بر روی ماشین ریسندگی مثل ماشین رینگ و در نتیجه افزایش تولید.
- ۳- کاهش ضایعات الیاف در ماشین‌های ریسندگی.

## **پرسش‌های فصل**

- ۱- طول الیاف را تعریف کنید.
- ۲- تنوع طول در کدام یک از دسته الیاف طبیعی یا مصنوعی بیشتر است؟ چرا؟
- ۳- طول مؤثر را تعریف کنید و چگونگی تعیین طول مؤثر را توضیح دهید.
- ۴- درصد الیاف کوتاه و طول میانگین را تعریف کنید.
- ۵- طول میانگین الیاف چگونه تعیین می‌شود.
- ۶- چهار اثر از اثرات طول الیاف را بیان کنید.
- ۷- اثر طول الیاف بر بهره‌وری ریسندگی را توضیح دهید.

## جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف

### هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- اهمیت جرم مخصوص مواد و الیاف را توضیح دهد.
- ۲- جرم مخصوص را تعریف کرده و واحدهای آن را بیان کند.
- ۳- سطح مخصوص الیاف را تعریف کرده و واحدهای آن را بیان کند.
- ۴- روش‌های اندازه‌گیری جرم، حجم و جرم مخصوص الیاف را توضیح دهد.

## جرم مخصوص الیاف

جرم مخصوص یک کمیت فیزیکی مهم در مواد می‌باشد که نشان‌دهنده تراکم ماده است. یکی از عوامل تعیین‌کننده مواد در کاربردهای صنعتی و مهندسی، جرم مخصوص آنها می‌باشد. در حالی که جرم مخصوص یک ماده از ویژگی‌های ذاتی آن ماده می‌باشد، ولی سطح مخصوص یک ماده می‌تواند مستقل از جنس ماده باشد یعنی، براساس تعریفی که از سطح مخصوص می‌شود، سطح مخصوص می‌تواند مستقل یا وابسته به جنس ماده باشد.

جرم مخصوص هر ماده نشان‌دهنده چگالی آن ماده بوده و جرم حجمی نیز نامیده می‌شود. چگالی عبارت است از تراکم ماده در یک حجم معین. در واقع جرم مخصوص الیاف نشان‌دهنده مقدار جرم واحد حجم الیاف است. جرم مخصوص الیاف مختلف، متفاوت از یکدیگر است، و جرم مخصوص الیاف یکی از شاخص‌های شناسایی الیاف نساجی می‌باشد. بنابراین، جرم مخصوص الیاف علاوه بر تأثیر بر روی وزن و حجم نخ و پارچه و همچنین نمره و ضخامت نخ، برای شناسایی الیاف نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. واحد جرم مخصوص گرم بر سانتی‌متر مکعب ( $\text{g/cm}^3$ ) است که با علامت  $\rho$  نشان داده می‌شود، و از تقسیم جرم مواد (برحسب گرم) بر حجم آنها (برحسب سانتی‌متر مکعب) به دست می‌آید. یعنی جرم مخصوص الیاف از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\rho(\text{g/cm}^3) = \frac{m(\text{g})}{V(\text{cm}^3)}$$

در بین الیاف نساجی، به استثنای الیاف پلی‌اتیلن و الیاف پلی‌پروپیلن، جرم مخصوص بقیه الیاف بیشتر از جرم مخصوص آب (۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) می‌باشد. الیاف شیشه که مصارف خاصی در نساجی مثل تهیه لباس‌های محافظ مانند لباس‌های ضدآتش دارند، دارای بیشترین جرم مخصوص یعنی ۲/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب هستند. با تغییر رطوبت نسبی محیط، جرم مخصوص بعضی الیاف نساجی مثل پنبه، پشم و ویسکوز ریون که جذب رطوبت نسبتاً بالایی دارند، تغییر می‌کند. در فیزیک نساجی، گاهی اوقات به جای جرم مخصوص از حجم مخصوص که با علامت  $v$  نشان داده می‌شود، استفاده می‌گردد. حجم مخصوص که عکس جرم مخصوص می‌باشد، عبارت است از حجم یک گرم از جرم لیف معین برحسب سانتی‌متر مکعب. واحد حجم مخصوص سانتی‌متر مکعب بر گرم ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) می‌باشد. جرم مخصوص و حجم مخصوص بعضی از الیاف نساجی در شرایط خشک و رطوبت نسبی ۶۵٪ در جدول ۳-۱ درج شده است.



جدول ۱-۱۴ - جرم مخصوص و حجم مخصوص الیاف نساجی

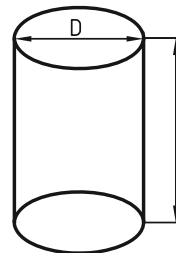
حجم مخصوص (cm <sup>3</sup> /g)		جرم مخصوص (g/cm <sup>3</sup> )		نوع لیف
رطوبت نسبی ۶۵٪	خشک	رطوبت نسبی ۶۵٪	خشک	
۰/۶۶	۰/۶۴	۱/۵۲	۱/۵۵	پنبه
۰/۶۷	۰/۶۶	۱/۴۹	۱/۵۲	ویسکوز ریون
۰/۷۶	۰/۷۶	۱/۳۲	۱/۳۱	تری استات
۰/۷۶	۰/۷۷	۱/۳۱	۱/۳	پشم
۰/۷۵	۰/۷۵	۱/۳۴	۱/۳۴	ایریشم
۰/۷۷	۰/۷۷	۱/۳	۱/۳	کازتین
۰/۸۸	۰/۸۸	۱/۱۴	۱/۱۴	نایلون ۶۶ و ۶
۰/۷۲	۰/۷۲	۱/۳۹	۱/۳۹	پلی استر
۰/۸۴	۰/۸۴	۱/۱۹	۱/۱۹	اکریلیک
-	۱/۰۹	-	۰/۹۱	پلی پروپیلن
-	۱/۰۹	-	۰/۹۲	پلی اتیلن - چگالی پایین
-	۱/۰۵	-	۰/۹۵	پلی اتیلن - چگالی بالا
-	۰/۷۱	-	۱/۴	پلی وینیل کلراید (PVC)
-	۰/۴۵	-	۲/۲	پلی تترافلورور و اتیلن (نفلون)
۰/۴	۰/۴	۲/۵	۲/۵	شیشه

### سطح مخصوص الیاف

سطح مخصوص به دو صورت سطح واحد حجم با واحد (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) و سطح واحد جرم با واحد (cm<sup>3</sup>/g) تعریف می شود و با حرف S نشان داده می شود. وقتی سطح مخصوص بر حسب سطح واحد حجم تعریف می شود، برای به دست آوردن سطح مخصوص لیف، سطح جانبی لیف را بر حجم لیف تقسیم می کنند (شکل ۱-۱۴). یعنی:

$$\text{سطح مخصوص} = \frac{\text{طول لیف} \times \text{محیط مقطع عرضی لیف}}{\text{طول لیف} \times \text{مساحت مقطع لیف}}$$

$$S = \frac{\pi D l}{\frac{\pi D^2}{4} \times l}$$



شکل ۱-۱۴ - نمای ترسیمی یک لیف با مقطع دایره ای و به قطر D.

در رابطه فوق:

S: سطح مخصوص بر حسب cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> یا cm<sup>3</sup>/g

D: قطر لیف بر حسب cm

l: طول لیف بر حسب cm

چنانچه رابطه فوق را ساده کنیم، رابطه زیر به دست می آید:

$$S = \frac{4}{D}$$

رابطه فوق نشان می‌دهد که سطح مخصوص (S) با قطر لیف رابطه عکس دارد. یعنی با کاهش قطر لیف (D)، سطح مخصوص (S) لیف افزایش می‌یابد. یعنی هرچه لیف ظریف‌تر شود، سطح مخصوص لیف بیشتر می‌شود. تعریف دیگر سطح مخصوص که براساس نسبت سطح جانبی لیف به جرم لیف است. کمتر در فیزیک نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

باید توجه داشت که سطح مخصوص یکی از شاخص‌های ذاتی مواد نبوده و بستگی به شکل و فرم ماده، مثلاً صفحه، مکعب مربع، مکعب مستطیل یا مفتول دارد. بنابراین چنانکه از روی جرم مخصوص می‌توان جنس الیاف را شناسایی کرد، از روی سطح مخصوص نمی‌توان جنس الیاف را شناسایی نمود.

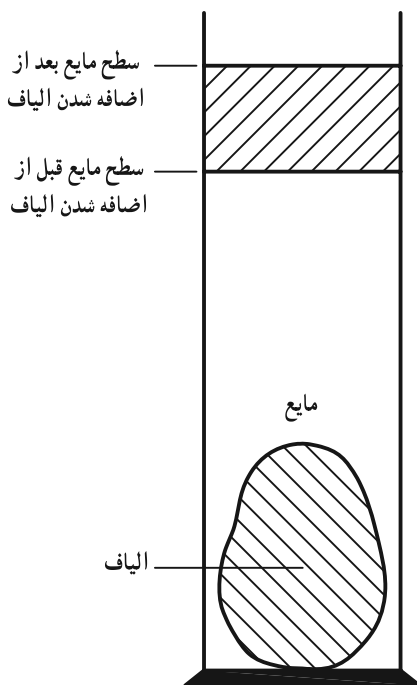
## اندازه‌گیری جرم، حجم و جرم مخصوص الیاف

**اندازه‌گیری جرم الیاف:** جرم یک نمونه الیاف به آسانی به وسیله یک ترازوی دقیق قابل اندازه‌گیری است. برای این کار کافی است از یک ترازوی دقیق با دقت  $0.001\%$  یا  $0.0001\%$  برای اندازه‌گیری جرم الیاف استفاده شود.

### اندازه‌گیری حجم الیاف: اگرچه اندازه‌گیری جرم الیاف

نساجی به آسانی انجام می‌شود، ولی اندازه‌گیری حجم الیاف نساجی به دشواری امکان‌پذیر است. یک دسته از الیاف چه به صورت توده‌ای بی‌نظم و چه در داخل یک گروه منظم مثل نخ، حاوی مقدار زیادی هوا است. لذا، اندازه‌گیری حجم یک دسته از الیاف بدون در نظر گرفتن هوای داخل آن، حتی به صورت فشرده، سنجش واقعی از حجم الیاف را نشان نمی‌دهد. یکی از روش‌های اندازه‌گیری حجم الیاف، روش فرو رفتن در مایع است.

شکل ساده‌ای از روش اندازه‌گیری حجم الیاف به روش فرو رفتن در مایع، در شکل ۲-۱۴ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۴ - تعیین حجم الیاف به روش فرو رفتن در مایع.

در این روش، یک مایع که جرم مخصوص آن کمتر از لیف مورد نظر است، در یک استوانه مدرج ریخته می‌شود. با قرار دادن الیاف مورد نظر در داخل مایع، الیاف در داخل مایع فرو رفته و سطح مایع بالا می‌آید. با اندازه‌گیری افزایش ارتفاع سطح مایع از روی استوانه مدرج می‌توان پی به حجم الیاف مورد آزمایش برد.

**اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف:** در اینجا به دو روش اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف اشاره می‌شود.

۱- **اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف به روش غوطه‌وری:** هرگاه جسمی در داخل مایعی قرار داده شود، اگر جرم

مخصوص جسم از مایع کمتر باشد، جسم شناور می‌شود؛ و اگر جرم مخصوص جسم بیشتر از مایع باشد، جسم در مایع فرو می‌رود؛ ولی اگر جرم مخصوص جسم برابر جرم مخصوص مایع باشد، جسم در مایع غوطه‌ور می‌شود.

بنابراین، چنانچه یک توده از الیاف در داخل مایعی قرار گیرد و در آن مایع غوطه‌ور شود، این بدان معناست که جرم مخصوص این الیاف برابر جرم مخصوص مایع می‌باشد. براین اساس برای اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف، از مخلوط دو مایع مخلوط شدنی، یکی با جرم مخصوص بیشتر از آب و دیگری با جرم مخصوص کمتر از آب استفاده می‌شود. در این روش، توده‌ای از الیاف معین در داخل مخلوط دو مایع با حجم‌های مساوی قرار داده می‌شود، در این صورت سه حالت زیر ممکن است اتفاق بیفتد:

۱- اگر توده الیاف در داخل مایع مخلوط غوطه‌ور شد، جرم مخصوص لیف با جرم مخصوص مایع مخلوط برابر است.

۲- اگر توده الیاف بر روی مایع مخلوط شناور ماند، آنقدر از مایع با جرم مخصوص کمتر به مایع مخلوط اضافه می‌شود تا توده الیاف در داخل مایع مخلوط غوطه‌ور شود. در این صورت جرم مخصوص الیاف مورد نظر با جرم مخصوص مایع مخلوط برابر است.

۳- اگر توده الیاف در داخل مایع مخلوط فرو رود، آنقدر از مایع با جرم مخصوص بیشتر به مایع مخلوط اضافه می‌شود تا توده الیاف در داخل مایع مخلوط غوطه‌ور شود. در این صورت جرم مخصوص الیاف مورد نظر با جرم مخصوص مایع مخلوط برابر است.

در هر یک از حالات فوق، جرم مخصوص لیف از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\rho = \frac{\rho_1 \times v_1 + \rho_2 \times v_2}{v_1 + v_2}$$

در رابطه فوق:

$\rho$ : جرم مخصوص لیف بر حسب  $\text{g/cm}^3$ ؛

$\rho_1$ : جرم مخصوص مایع اول بر حسب  $\text{g/cm}^3$ ؛

$v_1$ : حجم مایع اول بر حسب  $\text{cm}^3$ ؛

$\rho_2$ : جرم مخصوص مایع دوم بر حسب  $\text{g/cm}^3$ ؛

$v_2$ : حجم مایع دوم بر حسب  $\text{cm}^3$  است.

۲- اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف به روش ستون مایع با جرم مخصوص متغیر: در این روش از مخلوط دو مایع، یکی با جرم مخصوص خیلی کم مثل زایلین (xylon) با جرم مخصوص ۰/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب و دیگری با جرم مخصوص نسبتاً بالا مثل پنتا کلرو اتان (penta chlor ethane) با جرم مخصوص ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف، ابتدا دو مایع در داخل یک لوله شیشه‌ای بلند ریخته می‌شوند، مایع سنگین‌تر در پایین و مایع سبک‌تر در بالا قرار می‌گیرد و در طول ستون مایع مخلوط، به واسطه اختلاط دو مایع یک ستونی از مخلوط دو مایع تشکیل می‌شود که جرم مخصوص ستون مایع از بالا به پایین افزایش می‌یابد. با قرار دادن لیف مورد نظر در داخل این ستون مایع تهیه شده، لیف در ارتفاعی که جرم مخصوص لیف و ستون مایع برابر است غوطه‌ور می‌شود.

برای تعیین جرم مخصوص ستون مایع در ارتفاع‌های مختلف، از گلوله‌های شیشه‌ای توخالی که دارای جرم مخصوص متفاوت هستند استفاده می‌شود. این گلوله‌های شیشه‌ای توخالی که دارای جرم مخصوص معین هستند در داخل ستون مایع قرار می‌گیرند و در ارتفاعی که جرم مخصوص گلوله شیشه‌ای با جرم مخصوص مایع یکسان است غوطه‌ور می‌شوند.

لازم به توضیح است که در تعیین حجم یا جرم مخصوص الیاف به روش‌های فوق باید از مایعاتی استفاده شود که حتی‌الامکان جذب الیاف نشوند. چون اگر از مایعاتی که جذب الیاف می‌شوند استفاده شود، اندازه‌گیری دارای خطا خواهد بود. مهم‌ترین مایعاتی که در دو روش غوطه‌وری و ستون مایع با جرم مخصوص متغیر استفاده می‌شوند عبارتند از نیترو بنزن (Nitrobenzen)، روغن زیتون، تولوئن (toluene)، بنزن (benzene) و تتراکلرید کربن (carbon tetrachloride).

## نکات قابل توجه پیرامون جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف

از آنجا که در تعیین جرم مخصوص الیاف، دو کمیت جرم و حجم شرکت دارند، لذا جرم مخصوص لیف در تعیین نمره و حجم لیف، نمره و حجم نخ، وزن و حجم پارچه حائز اهمیت است. همچنین، سطح مخصوص الیاف در بعضی از رفتارها و عملکردهای الیاف نساجی مؤثر است. بعضی از نکات قابل توجه در زمینه جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف عبارتند از:

- ۱- در تولید یک نخ با نمره معین، اگر از لیف با جرم مخصوص کمتر استفاده شود، حجم نخ افزایش می‌یابد، و برعکس.
- ۲- در بافت یک پارچه معین، با یکسان فرض کردن کلیه شرایط نخ (نمره) و پارچه (طرح بافت و تراکم)، اگر از لیف با جرم مخصوص کمتر استفاده شود، پارچه فشرده‌تر و منافذ آن کمتر خواهد شد و برعکس.
- ۳- کلیه الیاف نساجی به استثنای الیاف پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن در آب فرو می‌روند.
- ۴- سطح مخصوص الیاف ظریف‌تر بیشتر از سطح مخصوص الیاف ضخیم‌تر است.
- ۵- یکی از عوامل تعیین‌کننده فاصله تنظیمات در ماشین‌آلات ریسندگی، جرم مخصوص الیاف نساجی می‌باشد.
- ۶- با افزایش سطح مخصوص، سرعت جذب گاز و مایع الیاف افزایش می‌یابد.

### پرسش‌های فصل

- ۱- جرم مخصوص را تعریف و واحد آن را بیان کنید.
  - ۲- دو تعریف از سطح مخصوص و واحدهای آنها را بیان کنید.
  - ۳- کدامیک از کمیت‌های جرم مخصوص و سطح مخصوص را می‌توان برای شناسایی الیاف به کار برد.
  - ۴- برای شناسایی الیاف نساجی، آیا می‌توان از کمیت سطح مخصوص استفاده کرد؟ چرا؟
  - ۵- افزایش قطر الیاف چه تأثیری در جذب گاز و مایع توسط آنها دارد؟
  - ۶- روش‌های تعیین حجم و جرم مخصوص الیاف را نام برده و توضیح دهید.
  - ۷- برای تعیین جرم مخصوص یک لیف با جرم حجمی  $1/34$  گرم بر سانتی‌متر مکعب از دو مایع زایلین با جرم حجمی  $9/0$  گرم بر سانتی‌متر مکعب و پنتاکلرو اتان با جرم مخصوص  $1/7$  گرم بر سانتی‌متر مکعب استفاده شده است.
- اگر حجم زایلین مصرفی ۵ سانتی‌متر مکعب باشد، حجم پنتاکلرو اتان مصرفی را حساب کنید.
- ۸- برای تعیین جرم حجمی پلی‌پروپیلن، از دو مایع زایلین و پنتاکلرو اتان استفاده می‌شود. حجم مصرفی کدامیک از دو مایع بیشتر است؟ توضیح دهید.

۱ < جرم مخصوص پلی‌پروپیلن

۱ < جرم مخصوص زایلین

۱ > جرم مخصوص پنتاکلرو اتان

### ظرافت الیاف

هدفهای رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- اهمیت ظرافت الیاف نساجی را بیان کند.
- ۲- تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع آنها را توضیح دهد.
- ۳- تعیین ظرافت الیاف براساس جرم طولی آنها را توضیح دهد و واحدهای آن را بیان کند.
- ۴- تعیین ظرافت الیاف از طریق جریان هوا را توضیح دهد.
- ۵- تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی را توضیح دهد.
- ۶- اثرات ظرافت الیاف را بیان کند.

## تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع الیاف

ظرافت لیف نشان‌دهنده مقدار کلفتی و نازکی لیف است. هرچه یک لیف کلفت‌تر، ضخیم‌تر و دارای سطح مقطع بیشتری باشد، این لیف دارای ظرافت کمتری است و برعکس، هرچه یک لیف نازک‌تر، ظریف‌تر و دارای سطح مقطع کمتری باشد، این لیف دارای ظرافت بیشتری است. بطور کلی ظرافت به‌صورت عددی مقدار کلفتی و نازکی یک لیف را نشان می‌دهد.

ظرافت الیاف از جنبه‌های گوناگون، مثل اقتصادی و تجاری، فنی و بهره‌وری تولید، کیفیت و ارزش کالای تولیدی دارای اهمیت بسیار زیادی است. بنابراین، تعیین و دانستن ظرافت الیاف مصرفی در زمان تولید و خرید و فروش الیاف، تولید نخ، پارچه و پوشاک و خرید و فروش کالای نساجی و منسوجات بسیار با اهمیت است.

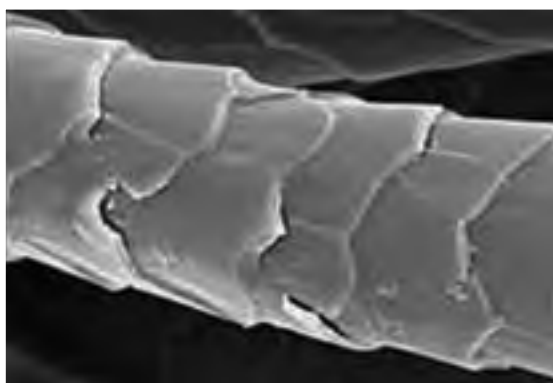
چون ظرافت الیاف نشان‌دهنده مقدار کلفتی و نازکی مقطع عرضی الیاف است، بنابراین آسان‌ترین روش برای بیان ظرافت الیاف مقدار عددی ضخامت یا کلفتی الیاف یعنی قطر مقطع عرضی آنها می‌باشد. ولی از آنجا که مقطع عرضی همه الیاف نساجی دایره‌ای نبوده و به شکل‌های مختلف بیضوی، دنداندار، لوبیایی، دمبلی و ... می‌تواند باشد، لذا تعریف صحیحی از قطر الیاف برای الیاف با مقطع عرضی غیر دایره‌ای نمی‌توان ارائه نمود. بنابراین، برای سهولت کار با واحد ظرافت الیاف، ظرافت را براساس جرم واحد طول الیاف تعریف کرده و مورد استفاده قرار می‌دهند.

اگر سطح مقطع لیفی دایره‌ای باشد و قطر آن در سراسر طول لیف یکسان باشد، می‌توان قطر لیف را به‌عنوان ظرافت لیف اندازه‌گیری و بیان کرد. الیاف طبیعی به ندرت دارای سطح مقطع دایره‌ای هستند. مثلاً چنانکه در شکل ۱-۱۵ دیده می‌شود، سطح مقطع الیاف پنبه به شکل لویا (لوبیایی) یا کلیه (قلوه) است و سطح مقطع الیاف ابریشم به‌صورت مثلث ولی سطح مقطع الیاف پشم بیضوی و نزدیک به دایره بوده ولی در سراسر طول لیف پشم، قطر پشم یکسان نمی‌باشد. اما، پشم بره دارای سطح مقطع دایره‌ای بوده و در سراسر طول آن، قطر لیف چندان تغییر نمی‌کند.

اصولاً سطح مقطع الیاف طبیعی اعم از گیاهی، حیوانی و معدنی چون منشأ طبیعی دارند، بسیار متنوع می‌باشد. مثلاً در مورد پنبه، حتی الیاف روی یک غوزه پنبه نیز دارای یک سطح مقطع یکسان نیستند. اما الیاف مصنوعی چون به‌صورت صنعتی ساخته می‌شوند، می‌توانند طوری تولید شوند که دارای یک سطح مقطع دلخواه باشند. لازم به توضیح است که مصرف‌کنندگان الیاف مصنوعی، شکل سطح مقطع الیاف مورد مصرف خود را به کارخانه‌های الیاف‌سازی سفارش می‌دهند و کارخانه‌های الیاف‌سازی براساس سفارش مصرف‌کنندگان الیاف، سطح مقطع الیاف را در نظر می‌گیرند. با این حال، بیشتر الیاف مصنوعی با سطح مقطع دایره‌ای ساخته می‌شوند.



پلی استر پنبه کتان ابریشم کشمیر آلیاکا پشم ظریف پشم ضخیم  
منظره طولی بعضی از الیاف



فلس‌ها بر روی لیف پشم (منظر طولی)



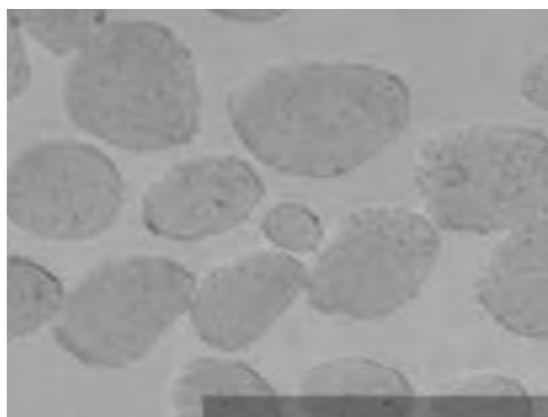
پيله و الیاف ابریشم



مقطع عرضی لیف پنبه



پیچ و تاب در طول الیاف پنبه



مقطع عرضی الیاف پشم

شکل ۱-۱۵- منظر طولی و سطح مقطع عرضی بعضی الیاف طبیعی.



شکل ۲-۱۵- میکروسکوپ پروژکتیو

در صورتی که الیاف نساجی دارای سطح مقطع دایره‌ای باشند (اعم از الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر و الیاف حیوانی مثل پشم)، برای تعیین قطر این الیاف از میکروسکوپ استفاده می‌شود. از این رو، برای اندازه‌گیری قطر این الیاف از میکروسکوپی که دارای صفحه مدرج است و قطر الیاف از روی آن قابل اندازه‌گیری می‌باشد استفاده می‌گردد. میکروسکوپی که دارای صفحه مدرج است و برای اندازه‌گیری قطر الیاف به کار می‌رود به میکروسکوپ پروژکتیو معروف است (شکل ۲-۱۵). در تعیین قطر الیاف به وسیله میکروسکوپ پروژکتیو، قطر الیاف بر اساس میکرون ( $\mu$ ) اندازه‌گیری و بیان می‌شود. هر میکرون برابر  $0.001$  میلی‌متر می‌باشد.

### تعیین ظرافت الیاف از روی جرم طولی الیاف

بیشتر الیاف مورد مصرف در نساجی، به‌ویژه الیاف طبیعی دارای سطح مقطع دایره‌ای نیستند. بنابراین، تعیین ظرافت الیاف از روی قطر آنها برای بیشتر الیاف میسر نیست. اصولاً، امروزه به استثنای الیاف پشم که ظرافت آنها بر اساس میکرون بیان می‌شود، استفاده از قطر الیاف برای بیان ظرافت آنها معمول نمی‌باشد. روشی که امروزه برای تعیین و بیان ظرافت الیاف (طبیعی و مصنوعی) استفاده می‌شود، روش جرم طولی (جرم واحد طول) الیاف است. در این روش، جرم طول معینی از الیاف که به‌عنوان واحد طول در نظر گرفته می‌شود، به‌عنوان ظرافت لیف تعیین و بیان می‌شود.

در بیان ظرافت الیاف به‌وسیله جرم طولی، دو عامل جرم مخصوص و واحد طول تعریف شده را باید دانست. جرم مخصوص لیف که همان جرم حجمی می‌باشد و با  $\rho$  نشان داده می‌شود، با واحد گرم بر سانتی‌متر مکعب ( $\text{g/cm}^3$ ) بیان می‌شود. با داشتن جرم مخصوص لیف، جرم لیف از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$m = A \times l \times \rho$$

در رابطه فوق:

$m$ : جرم لیف و برحسب گرم (g)؛

$A$ : سطح مقطع لیف برحسب سانتی‌متر مربع ( $\text{cm}^2$ )؛

$l$ : طول لیف برحسب سانتی‌متر (cm)؛

$\rho$ : جرم مخصوص لیف برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب ( $\text{g/cm}^3$ ) می‌باشد.

سه واحد مهم ظرافت الیاف که معمولاً در صنعت و تجارت نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از تکس (Tex)، دنیر (Denier) و میکرون (Micronaire). تکس و دنیر برای کلیه الیاف نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی میکرون معمولاً فقط برای بیان ظرافت الیاف پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعریف واحدهای تکس، دنیر و میکرون به‌صورت زیر می‌باشد:

— تکس: عبارت است از جرم  $1000$  متر (یک کیلو متر) از لیف یا نخ برحسب گرم که با tex نشان داده می‌شود. در نمره‌گذاری



تکس، واحد طول ۱۰۰۰۰ متر یا ۱۰۰,۰۰۰ سانتی متر است.

— دنیر: عبارت است از جرم ۹۰.۰۰۰ متر (نه کیلومتر) از لیف یا نخ برحسب گرم که با den نشان داده می شود. در نمره گذاری دنیر، واحد طول ۹۰.۰۰۰ متر یا ۹۰,۰۰۰ سانتی متر است.

— میکرونر: عبارت است از جرم یک اینچ از لیف برحسب میکروگرم ( $\mu\text{g}$ ). میکرونر را با Mi نشان می دهند واحد آن میکروگرم بر اینچ ( $\mu\text{g/in}$ ) است.

چنانکه اشاره شده است، معمولاً در سراسر جهان برای بیان ظرافت الیاف پنبه از واحد میکرونر استفاده می شود. برای بیان ظرافت الیاف با استفاده از واحد تکس معمولاً از اجزای این واحد یعنی دسی تکس (dtex) و میلی تکس (mtex) استفاده می شود. چون معمولاً از واحد تکس برای بیان نمره یا ظرافت نخ استفاده می شود و نخ نیز در مقایسه با لیف بسیار ضخیم تر می باشد، لذا در بیان ظرافت الیاف با واحد تکس با اعداد بسیار کوچک مواجه خواهیم شد. از این رو برای سهولت کار کردن با اعداد، در بیان ظرافت الیاف از واحد کوچک تر در نمره گذاری تکس یعنی دسی تکس و میلی تکس استفاده می شود. هر دسی تکس  $1/10$  تکس و هر میلی تکس  $1/100$  تکس است.

لازم به توضیح است که برای بیان نمره رشته های ضخیم تر و سنگین تر مواد نساجی مثل فتیله های الیاف، از واحدهای بزرگ تر در نمره گذاری تکس، یعنی کیلو تکس (ktex) استفاده می شود. تعاریف دسی تکس، میلی تکس و کیلو تکس به صورت زیر می باشد:

— دسی تکس (dtex): عبارت است از جرم ۱۰.۰۰۰ متر (۱۰ کیلومتر) لیف برحسب گرم.

— میلی تکس (mtex): عبارت است از جرم ۱۰.۰۰۰.۰۰۰ متر (هزار کیلومتر) لیف برحسب گرم.

— کیلو تکس (ktex): عبارت است از جرم ۱ متر فتیله برحسب گرم.

واحدهای تکس، دسی تکس، میلی تکس، دنیر و میکرونر با یکدیگر ارتباط دارند و به یکدیگر قابل تبدیل هستند. یعنی با داشتن ظرافت یک لیف برحسب یکی از واحدهای فوق، ظرافت این لیف را می توان برحسب واحدهای دیگر حساب کرد. واحدهای مختلف ظرافت الیاف، براساس روابط زیر به یکدیگر قابل تبدیل هستند:

$$\text{dtex} = 10 \times \text{tex}$$

$$\text{mtex} = 1000 \times \text{tex}$$

$$\text{mtex} = \frac{1000}{9} \times \text{den}$$

$$\text{dtex} = \frac{10}{9} \times \text{den}$$

$$\text{dtex} = 9 \times \text{tex}$$

$$\text{Mi} = 2/54 \times \text{dtex}$$

$$\text{Mi} = 254 \times \text{mtex}$$

$$\text{Mi} = 2/82 \times \text{den}$$

مثال ۴-۱— نمره یک نخ فیلامنتی ۱۰۰ دنیر است. نمره این نخ را برحسب تکس و دسی تکس حساب کنید.

حل:

هر دنیر ۹ برابر تکس است. یعنی

$$\text{tex} = \frac{\text{den}}{9}$$

$$\text{tex} = \frac{100}{9} \longrightarrow \boxed{\text{tex} = 11/12}$$

برای تعیین dtex هم می‌توان از رابطه  $dtex = 10 \times tex$  استفاده کرد و هم  $dtex = \frac{1}{9} \times den$  :

$$dtex = \frac{1}{9} \times den$$

$$dtex = \frac{1}{9} \times 1000 \longrightarrow \boxed{dtex = 111/12}$$

مثال ۴-۲- یک نخ فیلامنتی با نمره ۱۰۵ دنیر دارای ۷۰ فیلامنت است. نمره هر فیلامنت را برحسب دنیر و دسی‌تکس حساب کنید.

حل :

نمره هر فیلامنت برحسب دنیر، از تقسیم نمره دنیر نخ بر تعداد فیلامنت‌های تشکیل دهنده نخ حساب می‌شود. یعنی :

$$\text{den}_{\text{لیف}} = \frac{\text{den}_{\text{نخ}}}{\text{تعداد نخ}}$$

$$\text{den}_{\text{لیف}} = \frac{105}{70} \longrightarrow \boxed{\text{den}_{\text{لیف}} = 1/5}$$

نمره هر لیف برحسب دسی‌تکس، از روی نمره دنیر لیف و به‌صورت زیر حساب می‌شود :

$$dtex = \frac{1}{9} \times den$$

$$dtex = \frac{1}{9} \times 1/5$$

$$dtex = 1/7$$

مثال ۴-۳- نخ با نمره ۱۰۰ دنیر بر روی یک بوبین پیچیده شده است. اگر وزن نخ روی بوبین ۳/۵ کیلوگرم باشد، طول نخ روی بوبین چند کیلومتر است؟

حل :

طبق تعریف، دنیر عبارت است از جرم ۹۰۰۰ متر (۹ کیلومتر) لیف یا نخ برحسب گرم. با توجه به این تعریف و داده‌های مثال، تناسب ساده زیر را می‌توان نوشت و طول نخ روی بوبین را حساب کرد :

	جرم (g)	طول (km)
نخ	۱۰۰g	۹
بوبین	۳۵۰۰g	L

$$\text{طول نخ روی بوبین} = L = \frac{3500 \times 9}{100}$$

$$\boxed{L = 315 \text{ Km}}$$

مثال ۴-۴- نمره یک لیف پنبه ۱/۵ دنیر است. نمره آن را برحسب میکرونر و میلی‌تکس حساب کنید.

حل :

با استفاده از روابط بین دنیر و میکرونر و دنیر و میلی‌تکس می‌توان نمره لیف را برحسب میکرونر

$$Mi = 2/82 \times den$$

$$Mi = 2/82 \times 1/5$$

$$\boxed{Mi = 4/24}$$

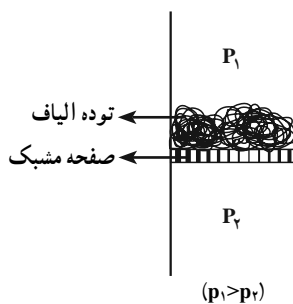
$$m\text{tex} = \frac{1^{\circ}00'}{9} \times \text{den}$$

$$m\text{tex} = \frac{1^{\circ}00'}{9} \times 1/5$$

$$m\text{tex} = 166/7$$

## تعیین ظرافت الیاف به روش جریان هوا

روش‌های مختلفی که برای تعیین ظرافت الیاف وجود دارند و تاکنون به دو روش یعنی تعیین قطر لیف و جرم طولی لیف اشاره شده است، بسیار زمان‌بر و پرهزینه هستند. بنابراین تلاش‌های فراوانی انجام شده است تا روشی آسان و پرسرعت به منظور تعیین ظرافت الیاف ابداع شود. یکی از روش‌های بسیار موفقیت‌آمیز برای تعیین ظرافت الیاف، بهره‌گیری از جریان هوا می‌باشد. در این روش که معمولاً برای تعیین ظرافت الیاف پنبه استفاده می‌شود، از ایجاد اختلاف فشار در دو طرف یک توده الیاف با وزن معین، و اندازه‌گیری سرعت جریان هوای عبوری از بین توده الیاف، برای تعیین ظرافت الیاف بهره گرفته می‌شود. با توجه به شکل ۱۵-۳



سیلندری را در نظر می‌گیریم به ارتفاع حدود ۲۵ میلی‌متر و با قطر ۲۵ میلی‌متر که در وسط دارای صفحه مشبکی باشد و روی صفحه مشبک توده‌ای الیاف با وزن معین (مثلاً ۳/۵ گرم) قرار می‌دهیم. اگر فشار سیلندر در بالای توده الیاف  $P_1$  و فشار سیلندر در پایین صفحه مشبک  $P_2$  و  $P_1 > P_2$  باشد، آنگاه هوا از قسمت بالای سیلندر و از داخل توده الیاف عبور کرده و به سمت پایین سیلندر جریان می‌یابد و سرعت جریان هوا از بالا به پایین بستگی به سطح مخصوص الیاف دارد نه به جرم طولی الیاف.

شکل ۱۵-۳- اصول اندازه‌گیری ظرافت الیاف به روش جریان هوا

اگر فرض کنیم  $Q$  سرعت جریان هوا از میان توده الیاف و  $S$  سطح مخصوص الیاف باشد، تناسب زیر بین  $Q$  و  $S$  برقرار

است:

$$Q \propto \frac{1}{S^2}$$

یعنی سرعت جریان هوا ( $Q$ ) با عکس توان دوم (مجذور) سطح مخصوص ( $\frac{1}{S^2}$ ) متناسب است. این بدان معناست که با افزایش سطح مخصوص، سرعت جریان هوا از میان توده الیاف کمتر می‌شود. بنابراین اندازه‌گیری سرعت جریان هوا ( $Q$ ) می‌تواند سنجشی باشد برای ظرافت الیاف موجود در توده. شایان توجه است که در الیاف، سطح مخصوص الیاف با قطر آنها نسبت عکس دارد. یعنی بین سطح مخصوص ( $S$ ) الیاف و قطر الیاف ( $D$ ) تناسب زیر برقرار است:

$$S \propto \frac{1}{D}$$

یعنی با کوچک شدن قطر ( $D$ ) لیف، سطح مخصوص ( $S$ ) بیشتر می‌شود، به تعبیری سطح مخصوص الیاف ظریف‌تر بیشتر از سطح مخصوص الیاف ضخیم‌تر است. لذا با توجه به مطالب مذکور می‌توان دو عبارت زیر را نوشت:

۱- با افزایش ظرافت لیف (کم شدن قطر لیف  $D$ )؛ سطح مخصوص لیف ( $S$ ) افزایش می‌یابد.

۲- با افزایش سطح مخصوص لیف ( $S$ )؛ سرعت جریان هوا ( $Q$ ) از میان توده الیاف کمتر می‌شود.

با توجه به دو عبارت فوق می‌توان نتیجه گرفت که با ظریف‌تر شدن لیف یا کم شدن قطر لیف، سرعت جریان هوا ( $Q$ ) از داخل

توده الیاف کمتر می‌شود.

شکل ۴-۴ اجزای دستگاه میکرونر را به صورت ترسیمی نشان می‌دهد. دستگاه میکرونر، دستگاهی است که برای تعیین ظرافت

الیاف به روش جریان هوا به کار می‌رود. چنانکه از روی شکل ۴-۱۵ دیده می‌شود، در دستگاه میکرونر هوا از سمت چپ و از طریق لوله هوا وارد فیلتر هوا می‌شود و پس از عبور از شیر  $V_1$  و کنترل پدالی، از شیر  $V_2$  عبور می‌کند.

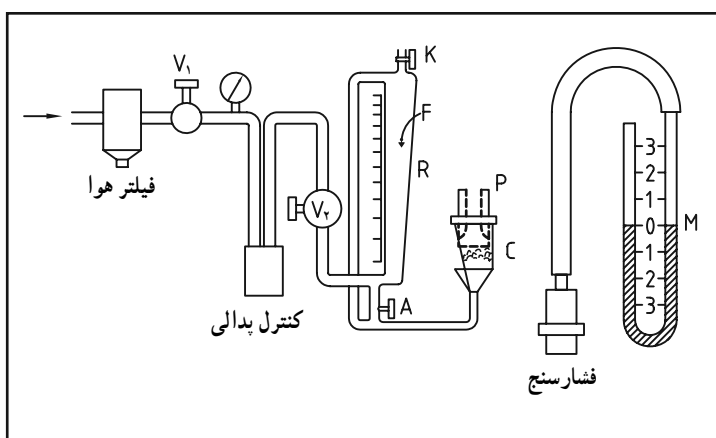
لوله هوا بعد از شیر  $V_2$  دو شاخه می‌شود. شاخه پایینی لوله هوا به زیر استوانه‌ای متصل است که توده‌ای از الیاف با وزن معین در آن قرار داده شده است و هوا می‌تواند از آن عبور کند. شاخه بالایی لوله هوا مدرج بوده و یک شناور در داخل آن وجود دارد. ارتفاع شناور در شاخه بالایی لوله هوا، بستگی به فشار هوای داخل این لوله دارد و از سوی دیگر، مقدار فشار هوای داخل شاخه بالایی لوله هوا بستگی به سرعت جریان هوای عبوری از داخل توده الیاف داخل استوانه دارد. ارتباط بین عوامل مختلف در دو شاخه لوله دستگاه میکرونر را می‌توان در عبارات زیر خلاصه کرد:

۱- با ظرفیت شدن الیاف داخل توده الیاف، سرعت جریان هوا از داخل توده الیاف کم می‌شود.

۲- با کم شدن جریان هوا از داخل توده الیاف، فشار هوا در شاخه بالایی لوله زیاد می‌شود.

۳- با زیاد شدن فشار هوا در داخل شاخه بالایی لوله هوا، شناور داخل آن بالاتر می‌رود.

با توجه به عبارات فوق، با تغییر ظرفیت الیاف، ارتفاع شناور در داخل لوله مدرج تغییر کرده و از روی ارتفاع شناور در داخل لوله مدرج می‌توانیم پی به ظرفیت الیاف ببریم. لازم به توضیح است که درجه‌بندی لوله مدرج در دستگاه میکرونر براساس ظرفیت و واحد میکروگرم بر اینچ می‌باشد. در این دستگاه، هرچه ظرفیت الیاف بیشتر باشد یا قطر الیاف کمتر باشد، شناور در ارتفاع بالاتری قرار می‌گیرد.



شکل ۴-۱۵- دستگاه میکرونر برای اندازه‌گیری ظرفیت الیاف به روش جریان هوا

## تعیین ظرفیت الیاف به روش ارتعاشی

یکی از روش‌های تعیین ظرفیت الیاف روش ارتعاشی است که به وسیله دستگاهی به نام ویبروسکوپ (Vibroscope) انجام می‌شود. هرگاه نایک‌نواختی در سطح مقطع لیف مانع از اندازه‌گیری قطر لیف به عنوان ظرفیت شود، تعیین ظرفیت به روش ارتعاشی، روش مناسبی است.

روش ارتعاشی، برای تعیین ظرفیت الیاف پنبه روش مناسبی نیست. چون ظرفیت الیاف پنبه در یک نمونه معین دارای تنوع فراوانی است. از این رو، عموماً برای تعیین ظرفیت الیاف مصنوعی، از روش ارتعاشی استفاده می‌شود.

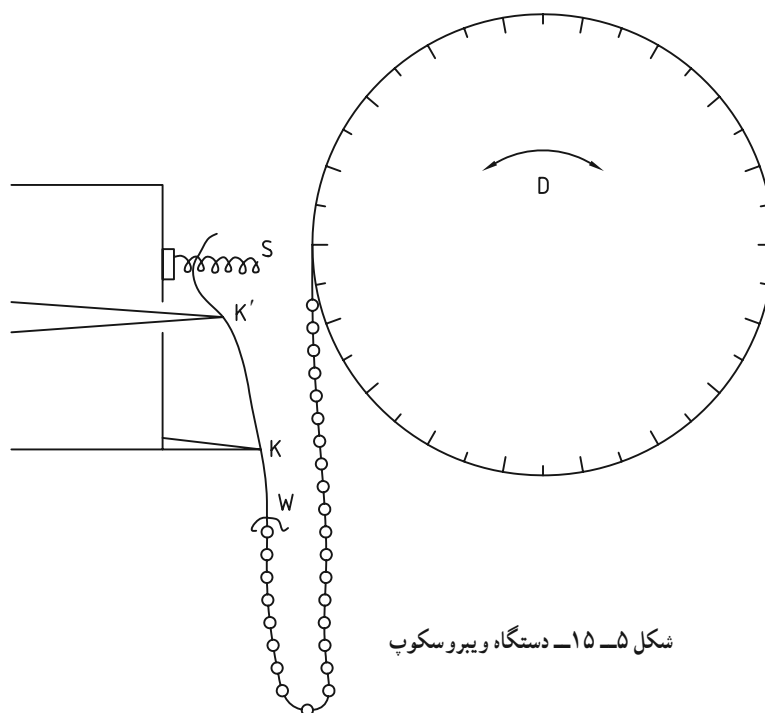
اساس تعیین ظرفیت الیاف به روش ارتعاشی بر این واقعیت فیزیکی استوار است که، هرگاه یک رشته انعطاف‌پذیر مثل یک لیف با طول  $l$  و جرم واحد طول  $m$  و با کشش  $T$  تحت نوسان قرار گیرد، این رشته با فرکانس نوسان وارد شده به ارتعاش درمی‌آید، و دامنه

ارتعاش رشته زمانی حداکثر است که فرکانس نوسان وارد شده برابر فرکانس طبیعی (f) رشته مورد نظر باشد. به فرکانس طبیعی رشته، فرکانس تشدید یا فرکانس رزونانس (resonance) می‌گویند. فرکانس طبیعی (f) یک رشته با طول l، جرم واحد طول m و کشش T، مطابق تناسب زیر با یکدیگر ارتباط دارند :

$$m \propto T \left( \frac{1}{2lf} \right)^2 \quad (\text{ب}) \qquad f \propto \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} \quad (\text{الف})$$

نمای ترسیمی یک دستگاه ویروسکوپ در شکل ۱۵-۵ نشان داده شده است. در این شکل نمونه لیف بین دو گیره فتری S و W گرفته شده و در بین تیغه‌های k و k' تحت وزن زنجیری که یک سر آن به گیره فتری W و سر دیگر آن بر روی استوانه مدرج D متصل است، تحت کشش می‌باشد. تیغه‌ها به فاصله ۲ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند و تیغه k' در جهت عمود بر نمونه لیف و با فرکانس ثابت ۱/۶۴ کیلوهرتز (۱۶۴۰ نوسان در ثانیه) نوسان کرده و نمونه لیف را به ارتعاش درمی‌آورد. در این دستگاه، برای تعیین ظرافت لیف، فرکانس طبیعی لیف که همان فرکانس تشدید لیف می‌باشد اندازه‌گیری می‌شود. برای این منظور، پس از شروع نوسان تیغه k'، استوانه مدرج چرخانده می‌شود تا طول زنجیر آویزان شده و در نتیجه وزن یا کشش وارد شده به نمونه لیف تغییر نموده تا فرکانس ارتعاش لیف به فرکانس تشدید لیف برسد. برای تعیین فرکانس تشدید لیف از یک میکروسکوپ برای مشاهده لیف در حال ارتعاش استفاده می‌شود. هرگاه دامنه نوسان ارتعاش لیف به حداکثر رسید، یعنی ارتعاش لیف در حالت تشدید (رزونانس) می‌باشد. در این صورت، کشش (T) لیف از روی استوانه مدرج یادداشت می‌گردد. با یافتن کشش (T) لیف و با داشتن طول (l) لیف و فرکانس تشدید (f) لیف، از رابطه (ب)، جرم واحد طول (m) لیف تعیین می‌شود. با یافتن جرم واحد طول (m) لیف، می‌توانیم ظرافت لیف را برحسب واحدهای مختلف حساب کنیم.

لازم به توضیح است که دستگاه‌های ویروسکوپی که برای تعیین ظرافت الیاف نساجی ساخته می‌شوند، ممکن است تفاوت‌هایی با هم داشته باشند، ولی اصول کار همه آنها یکسان است. مثلاً، در بعضی از دستگاه‌های ویروسکوپ ممکن است به جای تغییر در کشش (T) لیف، از تغییر در فرکانس نوسان وارد شده به لیف استفاده شود. در این نوع ویروسکوپ برای اعمال کشش به لیف از یک



شکل ۱۵-۵- دستگاه ویروسکوپ

وزنه استفاده می‌شود. باید توجه داشت که در این نوع ویبروسکوپ، کشش وارده به وسیله وزنه دارای محدوده معینی می‌باشد، چون وزنه‌های بزرگ ممکن است باعث تغییرات فیزیکی ناخواسته یا پارگی در نمونه لیف گردند.

## اثرات ظرافت الیاف

ظرافت الیاف از جهات مختلف اهمیت دارد. چنانکه قبلاً اشاره شده است، ظرافت الیاف مصنوعی را می‌توان پیش از تولید و براساس نوع مصرف تعیین کرده و این الیاف را براساس ظرافت از پیش تعیین شده تولید کرد. اما، ظرافت الیافی چون پشم و پنبه که منشأ طبیعی دارند، متغیر می‌باشد و از یک تژاد به تژاد دیگر یا از یک گله به گله دیگر، از یک مزرعه به مزرعه دیگر یا از یک گوسفند به گوسفند دیگر، یا حتی پشم‌های بخش‌های مختلف اندام یک گوسفند با الیاف داخل یک غوزه پنبه از نظر ظرافت با یکدیگر متفاوت هستند. اهمیت ظرافت الیاف را می‌توان از جنبه‌های مختلف مثل بهره‌وری در تولید، خواص مکانیکی و فیزیکی الیاف و محصولات نساجی، قیمت و ارزش تجاری، جذب رطوبت و رنگ در نظر گرفت. قابل توجه است که در الیاف پشم، هرچه دوره چیدن پشم کوتاه‌تر باشد، ظرافت پشم بیشتر است. یعنی هرچه طول الیاف پشم کمتر باشد، قطر الیاف کمتر یعنی ظرافت پشم بیشتر می‌باشد. اما، در الیاف پنبه هرچه طول الیاف بیشتر باشد، ظرافت الیاف بیشتر است.

بعضی نکات مهم و قابل توجه در ارتباط با ظرافت الیاف عبارت‌اند از:

۱- اثر ظرافت الیاف بر تاب نخ: هرچه الیاف ظریف‌تر باشند، سطح مخصوص آنها بیشتر شده، لذا برای ایجاد یک مقاومت معین در نخ، می‌توان تاب نخ را کاهش داد. در این صورت با افزایش ظرافت الیاف، تاب نخ را می‌توان کاهش داد و در نتیجه بهره‌وری در ریسندگی، به ویژه در ماشین رینگ افزایش می‌یابد.

۲- اثر ظرافت الیاف بر مقاومت نخ: با افزایش ظرافت الیاف و ثابت ماندن مقدار تاب، مقاومت نخ افزایش می‌یابد. در این صورت اگر برای یک نخ معین، از الیاف ظریف‌تر استفاده شود، می‌توان از ضریب تاب کمتری استفاده کرد.

۳- اثر ظرافت الیاف بر میزان و سرعت جذب رطوبت و مواد رنگزا: با افزایش ظرافت الیاف و در نتیجه افزایش سطح مخصوص الیاف، سطحی از لیف که در معرض محیط بیرون قرار می‌گیرد بیشتر شده، و در نهایت منجر به افزایش سرعت جذب رطوبت و مواد از محیط خواهد شد. در این صورت، با افزایش ظرافت الیاف، سرعت جذب رنگ در حمام رنگرزی افزایش می‌یابد و در نتیجه زمان رمق‌کشی در حمام رنگ کاهش خواهد یافت.

۴- اثر ظرافت الیاف بر یکنواختی نخ: برای تهیه یک نخ با نمره معین، در صورتی که از الیاف ظریف‌تر استفاده شود، آنگاه تعداد الیاف در سطح مقطع باید بیشتر باشد. بنابراین، در صورت استفاده از الیاف ظریف‌تر، اگر در حین ریسندگی مثلاً تعداد چند لیف از رشته الیاف مورد نیاز برای تولید نخ جدا شود، نسبت تعداد الیاف جدا شده به تعداد کل الیاف در سطح مقطع نخ کمتر از حالتی خواهد بود که از الیاف ضخیم استفاده می‌شود. در این صورت نخ یکنواخت‌تر و یکدست‌تر خواهد بود.

۵- اثر ظرافت الیاف بر سختی پیچشی الیاف: ثابت شده است که با ظریف‌تر شدن الیاف، مقاومت آنها در مقابل پیچش و تاب خوردن کاهش می‌یابد. بنابراین، هرچه لیف ظریف‌تر می‌شود، سختی پیچشی آن کاهش می‌یابد، و در نتیجه نخ تهیه شده از آن دارای انعطاف‌پذیری بیشتری بوده و پارچه حاصل نیز دارای انعطاف‌پذیری بیشتری خواهد بود.

۶- اثر ظرافت الیاف بر انعکاس نور و جلای الیاف، نخ و پارچه: با افزایش ظرافت الیاف، سطح مخصوص الیاف و سطوح انعکاس نور آنها افزایش می‌یابد، در نتیجه انعکاس نور و جلای الیاف، نخ و پارچه نیز افزایش خواهد یافت.

## پرسش‌های فصل

- ۱- ظرافت را تعریف کنید و روش‌های تعیین ظرافت را نام ببرید.
  - ۲- چرا نمی‌توان قطر سطح مقطع عرضی را به‌عنوان ظرافت همه الیاف بیان کرد؟
  - ۳- قطر سطح مقطع عرضی الیاف به چه روشی اندازه‌گیری می‌شود؟
  - ۴- مقطع عرضی کدامیک از الیاف پنبه، پشم و پلی‌استر یکدست‌تر است؟ چرا؟
  - ۵- میکروسکوپ پروژکتینا چه میکروسکوپی است و یکی از استفاده‌های آن در نساجی را بنویسید.
  - ۶- واحدهای تکس، دنیر و میکرون را تعریف کنید.
  - ۷- نمره یک لیف  $1/7$  دنیر است. نمره این لیف را برحسب تکس، میلی‌تکس، دسی‌تکس و میکرون حساب کنید.
  - ۸- از یک لیف با نمره  $1/5$  دنیر، نخ با نمره  $20$  تکس ریسیده می‌شود. تعداد الیاف در سطح مقطع نخ را حساب کنید.
  - ۹- سرعت جریان هوا در کدامیک از توده‌های الیاف  $1/5$  دنیری و  $3$  دنیری بیشتر است؟ چرا؟
    - ۱۰- روش ارتعاشی معمولاً برای تعیین ظرافت چه نوع الیافی به‌کار می‌رود؟
    - ۱۱- اصول کار دستگاه ویبروسکوپ را توضیح دهید.
    - ۱۲- فرکانس طبیعی نوسان یک لیف، چه نوع فرکانسی است؟
    - ۱۳- دو لیف با سطح مقطع عرضی و طول یکسان یکی از جنس پلی‌پروپیلن و دیگری از جنس پلی‌استر، تحت کشش یکسان T به‌وسیله دستگاه ویبروسکوپ تحت آزمایش قرار می‌گیرند. فرکانس طبیعی کدامیک از این الیاف بیشتر است؟
- (جرم مخصوص پلی‌استر  $< 1 <$  جرم مخصوص پلی‌پروپیلن)

## فصل شانزدهم

### تجدد الیاف

هدف های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می رود  
تجدد را تعریف کرده و اهمیت تجدد الیاف را توضیح دهد  
روش های تعیین مقدار تجدد الیاف را توضیح دهد  
شکل و پایداری تجدد در الیاف را توضیح دهد



## اهمیت تجعد در الیاف

یکی از ویژگی‌های مهم الیاف کوتاه (در محدوده طول پنبه) و الیاف بلند (در محدوده طول پشم) تجعد می‌باشد، و اهمیت تجعد در مباحث مربوط به طول الیاف قابل توجه بوده و غیر قابل چشم‌پوشی است. تجعد الیاف نساجی که نشان‌دهنده میزان فرموج الیاف است، از دو منظر کلی زیر با اهمیت است:

- ۱- تأثیر تجعد الیاف بر کیفیت عملیات ماشین‌آلات خط ریسندگی.
  - ۲- تأثیر تجعد الیاف بر کیفیت محصولات نظیر نخ، پارچه و لباس.
- برخی از نکات مهم در ارتباط با تجعد الیاف و تأثیر آن بر کیفیت تولید و محصولات نساجی به‌صورت زیر می‌باشند:
- ۳- تجعد الیاف سبب می‌شود تا چسبندگی و پیوستگی الیاف تحت فشارهای کوچک افزایش یابد.
  - ۴- تجعد الیاف موجب پیوستگی تار عنکبوتی در ماشین‌کارد و در نتیجه افزایش بهره‌وری این ماشین می‌شود.
  - ۵- تجعد، باعث کاهش میزان آزاد شدن الیاف از دسته الیاف در حال عملیات در ماشین‌های ریسندگی و در نتیجه کاهش الیاف آزاد در فضای سالن‌های ریسندگی و کاهش آلودگی می‌شود.
- تجعد تعیین‌کننده میزان پرز و پرزدار بودن نخ می‌باشد.
- تجعد الیاف موجب افزایش تمایل محصولات نساجی به حجیم شدن گشته و معمولاً با افزایش تجعد الیاف، حجم مخصوص نخ و پارچه افزایش می‌یابد.

الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم که منشأ طبیعی دارند، به‌طور ذاتی مجعد بوده و دارای فرموج می‌باشند، ولی الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر، پلی‌پروپیلن و اکریلیک در هنگام تولید و به‌وسیله حرارت و فشار به‌صورت مجعد درمی‌آیند. در ایجاد تجعد و فرموج در الیاف مصنوعی، باید توجه داشت که میزان تجعد در محدوده معینی باشد. چون اگر تجعد الیاف کمتر از میزان توصیه شده باشد، ممکن است منجر به مشکلاتی از قبیل چسبیدن الیاف لایه‌های مجاور در هنگام باز شدن بالش، پارگی تار عنکبوتی در ماشین‌کارد و همچنین به علت چسبندگی کم بین الیاف موجب غلتک پیچی در ماشین‌های ریسندگی گردد. از طرف دیگر، اگر تجعد الیاف بیش از حد معمول باشد، مشکلاتی مثل افزایش نپ الیاف را به همراه دارد.

## مقدار تجعد در الیاف

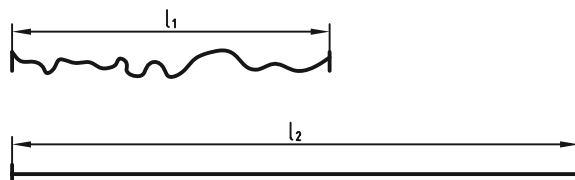
مقدار تجعد و فرموج الیاف به دو روش زیر تعریف می‌گردد:

- ۱- روش شمارش: در این روش تعداد جعد یا موج لیف در واحد طول آن، مثلاً تعداد موج لیف در یک سانتی‌متر یا یک اینچ از طول لیف به‌عنوان مقدار تجعد در نظر گرفته می‌شود.
- ۲- روش افزایش طول: در این روش درصد افزایش طول لیف وقتی که لیف کشیده می‌شود تا فرموج آن از بین رفته و

لیف به صورت مستقیم درمی آید، به عنوان مقدار تجعد در نظر گرفته می شود.

لازم به توضیح است که برای تعیین تجعد لیف به روش افزایش طول لیف، باید توجه داشت تا کشش وارد شده به لیف باید در حدی باشد که لیف مستقیم شده و فراموج آن از بین رفته باشد، و بعد از مستقیم شدن لیف و از بین رفتن فراموج، هیچ کشش اضافه ای به لیف وارد نشود.

در تعیین مقدار تجعد الیاف به روش «شمارش»، کافی است تعداد موج لیف در واحد طول شمارش شود. در این روش واحد تجعد، تعداد موج در واحد طول مثلاً ۲۲ جعد در سانتی متر یا ۳۸ جعد در اینچ می باشد. اما، در تعیین مقدار تجعد به روش «افزایش طول»، با توجه به شکل ۱-۱۶ اگر طول لیف مجعد  $l_1$  باشد و پس از اعمال کشش و مستقیم شدن لیف، طول لیف  $l_2$  باشد،



شکل ۱-۱۶ - طول لیف در حالت های مجعد و مستقیم شده

مقدار تجعد لیف (C) از رابطه روبه رو به دست می آید :

$$C = L_2 - l_1$$

$$\%C = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \times 100$$

و درصد تجعد لیف از رابطه روبه رو حساب می شود :

## شکل و پایداری تجعد در الیاف

فراموج و تجعد در الیاف از نظر شکل ظاهری و فاصله دو موج متوالی یکسان نبوده و انحنا و تراکم تجعد در طول لیف متنوع و متغیر می باشد. مثلاً در الیاف پشم که تجعد در آنها به دلیل شرایط فیزیکی و شیمیایی خاص لایه های مختلف لیف می باشد، شکل تجعد این لیف به صورت مارپیچی است. اما، تجعد در الیاف مصنوعی به صورت مکانیکی و با استفاده از حرارت و فشار به وسیله ابزارهای مکانیکی انجام می شود و شکل تجعد در این الیاف، به نوع فشار و شکل ابزار ویژه ایجاد فراموج که به کریمپر (Crimper) معروف است بستگی دارد. در بعضی از الیاف مصنوعی مثل ویسکوز ریون، به خاطر وجود پوسته غیر متقارن، فراموج دائمی در ساختمان لیف ایجاد می گردد. در صنعت برای ایجاد فراموج و تجعد در الیاف اکریلیک، به وسیله عملیاتی مثل کشیدن الیاف از روی تیغه های فلزی، پوسته یا سطح لیف در سراسر لیف نامتقارن شده و همین عدم تقارن در سطح لیف سبب فراموج و تجعد در سراسر لیف می شود.

مقدار و کیفیت حالت کشسانی تجعد در الیاف، بسیار متنوع می باشد. تجعد الیاف پشم از کشسانی بسیار بالایی برخوردار است، همین طور در الیاف مصنوعی که تجعد ایجاد شده در آنها با عملیات حرارتی به خوبی تثبیت شده باشد، حالت کشسانی تجعد مناسب است. پایداری و ماندگاری حالت کشسانی تجعد در الیاف سبب می شود تا نرمی و حجیم بودن نخ ها و پارچه های تهیه شده از آنها به مدت طولانی حفظ شود. اما فراموج و تجعدی که به صورت مکانیکی در الیاف باز یافته ایجاد می شود، دائمی و پایدار نبوده، و به مرور زمان و طی عملیاتی که بر روی الیاف در ریسندگی انجام می شود، تجعد ایجاد شده در این الیاف از بین می رود. ولی اگر تجعد با تغییر در ساختمان داخلی این الیاف ایجاد شده باشد، حتی اگر این تجعد در جریان عملیات ریسندگی از بین برود، ولی در طی عملیات حرارتی مرطوب نظیر برخی عملیات تکمیل و رنگرزی، تجعد از دست رفته مجدداً در لیف احیا می شود.

## پرسش‌های فصل

- ۱- تجعد را تعریف کنید.
- ۲- تأثیرات کلی تجعد الیاف را بیان نمایید.
- ۳- تأثیرات تجعد الیاف بر کیفیت تولید و محصول را بیان نمایید.
- ۴- تفاوت بین تجعد الیاف طبیعی و مصنوعی را بیان نمایید.
- ۵- اثرات تجعد بیشتر و کمتر از حد معمول را بنویسید.
- ۶- دو تعریف مقدار تجعد الیاف را بیان نمایید.
- ۷- طول یک لیف در حالت معمولی ۲۵ میلی‌متر و در حالت کشیده شده ۳۷/۵ میلی‌متر است. درصد تجعد این لیف را حساب کنید.
- ۸- شکل تجعد الیاف مصنوعی و طبیعی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند.
- ۹- یک روش ایجاد فرموج در الیاف اکریلیک را بیان کنید.
- ۱۰- تفاوت بین تجعد ایجاد شده به روش مکانیکی و تجعد ایجاد شده با تغییر در ساختمان داخلی الیاف باز یافته را توضیح دهید.

## فصل هفدهم

### خواص نوری الیاف

#### هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- اهمیت خواص نوری الیاف را بیان کند.
- ۲- رفتار الیاف در مقابل تابش نور را توضیح دهد.
- ۳- جلای الیاف را تعریف کرده و دلایل و اثرات آن را توضیح دهد.
- ۴- مطالعه ساختمان الیاف از روی رفتار آن‌ها در مقابل نور را توضیح دهد.

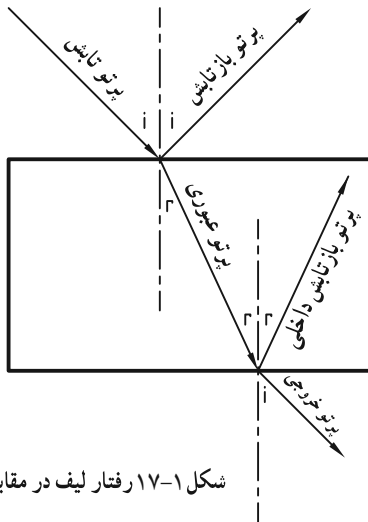
## اهمیت خواص نوری الیاف

خواص نوری الیاف نساجی یکی از ویژگی‌های مهم الیاف نساجی است که علاوه بر تأثیر در زیبایی و کیفیت بصری محصولات نساجی از نظر فنی و کاربرد منسوجات حائز اهمیت می‌باشد. خواص نوری الیاف علاوه بر اینکه در مصرف منسوجات به‌عنوان پوشاک اهمیت دارد، در کاربرد محصولات نساجی به‌عنوان منسوجات با مصارف ویژه مثل منسوجات صنعتی قابل توجه است.

### رفتار الیاف در مقابل نور

چنان‌که در شکل ۱-۱۷ نشان داده شده است، وقتی که نور به سطح یک لیف می‌تابد، رفتار لیف در مقابل نور تابیده شده به سه شکل زیر می‌تواند باشد:

- ۱- بازتابش نور از سطح لیف
- ۲- جذب نور توسط لیف
- ۳- عبور نور از لیف



شکل ۱-۱۷ رفتار لیف در مقابل تابش نور

یعنی اگر نور سفید رنگی به سطح یک لیف تابیده شود، بخشی از نور توسط سطح لیف بازتاب می‌شود و نور بازتاب شده به رنگ نور تابیده شده یعنی نور سفید می‌باشد. نوری که وارد لیف می‌شود، بسته به رنگ لیف، بخشی از رنگ‌های نور ورودی توسط مولکول‌های رنگی لیف جذب می‌شود و بخش دیگر از نور ورودی از لیف خارج می‌شود و رنگ نور خارج شده از لیف، نشان‌دهنده رنگ لیف می‌باشد.

سه نوع رفتار لیف در مقابل تابش نور، یعنی بازتاب، جذب و عبور نور از داخل لیف، تعیین‌کننده ظاهر و کیفیت بصری لیف می‌باشد. هرگاه لیفی بخش عمده نور تابیده شده به خود را عبور دهد، این لیف، لیف شفاف گفته می‌شود. اگر لیف نتواند نور تابیده شده را از خود عبور دهد، این لیف، لیف غیرشفاف است. و اگر رفتار لیفی در مقابل نور تابیده شده، بین شفاف و غیرشفاف باشد، به این لیف، لیف نیمه‌شفاف گفته می‌شود.

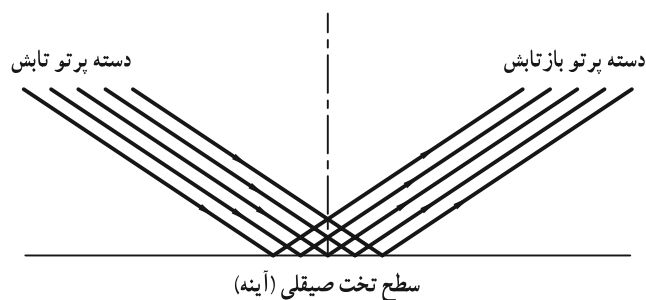
الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم غیرشفاف هستند و نور را از خود عبور نمی‌دهند. ولی، الیاف مصنوعی می‌توانند به‌دلخواه به‌صورت شفاف، غیرشفاف یا نیمه شفاف تولید شوند. با این حال، بیشتر الیاف نساجی مورد استفاده در نساجی به‌صورت غیرشفاف تولید می‌شوند.

## جلا و ظاهر الیاف

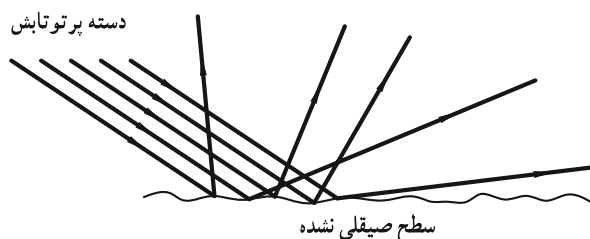
شکل ۲-۱۷ بازتاب نور از یک سطح صاف و صیقلی شده و شکل ۳-۱۷ بازتاب نور از روی یک سطح ناصاف و صیقلی نشده را نشان می‌دهد. به کیفیت انعکاس نور و براقیت سطح لیف، جلای لیف گفته می‌شود. براساس کیفیت انعکاس نور از سطح الیاف، الیاف نساجی به دو دسته براق (با جلا یا جلادار) و مات تقسیم می‌شوند. اگر سطح لیف طوری باشد که نور را به صورت منظم و یکنواخت منعکس نماید، لیف براق و سطح لیف با جلا خواهد بود. و اگر انعکاس نور از سطح لیف در جهت‌های مختلف باشد و بازتابش به صورت نامنظم و پراکنده باشد، سطح لیف مات خواهد بود.

الیاف براق و جلادار، جلوه خاصی در محصولات نساجی مثل نخ، پارچه و لباس ایجاد کرده و پارچه‌های تولید شده و لباس دوخته شده از الیاف براق، دارای جلوه رنگ بهتری هستند. الیاف پشم و پنبه که الیافی طبیعی هستند، به دلیل ویژگی‌های سطحی، الیافی غیربراق و بدون جلا هستند. اما، با مرسریزه کردن پنبه و همچنین با انجام برخی عملیات شیمیایی بر روی پشم که منجر به برداشتن فلس‌ها از روی الیاف پشم می‌شود، می‌توان جلای این الیاف را افزایش داد. از میان الیاف طبیعی، از آنجا که ابریشم دارای سطح مقطع مثلثی و دیواره‌های طولی صاف و یکنواخت می‌باشد، دارای جلای بسیار بالایی است. همچنین الیاف موهر به دلیل نداشتن فلس یا کوچک بودن آن‌ها و همچنین بعضی الیاف ساقه‌ای از جلا و براقیت مناسبی برخوردارند.

الیاف مصنوعی براساس سفارش می‌توانند به صورت براق یا مات (با درجات براقیت مختلف و دلخواه) تولید شوند. براقیت الیاف مصنوعی براساس افزودنی‌هایی که در هنگام تولید به مواد اولیه الیاف اضافه می‌شود یا عملیات حرارتی، مکانیکی و سطحی که در حین تولید بر روی آن‌ها انجام می‌شود، تعیین می‌گردد.



شکل ۲-۱۷ بازتاب نور از روی سطح صاف و صیقلی شده.



شکل ۳-۱۷ بازتاب نور از روی سطح ناصاف و صیقلی نشده.

## مطالعه ساختمان لیف از روی رفتار آن‌ها در مقابل نور

رفتار الیاف نساجی در مقابل نور بستگی به ساختار داخلی الیاف دارد. مثلاً، میزان بی‌نظمی زنجیرهای مولکولی در داخل لیف، یا آرایش یافتگی مولکولی لیف، در رفتار لیف در مقابل نور مؤثر است. یکی از تأثیرات ساختمان داخلی الیاف بر رفتار آن‌ها در مقابل نور، اثر بی‌نظمی زنجیرهای مولکولی الیاف بر کاهش سرعت نور در الیاف است. بنابراین، از همین تأثیر ساختمان داخلی لیف بر روی سرعت نور در داخل آن‌ها، برای مطالعه ساختمان داخلی لیف استفاده می‌شود.

## پرسش های فصل

- ۱- دو اهمیت رفتار الیاف در مقابل نور را بنویسید.
- ۲- رفتارهای ممکن لیف در مقابل تابش نور را بیان کنید.
- ۳- رفتار الیاف شفاف، غیرشفاف و نیمه‌شفاف در مقابل تابش نور چگونه است؟
- ۴- از نظر شفافیت، الیاف طبیعی و مصنوعی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟
- ۵- از نظر جلا، الیاف طبیعی و مصنوعی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟
- ۶- دلایل جلای ابریشم را بنویسید.
- ۷- جلای الیاف پنبه و پشم را چگونه می‌توان افزایش داد؟
- ۸- آیا می‌توان از رفتار الیاف در مقابل تابش نور به عنوان عامل شناسایی و شناخت آن‌ها استفاده کرد؟ توضیح

دهید.

### رطوبت و جذب رطوبت الیاف

#### هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- اهمیت رطوبت و جذب رطوبت الیاف را توضیح دهد.
- ۲- رطوبت محیط را تعریف کرده و اثرات آن را توضیح دهد.
- ۳- رطوبت مطلق، رطوبت اشباع و رطوبت نسبی را تعریف کند.
- ۴- تعادل در جذب و دفع رطوبت مواد نساجی را توضیح دهد.
- ۵- تعادل دینامیکی بین مواد نساجی و محیط را توضیح دهد.
- ۶- رطوبت بازیافته و رطوبت موجود الیاف نساجی را تعریف کرده روابط آن‌ها را بنویسد.
- ۷- رابطه بین رطوبت بازیافته و رطوبت موجود الیاف را بنویسد.
- ۸- مقادیر رطوبت بازیافته و رطوبت موجود را به یکدیگر تبدیل نماید.
- ۹- اضافه وزن مجاز مواد نساجی را تعریف کرده، اهمیت آن را بیان کند.
- ۱۰- روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت الیاف نساجی را توضیح دهد.
- ۱۱- روش‌های مختلف خشک کردن الیاف نساجی را توضیح دهد.
- ۱۲- خطای خشک کردن الیاف را تعریف کرده و اثرات آن‌ها را توضیح دهد.
- ۱۳- روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف نساجی را توضیح دهد.
- ۱۴- تأثیر رطوبت نسبی محیط بر رطوبت بازیافته الیاف نساجی را توضیح دهد.
- ۱۵- رطوبت بازیافته الیاف مختلف را با یکدیگر مقایسه کند.
- ۱۶- آثار جذب رطوبت الیاف را نام ببرد.
- ۱۷- حرارت جذب را تعریف کرده و روش‌های اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.
- ۱۸- تورم الیاف را توضیح داده و اهمیت تورم در الیاف نساجی را بیان کند.
- ۱۹- انواع تورم الیاف نساجی را تعریف کند و روابط آن‌ها را بنویسد.



## اهمیت رطوبت و جذب رطوبت الیاف

حیات همه موجودات عالم بر آب بنا نهاده شده است و آب در زندگی بشر نقش منحصر به فردی دارد. از این رو مطالعه آب و اثرات آن اهمیت دارد. وجود آب در مواد و محیط رطوبت نامیده می‌شود. وجود رطوبت در مواد سبب تغییرات شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی در آن‌ها شده و در نهایت موجب تغییر در رفتارهای شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی مواد می‌شود. لذا، مطالعه تأثیر رطوبت بر محیط و مواد حائز اهمیت است.

شناخت اثر آب و رطوبت به قدمت حیات بشر می‌باشد. ولی شواهد مکتوب موجود، شروع مطالعه جذب رطوبت الیاف نساجی را قرن ۱۵ میلادی نشان می‌دهد. در قرن ۱۵ میلادی جذب رطوبت الیاف پنبه توسط لئوناردو داوینچی (Leonardo da Vinci) و جذب رطوبت الیاف پشم توسط نیکولاس (Nicholas) مورد مطالعه و اندازه‌گیری قرار گرفته شده است. جذب رطوبت الیاف مصنوعی نیز بعد از ظهور و کاربرد آن‌ها در صنعت نساجی و پوشاک مورد مطالعه واقع شده است. در قرن بیستم و بین سال‌های ۱۹۲۴ تا ۱۹۳۲ جذب رطوبت الیاف پنبه، ویسکوز ریون و استات توسط آرکوهارت (Urquhart) و همکارانش مورد بررسی قرار گرفته است.

جذب رطوبت یکی از ویژگی‌های ارزشمند پوشاک می‌باشد. خاصیت جذب رطوبت الیاف نه تنها منجر به جذب عرق از روی پوست و خشک نگه‌داشتن بدن می‌شود، بلکه جذب رطوبت پوشاک باعث می‌شود تا پوشاک به‌عنوان نگه‌دارنده گرما، و عاملی برای حفاظت بدن از تغییرات ناگهانی شرایط محیط مثل حرارت و رطوبت، شناخته شود. اما، در کنار مزیت‌های فراوان جذب رطوبت الیاف، یکی از معایب جذب رطوبت الیاف، دشواری خشک کردن این الیاف و پارچه‌ها و پوشاک تهیه شده از این الیاف می‌باشد. چون الیافی مثل پنبه، پشم و ویسکوز ریون که جذب رطوبت بالایی دارند، بعد از خیس شدن به راحتی خشک نمی‌شوند، ولی الیافی مثل پلی‌پروپیلن، پلی‌استر و پلی‌اتیلن که دارای جذب رطوبت پایینی هستند، بعد از خیس شدن، نسبت به الیاف طبیعی آسان‌تر و زودتر خشک می‌شوند.

## رطوبت محیط

قبل از اینکه به جذب رطوبت الیاف و تعاریف آن پرداخته شود، لازم است نسبت به رطوبت محیط و تعاریف آن اطلاعاتی داشته باشیم. هوای محیط و هوای فضاهای مختلف همواره همراه با مقداری بخار آب است که بخار آب موجود در هوا را رطوبت هوا می‌نامند. مقدار رطوبت هوا در مکان‌های مختلف متفاوت است. مثلاً رطوبت هوا در کنار دریا معمولاً بیشتر از رطوبت هوا در بیابان و مناطق دور از سواحل است. همچنین رطوبت هوای جنگل معمولاً بیشتر از رطوبت هوا در کویر می‌باشد. به همین صورت رطوبت هوای فضاهای صنعتی مثل سالن‌های تولید، تجاری مثل فروشگاه‌ها و نمایشگاه‌ها، اقامتی مثل منازل و هتل‌ها، فرهنگی و آموزشی مثل سالن‌های نمایش و کلاس‌های آموزشی از نظر فنی و راحتی حایز اهمیت است.

جذب رطوبت باعث تغییر در خواص الیاف می‌شود. جذب رطوبت الیاف سبب تورم الیاف شده، که تورم الیاف نیز موجب

تغییر ابعاد الیاف خواهد شد و در نتیجه تورم موجب می‌شود تا اندازه‌های شکل، سختی و سفتی و نفوذپذیری نخ و پارچه تغییر کند. خواص مکانیکی و خواص اصطکاکی الیاف با جذب رطوبت تغییر می‌کند، در نتیجه جذب رطوبت سبب تغییر رفتار الیاف در انجام عملیات و حین استفاده به‌عنوان پوشاک می‌شود. جذب رطوبت الیاف یکی از عوامل مهم در تعیین خواص الکتریکی آن‌ها می‌باشد. به‌طوری‌که، جذب رطوبت باعث کاهش تمایل الیاف به ایجاد الکتریسیته ساکن می‌شود.

برای درک مفهوم رطوبت هوا و استفاده از مقادیر مربوط به رطوبت هوا در مسایل فنی و تجاری سه تعریف رطوبت مطلق، رطوبت اشباع و رطوبت نسبی در نظر گرفته می‌شود. این تعاریف به‌صورت زیر هستند :

**۱- رطوبت مطلق :** رطوبت مطلق که با  $h$  نشان داده می‌شود، عبارت است از جرم آب موجود در واحد حجم هوا. رطوبت مطلق در واقع نشان‌دهنده جرم بخار آب موجود در واحد حجم هوا می‌باشد. واحد رطوبت مطلق در دستگاه بین‌المللی SI گرم در متر مکعب ( $g/m^3$ ) می‌باشد. از دیگر واحدهای رطوبت مطلق گرین در فوت مکعب ( $gr/ft^3$ ) است. رطوبت مطلق از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

$$h = \frac{\text{جرم بخار آب موجود در فضای معلوم (گرم)}}{\text{حجم فضای معلوم (متر مکعب)}} \quad (h) \text{ رطوبت مطلق}$$

**۲- رطوبت اشباع :** رطوبت اشباع که با  $h_s$  نشان داده می‌شود، عبارت است از حداکثر رطوبتی که واحد حجم هوا با دما و فشار معین می‌تواند در خود نگه‌دارد. واحد رطوبت اشباع همان واحد رطوبت مطلق یعنی گرم بر متر مکعب ( $g/m^3$ ) یا گرین بر فوت مکعب ( $gr/ft^3$ ) بوده و نشان‌دهنده جرم حداکثر بخار آب است که واحد حجم هوا با دما و فشار معین می‌تواند در خود نگه‌دارد. لازم به توضیح است که اگر هوای یک محیط به اشباع برسد، یعنی رطوبت آن در حالت اشباع باشد، و اگر بخار آب به داخل آن محیط وارد شود، بخار آب اضافی به‌صورت قطرات آب در می‌آید، چون هوای محیط مربوطه دیگر ظرفیت نگهداری بخار آب بیشتر را ندارد. با تغییر دما و فشار یک محیط، ظرفیت آن محیط برای نگهداری بخار آب یا رطوبت نیز تغییر می‌کند. لذا، با تغییر دما و فشار یک محیط، رطوبت اشباع محیط نیز تغییر می‌کند. یعنی رطوبت اشباع یک محیط بستگی به دما و فشار آن محیط دارد. بر این اساس، اگر دمای یک محیط زیاد شود، رطوبت اشباع آن محیط نیز زیاد می‌شود. اما اگر فشار یک محیط زیاد شود، رطوبت اشباع آن کم می‌شود.

اگر در فضایی با دما و فشار معین مقداری رطوبت وجود داشته باشد ولی رطوبت در حد اشباع نباشد، چنانچه دمای این فضا را به تدریج کاهش دهیم، در نهایت به دمایی خواهیم رسید که در آن دما رطوبت فضای مورد نظر به حد اشباع خواهد رسید. با رسیدن رطوبت فضا به حد اشباع، چنانچه دمای این فضا را همچنان کم کنیم، رطوبت موجود در این فضا به شکل قطرات آب در آمده و بر روی دیواره‌های فضای مورد نظر یا روی اجسام موجود در آن فضا خواهند نشست که به این قطرات آب «شبنم» و به دمایی که در آن دما شبنم ایجاد می‌شود «نقطه شبنم» می‌گویند.

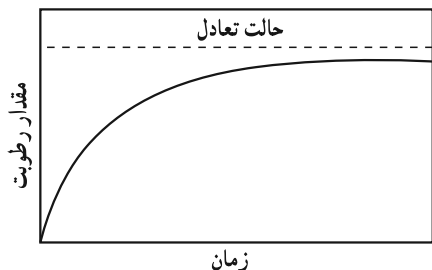
**۳- رطوبت نسبی :** رطوبت نسبی که با  $r.h$  نشان داده می‌شود، عبارت است از نسبت رطوبت مطلق هوا در یک شرایط معین دما و فشار به رطوبت اشباع هوا در همان شرایط دما و فشار، و معمولاً به درصد بیان می‌شود. درصد رطوبت نسبی از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$r.h = \frac{h}{h_s} \times 100\%$$

رطوبت نسبی در واقع نشان می‌دهد که رطوبت مطلق که در هوا وجود دارد، چند درصد از رطوبت اشباع آن هوا (با شرایط دما و فشار معین) است.

از آنجا که رطوبت هوا در خواص و رفتار الیاف تأثیر دارد و با تغییر در رطوبت هوا، رفتار الیاف نیز تغییر می‌کند، بنابراین آزمایش بر روی الیاف نساجی باید در یک شرایط کنترل شده انجام شود. برای این منظور یک شرایط محیطی استاندارد برای آزمایش‌های الیاف نساجی تعریف شده است که این شرایط با رطوبت نسبی ۶۵٪ و دمای ۲۰°C می‌باشد که به شرایط استاندارد معروف است. چون کنترل رطوبت نسبی ۶۵٪ و دمای ۲۰°C برای شرایط استاندارد دشوار است، لذا یک محدوده قابل چشم‌پوشی مجاز که به تولرانس (tolerance) نامیده می‌شود، برای رطوبت نسبی و دما در شرایط استاندارد در نظر می‌گیرند. بنابراین شرایط استاندارد را به صورت ۶۵±۲٪ رطوبت نسبی و ۲۰±۲°C نشان می‌دهند.

## تعادل در جذب و دفع رطوبت



شکل ۱-۱۸- رسیدن به تعادل در جذب و دفع رطوبت

چنان که در شکل ۱-۱۸ دیده می‌شود، هرگاه یک ماده نساجی مثل لیف، نخ یا پارچه در یک هوای معین (با دما و رطوبت معلوم) قرار داده شود، این ماده با سرعتی که به تدریج کم می‌شود، از هوا رطوبت جذب می‌کند یا رطوبت از دست می‌دهد تا با محیط به تعادل برسد، و حالت تعادل زمانی است که دیگر در رطوبت ماده نساجی مورد نظر تغییری ایجاد نشود.

تعادلی که بدین‌گونه حاصل می‌شود، یک تعادل دینامیکی می‌باشد. این تعادل،

به این دلیل تعادل دینامیکی نامیده می‌شود که، در یک زمان معین، تعداد مولکول‌های آب تبخیر شده از روی نمونه ماده نساجی، برابر تعداد مولکول‌های آب جذب شده توسط آن می‌باشد.

## جذب رطوبت الیاف

مقدار رطوبت جذب شده توسط یک نمونه از الیاف به دو صورت «رطوبت باز یافته» و «رطوبت موجود» بیان می‌شود. رطوبت باز یافته که با R نشان داده می‌شود، عبارت است از نسبت جرم آب جذب شده به جرم نمونه خشک الیاف و به درصد بیان می‌شود. درصد رطوبت باز یافته از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$\%R = \frac{\text{جرم آب جذب شده به وسیله نمونه (g)}}{\text{جرم نمونه خشک (g)}} \times 100$$

$$\%R = \frac{W}{D} \times 100$$

یا

در رابطه فوق:

W: جرم آب جذب شده

D: جرم نمونه خشک

رطوبت موجود که با M نشان داده می‌شود، عبارت است از نسبت جرم آب جذب شده به جرم نمونه مرطوب و به درصد بیان

می‌شود. درصد رطوبت موجود از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$\%M = \frac{\text{جرم آب جذب شده به وسیله نمونه (g)}}{\text{جرم نمونه مرطوب (g)}} \times 100$$

$$\%M = \frac{W}{W + D}$$

یا

در رابطه فوق :

W : جرم آب جذب شده

D : جرم نمونه خشک

رطوبت بازیافته و رطوبت موجود براساس روابط زیر با یکدیگر ارتباط دارند :

$$R = \frac{100W}{D}$$

$$M = \frac{100W}{D+W} = \frac{100W/D}{1+W/D} = \frac{R}{1+R/100}$$

$$M = \frac{100 \times R}{100 + R}$$

### اضافه وزن مجاز رطوبت محموله‌های نساجی

در معاملات تجاری مواد نساجی و منسوجات مثل الیاف و پارچه، یک حدی از رطوبت جذب شده توسط کالای نساجی مجاز شمرده می‌شود و به عنوان «اضافه وزن مجاز» بین خریدار و فروشنده مورد توافق قرار می‌گیرد. یعنی در خرید و فروش محموله‌های نساجی، وزن محموله با رطوبت بازیافته معین مورد توافق طرفین قرار گرفته و در اسناد مربوط به خرید و فروش درج می‌گردد. لازم به اشاره است که مقدار اضافه وزن مجاز فقط برای آسانی در عملیات تجاری نظیر توزین و پرداخت و دریافت ارزش محموله مورد نظر بوده، و معمولاً مقدار اضافه وزن مجاز طوری انتخاب می‌شود که در عمل کارهای مربوط به خرید و فروش تسهیل شود، و لزوماً اضافه وزن مجاز برابر رطوبت بازیافته در شرایط استاندارد در نظر گرفته نمی‌شود. رطوبت بازیافته برای اضافه وزن مجاز بعضی از الیاف در جدول زیر درج شده است.

جدول ۱-۱۸- رطوبت بازیافته برای اضافه وزن مجاز الیاف

نوع لیف	درصد رطوبت بازیافته برای اضافه وزن مجاز
پنبه	۸/۵
کنف	۱۲
کتان	۱۲
جوت	۱۳/۷۵
ویسکوز ریون	۱۳
استات سلولز ثانوی	۹
ابریشم	۱۱
پشم	۱۴-۱۹
نایلون ۶۶ و نایلون ۶	۵/۷۵ یا ۶/۲۵
پلی استر	۱/۵ یا ۳

### اندازه‌گیری رطوبت بازیافته

برای تعیین رطوبت بازیافته الیاف نساجی دو روش کلی وجود دارد یکی از روش‌های کلی «روش مستقیم» و دیگری «روش

غیرمستقیم» است.

## روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته

در روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته، از توزین برای تعیین جرم رطوبت و جرم الیاف خشک استفاده می‌شود. بعد از تعیین جرم رطوبت و جرم الیاف خشک، رطوبت بازیافته محاسبه می‌شود. در زیر یک روش از روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف توضیح داده می‌شود.

— خشک کردن به روش توزین : روش توزین، روش اصلی تعیین رطوبت بازیافته و رطوبت موجود در الیاف می‌باشد و روش‌های غیرمستقیم تعیین رطوبت الیاف، با روش توزین مقایسه و سنجیده می‌شوند. در روش توزین، نمونه مورد نظر ابتدا توزین می‌شود، سپس خشک شده و مجدداً توزین می‌شود. با داشتن وزن نمونه قبل از خشک کردن و پس از خشک کردن، درصد رطوبت بازیافته نمونه به صورت زیر حساب می‌شود :

$$W+D = m_1 = \text{جرم نمونه پیش از خشک شدن}$$

$$D = m_2 = \text{جرم نمونه خشک شده}$$

$$\%R = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

بنابراین درصد رطوبت بازیافته ( $\%R$ ) نمونه به روش روبه‌رو حساب می‌شود.

در این روش، هنگام توزین اولیه برای تعیین جرم نمونه مرطوب مشکل خاصی به وجود نخواهد آمد، اما توزین نمونه خشک شده ممکن است با مشکلاتی همراه باشد، چون در هنگام توزین یا جایجایی نمونه، ممکن است رطوبت محیط جذب نمونه شود. در اینجا به چند روش خشک کردن اشاره می‌شود :

### الف) خشک کردن با استفاده از پنتا اکسید فسفر

برای دستیابی به نتایج دقیق در تعیین رطوبت بازیافته الیاف، لازم است نمونه الیاف در یک فضای بسته و در مجاورت مواد جاذب الرطوبه مثل پنتا اکسید فسفر و در دمای اطاق قرار داده شود. از آنجا که تمایل به جذب رطوبت این ماده خیلی زیاد است، لذا بدون اینکه دمای فضای مورد نظر تغییر کند، نمونه الیاف کاملاً خشک می‌شود. اما، این روش یک روش بسیار طولانی است و ممکن است هفته‌ها طول بکشد. با این حال، این روش برای اهداف تحقیقاتی خیلی دقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ب) خشک کردن با آون

روش معمول برای خشک کردن نمونه استفاده از آون با دمای حدود  $110^\circ\text{C}$  است. افزایش دمای هوای داخل آون سبب پایین آمدن رطوبت نسبی داخل آن می‌شود. بنابراین، اگرچه رطوبت مطلق داخل آون تقریباً ثابت می‌ماند، رطوبت اشباع داخل آون به شدت افزایش می‌یابد. بنابراین، رطوبت از داخل نمونه الیاف تبخیر می‌شود تا اینکه تعادلی بین رطوبت داخل الیاف و رطوبت داخل آون، برقرار شود. این روش خشک کردن به سرعت قابل انجام است و زمان آن طولانی نیست. در روش خشک کردن با آون دو منبع خطا وجود دارد. این دو منبع خطا عبارت‌اند از «رطوبت بازیافته باقیمانده» و «تلفات دائمی».

— خطای رطوبت بازیافته باقیمانده : در روش خشک کردن با آون، رطوبت نسبی داخل آون پایین می‌آید ولی، هرگز به صفر نمی‌رسد. بنابراین، در دمای  $110^\circ\text{C}$  داخل آون که رطوبت نسبی داخل آون بسیار ناچیز است، مقداری ناچیز رطوبت در داخل نمونه الیاف باقی می‌ماند که به «رطوبت بازیافته باقیمانده» معروف است. و همین «رطوبت بازیافته باقیمانده» منبع خطا در اندازه‌گیری رطوبت بازیافته بوده و باعث کمتر محاسبه شدن رطوبت بازیافته الیاف می‌شود.

— خطای تلفات دائمی : دمای بالای داخل آون سبب می‌شود تا موادی غیر از آب مانند روغن‌ها و واکس‌ها (موم‌ها) که در داخل الیاف هستند از داخل الیاف بیرون بیایند و خارج شدن این مواد از داخل الیاف به «تلفات دائمی» معروف بوده و منبع خطا در

محاسبه رطوبت بازیافته الیاف می‌شود. برعکس خطای «رطوبت بازیافته باقیمانده» که سبب کمتر محاسبه شدن رطوبت بازیافته الیاف می‌شود، خطای «تلفات دائمی» باعث بیشتر محاسبه شدن رطوبت بازیافته الیاف می‌گردد.

### ج) خشک کردن با جریان هوای داغ

برای خشک کردن نمونه‌های تجاری و معمولی، عموماً از یک آون ویژه استفاده می‌شود. این آون دارای یک سبب با ظرفیت حدود ۱ کیلوگرم الیاف بوده و سبب حاوی الیاف قابل توزین است. الیاف داخل سبب در مقابل جریان هوای داغ (حدود  $15^{\circ}\text{C}$ ) قرار می‌گیرد تا رطوبت داخل الیاف خارج شده و وزن الیاف ثابت شود. بعد از ثابت شدن وزن الیاف، جریان هوای داغ قطع شده و نمونه الیاف توزین می‌شود. این روش دارای خطاهایی مثل اختلاف وزن هوای گرم و سرد می‌باشد.

### د) روش خشک کردن سریع در آزمایشگاه

یک روش سریع خشک کردن نمونه الیاف در آزمایشگاه، استفاده از آون شیمیایی در دمای  $15^{\circ}\text{C}$  می‌باشد. در این روش نمونه الیاف در داخل یک ظرف دردار (دسیکاتور) قابل توزین قرار می‌گیرد، سپس دسیکاتور حاوی نمونه و مواد جاذب الرطوبه در داخل آون با دمای  $15^{\circ}\text{C}$  قرار داده می‌شود تا نمونه به خوبی خشک شود. سپس دسیکاتور از آون خارج و در آن باز می‌شود تا الیاف خشک شده و توزین می‌شوند. این روش نیز دارای خطاهایی می‌باشد.

جدول ۷-۲ رطوبت بازیافته اندازه‌گیری شده به روش‌های مختلف را برای الیاف پشم نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱۸- تعیین رطوبت بازیافته پشم

روش	میانگین رطوبت بازیافتی %	محدوده تغییرات مقادیر درصد رطوبت بازیافته سه آزمایش
خشک کردن با پنتا اکسید فسفر	۷/۱۳	۰/۲۲
خشک کردن با آون $11^{\circ}\text{C}$	۷/۱۶	۰/۱۹
خشک کردن با جریان هوای داغ $15^{\circ}\text{C}$	۷/۲۷	۰/۱۵
خشک کردن سریع در آزمایشگاه	۷/۳۳	۰/۱۶

### روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته

در تعیین رطوبت بازیافته الیاف به روش غیرمستقیم، از توزین یا اندازه‌گیری جرم رطوبت و الیاف استفاده نمی‌شود. در اینجا به چند روش غیرمستقیم برای اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف اشاره می‌شود.

۱- روش مقاومت الکتریکی: یکی از روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف نساجی، استفاده از روش مقاومت الکتریکی است. در این روش از اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الیاف برای تعیین رطوبت بازیافته آن‌ها استفاده می‌شود. برای این کار، یک مدار الکترونیکی مقاومت بین دو الکترود که در توده الیاف فرو برده می‌شوند را اندازه‌گیری می‌کند و مقاومت اندازه‌گیری شده به مقدار رطوبت بازیافته الیاف بستگی دارد. با تغییر رطوبت، مقاومت الکتریکی الیاف سریعاً تغییر می‌کند، لذا این روش، روش حساسی می‌باشد.

۲- روش خازن الکتریکی: در این روش از یک خازن الکتریکی برای اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف استفاده می‌شود. در روش خازن الکتریکی الیاف مورد آزمایش به‌عنوان دی‌الکتریک در داخل خازن قرار داده می‌شوند و براساس تغییر در ظرفیت یا ثابت دی‌الکتریک خازن، میزان رطوبت الیاف اندازه‌گیری می‌شود.

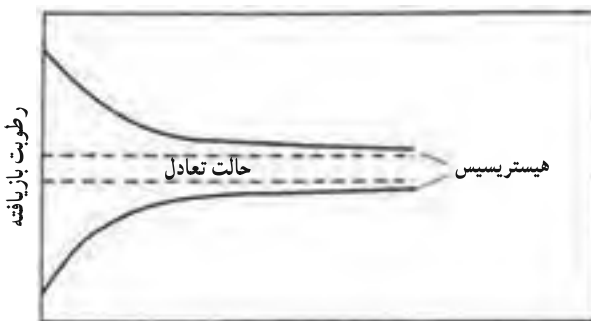
۳- روش گاز/استیلین: یکی دیگر از روش‌های اندازه‌گیری رطوبت بازیافته، تکان دادن مخلوط حاوی وزن معینی از الیاف با کاربید کلسیم (Calcium Carbide) در داخل یک محفظه دربسته است. واکنش رطوبت داخل الیاف با کاربید کلسیم باعث تولید

گاز استیلن (acetylene) می‌شود. از مقدار فشار گاز استیلن داخل محفظه، می‌توان رطوبت بازیافته الیاف مورد آزمایش را حساب کرد.

۴- روش ترازویی: در این روش، اگرچه از ترازو استفاده می‌شود، ولی وزن الیاف یا رطوبت اندازه‌گیری نمی‌شود. بلکه فقط تغییر وزن الیاف که ناشی از تغییر رطوبت در آن‌ها است نشان داده می‌شود. در روش ترازویی، از دستگاهی استفاده می‌شود که در آن از یک وسیله شبیه ترازو و برای آویختن نمونه الیاف قرار دارد. تغییر رطوبت محیط و در نتیجه با تغییر رطوبت بازیافته الیاف، وزن الیاف تغییر کرده و بدین وسیله مقدار رطوبت بازیافته نمونه الیاف مستقیماً بر روی عقربه یا شاهین ترازو نشان داده می‌شود. از این دستگاه در سالن‌های ریسندگی برای تعیین وزن خشک الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### تأثیر رطوبت نسبی محیط بر رطوبت بازیافته الیاف

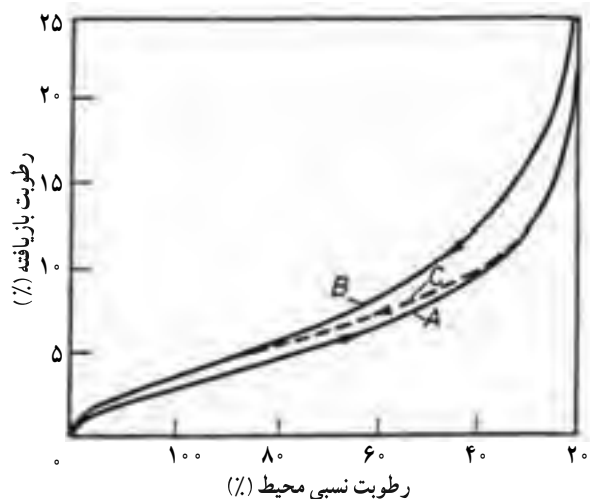
هرگاه یک نمونه مرطوب از الیاف و یک نمونه خشک از همان الیاف را در یک محیط با رطوبت نسبی معین قرار دهیم، نمونه مرطوب به تدریج رطوبت از دست می‌دهد و نمونه خشک به تدریج رطوبت جذب می‌کند. از دست دادن نمونه مرطوب و جذب رطوبت نمونه خشک در طول زمان انجام می‌شود، و این عمل دفع و جذب رطوبت ادامه می‌یابد تا اینکه هر دو نمونه یعنی نمونه‌های مرطوب و خشک از نظر رطوبت با محیط به تعادل برسند. عمل از دست دادن رطوبت نمونه مرطوب و جذب رطوبت نمونه خشک در یک محیط با رطوبت نسبی معین در شکل ۲-۱۸ نشان داده شده است. چنان‌که از روش شکل ۲-۱۸ دیده می‌شود. نمونه الیافی که ابتدا مرطوب بودند، در حالت تعادل با محیط دارای رطوبت بازیافته بیشتری نسبت به الیافی هستند که در ابتدا خشک بوده‌اند. یعنی اگر دو نمونه مرطوب و خشک از یک نوع لیف را در یک محیط با رطوبت نسبی معین قرار دهیم، دو نمونه به ترتیب با دفع و جذب رطوبت با محیط به تعادل می‌رسند ولی در حالت تعادل همواره نمونه‌ای که در ابتدا مرطوب بوده است دارای رطوبت بازیافته بیشتری نسبت به نمونه‌ای است که در ابتدا خشک بوده است. این پدیده که به پیشینه و گذشته دو نمونه الیاف مربوط می‌شود، به هیستریسیس معروف است.



شکل ۲-۱۸- حالت هیستریسیس در جذب و دفع رطوبت

شکل ۷-۳ منحنی‌های جذب و دفع رطوبت توسط الیاف پنبه نسبت به رطوبت نسبی محیط در دمای ثابت را نشان می‌دهد. منحنی A نشان‌دهنده جذب رطوبت نمونه خشک الیاف می‌باشد. چنان‌که دیده می‌شود اگر یک نمونه خشک از الیاف پنبه را در محیط با دمای ثابت و رطوبت نسبی ۱۰٪ قرار دهیم، با افزایش رطوبت نسبی محیط (محور افقی از ۰٪ تا ۱۰۰٪) نمونه خشک الیاف شروع به جذب رطوبت می‌کند و این جذب رطوبت ادامه می‌یابد تا با محیط به تعادل برسد. همین‌طور، اگر یک نمونه مرطوب

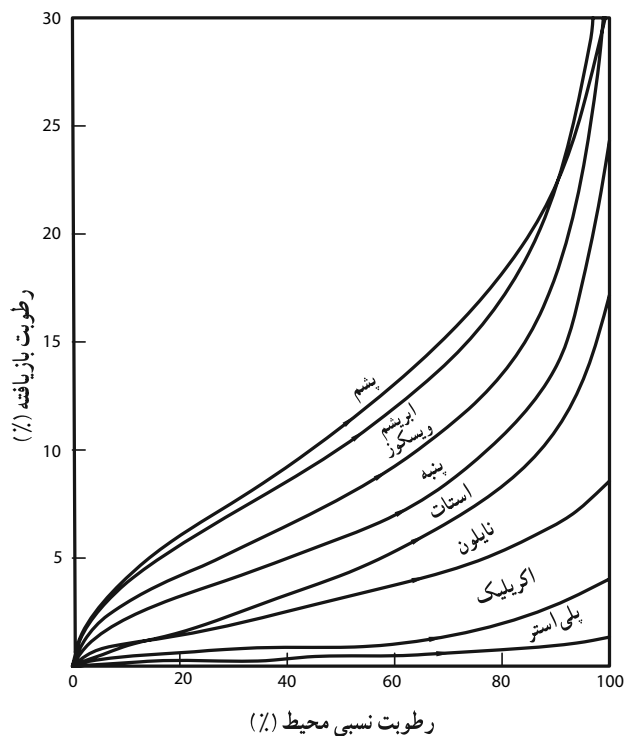
از الیاف پنبه را در محیط با همان دما ولی رطوبت نسبی ۱۰۰٪ قرار دهیم و رطوبت نسبی را به تدریج کم کنیم (محور افقی از ۱۰۰٪ تا ۰٪)، الیاف مرطوب شروع به دفع رطوبت کرده و روند کاهشی رطوبت باز یافته از منحنی B پیروی می کند. اختلاف بین مسیرهای جذب و دفع رطوبت (اختلاف بین منحنی های A و B) در واقع اثر پدیده هیستریسیس در جذب و دفع رطوبت توسط الیاف پنبه می باشد.



A: منحنی جذب ، B: منحنی دفع ، C: منحنی میانی

شکل ۳-۱۸- نمودار جذب و دفع رطوبت الیاف پنبه نسبت به رطوبت نسبی محیط در دمای ثابت

اما منحنی میانی C در شکل ۳-۱۸ نشان دهنده خشک شدن یک نمونه از الیافی است که ابتدا با افزایش رطوبت نسبی محیط رطوبت جذب کرده و منحنی جذب آن از منحنی A پیروی می کند، و پس از جذب رطوبت تا حد معینی، با کاهش رطوبت نسبی محیط، شروع به دفع رطوبت می کند و منحنی برگشت (دفع رطوبت) از منحنی میانی C پیروی می کند تا اینکه بعد از تلاقی با منحنی B، در ادامه دفع رطوبت، از منحنی B پیروی می کند.



شکل ۴-۱۸- نسبت بین رطوبت باز یافته الیاف نساجی و رطوبت نسبی محیط

### مقایسه رطوبت باز یافته الیاف مختلف

شکل ۴-۱۸ نسبت بین رطوبت نسبی محیط و رطوبت باز یافته الیاف مختلف را نشان می دهد. چنان که از روی این شکل دیده می شود، منحنی رطوبت باز یافته الیاف پشم و سپس الیاف ویسکوز بالاتر از همه الیاف قرار دارد. بعد از این دو لیف، الیاف ابریشم، پنبه و سپس استات بیشترین جذب رطوبت را داشته و در نهایت الیاف مصنوعی نایلون، اکریلیک و پلی استر قرار دارد. میزان جذب رطوبت الیاف بستگی به نوع مولکول ها یا اتم های تشکیل دهنده و ساختار فیزیکی زنجیرهای مولکولی آنها دارد. مقدار رطوبت باز یافته الیاف نساجی در شرایط ۶۵٪ رطوبت نسبی و ۲۰°C در جدول ۳-۱۸ درج شده است.



الیاف نساجی از نظر جذب رطوبت به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند. این دو دسته عبارت‌اند از الیاف آب‌دوست یا هیدروفیل و الیاف آب‌گریز یا هیدروفوب. الیاف هیدروفیل الیافی هستند که جذب رطوبت آن‌ها بالاست و تمایل به جذب رطوبت دارند. از الیاف هیدروفیل می‌توان به الیاف پنبه، پشم و ویسکوز ریون اشاره کرد. الیاف هیدروفوب الیافی هستند که جذب رطوبت و تمایل آن‌ها به جذب رطوبت آن‌ها کم است. از الیاف هیدروفوب می‌توان به الیاف پلی‌استر و پلی‌اتیلن اشاره کرد.

جدول ۳-۱۸- رطوبت بازیافته الیاف نساجی در شرایط ۶۵٪ رطوبت نسبی و ۲۰°C

نوع الیاف	رطوبت بازیافته (%)
پنبه	۸
پنبه مرسریزه	۱۲
کنف	۸
کتان	۷
جوت	۱۲
ویسکوز ریون	۱۴
استات نانوی	۶/۵
تری‌استات	۴/۵
ابریشم	۱۰
پشم	۱۶
نایلون (۶ و ۶۶)	۴/۵
پلی‌استر	۰/۴
اکریلیک	۲
PVC (پلی‌وینیل کلراید)	۰
PVA (پلی‌وینیل الکل)	۵
شیشه و پلی‌اتیلن	۰

## اثرات جذب رطوبت الیاف

جذب رطوبت توسط الیاف نساجی، آثاری را به همراه دارد که بعضی از این آثار در رفتار این الیاف دیده می‌شود. از جمله این آثار می‌توان به ایجاد گرما در اثر جذب رطوبت، ایجاد تورم در اثر جذب رطوبت و تغییر در رفتار فیزیکی و مکانیکی الیاف در اثر جذب رطوبت نام برد. در اینجا به دو اثر از آثار جذب رطوبت یعنی حرارت جذب و تورم پرداخته می‌شود.

**حرارت جذب:** وقتی الیاف نساجی رطوبت جذب می‌کنند، حرارت یا گرما تولید می‌شود. یعنی پدیده جذب رطوبت در الیاف نساجی یک پدیده گرمازا است. وقتی مولکول‌های آب جذب مولکول‌های لیف می‌شوند، در اثر نیروهای جاذبه‌ای که بین مولکول‌های آب و مولکول‌های لیف به وجود می‌آید گرما ایجاد می‌شود. از طرف دیگر، وقتی که همین مولکول‌های آب به صورت بخار جذب الیاف می‌شوند، گرمایی به واسطه تقطیر بخار آب (یعنی تبدیل بخار آب به مایع آب) به وجود می‌آید که همان گرمای نهان تبخیر می‌باشد. معمولاً گرمای ناشی از جذب رطوبت توسط الیاف نساجی به دو روش گرمای جزئی جذب و گرمای کلی جذب بیان می‌شود.

**۱- گرمای جزئی جذب:** گرمای جزئی جذب که با Q نشان داده می‌شود، عبارت است از گرمایی که وقتی یک گرم آب به وسیله مقدار زیادی از الیاف با رطوبت بازیافته معین جذب می‌شود و برحسب ژول بر گرم آب (واحد J/g) بیان می‌شود. گاهی اوقات گرمای جزئی جذب به «گرمای جذب» نامیده می‌شود.

**۲- گرمای کلی جذب:** گرمای کلی جذب که با W نشان داده می‌شود، به گرمای حاصل از جذب رطوبت یک نمونه الیاف با جرم خشک ۱ گرم و با رطوبت بازیافته معین که آنقدر رطوبت جذب می‌کند تا تر شود گفته می‌شود. گرمای کلی جذب به گرمای تر شدن نیز نامیده می‌شود و برحسب ژول بر گرم الیاف (واحد J/g) بیان می‌شود.

گرمای تر شدن بعضی از الیاف نساجی از حالت رطوبت بازیافته ° % در جدول ۴-۱۸ نشان داده شده است.

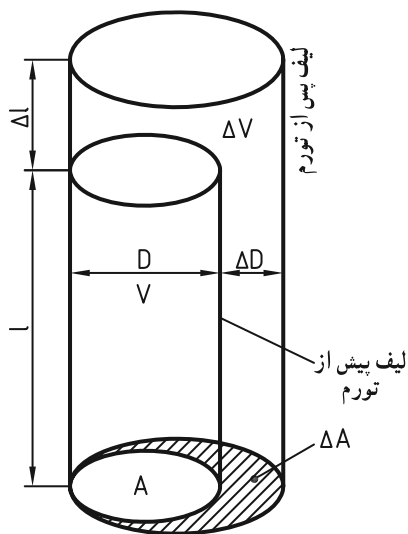
جدول ۴-۱۸- گرمای تر شدن الیاف نساجی از رطوبت بازیافته ° %

نوع لیف	گرمای تر شدن (J/g)
پنبه	۴۶
ویسکوزیون	۱۰۶
استات	۳۴
پشم	۱۱۳
ایریشم	۶۹
نایلون	۳۱
پلی استر	۵
اکریلیک	۷
پنبه مرسریزه	۷۳
کتان	۵۵

**تورم الیاف:** وقتی که الیاف نساجی رطوبت جذب می کنند، ابعاد این الیاف تغییر می کند و این الیاف در جهت عرضی (سطح مقطع) و طولی متورم می شوند. تغییر در ابعاد الیاف در جهت طول و عرض که ناشی از جذب رطوبت می باشد را تورم می گویند. تورم الیاف در اثر جذب رطوبت دارای اثرات فنی در نخ و پارچه می باشد. مثلاً، تورم عرضی الیاف که باعث افزایش قطر الیاف می شود، جمع شدگی نخ را به همراه دارد.

همچنین تورم الیاف باعث می شود تا قطر نخ بافته شده در پارچه افزایش یابد، و همین افزایش قطر نخ در پارچه سبب مسدود شدن خلل و فرج و منافذ پارچه شده و در نهایت نفوذ آب و هوا در داخل پارچه کاهش می یابد.

اثر تورم الیاف است که باعث می شود، الیاف نساجی در شیلنگ های آب استفاده شوند. وقتی آب از داخل شیلنگ های آب پارچه ای عبور می کند، جذب آب و در نتیجه تورم الیاف باعث مسدود شدن منافذ شیلنگ پارچه ای شده و آب از داخل شیلنگ به بیرون تراوش نمی کند. همچنین در بعضی از پارچه های بارانی نیز از اصل تورم الیاف برای ضد آب کردن آن ها استفاده می شود. هرگاه باران بر روی پارچه های بارانی ضد آب می بارد، الیاف پارچه بارانی با جذب آب متورم می شوند و منافذ این پارچه های بارانی مسدود کرده و آب به داخل لباس نفوذ نمی کند.



شکل ۵-۱۸- تغییر در ابعاد الیاف در اثر تورم

**۱- تعاریف تورم:** وقتی الیاف در اثر جذب رطوبت متورم می شوند، قطر، مساحت مقطع، طول و حجم آن ها زیاد می شود. از این رو، تورم ممکن است براساس افزایش در قطر، سطح مقطع، طول یا حجم بیان شود. شکل ۵-۱۸ ابعاد یک لیف را در حالت قبل از تورم و بعد از تورم نشان می دهد. مقدار تورم قطری، سطحی، طولی و حجمی الیاف با توجه به شکل ۵-۱۸ به صورت

زیر تعیین می شوند:

$$S_D = \frac{\Delta D}{D}$$

الف) تورم قطری  
در رابطه فوق؛

$S_D$ : تورم قطری

$\Delta D$ : افزایش قطر در اثر تورم

$D$ : قطر لیف قبل از تورم

$$S_A = \frac{\Delta A}{A}$$

ب) تورم سطحی  
در رابطه فوق؛

$S_A$ : تورم سطحی

$\Delta A$ : افزایش مساحت مقطع عرضی لیف در اثر تورم

$A$ : مساحت مقطع عرضی لیف قبل از تورم

$$S_l = \frac{\Delta l}{l}$$

ج) تورم طولی  
در رابطه فوق؛

$S_l$ : تورم طولی

$\Delta l$ : افزایش طول در اثر تورم

$l$ : طول اولیه قبل از تورم

$$S_V = \frac{\Delta V}{V}$$

د) تورم حجمی  
در رابطه فوق؛

$S_V$ : تورم حجمی

$\Delta V$ : افزایش حجم در اثر تورم

$V$ : حجم اولیه لیف قبل از تورم

لازم به توضیح است که روابط تورمی که در بالا اشاره شده اند به صورت نسبت، نشان داده شده اند، مثلاً، تورم حجمی براساس نسبت افزایش حجم به حجم اولیه بیان شده است. با این حال، در بیان مقدار تورم می توان از درصد نیز استفاده کرد. شکل سطح مقطع یک فیلامنت ویسکوزیون در حالت خشک و تورم بعد از جذب رطوبت در شکل ۶-۱۸ نشان داده شده است.



شکل ۶-۱۸- نمای مقطع عرضی فیلامنت ویسکوزیون قبل و بعد از تورم

۲- تورم الیاف در داخل آب: جدول ۵-۱۸ درصد تورم الیاف مختلف را وقتی در آب قرار می‌گیرند نشان می‌دهد. در این جدول، درصد تورم بعضی از الیاف با چند عدد درج شده است. این به دلیل اندازه‌گیری تورم به وسیله چند نفر و اعلام اعداد مختلف توسط آن‌هاست. چنان‌که از روی اعداد روی جدول دیده می‌شود، می‌توان فهمید که تورم الیاف طبیعی بیشتر از تورم الیاف مصنوعی است، و این به دلیل جذب رطوبت بیشتر الیاف طبیعی است. از سوی دیگر، هرچه جذب رطوبت الیاف بیشتر باشد، معمولاً تورم آن‌ها نیز بیشتر است. یکی از نکات قابل توجه در جدول ۵-۱۸، آن است که به استثنای نایلون، تورم عرضی همه الیاف بیشتر از تورم طولی آن‌هاست. در الیاف نایلون، به دلیل وجود پوسته محکم این الیاف که مانع از تورم عرضی می‌شود، تورم طولی بیشتر از تورم عرضی است.

جدول ۵-۱۸- تورم الیاف در آب

نوع لیف	تورم قطری (%)	تورم سطحی (%)	تورم طولی (%)	تورم حجمی (%)
پنبه	۲۳ و ۲۰ و ۷	۲۱ و ۴۲ و ۴۰	-	-
کتان	-	۴۷	۰/۲ و ۰/۱	-
جوت	۲۱ و ۲۰	۴۰	-	-
پنبه مرسریزه	۱۷	۲۴ و ۴۶	۰/۱	-
ویسکوز ریون	۲۵ و ۳۵ و ۵۲	۱۱۴ و ۱۱۳ و ۶۶ و ۶۷ و ۵۶ و ۵۰	۴/۸ و ۳/۷	۱۰۹ و ۱۱۷ و ۱۱۵ و ۱۱۹ و ۱۲۳ و ۱۲۶ و ۷۴
فورتیزان	-	۲۲	-	-
استات	۹ و ۱۱ و ۱۴	۶ و ۸	۰/۳ و ۰/۱	-
پشم	۱۴/۸ و ۱۷	۲۵ و ۲۶	-	۳۶ و ۳۷ و ۴۱
ابریشم	۱۶/۵ و ۱۶/۳ و ۱۸/۷	۱۹	۱/۶ و ۱/۳	۳۰ و ۳۲
نایلون	۱/۹ و ۲/۶	۱/۶ و ۳/۷	۲/۷ و ۶/۹	۸/۱ و ۱۱

- ۱- مطالعه تأثیر رطوبت بر مواد نساجی چه اهمیتی دارد؟
- ۲- یکی از معایب جذب رطوبت بالای الیاف طبیعی را نام ببرید و توضیح دهید.
- ۳- رطوبت مطلق، رطوبت اشباع و رطوبت نسبی را تعریف کنید.
- ۴- در یک فضای با رطوبت مطلق معین، وقتی دما را افزایش می‌دهیم، رطوبت مطلق و رطوبت نسبی چه تغییری می‌کنند؟ توضیح دهید.
- ۵- شرایط استاندارد را تعریف کنید.
- ۶- تعادل دینامیکی در جذب و دفع رطوبت را توضیح دهید.
- ۷- نقطه شبنم را توضیح دهید.
- ۸- رطوبت موجود و رطوبت بازیافته الیاف را تعریف کرده و روابط هریک را بنویسید.
- ۹- توضیح دهید که رطوبت بازیافته از رطوبت موجود بیشتر است یا برعکس؟
- ۱۰- «اضافه وزن مجاز» را تعریف کنید و بنویسید در کجا از آن بهره گرفته می‌شود؟
- ۱۱- روش‌های مستقیم و غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته را بنویسید.
- ۱۲- دو روش از روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته را نام برده و توضیح دهید.
- ۱۳- سه روش خشک کردن الیاف را نام ببرید و توضیح دهید.
- ۱۴- دو منبع خطا در روش خشک کردن با آون را نام ببرید و توضیح دهید.
- ۱۵- چهار روش از روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت را نام ببرید و توضیح دهید.
- ۱۶- هیستریسیس در جذب رطوبت الیاف را بنویسید.
- ۱۷- هیدروفیل و هیدروفوب به چه الیافی گفته می‌شود.
- ۱۸- دو اثر از آثار جذب رطوبت الیاف را نام ببرید.
- ۱۹- گرمای جزئی جذب و گرمای کلی جذب را توضیح دهید و واحد آن‌ها را بیان کنید.
- ۲۰- تورم الیاف را تعریف کنید.
- ۲۱- انواع تورم در الیاف را بنویسید.
- ۲۲- کدامیک از تورم‌ها (تورم قطری یا تورم طولی) در الیاف بیشتر است.
- ۲۳- چرا در الیاف نایلون تورم طولی بیشتر از تورم قطری است؟
- ۲۴- روابط تورم قطری، سطحی، طولی و حجمی را بنویسید.
- ۲۵- توده‌ای از یک نوع لیف با جرم خشک ۶۰ گرم در یک محیط قرار داده می‌شود تا جرم آن به ۶۴ گرم برسد. رطوبت موجود و رطوبت بازیافته را حساب کنید.
- ۲۶- یک محموله از الیاف پنبه به جرم ۲۵۰۰۰ کیلوگرم و رطوبت بازیافته ۷/۵ درصد می‌باشد. بعد از حمل این محموله، رطوبت بازیافته محموله به ۴ درصد کاهش می‌یابد. وزن محموله در مقصد چند کیلوگرم است.
- ۲۷- یک محموله ۱۰۰ تنی از پارچه فاستونی (۴۵٪ پشم، ۵۵٪ پلی‌استر) خریداری شده است. اگر رطوبت بازیافته پشم ۱۳/۵٪ و رطوبت بازیافته پلی‌استر ۵/۰٪ باشد، وزن پشم و پلی‌استر در حالت خشک را حساب کنید. وزن آب جذب شده توسط این محموله چند کیلوگرم است.

## فصل نوزدهم

### خواص کششی الیاف

#### هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

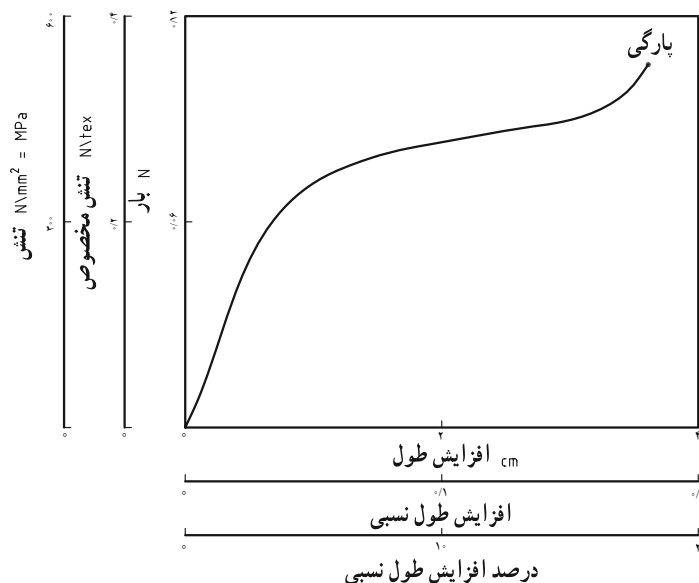
- ۱- اهمیت خواص کششی الیاف را توضیح دهد.
- ۲- منحنی بار-افزایش طول و تنش- کرنش الیاف و قسمت‌های مختلف آن را توضیح دهد.
- ۳- تنش را تعریف کند و رابطه آن را بنویسد.
- ۴- کرنش را تعریف کند و رابطه آن را بنویسد.
- ۵- تنش مخصوص را تعریف کند و رابطه آن را بنویسد.
- ۶- اصطلاحات مربوط به کشش الیاف را تعریف کند و روابط بین آن‌ها را بنویسد.
- ۷- نقطه تسلیم را تعریف کرده و روش تعیین آن را توضیح دهد.
- ۸- روش‌های مختلف بارگذاری و اثرات آن را بر رفتار الیاف نساجی توضیح دهد.
- ۹- محاسبات مربوط به رفتار کششی الیاف را از روی نمودار یا داده‌های آزمایش انجام دهد.
- ۱۰- اثرات زمان در رفتار کششی الیاف را توضیح دهد.
- ۱۱- خزش و افت تنش در الیاف نساجی را تعریف کند.
- ۱۲- اثرات رطوبت و حرارت بر رفتار کششی الیاف را توضیح دهد.
- ۱۳- اثرات تابش نور و اشعه‌ها را بر روی الیاف نساجی توضیح دهد.

## اهمیت خواص کششی الیاف

خواص مکانیکی الیاف نساجی (یعنی رفتار الیاف نساجی در مقابل نیروی وارده یا تغییر شکل) از نظر فنی مهم‌ترین خاصیت آن‌ها می‌باشد. خواص مکانیکی الیاف نساجی از دو منظر دارای اهمیت است، یکی رفتار آن‌ها در حین عملیات ریسندگی، بافندگی و ... و دیگری خواص محصول نهایی یعنی نخ، پارچه و لباس. خواص یک محصول نساجی مثل نخ یا پارچه به پیچیدگی روابط بین چگونگی قرار گرفتن الیاف در داخل ساختمان منسوج و رفتار الیاف بستگی دارد. بنابراین، برای تحلیل رفتار یک منسوج مثل نخ یا پارچه فقط دانستن رفتار الیاف به کار رفته در آن کافی نیست. چون بعضی از الیاف دارای یک ویژگی ذاتی هستند که این ویژگی ذاتی آن‌ها در مقابل بعضی خواص الیاف مجاور آن‌ها تغییر می‌کند. بنابراین خواص ذاتی الیاف تا حدی در خواص نخ یا پارچه تأثیر دارد. مثلاً مقاومت یک نخ هیچ‌گاه از مجموع مقاومت‌های الیافی که آن را تشکیل می‌دهند بیشتر نخواهد بود.

خواص مکانیکی یک لیف حاصل عوامل مختلفی است، ترکیب همین عوامل مختلف است که یک ویژگی خاص آن لیف را تعیین می‌کند. در استفاده از الیاف و کاربرد آن‌ها، باید بدانیم که کدام خاصیت آن مناسب مصرف نهایی لیف می‌باشد. مثلاً لیفی که دارای مقاومت سایشی مناسبی است برای لباس‌های روی ورزشی، الیافی که دارای جذب رطوبت خوبی هستند برای لباس زیر و الیافی که دارای مقاومت کششی خوبی هستند برای مصارف صنعتی به کار می‌روند.

به دلیل شکل خاص الیاف، مهم‌ترین خاصیت مکانیکی الیاف، رفتار کششی آن‌ها یعنی رفتار آن‌ها در مقابل نیروی محوری وارده و تغییر شکل در جهت طول الیاف می‌باشد. بر این اساس، ساده‌ترین روش برای مطالعه خواص مکانیکی الیاف، بررسی افزایش طول و پارگی الیاف تحت بارگذاری تدریجی می‌باشد.



## منحنی‌های بار - افزایش طول و تنش - کرنش

چنان‌که در شکل ۱-۱۹ دیده می‌شود، رفتار یک لیف در مقابل نیرویی که به تدریج به آن وارد می‌شود، به وسیله یک منحنی بار - افزایش طول که در انتهای آن نقطه پارگی لیف مشخص شده است می‌تواند نشان داده شود. در اینجا، نیرو می‌تواند برحسب نیوتن یا گرم نیرو و افزایش طول برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شود. ولی اگر قرار باشد که انواع مختلف الیاف را بدون در نظر گرفتن ابعاد آن‌ها

با یکدیگر مقایسه کنیم، لازم است از دیگر واحدها مثلاً واحدهای تنش استفاده کنیم. بنابراین در بیشتر محاسبات فیزیکی و مهندسی، به جای بار از تنش استفاده می‌کنند. تنش عبارت است از نیرو تقسیم بر سطحی که نیرو بر آن اثر می‌کند. تنش از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S = \frac{F}{A}$$

در رابطه فوق؛

S: تنش بر حسب نیوتن بر مترمربع؛

F: بار بر حسب نیوتن؛

A: مساحت سطح مقطع بر حسب مترمربع.

در دستگاه SI واحد تنش نیوتن بر مترمربع ( $N/m^2$ ) می‌باشد که پاسکال (Pa) نیز نامیده می‌شود.

اما، در نساجی برای مطالعه الیاف بیشتر به وزن یا جرم الیاف توجه می‌شود، نه به شکل و ابعاد الیاف. از سوی دیگر، در نساجی تعیین و بیان مساحت مقطع الیاف بسیار دشوار است و چنان‌که در فصول قبلی اشاره شده است، در بیان سطح مقطع یا قطر الیاف معمولاً از جرم واحد طول یا نمره استفاده می‌شود. بنابراین، در رابطه مربوط به تنش که در بالا به آن اشاره شده است، به جای مساحت مقطع عرضی لیف، از جرم لیف استفاده می‌شود. در این صورت وقتی از جرم لیف برای محاسبه تنش استفاده می‌شود، تنش حاصل به تنش مخصوص معروف است.

$$S_s = \frac{F}{M}$$

در رابطه فوق واحدها بر اساس سیستم SI عبارتند از؛

$S_s$ : تنش مخصوص بر حسب نیوتن متر بر کیلوگرم ( $Nm/kg$  یا  $Pam^3/kg$ );

F: بار بر حسب نیوتن (N);

M: جرم واحد طول بر حسب کیلوگرم بر متر ( $kg/m$ ).

اما، برای اینکه از رابطه تنش مخصوص بتوانیم در نساجی استفاده کنیم، بهتر است از نمره تکس (Tex) الیاف در این رابطه بهره گرفته شود، که در این صورت واحد تنش مخصوص نیوتن بر تکس ( $N/tex$ ) خواهد بود. برای تنش‌های کوچکتر، از واحدهای سانتی‌نیوتن بر تکس ( $CN/tex$ ) و میلی‌نیوتن بر تکس ( $mN/tex$ ) نیز استفاده می‌شود.

مثال ۸-۱: یک نخ با نمره ۱۶ تکس تحت نیرویی برابر ۸/۵ نیوتن پاره شده است. تنش مخصوص پارگی این نخ را حساب کنید.

$$\text{حل: } (N / tex) = \frac{\text{نیرو}}{\text{نمره تکس نخ}} = \frac{F}{tex}$$

$$S_s = \frac{8/5}{16}$$

$$S_s = 0.53125 \text{ N/tex}$$

مثال ۸-۲: یک تک فیلامنت از الیاف مصنوعی دارای نمره ۹۹ دنیر می‌باشد. اگر این تک فیلامنت تحت نیروی ۷/۲۶

نیوتن قرار گیرد، تنش مخصوص وارده به تک فیلامنت را بر حسب N/tex حساب کنید.

حل:

$$tex = \frac{den}{9}$$

ابتدا لازم است نمره تک فیلامنت را به تکس تبدیل کنیم.



$$\text{tex} = \frac{99}{9} = 11$$

رابطه بین تنش مخصوص، بار وارده و نمره به صورت زیر می باشد :

$$S_s = \frac{F \text{ (بار یا نیرو)}}{\text{tex (وزن واحد طول نخ)}} \text{ (تنش مخصوص)}$$

$$S_s = \frac{7/26}{11}$$

$$S_s = 0/66 \text{ N/tex}$$

### برخی تعاریف در کشش الیاف

برای درک مفاهیم فیزیکی و مکانیکی در کشش الیاف و استفاده آن‌ها در محاسبات، لازم است بعضی تعاریف در اینجا ارایه شوند :

۱- **طول اولیه ( $l_1$ )**: به درازا و بلندی نمونه قبل از وارد شدن بار یا نیرو، طول اولیه می گویند. طول اولیه در واقع به درازای نمونه در حالت مستقیم شده و بدون چین و تجعد گفته می شود.

۲- **افزایش طول ( $\Delta l$ )**: به اختلاف طول نمونه در حالت کشیده شده و طول اولیه، افزایش طول گفته می شود. به عبارت دیگر، وقتی به لیفی نیرو وارد می شود، طول آن در اثر نیروی وارد شده اضافه می شود، به طول اضافه شده در اثر نیروی وارد شده، افزایش طول می گویند. اگر طول اولیه نمونه‌ای  $l_1$  و طول آن پس از وارد شدن نیرو به  $l_2$  برسد، افزایش طول  $\Delta l$  از رابطه زیر به دست می آید :

$$\Delta l = l_2 - l_1$$

۳- **افزایش طول نسبی یا کرنش ( $\varepsilon$ )**: افزایش طول نسبی یا کرنش، عبارت است از نسبت بین افزایش طول ( $\Delta l$ ) و طول اولیه ( $l_1$ ) و از حاصل تقسیم  $\Delta l$  بر  $l_1$  به دست می آید.

$$\varepsilon = \frac{l_2 - l_1}{l_1} = \frac{\Delta l}{l_1}$$

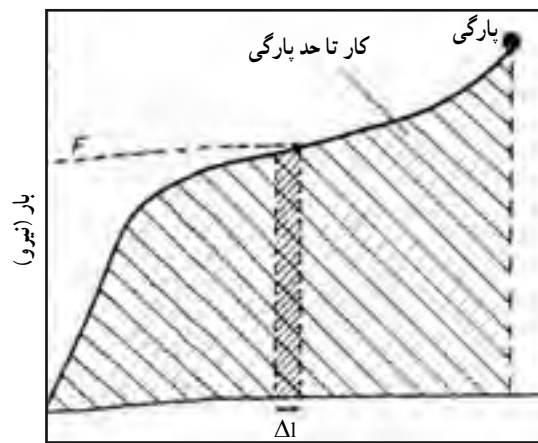
در بیشتر مواقع افزایش طول نسبی به صورت درصد حساب شده و بیان می شود. در این صورت درصد افزایش طول نسبی ( $\varepsilon$  %) به صورت زیر حساب می شود :

$$\% \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_1} \times 100$$

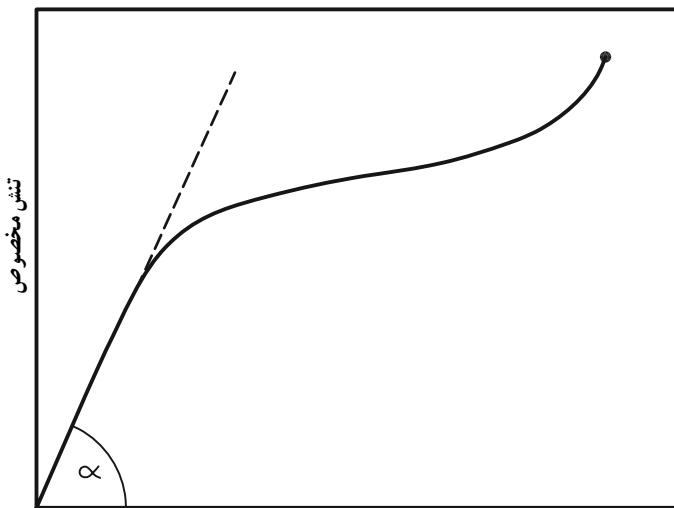
۴- **مقاومت**: به حداکثر نیروی کششی لازم برای پارگی لیف، مقاومت لیف گفته می شود. وقتی که مقاومت یک لیف به تنهایی در نظر باشد، نیرو یا بار پارگی لیف به عنوان مقاومت لیف در نظر گرفته می شود. ولی، وقتی لازم باشد مقاومت دو یا چند لیف را با هم مقایسه کنند، از تنش مخصوص برای بیان مقاومت استفاده می کنند.

۵- **افزایش طول تا حد پارگی**: افزایش طولی که در آن افزایش طول، لیف پاره می شود به افزایش طول تا حد پارگی نامیده می شود. افزایش طول تا حد پارگی ممکن است بر حسب طول اضافه شده، نسبت افزایش طول به طول اولیه یا درصد افزایش طول نسبت به طول اولیه بیان شود.

۶- **کار تا حد پارگی**: به مقدار انرژی لازم برای پاره شدن لیف، کار تا حد پارگی گفته می شود و واحد آن ژول (J) است. چنان که در شکل ۲-۱۹ نشان داده شده است، کار تا حد پارگی برابر مساحت زیر نمودار بار - افزایش طول می باشد.



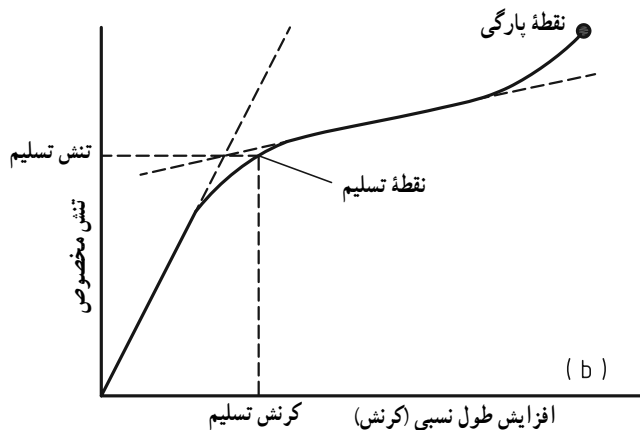
شکل ۲-۱۹- کار تا حد پارگی



شکل ۳-۱۹- مدول اولیه  $\tan \alpha =$

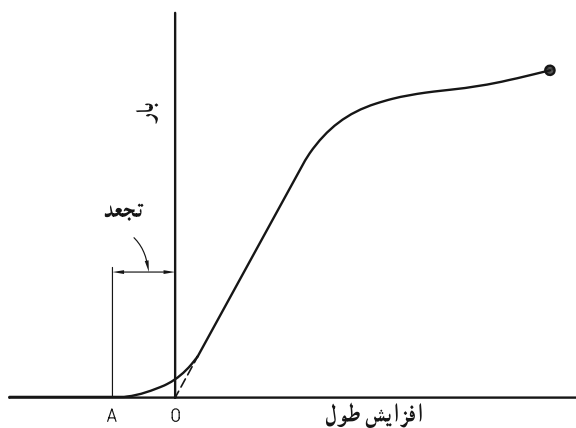
۷- مدول اولیه: با توجه به شکل ۳-۱۹ که نمودار تنش - کرنش یک لیف را نشان می‌دهد، منحنی تنش - کرنش اغلب الیاف از سه قسمت مشخص تشکیل شده است. قسمت اول، یک قسمت خطی است با شیب زیاد؛ قسمت دوم، قسمتی است که شیب آن ملایم است، و قسمت سوم قسمتی است که شیب منحنی مجدداً زیاد شده و نهایتاً به نقطه پارگی لیف می‌رسد. به شیب قسمت اول منحنی تنش - کرنش مدول اولیه گفته می‌شود. لازم به توضیح است، اگر بارگذاری روی لیف در ناحیه خطی اولیه نمودار تنش - کرنش باشد، بعد از برداشتن بار و نیروی وارده، نمونه لیف به طول اولیه خود بازمی‌گردد.

۸- نقطه تسلیم: با توجه به شکل ۴-۱۹، وقتی منحنی تنش - کرنش الیاف نساجی رسم می‌شود، بین دو قسمت اول منحنی، یعنی بین قسمت خطی و با شیب زیاد اولیه و قسمت دوم که با شیب ملایم می‌باشد، می‌توان یک نقطه مشخص را در نظر گرفت که این نقطه به نقطه تسلیم معروف است.



شکل ۴-۱۹- تعیین نقطه تسلیم

برای تعیین نقطه تسلیم، دو روش پیشنهاد می‌شود، در روش اول (قسمت a از شکل ۴-۱۹) ابتدا خطی بین مبدأ و نقطه پارگی لیف رسم می‌کنیم. سپس خطی موازی خط مذکور طوری رسم می‌کنیم تا مماس بر سطح منحنی در بین دو ناحیه اول (قسمت با شیب زیاد) و دوم (قسمت با شیب ملایم) باشد. نقطه تماس خط مماس رسم شده و منحنی به‌عنوان نقطه تسلیم شناخته می‌شود. اما در روش دوم، قسمت b از شکل ۴-۱۹ خطی منطبق بر قسمت اول منحنی رسم می‌کنیم و آن را به سمت بالا بصورت خط چین ادامه می‌دهیم، سپس خطی دیگر منطبق بر قسمت دوم منحنی تنش - کرنش رسم می‌کنیم و آن را از سمت چپ ادامه می‌دهیم تا خط چین ترسیم شده منطبق بر قسمت اول را قطع کند. از محل تقاطع دو خط ترسیم شده خطی افقی رسم می‌کنیم تا منحنی تنش - کرنش را قطع نماید. محل تقاطع خط افقی ترسیم شده و منحنی تنش - کرنش به‌عنوان نقطه تسلیم در نظر گرفته می‌شود. لازم به توضیح است که اگر لیف تا حد نقطه تسلیم کشیده شود و بار وارده برداشته شود، لیف به طول اولیه برمی‌گردد. ولی اگر، افزایش طول لیف طوری باشد که لیف بیش از نقطه تسلیم کشیده شود، پس از حذف بار، فقط افزایش طول تا نقطه تسلیم برمی‌گردد و افزایش طول از نقطه تسلیم به بعد، در لیف باقی می‌ماند.



شکل ۵-۱۹- نمودار بار - افزایش طول یک لیف مجعد.

**۹- تجعد:** در بررسی رفتار کششی الیاف، فرض شده است که الیاف مستقیم بوده و هیچ‌گونه فرموجی ندارند. اما، بسیاری از الیاف دارای فرموج و تجعد هستند. تجعد موجود در الیاف، در هنگام آزمایش کشش، با نیروی بسیار کمی برطرف شده و لیف به‌صورت مستقیم درمی‌آید. اگر، یک لیف مجعد به‌صورت آزاد و با حالت دارای فرموج در یک دستگاه آزمایش کشش قرار گیرد، نمودار بار - افزایش طول آن به صورت شکل ۵-۱۹ خواهد بود. یعنی منحنی نمودار از نقطه A که خارج از نقطه صفر است شروع می‌شود.

برای برطرف کردن اثر تجعد لیف در نمودار بار - افزایش طول، خطی منطبق بر قسمت اولیه نمودار که با شیب تند می‌باشد

را در پایین و بصورت خط چین ادامه می‌دهیم تا محور افقی را در نقطه O قطع کند. نقطه O به‌دست آمده به‌عنوان مبدأ و فاصله AO به‌عنوان مقدار تجعد در نظر گرفته می‌شود، و از این طریق می‌توان درصد تجعد لیف را نیز حساب کرد. در این صورت:

$$AO = \text{مقدار تجعد}$$

## روش‌های مختلف بارگذاری

روش‌های مختلفی برای بارگذاری و آزمایش کشش الیاف وجود دارد. نوع روش بارگذاری مورد استفاده برای آزمایش کشش الیاف، بر رفتار این الیاف تأثیر می‌گذارد. از روش‌های مختلفی که برای بارگذاری در آزمایش کشش الیاف وجود دارد، در اینجا به دو روش مهم که دستگاه‌های آزمایش کشش الیاف براساس آن‌ها شناخته می‌شوند، اشاره می‌شود:

**۱- روش بارگذاری با نرخ افزایش طول ثابت:** در این روش بارگذاری، سرعت افزایش طول لیف ثابت می‌باشد. یعنی افزایش طول لیف در واحد زمان (نرخ افزایش طول) ثابت است.

**۲- روش بارگذاری با نرخ افزایش بار ثابت:** در این روش بارگذاری، سرعت افزایش بار ثابت می‌باشد. یعنی افزایش بار وارده بر لیف در واحد زمان (نرخ افزایش بار) ثابت می‌باشد.

تأثیر دو روش بارگذاری فوق را می‌توان در شکل منحنی تنش - کرنش یا منحنی بار از دید طول دید. یکی دیگر از تفاوت‌های بین دو روش بارگذاری فوق، تأثیر آن‌ها بر رفتار وابسته به زمان الیاف مثل افت تنش و خزش می‌باشد.

## اثرات زمان در کشش الیاف

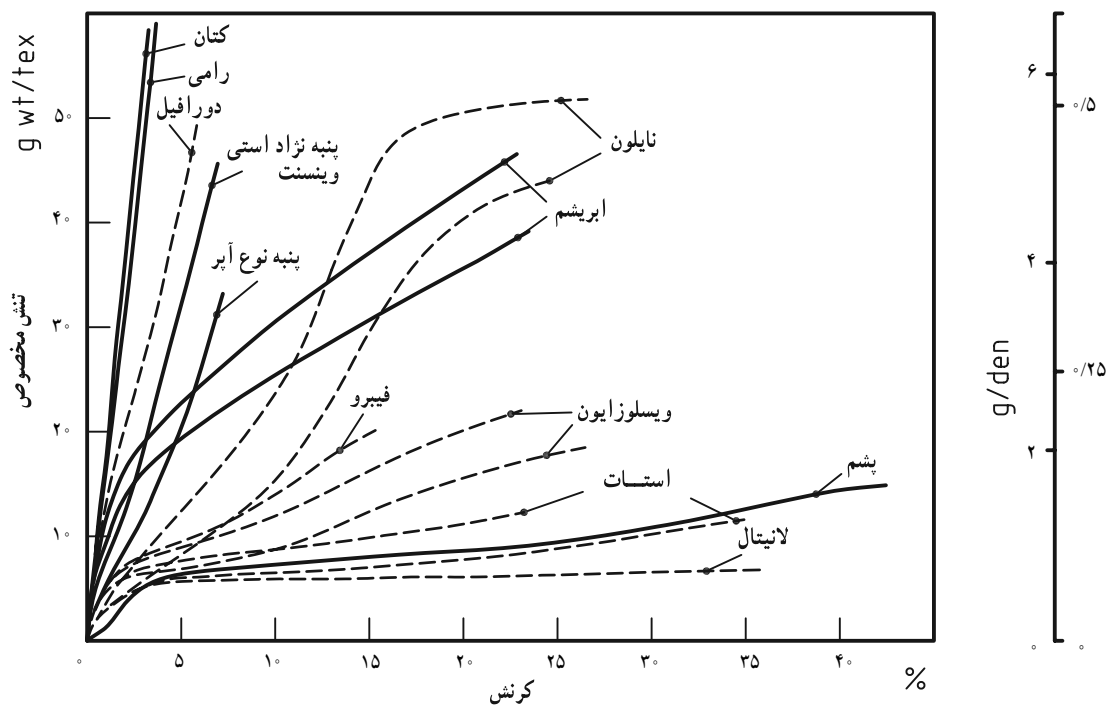
پدیده‌هایی در طبیعت وجود دارند که به آن‌ها پدیده‌های وابسته به زمان می‌گویند. مثلاً رشد گیاه، فاسد شدن میوه، تخمیر مواد، تغییر رنگ در هوای آزاد، پدیده‌هایی هستند که وابسته به زمان هستند. رفتار الیاف نساجی در مقابل بارگذاری نیز وابسته به زمان می‌باشد. از آثار وابستگی به زمان رفتار الیاف نساجی در مقابل بارگذاری، دو پدیده خزش و افت تنش در الیاف نساجی می‌باشد.

**۱- خزش:** هرگاه وزنه‌ای را به یک سر لیف ببندیم و لیف را از سر دیگر آن آویزان کنیم، ابتدا لیف یک افزایش طول اولیه به واسطه سنگینی وزنه خواهد داشت، و طول لیف در مدت زمان آویزان بودن وزنه به تدریج افزایش می‌یابد. این در حالی است که وزنه آویزان شده به لیف ثابت بوده، ولی افزایش طول به تدریج و در جریان زمان اتفاق می‌افتد. به این پدیده، یعنی افزایش طول با تنش ثابت و در طول زمان را «خزش» می‌گویند.

**۲- افت تنش:** هرگاه یک لیف را تحت یک تنش معینی کشیده و دو سر آن را به فاصله معینی از هم در دو جای ثابت ببندیم، تنش موجود در لیف به تدریج کاهش می‌یابد. به این پدیده، یعنی کاهش تنش با طول ثابت و در طول زمان را افت تنش می‌گویند.

## نتایج آزمایش کشش بر روی الیاف

شکل ۶-۱۹ نمودار تنش- کرنش بعضی از الیاف نساجی را نشان می‌دهد. لازم به یادآوری است که نمودارهای نشان داده شده در این شکل، مربوط به یک نوع خاص از الیاف مورد نظر می‌باشد، یعنی اگر نوع لیف یا تزاود و منشأ لیف طبیعی یا تولیدکننده لیف مصنوعی تغییر کند، ممکن است شکل منحنی نیز تغییر کند.



شکل ۶-۱۹- نمودار تنش- کرنش الیاف نساجی در شرایط ۶۵٪ رطوبت نسبی و ۲۰°C.

برخی از خواص کششی الیاف نساجی در جدول ۱-۱۹ درج شده است.

جدول ۱-۱۹- خواص کششی الیاف نساجی

نوع لیف	مقاومت (N/tex)	افزایش طول تا حد پارگی (%)	کار تا حد پارگی (mN/tex)	مدول اولیه (N/tex)	تنش نقطه تسلیم (mN/tex)	کرنش نقطه تسلیم (%)
پنبه	۰/۳۲	۷/۱	۱۰/۷	۵	-	-
کتان	۰/۵۴	۳	۸	۱۸	-	-
جوت	۰/۳۱	۱/۸	۲/۷	۱۷/۲	-	-
کنف	۰/۴۷	۲/۲	۵/۳	۲۱/۷	-	-
رامی	۰/۵۹	۳/۷	۱۰/۶	۱۴/۶	-	-
ویسکوز ریون:						
- فیلامنت	۰/۱۸	۲۷/۲	۳۰/۶	۴/۸	۵۷	۲
- مقاومت بالا	۰/۴۱	۱۲	۲۸	۸/۸	-	-
پلی نوزیک	۰/۲۶	۷	۱۱	۱۳/۲	-	-
دی استات	۰/۱۳	۲۳/۷	۲۱/۶	۳/۶	۷۵	۳/۲
تری استات	۰/۱۲	۳۰	۱۸	۳/۱	-	-
ابریشم	۰/۳۸	۲۳/۴	۵۹/۷	۷/۳	۱۵۶	۳/۳
نایلون ۶	۰/۲۹	۴۶	۷۷	۰/۶	-	-
نایلون ۶۶:						
- مقاومت متوسط	۰/۴۸	۲۰	۶۳	۳	-	-
- مقاومت بالا	۰/۶۶	۱۶	۵۸	۴/۴	-	-
- الیاف کوتاه	۰/۳۷	۴۳	۱۰۱	۱	-	-
پلی استر:						
- مقاومت متوسط	۰/۴۷	۱۵	۵۳	۱۰/۶	-	-
- مقاومت بالا	۰/۵۶	۷	۲۲	۱۳/۲	-	-
- الیاف کوتاه	۰/۴۷	۳۷	۱۱۹	۸/۸	-	-
اکریلیک (الیاف کوتاه)	۰/۲۷	۲۵	۴۷	۶/۲	-	-
پشم (۵۶S)	۰/۱۴	۴۲/۹	۳۷/۵	۲/۱	۶۲	۵/۱
پلی وینیل الکل (PVA)	۰/۱۷	۲۶	۲۴	۲/۲	-	-
پلی وینیل کلراید (PVC)	۰/۲۴	۱۷	۲۳	۳/۵	-	-
پلی اتیلن						
مقاومت کم	۰/۰۸	۲۰-۴۰	۱۱-۲۶	۰/۹	-	-
مقاومت بالا	۰/۳۴	۱۰	۱۹	۴/۴	-	-
پلی پروپیلن	۰/۶۵	۱۷	۷۱	۷/۱	-	-
شیشه	۰/۷۵	۲/۵	۹/۸	۲۹/۴	-	-
پلی پورتان	۰/۰۳۰۹	۵۴۰	۶۵	۰/۰۰۷۱	-	-
لاستیک	۰/۰۰۸۸	۵۲۰	۱۴	۰/۰۰۲۶	-	-
فولاد	۰/۲۶	۸	۱۷/۷	۲۸/۵	-	-

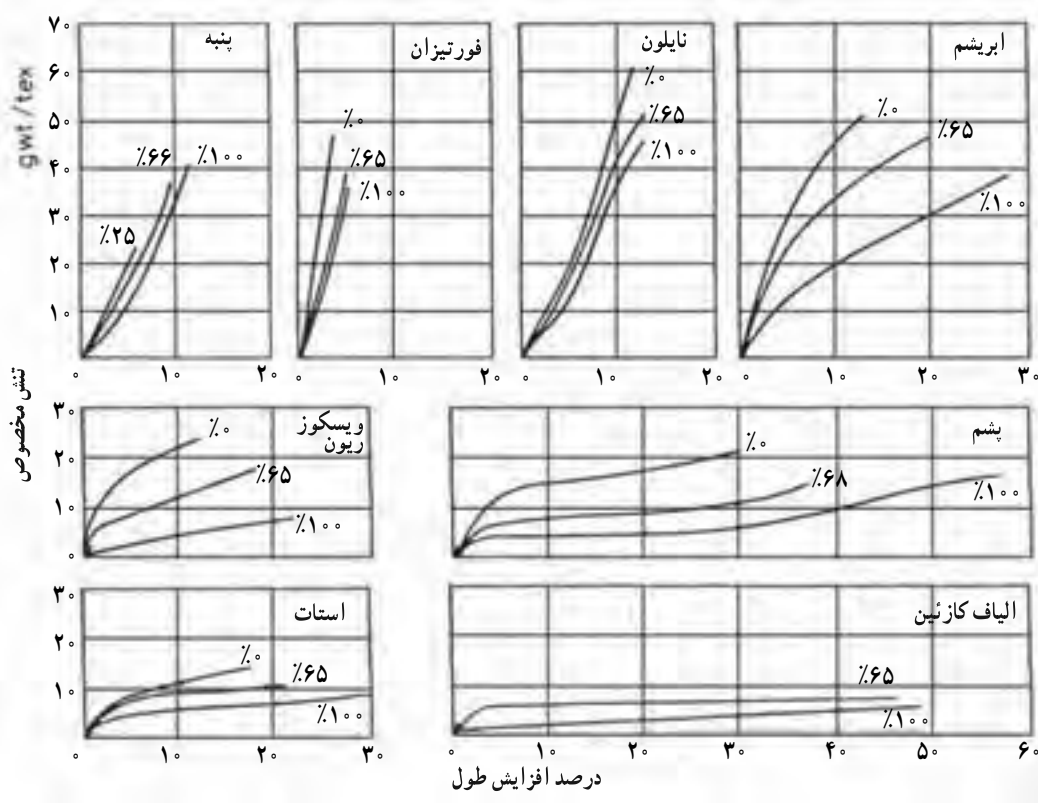
منحنی تنش - کرنش الیاف پنبه نسبت به محور کرنش (افزایش طول نسبی) مقعر بوده و نقطه تسلیم مشخصی ندارد. شواهد نشان می‌دهد که منحنی تنش - کرنش نژادهای مختلف پنبه متفاوت از یکدیگر بوده و الیاف ظریف تر پنبه دارای مقاومت و مدول اولیه بیشتری نسبت به الیاف ضخیم تر هستند. افزایش طول تا حد پارگی پنبه در محدوده ۱۰-۵٪ بوده و بستگی به ظرافت پنبه ندارد.

الیاف پشم و دیگر الیاف پروتئینی و سایر الیاف نساجی که دارای مولکول‌های تاخوردده هستند، اگرچه مقاومت پایینی دارند، ولی افزایش طول تا حد پارگی آن‌ها بالاست. با وجود پایین بودن مقاومت این الیاف، ولی به دلیل زیاد بودن افزایش طول تا حد پارگی آن‌ها، کار تا حد پارگی این الیاف پایین نمی‌باشد.

خواص کششی الیاف مصنوعی به مقدار زیادی به وزن مولکولی پلیمر و شرایط ریسندگی و کشش آن‌ها در بعد از ریسندگی مربوط می‌شود. اکثر الیاف مصنوعی دارای مقاومت و افزایش طول تا حد پارگی نسبتاً بالایی هستند. البته مقاومت و افزایش طول الیاف مصنوعی در حین تولید آن‌ها قابل اصلاح می‌باشد.

### اثر رطوبت و حرارت بر رفتار کششی الیاف

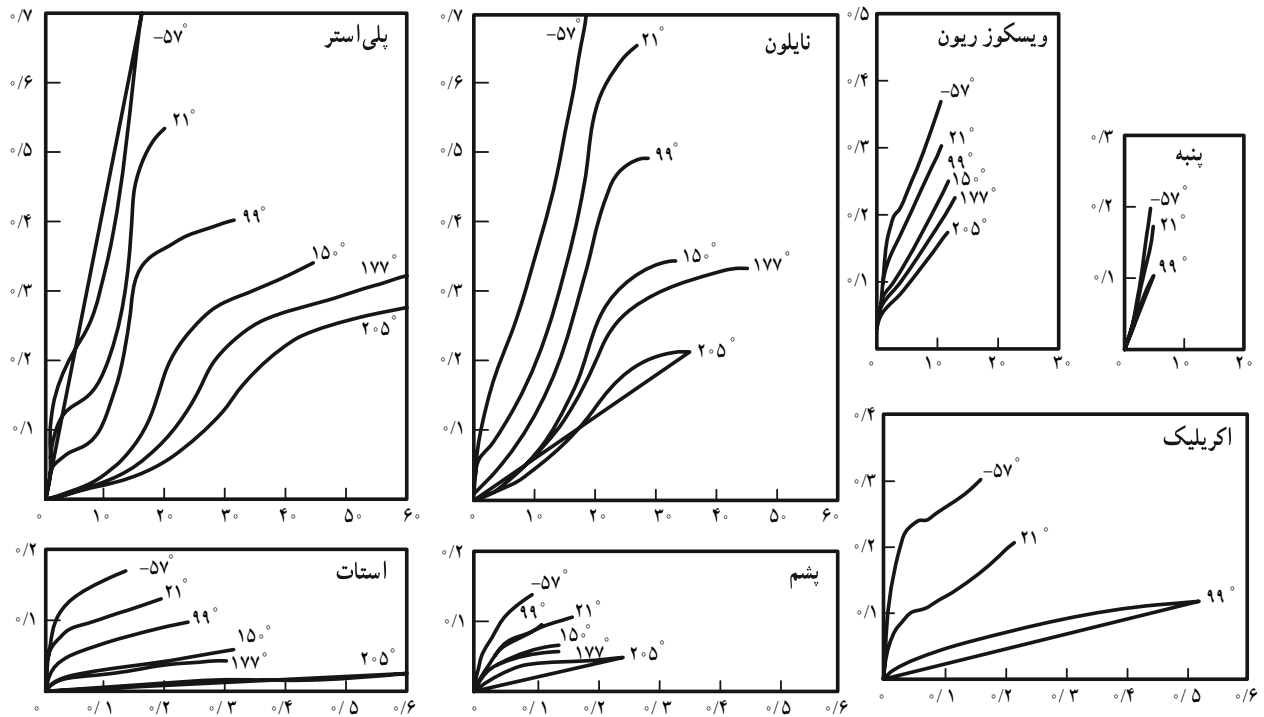
جذب رطوبت الیاف بر روی رفتار آن‌ها تأثیر می‌گذارد. از این رو، با تغییر در رطوبت محیط که باعث تغییر در رطوبت بازیافته الیاف می‌شود، رفتار مکانیکی الیاف مثل رفتار کششی آن‌ها تغییر می‌کند. شکل ۷-۱۹ نمودار تنش-کرنش بعضی از الیاف را در رطوبت نسبی‌های مختلف نشان می‌دهد. با افزایش رطوبت نسبی محیط و در نتیجه افزایش رطوبت بازیافته الیاف، قابلیت افزایش طول و افزایش طول تا حد پارگی الیاف بیشتر شده ولی مدول کششی الیاف کمتر می‌شود. رفتار الیاف پنبه و دیگر الیاف سلولزی طبیعی در مقابل جذب رطوبت کمی متفاوت از دیگر الیاف می‌باشد. یعنی با افزایش رطوبت نسبی محیط و در نتیجه افزایش رطوبت بازیافته الیاف پنبه و دیگر الیاف سلولزی طبیعی، علاوه بر زیاد شدن افزایش طول تا حد پارگی این الیاف، مقاومت آن‌ها نیز زیاد می‌شود. این در حالی است که در دیگر الیاف نساجی با افزایش رطوبت نسبی محیط و در نتیجه افزایش رطوبت بازیافته، افزایش طول تا حد پارگی این الیاف زیاد می‌شود، ولی مقاومت آن‌ها کاهش می‌یابد.



شکل ۷-۱۹ نمودار تنش-کرنش الیاف در رطوبت نسبی‌های مختلف

شایان ذکر است که خواص کششی الیاف مصنوعی که دارای جذب رطوبت ناچیز یا هیدروفوب هستند، با تغییر رطوبت نسبی محیط، چندان تفاوت نمی‌کند.

خواص مکانیکی الیاف نساجی با دمای محیط تغییر می‌کند. شکل ۸-۱۹ اثر درجه حرارت بر روی منحنی تنش - کرنش الیاف نساجی را نشان می‌دهد. چنان‌که از روی این شکل دیده می‌شود، با افزایش حرارت، مقاومت و مدول الیاف کاهش یافته، ولی افزایش طول تا حد پارگی الیاف افزایش می‌یابد. لازم به توضیح است که اگر الیاف نساجی به مدت طولانی در معرض محیط با دمای بالا قرار بگیرند، خواص فیزیکی و مکانیکی نظیر رنگ، کیفیت سطحی، شفافیت، مقاومت و ... را از دست می‌دهند.



شکل ۸-۱۹ مقایسه منحنی تنش - کرنش الیاف نساجی در دماهای مختلف

## اثر نور بر خواص کششی الیاف

وقتی الیاف نساجی در معرض نور، اشعه ماورای بنفش یا اشعه مادون قرمز قرار می‌گیرند، کیفیت آن‌ها تنزل یافته و مقاومت و افزایش طول آن‌ها کاهش می‌یابد. مقدار آسیب‌دیدگی و تنزل کیفیت این الیاف بستگی به عوامل زیر دارد:

۱- نوع لیف

۲- ظرافت لیف

۳- مقدار محافظت لیف توسط الیاف مجاور آن

۴- وجود رنگ، مواد تکمیلی یا دیگر مواد شیمیایی همراه لیف

۵- نوع و شدت نور و اشعه تابیده شده

تأثیر نوع و شدت نور و اشعه تابیده شده بر کیفیت الیاف، به چگونگی در معرض قرار گرفتن الیاف در مقابل نور و اشعه بستگی دارد. می‌توان گفت تأثیر نوع و شدت نور و اشعه تابیده شده بر کیفیت الیاف به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- کیفیت نور تابیده شده مثل کاملاً آفتابی، نیمه سایه (نیمه آفتابی)، پشت شیشه، زیر نور مصنوعی

۲- موقعیت جغرافیایی (نیمکره جنوبی یا شمالی، ارتفاع یا کنار دریا، کویر یا جنگل ...)

۳- برهه‌ای از سال که لیف در معرض نور یا اشعه است (ماه‌ها یا فصول سال)

در آزمایش لیاف در مقابل تابش نور و اشعه‌های دیگر، باید توجه داشت که عواملی نظیر کپک، ذرات خاک، قارچ، فوم‌های صنعتی، دود، خم و راست شدن، سایش و ذرات شن همراه وزش باد ممکن است آسیب‌هایی به مراتب بیشتر از تابش نور و اشعه‌های دیگر بر لیاف وارد کنند.

جدول ۲-۱۹ ترتیب کاهش نسبی مقاومت لیاف در مقابل نور خورشید را نشان می‌دهد. لازم به توضیح است که مضرترین اشعه در نور خورشید اشعه ماورای بنفش می‌باشد، که اگر اثر اشعه ماورای بنفش را نادیده بگیریم، تأثیر منفی نور خورشید بر روی لیاف نساجی به مقدار بسیاری کاهش می‌یابد.

جدول ۲-۱۹- کاهش نسبی مقاومت لیاف نساجی در مقابل نور خورشید

تابش مستقیم خورشید	تابش خورشید از پشت شیشه
اکریلیک براق	اکریلیک براق
اکریلیک نیمه‌مات	اکریلیک نیمه‌مات
استات براق، پلی‌استر براق، نایلون براق، نایلون مات	پلی‌استر براق
ویسکوزیون براق، پنبه	پلی‌استر نیمه‌مات
پلی‌استر نیمه‌مات	استات براق، نایلون براق، ویسکوز ریون براق، پنبه
ابریشم و بیشتر لیاف نیمه‌مات	ابریشم و بیشتر لیاف نیمه‌مات
بیشتر لیاف مات به استثنای پلی‌استر مات	بیشتر لیاف مات به استثنای پلی‌استر مات



## پرسش های فصل

- ۱- تنش را تعریف کنید و بنویسید در چه مواقعی در بیان مقاومت به جای نیرو از تنش استفاده می شود.
- ۲- تنش مخصوص را تعریف کنید و واحدهای آن برای بیان مقاومت الیاف را بنویسید.
- ۳- یک نخ فیلامنتی با نمره ۹۹ دنیر و طول ۲۰ سانتی متر تحت نیروی ۵۴ نیوتن و پس از افزایش طول ۱۲ سانتی متر پاره شده است.
  - الف) طول نهایی نخ (در هنگام پارگی) چند سانتی متر است؟
  - ب) درصد افزایش طول نسبی در هنگام پارگی را حساب کنید.
  - ج) مقاومت نخ در هنگام پارگی را بر حسب CN/tex حساب کنید.
  - ۴- کار تا حد پارگی را تعریف کرده، واحد و چگونگی محاسبه آن را بیان کنید.
  - ۵- مدول اولیه در منحنی تنش - کرنش را تعریف کنید.
  - ۶- نقطه تسلیم چیست و چگونه تعیین می شود.
  - ۷- دو روش از روش های بارگذاری و اثرات آنها را بیان کنید.
  - ۸- خزش و افت تنش را تعریف کنید.
  - ۹- یک لیف مستقیم به طول ۲۰ سانتی متر را به اندازه ۵ سانتی متر می کشیم. اگر نقطه تسلیم بعد از افزایش طول ۳ سانتی متر اتفاق افتد، طول لیف را پس از برداشتن نیرو حساب کنید.
    - ۱۰- جذب رطوبت چه تأثیری بر خواص کششی الیاف دارد.
    - ۱۱- جذب رطوبت چه تأثیری بر خواص کششی الیاف پنبه دارد.
    - ۱۲- عوامل مؤثر بر کاهش کیفیت الیاف در اثر نور را بنویسید.
    - ۱۳- تأثیر نوع و شدت نور و اشعه بر کیفیت الیاف به چه عواملی بستگی دارد؟
    - ۱۴- اثر حرارت بر روی خواص کششی الیاف را بنویسید.

## فصل بیستم

### خواص فیزیکی و مکانیکی نخ

#### هدفهای رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی نخ را توضیح دهد.
- ۲- خواص کششی نخ‌ها را توضیح دهد.
- ۳- طول پارگی نخ را تعریف کرده و محاسبات آن را انجام دهد.
- ۴- اهمیت خواص سایشی و مقاومت سایشی نخ‌ها را توضیح دهد.
- ۵- روش‌های اندازه‌گیری مقاومت سایشی نخ را توضیح دهد.

## اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی نخ

انواع نخ‌ها مثل نخ‌های تک فیلامنتی، چند فیلامنتی یا ریسیده شده مانند نخ‌های پنبه‌ای، پشمی و مخلوط الیاف طبیعی و مصنوعی مصارف مختلفی دارند. از جمله مصارف نخ‌ها می‌توان به استفاده آن‌ها در نخ بخیه در جراحی، نخ دوخت، تهیه طناب‌ها و ریسمان‌ها، تولید انواع پارچه‌های تاری-پودی و حلقوی اشاره کرد. بسته به نوع مصرف نخ، نخ‌ها باید بعضی از خواص و ویژگی‌ها را با توجه به مصرف نهایی محصول تهیه شده از آن‌ها، دارا باشند. خواص نخ‌ها به نوع الیاف (فیلامنتی یا بریده بریده)، سیستم ریسندگی یا شکل فیزیکی الیاف در نخ (فیلامنتی صاف، تک‌سپره یا ...)، تاب نخ، نمره نخ، انواع تکمیل‌های انجام شده بر روی لیف یا نخ، درصد اجزای مخلوط در نخ‌های مخلوط و ... می‌تواند وابسته باشند. به‌هرحال، بررسی بعضی از خواص نخ‌ها در بحث‌های این کتاب نمی‌گنجد و مربوط به مباحث دروس دیگر بوده یا اینکه در سال‌های آینده یا در مدارج بالاتر رشته نساجی با آن‌ها آشنا خواهید شد.

در اینجا به دو ویژگی نخ‌ها، یعنی خواص کششی و خواص سایشی آن‌ها اشاره می‌شود.

### خواص کششی نخ

در مطالعه خواص کششی نخ‌ها، همان تعاریفی که برای خواص کششی الیاف (فصل هشتم) اشاره شده است، برای نخ‌ها نیز به‌کار می‌رود. تعاریفی مثل افزایش طول، افزایش طول نسبی، درصد افزایش طول نسبی، افزایش طول تا حد پارگی، کار تا حد پارگی، مقاومت یا نیرو در پارگی، مدول اولیه، نقطه تسلیم، واحدهای مربوطه که در فصل هشتم برای الیاف استفاده شده است، برای نخ‌ها نیز به‌کار می‌رود.

لازم است اشاره شود که به‌واسطه طول و قطر نخ که بیشتر از الیاف می‌باشد، کار کردن با نخ‌ها در آزمایشگاه، بسیار آسان‌تر از کار کردن با الیاف می‌باشد. ولی باید توجه داشت که معمولاً دستگاه‌های آزمایشگاهی مربوط به الیاف، دقیق‌تر و حساس‌تر از دستگاه‌های مربوط به آزمایش نخ‌ها می‌باشند. ضمناً، باید توجه داشت که به‌خاطر ساختمان نخ که متشکل از تعداد زیادی الیاف است، رفتار نخ‌ها در مقابل نیروهای کششی، متفاوت از رفتار الیاف می‌باشد. مثلاً، همیشه مقاومت نخ کمتر از مجموع مقاومت تک تک الیاف تشکیل‌دهنده آن می‌باشد.

یکی از واحدهای سنجش مقاومت نخ «طول پارگی» است. «طول پارگی»، عبارت است از طولی که اگر نخ با آن طول آویزان شود، آن نخ پاره شود. طول پارگی را با RKM نشان می‌دهند.

مثال ۹-۱: یک نخ فیلامنتی ۹۰ دنیری تحت وزنه‌ای به جرم ۲۰۰ گرم پاره می‌شود. طول پارگی (RKM) این نخ را حساب

کنید.

حل : با توجه به تعریف نمره دنیر، با تناسب ساده زیر RKM به دست می آید.

طول (متر)	جرم (گرم)
۹۰۰۰	۹۰
RKM	۲۰۰

$$RKM = \frac{9000 \times 200}{90} = 20000 \text{ m}$$
$$RKM = 20 \text{ KM}$$

### خواص سایشی نخ

مقاومت سایشی یکی از خواص بسیار مهم مواد نساجی مثل الیاف، نخ، پارچه و محصولات نساجی مثل پوشاک و سایر منسوجات است. خواص سایشی نخ علاوه بر ویژگی های سایشی الیافی که آن نخ را تشکیل می دهند، به ساختمان نخ، نوع ریسندگی، مواد تکمیلی و شرایط تولید نخ بستگی دارد. مثلاً، مقاومت سایشی الیاف نایلون بیشتر از الیافی مثل پلی استر و پنبه می باشد، ولی از نظر نوع سیستم ریسندگی، شواهد نشان می دهد که نخ های حاصل از ریسندگی چرخانه ای دارای مقاومت سایشی بیشتری نسبت به نخ های حاصل از سیستم ریسندگی رینگ هستند. مقاومت سایشی منسوجات از نظر مصرف نیز مهم می باشد، چرا که بیشتر منسوجات به خاطر سایش و کهنگی یا ضایع شدن ناشی از ساییدگی و سایش کنار گذاشته می شوند نه به خاطر پارگی یا جرح خوردگی، از این رو، دوام و عمر بیشتر منسوجات به ویژه البسه و پوشاک به مقاومت سایشی آن ها بستگی دارد.

مقاومت سایشی نخ ها معمولاً با اندازه گیری پایداری آن ها در مقابل سایش تعریف می شود. یعنی یک حلقه نخ به طول تقریبی ۵۰ سانتی متر و تحت کشش معین با سرعت تقریباً ۵۰ دور در دقیقه از بین یک ابزار ساینده عبور کرده و تعداد دور گردش نخ تا پارگی به عنوان شاخص مقاومت سایشی نخ شمارش و بیان می شود.

از دیگر روش های تعیین خواص سایشی نخ ها، تعیین ضریب اصطکاک آن ها است، بدین منظور به وسیله دستگاه های ویژه ای ضریب اصطکاک نخ ها اندازه گیری می شود.

### پرسش های فصل

- ۱- توضیح دهید که چرا همواره مقاومت یک نخ کمتر از مجموع مقاومت الیاف تشکیل دهنده آن است.
- ۲- یک نخ با نمره ۱۲۰ دنیر و طول ۲۰ سانتی متر تحت وزنه ای به جرم ۲۸۰ گرم قرار می گیرد و بعد از افزایش طول ۲/۵ سانتی متر پاره می شود. مطلوب است :
  - الف) طول نخ در هنگام پاره شدن
  - ب) افزایش طول نسبی در هنگام پاره شدن
  - ج) تنش مخصوص نخ در هنگام پارگی بر حسب گرم بر دنیر و گرم بر تکس
  - د) طول پارگی نخ بر حسب کیلومتر (RKM)
- ۳- مقاومت سایشی نخ را تعریف کرده اهمیت آن را بنویسید.
- ۴- دو روش اندازه گیری مقاومت سایشی نخ ها را توضیح دهید.
- ۵- دو دلیل مهم استفاده از نخ های نایلونی برای قسمت رو و نخ های پنبه ای برای قسمت داخل لباس های ورزشی را توضیح دهید.

## فصل بیست و یکم

### خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها را توضیح دهد.
- ۲- نکات قابل توجه در زمینه نفوذپذیری هوای پارچه‌ها را توضیح دهد.
- ۳- قابلیت نفوذ هوا و مقاومت پارچه در مقابل نفوذ هوا را توضیح دهد.
- ۴- روش اندازه‌گیری قابلیت نفوذ هوای پارچه را توضیح دهد.
- ۵- نکات مهم در نفوذپذیری آب پارچه‌ها را توضیح دهد.
- ۶- روش‌های اندازه‌گیری جذب آب و عبور آب از پارچه‌ها را توضیح دهد.
- ۷- اهمیت ضخامت پارچه و روش اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.
- ۸- مقاومت سایشی پارچه و روش‌های اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.
- ۹- اهمیت مقاومت خمشی پارچه و روش اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.
- ۱۰- مقاومت پارچه در مقابل چروک‌پذیری و روش اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.

## اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها

خواص فیزیکی و مکانیکی انواع پارچه‌ها مثل پارچه‌های تار - پودی و حلقوی که به‌عنوان محصول نهایی کارخانجات نساجی می‌باشند، دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. پارچه‌ها با توجه به خواص ویژه فیزیکی و مکانیکی که دارند برای تولید محصولاتی مثل انواع پوشاک، پارچه‌های مورد استفاده در مصارف ساختمان‌سازی، اتومبیل‌سازی، کشاورزی و باغبانی، پزشکی و بهداشتی، نظامی، هوا و فضا و ... به‌کار برده می‌شوند. اگرچه خواص الیاف و نخ مورد استفاده در پارچه در خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها مؤثر هستند، با این حال ساختمان و عوامل ساختمانی پارچه نظیر طرح بافت، تراکم تار، تراکم پود و روش‌های تکمیل انجام شده بر روی پارچه و مواد تکمیلی مورد استفاده، بر روی خواص و رفتار پارچه‌ها تأثیرگذار هستند.

## نفوذپذیری پارچه در مقابل هوا

نفوذپذیری پارچه در مقابل گازها به‌ویژه هوا از خواص بسیار مهم پارچه‌ها به‌ویژه پارچه‌های لباسی، پارچه‌های صنعتی مثل پارچه‌های ویژه بادبان، پارچه‌های چادری صنعتی، پارچه‌های کیسه هوای اتومبیل، پارچه‌های ویژه چتر نجات، پارچه‌های ویژه فیلتراسیون می‌باشد.

شرایط نفوذپذیری هوا در پارچه‌های لباسی با شرایط نفوذپذیری در پارچه‌های صنعتی متفاوت است. برای مثال در پارچه‌های لباسی نفوذپذیری هوا برای پارچه‌های پیراهنی، لباس‌های زیر و ... لازم و ضروری است و شرایط دو طرف لباس نیز از نظر فشار تقریباً یکسان است و ضرورت نفوذپذیری این نوع پارچه‌ها به‌خاطر تبادل گرما و رطوبت دو طرف پارچه به منظور خنک شدن بدن، خشک شدن سطح پوست و راحتی فرد می‌باشد. ولی نفوذپذیری هوای پارچه‌های صنعتی باید طوری باشد که مثلاً هوا از داخل پارچه عبور نکند، مثل پارچه‌های کیسه هوای اتومبیل؛ یا اینکه نفوذ هوا یا عبور هوا از داخل پارچه، مثل پارچه‌های ویژه فیلتراسیون یا پارچه‌های ویژه چتر نجات، هدفمند و کنترل شده باشد. از این‌رو، با توجه به عملکرد مورد نظر پارچه، عوامل مختلفی در نظر گرفته شده و پارچه مورد نظر بافته شده و تحت عملیات تکمیل قرار می‌گیرد.

در زمینه نفوذپذیری هوای پارچه‌ها نکات زیر قابل توجه است:

- ۱- با افزایش تراکم تار و پود نفوذپذیری هوا کاهش می‌یابد.
- ۲- با استفاده از طرح بافت دور و یا دولا می‌توان نفوذپذیری هوا را کاهش داد.
- ۳- با ثابت فرض کردن نمره نخ‌ها، تراکم بافت و طرح بافت، اگر از الیاف با جرم حجمی کمتری در نخ استفاده شود، نفوذپذیری هوا کمتر می‌شود.

۴- در صورتی که تراکم پارچه ثابت باشد، با افزایش نمره نخ (جرم طولی)، نفوذپذیری پارچه کاهش می‌یابد.

۵- با خار زدن و نمدی کردن پارچه، نفوذپذیری هوا کمتر می‌شود.

۶- عملیات کالندر کردن در تکمیل موجب کاهش نفوذپذیری هوا می‌شود.

۷- برخی از تکمیل‌ها مثل تکمیل‌های با رزین‌های ویژه یا فوم، می‌توان نفوذپذیری پارچه را کاهش داد.

۸- در پارچه‌های حلقوی، انتخاب نخ ضخیم‌تر، انتخاب الیاف با جرم حجمی کمتر، طول حلقه کوتاه‌تر، انتخاب بعضی

طرح‌های بافت و انتخاب بعضی از بافت‌های پایه باعث کاهش در نفوذپذیری این پارچه‌ها می‌شود.

نفوذپذیری پارچه در مقابل هوا با دو اصطلاح «قابلیت نفوذ هوا» و «مقاومت پارچه در مقابل نفوذ هوا» قابل تعریف و بیان

است.

۱- **قابلیت نفوذ هوا**: قابلیت نفوذ هوا نشان‌دهنده توانایی پارچه برای عبور هوا می‌باشد، که به میزان خلل و فرج یا منافذ

پارچه بستگی دارد. قابلیت نفوذ هوا عبارت است از حجم هوای عبوری برحسب  $\text{cm}^3$  از داخل پارچه‌ای به مساحت  $1 \text{ cm}^2$  و به مدت

یک ثانیه با اختلاف فشار دو طرف  $10^5 \text{ mm}$  آب، و واحد آن سانتی‌متر مکعب در ثانیه در سانتی‌متر مربع ( $\text{cm}^3/\text{Scm}^2$ ) می‌باشد.

۲- **مقاومت در مقابل نفوذ هوا**: مقاومت در مقابل نفوذ هوا، در واقع عکس قابلیت نفوذ هوا بوده و نشان‌دهنده پایداری

پارچه در مقابل نفوذ هوا می‌باشد. مقاومت در مقابل نفوذ هوا عبارت است از مدت زمان برحسب ثانیه برای عبور یک سانتی‌متر مکعب

هوا از سطح یک سانتی‌متر مربع پارچه با اختلاف فشار دو طرف  $10^5 \text{ mm}$  آب، و واحد آن ثانیه در سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مربع

( $\text{S}/\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^2$ ) می‌باشد.

شکل ۱-۲۱ دستگاه اندازه‌گیری قابلیت نفوذ هوا در پارچه را نشان می‌دهد. در این دستگاه، نمونه با S نشان داده شده

است. با روشن شدن پمپ A هوا از داخل نمونه S عبور کرده و از طریق مجموعه لوله‌های عمودی R که در بالا دارای شیر هستند

و به روتامتر معروفند عبور کرده و پس از گذر از شیر کنترل C و مخزن ذخیره E وارد پمپ می‌شود. شیرهای B و C طوری تنظیم

می‌شوند که فشارسنج D فشار  $10^5$  میلی‌متر آب را نشان دهد. با ثابت شدن فشار  $10^5$  میلی‌متر آب حجم هوای عبوری از روی

لوله روتامتر مربوطه اندازه‌گیری می‌گردد. انتخاب لوله

روتامتر از روی چهار لوله موجود بستگی به حجم

هوای قابل اندازه‌گیری و در نتیجه به نفوذپذیری هوای

نمونه پارچه بستگی دارد.

### نفوذپذیری پارچه در مقابل آب

نفوذ آب در داخل پارچه یا عبور آب از آن

برای بعضی از پارچه‌ها به ویژه پارچه‌های لباسی رو

یا پارچه‌های لباس‌های به اصطلاح بارانی و برخی

پارچه‌های صنعتی بسیار حائز اهمیت است. نفوذپذیری

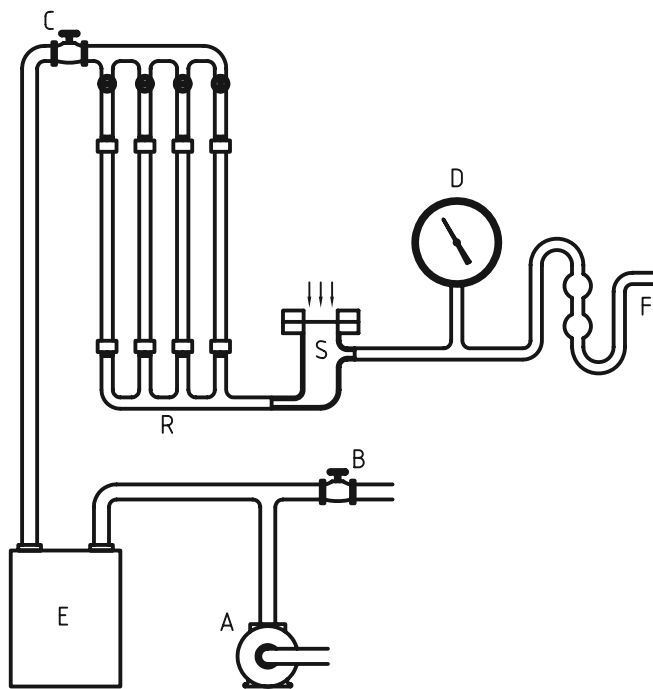
آب یا ضد آب بودن پارچه‌ها، علاوه بر وابستگی به نوع

الیاف مورد استفاده و نوع پارچه، به عوامل ساختمانی

پارچه مثل طرح بافت، تراکم پارچه و نوع تکمیل انجام

شده بر روی پارچه نیز بستگی دارد. در زمینه میزان

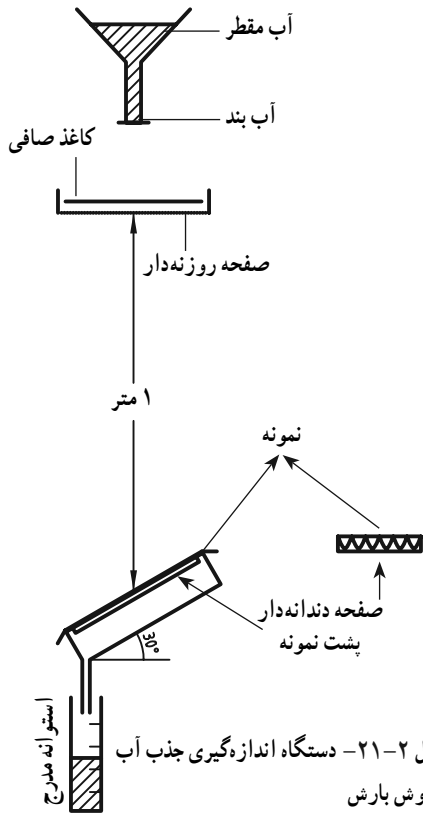
جذب آب پارچه یا میزان نفوذ یا عبور آب از داخل



شکل ۱-۲۱- دستگاه اندازه‌گیری قابلیت نفوذ هوا

پارچه به نکات زیر می‌توان اشاره کرد :

- ۱- هرچه میزان جذب رطوبت الیاف کمتر باشد، میزان جذب آب پارچه نیز کمتر است.
  - ۲- میزان جذب آب پارچه بستگی به نوع الیاف آن‌ها از نظر هیدروفیل بودن یا هیدروفوب بودن بستگی دارد.
  - ۳- هرچه تاب نخ بیشتر باشد، میزان جذب آب کمتر است.
  - ۴- با افزایش تراکم پارچه میزان جذب آب و نفوذ یا عبور آب در آن کاهش می‌یابد.
- در زمینه اندازه‌گیری میزان ضد آب بودن پارچه‌ها دو اصطلاح «جذب آب پارچه» و «عبور آب از پارچه» مطرح است که به آن‌ها اشاره می‌شود.



۱- جذب آب پارچه : چنان‌که اشاره شد، میزان جذب آب پارچه علاوه بر نوع الیاف به ساختمان و عوامل مربوط به نخ و پارچه نیز بستگی دارد. در اینجا جذب آب پارچه به مفهوم خیس شدن و میزان نگهداری آب در داخل پارچه بوده و بحث عبور آب از داخل پارچه شاید مطرح نباشد، ولی وزنی از آب که پارچه می‌تواند آن را در خود نگه دارد و با آن خیس شود مطرح است.

میزان جذب آب پارچه به روشی موسوم به روش بارش اندازه‌گیری می‌شود. شکل ۲-۲-۱ دستگاه اندازه‌گیری جذب آب به روش بارش را نشان می‌دهد. در این روش نمونه پارچه بر روی یک سطح شیب‌دار با زاویه  $30^\circ$  قرار می‌گیرد و قطرات آب به صورت مجزا و منظم و از ارتفاع  $100$  سانتی‌متری بر روی نمونه پارچه ریخته می‌شود.

بارش آب بر روی نمونه پارچه در مدت زمان معین و با حجم آب معین انجام می‌شود. پس از پایان بارش، نمونه از روی دستگاه برداشته شده و توزین می‌شود. میزان درصد جذب آب توسط پارچه از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$\%R = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

در رابطه فوق؛

$\%R$  : درصد جذب آب پارچه

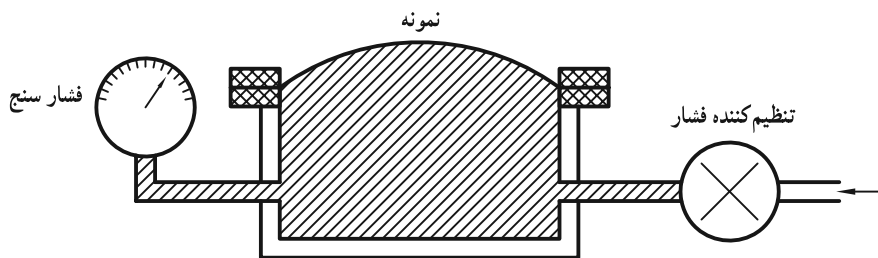
$m_1$  : جرم اولیه نمونه پارچه

$m_2$  : جرم نهایی نمونه پارچه (پس از آزمایش)

۲- عبور آب از پارچه : اگرچه هنگام بارش آب به صورت معمولی (مثل آزمایش جذب آب پارچه یا بارش واقعی باران بر روی پارچه)، ممکن است مقداری آب از پارچه عبور نماید، ولی در اینجا هدف از عبور آب از داخل پارچه، عبور آب تحت فشار از یک طرف پارچه به طرف دیگر می‌باشد.



برای اندازه‌گیری میزان نفوذ یا عبور آب از داخل پارچه از آب تحت فشار استفاده می‌شود، و وقتی که سه قطره آب مجزا بر روی نمونه پارچه پدیدار شد، فشار آب مربوطه به‌عنوان سنجشی برای مقاومت پارچه در مقابل عبور آب در نظر گرفته می‌شود. شکل ۳-۲۱ نمای ترسیمی یک دستگاه آزمایش عبور آب از پارچه را نشان می‌دهد. یک نمونه پارچه دایره‌ای شکل تهیه شده و در محل نمونه نصب می‌شود. سپس شیر آب باز شده تا مخزن آب زیر نمونه و لوله متصل به فشارسنج از آب پر شود، سپس فشار آب با نرخ ثابت و معینی افزایش می‌یابد. با افزایش فشار آب با نرخ ثابت و معین و با پدیدار شدن سومین قطره آب مجزا (سه قطره پدیدار شده باید جدا از هم باشند)، فشار آب از روی فشارسنج خوانده و یادداشت می‌شود. فشار یادداشت شده سنجشی از مقاومت نمونه پارچه در مقابل عبور آب می‌باشد.



شکل ۳-۲۱- نمای ترسیمی دستگاه آزمایش مقاومت پارچه در مقابل عبور آب

## ضخامت پارچه

ضخامت پارچه یکی از ویژگی‌های فیزیکی پارچه است که نشان‌دهنده حجم بودن، گرمی، سنگینی یا سفتی پارچه بوده و اطلاعاتی را در خصوص مصرف انواع پارچه ارائه می‌دهد. ضخامت پارچه بستگی به نوع الیاف، نوع و نمره نخ، طرح و ساختمان بافت و انواع تکمیل به‌ویژه تکمیل‌های مکانیکی انجام شده بر روی پارچه دارد.

یکی از آثار ضخامت پارچه در مصارف پوشاک، میزان گرمی می‌باشد. یعنی هرچه پارچه مورد استفاده ضخیم‌تر یا حجیم‌تر باشد، میزان هوای حبس شده در آن بیشتر بوده و لذا میزان عایق بودن آن افزایش یافته و به اصطلاح لباس تهیه شده از آن گرم‌تر است. چون به‌واسطه خاصیت عایق بودن، از انتشار گرمای بدن به بیرون ممانعت می‌کند.

ضخامت پارچه‌های با مصارف مختلف متفاوت است. مثلاً ضخامت پارچه‌های کت و شلواری، پالتویی، پیراهنی و لباس‌های زیر متفاوت از یکدیگر است. براین اساس، در تهیه نخ و بافت پارچه به مصرف نهایی پارچه مورد نظر توجه شده و پارچه‌ها براساس مصرف نهایی بافته شده و عرضه می‌شوند.

برای اندازه‌گیری ضخامت پارچه از دو صفحه صاف استفاده می‌شود، که پارچه مورد نظر بین این دو صفحه صاف قرار گرفته و پس از اعمال فشار معین، فاصله بین سطوح داخلی دو صفحه اندازه‌گیری شده و به عنوان ضخامت پارچه بیان می‌شود.

## مقاومت سایشی پارچه

مقاومت سایشی پارچه نشان‌دهنده پایداری پارچه در مقابل سایش و ساییدگی است. از آنجا که بیشتر منسوجات مورد استفاده در لباس و پوشاک در زمان مصرف تحت سایش با پارچه هستند، و در نتیجه ساییدگی در قسمت روی لباس اتفاق می‌افتد، لذا مقاومت سایشی پارچه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. مقاومت سایشی پارچه‌ها به عوامل مختلفی مثل نوع لیف، نوع نخ و عوامل مربوط به آن یعنی نمره و تاب و عوامل مربوط به بافندگی مثل تراکم، طرح بافت و نوع تکمیل بستگی دارد.

مقاومت سایشی پارچه‌ها به روش‌های مختلفی می‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد. بعضی از این روش‌های ارزیابی عبارتند از:

۱- تعیین میزان تغییر جرم پارچه بعد از تعداد دور معینی از سایش

۲- تعیین تعداد دور لازم برای ایجاد سوراخ در پارچه

۳- تعیین تعداد دور سایش برای تغییر رنگ پارچه

۴- تعیین تعداد دور لازم برای پاره شدن یک نخ از پارچه

در روش اول (تعیین میزان تغییر وزن پارچه بعد از تعداد دور معینی از سایش)، پارچه در دستگاهی به وسیله چرخ سمباده تحت سایش قرار می‌گیرد. بعد از پایان آزمایش، اختلاف جرم نمونه قبل و بعد از سایش حساب شده و درصد اختلاف جرم (درصد کاهش جرم) نمونه به عنوان سنجشی برای مقاومت سایشی پارچه محاسبه و بیان می‌شود. درصد کاهش جرم پارچه در آزمایش سایش از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$\%M_R = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

در رابطه فوق:

$M_R$ : درصد کاهش جرم نمونه

$m_1$ : جرم اولیه نمونه

$m_2$ : جرم نهایی نمونه (پس از آزمایش سایش)

## مقاومت کششی پارچه

مثل الیاف و نخ، یکی از خواص بسیار مهم پارچه‌ها نیز پایداری آن‌ها در مقابل نیروهای کششی یا همان مقاومت کششی است. مقاومت کششی پارچه‌ها به عوامل مختلفی مثل نوع الیاف، نوع و ویژگی‌های نخ، نوع بافندگی و طرح بافت، عوامل بافت مثل تراکم و فرآیندهای تکمیل انجام شده بر روی پارچه‌ها بستگی دارد. مقاومت کششی پارچه‌ها، تعیین کننده بسیاری از رفتارهای فیزیکی و مکانیکی پارچه بوده و یکی از عوامل تعیین کننده مصرف نهایی پارچه‌ها نیز می‌باشد.

از آنجا که پارچه‌ها یک صفحه ناهمگن هستند و ترکیب ساختمانی آن‌ها در جهت‌های مختلف، متفاوت است، لذا رفتار کششی پارچه‌ها در جهت‌های مختلف با یکدیگر فرق می‌کند. مثلاً، رفتار کششی پارچه در جهت تار متفاوت از رفتار کششی آن در جهت پود بوده و اصولاً رفتار کششی پارچه‌ها در زوایای مختلف متفاوت از یکدیگر است. اما، در تعیین مقاومت کششی پارچه‌ها، معمولاً پارچه را در دو جهت طولی (در جهت تار) و عرضی (در جهت پود) تحت کشش قرار می‌دهند.

برای تعیین مقاومت کششی پارچه‌ها، معمولاً نمونه‌های مستطیل شکل به ابعاد  $20\text{ cm} \times 5\text{ cm}$  از آن‌ها تهیه کرده و نمونه را در جهت طول تحت کشش قرار می‌دهند. کمیت‌های مربوط به رفتار کششی پارچه معمولاً همان کمیت‌های مربوط به کشش الیاف و نخ (افزایش طول تا حد پارگی، درصد افزایش طول، کار تا حد پارگی، نقطه تسلیم، مدول اولیه و ...) می‌باشد.

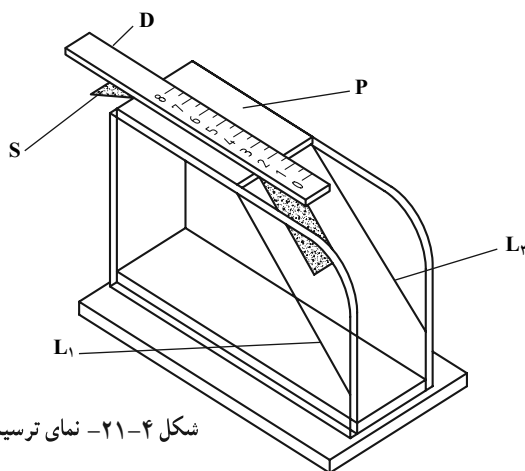
یکی از نکات مهم در کشش پارچه‌ها، نسبت بین مقاومت پارچه و مجموع مقاومت نخ‌های پارچه که تحت کشش قرار می‌گیرند می‌باشد. این نسبت تقریباً همیشه بیشتر از یک می‌باشد. یعنی مقاومت پارچه همواره بیشتر از مجموع مقاومت نخ‌های تشکیل دهنده آن می‌باشد. این نشان دهنده اثر ساختمان پارچه و فرم بافت رفتگی نخ‌ها با یکدیگر بر مقاومت پارچه می‌باشد.

## مقاومت خمشی پارچه

مقاومت خمشی پارچه، عبارت است از پایداری پارچه در مقابل تغییر شکل خمشی. رفتار خمشی پارچه در همه انواع

مصارف نهایی پارچه دارای اهمیت بسیار زیادی است. چون، اصولاً پارچه در انواع مصارف خود، چه هنگام تولید محصول نهایی و چه در مصرف، تحت نیروهای خمشی قرار گرفته و دچار خمش می‌شود. عوامل مختلفی نظیر نوع و خواص الیاف، نوع و عوامل فیزیکی نخ مثل تاب و نمره و نوع بافندگی و عوامل ساختمانی پارچه مثل تراکم، طرح بافت و نوع تکمیل بر روی خمش پارچه تأثیر دارند.

یکی از روش‌های اندازه‌گیری مقاومت خمشی، تعیین طول خمشی پارچه است. طول خمشی عبارت از طولی از پارچه است که در اثر جرم خودش به یک اندازه معینی خم می‌شود. شکل ۴-۲۱ نمای ترسیمی از یک ابزار اندازه‌گیری طول خمشی پارچه را نشان می‌دهد. این ابزار از دو دیواره شفاف که دو سطح افقی P و مورب (با خطوط  $L_1$  و  $L_2$  مشخص شده است) در بین این دو دیواره قرار دارد تشکیل شده است. سطح مورب که با خطوط  $L_1$  و  $L_2$  مشخص شده است با صفحه P زاویه  $41/5^\circ$  می‌سازد. نمونه پارچه نواری S بین سطح افقی P و خط کش D قرار گرفته و همراه خط کش به جلو رانده می‌شود. با حرکت نمونه پارچه به جلو، سر آزاد نمونه به تدریج خم می‌شود و در نهایت سر نمونه پارچه بر خطوط  $L_1$  و  $L_2$  که نشانگر زاویه  $41/5^\circ$  می‌باشند منطبق می‌شود. طولی از پارچه که از لبه سطح افقی P پیش آمده و خمش آن سبب شدن پارچه تا زاویه  $41/5^\circ$  شده است از روی خط کش خوانده شده و به عنوان طول خمش بیان می‌شود. در این آزمایش هر چه طول خمش پارچه بیشتر باشد، نشان دهنده مقاومت خمشی بیشتر پارچه است.



شکل ۴-۲۱- نمای ترسیمی ابزار اندازه‌گیری طول خمشی پارچه

## مقاومت پارچه در مقابل چروک پذیری

چروک شدن پارچه باعث ظاهر نامطلوب آن می‌شود. مقاومت پارچه در مقابل چروک پذیری که همان پایداری پارچه در مقابل چروک شدن است، برای همه پارچه‌ها به ویژه پارچه‌های لباسی بسیار با اهمیت است. مقاومت در مقابل چروک پذیری پارچه‌ها به عوامل مختلفی مثل نوع لیف و عوامل مربوط به آن، نوع نخ، و عوامل مربوط به آن، نوع بافندگی و طرح بافت و عوامل پارچه مثل تراکم و تکمیل‌های انجام شده بر روی پارچه بستگی دارد. مثلاً مقاومت پارچه‌های پشمی و ابریشمی در مقابل چروک شدن نسبتاً مناسب است ولی چروک پذیری پارچه‌های حاصل از الیاف سلولزی مثل پنبه و کتان بالا است. در مقابل، چروک پذیری پارچه‌های حاصل از الیاف مصنوعی در مقایسه با الیاف طبیعی پایین بوده و مقاومت آن‌ها در مقابل چروک شدن بالا است.

یکی از روش‌های سنجش مقاومت پارچه‌ها در مقابل چروک شدن، تعیین زاویه برگشت از چروک می‌باشد. در این روش ابتدا نمونه پارچه در مدت زمان معینی به صورت دولا تحت فشار وزنه معین قرار می‌گیرد. پس از پایان فشرده شدن پارچه دولا، نمونه پارچه به مدت مشخصی به صورت آزاد رها شده و سپس زاویه بین دو لای پارچه اندازه‌گیری و به عنوان زاویه بازگشت از چروک بیان می‌شود.

## پرسش‌های فصل

- ۱- نکات قابل توجه در نفوذپذیری هوای پارچه‌ها را توضیح دهید.
- ۲- قابلیت نفوذ هوا در پارچه را توضیح داده و واحد آن را بیان کنید.
- ۳- مقاومت پارچه در مقابل نفوذ هوا را توضیح داده و واحد آن را بیان کنید.
- ۴- اهمیت مقاومت پارچه در مقابل آب را توضیح دهید.
- ۵- نکات قابل توجه در زمینه نفوذ یا عبور آب از داخل پارچه را توضیح دهید.
- ۶- اندازه‌گیری جذب آب پارچه به روش بارش را توضیح دهید.
- ۷- اندازه‌گیری عبور آب از پارچه را توضیح دهید.
- ۸- اهمیت ضخامت پارچه و روش اندازه‌گیری آن را توضیح دهید.
- ۹- روش‌های اندازه‌گیری سایش پارچه را توضیح دهید.
- ۱۰- یک نمونه پارچه به جرم ۱۲ گرم، پس از آزمایش سایش جرم آن به ۹ گرم می‌رسد. درصد کاهش جرم نمونه را حساب کنید.
- ۱۱- روش اندازه‌گیری مقاومت کششی پارچه را توضیح دهید.
- ۱۲- روش اندازه‌گیری طول خمشی پارچه را توضیح دهید.
- ۱۳- روش اندازه‌گیری مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن را توضیح دهید.

# بخش چهارم

## آزمایشگاه فیزیک نساجی

### رئوس مطالب

- ۱ - نکات مهم و توصیه‌های ایمنی در آزمایشگاه
- ۲ - نمونه‌گیری
- ۳ - تعیین نمودار طول الیاف پنبه
- ۴ - تعیین طول الیاف به صورت مجزا (تک تک)
- ۵ - تعیین ظرافت الیاف پنبه به روش جریان هوا
- ۶ - تعیین ظرافت الیاف پشم به روش میکروسکوپی
- ۷ - تعیین ظرافت الیاف مصنوعی به روش میکروسکوپی
- ۸ - تعیین تعداد الیاف
- ۹ - تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی
- ۱۰ - تعیین جذب رطوبت الیاف به روش خشک کردن
- ۱۱ - تعیین مقاومت الیاف به روش تک لیف
- ۱۲ - تعیین خواص کششی الیاف نساجی (به وسیله دستگاه اینسترون)
- ۱۳ - تعیین خواص کششی نخ
- ۱۴ - تعیین مقاومت نخ به روش "نرخ ثابت بارگذاری" (CRL)
- ۱۵ - تعیین مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب
- ۱۶ - تعیین ضخامت پارچه
- ۱۷ - تعیین مقاومت سایشی پارچه
- ۱۸ - تعیین خواص کششی پارچه
- ۱۹ - تعیین مقاومت خمشی پارچه
- ۲۰ - تعیین مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن

## ۱- نکات مهم و توصیه های ایمنی در آزمایشگاه

### نکات مهم در آزمایشگاه

— حضور به موقع هنرجویان در آزمایشگاه: از آنجایی که توضیحات لازم در زمینه انجام هر آزمایش در ابتدای همان جلسه توسط معلم مربوطه داده می شود، و همچنین چون اکثر آزمایشات به صورت گروهی انجام می شود، لذا، لازم است هنرجویان چند دقیقه قبل از شروع هر جلسه آزمایش در آزمایشگاه حضور داشته باشند.

— مطالعه دستور کار آزمایش: دستور کار آزمایشگاه حاوی مطالب مورد نیاز هر آزمایش نظیر هدف آزمایش، تئوری آزمایش و لوازم و مواد مورد نیاز و چگونگی انجام آن آزمایش است. لذا، توصیه می شود که هنرجویان قبل از حضور در آزمایشگاه، دستور کار آزمایش مربوطه را به دقت مطالعه نموده تا با دقت و تسلط بیشتر بتوانند آزمایش را انجام دهند.

— پوشیدن روپوش ویژه آزمایشگاه: چون در محیط آزمایشگاه مواد غیر معمول و بعضاً سمی و خطرناک وجود دارد و در انجام آزمایشات از آنها استفاده می شود، لذا لازم است هر هنرجو برای محافظت از اعضای بدن و لباس های خود روپوش سفید رنگ مخصوص آزمایشگاه را بپوشد. این روپوش با داشتن دامن و آستین های بلند از تماس مستقیم مواد و نشستن آنها بر روی برخی از اعضای بدن و لباس جلوگیری می کند.

— ثبت نتایج: در هنگام آزمایش تمام تغییرات حاصل شده در مواد مورد آزمایش و نتایج حاصل از آزمایش را مرتباً یادداشت نمایید. سعی کنید ثبت نتایج به صورت مختصر و قابل درک برای استفاده های بعدی باشد. بدین منظور یک دفتر یادداشت مخصوص آزمایشگاه تهیه کنید و نتایج حاصل از هر آزمایش را به طور جداگانه در آن ثبت کنید تا در تهیه گزارش کار از آنها استفاده نمایید. پس از هر آزمایش، نتایج حاصل را با مطالب نظری درس مربوطه و تئوری آزمایش تطبیق دهید. برای اطمینان از درستی آزمایش می توانید نتایج حاصله را با معلم آزمایشگاه در میان بگذارید. اگر آزمایش به صورت گروهی انجام می شود، لازم است که همه افراد گروه در تهیه گزارش آزمایش شرکت کنند.

### توصیه های ایمنی در آزمایشگاه

— اکثر مواد شیمیایی که در آزمایشگاه وجود دارند گران قیمت و برخی خطرناک و سمی بوده و تجهیزات، دستگاه ها و ابزارهای آزمایشگاهی علاوه بر ارزش زیاد مادی، دارای حساسیت ها و تنظیمات ویژه ای هستند. بنابراین از جابجایی و دستکاری بی مورد آنها جداً خودداری نمایید.

— قبل از کار با مواد و دستگاه ها و ابزارهای موجود در آزمایشگاه ابتدا در زمینه چگونگی استفاده و کاربرد آنها از طریق مسئول آزمایشگاه، اطلاع حاصل کنید و توصیه های او را در هنگام انجام آزمایش مراعات نمایید.  
— سعی کنید آزمایش را در زمان مقرر شروع کنید تا بتوانید آن را در مدت تعیین شده به پایان برسانید.

- قبل از برداشتن هرگونه ماده شیمیایی به برچسب ظرف آن دقت نمایید تا هم از نظر نوع ماده و هم از نظر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آن مطمئن شوید.
- برای برداشتن مواد شیمیایی مایع از پیپت و برای مواد جامد از قاشق یا پنس استفاده نمایید. دقت کنید که بعد از استفاده پیپت و قاشق برای برداشتن یک ماده، جهت برداشتن ماده دیگر پیپت و قاشق مربوطه را شسته و تمیز نمایید.
- درب ظروف مواد شیمیایی را به صورت واژگون بر روی میز قرار دهید تا آغشته به مواد دیگر نشود. چون مواد خارجی باعث آلودگی و تغییر خصوصیات مواد شیمیایی می‌شوند.
- برای جابجایی مواد شیمیایی مایع و محلول‌ها از لوله آزمایش و برای جابجایی مواد جامد از بشر، شیشه ساعت و کاغذ استفاده کنید.
- برای توزین مواد با استفاده از ترازوی دقیق، مواد مورد نظر را مستقیماً بر روی کفه ترازو قرار ندهید، بلکه از وسایلی مانند شیشه ساعت، کاغذ و بشر استفاده کنید. از توزین مواد داغ به وسیله ترازوی دقیق پرهیز کنید.
- هرگز به موادی که ظرف آن برچسب ندارد یا با مواد داخل آنها آشنایی ندارید دست نزنید و از کاربرد آنها در آزمایش پرهیز کنید.
- در استفاده از مواد برای آزمایش اصراف نکنید و در هنگام کار از دستگاه‌ها، تجهیزات و وسایل آزمایش به دقت مراقبت کنید.
- هرگز مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه را نخشید.
- برای بو کردن مواد شیمیایی از استنشاق مستقیم بخارات آن پرهیز کنید و به وسیله دست بخارات آن را به سمت بینی هدایت کنید.
- از تماس مستقیم مواد شیمیایی با پوست بدن پرهیز کنید و در صورت تماس، محل مربوطه را با مقدار زیادی آب بشویید.
- برای روشن کردن چراغ ابتدا کبریت را روشن و سپس شیر گاز را باز کنید.
- دماسنج‌ها را هرگز بر روی شعله نگیرید.
- در صورت آلوده شدن لباس به مواد اسیدی یا بازی باید این مواد را خنثی کرد. برای خنثی کردن مواد بازی روی لباس از اسید استیک رقیق استفاده کنید و سپس با آمونیاک رقیق اسید را خنثی کنید. در صورت آلودگی لباس به اسید، برای خنثی کردن آن از آمونیاک رقیق استفاده کنید.
- هر آزمایش به منظور مشاهده، تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری اثرات مواد بر یکدیگر در شرایط مختلف انجام می‌گیرد. لذا، آزمایش‌ها را با دقت و همراه با آرامش خاطر انجام دهید و از عجله و اضطراب بی‌مورد پرهیز کنید.
- پس از پایان هر آزمایش ظروف و ابزارهای مورد استفاده را شسته و یا تمیز کنید و در جای مخصوص خود قرار دهید. مواد شیمیایی را به محل مربوطه انتقال دهید و میز آزمایش را تمیز نمایید.
- زباله‌های باقیمانده از انجام آزمایش را داخل ظرف زباله بریزید و از ریختن آنها به داخل لگن دستشویی جداً خودداری نمایید.
- در صورت ریختن هر نوع مواد شیمیایی، محل مربوطه را با مقدار زیادی آب بشویید و پس از پایان هر آزمایش و هنگام خروج از آزمایشگاه از بسته بودن شیر گاز و آب مطمئن شوید.
- توصیه‌های ایمنی مسئول آزمایشگاه را رعایت نموده و حتی الامکان به تنهایی در آزمایشگاه به آزمایش نپردازید.
- در هنگام حضور در آزمایشگاه درب آزمایشگاه را قفل نکنید.
- مسیر تردد به آزمایشگاه را باز نگهداشته و با انبار کردن وسایل حجیم آن را مسدود نکنید.

## ۲- نمونه گیری

### نمونه‌گیری استاندارد

برای اینکه نتایج حاصل از آزمایش بر روی نمونه‌های انتخابی از یک جامعه مثل الیاف نساجی معقول و منطقی باشد، نمونه انتخاب شده باید نشانگر یا نماینده همه اعضا یا اجزای جامعه مورد نظر باشد. بدین منظور نمونه‌گیری باید به روش صحیحی انجام گیرد. انتخاب صحیح نمونه، به اندازه دقت و صحت در روش آزمایش از اهمیت برخوردار است. روش‌های استاندارد و توصیه شده‌ای برای نمونه‌گیری وجود دارد که در اینجا به دو روش از نمونه‌برداری الیاف و نمونه‌گیری پارچه اشاره می‌شود.

### نمونه‌برداری از الیاف نساجی

برای نمونه‌گیری از الیاف نساجی به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

۱- نمونه‌ای به وزن حدود ۵۶ گرم (۲ اونس) از ۸۰ نقطه دور

از هم در یک عدل برداشت شود.

۲- توده الیاف انتخاب شده به ۴ قسمت تقسیم شود و در چهار

گروه قرار دهید.

۳- از هر یک از ۴ قسمت فوق ۱۶ نمونه به‌طور تصادفی

انتخاب شود به‌طوری‌که جرم تقریبی هر یک از ۱۶ قسمت کوچک

حدود ۲۰ میلی‌گرم شود.

۴- هر یک از قسمت‌های کوچک به‌دست آمده در بند ۳، ۴ بار

نصف شده و در مراحل نصف شدن یک بار نیمه در دست راست و بار

دیگر نیمه در دست چپ را دور بریزید.

۵- دسته‌های ۱۶ تایی حاصل از بند ۴ که در چهار گروه مجزا

قرار دارند را با یکدیگر مخلوط کنید تا در پایان ۴ گروه از الیاف داشته

باشیم.

۶- الیاف هر گروه را به‌صورت مجزا و با دست شانه کرده تا

الیاف هر گروه با یکدیگر موازی شوند.

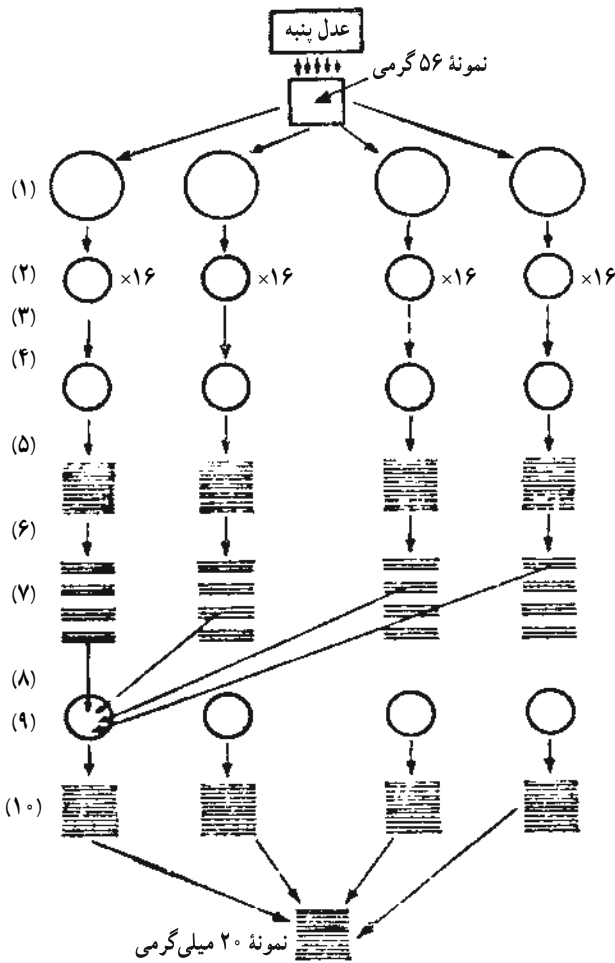
۷- الیاف هر گروه را به ۴ قسمت مجزا تقسیم کنید.

۸- از هر گروه یک قسمت را طوری انتخاب کنید که قسمت‌های

انتخابی از ۴ گروه با یکدیگر هم شماره نباشند (شکل ۲-۱)، سپس

قسمت‌های انتخابی از گروه‌های مجزا را با یکدیگر مخلوط کرده تا ۴

گروه جدید ایجاد شود.



شکل ۲-۱- روند نمونه‌برداری استاندارد الیاف



- ۹- الیاف موجود در گروه‌های جدید را به صورت مجزا با دست شانه کنید تا الیاف به صورت موازی قرار بگیرند.
- ۱۰-  $\frac{1}{4}$  از الیاف هر گروه جدید را بگیرید و با یکدیگر مخلوط کنید. نمونه به دست آمده نمونه نهایی می‌باشد.

### نمونه برداری از پارچه

در نمونه برداری از پارچه لازم است که نمونه به اندازه و شکل مناسب روش آزمایش انتخاب شود. چون برای آزمایش‌های مختلف شکل و اندازه نمونه پارچه متفاوت است. اندازه و شکل نمونه پارچه علاوه بر نوع آزمایش به روش آزمایش و دستگاه یا ابزار آزمایش نیز بستگی دارد. برای مثال نمونه پارچه برای آزمایش کششی به صورت مستطیل و برای آزمایش سایش یا نفوذ آب به صورت دایره است.

نکات زیر را در انتخاب نمونه پارچه باید رعایت کرد :

۱- جهت تار و پود پارچه به دقت شناخته شود.

۲- نمونه‌های انتخابی باید از حاشیه پارچه فاصله داشته باشند و فاصله نمونه‌ها تا حاشیه‌ها باید حداقل به اندازه  $\frac{1}{8}$  عرض کل پارچه باشد.

۳- حتی الامکان باید توجه داشت که نمونه‌های انتخابی در یک راستا نباشند. یعنی اگر آزمایش در جهت تار می‌باشد، نمونه‌ها دارای تار مشترک نباشند و اگر آزمایش در جهت پود انجام می‌شود، نمونه‌ها دارای پود مشترک نباشند.

۴- نمونه‌ها از نقاط معیوب پارچه انتخاب نشود.

در تشخیص تار و پود پارچه‌های تاری - پودی نکات زیر قابل توجه است :

۱- معمولاً نخ‌های نازک‌تر، نخ تار هستند.

۲- معمولاً نخ‌های با تاب بیشتر نخ تار هستند.

۳- نخ‌های تار موازی حاشیه هستند.

۴- اگر پارچه راه‌راه باشد، معمولاً نخ‌های موازی راه‌راه، نخ‌های تار هستند.

۵- در پارچه‌های چهارخانه، معمولاً نخ‌های تار، موازی ضلع بلندتر چهارخانه‌ها هستند.

۶- نخ‌های آهار خورده، نخ‌های تار هستند.

۷- اگر در یک جهت نخ دولا داشته باشیم، این نخ دولا معمولاً نخ تار است.

۸- نخ‌های با تراکم بیشتر معمولاً نخ تار است.

۹- فرموج ناشی از بافت رفتگی نخ تار معمولاً کمتر از نخ پود است.

### ۳- تعیین نمودار طول الیاف پنبه

#### مقدمه

طول الیاف و چگونگی توزیع طولی الیاف پنبه یکی از شاخص‌های الیاف پنبه است که هم از نظر فنی و هم از نظر اقتصادی و تجاری حائز اهمیت است. چرا که طول الیاف پنبه در تنظیم ماشین‌آلات ریسندگی و قیمت الیاف پنبه مؤثر است. هدف از این آزمایش ترسیم نمودار طول الیاف و تعیین طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین الیاف پنبه از روی نمودار طول الیاف پنبه است.

#### وسایل مورد نیاز

- دستگاه شانه تقسیم‌کننده
- ترازوی دقیق
- گیره
- چنگال فشارنده
- پنس
- سوزن دسته‌دار
- صفحه ماهوتی یا مخملی
- طلق

#### شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

#### روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری طبق روش استاندارد انجام شود.

#### روش آزمایش

- یک دسته از الیاف به جرم ۲۵ میلی‌گرم به‌عنوان نمونه انتخاب و به‌وسیله انگشتان دست شانه شده و الیاف موجود در نمونه به‌صورت موازی درآیند.
- عقب دستگاه روبروی فرد آزمایش‌کننده قرار گیرد و شانه‌های بالایی بلند شده تا بتوان الیاف را از بالا در داخل دندان‌های شانه پایینی قرار داد.
- الیاف نمونه را طوری در داخل دندان‌های سمت راست شانه (شانه پایینی) قرار دهید که سر الیاف از لبه اولین شانه حدود ۵ میلی‌متر جلوتر باشد.
- سپس الیاف را به‌وسیله چنگال فشارنده یا تیغه‌های گیره به داخل دندان‌های شانه فشار دهید.
- به‌وسیله گیره یک دسته از الیاف را از داخل شانه بیرون کشیده، و پس از چندین بار شانه کردن به‌وسیله دندان‌های وسط شانه برای مستقیم کردن و موازی کردن الیاف، آنها را به‌دقت چنان در لابه‌لای دندان‌های سمت چپ شانه‌ها قرار دهید که راستای الیاف عمود بر راستای شانه‌ها بوده و لبه جلویی آنها به اندازه معینی از لبه اولین شانه کمی بیرون باشد و الیاف را به‌وسیله چنگال فشارنده به داخل دندان‌های شانه هدایت کنید.
- عمل فوق را چندین بار تکرار کنید، تا کلیه الیاف از سمت راست شانه به سمت چپ شانه منتقل شود. و الیافی که در عمق دندان‌های سمت راست شانه هستند را به‌وسیله سوزن دسته‌دار یا پنس بالا آورده و پس از شانه کردن به دندان‌های سمت چپ شانه منتقل کنید.

– پس از انتقال همه الیاف به سمت چپ شانه‌ها، شانه‌های بالایی را بر روی شانه‌های پایینی قرار دهید تا دندان‌های شانه‌های بالایی به داخل الیاف نفوذ کنند.

– دستگاه شانه را به اندازه  $18^\circ$  بچرخانید تا جلوی دستگاه شانه در مقابل شما قرار گیرد.

– اولین شانه پایینی را آزاد کرده و اولین شانه بالایی را از روی دستگاه بردارید، سپس دومین شانه پایینی را آزاد و دومین شانه بالایی را از روی دستگاه بردارید، این عمل را آن قدر ادامه دهید تا سر الیاف پدیدار شود. سر اولین لیف یا الیافی که پدیدار می‌شود در واقع بلندترین لیف یا الیاف داخل نمونه می‌باشد.

– پس از پدیدار شدن سر الیاف از لبه شانه جلویی، سر الیاف با دقت به وسیله گیره از داخل شانه‌ها کشیده شود و پس از شانه کردن، مستقیم کردن و موازی کردن الیاف گرفته شده توسط گیره، این الیاف را از سمت چپ طوری بر روی صفحه ماهوتی یا مخملی قرار دهید که سر پایینی لیف بر روی لبه پایینی صفحه ماهوتی بوده و موازی با لبه سمت چپ صفحه ماهوتی باشد. با انداختن شانه‌های پایینی و برداشتن شانه‌های بالایی بیشتر، به ترتیب به سر الیاف با طول کوتاه‌تر خواهید رسید. و با ادامه انتقال الیاف از روی دستگاه شانه بر روی صفحه ماهوتی، سر پایینی الیاف در پایین در یک راستا و بر روی محور افقی قرار گرفته و سر بالایی الیاف با توجه به طول الیاف بر روی یک منحنی قرار می‌گیرد.

– با قرار دادن طلق تهیه شده بر روی صفحه ماهوتی و رسم منحنی طول الیاف بر روی طلق می‌توان به نمودار طول الیاف دست یافت.

– پس از رسم نمودار طول الیاف به روشی که در بخش نظری این درس توضیح داده شده است، طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین الیاف را تعیین نمایید.

## ۴- تعیین طول الیاف به صورت مجزا (تک تک)

### مقدمه

در این روش طول الیاف به صورت مجزا و تک تک اندازه گیری می شود. این روش برای کلیه الیاف طبیعی و مصنوعی قابل استفاده بوده ولی بیشتر برای الیاف مصنوعی مورد استفاده قرار می گیرد. از آنجا که در این روش طول الیاف به صورت مجزا و تک تک اندازه گیری می شود، لذا عملیات آماری نیز می تواند بر روی مقادیر اندازه گیری شده انجام شود.

### وسایل مورد نیاز

- دستگاه (جعبه) ویژه اندازه گیری
- پنس
- پارافین یا گلیسرین یا روغن بی اثر مشابه

### شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با شرایط رطوبت نسبی  $2 \pm 65\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### روش نمونه برداری

به صورت تصادفی از مجموعه الیاف مورد نظر

### شرح دستگاه

دستگاه اندازه گیری طول الیاف به روش تک تک از بخش های زیر تشکیل شده است :

- جعبه ای چوبی به ابعاد  $20 \times 22 \times 32$  (همه ابعاد به سانتی متر)، داخل این جعبه چوبی از یک ورقه آلومینیومی پوشانده شده و یک لامپ فلوئورسنت در داخل جعبه قرار داشته و وجه بالایی جعبه چوبی باز است.
- وجه بالایی جعبه از دو صفحه شیشه ای که بین آنها یک طلق شفاف وجود دارد پوشانده شده است. صفحه شیشه ای پایینی به ضخامت ۴ میلی متر و ضخامت شیشه رویی که مدرج می باشد به ضخامت ۲ میلی متر است.
- یک آینه به ابعاد  $15 \times 22$  (ابعاد به سانتی متر) که بر روی پایه ای قابل تنظیم نصب شده است بر روی جعبه قرار دارد. تنظیم پایه آینه شرایط تغییر زاویه آینه در بالای جعبه را فراهم می کند. قابلیت تنظیم آینه به خاطر تغییر یا تنظیم زاویه تابش نور می باشد.
- حدود نیمی از شیشه بالایی جعبه با صفحه ای پوشیده شده است و نور لامپ فلوئورسنت داخل جعبه از قسمت پوشیده نشده شیشه ها به آینه تابیده شده و از آینه به نمونه لیف بازتابیده می شود.

## روش آزمایش

برای اندازه‌گیری طول الیاف به صورت تک تک ابتدا یک قطره پارافین مایع (یا هر روغن شفاف مشابه و بی‌اثر بر روی الیاف مورد آزمایش) بر روی قسمتی از صفحه شیشه‌ای مدرج ریخته می‌شود. سپس یک لیف که به پارافین آغشته شده است بر روی صفحه شیشه‌ای مدرج قرار داده می‌شود و یک سر لیف بر روی یک خط از درجه‌بندی قرار گرفته و سر دیگر آن با پنس کشیده شده تا فرم موج آن از بین رفته و مستقیم شود. با مستقیم شدن لیف، طول لیف از روی خطوط مدرج خوانده و یادداشت می‌شود. (پارافین برای از بین بردن فرم موج و تجعد الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرد).

برای انجام آزمایش الیاف مصنوعی حداقل  $30^\circ$  نمونه لیف و برای الیاف پنبه حدود  $50^\circ$  لیف مورد اندازه‌گیری قرار گرفته و میانگین، انحراف معیار و  $CV\%$  طول اندازه‌گیری شده الیاف را محاسبه نمایید.

## خودآزمایی

- ۱- توزیع طول الیاف مصنوعی چه تفاوتی با الیاف پنبه دارد؟
- ۲- طول الیاف چه تأثیری در تاب نخ می‌تواند داشته باشد؟
- ۳- تأثیر طول الیاف بر روی مقاومت نخ را بنویسید.

## ۵- تعیین ظرفیت الیاف پنبه به روش جریان هوا

### مقدمه

هرگاه از داخل یک توده الیاف هوا عبور داده شود، مقاومت توده الیاف در مقابل جریان هوا (صرف نظر از سایر عوامل) بستگی به قطر و ضخامت یا ظرفیت الیاف دارد. یعنی اگر در دو طرف یک توده الیاف اختلاف فشار هوا ایجاد شود، هوا از قسمت پرفشار به سمت قسمت کم فشار جریان یافته و سرعت جریان هوا بستگی به ظرفیت الیاف دارد. تأثیر ظرفیت الیاف بر سرعت جریان هوا به این صورت است که هرچه ظرفیت الیاف بیشتر یا به تعبیری قطر الیاف کمتر باشد، فشردگی الیاف بیشتر و خلل و فرج داخل توده الیاف کمتر و در نتیجه شدت جریان هوا از داخل توده الیاف کمتر خواهد بود. بنابراین، از همین خاصیت برای تعیین ظرفیت الیاف پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تعیین ظرفیت الیاف پنبه به روش جریان هوا از دستگاهی به نام دستگاه میکرونر استفاده می‌شود.

### وسایل مورد نیاز

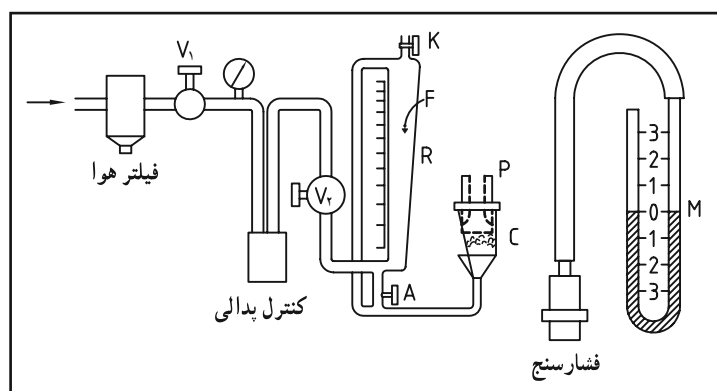
- دستگاه میکرونر
- کمپرسور هوا و مخزن هوای فشرده
- ترازو با دقت  $0.1$  گرم

### شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### شرح آزمایش

در این آزمایش از دستگاه میکرونر برای اندازه‌گیری ظرفیت الیاف پنبه استفاده می‌شود، و کمپرسور هوا و مخزن هوای فشرده برای تولید و نگهداری هوای فشرده به منظور ایجاد اختلاف فشار هوا در دو طرف نمونه و ایجاد جریان هوا از داخل نمونه و از ترازوی دقیق برای توزین نمونه الیاف استفاده می‌شود.



شکل ۵-۱- نمای ترسیم دستگاه میکرونر

لازم به یادآوری است که قبل از شروع کار دستگاه میکرونر و اندازه‌گیری ظرافت نمونه‌های الیاف، باید دستگاه میکرونر به روش‌ها و ترتیبی که در دفترچه راهنمای آن ذکر شده است استانداردسازی یا کالیبره شود تا نتایج حاصل از اندازه‌گیری دقیق و مورد اعتماد باشد. چنان‌که در شکل ۵-۱ دیده می‌شود نمونه تهیه شده به جرم ۳/۲۴ گرم که توسط ترازوی دقیق توزین شده است، در قسمت C قرار داده می‌شود، سپس با شروع کار دستگاه، نمره نمونه الیاف از روی ارتفاع شناور خوانده شده و یادداشت می‌گردد. نمره‌ای که براساس ارتفاع شناور تعیین می‌شود، برحسب میکروگرم بر اینچ می‌باشد.

در تعیین ظرافت الیاف به روش جریان هوا به وسیله دستگاه میکرونر، لازم است تعداد ۱۰ نمونه به جرم ۳/۲۴ گرم تهیه و ظرافت آنها اندازه‌گیری شود. پس از اندازه‌گیری نمره، میانگین، انحراف معیار و CV٪ نمره الیاف محاسبه شود.

براساس میانگین محاسبه شده از روی نمره‌های اندازه‌گیری شده نمونه‌های الیاف پنبه، می‌توان پنبه‌های مختلف را براساس

درجه‌های زیر دسته‌بندی کرد:

درجه ظرافت	نمره برحسب میکروگرم بر اینچ ( $\mu\text{g/in}$ )
خیلی ظریف	< ۳
ظریف	۳-۳/۹
متوسط	۴-۴/۹
ضخیم	۵-۵/۹
خیلی ضخیم	۶ <

## خودآزمایی

- ۱- طول الیاف پنبه چه تأثیری در ظرافت آنها دارد؟
- ۲- چرا برای تعیین ظرافت پنبه از میکروسکوپ استفاده نمی‌شود؟
- ۳- ظرافت الیاف پنبه چه تأثیری بر کیفیت نخ یا پارچه دارد؟

## ۶- تعیین ظرافت الیاف پشم به روش میکروسکوپی

### مقدمه

برای تعیین ظرافت الیاف پشم و دیگر الیاف مویی مثل کشمیر و موهر از روش میکروسکوپی استفاده می‌شود. این روش از یک میکروسکوپ پروژکتینا که دارای صفحه مدرج است و یا از دیگر میکروسکوپ‌های دارای قابلیت اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

### وسایل مورد نیاز

- میکروسکوپ پروژکتینا
- لام و لامل
- پارافین مایع یا گلیسرین
- تیغ تیز یا قیچی

### شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه و با شرایط رطوبت نسبی  $2 \pm 65\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود. لازم به توضیح است که نمونه‌ها قبل از آزمایش حداقل به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد نگهداری شوند.

### روش نمونه برداری

نمونه برداری به روش استاندارد انجام می‌شود.

### شرح دستگاه

قبل از انجام آزمایش طرز کار میکروسکوپ را از روی راهنمای میکروسکوپ موجود در آزمایش فرا بگیرید.

### شرح آزمایش

- نمونه الیاف را به صورت موازی درآورده و به وسیله تیغ تیز یا قیچی الیاف را به طول کمتر از عرض لامل و لام ببرید. سپس یک قطره گلیسرین (یا پارافین مایع) بر روی لام بریزید و سپس نمونه الیاف بریده شده را بر روی قطره گلیسرین قرار داده و لامل را روی لام قرار دهید تا قطره گلیسرین پخش شده و همه الیاف را در برگیرد. قطره گلیسرین برای ثابت نگه داشتن الیاف است.



- نمونه تهیه شده (لام و لامل همراه نمونه الیاف) را در محل شیئی و زیر عدسی شیئی میکروسکوپ قرار دهید. با انتخاب عدسی شیئی ۴۰ و عدسی مناسب این عدسی، بزرگنمایی را حدود ۵۰۰ در نظر گرفته و با تنظیم صفحه یا میز لام (شیئی) تصویر روی صفحه میکروسکوپ پروژکتینا را واضح کرده (کانونی)، سپس قطر الیاف پشم به نمایش درآمده بر روی صفحه را با چرخاندن صفحه مدرج اندازه‌گیری کنید.

در این آزمایش لازم است حداقل قطر ۲۰۰ نمونه از الیاف پشم اندازه‌گیری شده و میانگین، واریانس، انحراف معیار و CV % قطر الیاف پشم را محاسبه کنید.

## خودآزمایی

- ۱- چه ارتباطی بین طول و ظرافت الیاف پشم می‌باشد؟
- ۲- سطح الیاف پشم چه ویژگی‌ای دارد؟
- ۳- دلیل نمدی شدن پشم چیست؟

## ۷- تعیین ظرافت الیاف مصنوعی به روش میکروسکوپی

### مقدمه

الیاف مصنوعی با ظرافت‌های دلخواه و براساس سفارش مشتری تولید و عرضه می‌شوند. همچنین الیاف مصنوعی با شکل سطح مقطع عرضی مختلف (دایره‌ای، بیضوی، دندانه‌دار، دمبلی شکل ...) می‌توانند تولید شوند. با این حال بیشتر الیاف مصنوعی با مقطع عرضی دایره‌ای تولید و مصرف می‌شوند. یکی از روش‌های تعیین ظرافت الیاف مصنوعی، تعیین قطر آنها است که در این صورت با تعیین قطر الیاف و داشتن جرم حجمی لیف مربوطه می‌توان نمره الیاف را محاسبه کرد.

### وسایل مورد نیاز

- میکروسکوپ پروژکتینا یا میکروسکوپ مجهز به صفحه مدرج
- لام و لامل
- گلیسرین (یا هر نوع روغن بی‌اثر بر روی الیاف مورد آزمایش)
- تیغ تیز

### شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود. قبل از آزمایش نمونه به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد نگهداری شود.

### شرح آزمایش

چنان‌که توضیح داده شده است، سطح الیاف مصنوعی متنوع بوده و بستگی به سفارش مشتری و شکل سطح مقطع روزنه‌های رشته‌ساز دستگاه تولید الیاف دارد. اگر مقطع عرضی الیاف مورد آزمایش دایره‌ای باشد، با تعیین قطر الیاف و دانستن جرم حجمی الیاف می‌توان نمره الیاف را حساب کرد. در این صورت اگر نوع لیف مشخص باشد، جرم حجمی آن را از روی جداول بیابید و اگر نوع لیف مشخص نباشد، لازم است برای تعیین نمره لیف، در آزمایش جداگانه‌ای جرم حجمی لیف را تعیین نمود. برای تهیه نمونه، ابتدا الیاف نمونه‌برداری شده را به‌صورت موازی درآورده و به طول کمتر از عرض لام و لامل ببرید. سپس یک قطره گلیسرین (یا پارافین مایع) بر روی لام بریزید و سپس الیاف بریده شده را بر روی قطره گلیسرین قرار داده و لامل را روی لام قرار دهید تا قطره گلیسرین کل نمونه الیاف را در برگیرد.

نمونه تهیه شده (لام و لامل همراه با نمونه الیاف) را در محل شیء و زیر عدسی شیئی میکروسکوپ قرار داده و با انتخاب عدسی شیئی مناسب، قطر الیاف را از روی صفحه مدرج خوانده و یادداشت نمایید. در این آزمایش لازم است قطر  $30^\circ$  لیف از نمونه الیاف تهیه شده اندازه‌گیری شده و میانگین، انحراف معیار و CV % قطر الیاف محاسبه شود.

## خودآزمایی

- ۱- با توجه به نوع لیف و قطر (نمره لیف)، این الیاف در کدام سیستم ریسندگی قابل رسیدن بوده و پارچه یا محصول نهایی بافندگی آنها مناسب چه نوع مصارفی می‌باشد؟
- ۲- این روش اندازه‌گیری قطر الیاف مصنوعی، مناسب چه شکل از مقطع الیاف می‌باشد؟

## ۸- تعیین تجعد الیاف

### مقدمه

کلیه الیافی که در ریسندگی الیاف کوتاه (سیستم ریسندگی الیاف کوتاه یا پنبه‌ای) و ریسندگی الیاف بلند (سیستم ریسندگی الیاف بلند مثل سیستم‌های ریسندگی پشمی، نیمه فاستونی و فاستونی) مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای فرموج یا اصطلاحاً مجعد هستند. الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم به صورت طبیعی دارای فرموج هستند، و الیاف مصنوعی که برای مصرف در ریسندگی الیاف کوتاه و ریسندگی الیاف بلند تولید می‌شوند، در مرحله تولید از یک دستگاه به نام کریمپر که وظیفه ایجاد فرموج در الیاف را دارد گذشته تا الیاف تولیدی مجعد شوند. فرموج و تجعد الیاف برای بهبود شرایط ریسندگی لازم و ضروری است. باید توجه داشت که تجعد الیاف باید در حد معینی باشد، چون اگر تجعد از حد معینی بیشتر یا کمتر باشد، در عملیات ریسندگی مثل تشکیل تار عنکبوتی در ماشین کارد یا عملیات کاردینگ بین سیلندر و فلت‌های ماشین کارد ایجاد اشکال خواهد کرد. مقدار تجعد الیاف از اختلاف طول حالت آزاد لیف و حالت کشیده شده و مستقیم شده لیف به دست می‌آید. مقدار تجعد لیف، معمولاً پس از اندازه‌گیری طول لیف در دو حالت آزاد و مستقیم شده، به صورت درصد تجعد محاسبه و بیان می‌شود.

### وسایل مورد نیاز

– دستگاه اندازه‌گیری تجعد لیف

– پنس

(دستگاه اندازه‌گیری تجعد لیف، دستگاهی بسیار ساده بوده و دارای یک صفحه یا خط‌کش مدرج و دو گیره یکی ثابت و دیگری متحرک می‌باشد.)

### شرایط آزمایش

این آزمایش نیاز به شرایط خاصی ندارد، ولی بهتر است در شرایط محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  انجام شود.

### روش آزمایش

پس از نمونه‌گیری از الیاف مورد نظر، یک لیف را از بین نمونه انتخاب کرده و به صورت آزاد و بر روی خط‌کش مدرج قرار دهید. به وسیله پنس لیفی که بر روی خط‌کش قرار دارد را جابجا کرده تا بتوان فاصله بین دو سر لیف ( $l_1$ ) را اندازه‌گیری کرد. باید توجه داشت که در هنگام جابجایی لیفی که بر روی خط‌کش قرار دارد، هیچ کششی به لیف وارد نشود و هنگام اندازه‌گیری فاصله بین دو سر لیف، لیف باید به صورت آزاد بر روی خط‌کش قرار داشته باشد.

پس از اندازه‌گیری فاصله بین دو سر لیف مجعد ( $l_1$ )، لازم است طول لیف را به صورت کشیده شده اندازه‌گیری کرد. برای این

کار، با پنس لیف مورد نظر را برداشته و یک سر آن را در بین فک‌های گیره ثابت قرار دهید. سپس، سر دیگر نمونه لیف را در میان فک‌های گیره متحرک قرار داده و گیره متحرک را به حرکت درآورید تا از گیره ثابت دور شود. پس از این رفتن چین و چروک و مستقیم شدن لیف، طول لیف ( $l_2$ ) را که همان فاصله بین لبه فک‌های دو گیره است از روی خط‌کش خوانده و یادداشت نمایید. در این آزمایش لازم است تعداد حداقل  $10^\circ$  لیف مورد آزمایش قرار گرفته و طول حالت مجعد ( $l_1$ ) و مستقیم شده و بدون جعد ( $l_2$ ) تعیین شود. پس از تعیین  $l_1$  و  $l_2$  مقدار تجعد لیف (C) و درصد تجعد لیف (%C) از رابطه زیر تعیین و میانگین، انحراف معیار و CV% تجعد محاسبه شود.

$$C = l_2 - l_1$$

$$\%C = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \times 100$$

## خودآزمایی

- ۱- با توجه به طول الیاف مورد آزمایش، این الیاف مناسب چه سیستمی از ریسندگی می‌باشند.
- ۲- اهمیت تجعد در الیاف نساجی را بنویسید.
- ۳- روش‌های ایجاد تجعد در الیاف مصنوعی را بنویسید.
- ۴- تجعد کمتر و بیشتر از حد معین، چه تأثیری در عملیات ریسندگی دارند.

## ۹- تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی

### مقدمه

برای تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی از دستگاهی به نام ویبروسکوپ (Vibroscope) استفاده می‌شود. استفاده از روش ارتعاشی برای تعیین ظرافت الیاف بر این اصل استوار است که وقتی الیاف نساجی تحت کشش با ضربات منظم به ارتعاش درآیند، وقتی فرکانس (تعداد ضربه در واحد زمان) ضربات وارده برابر فرکانس طبیعی لیف مورد نظر باشد، دامنه ارتعاش لیف حداکثر بوده و در این حالت، نوسان یا ارتعاش لیف در حالت تشدید یا رزونانس می‌باشد. فرکانس تشدید یا همان فرکانس رزونانس هر لیف به میزان نیروی کشش وارده بر آن، جرم واحد طول لیف و طول لیف تحت آزمایش بستگی دارد. این کمیت‌ها به صورت تناسب‌های زیر با یکدیگر ارتباط دارند:

$$f \propto \frac{1}{\sqrt{l}} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$m \propto T \left( \frac{1}{\sqrt{l} f} \right)^2$$

در روابط فوق:

f: فرکانس طبیعی لیف

T: کشش لیف

l: طولی از لیف که تحت ارتعاش است

m: جرم واحد طول لیف

در تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی، طول معینی از یک لیف (l) را تحت کشش ثابت و معینی (T) که متناسب با مقاومت لیف می‌باشد قرار داده و با به ارتعاش درآوردن لیف، فرکانسی که در آن فرکانس دامنه لیف حداکثر می‌شود را یادداشت کرده و از روی روابط فوق جرم واحد طول لیف که نشان‌دهنده ظرافت لیف است را محاسبه می‌کنند. لازم به یادآوری است که دستگاه ویبروسکوپ مناسب اندازه‌گیری ظرافت الیاف پنبه نیست. معمولاً دستگاه ویبروسکوپ برای اندازه‌گیری ظرافت الیاف مصنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### وسایل مورد نیاز

– دستگاه ویبروسکوپ و متعلقات آن

– پنس

### شرایط آزمایش

لازم است این آزمایش در شرایط آزمایشگاه یعنی رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  انجام شود.

## روش آزمایش

شرح دقیق روش تعیین ظرافت الیاف با دستگاه ویروسکوپ بستگی به نوع دستگاه مورد استفاده در آزمایشگاه دارد. براین اساس، لازم است ابتدا براساس کتابچه راهنمای دستگاه ویروسکوپ، دستگاه را برای انجام آزمایش آماده کرد. پس از آماده‌سازی دستگاه ویروسکوپ یک لیف را از میان نمونه انتخاب و به وسیله پنس در محل نمونه بر روی دستگاه قرار دهید و با توجه به حدود مقاومت (ظرافت نمونه و جنس نمونه)، کشش لازم را به نمونه اعمال کنید.

لازم به یادآوری است که اگر کشش نمونه از طریق وزنه اعمال می‌شود، باید توجه داشت که نمونه انتخابی متناسب با جنس و حدود ظرافت نمونه باشد. در بعضی از دستگاه‌های ویروسکوپ اعمال کشش به لیف نمونه به غیر از روش وزنه انجام می‌شود. به هر حال، انتخاب حدود جرم یا وزن یا میزان کشش اعمال شده از طرق مختلف مثل فنر، باید براساس پیشنهاد سازنده دستگاه ویروسکوپ مورد استفاده باشد.

پس از آماده‌سازی دستگاه ویروسکوپ و نصب نمونه بر روی آن، دستگاه را روشن کرده و با اهرم تنظیم فرکانس، به تدریج فرکانس را افزایش دهید. با تغییر فرکانس دامنه ارتعاش لیف نیز تغییر می‌کند. با مشاهده دامنه نوسان حداکثر از روی حرکت ارتعاشی لیف، می‌توان ظرافت لیف را از روی دستگاه ویروسکوپ خوانده و یادداشت نمود. لازم به یادآوری است که در دستگاه‌های ویروسکوپ جدید، با وارد کردن طول نمونه و میزان کشش اعمال شده به نمونه خود دستگاه ویروسکوپ ظرافت نمونه را محاسبه و بر روی صفحه نمایش نشان می‌دهد.

## خودآزمایی

- ۱- انتخاب وزنه یا نیروی اعمال شده به نمونه به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۲- اگر طول نمونه مورد آزمایش را دو برابر کنیم، چه تغییری در فرکانس رزونانس ایجاد می‌شود؟
- ۳- اگر کشش اعمال شده به نمونه یا وزنه آویزان شده به نمونه را نصف کنیم، چه تغییر در فرکانس رزونانس ایجاد می‌شود؟
- ۴- چرا روش ارتعاشی مناسب تعیین نمره الیاف پنبه نیست؟

## ۱۰- تعیین جذب رطوبت الیاف به روش خشک کردن

### مقدمه

الیاف نساجی وقتی در معرض هوای مرطوب قرار می‌گیرند رطوبت جذب می‌کنند. میزان جذب رطوبت الیاف نساجی بستگی به نوع الیف و شرایط محیطی که الیاف در آن قرار دارند بستگی دارد. از بین الیاف نساجی، الیاف طبیعی مثل الیاف سلولزی و پروتئینی بالاترین میزان جذب رطوبت را دارند، و در بین الیاف طبیعی میزان جذب رطوبت انواع الیاف متفاوت از یکدیگر است. مثلاً، میزان جذب رطوبت الیاف پشم بیشتر از الیاف پنبه است. میزان جذب رطوبت الیاف نساجی، علاوه بر جنس و نوع الیاف به محیطی که الیاف در آن قرار دارند وابسته است. بر این اساس، هرچه رطوبت نسبی محیط بیشتر باشد، جذب رطوبت الیاف نیز افزایش می‌یابد. جذب رطوبت الیاف بر رفتار آنها تأثیر می‌گذارد. مثلاً با جذب رطوبت الیاف، افزایش طول تا حد پارگی آنها افزایش می‌یابد، یا به استثنای الیاف پنبه، جذب رطوبت الیاف سبب کاهش مقاومت آنها می‌شود. علاوه بر خواص مکانیکی، جذب رطوبت سبب تغییر در خواص فیزیکی الیاف نیز می‌شود. مثلاً، با جذب رطوبت الیاف، میزان شارژ الکتریسیته ساکن آنها کاهش یافته و اختلالات کمتری را در ماشین‌های خط ریسندگی ایجاد می‌کنند. به همین خاطر است که در سالن‌های ریسندگی رطوبت هوا را در حد معینی نگه می‌دارند، تا جذب رطوبت الیاف سبب جلوگیری از تولید یا کاهش الکتریسیته ساکن در الیاف شود.

### وسایل مورد نیاز

- ترازوی دقیق با دقت  $0.1\%$  گرم
- دستگاه خشک‌کن
- ظرف توزین
- پنس

### شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### شرح آزمایش

شرح دقیق آزمایش تعیین جذب رطوبت الیاف نساجی به روش خشک کردن، بستگی به نوع دستگاه خشک‌کن مورد استفاده در آزمایشگاه دارد. بر این اساس، قبل از شروع آزمایش راهنمای دستگاه را مطالعه کرده و از سالم بودن قسمت‌های مختلف دستگاه خشک‌کن و تراز بودن ترازوی دقیق باید اطمینان حاصل کرد، و جابه‌جایی نمونه به روش صحیحی به وسیله پنس انجام شود تا از اثرات عوامل خارجی بر اندازه‌گیری اجتناب گردد.



در این آزمایش، نمونه‌هایی به جرم  $10^\circ$  گرم که به مدت ۲۴ ساعت و به صورت آزاد در شرایط معین مثل شرایط استاندارد (یا هر شرایط دیگر مانند محیط آزمایشگاه) قرار داشته‌اند انتخاب می‌شود. پس از توزین، نمونه مورد نظر را به مدت  $3^\circ$  دقیقه در دستگاه خشک قرار دهید و دمای خشک‌کن را برای الیاف پنبه  $120^\circ\text{C}$  و برای الیاف پشم  $110^\circ\text{C}$  تنظیم نمایید. پس از  $3^\circ$  دقیقه نمونه را توزین نمایید، و سپس نمونه را داخل دستگاه خشک‌کن قرار دهید و هر  $1^\circ$  دقیقه نمونه را از دستگاه خشک‌کن خارج و توزین نمایید. توزین هر  $1^\circ$  دقیقه را تا جایی ادامه دهید که ۳ عدد آخری یکسان باشند. سپس جرم رطوبت نمونه الیاف از رابطه زیر قابل محاسبه می‌شود.

جرم نمونه خشک شده (D) - جرم نمونه قبل از خشک کردن ( $m_1$ ) = جرم رطوبت (W)

درصد رطوبت بازیافته و درصد رطوبت موجود از روابط زیر بدست می‌آید.

$$\%R = \frac{W}{D} \times 100$$

$$\%M = \frac{W}{W + D} \times 100$$

در روابط فوق  $\%R$  درصد رطوبت بازیافته و  $\%M$  درصد رطوبت موجود می‌باشد.

## خودآزمایی

- ۱- چهار اثر جذب رطوبت بر الیاف را نام برده و توضیح دهید.
- ۲- رطوبت نسبی محیط چه تأثیری بر جذب رطوبت الیاف دارد.
- ۳- یک محموله  $100$  تنی از الیاف پنبه خریداری شده است. پس از نمونه‌برداری و آزمایش مشخص شده است که رطوبت بازیافته آن  $55\%$  است. جرم خشک نمونه را محاسبه نمایید.

## ۱۱- تعیین مقاومت الیاف به روش تک لیف

### مقدمه

در تعیین مقاومت الیاف به روش تک لیف، از یک دستگاه اندازه‌گیری که قابل حمل می‌باشد استفاده می‌گردد. مقاومت و استحکام الیاف هم در مرحله ریسندگی و تولید نخ و هم در هنگام استفاده به صورت نخ مثل نخ خیاطی، یا طناب و یا پارچه به صورت پوشاک و لباس و دیگر پارچه‌ها مثل پارچه‌های مورد مصرف در صنایع مختلف مثل چادر صحرایی، بادبان، چتر نجات و ... بسیار حائز اهمیت است. از این‌رو، یکی از عوامل تعیین و انتخاب الیاف برای تولید محصولی معین، مقاومت الیاف در مقابل نیروهای کششی یا مقاومت کششی آنها می‌باشد.

### وسایل مورد نیاز

– دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف به روش تک لیف

– پنس

### شرایط آزمایش

این آزمایش در محیط آزمایشگاه و با شرایط رطوبت نسبی  $2 \pm 65\%$  و دمای  $20.2 \pm ^\circ\text{C}$  انجام شود.

### روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری به روش استاندارد از مجموعه الیاف مورد نظر انجام شود.

### شرح دستگاه

دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف به روش تک‌لیف از دو قسمت یعنی قسمت اندازه‌گیری و قسمت ثبات که عهده‌دار ترسیم منحنی می‌باشد تشکیل شده است.

این دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف، یک دستگاه قابل حمل بوده و به وسیله آن می‌توان تا  $30^\circ$  نمونه در ساعت را مورد آزمایش قرار داد. هم‌زمان با اعمال کشش بر روی نمونه لیف برای تعیین مقاومت، قلم دستگاه ثبات بر روی کاغذ حرکت خواهد کرد، و با به حرکت درآوردن کاغذ دستگاه ثبات می‌توان منحنی نیرو-ازدیاد طول لیف را به‌طور کامل و دقیق بر روی کاغذ رسم کرد.

روی دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف با یک رنگ سیاه و مات پوشیده شده است تا انعکاس نور از سطح دستگاه به حداقل برسد و کار کردن با دستگاه به آسانی انجام شود. بر روی این دستگاه گیره‌های مخصوص نگهداری دو سر لیف، کلید دوار تعیین دامنه، دکمه کنترل صفر و کلید انجام آزمایش قرار دارند. بر روی این دستگاه کلیدی برای انتخاب ولتاژ و همچنین یک کلید برای کنترل کالیبراسیون وجود دارد.

دستگاه ثبات که دستگاهی از نوع گالوانومتری است دارای پهنای ۴ اینچ بوده و در یک جعبه فلزی که وجه بالایی آن از شیشه ساخته شده است قرار دارد. دستگاه ثبات مجزای از دستگاه اندازه‌گیری بوده و این دو دستگاه به وسیله یک کابل رشته‌ای به یکدیگر متصل هستند.

## روش آزمایش

در دستگاه اندازه‌گیری دو گیره که یکی ثابت است و دیگری متحرک، قرار دارد. گیره ثابت به قسمت اندازه‌گیری متصل است و گیره متحرک به وسیله یک موتور حرکت می‌کند. برای اندازه‌گیری مقاومت یک لیف، لازم است از یک سر لیف طولی از لیف به درازای ۱ سانتی‌متر را بین دو فک گیره ثابت قرار داده، سپس سر دیگر لیف را در بین فک‌های گیره متحرک قرار داد. در این صورت با فشار دادن کلید انجام آزمایش، گیره متحرک شروع به حرکت می‌کند. با حرکت گیره متحرک و سپس مستقیم شده لیف، گیره ثابت که به قسمت اندازه‌گیری متصل است تحت نیروی کشش قرار می‌گیرد و کشش وارده به گیره ثابت تبدیل به علامت الکتریکی شده و به قلم دستگاه ثبات منتقل شده و قلم دستگاه ثبات حرکت می‌کند. اگر کاغذ زیر قلم دستگاه ثبات نیز حرکت کند منحنی نیرو-ازدیاد طول بر روی کاغذ دستگاه ثبات رسم می‌شود.

پس از هر آزمایش و قبل از شروع آزمایش جدید، لازم است با فشار دادن دکمه کنترل صفر، قسمت اندازه‌گیری متصل به گیره ثابت را به حالت اولیه و آزاد برگرداند. لازم به توضیح است که قبل از آزمایش باید توصیه‌های موجود در راهنمای دستگاه را مطالعه کرده و نکات اشاره شده در راهنمای مربوطه را رعایت نمایید. همچنین قبل از شروع آزمایش، لازم است دستگاه را براساس دستورات داده شده در راهنمای دستگاه، کالیبره کرده تا از ایجاد خطای احتمالی در نتایج آزمایش پیشگیری شود.

تعداد ۱۰ نمونه از یک نوع لیف معین را مورد آزمایش قرار دهید و درصد افزایش طول نسبی  $(\frac{\Delta l}{l} \times 100)$  و نیروی پارگی را اندازه‌گیری و محاسبه نمایید. میانگین، انحراف معیار و CV٪ درصد افزایش طول نسبی و نیروی پارگی را حساب کنید.

## خودآزمایی

۱- تغییر در شرایط محیط آزمایش (دما و رطوبت) چه تأثیری بر نتایج آزمایش می‌گذارد؟ توضیح دهید.

۲- سرعت گیره متحرک چه تأثیری بر نتیجه آزمایش دارد؟

## ۱۲- تعیین خواص کششی الیاف (به وسیله دستگاه اینسترون)

### مقدمه

رفتار الیاف نساجی در مقابل نیروهای کششی تعیین کننده خواص کششی آنها می باشد. از خواص کششی الیاف می توان به افزایش طول تا حد پارگی، نیروی پارگی، مدول اولیه و کار تا حد پارگی اشاره کرد. خواص کششی الیاف نساجی نه تنها در خط تولید نخ، پارچه و پوشاک مهم است، بلکه در عملکرد محصول نساجی مثل نخ دوخت، طناب، پوشاک و انواع منسوجات صنعتی مثل نخ تایر اتومبیل، طناب های کوهنوردی و دریانوردی، پارچه های ویژه صنایع اتومبیل، پارچه های ویژه چادرهای صحرایی و ... بسیار با اهمیت است.

آزمایش تعیین خواص کششی الیاف نساجی به وسیله دستگاهی به نام اینسترون (Instron) انجام می شود. نام اینسترون برگرفته از نام یک شرکت انگلیسی سازنده دستگاه های کشش مواد می باشد، و چون اولین دستگاه های آزمایش کششی مواد نساجی مورد استفاده در ایران از شرکت اینسترون خریداری شده اند، بنابراین در صنایع نساجی ایران این نوع دستگاه ها - حتی دستگاه های ساخت شرکت ها و کشورهای دیگر - به اینسترون نامیده می شوند.

دستگاه اینسترون از دو بخش تشکیل شده است، قسمت اول بخش کشش دهنده و قسمت دوم بخش کنترل کننده می باشد. دستگاه اینسترون قابلیت عملیات آزمایش بر روی انواع الیاف، انواع نخ و انواع پارچه را دارا می باشد.

### وسایل آزمایش

- دستگاه اینسترون و متعلقات

- پنس ویژه نصب لیف بر روی فک ها

### شرایط آزمایش

این آزمایش باید در شرایط محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $2 \pm 65\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ C$  انجام شود.

### روش نمونه برداری

نمونه برداری به روش استاندارد از مجموعه الیاف مورد نظر انجام شود.

### شرح دستگاه

چنانکه اشاره شده است، دستگاه اینسترون از دو بخش کشش دهنده و کنترل کننده که به طور مجزا ساخته شده اند تشکیل شده و این دو بخش به وسیله کابل هایی با یکدیگر در ارتباط هستند. امروزه در ماشین های جدید کشش، بخش کنترل کننده که همان بخش دوم از دستگاه اینسترون می باشد، از یک دستگاه کامپیوتر با متعلقات که نرم افزار ویژه ای بر روی آن نصب شده است تشکیل شده

است.

بخش کشش دهنده دستگاه اینسترون از یک چهارچوب فولادی تشکیل شده است که دو گیره، یکی ثابت و دیگری متحرک، وظیفه اعمال کشش بر الیاف را به عهده دارند. گیره ثابت از تیر افقی چهارچوب فولادی آویزان و گیره متحرک در بین دو ستون عمودی قرار دارد. در بالای گیره ثابت، دستگاه حس کننده بار (load Cell) قرار دارد که دستگاه حس کننده و گیره بالایی به صورت یک پارچه بوده و در وسط تیر افقی بالایی چهارچوب دستگاه نصب می شوند.

گیره متحرک بر روی یک تیر افقی که در دو طرف بر روی محورهای ماریچ دورانی قرار دارد نصب شده است. محورهای ماریچ دورانی هر یک در داخل ستون های چهارچوب اینسترون بوده و با دوران خود، گیره متحرک را به سمت بالا یا پایین حرکت می دهد.

برای کشش نمونه لیف، ابتدا سر بالایی آن در بین فک های گیره بالایی قرار گرفته و فک ها بسته می شوند، سپس گیره پایینی در ارتفاعی قرار می گیرد که فاصله لبه فک های گیره بالایی و پایینی برابر طول نمونه باشد. در این حالت سر پایینی نمونه در بین فک های گیره پایینی قرار گرفته و فک ها بسته می شوند. پس از بستن نمونه در بین فک های گیره های بالایی و پایینی، و با شروع به کار دستگاه گیره پایینی به سمت پایین حرکت کرده و نیروی کششی به لیف وارد می شود.

در حین پایین آمدن گیره پایینی، نیرو یا بار وارد شده به لیف از طریق گیره بالایی به حس کننده بار منتقل شده و حس کننده بار نیروی وارد شده را در هر لحظه اندازه گیری کرده و از طریق کابل ویژه ای برای ذخیره و عملیات بعدی نظیر محاسبات، تجزیه و تحلیل و رسم نمودار به بخش دوم دستگاه اینسترون یعنی کامپیوتر ارسال می کند.

لازم به توضیح است که دستگاه اینسترون بر اساس «نرخ ثابت افزایش طول» یعنی CRE (Constant Rate of Elongation) کار می کند. یعنی بارگذاری در این دستگاه به صورتی است که نرخ افزایش طول نمونه در زمان ثابت است. البته در دستگاه های جدید اینسترون شرایط بارگذاری بر اساس «نرخ ثابت بارگذاری» یعنی CRL (Constant Rate of Loading) نیز فراهم شده است که انتخاب CRE یا CRL از روی بخش کنترل یا همان نرم افزار نصب شده بر روی کامپیوتر انجام خواهد شد.

## روش آزمایش

**انتخاب حس کننده بار:** دستگاه اینسترون برای انواع مواد و محصولات نساجی قابل استفاده است. از این رو برای مواد مختلف نساجی مثل الیاف، نخ و پارچه حس کننده بار، و فک های گیره های بالایی و پایینی متفاوت از یکدیگر هستند. بنابراین برای آزمایش کشش الیاف لازم است گیره، فک ها و حس کننده بار متناسب با الیاف نساجی انتخاب و بر روی دستگاه نصب گردد.

انواع معمول حس کننده های بار و مورد استفاده آنها به شرح زیر می باشد:

- بار در محدوده ۵۰۰ گرم ویژه الیاف.

- بار در محدوده ۵۰ کیلوگرم ویژه نخ ها.

- بار در محدوده ۵۰۰ کیلوگرم ویژه پارچه ها.

**تنظیمات دستگاه:** در دستگاه های جدید، کلید تنظیمات دستگاه اینسترون و ورود اطلاعات مربوط به آزمایش و خود نمونه مورد آزمایش از طریق صفحه کلید کامپیوتر وارد نرم افزار دستگاه می شود و آزمایش بر اساس اطلاعات وارد شده انجام و اطلاعات مربوط به آزمایش از طریق حس کننده بار (نیروی وارده) و میزان جابجایی گیره پایینی (افزایش طول) به کامپیوتر ارسال شده و ذخیره می شود. این دستگاه ها قابلیت ترسیم نمودار نیرو - ازدیاد طول یا تنش - کرنش را هم زمان با انجام آزمایش بر روی صفحه نمایش کامپیوتر (مانیتور) دارا هستند. اطلاعات ذخیره شده حاصل از آزمایش، هم به وسیله نرم افزار دستگاه اینسترون جهت تجزیه و تحلیل رفتار مواد تحت آزمایش و ترسیم نمودارها قابل استفاده است، و هم این اطلاعات را می توان توسط نرم افزارهای دیگر مورد

بهره‌برداری قرار داد.

چنانچه از مدل‌های قدیمی دستگاه اینسترون برای آزمایش کشش استفاده می‌شود، لازم است موارد زیر مورد توجه قرار گیرد :

— **تنظیم قلم ترسیم** : در مدل‌های قدیمی دستگاه‌های اینسترون از قلم و کاغذ برای ترسیم نمودار بار — ازدیاد طول مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع دستگاه‌ها، لازم است قبل از شروع آزمایش جدید، قلم ترسیم بر روی نقطه صفر که محل تقاطع خط عمودی سمت چپ (yها) و خط افقی پایینی (xها) می‌باشد قرار گیرد.

— **کالیبره کردن** : در اینجا کالیبره کردن دستگاه اینسترون در واقع به منظور تطابق دو بخش دستگاه، یعنی تطابق بخش‌های کشش‌دهنده و کنترل‌کننده انجام می‌شود. کالیبره کردن دستگاه با هدف اطمینان از صحت و دقت انجام آزمایش و دریافت صحیح اطلاعات از بخش کشش‌دهنده و همچنین تطابق اجزای مختلف دو بخش دستگاه با یکدیگر انجام می‌شود. برای کالیبره کردن دستگاه اینسترون لازم است از توصیه‌های راهنمای دستگاه که معمولاً با آویزان کردن وزنه معینی از گیره بالایی و تنظیم قلم ترسیم انجام می‌شود، بهره گرفت.

— **انتخاب سرعت آزمایش** : در دستگاه‌های اینسترون قدیمی برخلاف دستگاه‌های جدید، تغییر سرعت گیره پایینی به وسیله تغییر در چرخ‌دنده‌های انتقال حرکت انجام می‌شود. پس از تعیین سرعت مناسب برای حرکت گیره پایین، از روی راهنمای دستگاه یا محاسبات بر روی چرخ‌دنده‌های انتقال حرکت، چرخ‌دنده مناسب انتخاب و مورد استفاده قرار گیرد.

— **تنظیم فاصله بین فک‌های گیره‌های بالا و پایین** : فاصله بین فک‌ها بستگی به طول نمونه مورد آزمایش دارد. بر اساس طول نمونه مورد آزمایش و با حرکت بالا/پایین گیره پایینی می‌توان فاصله بین فک‌ها را تنظیم کرد. برای دقت در تنظیم فاصله بین فک‌های بالا و پایین می‌توان از یک خط‌کش دقیق استفاده کرد.

**بستن نمونه و انجام آزمایش** : چنانکه توضیح داده شد، ابتدا نمونه را به صورت مستقیم و عمودی بر روی فک بالایی قرار داده و فک بالایی را محکم ببندید. سپس سر پایینی نمونه را در بین فک‌های پایینی قرار داده و محکم ببندید. مراقب باشید تا نمونه هنگام بستن در بین فک‌های پایینی دچار کشش نشود.

پس از اینکه اطمینان حاصل کردید که کلیه تنظیمات (ورود اطلاعات در نرم‌افزار اینسترون‌های جدید و تعیین سرعت کشش و کالیبره کردن اینسترون‌های قدیمی) بر روی دستگاه اینسترون انجام شده است، شروع به آزمایش نمایید. پس از انجام هر آزمایش، دستگاه را برای آزمایش بعدی آماده نمایید.

## خودآزمایی

- ۱- سرعت آزمایش چه تأثیری بر میزان مقاومت پارگی لیف دارد؟
- ۲- سرعت آزمایش چه تأثیری بر افزایش طول تا حد پارگی لیف دارد؟
- ۳- رطوبت چه تأثیری بر مقاومت الیاف پنبه، نایلون، پلی‌استر و پشم دارد؟
- ۴- آیا حرارت تأثیری بر مقاومت الیاف پنبه، پشم، پلی‌استر و پلی‌اتیلن دارد؟ توضیح دهید.

## ۱۳- تعیین خواص کششی نخ

### مقدمه

خواص کششی نخ‌های مختلف متفاوت از یکدیگر می‌باشد. برای محصولات مختلف صنایع نساجی اعم از نخ، پارچه، پوشاک، پارچه‌های خانگی و منسوجات صنعتی، که مصارف متفاوتی دارند، الیاف و نخ‌های با خواص متفاوتی مورد نیاز می‌باشد. از بین خواص مختلف نخ‌ها مثل جذب رطوبت که عمدتاً مربوط به نوع الیاف تشکیل‌دهنده نخ می‌شود، خواص نوری، خواص سایشی، سختی خمشی و سختی پیچشی؛ مقاومت کششی نخ‌ها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. بنابراین، یکی از آزمایش‌هایی که بر روی نخ انجام می‌شود، آزمایش کشش می‌باشد که برای تعیین مقاومت کششی نخ، افزایش طول تا حد پارگی نخ و به‌طور خلاصه برای تعیین رفتار کششی نخ استفاده می‌شود.

یکی از روش‌های دقیق انجام آزمایش برای تعیین خواص کششی نخ‌ها، استفاده از دستگاه‌های کشش مانند اینسترون می‌باشد. اصولاً، همان دستگاه اینسترونی که برای تعیین مقاومت و خواص کششی الیاف اشاره شده و توضیح داده شده است، با تغییراتی در اجزای دستگاه مثل تغییر در حس‌کننده بار (load Cell)، فک‌ها و ... و تغییر در تنظیمات دستگاه برای آزمایش کششی نخ نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### وسایل مورد نیاز

– دستگاه اینسترون و متعلقات

### شرایط آزمایش

این آزمایش باید در شرایط محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### روش نمونه‌برداری

پس از نمونه‌برداری بسته نخ از مجموعه بسته‌های روی ماشین‌ها، انبار، محموله و ... پس از آزمایش یک نمونه نخ، نخ به طول معین که وابسته به حجم نخ روی بسته است از روی بسته باز شد و دور ریخته می‌شود، سپس نمونه جدید مورد آزمایش قرار بگیرد.

## شرح دستگاه

دستگاه اینسترون در آزمایش "تعیین خواص کششی الیاف نساچی" شرح داده شده است.

## روش آزمایش

چگونگی آزمایش به وسیله دستگاه اینسترون در آزمایش "تعیین خواص کششی الیاف نساچی" شرح داده شده است. با این حال، اطلاعات دقیق و اختصاصی هر دستگاه اینسترون در راهنمای دستگاه اشاره شده است و توصیه می‌شود قبل از آزمایش، راهنمای دستگاه به دقت مطالعه شود.

## خودآزمایی

- ۱- چه عواملی در مقاومت کششی یک نخ تأثیر دارد؟
- ۲- در مقدمات بافندگی (بافندگی تار-پودی) چه عملیاتی را به منظور افزایش مقاومت بر روی نخ انجام می‌دهند؟
- ۳- در بافندگی حلقوی پودی، برای جلوگیری از پاره شدن نخ‌های ضعیف چه روشی را به کار می‌برند؟



## ۱۴- تعیین مقاومت نخ به روش «نرخ ثابت بارگذاری» (CRL)

### مقدمه

یکی از روش‌های بارگذاری برای تعیین مقاومت و افزایش طول تا حد پارگی نخ‌ها استفاده از «نرخ ثابت بارگذاری» (Constant Rate of Loading) یا روش CRL است. در این روش سرعت افزایش بار در آزمایش کشش ثابت می‌باشد (در حالی که در دستگاه اینسترون، نرخ افزایش طول در آزمایش کشش ثابت است). در تعیین مقاومت نخ به روش CRL از دستگاهی به نام اوستردینامات (Uster Dynamat) استفاده می‌شود.

### وسایل آزمایش

- دستگاه اوستردینامات

### شرایط آزمایش

این آزمایش باید در شرایط محیط آزمایشگاه و با رطوبت نسبی  $2 \pm 65\%$  و دمای  $20.2 \pm 0.2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### روش نمونه‌برداری

در این آزمایش یک نمونه از بسته نخ از بین ماشین‌ها، انبار نخ یا محموله مورد نظر انتخاب و مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

### شرح دستگاه

دستگاه اوستردینامات دستگاهی است که به صورت اتوماتیک مقاومت طول معینی از نخ را مورد آزمایش قرار می‌دهد. این دستگاه از دو بخش زیر تشکیل شده است:

- بخش اندازه‌گیری

- بخش محاسبات و چاپ

بخش اندازه‌گیری به‌طور اتوماتیک طول معینی از نخ را تحت کشش قرار می‌دهد تا پاره شود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری به بخش محاسبات و چاپ منتقل می‌شود. در بخش محاسبات و چاپ، اطلاعات دریافتی از بخش اندازه‌گیری تحت عملیات محاسباتی قرار می‌گیرد و نتایج معینی بر روی کاغذ چاپ می‌گردد.

چنانکه اشاره شده است دستگاه اوستردینامات براساس بارگذاری به روش CRL کار می‌کند. در این دستگاه برای بارگذاری و اعمال نیرو و کشش به نخ از یک وزنه‌ای که بر روی سطح شیب‌دار متحرک قرار دارد بهره گرفته می‌شود. در این نوع بارگذاری وزنه‌ای بر روی سطح شیب‌دار قرار دارد که یک سر نخ تحت آزمایش به وزنه متصل است. با تغییر شیب (افزایش شیب) سطح شیب‌دار، اثر وزن وزنه روی سطح شیب‌دار بر روی نخ افزایش می‌یابد. با تنظیم سرعت تغییر شیب سطح شیب‌دار می‌توان سرعت اعمال بار را برای حصول به اعمال بار به روش CRL ثابت نگه داشت.

پس از تنظیم دستگاه بر روی تعداد آزمایش معین، و نخ کشی، دستگاه اوستردینامات به طور اتوماتیک به تعداد تنظیم شده و یکی پس از دیگری به طور اتوماتیک نمونه نخ را از روی بوبین برداشته و تحت کشش قرار می‌دهد تا نخ پاره شود.

## روش آزمایش

وزنه‌ای که برای اعمال بار در اوستردینامات استفاده می‌شود متغیر می‌باشد. یعنی وزن وزنه‌های اعمال بار را می‌توان براساس نوع و مقاومت نخ انتخاب کرد. از این رو، قبل از شروع آزمایش لازم است، براساس توصیه‌های راهنمای دستگاه، وزن وزنه اعمال بار را حساب کرده و وزنه لازم را بر روی دستگاه نصب کرد. وزن وزنه اعمال بار در دستگاه اوستردینامات از ۲۰۰ گرم تا بیش از ۲ کیلوگرم می‌تواند متغیر باشد. پس از انتخاب وزنه و نصب آن بر روی سطح شیب‌دار، لازم است سطح شیب‌دار را براساس زاویه مناسب در شروع آزمایش تنظیم کرد.

پس از آماده شدن وزنه، باید بوبین نخ را در محل در نظر گرفته شده بر روی دستگاه قرار داد و سر نخ را از روی بوبین باز کرده و با گذراندن از راهنماها و مسیرهای در نظر گرفته شده، نخ کشی نخ مورد آزمایش را انجام داد.

پس از نخ کشی اولیه نخ بر روی دستگاه، سرعت آزمایش که همان سرعت گیره متحرک برای اعمال کشش بر نخ می‌باشد، باید انتخاب شود. این زمان تعیین کننده زمان هر آزمایش می‌باشد.

در دستگاه اوستردینامات، تعداد آزمایش بر روی نخ یک بوبین قابل تنظیم است. بر این اساس، با تنظیم تعداد آزمایش، دستگاه آزمایش کششی را یکی پس از دیگری انجام می‌دهد و اطلاعات حاصل شامل مقاومت نخ و افزایش طول تا حد پارگی نخ را به بخش محاسبات و چاپ ارسال می‌کند. بنابراین، پس از تنظیم زمان آزمایش، تعداد آزمایش را بر روی دستگاه انتخاب می‌کنیم. پس از شروع آزمایش و انجام هر آزمایش، از عدد تعداد آزمایش انتخاب شده بر روی دستگاه یک واحد کم می‌شود تا عدد تعداد انتخاب شده به صفر رسیده و دستگاه عمل آزمایش کردن را متوقف می‌کند. در بعضی از آزمایش‌ها لازم است کشش اولیه‌ای به نخ وارد شود، در این صورت میزان کشش و وزنه مناسب کشش از روی راهنمای دستگاه انتخاب می‌شود.

پس از انجام تعداد تعیین شده از آزمایش کشش نخ، بخش محاسبات و چاپ دستگاه اوستردینامات به صورت اتوماتیک محاسبات بر روی مقادیر دریافتی حاصل از آزمایشات را انجام داده و مقادیر میانگین نیروی پارگی، میانگین درصد افزایش طول نسبی، ضریب خطای مؤثر آزمایشات، میانگین زمان پارگی و تعداد آزمایش‌های انجام شده بر روی یک نوار کاغذی چاپ شده و تحویل می‌شود.

## خودآزمایی

- ۱- دستگاه اینسترون و اوستردینامات را با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۲- فرق اساسی بین دستگاه اینسترون و اوستردینامات را بنویسید.
- ۳- تعداد آزمایش‌ها چه تأثیری در نتایج و دقت نتایج دارد؟

## ۱۵- تعیین مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب

### مقدمه

رفتار پارچه‌ها در مقابل نفوذ آب متفاوت است. مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب به عوامل مختلفی نظیر نوع الیاف، نوع و ویژگی‌های نخ، نوع بافت، تراکم بافت و نوع تکمیل انجام شده بر روی پارچه بستگی دارد. مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب در بعضی از پارچه‌ها، نظیر پارچه‌های لباس بارانی، پارچه‌های ویژه ورزشی و اماکن ورزشی، و بعضی از پارچه‌های صنعتی مثل فیلترها بسیار با اهمیت است. یکی از روش‌های سنجش مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب، اندازه‌گیری فشار لازم آب برای نفوذ معینی (بیرون زدن قطرات آب از داخل پارچه) آب از داخل پارچه می‌باشد.

### وسایل مورد نیاز

- دستگاه اندازه‌گیری نفوذ آب
- قیچی یا گردبر
- آب مقطر

### شرایط آزمایش

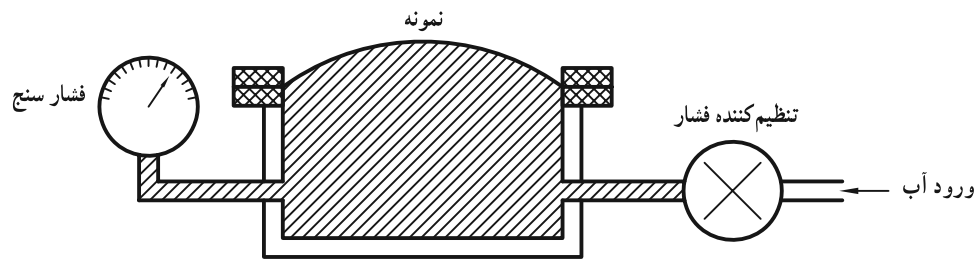
این آزمایش لازم است در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $2 \pm 65\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### روش نمونه برداری

لازم است نمونه‌ها حداقل از فاصله  $10^\circ$  سانتی متری حاشیه پارچه انتخاب و بریده شوند. شکل نمونه به صورت دایره بوده و قطر آن بستگی به نوع و مدل دستگاه آزمایش دارد (برای دستگاه اشاره شده در این آزمایش  $100^\circ$  سانتی متر مربع)

### شرح دستگاه

شکل ۱۵-۱، نمای ترسیم از یک دستگاه اندازه‌گیری نفوذ آب در پارچه را نشان می‌دهد. این دستگاه دارای یک مخزن آب است که نمونه پارچه در بالای آن نصب می‌شود. در پایین مخزن آب دو لوله وجود دارد که لوله سمت چپ به یک فشارسنج برای نشان دادن فشار آب داخل مخزن و لوله سمت راست که یک شیر تنظیم‌کننده فشار بر روی آن قرار دارد، برای ورود آب به داخل مخزن می‌باشد. چنانکه بر روی شکل دیده می‌شود آب از طریق لوله سمت راست و پس از گذشتن از شیر تنظیم فشار وارد مخزن می‌شود. در این دستگاه، پس از بستن نمونه پارچه بر روی دستگاه، با تنظیم شیر تنظیم‌کننده فشار، فشار آب داخل مخزن را می‌توان بالا برد و فشار مخزن را از فشارسنج متصل به لوله سمت چپ مشاهده کرد.



شکل ۱۵-۱- دستگاه تعیین مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب

## روش آزمایش

بعد از برش، نمونه پارچه را بر روی دستگاه قرار داده و بعد از نصب واشرهای مربوطه به وسیله بسط و پیچ و مهره‌هایی که روی دستگاه قرار دارد، نمونه را روی دستگاه محکم ببندید. دقت شود که هنگام بستن نمونه پارچه بر روی دستگاه، سطح آب داخل مخزن، پایین‌تر از سطح پایینی پارچه باشد تا هنگام بستن نمونه، پارچه خیس نشود.

پس از بستن نمونه، شیر تنظیم‌کننده فشار آب که بر روی لوله سمت راست قرار دارد را به آرامی باز کنید تا مخزن از آب پر شود و سطح بالای آب داخل مخزن به نمونه پارچه فشار وارد نماید. نرخ ورود آب به داخل مخزن به منظور آزمایش نفوذ آب در داخل پارچه باید متناسب با توصیه سازنده دستگاه یا در محدوده  $40^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  سانتی‌متر از ارتفاع آب در دقیقه باشد.

در هنگام آزمایش، با فشاری که آب به نمونه پارچه وارد می‌کند، آب از داخل پارچه به بیرون نفوذ کرده و اولین قطره آب بر روی نمونه پارچه نمایان می‌شود. افزایش فشار آب آنقدر ادامه یابد تا سومین قطره آب (سه قطره در سه محل جداگانه) بر روی نمونه نمایان شود. در این حالت، فشار آب داخل مخزن از روی فشار سنج خوانده و یادداشت می‌شود. فشاری که در آن فشار، آب از داخل نمونه پارچه به بیرون نفوذ کرده و حداقل در سه جای مجزا، سه قطره آب بر روی پارچه نمایان شود، به‌عنوان مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب در نظر گرفته می‌شود.

در این آزمایش حداقل  $10^{\circ}$  نمونه از پارچه مورد نظر تهیه و مورد آزمایش قرار گیرد و میانگین، انحراف معیار و  $CV\%$  مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب محاسبه شود.

## خودآزمایی

- ۱- تراکم پارچه چه تأثیری در نفوذ آب به داخل پارچه دارد؟
- ۲- در شرایط یکسان، آیا نفوذپذیری آب در داخل پارچه از جنس پلی‌استر خالص و پنبه‌ای خالص، یکسان است؟ توضیح دهید.
- ۳- اهمیت نفوذ آب در چه پارچه‌هایی بیشتر است؟ توضیح دهید.

## ۱۶- تعیین ضخامت پارچه

### مقدمه

ضخامت پارچه یکی از شاخص‌های فیزیکی پارچه است که به عوامل مختلفی مثل نوع نخ، نمره نخ و طرح بافت پارچه بستگی دارد. یکی از عوامل تعیین کننده نوع مصرف نهایی پارچه، ضخامت پارچه می‌باشد. برای مثال از پارچه‌های پنبه‌ای، هم می‌توان در دوخت پیراهنی استفاده کرد و هم در دوخت شلوار، ولی ضخامت این دو پارچه با یکدیگر متفاوت است. مثال دیگر، پارچه کت و شلواری و پارچه پالتویی است، اگرچه هر دو پارچه از جنس پشم هستند، ولی معمولاً ضخامت پارچه پالتویی بیشتر از ضخامت پارچه کت و شلواری است.

یکی از اثرات ضخامت پارچه‌ها، میزان گرمی یا خنکی آنها در لباس یا چگونگی تبادل حرارت و رطوبت بین بدن و هوای محیط توسط آنها است.

### وسایل آزمایش

– دستگاه اندازه‌گیری ضخامت پارچه

– وزنه‌های مختلف

– قیچی

### شرایط آزمایش

این آزمایش باید در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $2 \pm 65\%$  و دمای  $20.2 \pm C$  انجام شود.

### روش نمونه‌برداری

لازم است نمونه‌برداری به صورت اتفاقی از قسمتی از پارچه انتخاب شود که حداقل  $10$  سانتی‌متر از حاشیه پارچه فاصله داشته و پشت و روی پارچه مشخص باشد. اگر از پایه فشارنده دایره‌ای استفاده می‌شود، لازم است قطر نمونه پارچه حداقل  $5$  برابر قطر پایه فشارنده باشد. اگر از پایه فشارنده غیر دایره‌ای استفاده می‌شود، اضلاع نمونه باید حداقل  $5$  برابر اضلاع پایه فشارنده باشد.

### شرح دستگاه

دستگاه اندازه‌گیری ضخامت پارچه تشکیل شده است از یک بدنه، سینی (سندان) نمونه، پایه فشارنده، وزنه و درجه نشانگر ضخامت.

## روش آزمایش

پس از نمونه برداری لازم است نمونه حداقل به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد (رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $^{\circ}\text{C}$   $20 \pm 2$ ) قرار داده شود. سطوح سندان نمونه و پایه فشارنده به دقت تمیز شود. پس از تمیز کردن سطوح اشاره شده، پایه فشارنده را پایین آورده تا بر روی سندان قرار گیرد، در این صورت عقربه درجه نشانگر ضخامت را بر روی صفر قرار دهید. نمونه پارچه را بر روی سندان قرار داده و چین و چروک آن صاف نموده و پایه فشارنده را پایین بیاورید. با قرار دادن وزنه‌های مختلف، ضخامت پارچه‌ها را اندازه‌گیری و یادداشت نمایید. برای هر نوع پارچه  $10^{\circ}$  نمونه انتخاب و آزمایش را برای هر نمونه انجام دهید. برای هر وزنه ده ضخامت اندازه‌گیری شده را میانگین گرفته و نمودار ضخامت پارچه را برحسب وزنه‌های مختلف رسم نمایید.

## خودآزمایی

- ۱- چه عواملی در ضخامت پارچه تأثیر می‌گذارند؟
- ۲- اهمیت ضخامت پارچه را توضیح دهد.
- ۳- آیا رطوبت و حرارت بر روی ضخامت پارچه تأثیر می‌گذارند؟ توضیح دهد.

## ۱۷- تعیین مقاومت سایشی پارچه

### مقدمه

مقاومت سایشی یکی از خواص مهم پارچه‌ها است. سایش اگرچه به ندرت سبب پارگی یا سوراخ شدگی در پوشاک می‌شود، ولی به دلیل ایجاد پارگی الیاف و کنده شدن آنها، پارگی نخ، تغییر رنگ و ایجاد پرز و گلوله الیاف بر روی سطح ساییده شده پارچه، سایش موجب سطح و منظر نامطلوب بر روی لباس می‌شود. برای تعیین مقاومت سایشی پارچه از یک دستگاه ساینده استفاده می‌شود که این دستگاه نمونه پارچه مورد نظر را تحت سایش قرار داده و با در نظر گرفتن ملاک‌هایی برای سایش، مقاومت سایشی پارچه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ملاک‌های مقاومت سایشی پارچه‌ها به شرح زیر می‌باشند:

الف) مقدار کاهش وزن نمونه بعد از تعداد دور معینی از سایش

ب) تعیین تعداد دور سایش تا پاره شدن یک نخ از پارچه

ج) تعیین تعداد دور سایش تا ایجاد یک سوراخ در پارچه

د) تعیین تعداد دور سایش تا ایجاد تغییر رنگ در پارچه

### وسایل آزمایش

- دستگاه اندازه‌گیری سایش پارچه

- ترازوی دقیق

- قیچی

### شرایط آزمایش

این آزمایش باید در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### روش نمونه برداری

لازم است نمونه برداری به صورت اتفاقی از پارچه‌های موجود (محموله، انبار، در حین تولید) انجام شود. نمونه‌ها حداقل  $10^\circ$

سانتی‌متر از حاشیه‌های پارچه فاصله داشته و پشت و روی پارچه مشخص باشند.

### شرح دستگاه

دستگاه سایش پارچه از یک سینی برای قرار دادن نمونه پارچه بر روی آن، دو غلتک سمباده‌ای برای ایجاد سایش بر روی

نمونه، سیستم مکش برای مکیدن پرزهای جدا شده از نمونه، کلیدهای روشن - خاموش، شمارنده (کنتور) تعداد دور و وزنه‌های

مختلف برای تغییر فشار غلتک‌های سمباده‌ای تشکیل شده است.

در این دستگاه برای آزمایش سایش، نمونه پارچه بر روی سینی مربوطه قرار می‌گیرد و سپس غلتک‌های سمباده‌ای که بر روی

یک اهرم قرار دارند بر روی نمونه پارچه قرار می‌گیرند. سپس وزنه مورد نظر انتخاب و در جای خود قرار داده می‌شوند. در این حال با روشن شدن دستگاه، غلتک‌های سمباده‌ای با گردش وضعی و انتقالی عملیات سایش را انجام داده و با شروع گردش غلتک‌های سمباده‌ای، قسمت مکش دستگاه برای مکیدن پرزهای ایجاد شده شروع به کار می‌کند. در هنگام کار دستگاه، به ازای هر دور غلتک‌های ساینده (سمباده‌ای)، کنتور دستگاه یک شماره به تعداد دورهای سایش می‌افزاید.

## روش آزمایش

ابتدا باید نمونه‌گیری صحیح از مجموعه پارچه‌های موجود انجام شود. سپس تعداد  $10^\circ$  نمونه مربعی شکل به ابعاد  $13,5$  سانتی‌متر از پارچه تهیه شود. برای نصب نمونه بر روی دستگاه، لازم است سوراخی در وسط نمونه تهیه شده ایجاد شود. بدین منظور، نمونه تهیه شده چهار تا شده و گوشه‌ای از پارچه تا شده که با لبه نمونه پارچه در ارتباط نیست (گوشه‌ای که منطبق بر وسط نمونه است) به وسیله قیچی و به صورت اوریب بریده می‌شود تا پس از باز کردن تاهای پارچه، سوراخی مناسب ایجاد شود. پس ایجاد سوراخ، نمونه را به وسیله ترازوی دقیق توزین نمایید. نمونه پارچه طوری بر روی سینی قرار داده شود که پیچ وسط سینی از سوراخ وسط نمونه عبور کند و سپس حلقه بست نمونه بر روی پارچه قرار گیرد و با قرار دادن واشر بر روی پیچ، مهره وسط نمونه با آچار محکم شود. اهرمی که غلتک‌های سمباده‌ای بر روی آن قرار دارند را پایین آورده تا غلتک‌ها بر روی نمونه پارچه قرار گیرند. لوله مکش باید طوری در بالای نمونه قرار گیرد که با نمونه پارچه تماس نداشته باشد. پس از انتخاب وزنه و قرار دادن آن در محل در نظر گرفته شده، دستگاه را روشن نمایید تا عملیات سایش انجام شود. براساس ملاک‌های اشاره شده در مقدمه (مشاهده نمونه پارچه تا حصول به ملاک‌ها یا توزین نمونه پارچه بعد از تعداد دور معین) مقاومت سایشی پارچه را ارزیابی نمایید.

## خودآزمایی

- ۱- افزایش فشار بر روی غلتک‌های سمباده‌ای، چه تأثیری در نتایج آزمایش دارد؟
- ۲- آیا مقاومت سایشی پشت و روی پارچه یکسان است؟ توضیح دهید.
- ۳- سایش را در قسمت‌های مختلف یک لباس مورد بررسی قرار داده و مقایسه نمایید.



## ۱۸- تعیین خواص کششی پارچه

### مقدمه

یکی از ویژگی‌های مهم پارچه‌ها خواص کششی آنها است. از عمده‌ترین خواص کششی پارچه‌ها مقاومت کششی و افزایش طول تا حد پارگی آنها است. خواص کششی پارچه به عوامل مختلفی مثل نوع و نمره نخ، تراکم بافت، طرح بافت، انواع تکمیل‌های انجام شده بر روی پارچه بستگی دارد. خواص کششی پارچه معمولاً در دو جهت تار (طولی) و پود (عرضی) اندازه‌گیری می‌شود. خواص کششی پارچه از نظر مصرف نهایی آنها بسیار با اهمیت است. به طوری که، استفاده پارچه‌ها در یک مصرف نهایی خاص به مقاومت، افزایش طول تا حد پارگی و برگشت‌پذیری که از خواص کششی پارچه‌ها می‌باشند بستگی دارد. برای آزمایش کشش پارچه‌ها معمولاً از دستگاه اینسترون استفاده می‌شود.

### وسایل مورد نیاز

– دستگاه اینسترون

### شرایط آزمایش

این آزمایش باید در شرایط محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### روش نمونه برداری

نمونه انتخابی باید حداقل  $10$  سانتی‌متر از حاشیه‌های پارچه فاصله داشته باشد. اندازه نمونه پارچه برای آزمایش کشش  $5 \times 20$  سانتی‌متر می‌باشد. معمولاً هنگام انتخاب نمونه بر روی پارچه اصلی، عرض نمونه بیشتر از  $5$  سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود تا از دو طرف نخ‌هایی که در طول نمونه هستند به آسانی نخ‌کش شده و بدین ترتیب، عرض واقعی نمونه به  $5$  سانتی‌متر برسد. همچنین باید توجه داشت که طول نمونه‌ای که بر روی پارچه اصلی بریده می‌شود بیشتر از  $20$  سانتی‌متر باشد، تا از دو طرف طول نمونه، مقداری از نمونه برای قرار گرفتن در فک‌های دستگاه اینسترون وجود داشته باشد.

از آنجا که نمونه‌های مورد آزمایش در جهت‌های تار یا پود انتخاب می‌شوند، لذا باید دقت شود که هنگام تهیه نمونه، خط‌کشی و برش دقیقاً در امتداد نخ‌های تار و پود باشد و حتی‌الامکان خطوط برش، نخ‌های تار و پود را قطع نکنند.

### شرح دستگاه

دستگاه اینسترون در آزمایش «تعیین خواص کششی الیاف نساجی» شرح داده شده است.

## روش آزمایش

چگونگی آزمایش به وسیله دستگاه اینسترون در آزمایش «تعیین خواص کششی الیاف نساجی» شرح داده شده است. از نکات قابل توجه در آزمایش کشش پارچه، انتخاب گیره، فک‌ها و حس‌کننده بار (Load Cell) ویژه پارچه می‌باشد. نکته مهم دیگر در آزمایش مقاومت پارچه، قرار دادن دقیق پارچه در بین فک‌ها و بستن فک‌ها می‌باشد، تا در هنگام کشش، پارچه از میان فک‌ها لغزش نداشته باشد.

اطلاعات اختصاصی و دقیق دستگاه‌های اینسترون یا هر دستگاه کشش دیگری در کتابچه راهنمای دستگاه اشاره شده است. لذا، توصیه می‌شود قبل از آزمایش کتابچه راهنمای دستگاه مورد استفاده به دقت مطالعه شود. در این آزمایش  $10^\circ$  نمونه در جهت تار و  $10^\circ$  نمونه در جهت پود تهیه و تحت آزمایش کشش قرار گیرد. میانگین، انحراف معیار و CV % مقاومت و افزایش طول تا حد پارگی را محاسبه نمایید.

## خودآزمایی

- ۱- مقاومت در کدام جهت از پارچه بیشتر است؟ چرا؟
- ۲- چه عواملی بر مقاومت پارچه تأثیر دارند؟
- ۳- در شرایط یکسان مقاومت پارچه با طرح تافته بیشتر است یا ساتین؟ چرا؟

## ۱۹- تعیین مقاومت خمشی پارچه

### مقدمه

خمش نشان‌دهنده میزان سختی یا انعطاف‌پذیری مواد بوده و مقاومت خمشی، نشان‌دهنده میزان پایداری در مقابل خم شدن است. خمش یکی از رفتارهای پارچه‌ها نیز می‌باشد. مقاومت خمشی پارچه به منظور تعیین میزان سختی یا انعطاف‌پذیری پارچه‌ها مورد آزمایش قرار می‌گیرد. میزان سختی یا انعطاف‌پذیری پارچه‌ها یکی از خواص مکانیکی پارچه‌ها است که بر مصرف نهایی پارچه تأثیرگذار است. برای تعیین مقاومت خمشی پارچه، طولی از پارچه که تحت وزن خود به اندازه زاویه معینی خم می‌شود اندازه‌گیری شده و به‌عنوان مقاومت خمشی پارچه بیان می‌شود.

### وسایل مورد نیاز

- ابزار اندازه‌گیری مقاومت خمشی پارچه
- خط‌کش مدرج
- قیچی

### شرایط آزمایش

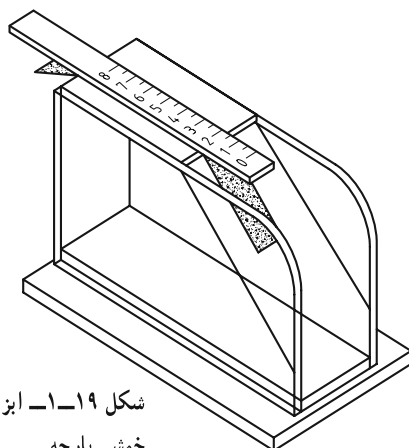
لازم است این آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $65 \pm 2\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### روش نمونه‌برداری

نمونه‌ها باید از ناحیه‌ای از پارچه مورد نظر تهیه شوند که حداقل  $10^\circ$  سانتی‌متر از حاشیه‌های پارچه فاصله داشته باشند. برای تعیین مقاومت خمشی پارچه، لازم است نمونه‌هایی در جهت تار و جهت پود تهیه شود. بدین منظور، نمونه‌هایی به عرض  $2/5$  سانتی‌متر و طول  $2^\circ$  سانتی‌متر در جهت‌های تار و پود تهیه می‌شوند. در هنگام نمونه‌برداری و برش نمونه‌ها باید دقت کرد که خطوط برش منطبق بر راستای تار یا پود باشند.

### شرح دستگاه

چنان‌که در شکل ۱۹-۱ نشان داده شده است، دستگاه یا ابزار اندازه‌گیری مقاومت خمشی پارچه بسیار ساده می‌باشد. در این ابزار دو سطح صاف پیوسته و متصل به هم وجود دارد که یکی به صورت افقی بوده و دیگری به صورت شیب‌دار، و نسبت به سطح افقی زاویه  $41/5^\circ$  می‌سازد. شیب سطح شیب‌دار رو به پایین است.



شکل ۱۹-۱- ابزار اندازه‌گیری  
خمشی پارچه

## روش آزمایش

در این آزمایش، برای اندازه‌گیری مقاومت خمشی پارچه، نوار نمونه پارچه بر روی سطح افقی ابزار اندازه‌گیری مقاومت خمشی پارچه طوری قرار داده می‌شود که نوار پارچه به صورت مستقیم بر روی سطح افقی قرار گرفته و لبه جلویی نوار نمونه موازی دیواره کناری سطح افقی بوده و لبه جلویی نوار پارچه دقیقاً منطبق بر خط اتصال دو سطح افقی و شیب‌دار ابزار باشد. در این حالت خط‌کش را طوری بر روی نوار پارچه قرار دهید که صفر خط‌کش منطبق بر لبه جلویی پارچه یعنی خط اتصال سطوح افقی و شیب‌دار باشد. به منظور دقت در عمل آزمایش، لازم است سطح افقی ابزار همواره تمیز و صیقل و سطح زیری خط‌کش زیر یا به وسیله یک نوار پارچه‌ای ماهوتی پوشیده شده باشد.

در این حالت، همزمان با فشار عمودی بر خط‌کش، خط‌کش را به آرامی به گونه‌ای به سمت جلو برانید که نوار پارچه نمونه نیز همراه آن به جلو رانده شود (نوار پارچه نمونه بر روی سطح افقی لیز بخورد). خط‌کش و نوار پارچه نمونه تا زمانی که لبه نوار پارچه با سطح شیب‌دار تماس برقرار کند، به جلو رانده شود. پس از تماس لبه جلویی نوار پارچه با سطح شیب‌دار، طول پارچه پیش آمده از روی خط‌کش خوانده و یادداشت شود. این طول به عنوان طول خمش پارچه نامیده می‌شود.

برای این آزمایش،  $10^\circ$  نمونه در جهت تار و  $10^\circ$  نمونه در جهت پود انتخاب و طول خمش تعیین شود. میانگین، انحراف معیار و CV٪ طول خمش در جهت‌های تار و پود به طور جداگانه محاسبه شود.

## خودآزمایی

- ۱- طول خمش به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۲- طول خمش کدام یک از پارچه‌های پیراهنی و زیرپیراهنی باید بیشتر باشد؟ چرا؟
- ۳- طول خمش پارچه اتو شده بیشتر است یا اتو نشده؟ چرا؟

## ۲۰- تعیین مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن

### مقدمه

چروک شدن پارچه، خاصیتی از پارچه است که از معایب آن به حساب می‌آید. چروک شدن پارچه به نوع الیاف، ساختمان بافت (تاری - پودی یا حلقوی)، نوع و خصوصیات نخ، طرح بافت، تکمیل پارچه و ... بستگی دارد. مثلاً چروک پذیری پارچه‌های پشمی و ابریشمی کم یعنی مقاومت آنها در مقابل چروک شدن زیاد است، در حالی که چروک پذیری پارچه‌های پنبه‌ای و سلولزی زیاد است. در صنعت نساجی، برای افزایش مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن، معمولاً بر روی آنها تکمیل ضدچروک انجام می‌دهند.

### وسایل مورد نیاز

- دستگاه اندازه‌گیری چروک
- دو صفحه شیشه به ابعاد  $25 \times 2 \times 2$  اینچ
- گیره مخصوص
- دستگاه زمان‌سنج

### شرایط آزمایش

لازم است این آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی  $2 \pm 65\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  انجام شود.

### روش نمونه برداری

نمونه‌ها باید از جایی از پارچه مورد نظر انتخاب شوند که حداقل  $10^\circ$  سانتی‌متر از حاشیه پارچه فاصله داشته باشد. برای این آزمایش لازم است  $10^\circ$  نمونه در جهت تار و  $10^\circ$  نمونه در جهت پود و هر یک در ابعاد  $1 \times 2$  اینچ انتخاب و بریده شود. دقت شود که خط برش دقیقاً در جهت تار و پود باشد. همچنین لازم است پارچه مورد نظر یا نمونه بریده شده حداقل به مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاه (رطوبت نسبی  $2 \pm 65\%$  و دمای  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) قرار گرفته باشند.

### شرح دستگاه

دستگاه اندازه‌گیری چروک از دو بخش اعمال فشار (چروک) و اندازه‌گیری زاویه چروک تشکیل شده است که به صورت مجزا ساخته شده و در دسترس می‌باشد. دستگاه چروک که برای اعمال فشار بر روی پارچه می‌باشد، دارای دو سطح صاف یکی سینی ثابت و دیگری سطح فشارنده است که در بالای سطح فشارنده وزنه‌ای (به جرم ۲ کیلوگرم) برای اعمال فشار وجود دارد. وزنه اعمال فشار و سطح فشارنده به وسیله دستگیره‌ای به سمت بالا و پایین حرکت می‌کنند. صفحه‌های شیشه‌ای برای قرار گرفتن در بالا و پایین نمونه در هنگام اعمال فشار استفاده می‌شوند. پس از اعمال فشار به مدت معین، پارچه چروک شده، از داخل بخش اعمال فشار (چروک) خارج و زاویه چروک آن به وسیله بخش اندازه‌گیری چروک تعیین می‌شود.

## روش آزمایش

برای انجام آزمایش تعیین مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن، ابتدا نمونه‌های تهیه شده باید از وسط تا شوند تا ابعاد نمونه دولا به ابعاد  $1 \times 1$  اینچ برسد. سپس نمونه‌های تا شده در بین دو صفحه شیشه‌ای قرار گرفته و در بین سینی ثابت و سطح فشارنده بخش اعمال فشار دستگاه اندازه‌گیری چروک قرار داده می‌شود. در این حال، با حرکت دستگیره، سطح فشارنده پایین آورده می‌شود تا پارچه نمونه تحت فشار وزنه ۲ کیلوگرمی قرار گیرد. بعد از ۱ دقیقه، با حرکت عکس دستگیره، سطح فشارنده بالا آورده می‌شود تا فشار از روی نمونه برداشته شود.

نمونه چروک شده به مدت ۱ ساعت به صورت آزاد قرار گرفته، سپس زاویه چروک آن، به وسیله بخش اندازه‌گیری زاویه چروک دستگاه، اندازه‌گیری می‌شود. برای این کار، نمونه چروک شده توسط گیره مخصوص گرفته شده و یکی از لاهای نمونه چروک شده در داخل گیره بخش اندازه‌گیری زاویه چروک قرار داده شده و صفحه مدرج را باید آن قدر چرخاند تا لبه آزاد نمونه به صورت عمود قرار گیرد. در این حالت، زاویه چروک را از روی صفحه مدرج خوانده و یادداشت نمایید.

پس از آزمایش، میانگین، انحراف معیار و CV٪ زاویه چروک را برای هر یک جهت‌های تار و پود محاسبه نموده و با یکدیگر مقایسه نمایید.

## خودآزمایی

- ۱- چروک معمولاً در چه نواحی از البسه و پوشاک ایجاد می‌شود؟ چرا؟
- ۲- دو روش کاهش چروک البسه پنبه‌ای را نام ببرید و توضیح دهید.
- ۳- دلیل استفاده از بخار و اسپری آب در هنگام اتو کردن را توضیح دهید.

- ۱- ثمری، لیلی. پارچه شناسی سال اول دبیرستان های خدمات.
- ۲- تناوش، جلال. ۱۳۶۲. ریسندگی. انتشارات صنایع نساجی.

- 3- The Edition of American Fabrics Magazine. ENCICLOPEDIA OF TEXTILE.
- 4- Ann. M. Collier. A HANDBOOK OF TEXTILE.
- 5- J. GORDOL Cook. HANDBOOK OF TEXTTILE FIBRES. MAN- MADE FIBRES.
- 6- W.E, Morton. & J.W.S, Hearle. PHYSICAL PROPERTILE OF TEXTILE FIBRES.
- 7- The Textile Institute MANCHESTER. 1988. IDENTIFICATION OF TEXTILE MATERIALS.
- 8- Norma Hollen & Jane Saddler. TEXTILE.
- 9- Elizabeth, Gale. From FIBER to Fabrics.
- 10- Phisical Properties of Textile Fibers.
- 11- Handbook of Textile Testing.
- 12- Handbook of Textile Fibers.
- 13- Handbook of Short staple Spinning.
- 14- Handbook of Weauing.
- 15- Conversion of yarn to Fabrics.
- 16- Textile Testing Methods.
- 17- Design of Woven Fabries.
- 18- Spinning of Man Makes and Blends in Cotton Spinning.

