بسم الله الرحمن الرحیم

راهنمای هنرآموز

تعیین ویژگی‌های الیاف نساجی

رشتهٔ صنایع نساجی

گروه مواد و فراوری

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

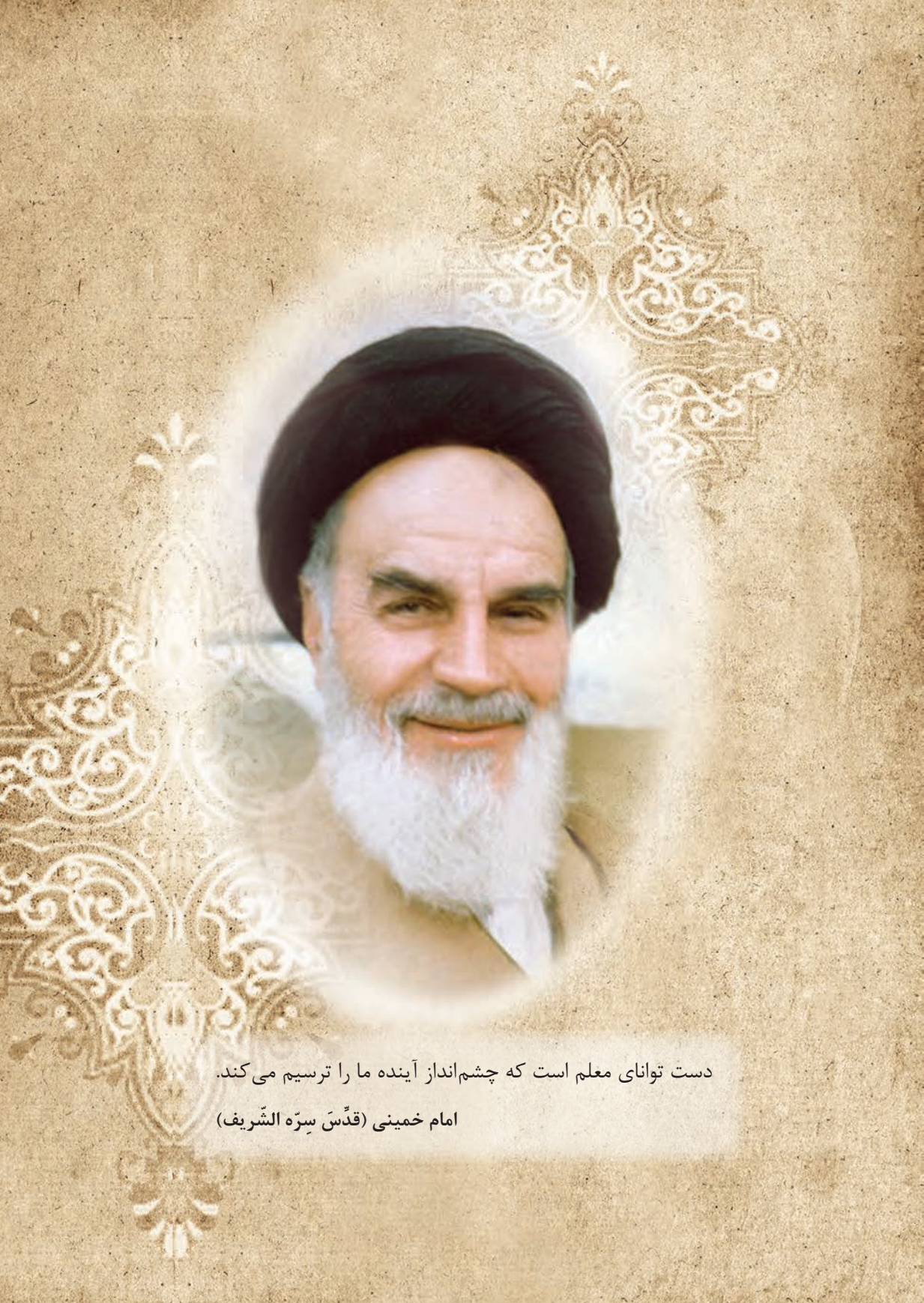
پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: راهنمای هنرآموز تعیین ویژگی‌های الیاف نساجی ـ ۲۱۰۷۹۱
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: محمد جواد نعمتی‌شمس‌آباد ، میر رضا طاهری اطاقسرا ، فرهاد همتی، رضا هنریار، سعید شکرالهی ، نوید سید غلامی موسوی و سعید شهسوارزاده (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
میررضا طاهری اطاقسرا (مؤلف)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری)ـ خدیجه محمدی (صفحه‌آرا)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)ـ تلفن: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۷

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 به‌صورت 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 از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۴-۳۰۵۰-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 3050–4**



دست توانای معلم است که چشم‌انداز آینده ما را ترسیم می‌کند.

امام خمینی (قدِّسَ سِرّه الشّریف)

فهرست

پودمان ۱ : تعیین ویژگی های الیاف سلولزی ۱

پودمان ۲ : تعیین ویژگی های الیاف حیوانی ۴۱

پودمان ۳ : تعیین ویژگی های الیاف بازیافته ۷۱

پودمان ۴ : تعیین ویژگی های الیاف نایلون و اکریلیک ۱۰۵

پودمان ۵ : تعیین ویژگی های الیاف پلی استر ۱۱۵

مقدمه

اهمیت و ضرورت توسعه آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای به عنوان یکی از شاخصه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در کشور بر کسی پوشیده نیست. تأمین نیروی متخصص و ماهر برای اجرای هر برنامه، ضرورتی امکان‌ناپذیر است که بدون توجه به آن سرمایه‌گذاری‌های مادی و انسانی به هدر خواهد رفت.

یکی از مهم‌ترین اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش، تربیت شاگردانی است که با درک مفاهیم اقتصادی در چارچوب نظام معیار اسلامی از طریق کار و تلاش و روحیهٔ انقلابی و جهادی، کارآفرینی، قناعت و انضباط مالی، مصرف بهینه و دوری از اسراف و تبذیر، عدالت و انصاف در روابط با دیگران در فعالیت‌های اقتصادی در مقیاس خانوادگی، ملی و جهانی مشارکت نمایند.

در برنامه‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای علاوه بر اصول دین محوری، مواردی نظیر تقویت هویت ملی، اعتماد به نفس، اعتبار نقش شاگرد و مرجعیت معلم، اعتبار نقش پایه‌ای خانواده، توجه به تفاوت‌های فردی، تعادل، یادگیری مادام‌العمر، جلب مشارکت و تعامل، یکپارچگی و فراگیری، اصول تنوع بخشی آموزش‌ها، انعطاف‌پذیری، آموزش بر اساس بازار کار، اخلاق حرفه‌ای، توسعه پایدار، کاهش فقر و تولید ثروت، شکل‌گیری تدریجی هویت حرفه‌ای و... مورد توجه قرار می‌گیرد.

با توجه به پیشرفت سریع تکنولوژی، نیاز جامعه روزبه‌روز به کارگران و تکنسین‌های ماهر و تحصیل کرده بیشتر می‌شود که بخش بزرگی از تربیت چنین نیروهایی در بخش فنی‌وحرفه‌ای آموزش و پرورش امکان‌پذیر می‌باشد.

با توجه به قدمت، اشتغال‌زایی و ارزش افزودهٔ بالای محصولات صنایع نساجی انتظار می‌رود که هنرآموزان عزیز با تبیین ارزش و اهمیت این رشته و زمینه و شرایط‌های کاری بسیار زیاد و مساعد در حرفهٔ نساجی نسبت به حرفه و مشاغل دیگر، انگیزه و علاقهٔ هنرجویان به این رشته را تقویت نمایند. هنرآموز با استفاده از کتاب راهنمای هنرآموز، کتاب درسی و کتاب همراه هنرجو و بسته‌های آموزشی دیگر قادر خواهد بود که اهداف آموزشی که مبتنی بر

شایستگی محور استوار می‌باشد را محقق سازد.
در راستای استقرار نظام نوین آموزشی کتاب‌های درسی هنرجویان دوره دوم متوسطه آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای متناسب با سند تحول بنیادین و هم‌سو با برنامه درسی ملی و همچنین با هدف تربیت همه جانبه هنرجویان برای رسیدن به مراتبی از حیات طیبه و کسب شایستگی‌های محوری تألیف شده است. از بدو طراحی این کتاب‌ها توجه به آموزش هنرآموزان همواره مد نظر بوده زیرا توانایی و عملکرد آنها از عوامل اصلی موفقیت برنامه درسی و تحقق اهداف آموزشی مورد انتظار است. بنابراین تولید انواع منابع و رسانه‌های آموزشی حمایتی برای هنرآموزان به عنوان بسته آموزشی از اوّلویت بالایی برخودار بوده و از مهم‌ترین اهداف دفتر تألیف کتاب‌های درسی آموزش فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش به‌شمار می‌رود. از مهم‌ترین اجزا بسته آموزشی کتاب راهنمای هنرآموز است. هدف از تألیف این کتاب کمک به هنرآموزان به‌ویژه هنرآموزان کم تجربه، در هدایت یادگیری و طراحی فرصت‌هایی برای هنرجویان به منظور درک عمیق محتوا، ارزیابی نقادانه دانش، کمک به پیدا کردن پاسخ‌ها توسط هنرجویان و... است.
ضرورت و اهمیت تألیف کتاب راهنمای هنرآموز: نقش هنرآموزان در دنیای امروز صرفاً به انتقال دانش و مهارت محدود نمی‌شود. آنها باید به هنرجویان بیاموزند چگونه شایستگی‌ها و صلاحیت‌های خود را که لازمه کسب شغل مناسب در بزرگسالی است، به‌کارگیرند؛ یا چگونه به پرسش‌های اساسی در یک موضوع پاسخ دهند. در این راستا آموزش مستمر هنرآموزان می‌تواند این توانایی‌ها را در آنها ارتقا بخشد و به رشد و بهبود آنها کمک کند. اینجاست که می‌توان به نقش کتاب راهنمای هنرآموز در جهت تقویت این توانایی‌ها اشاره کرد. کتاب راهنمای هنرآموز در واقع افزون بر انتقال دانستنی‌های ضروری تلاش می‌کند بر توانایی هنرآموزان نیز بیفزاید تا با به‌کارگیری روش‌های نوین آموزشی به هنرجویان خود، نحوه برخورد منطقی با موضوعات را بیاموزند و با کسب مهارت‌های مورد نیاز در افزایش خلاقیت خود بکوشند. از این‌رو کتاب راهنمای هنرآموز بر اساس رویکرد پرورش شایستگی‌های محوری و با تأکید بر

توجهات زیست‌محیطی و ایمنی طراحی گردیده است.
عناوین مطرح در کتاب راهنمای هنرآموز آموزی، دانش‌افزایی هنرآموز؛ منابع یادگیری هنرجویان؛ راهنمایی و پاسخگویی؛ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها؛ فعالیت‌های یادگیری مکمل؛ ایده‌های کلیدی، مهارت‌های کلیدی و مراحل کلیدی نقشه مفهومی؛ اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان؛ پرسش و پاسخ (نکات پیچیده درسی برای هنرآموزان در اجرا)؛ آموزش شایستگی‌های غیرفنی (اخلاق حرفه‌ای، کارآفرینی، مدیریت منابع و...)؛ آموزش ایمنی و بهداشت؛ ایمنی و بهداشت فردی و محیطی و نحوه ارزشیابی پیشرفت تحصیلی است.
ساختار کتاب به گونه‌ای است که در سرفصل‌های: ملاحظات اجرا ـ هدف از بارش فکری ـ پژوهش ـ تحلیل موضوع فیلم ـ تحلیل موضوع عکس ـ منابع تکمیلی ـ پاسخ به سؤالات و پرسش و پاسخ تألیف شده است.
محتوا که بدنه اصلی کتاب راهنمای هنرآموز را تشکیل می‌دهد، هنرآموز را در جریان فرایند آموزش و یادگیری هدایت خواهد کرد. تلاش مؤلفان این بوده که به حیطه‌های مورد نیاز هنرجویان توجه شود. لازم است هنرآموزان محترم جهت هرچه بهتر شدن محتوای کتاب راهنمای هنرآموز نظرات، پیشنهادات و کم و کاستی‌های احتمالی در طی فرایند آموزش را مرقوم فرموده و به دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای انتقال دهند. این کتاب در پنج پودمان تألیف شده است که روش تدریس کتاب تعیین ویژگی‌های الیاف نساجی را تشریح می‌نماید. در این کتاب مواد مورد نیاز، فضای مورد استفاده و ابزار مورد نیاز در هر فعالیت به تفکیک معرفی شده است.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پودمان ۱

تعیین ویژگی‌های الیاف سلولزی

فعالیت عملی اوّل

شناسایی الیاف نساجی

مواد مورد نیاز

برای تدریس در جلسه اوّل لازم است بعضی از الیاف نساجی برای نمایش توسط هنرآموزان به کلاس آورده شود و در صورت امکان یک دسته‌بندی براساس آنچه در کتاب درسی انجام شده، در چیدمان الیاف بر روی یک تخته چوبی، مقوا یا هر صفحه دیگری انجام شود. الیافی که می‌توان برای هنرجویان به نمایش گذاشت به عبارت زیر هستند که معمولاً تهیه آنها برای هنرآموزان و به ویژه هنرآموزان هنرستان‌هایی که در شهر استقرار آنها کارخانجات یا واحدهای تولیدی نساجی قرار دارند آسان است:

۱ الیاف گیاهی یا سلولزی مانند: پنبه، کتان، جوت، کنف، ...

۲ الیاف حیوانی یا پروتئینی مانند: پشم (الیاف مویی)، ابریشم

۳ الیاف بازیافته سلولزی مانند ویسکوز ریون، دی‌استات سلولز و تری استات سلولز

۴ الیاف پلی‌استر

۵ الیاف اکریلیک

۶ الیاف نایلون

حداقل مقدار لازم این الیاف به اندازه یک مشت می‌باشد، و اگر بیشتر از این مقدار به کلاس آورده شود بهتر می‌باشد.

وسایل مورد نیاز

برای آشنایی اوّلیه هنرجویان با الیاف نساجی و رفتارهای ساده آنها بعضی وسایل مورد نیاز است که عبارت‌اند از:

۱ ظرفی حاوی آب

۲ یک سینی یا طشت فلزی

۳ کبریت

۴ پنس/ گیره

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

از وسایل کمک آموزشی مختلفی می‌توان برای این جلسه بهره گرفت تا هنرجویان با انواع الیاف نساجی و منشأ آنها آشنا شوند. این وسایل عبارت‌اند از:

۱ عکس

۲ نمودار

۳ اسلاید
۴ انیمیشن
۵ فیلم
۶ مطالب علمی به‌صورت پاور پوینت

فضای مورد نیاز

این جلسه را می‌توان در کلاس یا آزمایشگاه برگزار کرد. فضا باید به گونه‌ای باشد که همه هنرجویان بتوانند مواد، وسایل، تصاویر و... را دیده یا لمس کنند و فضای در نظر گرفته شده به اندازه کافی برای نمایش باشد و مجهز به وسایل اطفا حریق (کپسول آتش‌نشانی) و کمک‌های اوّلیه باشد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

از آنجا که این درس یعنی «تعیین ویژگی‌های الیاف نساجی» اوّلین درس تخصصی در حوزه نساجی برای هنرجویان می‌باشد، لذا لازم است یک دید کلی از صنعت نساجی به هنرجویان ارائه داد. از این‌رو لازم است ضمن معرفی انواع الیاف به هنرجویان شکل و در صورت امکان نمونه‌های واقعی از محصولات صنعت نساجی (انواع منسوجات) را به هنرجویان معرفی کرده و به آنها نشان داد و به هنرجویان اجازه دهیم تا مواد و نمونه محصولات نساجی را با دست لمس کنند. برای این کار می‌توان از نمونه‌های پارچه‌های خانگی (پرده، ملافه، پارچه‌ها و دستمال‌های مورد استفاده در آشپزخانه، تکه‌های موکت، اسکاچ ظرفشویی و...) استفاده کرد. علاوه‌بر نمونه‌های واقعی، پیشنهاد می‌شود که تصاویری از الیاف، نخ، و انواع پارچه تاری ـ پودی، حلقوی، و انواع بی‌بافت‌ها به‌صورت پوستر یا پاورپوینت تهیه کرده و به هنرجویان نشان داده شود و مصارف هر یک از محصولات نساجی برای آنها مثال زده شود.

مثال‌هایی از مصارف محصولات نساجی:

- **الیاف:** تولید نخ، پرکننده لحاف و تشک و کوسن و بالش، پنبه بهداشتی، پرکننده عروسک‌ها و...
- **نخ:** بافت پارچه، دوخت و دوز، لباس، کفش، بسته‌بندی، بخیه زخم، تولید قیطان و طناب و...
- **پارچه:** تولید پوشاک، انواع منسوجات خانگی مثل پرده، لحاف، تشک، پتو، ملافه، فرش و انواع کفپوش‌ها، دستمال‌های آشپزخانه، حوله حمام و صورت و...

انواع منسوجات صنعتی مثل منسوجات مورد استفاده در اتومبیل (کفپوش و داخل کابین خودروها، روکش صندلی، عایق‌بندی خودروها و...) منسوجات ورزشی مانند انواع لباس‌ها، تورها، وسایل ورزشی و بازی، چادرها و.... انواع منسوجات نظامی، لباس‌های نظامی، لباس‌های ضددید (استتار) در شب، لباس‌های استتار، چادرهای

استتار، پارچه‌ها و دستمال‌های ویژه تمیز کردن ادوات و تجهیزات نظامی و...
طناب‌ها و پارچه‌های ویژه حمل‌ونقل، دریانوردی، صنایع هوایی و فضایی و...
منسوجات ویژه راه‌سازی، ساختمان‌سازی، کشاورزی و تثبیت خاک و زمین.
منسوجات بهداشتی و مورد استفاده در پزشکی مانند انواع باندهای گاز، باندهای الاستیک، منسوجات کاشتنی در بدن و منسوجات بیمارستانی.
از دیگر مثال‌هایی که از مصرف منسوجات می‌توان برای هنرجویان عنوان کرد، منسوجات مورد استفاده در زندگی و روزمره آنها می‌باشد. از این مثال‌ها می‌توان به کیف، بند کفش، کفش، پارچه، چتر، کلاه، چادر سایبان فروشگاه‌ها، پارچه (گونی) داخل ایزوگام، لباس‌های ورزشی، موکت، اسکاچ ظرفشویی، انواع ماسک‌های بهداشتی، فیلترهای خودرو و جاروبرقی و... اشاره کرد.
حجم در نظر گرفته شده از کتاب برای تدریس در جلسه اوّل شامل ۶ صفحه از کتاب بوده و در برگیرنده مبحث «لیف و طبقه‌بندی الیاف نساجی» تا پایان مبحث «آرایش یافتگی مولکولی الیاف نساجی» است.
برای تعریف لیف در کلاس می‌توانید از تعریف آن در متن کتاب مثال بزنید و نام لاتین (انگلیسی) آن یعنی fiber را که در فارسی به فیبر معروف است به‌کار برید.
یکی از مفاهیمی که لازم است در تفهیم و تجسم لیف برای هنرجویان گفته شود، نسبت طول به قطر الیاف نساجی است که این نسبت بسیار بیش از ۱۰/۰۰۰ است. البته باید توضیح داده شود که مثلاً در ریسندگی یا تولید نخ‌های پنبه‌ای الیاف با طول ۵ میلی‌متر و کمتر در ساختار نخ قرار نمی‌گیرند. و به‌صورت ضایعات یا غبار جدا می‌شوند. یعنی این الیاف با طول بیشتر هستند که اهمیت دارند. البته باید توضیح داده شود که در تولید بعضی محصولات نساجی مثل انواع پارچه فلوک و بعضی بی‌بافت‌ها و کامپوزیت‌ها از الیاف با طول کوتاه‌تر از ۵ میلی‌متر نیز استفاده می‌شود.
یکی از مثال‌های بسیار عالی برای درک مفهوم لیف، موی سر و بدن انسان است که می‌توان این موضوع را در کلاس طرح نمایید و طول الیاف را می‌توانید از موی بلند سر، موی کوتاه سر، موی بدن و موی صورت مثال بزنید و نمونه‌هایی را که به کلاس آورده‌اید را به هنرجویان نشان دهید و اجازه دهید تا آنها الیاف را لمس کنند و تک لیف را از توده الیاف بیرون کشید و طول آن را با چشم ببینید.
نمودار دسته‌بندی الیاف نساجی که در داخل کتاب درسی می‌باشد را به‌صورت یک پوستر، اسلاید یا صفحهٔ پاورپوینت درآورده و کاملاً برای هنرجویان شرح داده شود.
در دسته‌بندی انواع الیاف گیاهی یعنی دانه‌ای، ساقه‌ای، برگی و میوه‌ای سعی شود یک نمونه تهیه و به کلاس آورده شود. مثلاً از غوزه پنبه، یک ترکه از درخت توت (اگر کتان و کنف در دسترس نبود)، برگی از گیاه تزئینی یوکا یا یوگا که امروزه به

وفور در پارک‌ها کاشته شده‌اند و پوستر لیف میوه نارگیل که از میوه فروشی‌ها قابل تهیه است به کلاس آورده شود و الیاف آنها جدا شده و به هنرجویان نشان داده شود.
در مورد الیاف حیوانی نیز مثل الیاف گیاهی نمونه‌ها به هنرجویان نشان داده شود و برای مثال می‌توان از یال اسب، دم اسب یا گاو، موی پشت لب مردان (سبیل) و موهر به کلاس آورده شوند. برای الیاف حیوانی توصیه می‌شود که حتی‌الامکان نخ ابریشم به کلاس آورده شو د تا با الیاف مویی مقایسه شوند.
برای نمایش الیاف معدنی می‌توانید قطعه‌ای از ورق‌های بامبوش به نام عمومی ایرانیت را که در لبه‌ها الیاف از آن بیرون زده است، به عنوان نمونه به کلاس آورده و به هنرجویان نشان دهید. از دیگر مثال‌ها و نمونه‌ها برای الیاف معدنی، الیاف شیشه است که در عایق بهداشتی رعایت شود تا این الیاف با پوست بدن تماس پیدا نکنند.
قبل از پرداختن به الیاف شیمیایی لازم است مفهوم الیاف طبیعی و شیمیایی برای هنرجو به‌صورت زیر روشن شود:
الف) الیاف طبیعی در طبیعت به‌صورت لیف وجود دارند و طبیعت این الیاف را تولید می‌کند یا می‌سازد.
ب) الیاف شیمیایی در طبیعت به‌صورت لیف وجود ندارند، بلکه مواد سازنده آنها در طبیعت که به‌صورت انواعی از پلیمر طبیعی، گاز، مایع یا جامد هستند وجود داشته و سپس این مواد اوّلیه در صنعت تولید الیاف به لیف قابل استفاده در نساجی تبدیل می‌شوند.
در ادامه تفاوت الیاف بازیافته و الیاف مصنوعی به همراه نمایش نمونه‌هایی از الیاف پلی‌استر، اکریلیک، ویسکوزریون، پلی‌پروپیلن، نایلون بیان شود.
در زمینه ساختمان داخلی و مولکولی الیاف باید گفت، رفتار همه مواد بستگی به اجزای سازنده یا تشکیل‌دهنده، چگونگی ارتباط اجزای تشکیل‌دهنده، میزان ارتباط اجزای تشکیل‌دهنده و محیطی که مواد در آن قرار دارند (دما، رطوبت، فشار، نور، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و...) خواهد داشت. همه الیاف نساجی از زنجیرهای مولکولی به نام پلیمر تشکیل می‌شوند که از کنار هم قرار گرفتن این زنجیرها و پیوندهایی که بین این زنجیرهای مولکولی تشکیل می‌شوند، ساختمان لیف شکل می‌گیرد. در بیان ساختمان الیاف لازم است ساختمان فیبریلی و میکروفیبریلی الیاف توضیح داده شود و در این خصوص تصاویری برای تفهیم آسان‌تر در کلاس به نمایش گذاشته شود.
نواحی کریستالی و غیرکریستالی ساختمان لیف را می‌توانید هم با نمایش تصاویر تفهیم نمایید و هم از به هم بستن قطعاتی شبیه به بلوک‌های اسباب بازی (لگو).
در نواحی کریستالی در واقع زنجیرهای مولکولی در مقابل عوامل خارجی مثل

کشش، با هم عمل می‌کنند و یکدیگر را تقویت می‌کنند و چنان مولکول‌ها در نواحی کریستالی به هم نزدیک و فشرده هستند که نفوذ مواد شیمیایی و آب نیز به داخل آن دشوار و غیرممکن است.
به هم‌جهت بودن و موازی بودن زنجیرهای مولکولی یا کریستال‌ها با محور لیف آرایش‌یافتگی گفته می‌شود. هر چه آرایش یافتگی مولکول‌ها و کریستال‌ها با محور لیف بیشتر باشد مقاومت کششی لیف بیشتر است ولی افزایش طول لیف کمتر است. برای نمایش آرایش یافتگی و اثر آن بر رفتار الیاف می‌توانید از نواری که از کیسه پلاستیکی میوه (شفاف) یا کیسه فریزر استفاده کنید. چند نوار طولی از کیسه پلاستیکی را توسط قیچی جدا کنید و آنها را در طول بکشید. مشاهده خواهید کرد که در هنگام کشش، عرض نوار کمتر، مقاومت آن بیشتر و افزایش طول آن به تدریج کم می‌شود. این پدیده‌ها ناشی از آرایش‌یافتگی مولکولی نوارهای پلاستیکی می‌باشد.

نکات بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیستی

- **نکات بهداشتی:** در لمس الیاف شیشه و الیاف آزبست (در صورت استفاده) دقت لازم انجام شود.
- **ایمنی:** در صورت سوزاندن الیاف برای نمایش نحوه سوختن و شکل فیزیکی خاکستر، دقت شود و حتماً هنرآموزان نظارت کافی را داشته باشند (طشت آب برای خاموش کردن شعله الیاف در نظر گرفته شده است). سوزاندن الیاف زیر هود یا جایی انجام شود که دود و بوی سوزاندن در محیط بسته پراکنده نشود (جریان کافی هوا به بیرون وجود داشته باشد).
- **محیط‌زیست:** مصرف الیاف طبیعی آسیب خاصی به محیط‌زیست نمی‌زند، ولی تولید الیاف شیمیایی ضمن اینکه در هنگام ساخت به محیط‌زیست آسیب می‌زنند، بلکه اکثر آنها که از نوع الیاف مصنوعی هستند در محیط به راحتی تجزیه نشده و به طبیعت برنمی‌گردند.

فعالیت عملی دوم

مواد مورد نیاز

موادی که قبلاً برای جلسه اوّل آماده شده‌اند لازم است در جلسه دوم هم آورده شوند. یعنی همه الیاف نساجی که در دسترس هنرآموز می‌باشد، لازم است به کلاس آورده شوند. این الیاف عبارت‌اند از:
۱ انواع الیاف گیاهی (پنبه، کتان، جوت و...)

۲ انواع الیاف حیوانی (پشم و هر نوع الیاف مویی، ابریشم)
۳ انواع الیاف مصنوعی (پلی‌استر، اکریلیک، نایلون و...)
۴ گلیسیرین

وسایل مورد نیاز

۱ میکروسکوپ
۲ لام و لامل شیشه‌ای
۳ صفحه فلزی سوراخ‌دار ویژه نمونه‌گیری مقطع عرضی الیاف
۴ تیغ تیز

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

۱ عکس
۲ نمودار
۳ اسلاید
۴ فیلم
۵ مطالب علمی به‌صورت پاورپوینت

فضای مورد نیاز

با توجه به وسایل مورد نیاز یعنی میکروسکوپ و تجهیزات لازم برای آن، این جلسه می‌تواند هم در آزمایشگاه و هم در کلاس یا به‌صورت بخشی در کلاس و بخشی در آزمایشگاه برگزار شود. نیاز به فضای آزمایشگاهی برای بخشی از درس در نظر گرفته شده است که نیاز به دیدن منظر طولی و عرضی الیاف در میکروسکوپ دارد. برای همین، اگر در فضای کلاس شرایط استقرار و نمایش نمای طولی و عرضی (مقطع عرضی) الیاف با میکروسکوپ وجود داشته باشد، فضای کلاس درس برای برگزای این جلسه کافی خواهد بود.

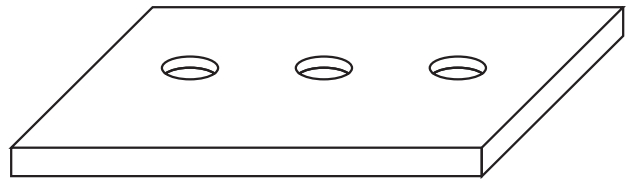
توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

حجمی از کتاب که برای تدریس این جلسه در نظر گرفته شده است شامل تعداد ۶ صفحه و از مبحث «شکل ظاهری الیاف نساجی» شروع و تا پایان مبحث «افزایش‌طول تا حد پارگی الیاف» پایان می‌یابد.
در زمینه شکل ظاهری الیاف نساجی، لازم است ابتدا اهمیت شکل سطح و مقطع عرضی الیاف برای هنرجویان توضیح داده شود. اینکه کیفیت سطح الیاف بر روی خواص این الیاف از جمله مقاومت آنها، اصطکاک الیاف با یکدیگر، چگونگی انعکاس نور آنها و بر روی برق و جلای سطحی آنها، میزان جذب رطوبت آنها و یا خاصیت

گرمی آنها تأثیر دارد. هر چه سطح الیاف نامنظم‌تر باشد اصطکاک الیاف با یکدیگر بیشتر است. از سوی دیگر، هر چه سطح الیاف نامنظم‌تر و سطح جانبی الیاف بیشتر باشد، جذب رطوبت و جذب مواد رنگ‌زا توسط الیاف بیشتر خواهد شد.
در شروع این درس لازم است پوستر، عکس، اسلاید یا پاورپوینتی از طول و سطح مقطع الیاف مختلف برای هنرجویان به نمایش درآید، و در ادامه توضیح داده شود که هرچه سطح مقطع عرضی الیاف از حالت گردی و دایره‌ای دور شود، در صورت ثابت بودن نمره الیاف (یکسان بودن وزن لیف در طول معین) سطح جانبی لیف بیشتر می‌شود، و این پدیده سبب می‌گردد که سطح در معرض لیف بیشتر شود، و در نتیجه سطحی از لیف که در معرض جذب رطوبت قرار می‌گیرد یا اینکه در محلول رنگرزی در معرض رنگزا قرار می‌گیرد بیشتر می‌شود، و لذا میزان جذب رطوبت یا جذب رنگ لیف با ثابت بودن زمان، افزایش می‌یابد.
الیاف طبیعی دارای کیفیت سطحی و سطح مقطع عرضی ثابتی هستند و اگرچه از یک لیف به لیف دیگر غیرهمسان هستند ولی مشابه هم هستند. مثلاً الیاف پنبه منظر طولی به‌صورت یک روبان با مقداری پیچش هستند و مقطع عرضی آنها به‌صورت لوبیا (لوبیایی) است. الیاف پشم دارای سطحی فلس‌دار هستند که فلس‌ها رو به نوک پشم یا رو به بالا هستند و مقطع عرضی آنها از حالت دایره‌ای تا بیضوی است. هرچه شکل سطح مقطع عرضی پشم به دایره نزدیک‌تر باشد، پشم یا مو صاف‌تر است و هرچه از شکل دایره دورتر و به بیضی نزدیک‌تر باشد، پشم یا مو دارای فر و جعد بیشتری است.
یکی از روش‌های تعیین سر و ته یک لیف پشم یا مو، روش دستی است. یعنی اینکه وسط لیف پشم را به وسیله انگشتان شست و نشانه دو دست بگیرید و چنانچه پشم را به وسیله این دو انگشت دو دست گرفته‌اید دو دست را از یکدیگر دور کنید (لیف‌را بکشید). انگشتان دستی که از روی لیف پشم لیز می‌خورند در واقع در جهت سر فلس یا نوک پشم حرکت می‌کنند. این آزمایش ساده را هنرجویان می‌توانند با موی سر خود نیز انجام دهند. بنابراین، آنها را برای این آزمایش ترغیب نموده و توصیه نمایید که جهت موی سرشان را در بین دو انگشت دستان خود تغییر داده و آزمایش را مجدداً انجام دهند تا به صحت آزمایش خویش پی ببرند.
سطح مقطع لیف ابریشم به‌صورت مثلث یا سه گوش است و طبیعتاً منظر طولی آن باید سه وجهی باشد.
اما الیاف شیمیایی اعم از بازیافته و مصنوعی را می‌توان با شکل سطح مقطع عرضی مختلف و دلخواه تولید کرد، و تولید شکل سطح مقطع مختلف الیاف شیمیایی براساس خواص و رفتاری است که از آن الیاف انتظار می‌رود. با این حال شکل سطح مقطع الیاف شیمیایی را صرف‌نظر از ویژگی و رفتار خاص، به‌صورت دایره‌ای و گرد در نظر می‌گیرند.

برای مشاهده منظر طولی الیاف از میکروسکوپ استفاده می‌شود. لذا برای استفاده از میکروسکوپ، ابتدا اجزای میکروسکوپ را برای هنرجویان توضیح داده و طرز کار آن همراه با تنظیم عدسی‌های شیئی، محل شئ، نحوه استقرار شیئ (لام) بر روی میکروسکوپ، نحوه تنظیم نور و آینه میکروسکوپ برای هنرجویان توضیح داده شود. سپس نحوه اتصال به برق و روشن کردن میکروسکوپ توضیح داده شود. نحوه تهیه یک لام برای مشاهده منظر طولی لیف و استفاده از گلیسرین مایع توضیح داده شود. دقت لازم در تنظیم عدسی شیئی صورت گیرد تا از شکستن شیشه لام جلوگیری شود.

برای مشاهده مقطع عرضی الیاف از یک صفحه فلزی ۷ * ۳ سانتی‌متری فلزی (آهن گالوانیزه) استفاده شود. سه سوراخ با فاصله یکسان از یکدیگر و از دو سر صفحه و به قطر ۲ـ۱ میلی‌متر در صفحه ایجاد شود. در شکل ۱ نمونه این صفحه را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱ـ صفحه نمونه‌گیری برای مشاهده مقطع عرضی الیاف

برای نمونه‌گیری کافی است که دسته‌ای از الیاف مورد نظر را با انگشتان دست صاف و موازی نمایید و نوک این دسته الیاف را تیز کرده و مانند نخی را از سوراخ سوزن رد می‌کنید، سر تیز دسته الیاف را از یکی از سوراخ‌های صفحه سوراخ‌دار رد کنید، سپس دسته الیاف را از سر تیز از داخل سوراخ به سمت خارج سوراخ بکشید تا بخش حجیم دسته الیاف در داخل سوراخ به خوبی گیر کند و سفت شود. آن‌گاه دسته الیاف را از روی دو سطح صفحه فلزی به دقت و به آرامی به وسیله تیغ تیز به گونه‌ای ببرید که برش صورت گرفته به‌صورت عمودی یا کاملاً عرضی باشد. حال می‌توان با قرار دادن صفحه فلزی در زیر میکروسکوپ و تنظیم عدسی شیئی بر روی سوراخی که نمونه الیاف در داخل آنها قرار دارند، سطح مقطع الیاف را مشاهده کرد.

توصیه می‌شود که برای همه الیاف در دسترس نمونه‌ای برای مشاهده مقطع عرضی تهیه نمایید.

خواص فیزیکی و مکانیکی الیاف نساجی

هر لیف نساجی به عنوان کوچک‌ترین جزء محصول نساجی مورد استفاده و مصرف قرار می‌گیرد. هر لیف نساجی نسبت به محیط خود و نیروهایی که به آن وارد می‌شود، تغییری در آن ایجاد می‌شود یا رفتاری از خود بروز می‌دهد که همه این عکس‌العمل‌ها و رفتارها ناشی و برخاسته از بعضی ویژگی‌های آن لیف است. پس رفتار الیاف نساجی نسبت به شرایط محیط مثل دما، رطوبت، نور، نیروهای کششی، فشاری، سایشی، خمشی و... بستگی به ویژگی‌های لیف دارد و همین ویژگی لیف است که تعیین‌کننده رفتار و خواص منسوجات و محصولات نساجی تهیه یا ساخته شده از آنها می‌باشد.

■ **طول الیاف:** یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های الیاف نساجی، طول آنها است. در ریسندگی الیاف کوتاه، الیاف با طول ۵ـ۴ میلی‌متر در ساختمان نخ قرار نمی‌گیرند و به‌صورت گردوغبار خارج و الیاف با طول حدود ۱۲ـ۱۰ میلی‌متر اگرچه در ساختمان نخ قرار می‌گیرند ولی سهمی در مقاومت و استحکام نخ ندارند و فقط به نخ یک حالت پری و حجیم می‌دهند. این الیاف با طول بیشتر از حدود ۱۵ میلی‌متر هستند که در استحکام نخ سهم اصلی را دارند.

طول الیاف طبیعی در محدوده طولی خود بسیار متغیر و متنوع می‌باشد و طول الیاف طبیعی چه سلولزی و چه حیوانی و معدنی براساس نژاد و مناطق به‌دست آمده نیز دارای محدوده متفاوت می‌باشد. اما الیاف شیمیایی اعم از بازیافته و مصنوعی را می‌توان در محدوده‌های مختلف طولی و با طول‌های یکسان یا طیف معینی از طول تولید کرد، چون برش الیاف تولید شده به روش صنعتی با ماشین‌های برش انجام می‌شود و قابل تنظیم هستند.

■ **ظرافت الیاف:** سطح مخصوص الیاف ظریف‌تر بیشتر است. یعنی هرچه لیف ظریف‌تر باشد، سطح مخصوص آن (نسبت سطح جانبی به حجم لیف) بیشتر است.

بنابراین با افزایش سطح در معرض لیف نسبت به حجم، جذب رطوبت و مواد رنگزای الیاف بیشتر بوده و سریع‌تر انجام می‌شود. برای مثال میزان حلب مصرفی برای ساخت یک قوطی ۱ لیتری نسبت به حجم (۱ لیتر)، بیشتر از میزان حلب مصرفی نسبت به حجم یک قوطی ۲ لیتری است. مثالی دیگر این است که پوست هندوانه نسبت به حجم هندوانه در هندوانه‌های کوچک‌تر بیشتر از هندوانه‌های بزرگ‌تر است.

■ **تجعد الیاف:** الیاف طبیعی معمولاً به‌طور ذاتی دارای فر و موج هستند، ولی الیاف مصنوعی را بنابر ضرورت در حین تولید یا بعد از تولید مجعد می‌کنند. مثلاً الیاف پلی‌استر مصرفی در ریسندگی الیاف کوتاه که با پنبه مخلوط می‌شوند را در حین الیاف‌سازی، مجعد می‌کنند. ولی الیاف اکریلیک مورد استفاده در نخ‌های ویژه بافت پلور بعد از عملیات ریسندگی نخ، و در فرایند رنگ‌رزی فردار و مجعد می‌شوند.

■ **جذب رطوبت الیاف:** از آنجا که خصوصیات الیاف از جنس‌های مختلف، متفاوت است، لذا جذب رطوبت الیاف مختلف نیز با یکدیگر فرق می‌کند. از این‌رو یکی از دلایل اختلاط الیاف برای تولید نخ، دستیابی به یک خاصیت جذب رطوبت قابل قبول برای نخ و پارچه می‌باشد.

■ **خواص نوری الیاف:** خواص نوری الیاف از جنس‌های مختلف متفاوت است. در صنعت پشم ریسی، با استفاده از مواد شیمیایی که اثراتی بر فلس پشم می‌گذارند می‌توان پشم‌های زبر و ضخیم را جلا داد. در نخ‌های پنبه‌ای نیز می‌توان با عمل مرسریزاسیون جلای الیاف پنبه را زیاد کرد. و در صنعت تولید الیاف مصنوعی می‌توان به طریق شیمیایی یا فیزیکی مثل افزودن برخی مواد به ماده اوّلیه تولید الیاف یا انتخاب شکل معینی از سطح مقطع عرضی، کیفیت جلای الیاف را تغییر داد.

■ **خواص الکتریکی الیاف:** شارژ الکتریسیته ساکن الیاف یکی از ویژگی‌های مهم آنها است. در صنعت سعی می‌شود که چه در هنگام تولید منسوجات و چه در مصرف آنها، میزان شارژ الکتریسیته ساکن در الیاف را کاهش دهند. به عنوان یک قاعده کلی هر چه میزان رطوبت محیط و جذب رطوبت الیاف بیشتر باشد، شارژ الکتریسیته ساکن در الیاف کمتر است. یکی از روش‌های کاهش شارژ الکتریسیته ساکن در البسه و پوشاک، استفاده از نرم‌کننده‌هایی است که معمولاً در حین شست‌وشو به مواد شوینده اضافه می‌کنند. شارژ الکتریسیته ساکن در الیاف، هم حین تولید نخ، پارچه و دوخت و دوز لباس مشکل ایجاد می‌کند و هم در زمان مصرف، مثل پوشیدن لباس، راه رفتن روی فرش، نشستن بر روی مبل.

اما از نظر هدایت الکتریکی، معمولاً همه الیاف نساجی عایق الکتریسیته هستند و جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند. البته میزان عایق بودن الکتریکی الیاف مختلف متفاوت از یکدیگر است.

■ **مقاومت کششی الیاف:**

مقاومت یا استحکام کششی الیاف نساجی یکی از ویژگی‌های اصلی آنها است. توصیه می‌شود که هنرآموزان الیافی را که برای نمایش به کلاس آورده‌اند در اختیار هنرجویان قرار داده تا آنها با کشیدن و پاره کردن، مقاومت الیاف را با یکدیگر مقایسه کنند.

■ **نمره لیف:** نمره یک لیف نشانگر کلفتی و نازکی آن لیف است. اما، بعدی از لیف که نشان‌دهنده کلفتی و نازکی آن باشد در واقع قطر لیف است. قطر الیاف مورد استفاده در نساجی چنان کم است که بیان و کار کردن با آنها در محاسبات بسیار دشوار است. لذا به‌جای بیان قطر برای ظرافت، از چاقی (نشان‌دهنده کلفتی و ضخامت است) و لاغری (نشان‌دهنده نازکی و ظرافت است) لیف برای بیان نمره یا ظرافت استفاده می‌شود. دو عامل برای بیان چاقی و لاغری مثلاً یک شخص

استفاده می‌شود. این دو عامل عبارت‌اند از جرم یا وزن جسم و دیگری طول یا قد جسم. هیچگاه با دانستن وزن یک شخص نمی‌توانیم بگوییم که آن شخص چاق است یا لاغر. چون زمانی با دانستن وزن شخصی می‌توانیم چاقی یا لاغری او را بیان کنیم که قد (طول) او را نیز بدانیم. برای همین در محاسبه و بیان نمره لیف از دو ویژگی آن یعنی جرم و طول استفاده می‌شود، و در استفاده از این دو ویژگی دو روش کلی که به سیستم‌های نمره‌گذاری معروف هستند استفاده می‌شود، یکی روش یا سیستم مستقیم و دیگری روش یا سیستم غیرمستقیم.

در سیستم نمره‌گذاری مستقیم مثل دنیر، میکروگرم بر اینچ و تکس که مقدار جرم در طول معینی می‌باشد، هر چه نمره لیف بیشتر باشد، نشان‌دهنده قطر بیشتر لیف است و برعکس. اما در سیستم غیرمستقیم مثل نمره‌گذاری انگلیسی برای نخ (Ne) که مقدار طول در یک جرم معین می‌باشد، هر چه نمره لیف (نخ) بیشتر باشد، نشان‌دهنده قطر کمتر لیف (نخ) است.

لازم است طرز محاسبه نمره الیاف و تبدیل نمرات به یکدیگر در کلاس تدریس شود.

■ **اثر کشش بر الیاف:** کشش یعنی وارد کردن نیروی محوری بر الیاف. وقتی الیاف کشیده می‌شوند، بر آنها نیرو وارد می‌شود و طول الیاف بلندتر (کشیده) شده و ضخامت آنها کم می‌شود. در اثر کشش زنجیرهای مولکولی و کریستال‌های موجود در لیف کشیده شده و در جهت محور لیف قرار می‌گیرند. (متمایل به هم محور شدن با لیف می‌گردند).

کشش سبب افزایش طول الیاف می‌شود که به طول اضافه شده در اثر کشش، افزایش طول می‌گویند و به نسبت افزایش طول به طول اوّلیه لیف، افزایش طول نسبی می‌گویند. هرگاه به لیف نیروی کششی وارد شود و کشش به‌تدریج زیاد شود، افزایش طول لیف نیز متناسب با زیاد شدن کشش وارده و ویژگی لیف زیاد می‌شود. با زیاد شدن نیروی کششی وارده به لیف، در نهایت لیف پاره می‌شود. نیرویی که سبب پارگی لیف می‌شود را نیروی پارگی یا به تعبیری مقاومت یا استحکام لیف می‌نامند. و به افزایش طول در هنگام پارگی لیف، افزایش طول تا حد پارگی یا افزایش طول گسیختگی می‌گویند.

■ **خاصیت ارتجاعی یا الاستیسیته الیاف:** چنان‌که توضیح داده شده است، وقتی به الیاف نیروی کششی وارد می‌شود، طول الیاف بیشتر می‌شود، و وقتی نیروی کششی الیاف حذف شود، تمام یا بخشی از افزایش طول برمی‌گردد. به بازگشت طول یک لیف کشیده شده به حالت اوّل بعد از حذف کشش، خاصیت ارتجاعی یا الاستیسیته می‌گویند. خاصیت ارتجاعی الیاف نساجی را می‌توانید در کلاس و با کشیدن الیاف در بین انگشتان دو دست به هنرجویان نمایش دهید.

خاصیت ارتجاعی الیاف به جنس لیف، شرایط محیطی (دما و رطوبت)، میزان

جذب رطوبت، مدت زمان کشش وارده و مدت زمان افزایش طول وارده و میزان کشیده شدن لیف بستگی دارد. هر چه طول زمان افزایش طول اعمال شده بیشتر باشد، میزان برگشت‌پذیری کمتر می‌شود.

نکات بهداشتی، ایمنی و محیط‌زیستی

- **نکات بهداشتی:** هنرجویان در همه مراحل کار با مواد، نکات بهداشتی را رعایت نموده و مراقب باشند تا موادی مثل گلیسیرین بر روی ابزارهای آزمایشگاهی، پوست بدن و لباس نریزند.
- **نکات ایمنی:** لازم است به هنرجویان نحوه کار کردن با صفحه فلزی نمونه‌گیری شکل سطح مقطع عرضی الیاف که قطعهٔ فلزی است آموزش داده شود تا از بریدن دست آنها پیشگیری شود.

در برش مقطع الیاف بر روی صفحه فلزی دقت شود، و به دقت از وسایل آزمایشگاهی مراقبت شود و مراقب اتصالات الکتریکی و برقی وسایل آزمایشگاهی باشند.

فعالیت عملی سوم

مواد مورد نیاز

در این جلسه فقط به الیاف پنبه پرداخته می‌شود. لذا لازم است همه مطالب مربوط به الیاف پنبه، کشت، فرایندهای تولید و مصرف آن باشد. پیشنهاد می‌شود که برای آشنایی هنرجویان مواد زیر تهیه شود:

۱. بوته و غوزه گیاه پنبه
۲. الیاف پنبه جین نشده (همراه با پنبه دانه)
۳. الیاف پنبه جین شده
۴. پنبه دانه
۵. فتیله، نیمچه نخ و نخ پنبه‌ای
۶. پارچه‌های پنبه‌ای

وسایل مورد نیاز

وسایل مورد نیاز به شرح زیر می‌باشد:

۱. پارچه ماهوتی یا پشمی تیره
۲. کبریت یا فندک
۳. طشت آب
۴. میکروسکوپ

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

۱ عکس / پوستر / اسلاید/ فیلم از مزرعه پنبه
۲ عکس / پوستر از نمونه غوزه پنبه
۳ عکس / پوستر از الیاف پنبه جین نشده
۴ عکس / پوستر از علل الیاف پنبه
۵ عکس / پوستر از خطوط تولید نخ پنبه‌ای

فضای مورد نیاز

این جلسه را هم می‌توان در کلاس درس برگزار کرد هم در فضای آزمایشگاهی. البته توصیه می‌شود در صورت امکان در مکانی برگزار شود که امکانات استفاده از عکس، اسلاید، پوستر و دیگر وسایل کمک آموزشی وجود داشته باشد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

پنبه از الیاف گیاهی است و ماده اوّلیه آن سلولز است. سلولز پلیمری است طبیعی که از اتم کربن، اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده است. نمونه بارز از مواد سلولزی تنه و شاخه‌های درختان، ساقه‌های گیاهان، کاغذ و چوب می‌باشد.
پنبه در مناطق مختلف ایران از جمله مازندران، گلستان، آذربایجان، کرمان و سمنان کشت می‌شود. پنبه مصارف مختلفی مثل لباس و پوشاک، پارچه‌های خانگی، پرده و رومیزی، دستمال، منسوجات صنعتی، بهداشتی، پزشکی، و... دارد. کارخانه‌های زیادی در ایران در امر تولید نخ و پارچه‌های پنبه‌ای فعالیت دارند.
نژاد پنبه ایران از نژاد آسیایی و هندی است که از نوع الیاف با طول کوتاه است. به طوری که در صنایع ریسندگی پنبه ایرانی را شانه نمی‌زنند و از آنها فقط در تولید نخ کارد شده استفاده می‌شود. بهترین پنبه‌هایی که در جهان کشت می‌شوند پنبه نژاد آپلند است که در مصر و امریکا کشت می‌شوند. از پنبه ایرانی به دلیل دارا بودن طول کوتاه نمی‌توان نخ خیلی ظریف تولید کرد.
کاشت پنبه در فصل زمستان و برداشت پنبه در اواخر بهار و اوایل تابستان انجام می‌شود. پنبه نیز مثل گیاهان دیگر نیاز به آبیاری، کود و سم‌پاشی دارد. یکی از آفات پنبه عسلک پنبه است که برای از بین بردن آن حتماً مزارع پنبه باید سم‌پاشی شوند.
گیاه پنبه دارای شاخه‌هایی است که بر روی شاخه‌های اصلی آنها شاخه‌های فرعی نیز رشد می‌کنند. گل و غوزه پنبه بر روی شاخه‌های اصلی و فرعی این گیاه تشکیل می‌شوند. غوزه پنبه حاوی هزاران لیف پنبه است که الیاف پنبه از روی پنبه دانه‌هایی که در داخل غوزه هستند رشد می‌کنند. الیاف پنبه در داخل غوزه باز نشده به‌صورت فشرده و نرم و لطیف و مرطوب و براق هستند، غوزه پنبه وقتی

بر روی بوته قرار دارد به تدریج رشد می‌کند و باز می‌شود و الیاف داخل آن نیز از حالت فشرده در می‌آیند و متمایل به رنگ سفید، تغییر رنگ می‌دهند.
برداشت پنبه از مزرعه پنبه به دو روش دستی یا ماشینی می‌تواند انجام شود. معمولاً کیفیت پنبه‌ای که به‌صورت دستی چیده یا برداشت می‌شود بهتر از کیفیت پنبه برداشت شده به وسیله ماشین است، چون در روش دستی، کارگر می‌تواند پنبه رسیده را از غوزه‌های تازه باز نشده تشخیص دهد و از روی غوزه‌های باز شده فقط الیاف رسیده و آماده برداشت را می‌چیند و در این صورت چیدن یا برداشت پنبه می‌تواند در چند مرحله انجام شود. از طرفی در برداشت پنبه به‌صورت دستی، چون برداشت به وسیله کارگر انجام می‌شود، از ورود ناخالصی‌ها (مثل برگ پنبه، اجزای چوبی گیاه و کاسه غوزه) به داخل الیاف جلوگیری می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود که پنبه برداشت شده به وسیله دست یا کارگر تمیز تر از پنبه برداشت شده به وسیله ماشین باشد. الیاف پنبه بعد از برداشت از مزارع پنبه به همراه تخم پنبه یا پنبه‌دانه هستند. لذا برای جدا کردن الیاف پنبه از پنبه‌دانه، پنبه‌های برداشت شده را به کارخانه‌های جین یا پنبه پاک کنی حمل می‌کنند. کارخانه‌های پنبه پاک کنی وظیفه جین کردن یا جدا کردن پنبه دانه و ناخالصی‌های گیاهی از الیاف پنبه و درجه‌بندی و بسته‌بندی (عدل‌بندی) الیاف پنبه را به عهده دارند.

جین کردن پنبه

به عمل جدا کردن پنبه‌دانه و ضایعات گیاهی از الیاف پنبه جین کردن یا پنبه پاک‌کنی گفته می‌شود. در ایران به کارخانه‌های جین، کارخانه پنبه پاک کنی گفته می‌شود و معمولاً این کارخانه‌ها در مناطق کشت پنبه احداث می‌شوند. چنان که در کتاب درسی اشاره شده است دو نوع ماشین جین ساخته می‌شود که یکی جین اره‌ای است و دیگری جین تیغه‌ای. جین اره‌ای معمولاً برای الیاف پنبه با طول کوتاه استفاده می‌شود، و جین تیغه‌ای نیز بیشتر برای الیاف با طول بلند. دلیل استفاده از جین تیغه‌ای برای الیاف با طول بلند این است که این نوع ماشین‌های جین آسیب کمتری به الیاف بلند می‌زنند و شکستگی و پارگی کمتری برای الیاف پنبه در آنها اتفاق می‌افتد.
محصول اصلی کارخانه‌های پنبه پاک کنی یا ماشین‌های جین به سه دسته الیاف پنبه، پنبه‌دانه و الیاف کوتاه پنبه که به لینتر پنبه معروف است تقسیم می‌شود. الیاف پنبه این کارخانه‌ها پس از درجه‌بندی از نظر طول، رنگ و میزان تمیزی، عدل‌بندی شده و برای ریسندگی و تولید نخ به فروش می‌رسد. پنبه‌دانه حاصل از جین کردن پس از بسته‌بندی به کارخانه‌های روغن‌کشی حمل می‌شود. در آن کارخانه‌ها، روغن پنبه‌دانه از آنها استحصال شده و روغن تولیدی برای مصارف

خوراکی و بعضی مصارف صنعتی نظیر تولید مواد بهداشتی مثل صابون مورد استفاده قرار می‌گیرد. تفاله حاصل از عملیات روغن‌کشی پنبهٔ دانه نیز به‌صورت کیک یا چیپس در آمده و صرف خوراک دام می‌گردد. ضمناً، گاهی‌اوقات پنبه دانه حاصل به‌صورت مستقیم نیز برای خوراک دام و چهارپایان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الیاف کوتاه و ضایعات دیگر حاصل از کارخانجات پنبه پاک‌کنی صرف پر کردن مبل، تشک، بالش و بعضی مصنوعات حجمی و تزئینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از دیگر مصارف الیاف کوتاه پنبه یا لینتر حاصل از کارخانه‌های جین، استفاده آنها در صنایع تولید الیاف بازیافته سلولزی مثل الیاف ویسکوز ریون، پلی‌نوزیک، کوپرآمونیوم و ساخت کاغذهای ویژه (کاغذ بعضی اسکناس‌ها) در کارخانجات کاغذسازی می‌باشد.

ساختمان فیزیکی پنبه

پنبه یک لیف تک سلولی است و ساختمان آن نیز فیبریلی است. در هر لیف پنبه از پیوندهای جانبی‌ای که بین چند زنجیر سلولز ایجاد می‌شود، یک میکروفیبریل شکل می‌گیرد. از کنار هم قرار گرفتن چند میکروفیبریل یک فیبریل تشکیل می‌شود و در الیاف پنبه، میکروفیبریل‌ها و فیبریل‌ها تقریباً به موازات محور لیف (طول لیف) قرار دارند. هر چه توازی میکروفیبریل‌ها و فیبریل‌ها با محور لیف پنبه بیشتر باشد، مقاومت و استحکام لیف نیز بیشتر است.

نمای طولی و عرضی الیاف پنبه

تا زمانی که غوزه پنبه باز نشده باشد الیاف پنبه به‌صورت لوله‌ای صاف و براق و به‌صورت به هم فشرده در داخل غوزه قرار دارند. وقتی که غوزه باز می‌شود، الیاف به رشد خود ادامه می‌دهند و به تدریج خشک می‌شوند. با خشک شدن الیاف پنبه، شکل لوله‌ای الیاف که مقطع آنها تقریباً به‌صورت دایره و گرد است جمع می‌شود و دیواره لیف چروک می‌شود و شکل مقطع لیف به‌صورت کلیه یا لوبیا (لوبیایی) در می‌آید و خارج شدن رطوبت و آب از بدنه لیف باعث می‌شود که لیف پنبه در طول دچار پیچش شود و در نهایت لیف خشک پنبه به‌صورت نواری که به دورش پیچیده شده است (چند پیچش در طول لیف) در می‌آید.

مقطع عرضی لیف پنبه به سه قسمت تقسیم می‌شوند. اوّلین قسمت لایه یا پوسته خارجی است که کل طول لیف را در بر می‌گیرد و بر روی آن به وسیله نوعی چربی یا واکس پوشیده است. این لایه در واقع ضخامت بسیار کمی دارد و به عنوان محافظ لیف پنبه می‌باشد. دومین قسمت لایه میانی است. این لایه خود از لایه‌های متداخل که به‌صورت زاویه‌دار بر روی هم قرار گرفته‌اند تشکیل می‌شود

و قسمت اصلی لیف همین لایه می‌باشد. هر چه ضخامت لایه میانی بیشتر باشد، کیفیت لیف بهتر است. سومین قسمت از مقطع عرضی لیف، کانال میانی یا لومن می‌باشد که در واقع مجرای رساندن آب و غذا به لیف در هنگام رشد می‌باشد.
لازم است در این جلسه و با استفاده از میکروسکوپ نمونه‌های طولی و عرضی از الیاف پنبه تهیه شود تا هنرجویان نمای طولی و عرضی پنبه را به وسیله میکروسکوپ مشاهده کنند.

■ **طول الیاف پنبه:** طول لیف پنبه یکی از شاخصه‌های مهم این لیف می‌باشد. هر چه طول الیاف پنبه بیشتر باشد، پنبه از کیفیت بهتری برخوردار است. ضمناً الیاف پنبه هرچه طول بلندتری داشته باشند، ضخامت آنها کمتر و ظرافت آنها بیشتر است. از الیاف با طول بلندتر می‌توان نخ ظریف‌تری تولید کرد و هرچه طول الیاف بیشتر باشد، نخی که از آنها ریسیده می‌شود یکنواخت‌تر است. پنبه ایرانی از نوع الیاف با طول کوتاه است و طول مؤثر آنها (طولی که تنظیمات ماشین‌آلات ریسندگی براساس آن انجام می‌شود.) در حدود ۲۸mm است. طول الیاف پنبه به نژاد، شرایط کاشت و داشت (مزرعه و مزرعه‌داری) و شرایط آب و هوایی بستگی دارد.
از دیگر شاخصه‌های الیاف پنبه ظرافت این الیاف است. هرچه لیف پنبه ظریف‌تر باشد، کیفیت آن بهتر است. پارچه تهیه شده از الیاف ظریف‌تر، لطیف‌تر و نرم‌تر است. ظرافت الیاف را بر حسب دنیر یا میکرونر که بر حسب میکروگرم در یک اینچ از طول لیف است بیان می‌کنند.
رنگ الیاف پنبه از شاخصه‌های کیفیتی آن است. رنگ پنبه هر چه روشن‌تر یا سفیدتر باشد بهتر است. یکی از شاخصه‌های درجه‌بندی پنبه، رنگ پنبه است. رنگ پنبه علاوه‌بر نژاد به شرایط کشت و آب و هوایی و نگهداری پنبه نیز بستگی دارد.
ملاک و شاخص رشد و تکامل لیف پنبه تحت عنوان رسیدگی بیان می‌شود. از نظر رسیدگی الیاف پنبه به سه دسته الیاف رسیده، نارس و الیاف مرده تقسیم می‌شوند. رسیدگی پنبه در واقع نشان‌دهنده میزان رشد دیواره لیف پنبه است. هر چه رشد دیواره لیف پنبه و ضخامت دیواره بیشتر باشد، لیف رسیده‌تر است. رسیدگی الیاف پنبه را از روی رشد دیواره و نسبت مساحت دیواره به مساحت کل سطح مقطع لیف پنبه سنجیده و بیان می‌کنند.
از مهم‌ترین عیوب الیاف نارس عدم رنگ‌پذیری یا کم بودن رنگ‌پذیری آنها، ایجاد نپ، و کاهش استحکام نخ است.
الیاف پنبه خاصیت ارتجاعی و بازگشت‌پذیری کمی دارند، برای همین پارچه‌های پنبه‌ای خالص نیز خاصیت ارتجاعی و الاستیک پایینی دارند. بنابراین، این ویژگی

باعث می‌شود که لباس‌های پنبه‌ای وقتی پوشیده می‌شوند و تحت کشش اندام‌های بدن قرار می‌گیرند به طور کامل به حالت اوّل بر نگردند و این لباس‌ها در سر زانو، سر آرنج‌ها و باسن جا انداخته و به اصطلاح کیسه‌ای شوند.
الیاف پنبه در اثر جذب آب و رطوبت، طول و ابعادشان زیاد می‌شود یا به اصطلاح متورم می‌شوند. تورم الیاف پنبه در پارچه باعث می‌شود که وقتی که این الیاف آب و رطوبت جذب می‌کنند، نفوذپذیری آن پارچه‌ها کمتر می‌شود. بعضی از شیلنگ‌های آب آتش‌نشانی از پارچه‌های پنبه‌ای متراکم ساخته می‌شوند و وقتی آب در این شیلنگ‌ها جاری می‌شود، تورم الیاف پنبه سبب بسته شدن منافذ شیلنگ پارچه‌ای شده و آب از داخل آنها به بیرون تراوش نمی‌کند.
الیاف پنبه از الیاف مقاوم نساجی است و جذب رطوبت سبب افزایش استحکام و بیشتر شدن افزایش طول تا حد پارگی این الیاف می‌شود. جذب رطوبت الیاف پنبه اگرچه سبب شکستن اتصالات بین زنجیرهای مولکولی می‌شود، ولی اتصالات شکسته شده در مکان‌های جدیدی پیوند برقرار می‌کنند که پیوندهای جدید استحکامشان بیشتر از اتصالات قبلی است.
رطوبت جذب شده به وسیله الیاف پنبه به عنوان یک ماده روغن‌کاری‌کننده بین زنجیرهای پلیمر عمل می‌کند و سبب می‌شود که این زنجیرها تحت‌تأثیر نیروهای کششی آسان‌تر بر روی یکدیگر بلغزند. بنابراین، جذب آب و رطوبت سبب زیاد شدن افزایش طول تا حد پارگی الیاف پنبه و کاهش مدول کششی و پیچشی در آنها می‌شود.
عوامل خارجی نظیر مواد شیمیایی مانند اسیدها، بازها، مواد اکسیدکننده و احیاکننده، نور، رطوبت، حرارت و... اثرات مختلفی بر روی الیاف پنبه دارند. یکی از عواملی که بر روی الیاف پنبه تأثیر می‌گذارند، قارچ‌ها هستند. اگر پنبه در شرایط نامطلوب و مرطوب و گرم نگهداری شود، قارچ‌هایی بر روی آن رشد می‌کنند که این قارچ‌ها رنگ الیاف یا پارچه پنبه‌ای را تغییر داده و کیفیت آنها را تنزل می‌دهند.
پارچه‌های پنبه‌ای بسیار مناسب دوخت لباس و پوشاک و پارچه‌های خانگی هستند. به دلیل طبیعی بودن الیاف پنبه، لباس‌ها و پوشاک تهیه شده از پارچه‌های پنبه‌ای ایجاد حساسیت در بدن نمی‌کنند و الیاف پنبه به خوبی به وسیله عوامل بیولوژیکی تجزیه شده و به طبیعت برمی‌گردد و آسیبی به محیط‌زیست نمی‌زند. امروزه به دلیل افزایش جمعیت بر روی کره زمین و نیاز بیشتر به غذا برای این جمعیت انسانی سبب شده است که زمین‌های زیر کشت پنبه تبدیل به مزارع غلات و دیگر گیاهان غذایی شود. از این‌رو، تولید و مصرف پنبه سال به سال در جهان رو به کاهش است و این الیاف جای خود را به الیاف مصنوعی می‌دهند.

فعالیت عملی چهارم

مواد مورد نیاز

از آنجا که این جلسه به الیاف گیاهی غیرپنبه‌ای مربوط می‌شود، لذا لازم است نمونه‌ای از انواع الیاف گیاهی غیرپنبه‌ای برای نمایش و دیدن مناظر طولی و عرضی آنها در زیر میکروسکوپ به کلاس آورده شوند. مواد لازم به شرح زیر می‌باشد:

۱ الیاف کتان
۲ الیاف کنف / جوت
۳ الیاف سیسال
۴ ترکه از درخت توت یا هر درخت دیگر
۵ نخ و پارچه تهیه شده از کتان، کنف، جوت و سیسال

وسایل مورد نیاز

وسایل مورد نیاز به شرح زیر می‌باشد:

۱ پارچه ماهوتی یا پشمی تیره
۲ کبریت یا فندک
۳ طشت آب
۴ میکروسکوپ

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

۱ عکس / پوستر / اسلاید/ فیلم از مزارع کتان، کنف، جوت و سیسال
۲ عکس / پوستر / اسلاید / فیلم از کتان، کنف، جوت و سیسال برداشت شده
۳ عکس / پوستر / اسلاید/ فیلم از الیاف کتان، کنف، جوت و سیسال
۴ عکس / پوستر / اسلاید / فیلم از عملیات رتینگ، فراوری و ریسندگی الیاف کتان، کنف، جوت و سیسال

فضای مورد نیاز

این جلسه باید در جایی برگزار شود که امکان استفاده از مواد و تجهیزاتی که به آنها اشاره شده است وجود داشته باشد. بنابراین این جلسه را می‌توان هم در کلاس درس برگزار کرد و هم در محیط آزمایشگاه. با این حال می‌توان مدت زمان کلاس را به دو بخش تقسیم کرد که بخش اوّل در کلاس درس برگزار شود و بخش دوم در محیط آزمایشگاه.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

■ **کتان:**
کتان نوعی لیف گیاهی است که گیاه آن نیز به همین نام نامیده می‌شود. در زبان انگلیسی کتان، فلکس (flax) نامیده می‌شود. این گیاه سابقاً در ایران کشت می‌شد و الیاف آن صرف ریسیدن نخ به‌صورت دستی قرار می‌گرفت و نخ تهیه شده از آن نیز برای تهیه لباس، شمد و رواندار مورد مصرف قرار می‌گرفت. اکنون این گیاه در ایران در بعضی از مناطق روستایی به‌صورت محدود کاشته می‌شود و الیاف آن به مصرف بافت بافته‌های سنتی و صنایع دستی می‌رسد. کتانی که در ایران کشت می‌شود، الیاف آن به‌صورت دستی از ساقه آن جدا می‌شود و به‌صورت دستی و سنتی فراوری و تبدیل به نخ می‌شود. امروزه کتان عمدتاً در اروپا کشت می‌شود.

■ **رتینگ یا جداسازی الیاف از ساقه کتان:** در مقیاس صنعتی، جداسازی پوست گیاه کتان که حاوی الیاف کتان است به وسیله رتینگ از ساقه گیاه انجام می‌شود. برای نشان دادن چگونگی عمل جداسازی پوست یا الیاف از بخش چوبی ساقه می‌توانید از یک ترکه از درخت استفاده کنید و پوست آن را از قسمت چوبی جدا کرده و الیاف آن را مورد مشاهده قرار دهید.

در واقع در عملیات رتینگ، شیره گیاهی چسباننده پوست و قسمت چوبی گیاه به یکدیگر در آب یا حلال دیگری حل می‌شود و جداسازی پوست و الیاف از قسمت چوبی به راحتی انجام می‌شود. همه الیاف ساقه‌ای به وسیله رتینگ از بخش چوبی ساقه خود جدا می‌شوند. پنج روش رتینگ وجود دارد که هر یک مزایا و معایبی دارند. ولی معمولاً در ایران که کشت کتان به‌صورت سنتی و محدود کشت و فراوری می‌شود، در واقع هیچ عملیات رتینگی صورت نمی‌گیرد، و الیاف (پوست) کتان به‌صورت دستی از ساقه جدا می‌شوند، سپس الیاف دسته شده، شانه می‌شوند و بعد از چند بار شست‌وشو و شانه‌زنی به‌صورت دستی ریسیده شده و به نخ تبدیل می‌شوند.

■ **جداسازی الیاف از ساقه کتان:** در صنعت، بعد از رتینگ که به یکی از پنج روش استخری، حوضچه‌ای، جریان آب، شبنم و شیمیایی می‌تواند انجام شود، لازم است پوست گیاه که حاوی الیاف است از ساقه جدا شود. در صنعت عمل جداسازی الیاف کتان از ساقه به‌صورت ماشینی انجام می‌شود. در این ماشین‌ها، بعد از عملیات رتینگ ساقه گیاه را از محلول رتینگ خارج کرده و به روش‌های مناسب (هوای آزاد یا ماشین‌آلات صنعتی) خشک می‌کنند. پس از خشک شدن، کتان را به ماشین‌های مخصوص جداسازی پوست از ساقه تغذیه می‌کنند. در این ماشین‌ها ساقه‌ها در بین غلتک‌هایی خرد می‌شوند و پس از خرد شدن بخش

چوبی ساقه، خرده‌های ساقه از الیاف جدا می‌شوند. الیاف کتان پس از تغذیه به ماشین‌های دیگر ناخالصی‌های آنها خارج شده و سپس الیاف شانه شده و الیاف ضخیم از ظریف جدا و آماده ریسندگی و تولید نخ می‌شوند.
طول الیاف کتان نسبت به طول الیاف پنبه بسیار بلند و از ۹۰ـ۴۰ سانتی‌متر است. رنگ الیاف کتان طلایی متمایل به قهوه‌ای است و در صورت آسیب الیاف کتان در مرحله رتینگ، رنگ آن به قهوه‌ای می‌گردید. الیاف کتان براق‌تر از الیاف پنبه هستند و مقاومت آنها نیز از الیاف پنبه بیشتر است ولی انعطاف‌پذیری آنها از الیاف پنبه کمتر است. رنگ‌رزی الیاف کتان مثل پنبه است ولی به راحتی رنگ‌رزی الیاف پنبه نیست. الیاف کتان هم به‌صورت خشک ریسندگی می‌شوند و هم به‌صورت تر. برای تولید نخ‌های ظریف از الیاف کتان، ریسندگی این الیاف به‌صورت تر انجام می‌شود. دلیل استفاده از روش تر برای ریسندگی کتان آن است که انعطاف‌پذیری این الیاف تحت اثر آب داغ بیشتر شود و به راحتی از روی یکدیگر بلغزند و تاب به راحتی به ساختمان نخ اعمال شود. از مصارف مهم کتان، استفاده در البسه و پوشاک، پرده، رومیزی، دستمال و بعضی منسوجات صنعتی و طناب‌ها است.

کنف

کنف از الیاف سلولزی و ساقه‌ای است. کنف به‌صورت محدود در کشور کشت می‌شود. عمده مراکز تولید کنف در شبه قاره هند، آمریکا، اروپا و افریقا است. الیاف کنف به مصارف پوشاک، پرده، رومیزی و منسوجات صنعتی و تولید طناب و گونی می‌رسند.

جوت یا چتایی

مراکز اصلی تولید جوت در شبه قاره هند و کشور پاکستان و بنگلادش می‌باشد. عمده مصرف جوت در تولید طناب، گونی و منسوجات صنعتی مثل فیلتر می‌باشد. بیشترِ مصرف جوت در ایران برای پود فرش ماشینی است که از منابع خارجی (عمدتاً از بنگلادش) تهیه می‌شود. از دیگر مصارف پارچه‌های بافته شده از نخ جوت در ایزولاسیون، بسته‌بندی محصولات کشاورزی و صنعتی، مصارف ساختمان‌سازی و کشاورزی و تولید فیلترهای بی‌بافت می‌باشد. گونی‌های مورد استفاده در قیرگونی‌ها و ایزوگام‌های بام پوش از جنس جوت می‌باشد.

رامی یا علف چینی

مصرف رامی در کشور کم است و رامی فقط از طریق واردات محصولات ساخته شده ممکن است وارد کشور شوند.

الیاف سیسال

الیاف سیسال از نوع الیاف برگی هستند. گیاه آگاوسیسالانا که الیاف سیسال از آن گرفته می‌شوند در مناطق گرم و مرطوب استوایی پرورش داده می‌شوند و این گیاه شبیه به گیاه یوکا می‌باشد که در ایران به عنوان گیاه تزئینی مورد استفاده

قرار می‌گیرد. نخ‌هایی که از الیاف سیسال تهیه می‌شوند معمولاً به مصرف تولید نخ‌های کلفت و طناب می‌رسند که بیشتر مصارف صنعتی دارند و در بسته‌بندی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. از دیگر مصارف سیسال استفاده آنها در تولید کفپوش‌های ضخیم و پادری‌ها می‌باشد و از الیاف آنها در تولید بی‌بافت‌های ویژه فیلترها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از مصارف مهم طناب‌های از جنس سیسال استفاده آنها در حاشیه تور ماهیگیری و تورهای دریایی و کشاورزی است که نگهداری و مهار تورها را به عهده دارند.

نکات زیست‌محیطی

اصولاً کلیه محصولات و منسوجات تهیه شده از الیاف گیاهی و از جمله همه الیاف گیاهی غیرپنبه، دوست‌دار محیط‌زیست هستند، چون اگر در طبیعت رها شوند به راحتی تجزیه شده و به طبیعت برمی‌گردند. در تهیه البسه و پوشاک باید سعی شود تا امکان استفاده از الیاف طبیعی وجود دارد، از الیاف مصنوعی استفاده نکرد. البته اگرچه این امر امکان‌پذیر نیست، ولی توصیه می‌شود که لباس‌هایی که مستقیماً با پوست بدن در تماس هستند، از الیاف طبیعی تهیه شوند.

فعالیت عملی پنجم

مواد مورد نیاز

این جلسه به شناسایی الیاف نساجی از طریق سوزاندن اختصاص دارد. لذا لازم است ابتدا الیافی را که از قبل می‌شناسیم تهیه و مورد آزمایش قرار دهیم. موادی که برای این جلسه مورد نیاز هستند عبارت‌اند از:

۱ انواع الیاف گیاهی (پنبه، کنف، کتان، جوت و...)
۲ انواع الیاف حیوانی (پشم، ابریشم)
۳ الیاف بازیافته (ویسکوزریون، دی‌استات سلولز و تری‌استات سلولز)
۴ الیاف مصنوعی (پلی‌استر، نایلون، اکریلیک، پلی پروپیلن و...)
۵ پودر یا تکه‌های لوله PVC

وسایل مورد نیاز

۱ کبریت / فندک
۲ چراغ الکلی / چراغ بونزن (گازی)
۳ طشت آب
۴ گیره

وسایل کمک آموزشی

برای تدریس این جلسه می‌توان از عکس، پوستر، اسلاید و به ویژه فیلم استفاده کرد. از آنجا که در محل‌های زندگی ما، وسایل حمل‌ونقل، مراکز عمومی، اجتماعی و فرهنگی از منسوجات مختلف استفاده می‌شود، لذا مناسب است که فیلمی از سوختن انواع منسوجات، عملیات آتش‌نشانی توسط مأموران آتش‌نشانی برای هنرجویان به نمایش گذاشته شود تا کیفیت سوختن و شعله ور شدن منسوجات و خاصیت ضدحریق و ضدشعله بودن لباس ایمنی آتش‌نشانان را هنرجویان مشاهده و مقایسه نمایند.

فضای مورد نیاز

بخش نظری این جلسه لازم است در کلاس درس برگزار شود، و بخش عملی این جلسه در فضای آزمایشگاه اجرا شود. از آنجا که در این جلسه الیاف سوزانده می‌شوند، لازم است عمل سوختن الیاف در زیر هود یا در فضای آزمایشگاه که مجهز به هواکش قوی که دارای قدرت مکش بالا است انجام شود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

در ابتدا لازم است در شروع جلسه نکاتی را که در کتاب درسی تحت عنوان «نکته» مطرح شده است برای هنرجویان بازگویی / یادآوری شود.

تقریباً همه مواد نساجی و به ویژه آنهایی که در البسه، پوشاک و پارچه‌های خانگی مورد استفاده قرار می‌گیرند، آتش‌گیر هستند و در صنعت برای اینکه منسوجات را ضدآتش، ضدشعله یا دیرسوز کنند از مواد تکمیلی ضدآتش‌کننده در منسوجات استفاده می‌کنند. برخی منسوجات مانند کفپوش هواپیما، روکش صندلی سینماها و تئاترها و کفپوش‌های سالن‌های اجتماعات باید در مقابل حریق و شعله مقاوم باشند. یعنی اینکه در مقابل نفوذ آتش پایداری نمایند. ولی بعضی از پوشاک مثل لباس کار کارگرانی که در کارخانجات ذوب فلز (آهن، مس و...) ریخته‌گری، و کارگرانی که با آتش و شعله و دما و حرارت بالا سر و کار دارند علاوه‌بر تکمیل ویژه برای پایداری در مقابل پاشش مذاب و شعله از نظر طراحی و دوخت لباس باید به گونه‌ای باشند که از نظر فیزیکی از نفوذ حرارت به داخل لباس محافظ و رسیدن آن به بدن جلوگیری نمایند.

اما در کنار پارچه‌های مقاوم در مقابل آتش و شعله، لازم است که لباس‌ها و پوشاکی وجود داشته باشند که علاوه بر مقاومت و پایداری درمقابل آتش و شعله، قابلیت آتش‌گیری و شعله‌ور شدن را نیز نداشته باشند، اصطلاحاً به این لباس‌ها، لباس‌های نسوز گفته می‌شود که مخصوص مأموران آتش‌نشانی است. نسوز بودن

(و نه دیر سوز بودن) این لباس‌ها برای آن است که این لباس‌ها را کسانی باید بپوشند که با آتش مبارزه نمایند و نه اینکه در صورت نزدیک شدن آتش و شعله به آنها، پناه بگیرید و از آن فرار کنند. وظیفه خطیر آتش‌نشانان علاوه‌بر خاموش کردن آتش، نجات جان، مال و اموال و سرمایه شهروندان، کسب مهارت در آسیب ندیدن از شعله و حرارت، نجات گرفتارشدگان در آتش و شعله است و از این‌روست که باید شجاعانه به دل آتش بزنند و افراد را نجات دهند.

الیاف نساجی وقتی درمقابل حرارت قرار می‌گیرند، اثرات حرارت و شعله بر روی آنها بستگی به جنس آن الیاف و عناصر تشکیل‌دهنده یا مواد تکمیلی بر روی آنها (الیاف، نخ یا پارچه) بستگی دارد. مثلاً وقتی بعضی از الیاف تحت اثر حرارت بگیرند تغییر رنگ می‌دهند و یا بویی از آنها به مشام می‌برسد. برخی الیاف در اثر حرارت ذوب می‌شوند ولی دسته‌ای از الیاف ذوب نمی‌شوند ولی می‌سوزند یا به تعبیری تجزیه می‌شوند. وقتی الیاف آتش می‌گیرند و شعله‌ور می‌شوند، رنگ شعله آنها بستگی به جنس آنها خواهد داشت که ناشی از اتم‌ها و ترکیبات موجود در ساختمان آن الیاف است. وقتی که الیاف نساجی می‌سوزند، مثل بقیه مواد، از خود خاکستر به جای می‌گذارند که نوع و کیفیت خاکستر بستگی به جنس لیف دارد. خاکستر الیاف سلولزی نرم است و به راحتی در بین انگشتان دست مثل خاکستر چوب و کاغذ له می‌شود. اما خاکستر حاصل از سوختن پشم جامد و ترد است. الیاف مصنوعی وقتی که می‌سوزند از خود یک باقی‌مانده مذاب به جای می‌گذارند که بعد از سرد شدن سفت می‌شود.

بو یکی از شاخصه‌های سوختن مواد و الیاف نساجی است. از این‌رو از روی بوی سوختن الیاف نساجی می‌توان پی به جنس یا نوع الیاف برد. مثلاً بوی سوختن الیاف گیاهی شبیه به بوی سوختن چوب و کاغذ است، یا بوی سوختن پشم و ابریشم شبیه به بوی سوختن پر پرندگان یا بوی سوختن موی انسان است. بوی سوختن الیاف مصنوعی بستگی به نوع الیاف مصنوعی دارد. مثلاً بوی سوختن الیاف نایلون شبیه به بوی کرفس تازه است، و بوی سوختن الیاف تری استات سلولز مثل بوی اسید استیک می‌باشد.

در هنگام آزمایش سوختن، لازم است هنرجویان به رفتار الیاف در مقابل شعله و سوختن توجه نمایند. مثلاً بعضی از الیاف (پلیمرها) وقتی در دمای بالا قرار می‌گیرند جمع می‌شوند یا از شعله دور می‌شوند. این پلیمرها برای بسته‌بندی می‌توانند استفاده شوند. مانند استفاده از بعضی فیلم‌های پلیمری در پلمب کردن در قوطی‌های شیشه‌ای موادغذایی یا بسته‌بندی کارتن‌ها. پدیده دور شدن الیاف به هنگام نزدیک شدن به شعله باید در هنگام آزمایش سوختن مورد توجه قرار گرفته، یادداشت و در گزارش آزمایش آورده شود.

یکی‌دیگر از مواردی که باید در هنگام آزمایش سوختن الیاف به آن توجه شود،

خودسوز یا خود اطفا بودن الیاف است. یعنی وقتی الیاف به شعله نزدیک می‌شوند (یا شعله به الیاف نزدیک می‌شود) و الیاف شروع به آتش گرفتن و شعله‌ور شدن می‌کنند، اگر از منبع شعله یا آتش (می‌تواند چوب کبریت مشتعل یا فندک روشن باشد) دور شود، آیا شعله‌وری و سوختن آن لیف ادامه می‌یابد، یا اینکه شعله آن خاموش می‌شود. ادامه شعله‌وری و سوختن الیاف با دور شدن از آتش و منبع شعله یا خاموش شدن شعله و ادامه نیافتن سوختن بعد از دوری از منبع آتش و شعله، یکی از شاخصه‌های مهم رفتار الیاف در مقابل شعله و آتش و سوختن آنها است. بعضی از الیاف وقتی که به شعله نزدیک می‌شوند، آتش می‌گیرند و شعله‌ور می‌شوند، و وقتی از شعله دور می‌شوند به شعله‌وری و سوختن ادامه می‌دهند، مثل الیاف پنبه. به اینگونه الیاف، الیاف خودسوز می‌گویند. ولی برخی از الیاف وقتی به آتش نزدیک می‌شوند، شعله‌ور شده و آتش می‌گیرند، اما وقتی از شعله یا منبع آتش دور می‌شود، آتش آنها خاموش می‌شود و شعله‌وری آنها ادامه نمی‌یابد. به این نوع از الیاف که الیاف پشم از این نوع الیاف است، مواد یا الیاف خوداطفا گفته می‌شود.

خوداطفا بودن الیاف نساجی بسیار با اهمیت است. برای بالا بردن ایمنی منسوجات مثل لباس‌ها و بعضی از منسوجات صنعتی مثل روکش صندلی هواپیما و لباس کارگرانی که در مقابل حرارت‌های بالا و شعله کار می‌کنند سعی می‌شود از الیاف خود اطفا برای تهیه آن منسوجات استفاده شود.

در صنعت نساجی برای ضدآتش و ضد شعله کردن (در واقع مقاوم کردن در مقابل شعله و آتش) از مواد تکمیلی ضدآتش‌کننده استفاده می‌شود. مواد تکمیلی ضدآتش‌کننده منسوجات معمولاً ترکیبات شیمیایی عمدتاً فسفردار هستند که این مواد در هنگام نزدیک شدن منسوج تکمیل شده به آتش، گازهایی از آنها آزاد می‌شود که مانع از رسیدن اکسیژن به منسوج می‌شود و بدین طریق از شعله‌ور شدن منسوج جلوگیری می‌شود و شعله‌ور شدن یا سوختن منسوج به تأخیر می‌افتد.

در صنعت نساجی، علاوه‌بر پارچه‌های ویژه لباس‌های محافظ که برای کارگران شاغل در محیط‌های با حرارت بالا و محیط‌هایی که در آنها شعله و مواد مذاب وجود دارد تهیه می‌شوند، منسوجاتی وجود دارند که باید در مقابل شعله و آتش مقاوم شوند. از این‌گونه منسوجات می‌توان به پارچه‌های رومبلی، کفپوش‌ها (موکت و فرش)، پرده‌ها، پارچه‌های روکش صندلی هواپیما اشاره کرد. البته همه منسوجات مورد استفاده در اماکن و محیط‌هایی که احتمال آتش‌سوزی وجود دارد، مثل تئاترها و سینماها، اتوبوس‌ها، قطارها، هواپیماها باید با مواد تکمیلی ضدآتش شوند.

پس از انجام آزمایش سوزاندن، لازم است هر هنرجو جدولی ترسیم و کیفیت

سوختن، رنگ شعله، بوی دود و... سوختن الیاف مختلف را در را در داخل جدول درج نماید. جدول ۱ جهت ثبت مشاهدات مربوط به سوختن الیاف می‌باشد.

جدول ۱ ثبت مشاهدات سوختن الیاف

مشخصات سوختن / نام لیف	رنگ شعله	بوی سوختن	رنگ دود	نوع خاکستر	ادامه سوختن بعد از دور شدن از شعله	رفتار در مقابل شعله (دور می‌شود یا نه)	

فعالیت عملی ششم

مواد مورد نیاز

مواد مورد نیاز برای این جلسه در واقع الیاف نساجی و بعضی مواد هستند که عبارت‌اند از:

۱ انواع الیاف نساجی به خصوص الیاف مصنوعی

۲ گلیسیرین یا پارافین مایع یا هر روغن مایع بی‌اثر

وسایل مورد نیاز

وسایل مورد این آزمایش به عبارت زیر می‌باشد:

۱ پنس

۲ دستگاه (جعبه) ویژه اندازه‌گیری طول الیاف

۳ دستکش

چنان‌که در داخل کتاب توضیح داده شده است هنرآموزان می‌توانند دستگاه ویژه اندازه‌گیری طول الیاف را در هنرستان بسازند یا اینکه ساخت آن را به یک کارگاه

در خارج هنرستان سفارش دهند. برای درجه‌بندی طولی بخشی از دستگاه که برای اندازه‌گیری طول مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توانید از یک خط‌کش دقیق استفاده نمایید. از آنجا که در داخل جعبه از یک لامپ فلوئورسنت استفاده می‌شود و برای روشن کردن آن نیاز به جریان برق می‌باشد، لذا در ساخت دستگاه دقت لازم در عایق‌بندی الکتریکی صورت گیرد تا از سطح ایمنی دستگاه اطمینان لازم حاصل شود.

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

در این جلسه می‌توانید از عکس، پوستر و فیلم‌های آموزشی برای هنرجویان استفاده نمایید.

فضای مورد نیاز

بخش عملی این جلسه باید در محیط آزمایشگاه و با شرایط استاندارد $20\pm2^{\circ}C$ و 60 ± 2 درصد رطوبت نسبی انجام شود، و بخش نظری این جلسه لازم است در کلاس درس برگزار گردد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

الیاف نساجی دارای محدوده طولی مختلفی هستند. الیاف طبیعی دارای تنوع طولی بسیاری هستند، چون منشأ آنها طبیعت است. ولی الیاف مصنوعی را می‌توان با هر طولی تولید کرد. اگرچه الیاف مصنوعی با یک طول از پیش تعیین شده تولید می‌شوند، با این حال الیاف موجود در یک توده شاید دارای طول یکسان نباشند، و این به دلیل برش متفاوت الیاف در هنگام تولید می‌باشد.

فاصله بین دو سر یک لیف نساجی در حالت آزاد به دلیل فر و موجی که در لیف وجود دارد و به تجعد معروف است معمولاً کمتر از طول لیف در حالت کشیده شده است. معمولاً اختلاف فاصله دو سر لیف در حالت کشیده شده (مستقیم شده) و فاصله دو سر لیف در حالت آزاد، برابر طول فر و موج یا تجعد لیف است. ملاک سنجش طول الیاف در نساجی و ریسندگی نخ، طول الیاف در حالت مستقیم شده و بدون فر و موج است. البته باید توجه داشت، معمولاً الیاف مورد استفاده در ریسندگی الیاف کوتاه و ریسندگی الیاف بلند دارای فر و موج هستند و در صنعت ساخت و تولید الیاف مصنوعی به روش‌هایی در الیاف فر و موج ایجاد می‌کنند.

اصولاً لازم است الیافی که برای تولید نخ و ریسندگی به‌کار می‌روند در محدوده یک طول معین دارای طیف طولی باشند. از این‌رو اکنون تولیدکنندگان الیاف مصنوعی مورد استفاده در ریسندگی نخ‌های ریسیده شده که به‌صورت خالص یا مخلوط با الیاف پنبه و پشم ریسیده می‌شوند، سعی می‌کنند که الیاف تولیدی آنها

دارای یک طیف طولی باشند. در این صورت برخی از الیاف که با طول بلند هستند در ساختمان اصلی نخ قرار می‌گیرند و استحکام نخ را تأمین می‌کنند و الیاف با طول کوتاه‌تر تأمین‌کننده حجم و پری نخ هستند.
با استفاده از دستگاه ساخته شده می‌توان طول فر و موج الیاف و درصد تجعد آنها را نیز محاسبه کرد. برای این کار ابتدا طول آزاد الیاف (l_1) را با اندازه‌گیری فاصله دو سر یک لیف که به‌صورت آزاد و کشیده نشده قرار دارد تعیین کنید. سپس با کشیدن دو سر لیف و اندازه‌گیری فاصله دو سر لیف کشیده شده و مستقیم شده (l_2) طول لیف مستقیم شده را تعیین نمایید. با استفاده از روابط زیر می‌توانید طول فر و موج طول تجعد لیف دو درصد تجعد لیف را محاسبه نمایید:

$$\text{طول تجعد لیف (طول فروموج)} = l_2 - l_1$$

$$\text{درصد تجعد لیف} = \frac{l_2 - l_1}{l_2} \times 100$$

در روش اندازه‌گیری طول الیاف به‌صورت تک تک، لازم است که حداقل طول ۳۰ لیف از یک نوع الیاف اندازه‌گیری شود. پس از اندازه‌گیری طول این ۳۰ لیف، مقدار طول آنها یادداشت شود و بعضی محاسبات آماری بر روی آنها صورت گیرد. بعد از یادداشت کردن طول الیاف اندازه‌گیری شده ابتدا طول این الیاف از کوچک به بزرگ نوشته شود. سپس محدوده طول یعنی: طول بلندتر و طول کوتاه‌تر؛ تعیین شود. سپس میانه (حد وسط) و مد (حدبالا) طول تعیین و عدد آنها اعلام شود.
یکی از شاخص‌های اصلی طول اندازه‌گیری شده، میانگین طولی الیاف است که از تقسیم حاصل جمع طول همه الیاف بر تعداد الیاف به‌دست می‌آید. یعنی اگر میانگین طول الیاف را $\bar{x}$ فرض کنیم و x_i طول لیف iام باشد، میانگین طول الیاف از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

دیگر شاخص آماری، میانگین انحرافات است که نشان‌دهنده میانگین انحراف طول هر لیف از طول میانگین است. برای تعیین میانگین انحرافات، اختلاف طول هر لیف از طول میانگین حساب می‌شود، سپس اختلاف طول‌ها با طول میانگین با

هم جمع می‌شوند و حاصل‌جمع اختلافات تقسیم بر تعداد الیاف می‌شود. میانگین انحرافات که با $\bar{d}$ نشان داده می‌شود به‌صورت زیر حساب می‌شود.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{n} |x_i - \bar{x}|}{n}$$

علامت قدر مطلق در رابطه بالا برای این است که بعضی از الیاف طولشان کمتر از طول میانگین و برخی دیگر طولشان بیشتر از طول میانگین است. بنابراین، به‌کار بردن علامت قدر مطلق همه اختلافات (چه منفی و چه مثبت) به‌صورت مثبت از داخل قدر مطلق بیرون می‌آیند و انحرافات خالص با همدیگر جمع می‌شوند وتقسیم بر n یعنی تعداد الیاف اندازه‌گیری شده می‌شوند. مقدار $\bar{d}$، فارغ از بلندتر بودن طول لیف از طول میانگین یا کوتاه‌تر بودن طول لیف از طول میانگین، خالص میانگین اختلاف طول الیاف و طول میانگین را نشان می‌دهد. قابل توجه است که شاید هیچ یک از الیافی که طولشان اندازه‌گیری شده است طولی برابر طول میانگین این ۳۰ لیف نداشته باشد.

اگرچه میانگین انحرافات که در بالا اشاره شده است شاخص خوبی برای نشان دادن اختلاف بین داده‌های آماری با میانگین است ولی به دلیل استفاده از قدر مطلق همه تغییرات به‌صورت مثبت در نظر گرفته می‌شوند، لذا کاربرد آن در محاسبات و نظریات آماری دشوار است. بنابراین از شاخص دیگری به عنوان واریانس که با S^2 نشان داده می‌شود استفاده می‌گردد. شاخص واریانس را می‌توان از رابطه زیر و با استفاده از طول‌های تک تک الیاف و طول میانگین محاسبه کرد.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

چنانکه از رابطه واریانس پیداست، در محاسبه این شاخص آماری از توان دوم اختلاف طول‌های الیاف با طول میانگین استفاده شده است که در این صورت اختلاف چه مثبت و چه منفی، به‌صورت مثبت در نظر گرفته می‌شود.

ریشه دوم انحراف معیار یعنی S به‌عنوان ضریب تغییرات در آمار شناخته می‌شود که S به‌صورت زیر حساب می‌شود:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

انحراف معیار یا به نوعی واریانس شاخصی است که برای محاسبه شاخص مهم دیگری به نام ضریب تغییرات (CV) که به‌صورت درصد (CV٪) نشان داده می‌شود مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضریب تغییرات، درصد میزان انحراف از میانگین را نشان می‌دهد و به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$CV\% = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

ضریب تغییرات گویای این مهم است که اگر میانگین یا $\bar{x}$ مقدارش ۱۰۰ باشد، انحراف معیار مقدارش CV خواهد بود. (CV٪) یکی از شاخص‌های مهم یکنواختی است. هرچه میزان (CV٪) کمتر باشد نشان‌دهنده یکنواخت‌تر بودن نمونه‌ها است. بسته به کیفیت، کمیت اندازه‌گیری شده مثلاً طول، قطر، وزن، (CV٪) را می‌توان ۱٪، ۱/۵٪، ۲٪ یا ۵٪ در نظر گرفت. یعنی (CV٪) را می‌توان ۵ـ۱٪ در نظر گرفت و اگر (CV٪) از این مقدار بیشتر باشد، نایکنواختی شاخص اندازه‌گیری شده می‌تواند غیرقابل قبول باشد.

فعالیت عملی هفتم

مواد مورد نیاز

این جلسه اختصاص دارد به تعیین نمودار طولی الیاف پنبه. لذا، تنها ماده مورد نیاز برای این جلسه الیاف پنبه است.

وسایل مورد نیاز

۱ دستگاه شانه تقسیم‌کننده
۲ ترازوی دقیق
۳ گیره
۴ چنگال فشارنده
۵ پنس
۶ سوزن دسته‌دار
۷ صفحه ماهوتی یا مخملی
۸ طلق

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

برای این جلسه می‌توان از عکس، پوستر و فیلم‌های آموزشی برای درک بهتر هنرجویان از مفهوم طول، توزیع و تنوع طولی الیاف و اثرات طول استفاده کرد.

فضای مورد نیاز

به دلیل استفاده از الیاف پنبه برای این جلسه و ترسیم نمودار طولی الیاف پنبه، لازم است که این جلسه در صورت وجود امکانات لازم در محیط آزمایشگاه انجام شود، یا بخش نظری این جلسه در کلاس درس و بخش عملی آن در محیط آزمایشگاه انجام شود. فضای آزمایشگاه در هنگام آزمایش لازم است در حد استاندارد دما و رطوبت نسبی باشد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

طول الیاف از مهم‌ترین شاخص‌های فیزیکی آنها است. چنان که قبلاً گفته شده است، طول یک لیف عبارت است از فاصله بین دو سرلیف وقتی که لیف به‌صورت مستقیم قرار گرفته است. طول الیاف طبیعی موجود در یک توده الیاف بسیا متنوع است، و این برخاسته از ذات طبیعی بودن آنهاست. مثلاً طول الیاف پنبه ایران از حدود ۴۰ میلی‌متر شروع می‌شود تا الیاف با حدود طول ۱ میلی‌متر و می‌توان گفت که طول الیاف پنبه در یک طیفی ۴۰ میلی‌متر تا حدود ۱ میلی‌متر قرار دارد. هرگاه الیاف پنبه موجود در یک نمونه براساس طول آنها و از چپ به راست، طول بلندتر به طول کوتاه‌تر کنار هم قرار دهیم (بلندترین لیف در سمت چپ و کوتاه ترین لیف در سمت راست)، به‌طوری‌که سر پایینی همه الیاف برروی یک خط راست افقی قرار گیرد خط گذرنده از سرهای بالایی الیاف یک منحنی‌ای را تشکیل می‌دهد که در واقع نشان‌دهنده نمودار طول الیاف پنبه است. برای ترسیم نمودار طول الیاف پنبه می‌توان سرهای بالایی این الیاف که در کنار هم قرار گرفته‌اند را برروی یک کاغذ به‌وسیله یک قلم به هم وصل کرد و نمودار طول این الیاف را به‌صورت یک منحنی مشاهده نمود.

طول الیاف بر خواص نخ و محصولات نساجی تهیه شده از آنها مؤثر است. تقریباً همه الیاف پنبه برای تولید نخ در سیستم ریسندگی الیاف کوتاه که به سیستم ریسندگی پنبه‌ای نیز معروف است مورد استفاده قرار می‌گیرند.

طول الیاف پنبه برحد ریسندگی این الیاف تأثیر دارد. حد ریسندگی عبارت است از ظریف‌ترین نخی که می‌توان از یک الیاف معین ریسید. بنا براین، هر چه طول الیاف پنبه بیشتر باشد، می‌توان نخ ظریف‌تری را از آن تولید کرد. چون الیاف با طول بلندتر در طول بلندتری از نخ در ساختمان نخ مشارکت دارند. در صنایع ریسندگی پنبه در صورتی که طول الیاف پنبه کوتاه باشد و قادر به ریسیدن نخ‌های ظریف نباشند، الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر یا نایلون را با الیاف پنبه

مخلوط می‌کنند تا بتوانند نخ ظریف‌تری تولید نمایید.
در تولید یک نخ با نمره معین، هرچه طول لیف بلندتر باشد، می‌توان تاب نخ را کاهش داد. از آنجا که در ریسندگی مقدار تاب عکس میزان تولید است، یعنی هرچه تاب نخ بیشتر باشد سرعت تولید (سرعت خطی) کمتر است. بنابراین با افزایش طول لیف و در نتیجه نیاز به تاب کمتر با استفاده از لیف با طول بیشتر برای تولید یک نخ با نمره معین، می‌توان سرعت تولید نخ و در نتیجه بهره‌وری ریسندگی را افزایش داد.
هرچه طول الیاف پنبه بیشتر باشد، در شرایط یکسان نمره نخ و تاب نخ، مقاومت نخ تولید شده بیشتر خواهد بود. این به‌دلیل مشارکت لیف در طول بیشتری از نخ و اصطکاک بیشتر لیف با الیاف دیگر است. در صنعت تولید نخ پنبه‌ای، برای افزایش استحکام نخ از مخلوط الیاف مصنوعی با الیاف پنبه استفاده می‌شود و طول بلندتر الیاف مصنوعی، جبران کوتاهی الیاف پنبه را خواهند کرد.
از دیگر اثرات طول الیاف، یکنواختی نخ می‌باشد هرچقدر طول الیاف بلندتر باشد، نخ تولید شده از آنها یکنواخت‌تر است. با افزایش طول الیاف، میزان الیاف کوتاه موجود کاهش می‌یابد. از آنجا که در هنگام ریسندگی این الیاف کوتاه هستند که به‌صورت ضایعات و گردوغبار از جریان الیاف خارج می‌شوند، لذا با افزایش طول الیاف و کاهش میزان الیاف کوتاه، خروج الیاف ازجریان ریسندگی کمتر شده و در نتیجه نخ یکنواخت‌تر می‌شود.
اگر چه وجود الیاف کوتاه در داخل نخ سبب بعضی از معایب در نخ می‌شوند، ولی همین الیاف کوتاه هستند که بعضی ویژگی‌ها را در نخ ایجاد می‌کنند که این ویژگی‌ها به عنوان مزیت برای نخ درنظر گرفته می‌شود. یکی از این ویژگی‌های مثبت الیاف کوتاه در ساختمان نخ، ایجاد حجم و پری در ساختمان نخ می‌باشد که در بعضی از پارچه‌ها و پوشاک ایجاد ویژگی مثبت در محصول نهایی می‌کند. با این حال، یکی از معایب الیاف کوتاه در نخ ایجاد پرز در نخ و پارچه و محصول نهایی است. در یک نخ با نمره معین، هرچه طول الیاف مصرفی کوتاه‌تر باشد، تعداد الیاف موجود در یک طول معین از نخ بیشتر می‌شود. با افزایش تعداد لیف که ناشی از کوتاه بودن طول الیاف می‌باشد، تعداد سرهای الیاف افزایش می‌یابد و در نتیجه احتمال بیرون‌زدگی سرهای الیاف از بدنه نخ، که همان پرز می‌باشد، بیشتر خواهد شد. بنابراین، با افزایش طول الیاف، پرز نخ تهیه شده از آنها کاهش می‌یابد.
یکی از اثرات طول الیاف، کیفیت محصول تولیدی می‌باشد. چنان که در بالا اشاره شده است با افزایش طول الیاف می‌توان نخ‌های ظریف‌تر، با پرز کمتر، و یکنواخت‌تر تهیه کرد همه این اثرات سبب تولید پارچه‌ای یکنواخت‌تر، لطیف‌تر و صاف‌تر خواهد شد و پارچه‌ای که از الیاف بلندتر تولید می‌شود دارای برق و جلای بهتری نیز خواهد بود.
با بلندتر شدن طول الیاف، بهره‌وری ریسندگی و بافندگی افزایش می‌یابد. افزایش

بهره‌وری ریسندگی و بافندگی با افزایش طول الیاف را می‌توان از چند منظر در نظر گرفت:

۱ با افزایش طول الیاف می‌توان تاب نخ را کاهش داد.

۲ با افزایش طول الیاف میزان ضایعات کمتر می‌شود.

۳ هرچه طول الیاف بیشتر باشد، نخ‌پارگی کمتر است.

۴ هرچه طول الیاف بیشتر باشد، نخ و پارچه یکنواخت‌تر می‌توان تولید کرد.

برای آزمایش تعیین نمودار طول الیاف پنبه به روش زیر عمل کنید:

توده‌ای از الیاف به جرم ۲۵ میلی‌گرم را برداشته به‌وسیله دست شانه کنید تا الیاف موجود در آن به‌صورت موازی در آیند. سپس دستگاه شانه تقسیم‌کننده را طوری قرار دهید که عقب آن به سمت شما باشد و شانه‌های بالایی آن را بلند کنید تا بتوانید نمونه الیاف را در داخل شانه‌های پایینی قرار دهید. سپس دسته نمونه الیاف را طوری در داخل دندانه‌های سمت راست شانه پایینی قرار دهید که سر الیاف از داخل اوّلین شانه روبه‌روی شما حدود ۵ میلی‌متر بیرون بزند، و سپس الیاف داخل شانه را به وسیله چنگال به داخل شانه (به سمت پایین) فشار دهید تا الیاف به خوبی در داخل دندانه‌های شانه پایینی نفوذ کنند.

به وسیله گیره یک دسته از الیاف را از داخل دندانه‌های شانه بیرون کشیده و پس از چندین بار شانه کردن به وسیله دندانه‌های وسط شانه پایینی برای مستقیم کردن و موازی کردن الیاف داخل گیره، آنها را به دقت چنان درلابه‌لای دندانه‌های سمت چپ شانه قرار دهید که راستای الیاف عمود بر راستای شانه‌ها بوده و سر جلویی الیاف به اندازه معین از لبه اوّلین شانه کمی بیرون بزند و سپس الیاف را به وسیله چنگال به داخل دندانه‌های شانه فشار دهید. این عمل باید چندین بار انجام شود تا همه الیاف موجود در سمت راست شانه به سمت چپ منتقل شود، و الیافی که در عمق دندانه‌های سمت راست شانه‌ها قرار دارند به‌وسیله سوزن دسته‌دار بالا آورده شود تا بتوان به‌وسیله گیره آنها را گرفته و پس از شانه کردن آنها به سمت چپ شانه‌ها منتقل کرد.

پس از انتقال همه الیاف از سمت راست شانه‌ها به سمت چپ آنها، شانه‌های بالایی را یکی‌یکی برروی شانه‌های پایینی قرار دهید تا دندانه‌های آنها از بالا به داخل الیاف نفوذ کنند. سپس دستگاه شانه را ۱۸۰ درجه بچرخانید تا جلوی دستگاه شانه روبه‌روی شما قرار گیرد. حال اوّلین شانه پایینی را آزاد کنید و اوّلین شانه بالایی را نیز بلند کنید. سپس دومین شانه پایینی را آزاد کرده و دومین شانه بالایی را نیز بلند کنید. این عمل آزاد کردن نشانه پایین و بلند کردن شانه بالایی را برروی شانه‌های باقی‌مانده نیز انجام دهید تا سر الیاف پدیدار گردد. در این صورت سر اوّلین لیف یا الیافی که پدیدار می‌شود در واقع بلندترین لیف داخل شانه‌ها می‌باشد.

پس از پدیدار شدن سر اوّلین الیاف پس از آزاد کردن و بلند کردن شانه‌های پایینی

و بالایی، سر الیاف بیرون آمده از داخل شانه را باگیره گرفته و پس از شانه کردن، مستقیم کردن و موازی کردن از سمت چپ صفحه ماهوتی طوری روی پارچه قرار دهید که الیاف موازی با لبه سمت چپ صفحه ماهوتی بوده و سر پایینی الیاف منطبق بر لبه پایینی صفحه ماهوتی باشد. با آزاد کردن شانه پایینی و بلند کردن شانه بالایی بعدی الیاف دیگری که سرشان از داخل شانه بیرون آمده است را به‌وسیله گیره گرفته وبعد از شانه کردن، مستقیم و موازی کردن در کنار الیاف قبلی (سمت راست الیاف قبلی) و موازی آنها برروی صفحه ماهوتی قرار دهید. این کار را تا آخرین شانه ادامه دهید تا اینکه همه الیاف منطبق با لبه پایینی صفحه ماهوتی بوده و سربالایی آنها یک منحنی‌ای را در بالا تشکیل خواهند داد.

اکنون طلق مستطیل شکل شفافی را که از قبل آماده کرده‌اید چنان برروی صفحه ماهوتی قرار دهید که لبه پایینی آن منطبق بر لبه پایینی صفحه ماهوتی و لبه سمت چپ آن منطبق بر لبه سمت چپ صفحه ماهوتی باشد. سپس با یک خودکار یا ماژیک منحنی خط‌الرأس الیاف را برروی طلق رسم کنید. سپس طلق بریده شده را برروی کاغذ گذاشته و منحنی بالای آن را برروی کاغذ رسم کنید. سپس با استفاده از روابطی که در کتاب به آنها اشاره شده است شاخص‌های زیر را از طریق ترسیم و محاسبه تعیین نمایید:

۱ طول مؤثر الیاف

۲ درصد الیاف با طول کوتاه

۳ طول میانگین الیاف

لازم به توضیح است که طول مؤثر الیاف، طولی است که فواصل قابل تنظیم ماشین‌آلات رسیندگی بر اساس آن انجام می‌شود.

فعالیت عملی هشتم

مواد مورد نیاز

در این جلسه تعیین ظرافت الیاف به روش جریان هوا آزمایش خواهد شد. در صنعت برای تعیین ظرافت الیاف پنبه از روش جریان هوا استفاده می‌شود. بنابراین در این جلسه فقط الیاف پنبه مورد نیاز می‌باشد.

وسایل مورد نیاز

۱ ترازو با دقت ۰/۱ گرم

۲ دستگاه میکرونر (دستگاه اندازه‌گیری ظرافت الیاف پنبه به روش جریان هوا)

۳ کمپرسور هوا

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

در این جلسه می‌توانید از عکس، پوستر و فیلم استفاده کنید. همچنین برای درک بهتر ظرافت و تعداد و اندازه خلل و فرج بین اجسام به شکل لوله یا میله لازم است که سه دسته میله که میله‌های هر دسته قطرشان با هم تفاوت دارد تهیه نموده و در کلاس آنها را روی هم قرار دهید تا هنرجویان درکی از اندازه میله‌ها و اندازه فضای خالی بین میله‌ها باتوجه به قطر آنها داشته باشند.

فضای مورد نیاز

بخش نظری و توضیحات شفاهی این جلسه را می‌توان در کلاس درس برگزار کرد ولی بخش آزمایش به‌وسیله دستگاه میکرونر حتماً باید در فضای آزمایشگاه و در شرایط استاندارد صورت گیرد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

چنان که در جلسه‌های قبل اشاره شده است، ظرافت تعیین‌کننده کلفتی و نازکی الیاف است. ظرافت الیاف مصنوعی را بر اساس قطر و سطح مقطع آنها تعیین می‌کنند و براساس سطح مقطع و جرم مخصوص به‌صورت واحدهای دنیر و دسی‌تکس محاسبه و بیان می‌کنند.

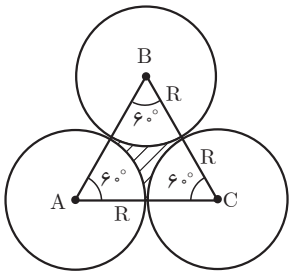
اگر چه بیان ظرافت یک لیف براساس مثلاً دسی‌تکس یا دنیر نشان‌دهنده کلفتی و نازکی آن است، ولی مقایسه کلفتی و نازکی دو لیف غیرهم‌جنس مثل پلی‌استر و نایلون از روی نمره و ظرافت آنها براساس این واحدها یعنی دسی‌تکس یا دنیر دشوار است و نیاز به محاسبات دقیق دارد. چون جرم حجمی یا جرم مخصوص دو پلیمر پلی‌استر و نایلون با یکدیگر تفاوت می‌کند و اگر دو لیف با نمره یکسان ولی یکی از جنس پلی‌استر باشد و دیگری از جنس نایلون، آنگاه ضخامت این دو لیف یکسان نیست. جرم حجمی نایلون ۱/۱۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و جرم حجمی پلی‌استر ۱/۳۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. حال اگر دو لیف داشته باشیم که یکی از پلی‌استر باشد و دیگری از نایلون و هر دو لیف با نمره ۳ دنیر باشند، آن‌گاه قطر لیف پلی‌استر کمتر از قطر لیف نایلون خواهد بود. چون:

$$m = \rho V$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times l \Rightarrow m = \rho \frac{\pi D^2}{4}.l$$

$$\Rightarrow D = 2\sqrt{\frac{m}{\pi \rho l}}$$

دررابطهٔ فوق:
m: جرم لیف
ρ: جرم حجمی لیف
V: حجم لیف
D: قطر لیف
L: طول لیف
رابطه بالا نشان می‌دهد که D (قطر لیف) با ریشه دوم ρ (جرم حجمی لیف) نسبت عکس دارد. یعنی هرچه جرم حجمی لیف بیشتر باشد، به نسبت عکس توان دوم جرم حجمی، قطر لیف کمتر است.
چنان که قبلاً و در جلسات پیشین بحث شده است، سطح مقطع عرضی الیاف پنبه به‌صورت گرد و دوار نیست، بلکه به شکل لوبیا یا لوبیایی است. به همین دلیل بیان ظرافت لیف پنبه به‌صورت اندازه قطر امکان‌پذیر نیست. یک روش خاص اندازه‌گیری ظرافت الیاف پنبه، استفاده از روش جریان هوا در داخل توده‌ای از الیاف است.
در این روش با ایجاد یک اختلاف فشار هوا در دو طرف لایه‌ای از الیاف پنبه و اندازه‌گیری مقاومت لایه الیاف پنبه در مقابل جریان هوا، سنجشی از ضخامت یا ظرافت الیاف پنبه را انجام می‌دهند. اصولاً اگر دوطرف یک لایه‌ای از الیاف با وزن معین، اختلاف فشاری ایجاد شود، هوا از داخل لایه الیاف و از سمت با فشار بالاتر به سمت بافشار پایین‌تر جریان می‌یابد. مقاومت لایه الیاف در مقابل جریان هوا از سمت پرفشار به سمت کم‌فشار به میزان خلل و فرج و اندازه خلل و فرج بین الیاف و در نتیجه به کلفتی و نازکی یا همان ظرافت الیاف بستگی دارد.
یعنی هرچه ضخامت الیاف بیشتر باشد، مقاومت آنها در مقابل جریان هوا کمتر است و برعکس، هرچه ضخامت یا قطر الیاف کمتر باشد، مقاومت آنها در مقابل جریان هوا بیشتر است. این پدیده از آنجا ناشی می‌شود که هرچه الیاف قطر بیشتری داشته باشند، منافذ بین آنها بسته به قطر آنها بزرگ‌تر است، لذا با افزایش قطر الیاف منافذ بین آنها بزرگ‌تر شده و در نتیجه مقاومت آنها در مقابل جریان هوا کمتر شده و در نهایت اگر دو طرف یک لایه از الیاف با قطر بزرگ‌تر اختلاف فشاری ایجاد کنیم، شدت جریان هوا یا سرعت جریان هوا از سمت پرفشار به سمت کم فشار بیشتر خواهد شد. برای درک هندسی اندازه منافذ بین الیاف در مقایسه با قطر آنها شکل روبه‌رو را در نظر بگیرید.



در این شکل فرض شده است که سطح مقطع الیاف به‌صورت دوار یا گرد بوده و این الیاف به‌صورت مماس با یکدیگر در کنار هم قرار گرفته‌اند. برای تعیین مساحت منفذ (مساحت) بین سه لیف (بخش هاشور خورده) به‌صورت زیر عمل می‌شود:

مساحت قطاع با زاویه ۶۰° × ۳ - مساحت مثلث ABC = مساحت منفذ

$$\text{مساحت مثلث ABC} = \frac{۲R\sin ۶۰^\circ \times ۲R}{۲} = ۲R^۲ \sin ۶۰^\circ$$

$$\text{مساحت قطاع} = \frac{\pi R^۲}{۳۶۰} \times ۶۰ = \frac{\pi R^۲}{۶}$$

$$\text{مجموع مساحت سه قطاع} = \frac{\pi R^۲}{۲}$$

$$\text{مساحت منفذ} = ۲R^۲ \sin ۶۰^\circ - \frac{\pi R^۲}{۲} = (۲\sin ۶۰^\circ - \frac{\pi}{۲})R^۲$$

$$= \left(۲ \times \frac{\sqrt{۳}}{۲} - \frac{۳/۱۴}{۲}\right)R^۲ = ۰/۱۶R^۲$$

با توجه به نتیجه بالا، دیده می‌شود که مساحت منفذ یا $R^۲$ یعنی توان دوم شعاع لیف نسبت مستقیم دارد. لذا هرچه R یعنی شعاع لیف یا D قطر لیف بیشتر باشد، مساحت منافذ بین الیاف نیز بیشتر بوده و لذا مقاومت لایه الیاف در مقابل جریان هوا کمتر و شدت جریان هوا از داخل لایه الیاف بیشتر خواهد بود، و برعکس، هرچه الیاف ظریف‌تر باشند، نفوذپذیری آنها کمتر است. به همین دلیل است که از الیاف نانو برای ساخت فیلترهای با راندمان بالا استفاده می‌شود، و در عمل فیلتراسیون، هرچه گرد و غبار کوچک‌تر باشند، از فیلترهای با الیاف ظریف‌تر استفاده می‌شود.

برای آزمایش تعیین ظرافت الیاف پنبه کافی است که براساس آنچه در کتاب اشاره شده است. ۳/۲۴ گرم از الیاف پنبه را که به‌خوبی باز شده است توسط ترازوی دقیق توزین و مورد آزمایش قرار دهید. قابل توجه است که قبل از آزمایش برای تعیین نمره الیاف پنبه، دستگاه را ابتدا تنظیم یا به اصطلاح استاندارد کرد.

دستگاه میکرونر، ظرافت الیاف پنبه را بر حسب میکروگرم برایچ µg/in نشان می‌دهد و برای تبدیل میکروگرم بر اینچ از رابطهٔ زیر می‌توانید استفاده کنید.

$$\text{den} = ۰/۳۵۴\ \text{M}$$

در رابطهٔ فوق den، نمره دنیر لیف پنبه است و M مقدار میکرونر یا نمره لیف بر حسب میکروگرم بر اینچ است. ضریب تبدیل فوق به‌صورت زیر حساب شده است:

$$۱\text{in} = ۲/۵۴\text{cm} \rightarrow \text{M} \times ۱۰^{-۶}\text{mg}$$
$$۹۰۰۰ \times ۱۰۰\text{cm} \rightarrow \text{den}$$

$$\text{den} = \frac{۹\times۱۰^{۵}\times۱۰^{-۶}\times\text{M}}{۲/۵۴} = \frac{۰/۹\times\text{M}}{۲/۵۴} = ۰/۳۵۴\,\text{M}$$

یکی از روش‌های تعیین ظرافت الیاف روش ارتعاشی است که به‌وسیله دستگاهی به نام ویبروسکوپ انجام می‌شود. روش ارتعاشی برای الیاف که در طولشان دارای نایکنواختی باشند روش مناسبی است. روش ارتعاشی برای تعیین ظرافت الیاف پنبه، روش مناسبی نیست، چون تنوع ظرافت در یک نمونه بسیار زیاد است و معمولاً روش ارتعاشی برای تعیین ظرافت الیاف مصنوعی به‌کار برده می‌شود.
تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی بر این اساس استوار است که هرگاه یک رشته انعطاف‌پذیر مثل یک سیم نازک فلزی با طول L و جرم واحد طول m و کشش T تحت نوسان قرار گیرد، این رشته یا سیم با فرکانس نوسان وارده به ارتعاش در می‌آید و دامنه نوسان آن وقتی حداکثر است که فرکانس نوسان وارد شده به رشته برابر با فرکانس طبیعی آن (F) که فرکانس تشدید یا فرکانس رزونانس نامیده می‌شود، باشد. فرکانس طبیعی یا فرکانس تشدید هر رشته به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$$f \propto \frac{۱}{۲}\sqrt{\frac{T}{m}}$$

این رابطه نشان می‌دهد که با افزایش جرم واحد طول جسم، فرکانس تشدید آن کاهش می‌یابد. یعنی با افزایش وزن، جسم با فرکانس پایین‌تری تشدید می‌شود.
نکته قابل توجه در رابطه فوق در بنای ساختمان‌هاست. یعنی هرچه ساختمان سبک‌تر باشد، مقاومت آنها در مقابل لرزش‌ها مثل زلزله بالاتر است یعنی با سبک‌تر کردن سازه‌ها می‌توان آنها را در مقابل زلزله ایمن کرد.

ارزشیابی

۱ شرایط انجام کار: شناسایی الیاف مطابق استانداردهای فنی‌وحرفه‌ای
مکان: آزمایشگاه شناسایی الیاف
مواد: انواع حلال و الیاف نساجی
ابزار و تجهیزات: وسایل برای سوزاندن الیاف ـ هود ـ پنس ـ ترازوی دیجیتال ـ دستگاه ظرافت سنج میکرونر ـ مقاومت‌سنج تک لیف
تجهیزات ایمنی: هود ـ لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک ـ کفش ایمنی

۲ نمونه / نقشه کار / مراحل پروژه / رویه انجام کار:

۳ شاخص‌های اصلی استاندارد عملکرد کار:
رعایت استانداردهای عملکرد وسایل و تجهیزات مورد استفاده جهت تعیین خصوصیات الیاف نساجی

۴ ابزارهای ارزشیابی:
۱ـ مشاهده ـ۲ـ نمونه‌گیری

۵ ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:
۱ـ دستگاه‌های لازم و انواع الیاف مورد استفاده در صنایع نساجی
۲ـ تجهیزات ایمنی فردی: لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک

۶ تکالیف کاری مرتبط در گروه کاری/ شغل: تعیین نوع الیاف ـ تعیین خصوصیات الیاف

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین نوع الیاف از طریق سوزاندن	۱	
۲	نمونه‌گیری و تعیین نمودار طول الیاف پنبه (دسته‌ای)	۲	
۳	تعیین ظرافت الیاف پنبه به روش جریان هوا	۱	
۴	تعیین مقاومت الیاف به روش تک لیف	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ استفاده از لباس‌کار و کفش ایمنی ۳ تمیزکردن دستگاه و محیط کار ۴ رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۲

تعیین ویژگی‌های الیاف حیوانی

فعالیت عملی نهم

مواد مورد نیاز

مطالب نظری در نظر گرفته شده برای این جلسه از مبحث «الیاف حیوانی» آغاز تا ابتدای مبحث «خصوصیات الیاف پشم» ادامه می‌یابد. موادی که برای تدریس در این جلسه لازم است عبارت هستند از:

۱ پر پرنده مثل پر مرغ
۲ پشم
۳ مو
۴ ابریشم

وسایل مورد نیاز

دراین جلسه بیشتر به مطالب نظری و سوزاندن و بوییدن دود حاصل از سوختن الیاف حیوانی پرداخته می‌شود، لذا وسایل زیادی لازم نیست ولی برای سوزاندن و بوییدن دود حاصل از سوختن الیاف و مشاهده شعله و نحوه سوختن این الیاف به وسایل زیر نیاز است:

۱ کبریت یا فندک گازی
۲ چراغ بونزن
۳ طشت آب

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

۱ عکس
۲ اسلاید
۳ پوستر
۴ فیلم
۵ وسایل نمایش فیلم و اسلاید

فضای مورد نیاز

این جلسه را می‌توان هم در کلاس درس برگزار کرد و هم در آزمایشگاه، اما بهتر است بخش عملی آن در محیط آزمایشگاه که دارای هود یا فن قوی است انجام شود. چون برای سوزاندن الیاف شعله ودود و بو ایجاد می‌شود، بنابراین فضایی باید درنظرگرفته شود که مکش کافی هوا در داخل آن برای بیرون راندن دود و بو وجود داشته باشد.

ضمناً، ازآنجا که بخش آزمایش این جلسه شامل سوزاندن و شعله ور شدن الیاف

است، لذا احتمال آتش‌سوزی در هنگام کار می‌رود که اگر احتیاطات لازم صورت گیرد و آزمایش با دقت کافی انجام شود، اتفاقی نخواهد افتاد. به هر حال وجود کپسول آتش‌نشانی در فضای انتخابی الزامی است، و ملاحظات ایمنی قبل از شروع آزمایش برای هنرجویان یادآور شود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش افزایی.

الیاف حیوانی به دو گونه هستند یکی الیاف مویی که برروی پوست حیوانات می‌رویند و دیگری الیاف ابریشم که به‌وسیله کرم ابریشم تولید می‌شود. به الیاف ابریشم در جای دیگری پرداخته می‌شود. الیاف مویی عبارت‌اند از: پشم گوسفند، موی گاو، پشم یا کرک شتر، موی بز، کرک بز، موی خرگوش، دم و یال اسب، و ...

■ **پشم:** در اینجا منظور از پشم، پشم گوسفند است و در همه کشورها، گوسفند برای استفاده از گوشت و پشم آن پرورش داده می‌شود. در کنار گوشت، یکی از استفاده‌های اصلی گوسفندان استفاده از پشم آنهاست. در بعضی از کشورها نژادهایی از گوسفند فقط به خاطر پشم آنها پرورش داده می‌شوند. پشم گوسفند قابلیت تولید نخ و استفاده برای تولید منسوجات را دارد.

الیاف پشم از قدیمی‌ترین الیاف مورد استفاده بشر برای تولید منسوجات از جمله نخ، طناب، کفپوش (نمد)، چادر، وسایل بسته‌بندی (جوال)، پارچه‌های پوشاکی و صنعتی و لوازم دیگر مانند عایق و ایزولاسیون بوده است. کیفیت پشم یک گوسفند به عوامل زیر بستگی دارد:

۱ نژاد گوسفند
۲ تغذیه گوسفند
۳ شرایط نگهداری گوسفند (مرتع، آغول و....)
۴ شرایط آب و هوایی
۵ فصل چیدن پشم

مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده کیفیت پشم نژاد گوسفند است. اصولاً گوسفندان از نظر هدف پرورش به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند.

۱ گوشتی
۲ پشمی
۳ گوشتی ـ پشمی

نژاد گوشتی گوسفند فقط یا عمدتاً برای استفاده از گوشتش پرورش داده می‌شود، هدف عمده پرورش گوسفند در ایران، استفاده از گوشت این حیوان است. برخی از نژادهای گوسفندان مثل نژاد مرینوس که در استرالیا، نیوزیلند و آرژانتین و بعضی کشورها پرورش داده می‌شوند، عمدتاً با هدف استفاده از پشم آنها پرورش داده می‌شوند. اما دسته سوم یعنی نژاد گوشتی ـ پشمی از گوسفندان، با دو هدف

استفاده از گوشت و پشم آنها پرورش داده می‌شوند.
پارچه‌های فاستونی که مورد استفاده دوخت کت و شلوار، کت و دامن و پالتو قرار می‌گیرند از پشم خالص یا از ترکیبی از پشم و الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر و نایلون تهیه می‌شوند. معمولاً پارچه‌های فاستونی یا ۱۰۰٪ از پشم خالص تولید می‌شوند یا با ۴۵٪ پشم و ۶۵٪ پلی‌استر (یا از درصدهای دیگر).
الیاف پشمی که برروی پوست گوسفند می‌روید همانند موی انسان از پیاز مویی که در داخل پوست حیوان است، رشد می‌کند. پیاز موی پشم گوسفند به عنوان ریشه پشم برروی پوست است. پشمی که از پوست گوسفند می‌روید به‌صورت صاف نیست بلکه دارای پیچ و تاب و فر بوده و مجعد می‌باشد. پشمی که از پیاز موی پشم از بدن گوسفند رشد می‌کند به همراه مقداری چربی است که این چربی از پشم در مقابل بعضی میکرو اورگانیسم‌ها محافظت کرده و سبب نرم شدن و انعطاف‌پذیری پشم می‌شود.
الیاف پشمی که برروی پوست گوسفند می‌روید، بسته به محل رویش دارای کیفیت متفاوت از نظر طولی، ظرافت، تمیزی و انعطاف‌پذیری می‌باشد. به همین دلیل پس از تراشیدن یا به اصطلاح چیدن پشم از روی پوست گوسفند، پشم نواحی مختلف روی پوست حیوان را دسته‌بندی یا به اصطلاح سورت می‌کنند. بهترین پشم چیده شده از گوسفند، پشم ناحیه شانه می‌باشد. عمل سورتینگ پشم معمولاً بعد از چیدن یا تراشیدن پشم گوسفند و قبل از حمل به کارخانه پشم‌شویی و توسط کارگران خبره‌ای که آموزش‌های لازم را دیده‌اند انجام می‌شود. علاوه‌بر سورتینگ پشم براساس ناحیه رویش برروی بدن حیوان، یک دسته‌بندی بر اساس رنگ نیز بر روی پشم انجام می‌شود به‌طوری‌که الیاف سورت شده هم‌رنگ در یک عدل قرارگرفته و عدل‌بندی می‌شوند.
لیف پشمی که برروی پوست گوسفند می‌روید در سراسر طول خود دارای قطر یا ضخامت یکسان نیست. قطر یا ضخامت یک لیف پشم از پایین به بالا (از ریشه به‌نوک) کم می‌شود. و الیاف پشم هرچه طولشان بیشتر شود، قطر یا ضخامت آنها نیز بیشتر می‌شود و این برعکس الیاف پنبه است. چون در الیاف پنبه با زیاد شدن طول پنبه قطر یا ضخامت آنها کمتر و ظرافت لیف بیشتر می‌شود. هر لیف پشم در طول خود پوشیده از پولک‌هایی است که فلس نام دارد. این فلس‌ها روبه بالا (روبه نوک) پشم هستند و در واقع به عنوان محافظ پشم درمقابل آفات و عوامل بیولوژیک هستند.
اگر یک برش عرضی بر روی یک لیف پشم ایجاد نماییم، سطح مقطع عرضی این لیف به سه قسمت یا سه لایه یا بخش تقسیم می‌شود.که عبارت‌اند پوستر خارجی که کوتیکل نامیده می‌شود؛ قسمت دوم که لایه میانی است کورتکس نامیده می‌شود و قسمت سوم که هسته مرکزی است به نام مدولا نامیده می‌شود.
کوتیکل در واقع خارجی‌ترین لایه پشم است و حاوی مقدار بیشتری از پروتئین‌های سیستین و سیستئین است که این پروتئین‌ها ترکیبات گوگرد دارند و پشم را در

مقابل عوامل خارجی مثل مواد شیمیایی و بیولوژیک محافظت می‌کنند. بخش کوتیکل پشم که حاوی فلس‌های پشم است، سخت‌ترین قسمت پشم است و فلس‌ها نیز با توجه به نوع پشم، ظرافت پشم و .... دارای اندازه‌های مختلفی هستند.
بخش اصلی از حجم و الیاف پشم را قسمت کورتکس تشکیل می‌دهد. کورتکس دارای سطح مقطع بیضی شکل بوده و حاوی سلول‌های دوکی شکل است. لایه کورتکس از دو قسمت ارتوکورتکس و پاراکورتکس تقسیم می‌شود که ترکیبات و خواص شیمیایی و مکانیکی این دو قسمت با یکدیگر متفاوت است، و فروموج و تجعد لیف پشم نیز به دلیل تفاوت ویژگی‌های این دو قسمت از کورتکس می‌باشد. تفاوت ساختمان در اورتوکورتکس و پاراکورتکس سبب اختلاف آنها در جذب رطوبت و میزان عکس‌العمل و افزایش طول یا تورم آنها در اثر جذب رطوبت شده و در نهایت تجعد الیاف پشم در نتیجه جذب رطوبت یا خشک شدن را به همراه خواهد داشت.
مدولا در واقع کانالی است در وسط لیف که در رشد پشم مؤثر است قسمت مدولای پشم، در الیاف ضخیم به‌خوبی در زیر میکروسکوپ قابل رویت است، ولی در الیاف ظریف مدولا به‌خوبی قابل تشخیص نیست.
برای این جلسه لازم است که آزمایش سوزاندن الیاف حیوانی انجام شود. یکی از مواد لازم که برای آزمایش اشاره شده است، پر پرندگان یا پر مرغ می‌باشد. لذا، ابتدا پر مرغ را درآزمایشگاه سوزانده تا بوی سوختن آن را همه هنرجویان استشمام نمایند، سپس پشم، مو، ابریشم تهیه شده سوزانده شده، و دود و شعله حاصل مشاهده و بوی سوختن آن استشمام شود و با بو، رنگ شعله و دود پر درحال سوختن مقایسه و گزارش تهیه شود.

فعالیت عملی دهم

مواد مورد نیاز

این جلسه اختصاص دارد به الیاف پشم و بقیه الیاف مویی، و از مبحث «خصوصیات الیاف پشم» شروع و تا ابتدای مبحث «طبقه‌بندی الیاف پشم براساس کیفیت» ختم می‌شود. مشاهده منظر طولی الیاف و عرضی پشم (الیاف مویی) و ابریشم در این جلسه انجام می‌شود، لذا لازم است مواد زیر برای این جلسه آماده شوند:

۱ پشم
۲ انواع مو (یال اسب، دم اسب، دم گاو و موی سر انسان)
۳ ابریشم
۴ گلیسیرین یا پارافین مایع

وسایل مورد نیاز

با توجه به توضیح ارائه شده، لازم است وسایل زیر برای این جلسه فراهم شود:

۱ میکروسکوپ دو چشمی
۲ میکروسکوپ پروژکتینا
۳ لام و لامل شیشه‌ای
۴ صفحه سوراخ دار ویژه نمونه‌گیری مقطع عرضی
۵ قیچی
۶ تیغ تیز

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

۱ عکس
۲ پوستر
۳ اسلاید
۴ فیلم
۵ پروژکتور/ اوپک/ اورهد و متعلقات آنها

فضای موردنیاز

این جلسه حاوی مطالبی نظری است که می‌توان در کلاس درس تدریس نمود. ولی بخش عملی این جلسه حتماً باید در فضای آزمایشگاه اجرا شود. چنانچه فضا و امکانات کافی در آزمایشگاه وجود داشته باشد، امکان برگزاری کل این جلسه در فضای آزمایشگاه امکان‌پذیر است. با این حال امکان برگزاری این جلسه به صورت دوگانه یعنی بخش نظری در کلاس درس و بخش عملی در آزمایشگاه بهتر باشد. بخش عملی این جلسه را می‌توان ۳ ساعت در نظر گرفت که در آزمایشگاه انجام خواهد شد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

قطر یا ضخامت الیاف پشم که نشان‌دهنده ظرافت الیاف پشم می‌باشد، یکی از شاخص‌های مهم الیاف پشم است. درصنعت نساجی هرچه ظرافت پشم بیشتر باشد یا به تعبیری قطر الیاف پشم کمتر باشد، پشم مربوطه پشم مرغوب‌تر و با کیفیت بهتری است. ظرافت پشم بستگی به نژاد گوسفند، تغذیه حیوان، شرایط نگهداری گله و آب و هوای پرورش و فصل تراشیدن یا چیدن الیاف از روی گوسفند دارد. ضخامت یا ظرافت الیاف پشم را برحسب میکرون اندازه‌گیری و اعلام می‌کنند و الیاف پشم را براساس ضخامت آنها برحسب میکرون در سه دسته ظریف، متوسط و ضخیم قرار می‌دهند.

یکی از روش‌های اندازه‌گیری و بیان ظرافت الیاف پشم، ظرافت S می‌باشد که در سیستم نمره‌گذاری انگلیسی یا ریسندگی (English or Spinning Count System)

می‌باشد. در سیستم نمره‌گذاری S هرچه S پشم بیشتر باشد نشان‌دهنده ظریف‌تر بودن پشم می‌باشد. در سیستم نمره‌گذاری S برادفورد ظرافت الیاف به صورت زیر دسته‌بندی می‌شود:

دسته بندی ظرافت	میکرون	S
ظریف	۱۷_۲۰	۶۴
متوسط	۲۲_۲۹	۶۲_۵۰
ضخیم	۳۱_۳۴	۴۸_۴۴
خیلی ضخیم	۳۶_۴۰	۴۰_۳۶

البته براساس ماشین‌آلات مورد استفاده قرار گرفته برای ریسندگی پشم، نمره S پشم می‌تواند متغیر باشد، و این از تعریف نمره S (Spinning Count) پشم درک می‌شود. نمره S پشم عبارت است از تعداد بیشترین هنک‌های (کلاف‌های) ۵۶۰ یاردی نخ پشمی که می‌توان از یک پوند پشم تمیز و نو به‌وسیله یک سیستم ریسندگی ریسید. بنابراین اگر نمره S یک نوع پشم ۶۲S باشد، یعنی اینکه از یک پوند این پشم می‌توان ۶۲ هنک ۵۶۰ یاردی یا ۱۰۴۱۶۰ یارد نخ ریسید. سیستم نمره گزاری انگلیسی S برای درجه‌بندی پشم، یک طرحی عددی از ظرافت پشم است، چون S یک نوع از پشم علاوه‌بر ظرافت پشم بستگی به شرایط ریسندگی نیز دارد. ظریف‌ترین الیاف پشمی که امروزه در ریسندگی الیاف پشم مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً با نمره ۸۰S می‌باشند. ظرافت پشم مورد استفاده در آمریکا براساس نمره‌گذاری یا ظرافت S به‌صورت زیر می‌باشد (از ظریف به ضخیم):

۸۰S, ۷۰S, ۶۴S, ۶۰S, ۵۸S, ۵۶S, ۵۴S, ۵۰S, ۴۸S, ۴۶S, ۴۴S, ۴۰S, ۳۶S

از نظر فروموج و تجعد طبیعی، الیاف پشم در بین دیگر الیاف طبیعی (چه سلولزی و چه پروتئینی) منحصر به فرد هستند. چنان که قبلاً اشاره شده است، فروموج طبیعی پشم ناشی از بخش کورتکس پشم است که به دو بخش یا دو قسمت اورتوکورتکس و پاراکورتکس تقسیم می‌شود. و خواص فیزیکی و شیمیایی این دو بخش از کورتکس پشم با یکدیگر متفاوت است. در واقع می‌توان گفت که الیاف پشم یک الیاف دو جزئی (Bicomponent) طبیعی هستند که عدم یکسان بودن عکس‌العمل این دو بخش از کورتکس سبب پیچش و تجعد الیاف پشم می‌شود. فروموج و تجعد الیاف پشم خاصیتی را برای پشم ایجاد می‌کند که منسوجات تهیه شده از این الیاف دارای حجم بیشتر بوده و پارچه‌های تهیه شده از آنها دارای

ضخامت بیشتری نسبت پارچه تهیه شده از دیگر الیاف مثل پنبه باشند. همین حجم زیاد و پفکی بودن پارچه‌های پشمی باعث می‌شود که پارچه‌های تهیه شده از آنها، هوای بیشتری را در خود نگه دارند و چون هوای محبوس شده در داخل پارچه پشمی مثل یک عایق حرارتی عمل می‌کند، لذا این الیاف مناسب بافت پارچه‌های زمستانی مثل پلیور، پالتو، ژاکت و لباس‌های ورزشی زمستانی هستند.
مقاومت الیاف پشم به ضخامت و قطر الیاف پشم بستگی دارد. درصنعت ریسندگی و پارچه‌بافی، معمولاً پشم را در مخلوط با پلی‌استر و نایلون به‌کار می‌برند. دلایل مختلفی برای اختلاط الیاف مصنوعی با الیاف پشم وجود دارد که عبارت‌اند از کاهش قیمت تمام شده محصول افزایش اتوپذیری پارچه، تولید نخ ظریف‌تر و .... یکی از دلایل اختلاط الیاف پشم با الیاف مصنوعی افزایش مقاومت نخ است.
این افزایش مقاومت هم مربوط به مقاومت کششی می‌شود و هم مقاومت سایشی.
یکی از نکات مهم در زمینه مقاومت پشم، تغییر مقاومت این لیف بعد از جذب رطوبت است. برخلاف پنبه که مقاومت آن با جذب رطوبت افزایش می‌یابد، الیاف پشم با جذب رطوبت، خیس شدن و تحت اثر بخار مقاومت و استحکامشان کاهش می‌یابد.
الیاف پشم از نوعی پروتئین به نام کراتین ساخته شده‌اند که کراتین پشم از اسیدهای آمینه تشکیل شده است. اسیدهای آمینه پشم دارای ترکیب CONH مشترک ولی براساس نوع اسید آمینه که ۲۱ نوع هستند، مابقی ترکیب‌ها از یک اسید آمینه به اسید آمینه دیگر فرق می‌کند. کراتین که پروتئین سازنده لیف پشم است، یک ساختمان مارپیچی (هلیکس) دارد و وقتی که دو سر لیف کشیده می‌شود، مارپیچ کراتین باز می‌شود، و پس از حذف نیروی کشش، مارپیچ کراتین به حالت اول خود برمی‌گردد. همین مارپیچی بودن کراتین سازنده پشم سبب می‌شود که خاصیت کشسانی یا الاستیک پشم نسبت به بقیه الیاف بیشتر باشد.
باید توجه داشت که وقتی دو سر یک لیف پشم را تحت کشش قرار می‌دهیم، ابتدا فر و موج یا تجعد لیف پشم باز می‌شود، و وقتی لیف در اثر کشش مستقیم شد، نیروی کشش بعدی سبب کشش مولکول‌های لیف شده و باز شدن مارپیچ کراتین آغاز می‌شود. میزان برگشت‌پذیری افزایش طول پشم بعد از حذف نیروی کشش بستگی به میزان کشش وارده یا افزایش طول اعمال شده به پشم دارد. هرچه میزان کشش یا میزان افزایش طول اعمال شده به پشم بیشتر باشد، مقدار بازگشت‌پذیری طول آن کمتر می‌شود.
جذب رطوبت الیاف نساجی بستگی به اتم‌ها، گروه‌ها و ترکیبات شیمیایی تشکیل‌دهنده آنها دارد. در بین الیاف طبیعی، الیاف پشم دارای بیشترین جذب رطوبت هستند. جذب رطوبت الیاف نساجی همراه با تولید حرارت است. یعنی جذب رطوبت الیاف نساجی یک فرایند گرمازا است. هرچه جذب رطوبت الیاف نساجی بیشتر باشد، میزان حرارت ناشی از جذب رطوبت نیز بیشتر خواهد بود.

فرایند جذب رطوبت الیاف نساجی در یک رطوبت نسبی معین از محیط به‌صورت تدریجی است و آنی نیست. از این رو، جذب رطوبت یک نوع لیف مثل پشم در یک محیط با رطوبت نسبی معین ممکن است ساعت‌ها به طول انجامد تا اینکه جذب رطوبت توسط لیف متوقف گردد یا به تعادل برسد.

البته جذب رطوبت الیاف در یک محیط هیچ‌گاه متوقف نمی‌شود بلکه جذب رطوبت لیف دریک محیط معین به تعادل می‌رسد که یک نوع تعادل دینامیکی و پویا است. یعنی میزان جذب رطوبت برابر میزان دفع رطوبت توسط لیف است. با تدریجی بودن جذب رطوبت، لذا تولید حرارت نیز تدریجی یا در مدت جذب ادامه می‌یابد تا جذب رطوبت لیف به تعادل برسد. یعنی تولید حرارت توسط لیف که ناشی از جذب رطوبت است نیز ساعت‌ها به طول می‌انجامد. برای همین وقتی زمستان و در محیط بسته اطاق خارج می‌شویم و به محیط بیرون با رطوبت نسبی بالاتر از فضای اطاق می‌رویم، پلور یا هر لباس پشمی دیگر شروع به جذب رطوبت از محیط می‌کند و این جذب رطوبت سبب تولید حرارت و گرم کردن بدن می‌شود. از آنجا که تا رسیدن به تعادل جذب و دفع رطوبت توسط الیاف پشم ساعت‌ها به طول می‌انجامد، لذا در همان مدت پشم به تولید حرارت خود ادامه می‌دهد و بدن را گرم نگه می‌دارد.

پشم یک عایق الکتریکی است وجریان الکتریسیته را از خود عبور نمی‌دهد. ولی شارژ الکتریستیه ساکن این الیاف در اثر مالش و اصطکاک بسیار بالاست. اصولاً وقتی که لباس پشمی می‌پوشیم و به‌ویژه در محیط خشک هستیم، سایش لباس پشمی با مواد خارجی یا با لباس‌های دیگر سبب ایجاد الکتریسیته ساکن در پشم می‌شود و اگر مثلاً دستگیره در را لمس کنیم شارژ الکتریسیته ساکن صورت گرفته، به همراه جرقه و صدا که نوری را نیز به همراه دارد تخلیه می‌شود. در صنعت ریسندگی و بافندگی، الکتریسیته ساکن در الیاف نساجی یک پدیده مشکل‌ساز است. چون الیاف از هم دور می‌شوند و الیاف به دور غلتک‌های ریسندگی می‌پیچند و غلتک پیچی اتفاق می‌افتد و سبب توقف ماشین و در نهایت کاهش راندمان، پارگی نخ، افزایش ضایعات و ... می‌شود. برای اینکه در هنگام ریسندگی شارژ الکتریسیته ساکن در الیاف کاهش یابد یا از بین برود، در هنگام ریسندگی به الیاف مخلوط آب و روغن می‌زنند. به این روغن‌ها اصطلاحاً روغن‌های آنتی‌استاتیک گفته می‌شود. درهنگام شست‌وشوی البسه و پارچه‌های پشمی در منزل نیز به همراه مواد شوینده، مواد نرم‌کننده نیز اضافه می‌کنند که از ایجاد الکتریسیته در پارچه‌ها و پوشاک جلوگیری کرده یا شارژ آنها را کاهش می‌دهد.

به انعکاس نور از سطح الیاف، جلا یا درخشندگی گفته می‌شود. جلا و درخشندگی سطح الیاف بستگی به جنس الیاف و کیفیت سطحی آنها دارد. در الیاف پشم، جلا و درخشندگی بیشتر به کیفیت سطح الیاف بستگی دارد. هرچه الیاف پشم

ضخیم‌تر باشند، فلس‌های روی آنها درشت‌تر و در نتیجه جلای آنها بیشتر است. ولی الیاف پشم ظریف‌تر به‌دلیل دارا بودن سطوح کوچک‌تر دارای درخشندگی ملایمی هستند.
افزایش طول تا حد پارگی الیاف پشم به دلیل مارپیچی بودن کراتین پشم، نسبت به الیاف دیگر بسیار بالاست. اصولاً پشم از الیاف نساجی با افزایش طول تا حد پارگی بالاست. هرچه جذب رطوبت الیاف پشم بیشتر باشد، افزایش طول تاحد پارگی آنها بیشتر می‌شود. به خاطر بالا بودن افزایش طول الیاف پشم، لباس‌های پشمی شسته شده را نباید برای خشک کردن برروی طناب آویزان کرد. بلکه بعد از شستن و درحالت خیس باید آنها را آبگیری کرد (نه چلاندن) و سپس در یک سبد یا برروی سطحی مشبک قرار داد تا خشک شود.
یکی از ویژگی‌های الیاف پشم، گرمی آنها می‌باشد. برای همین است که اصولاً پشم برای بافت پارچه‌های زمستانی، سرد سیری، لباس‌های رو و پلیورها و لباس‌های کوهنوردی استفاده می‌شد. دو دلیل گرم بودن پارچه‌های پشمی یکی فر و موج الیاف پشم و حبس هوا در داخل پارچه است و دیگری جذب رطوبت بالا و تولید حرارت بیشتر پشم در اثر جذب رطوبت نسبت به الیاف دیگر.
عوامل محیطی نظیر نور، حرارت، رطوبت، عوامل بیولوژیکی و مواد شیمیایی برروی پشم اثر دارند. نورخورشید برروی الیاف پشم اثر منفی می‌گذارد و سبب تغییر رنگ و خشک و شکننده شدن الیاف پشم می‌شود. حرارت نیز چه به‌صورت خشک و چه به‌صورت مرطوب مثل حرارت آب داغ یا بخار داغ برروی پشم اثر منفی می‌گذارد و سبب تغییر رنگ، کاهش مقاومت و ضعیف شدن پشم می‌شود.
الیاف پشم نسبت به حرارت خشک و بخار داغ بسیار حساس می‌باشند. رطوبت نیز اثراتی بر روی پشم دارد. اگر چه جذب رطوبت الیاف پشم سبب کاهش شارژ الکتریسیته ساکن و انعطاف‌پذیری آنها و در نتیجه افزایش مقاومت آنها در مقابل شکستگی می‌شود، ولی رطوبت زیاد و طولانی مدت سبب تشدید فعالیت عوامل بیولوژیک بر روی پشم شده و به پشم آسیب می‌زند. نم و رطوبت دراز مدت برروی پشم سبب آسیب قارچی و بید زدگی برروی پشم می‌شود. برای جلوگیری از حمله بید (بید زدگی) به پشم، معمولاً از نفتالین برای نگهداری البسه، پوشاک و مسنوجات پشمی استفاده می‌شود.
اثر مواد شیمیایی مختلف برروی الیاف پشم متفاوت است. اسیدها به پیوندهای بین مولکولی پشم آسیب می‌زنند و سبب کاهش مقاومت پشم می‌شوند. هرچه اسید غلیظ‌تر و دمای آن بیشتر باشد، آسیب آن به پشم شدیدتر است. اگرچه اسید سولفوریک و اسید نیتریک الیاف پشم را در خود حل می‌کنند، ولی برای کربونیزاسیون پشم که فرایندی برای از بین بردن ناخالصی‌های سلولزی پشم است از اسید سولفوریک رقیق استفاده می‌شود.

مواد قلیایی ضعیف مثل کربنات سدیم تأثیر منفی چندانی برروی پشم ندارند و برای شست‌وشوی پشم مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما قلیاهای قوی مثل سود سوزآور (هیدروکسید سدیم) و هیدروکسید پتاسیم پشم را در خود حل می‌کنند. شدت آسیب قلیاها برروی پشم به قدرت قلیا، دما و مدت زمان اثر قلیا بستگی دارد.

الیاف پشم نسبت به مواد اکسیدکننده حساس هستند. مواد شوینده و سفیدکننده معمولاً از مواد اکسیدکننده هستند، لذا در هنگام استفاده آنها برروی پشم باید دقت لازم صورت گیرد. در شست‌وشوی پوشاک و پارچه‌های پشمی در منزل باید دقت لازم صورت گیرد که از مواد سفیدکننده و پودرهای شست‌وشوی قوی که دارای آنزیم‌های چندگانه هستند استفاده نشود.

از بین مواد هالوژن یعنی فلوئور، کلر، برم و ید، فقط کلر است که برروی پشم عمل می‌شود. عمل کلر برروی پشم با عملیات محلول هیپوکلریت سدیم بر پشم انجام می‌شود که به کلرینه کردن معروف است. عمل کرینه کردن سبب از بین بردن یا ایجاد تغییراتی در فلس پشم می‌شود که در این صورت باتغییر در فلس‌های پشم، از نمدی شدن پشم در حین عملیات تکمیل یا شست‌وشو جلوگیری می‌شود. چون نمدی شدن پشم در واقع حاصل در هم رفتن فلس‌های پشم به داخل یکدیگر است که حالت نمدی را درپشم ایجاد می‌کند. از دیگر مزایای کلرینه کردن پشم، بهبود رنگرزی این الیاف است. چون با کلرینه کردن پشم و ایجاد تغییر در فلس‌ها و تضعیف آنها، مواد رنگزا آسان‌تر به داخل لیف نفوذ می‌کنند. البته کلرینه کردن سبب آسیب‌هایی در پشم نیز خواهد شد، از جمله پشم را ضعیف و مقاومت آن را در مقابل محیط و مواد شیمیایی پایین می‌آورد.

حلال‌های آلی بر پشم اثری ندارند و در خشک‌شویی کالاهای پشمی از حلال‌های آلی مانند پرکلرواتیلن استفاده می‌شود که سبب حل کردن چربی و چرک روی پارچه‌های پشمی می‌شود. معمولاً کالاهای پشمی اعم از البسه و پوشاک و منسوجات خانگی یا هر منسوج از جنس پشم به‌ویژه کت و شلوار، کت و دامن و پالتورا نباید به وسیله آب شست، برای اینکه علاوه بر آسیب مواد شوینده به پشم، شست‌وشوی با آب سبب نمدی شدن پشم و جمع‌شدگی یا آب‌رفتگی پارچه خواهد شد.

فعالیت عملی یازدهم

مواد مورد نیاز

بخشی از این جلسه مربوط می‌شود به الیاف پشم و بخش دیگر به دیگر الیاف مویی. در واقع این جلسه از مبحث «طبقه‌بندی الیاف پشم براساس کیفیت»

شروع و تا ابتدای مبحث «ابریشم» ادامه می‌یابد. در این جلسه علاوه‌بر پرداختن به طبقه‌بندی الیاف پشم و دیگر الیاف مویی، در بخش عملی مقدار تجعد و درصد تجعد الیاف اندازه‌گیری خواهد شد. بنابراین الیاف زیر برای اندازه‌گیری میزان تجعد و درصد تجعد مورد نیاز می‌باشند:

۱ الیاف گیاهی (پنبه، سیسال، جوت، کتان و ...)
۲ پشم (پشم گوسفند، انواع مو مثل موی سر از انواع مختلف یا از افراد مختلف)
۳ ابریشم
۴ الیاف مصنوعی (پلی استر، نایلون، اکریلیک و ...)
۵ گلیسیرین یا پارافین مایع یا هر روغن بی‌اثر

وسایل مورد نیاز

۱ دستگاه یا جعبه اندازه‌گیری طول الیاف به صورت تک تک
۲ پنس
۳ دستکش

چنان‌که برای تدریس جلسه ششم اشاره شده است، اگر هنرستان یا مرکز آموزشی‌ای جعبه اندازه‌گیری طول الیاف را ندارد، طبق توضیحاتی که در کتاب داده شده است می‌توان ساخت این دستگاه را به یک کارگاه آهنگری یا نجاری سپرد و برروی ساخت آن نظارت داشت.

وسایل کمک آموزشی

۱ عکس
۲ پوستر
۳ اسلاید
۴ فیلم
۵ پروژکتور/ اوپک / اورهد و متعلقات

فضای مورد نیاز

مثل جلسات قبل، این جلسه شامل مطالبی به‌صورت نظری و آزمایش اندازه‌گیری میزان تجعد و درصد تجعد الیاف نساجی می‌باشد. بنابراین، این جلسه را می‌توان در صورت وجود امکانات لازم در آزمایشگاه، به‌طور کامل در آزمایشگاه برگزار کرد. در غیر این‌صورت، بخش نظری این جلسه را می‌توان در کلاس برگزار کرد و بخش آزمایش را در آزمایشگاه.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

در ریسندگی الیاف پشم، هم می‌توان از پشم نو استفاده کرد و هم از پشم کهنه یا

دست دوم. پشم نو آنهایی هستند که از بدن گوسفند تراشیده شده، سورت می‌شوند و بعد از شست‌وشو ... به کارخانه ریسندگی یا کارخانه تهیه تاپس حمل می‌شوند. اما، پشم کهنه آنهایی هستند که از پارچه‌های کشباف و شل‌بافت تاری و پودی به روش گارنتینگ (garnetting) که همان بازیابی الیاف از پارچه می‌باشد تهیه می‌شوند.
معمولاً الیاف کهنه در ترکیب با الیاف نو و یا الیاف با ظرافت کمتر و برای تولید نخ‌های نه چندان ظریف و نخ‌های ضخیم و در ریسندگی نیمه فاستونی (مانندریسندگی نخ پرز فرش ماشینی) و ریسندگی پشمی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
الیاف پشم برای استفاده در ریسندگی نیمه فاستونی و ریسندگی پشمی، شانه نمی‌شوند یعنی تحت عملیات شانه‌زنی قرار نمی‌گیرند و نخ‌های حاصل از این سیستم‌های ریسندگی صرف بافت پارچه‌های ضخیم، فرش، پتو و ... می‌شوند.
پشم ظریف که از نوع پشم مرینوس است برای تهیه پارچه‌های ظریف و لطیف و گران قیمت مورد استفاده قرار می‌گیرد. پشم مرینوس در ایران تولید نمی‌شود و این پشم معمولاً به صورت تاپس (Tops) که تاپ (Top) نوعی فتیله از الیاف بلند می‌باشد از کشورهای دارای گوسفند مرینوس مثل نیوزیلند و استرالیا وارد می‌شود و در کارخانه‌های ریسندگی فاستونی تبدیل به نخ فاستونی می‌شود. درکنار واردات تاپس برای تولید نخ فاستونی، واردات نخ ریسیده شده فاستونی نیز انجام می‌شود. نخ‌های فاستونی تولید شده در کشور و وارد شده از منابع خارجی عمدتاً صرف بافت پارچه‌های فاستونی برای دوخت کت و شلوار و کت و دامن و بافت پلیورهای با بافت حلقوی پودی می‌شوند.
دسته بعدی از پشم، پشم متوسط است که ظرافت آن از پشم مرینوس کمتر است یعنی کمی ضخیم‌تر از پشم مرینوس هستند. طول این پشم بیشتر از پشم مرینوس است و از گوسفندانی که برای گوشت پرورش داده می‌شوند به‌دست می‌آید. این پشم یعنی پشم متوسط نیز در داخل کشور تولید نمی‌شود.
بعضی از گوسفندان از نظر نژاد دورگه هستند و پشم آنها در طبقه‌بندی به عنوان پشم آمیخته در نظر گرفته می‌شود. طول این پشم از طول الیاف مرینوس و پشم متوسط بلندتر ولی ظرافت آنها در حد پشم متوسط است. این پشم برای تولید پارچه‌های فاستونی و پارچه‌های ویژه پلورهای با بافت حلقوی پودی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
گوسفندانی پرورش داده می‌شوند که دارای جثه درشتی هستند که به خاطر این جثه درشت گله داران آنها را برای گوشتشان پرورش می‌دهند. پشم این گوسفندان از نوع پشم بلند و ظرافت آنها کم بوده و ضخیم‌تر از پشم متوسط هستند. به‌دلیل طول بلند و ظرافت پایین، این نوع پشم برای تولید نخ‌های ضخیم، پارچه‌های ضخیم نظیر پالتو، پتو، و نمدهای صنعتی و ایزولاسیون یا فیلتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.
پشم گوسفندان ایرانی از نوع پشم ضخیم است که برای بافت فرش، قالی و قالیچه

مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از ویژگی‌های مهم پشم گوسفندان ایرانی که از نوع پشم ضخیم هستند، اختلاط آنها از پشم ظریف و ضخیم می‌باشد که بسیار مناسب بافت قالی و قالیچه‌های دستباف می‌باشند. پشم ضخیم ایرانی مناسب تولید نخ برای بافت پارچه‌های سبک نیستند. از دیگر مصارف پشم ایرانی، مصرف آنها در پارچه‌های دستباف و با بافت سنتی در صنایع دستی می‌باشد.
مصارف الیاف پشم متنوع است. یکی از مصارف مهم الیاف پشم، تولید پارچه‌های فاستونی برای کت و شلوار و کت و دامن، پارچه‌های پالتویی، لایی اورکت‌های زمستانه، بافت جوراب، انواع کفپوش‌ها مثل فرش، قالی، قالیچه، گبه، گلیم و لباس‌های زمستانی می‌باشد. چنان که در جلسات قبل اشاره شده است، الیاف پشم از نوع مواد خود اطفا هستند. یعنی وقتی که به شعله نزدیک شوند، آتش گرفته و شعله‌ور می‌شوند، ولی وقتی از شعله دور می‌شوند، به سوختن ادامه نمی‌دهند. برای همین دلیل، الیاف پشم برای بافت رومیزی‌ها، روکش صندلی سینماها، تئاترها، هواپیما و خودرو نیز استفاده می‌شوند. یکی از کاربردهای پشم در تولید لباس‌های حفاظتی در کارخانجات ذوب فلز و ریختگری است.
به غیر از پشم گوسفند، الیاف مویی دیگری هم وجود دارند که از حیوانات دیگر گرفته می‌شوند و مصرف نساجی دارند. یکی از این الیاف موهر می‌باشد که از یک بز به‌نام بز آنقوره گرفته می‌شود. منشأ بز آنقوره (آنکارا) از ترکیه می‌باشد. الیاف موهر برای تولید پارچه‌های کت و شلواری و پلیور مورد استفاده قرار می‌گیرد و پارچه‌های تهیه شده از این الیاف بسیار لطیف و گران‌قیمت هستند. الیاف موهر دارای جلا و درخشندگی بیشتری نسبت به پشم گوسفند دارند و این به دلیل ظرافت بالا، کوچک بودن و کمتر بودن فلس‌های روی این الیاف است.
الیاف کشمیر از دیگر الیاف حیوانی است که از یک نوع بز که با همین نام در بخش‌هایی از هند، پاکستان، چین، نپال، بوتان و افغانستان پرورش داده می‌شود، گرفته می‌شود. اصولاً حیوان بز دارای دو نوع پوشش مویی است، که یکی مو (الیاف ضخیم) و دیگری کرک (الیاف ظریف) است. همه بزها این دو نوع پوشش را دارند. این دو نوع پوشش مویی بعد از تراشیدن یا چیدن از روی بدن حیوان توسط کارخانه‌هایی به نام کارخانه موکشی ازهم جدا شده و الیاف ظریف که در واقع همان کرک، موهر یا کشمیر هستند مورد استفاده برای بافت پارچه‌هایی ظریف و گران‌قیمت قرار می‌گیرند. کرک بز یا موهر و کشمیر تمایل کمی برای نمدی شدن دارند واین به‌دلیل ظریف بودن فلس‌های روی آن و تراکم کم فلس‌ها می‌باشد.
حدود یک دهه قبل کارخانه‌ای موکشی در تهران فعالیت داشت که عمل موکشی از موی بز را انجام می داد. در این کارخانه موی بز و موی شتر تحت عملیات موکشی قرار گرفته و از آنها کرک بز و کرک شتر استحصال می‌شد. پس از استحصال کرک، کرک‌ها برای ریسندگی صادر می‌شد، چون امکانات لازم برای

ریسندگی کرک در کشور وجود نداشت امروزه موی شتر در کشورهای چین، شمال آفریقا و کشورهای عربی برای تولید لباس، پالتو و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از مصارف مهم موی شتر یا کرک شتر در ایران تولید نخ به‌صورت دستی و مصرف این نخ‌ها در بافت عبا به‌صورت سنتی و دستی می‌باشد که در واقع جزء صنایع دستی بوشهر و نایین به‌شمار می‌رود.

الیاف لاما و آلپاکا از حیواناتی به همین نام گرفته می‌شوند که این حیوانات در کشورهای آمریکایی (آمریکا، آمریکای مرکزی، آمریکای جنوبی) پرورش داده می‌شوند. الیاف این حیوانات ظریف و فلس‌های آنها کم و ظریف می‌باشد و پشم آنها برای بافت پارچه‌های گران‌قیمت و پارچه‌های بافتنی (دست‌باف) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

موی خرگوش از خرگوشی که برای همین منظور پرورش داده می‌شود گرفته می‌شود. موی خرگوش معمولاً برای بافت پارچه‌های کشباف و بافتنی‌ها مثل انواع پلورها، کلاه و شال مورد استفاده قرار می‌گیرد. مزرعه‌هایی برای پرورش این نوع خرگوش در کشور وجود دارند.

برای آزمایش و تعیین میزان تجعد و درصد تجعد الیاف، ابتدا طول یک لیف را بدون اینکه کششی برروی آن اعمال نمایید، اندازه‌گیری کنید. سپس طول لیف را با مستقیم کردن آن اندازه‌گیری کنید. اگر طول لیف بدون مستقیم شدن l_1 و طول لیف درحالت مستقیم شده l_2 باشد، میزان تجعد و درصد تجعد را به روش زیر حساب کنید.

$$\text{میزان تجعد} = l_2 - l_1$$

$$\text{نسبت تجعد} = \frac{l_2 - l_1}{l_2}$$

$$\text{درصد تجعد} = \frac{l_2 - l_1}{l_2} \times ۱۰۰$$

در این آزمایش، طول ۵ عدد از هر نوع لیف را اندازه‌گیری نموده و درصد تجعد این ۵ لیف را محاسبه و میانگین، واریانس و انحراف معیار و CV٪، درصد تجعد را در جدول درج و در گزارش آزمایشگاه منعکس نمایند.

فعالیت عملی دوازدهم

مواد مورد نیاز

این جلسه نیز مثل جلسات قبل از دو بخش نظری و عملی یا آزمایشگاه تشکیل شده است. بخش نظری آن مربوط می‌شود به الیاف یا نخ ابریشم و بخش عملی یا آزمایش آن مربوط می‌شود به شناسایی عناصر موجود در الیاف. چون بخش آزمایشگاه این جلسه به همهٔ الیاف مربوط می‌شود، لذا لازم است الیافی که برای آزمایش این جلسه تهیه می‌شوند شامل کلیه الیاف نساجی باشند. عمده مواد لازم برای این جلسه به شرح زیر می‌باشد:

۱ الیاف سلولزی (پنبه)
۲ الیاف پشم
۳ الیاف نایلون
۴ الیاف پلی‌استر
۵ الیاف اکریلیک
۶ پودر یا قطعات PVC
۷ الیاف ویسکوزیون
۸ سود سوزآور
۹ اسید سولفوریک غلیظ
۱۰ اسید نیتریک غلیظ
۱۱ پرکلرید ۶۰٪
۱۲ پلمبیت سدیم
۱۳ کاغذ تورنسل
۱۴ آهک

وسایل مورد نیاز

۱ لوله آزمایش
۲ گیره لوله آزمایش
۳ چراغ بونزن
۴ میله مسی

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

دراین جلسه می‌توان از عکس، پوستر، اسلاید و فیلم مراحل مختلف پرورش کرم

ابریشم، تنیدن پیله توسط کرم ابریشم، ابریشم‌کشی به‌وسیله دستگاه‌های سنتی یا ابریشم‌کشی صنعتی استفاده کرد. همچنین می‌توانید عکس‌ها و پوسترهایی از ساختمان مولکولی الیاف نساجی نظیر مولکول‌های سلولز، پروتئین‌ها کاپرولاکتام، اسید ادیپیک، هگزامتیلن دی‌آمین و ... برای معرفی اتم‌های سازنده الیاف استفاده کنید.

فضای مورد نیاز

بخش نظری این جلسه می‌تواند در کلاس برگزار شود. ولی بخش آزمایشگاه جلسه حتماً باید در آزمایشگاه که دارای هواکش روشن است برگزار شود. در این جلسه از بعضی مواد شیمیایی و آتش و حرارت برای آزمایش استفاده می‌شود، لذا لازم است قبل از شروع آزمایش مواد لازم از محل نگهداری آنها خارج و برروی میز آزمایشگاه قرار داده شوند و روش آزمایش نیز قبل از شروع به کار، برای هنرجویان توضیح داده شود. یکی از مواردی که باید به هنرجویان توصیه شود، موضوع ایمنی است که نکات لازم به هنرجویان یادآوری و نکات جدید به آنها توصیه شود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

الیاف ابریشم از الیاف طبیعی و از جنس پروتئین است. چنان که درجلسات قبل اشاره شده است، پروتئین پشم از نوع کراتین است ولی پروتئین ابریشم از نوعی دیگر به‌نام فیبروئین است. الیاف ابریشم تنها لیف یکسره یا فیلا منتی طبیعی هستند که به‌وسیله کرم ابریشم تولید می‌شوند. البته ابریشم (silk) دیگری هم وجود دارد که به‌وسیله حشرات دیگر مثل عنکبوت تولید می‌شود. الیاف ابریشم توسط کرم ابریشم تولید می‌شوند و عمده مصرف آنها در تولید پوشاک است. پوشاک و لباس تهیه شده از الیاف ابریشم ظریف، لطیف و گران‌قیمت هستند. علاوه بر این، ابریشم دربافت چتر نجات، پرکردن لحاف، مصارف پزشکی مثل نخ بخیه قابل جذب و در تایر دوچرخه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. از دیگر مصارف ابریشم استفاده آنها در مواد آرایشی و انواع شامپوها است. در این گونه مواد، ابتدا پروتئین لیف ابریشم که ترکیبی از ۲۱ـ۱۹ اسید آمینه است را هیدرولیز می‌کنند تا مولکول‌های فیبروئین به مولکول‌های کوچک‌تر شکسته شود. در این صورت مولکول‌های آمینواسید ابریشم دارای وزن مولکولی پایین‌تری نسبت به پروتئین ابریشم خواهند داشت و در مرطوب‌کننده‌های پوست و مو مورد استفاده قرار می‌گیرند. آمینواسیدهای ابریشم درساخت شامپو و مواد آرایشی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

منشأ پرورش کرم ابریشم و تولید نخ ابریشم کشور چین است. کرم ابریشم در ایران نیز پرورش داده می‌شود. غذای کرم ابریشم برگ درخت توت است. بنابراین در مناطقی از ایران که درخت توت زیاد باشد یا امکان پرورش درخت توت وجود داشته باشد، می‌توان کرم ابریشم پرورش داد. از مناطق مهم پرورش کرم ابریشم درکشور،

استان‌های مازندران، گیلان و گلستان است. در این استان‌ها توتستان‌هایی وجود دارد که درختان آنها صرفاً برای تغذیه کرم ابریشم مورد استفاده قرار می‌گیرند.
محل پرورش کرم ابریشم سالن‌هایی مسقف و محصور با نور و جریان هوای کافی است که به تلمبار معروف است . کرم ابریشم رنگی سفید و کرم دارد که پس از بیرون آمدن از تخم کرم ابریشم (تخم پروانه) شروع به خوردن برگ توت کرده و هرروز رشد می‌کند. در یک مدت از طول عمر کرم‌ها، کرم ابریشم غذای زیادی می‌خورد که لازم است برگ توت به مقدار مورد نیاز در تلمبار قرار داده شود. در این مرحله اصطلاحاً گفته می‌شود که کرم ابریشم پرخور است. آخرین مرحله پرورش کرم ابریشم که آخرین دوره عمر کرم ابریشم نیز می‌باشد، تنیدن پیله به دور خودش است. هرکرم ابریشم به‌وسیله بزاقی که از دو کانال دهانی آن خارج می‌شود که همان پروتئین فیروئین است، شروع به تنیدن پیله به دور خودش می‌کند. تنیدن پیله به دور خود در واقع یک مرحله از تکامل دوره زندگی کرم ابریشم است. وقتی که کرم ابریشم پیله را می‌تند در واقع خودش در داخل پیله تنیده شدهٔ خود محبوس می‌شود.
پس از کامل شدن پیله کرمی که در داخل پیله قرار دارد به تدریج دچار تغییر یا به اصطلاح دگردیسی شده و کرم تبدیل به پروانه می‌شود. بعد از اینکه کرم داخل پیله تبدیل به پروانه شد، پروانه داخل پیله، پیله را سوراخ کرده و از پیله خارج می‌شود. اصولاً پیله تولید شده اگر در محیطی مناسب از نظر رطوبت و حرارت قرار داده شود، کرم داخل آن دچار دگردیسی شده و تبدیل به پروانه می‌شود. اما پیله‌ها قبل از اینکه کرم داخلشان تبدیل به پروانه شوند یا باید عملیات ابریشم‌کشی و استحصال نخ ابریشم از پیله کرم ابریشم آنها انجام شود و یا اینکه به روش‌هایی کرم ابریشم داخل آنها غیر فعال (کشته) شود. چون پیله‌ای که کرم داخل آن تبدیل به پروانه شود و پیله را سوراخ نماید و از داخل پیله بیرون آید، مناسب ابریشم‌کشی نیست و باید به مصارف دیگر برسد.
البته پیله‌های سوراخ شده اگر چه مصرف تولید نخ ابریشم ندارند، ولی مصارف دیگری مثل تهیه لحاف و لوازم خواب، الیاف کوتاه ابریشم، مصارفی مثل تهیه لوازم بهداشتی و شامپو دارند. الیاف کوتاه ابریشم نیز ارزشمند هستند و آنها را می‌توان در مخلوط با الیاف دیگر نیز ریسید و از آنها پارچه هایی با مصرف پرده، لباس، پوشاک، رومیزی و ... استفاده کرد.
دلیل اینکه در صنعت ابریشم باید کرم ابریشم داخل پیله را غیر فعال کرد (کشتن کرم) آن است که برداشت پیله از تلمبارها معمولاً در فصل تابستان انجام می‌شود و ظرفیت کارگاه‌ها و کارخانه‌های ابریشم‌کشی آنقدر زیاد نیست که تا قبل از تبدیل شدن کرم به پروانه، پیله‌ها را ابریشم‌کشی نمایند. همچنین کارخانه‌های صنعتی ابریشم‌کشی و تولید نخ ابریشم لازم است که برای کل طول سال ذخیره

کافی از پیله برای فعالیت خود داشته باشند. از این‌رو، در فصل برداشت پیله‌ها تحت عملیات حرارتی (حرارت خشک یا حرارت بخار) قرار گرفته تا کرم داخل آنها غیر فعال شده و سپس این پیله‌ها در انبارهایی در شرایط مناسب رطوبت حرارت و نور نگهداری می‌شوند تا به‌تدریج ابریشم‌کشی آنها صورت گیرد.

الیاف فیلا منتی یا یکسره ابریشم که به صورت دو رشته از دو حفره دهانی ابریشم خارج می‌شود به‌وسیله چسبی طبیعی به‌نام سریسین به هم چسبیده بوده و به‌صورت پیله تنیده شده است. بعد از برداشت پیله‌ها از تلمبار لازم است الیاف ابریشم از پیله‌ها استحصال شوند. به عمل بازکردن الیاف ابریشم از روی پیله و برداشت الیاف از روی آن استحصال ابریشم گفته می‌شود. استحصال ابریشم یا بعد از چند روز از برداشت پیله از تلمبار انجام می‌شود و یا اینکه به روش‌هایی که گفته شده پس از غیر فعال کردن کرم داخل پیله (کشتن کرم) و در زمانی مناسب انجام خواهد شد. به استحصال الیاف و نخ ابریشم از پیله کرم ابریشم به ابریشم‌کشی نیز گفته می‌شود.

ابریشم‌کشی به دو روش دستی یا سنتی و صنعتی یا ماشینی انجام می‌شود. برای عملیات ابریشم‌کشی ابتدا باید پیله‌های ابریشم را در یک محلول آب و صابون که محلولی است قلیایی خیس کرد. این محلول برای مؤثر واقع شدن باید حتما داغ شود تا اثر آن بیشتر و سریع‌تر شود. دلیل استفاده از محلول داغ آب و صابون در خیس کردن پیله ابریشم، نرم کرد و یا حل کردن چسب طبیعی سریسین است که الیاف روی پیله را به یکدیگر می‌چسباند. در ابریشم‌کشی سنتی، طشت حاوی محلول آب و صابون و پیله ابریشم را برروی حرارت ملایم (آتش یا اجاق گاز) قرار می‌دهند و در صنعت و ابریشم‌کشی ماشینی، گرم کردن محلول به‌صورت مرکزی یا المنت‌های الکتریکی انجام می‌شود. در محل ابریشم‌کشی، سر الیاف هر پیله را پیدا کرده و با عبور از راهنماهایی به قرقره یا بوبین پیچش ابریشم هدایت می‌شود. در ابریشم‌کشی معمولاً بسته به نمره نخی که لازم است تولید شود، الیاف چند پیله را با هم از یک راهنما عبور داده و به‌صورت یک نخ فیلامنتی چندلا بر روی قرقره یا بوبین می‌پیچند. تعداد پیله‌هایی که برای چندلا کردن نخ استفاده می‌شوند، بستگی به نمره یا ظرافت نخی دارد که قرار است تولید شود. از آنجا که در ابریشم‌کشی سنتی، تعداد پیله‌هایی که الیاف به‌صورت هم‌زمان از روی آنها برداشته شده و تبدیل به نخ می‌شوند به‌وسیله کارگر انتخاب می‌شود و کنترل دقیقی برروی آن انجام نمی‌شود، لذا یکنواختی این نخ‌ها که به‌صورت سنتی تولید می‌شوند کم بوده و لذا آنها بیشتر برای مصارف پارچه‌ها و منسوجات غیر ظریف و غیر لطیف به‌کار می‌روند. ولی در صنعت و ابریشم‌کشی ماشینی، تعداد پیله‌هایی که الیاف آنها برای تولید نخ به‌کار می‌رود در هر چشمه ماشین مورد شمارش و کنترل قرار می‌گیرد، بنابراین نخ‌های ابریشم حاصل از ابریشم‌کشی صنعتی یکنواخت‌تر از نخ‌های ابریشمی حاصل از ابریشم‌کشی سنتی است.

پس از ابریشم‌کشی، ضایعات باقیمانده پیله ابریشم‌کشی شده حاوی مقداری از الیاف ابریشم است که این ضایعات صرف تولید نخ در صنایع دستی، مخلوط با برخی الیاف مصنوعی و تولید نخ در سیستم ریسندگی پنبه‌ای، پرکردن لحاف و بالش، تولید لحاف‌های ابریشمی، یا صرف تولید لوازم بهداشتی و آرایشی خواهد شد.

در بخش آزمایش این جلسه، چند عنصر موجود در الیاف را به‌وسیله آزمایش‌های مختلف شناسایی می‌کنیم. عناصری که در این جلسه شناسایی می‌کنیم عبارت‌اند از: اکسیژن، کربن، نیتروژن، گوگرد و کلر که جزء هالوژن‌هاست. آزمایش شناسایی عناصر سازنده الیاف را به روشی که در کتاب نوشته شده است انجام دهید. کربن، هیدروژن و اکسیژن تقریباً در همه الیاف وجود دارند. نیتروژن نیز از عناصر سازنده مولکول‌های پروتئین یعنی کراتین پشم و فیبروئین ابریشم است. الیافی که برای شناسایی گوگرد جالب هستند و باید مورد توجه قرار گیرند دو لیف پروتئینی پشم و ابریشم هستند. چون الیاف پشم به واسطه داشتن دو اسید آمینه سیستین و سیستئین حاوی عنصر گوگرد هستند ولی این دو اسید آمینه در ترکیبات پروتئین ابریشم یعنی فیبروئین حضور ندارند، لذا روش شناسایی گوگرد می‌تواند برروی الیاف پشم و ابریشم انجام شود.

از بین عناصر هالوژن فقط کلر است که در الیاف معمولی مناسب تولید پوشاک استفاده می‌شود. عنصر فلوئور اگر چه امروزه در الیاف نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی اکثراً الیاف حاوی فلوئور که دارای ترکیب ترافلوئورواتیلن یا تفلون هستند، برای منسوجات صنعتی و ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرند. از دیگر عناصر هالوژن نیز برم است که به‌صورت ترکیباتی برای تکمیل شیمیایی منسوجات به‌ویژه منسوجات صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اگرچه توصیه‌های ایمنی لازم هم در کتاب درسی درج شده است و هم در این کتاب و درجلسات قبل مرور شده است، لازم است هنرآموزان عزیز توصیه‌های بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی لازم را به هنرجویان یادآوری نموده و مستقیماً بر آزمایش هنرجویان نظارت مؤثر داشته باشند.

فعالیت عملی سیزدهم

مواد مورد نیاز

این جلسه نیز مثل جلسات قبل به دو بخش نظری و عملی تقسیم می‌شود. بخش نظری این جلسه مربوط می‌شود به خواص الیاف ابریشم و مصارف این لیف و بخش عملی این جلسه به شناسایی الیاف به طریق شیمیایی و با استفاده از معرف

رنگی به نام نئوکارمین W مربوط می‌شود. لذا مواد مورد نیاز این جلسه به شرح زیر می‌باشد:

۱ الیاف گیاهی یا سلولزی (پنبه، کنف، کتان و ...)
۲ الیاف حیوانی یا پروتئینی (پشم یا مو و ابریشم)
۳ الیاف مصنوعی (پلی‌استر، نایلون، اکریلیک، پلی‌اتیلن، پلی‌پروپلین)
۴ الیاف بازیافته (ویسکوزریون)
۵ محلول نئوکارمین W

وسایل مورد نیاز

۱ لوله آزمایش
۲ گیره لوله آزمایش
۳ چراغ بونزن
۴ پنس

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

دراین جلسه می‌توان از وسایل کمک آموزشی مختلفی برای درک بهتر شناسایی الیاف با استفاده از معرف‌های رنگی استفاده کرد. این وسایل عبارت‌اند از:

۱ عکس/ پوستر
۲ فیلم

نمونه‌های واقعی از الیاف که تحت عمل محلول‌های معرف رنگی قرار گرفته‌اند. عکس‌های این جلسه را می‌توان از منابع اینترنت یا شرکت‌های تولیدکننده مواد معرف رنگی تهیه کرد. فیلم‌های آموزشی را نیز می‌توان از روی اینترنت دریافت کرد یا اینکه از شرکت‌های تولیدکننده این مواد یا شرکت‌هایی که این مواد را تهیه و به مصرف‌کنندگان عرضه می‌کنند دریافت نمود.

فضای مورد نیاز

این جلسه مثل جلسات قبل به دو بخش نظری و عملی (آزمایشگاه) تقسیم می‌شود. بخش نظری این جلسه را می‌توان هم در کلاس درس برگزار کرد و هم در صورت وجود امکانات درفضای آزمایشگاه. اما بخش عملی این جلسه را لازم است حتماً در فضای آزمایشگاه برگزار کرد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

الیاف ابریشم از نظر جنس یعنی مواد تشکیل‌دهنده و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی به گونه‌ای هستند که مصارف مختلفی می‌توانند داشته باشند. این خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی ابریشم است که استفاده آن در مصارف مختلف را

میسر می‌سازد. این خواص سبب می‌شود که الیاف و نخ ابریشم در بسیاری از مسنوجات از لباس و پوشاک، منسوجات خانگی، مسنوجات صنعتی و حتی لوازم آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار گیرند.
از نظر طول، الیاف ابریشم تنها فیلامنتی و یکسره طبیعی هستند. از این رو این الیاف و نخ‌های تهیه شده از آنها در نساجی منحصر به فرد هستند. طول الیاف ابریشم از ۵۰۰ـ۴۰۰ متر تا ۲ کیلومتر می‌رسد. چنان که در جلسات قبل اشاره شده است، الیاف ابریشم به‌صورت دورشته کنار هم و به‌هم چسبیده توسط کرم ابریشم ریسیده می‌شوند و این دو رشته به‌وسیله چسب یا صمغی طبیعی به نام سریسین به هم چسبیده‌اند سطح مقطح عرضی هر رشته از لیف ابریشم به‌صورت مثلث با گوشه‌های منحنی (غیر تیز) می‌باشد. سطح طولی الیاف ابریشم صاف است. قطر یا ضخامت لیف برروی یک پیله براساس تقدم و تأخر ریسیدن کرم ابریشم، متغیر است. الیاف رویی پیله که در مراحل اولیه تنیدن پیله توسط کرم تولید تنیده می‌شوند معمولاً ضخیم‌تر هستند و قطری حدود ۱۶ میکرومتر دارند و الیاف داخلی پیله که در مراحل پایانی تنیدن پیله تولید می‌شوند دارای قطر کمتری نسبت به الیاف لایه‌های خارجی هستند. قطر الیاف لایه‌های داخلی پیله در حدود ۸ میکرومتر است. از نظر رنگ و شفافیت، الیاف ابریشم دارای رنگی روشن و شفاف هستند. رنگ الیاف ابریشم در طیف رنگی از سفید تا کرم مایل به زرد می‌گنجد و بستگی به نژاد کرم ابریشم، تغذیه، محیط، و شرایط پرورش کرم ابریشم نیز دارد. الیاف ابریشم بعد از صمغ‌گیری شفاف‌تر می‌شوند ولی شفافیت الیاف ابریشم بعد از رنگرزی مقداری کاهش می‌یابد.
ساختمان مولکولی الیاف ابریشم که از پروتئین فیبروئین تشکیل شده است، حاوی اتصالات پپتیدی، پیوندها و عناصری است که سبب می‌شوند جذب رطوبت الیاف ابریشم در شرایط استاندارد حدود ۳۵٪ باشد. این بالا بودن جذب رطوبت الیاف ابریشم سبب می‌شود که الیاف مناسبی برای تولید لباس و پوشاک باشند. در واقع الیاف ابریشم یکی از الیاف طبیعی با جذب رطوبت بالا هستند و بعد از الیاف پشم، دومین بالاترین افزایش طول تا حد پارگی در بین الیاف طبیعی را دارند. شارژ الکتریسیته ساکن الیاف ابریشم با جذب رطوبت کاهش می‌یابد. از نظر مقاومت، الیاف ابریشم شاید مقاوم‌ترین الیاف طبیعی باشند. یکی از مصارف نخ‌های ابریشمی استفاده آنها در نخ‌های تار یا چله قالی‌ها یا قالیچه‌های دستباف است، دلیل این مصرف، مقاومت بالای نخ‌های ابریشمی است. بنابراین می‌توان با نخ‌های ظریف‌تری از ابریشم، درمقایسه با نخ‌های پنبه‌ای، به مقاومت و استحکام مورد نظر برای چله قالی‌ها و قالیچه‌ها دست یافت .
هرچه جذب رطوبت ابریشم بیشتر می‌شود، مقاومت و استحکام آنها کمتر می‌شود و این به‌دلیل شکستن پیوندهای بین مولکولی پروتئین ابریشم در اثر جذب رطوبت

است. در شرایط استاندارد دما و رطوبت نسبی محیط، حدود ۱۵٪ از مقاومت الیاف ابریشم کاهش می‌یابد. میزان افزایش طول ابریشم نیز با افزایش جذب رطوبت زیاد می‌شود. یکی از عوامل تأثیرگذار برروی ابریشم، نور خورشید است. نورخورشید سبب شکستن پیوندهای بین مولکولی پروتئین ابریشم می‌شود. نورخورشید سبب تغییر رنگ، کدر شدن و کاهش استحکام الیاف ابریشم می‌شود.

الیاف ابریشم به واسطه داشتن خواص ویژه هم به عنوان لباس و پوشاک مورد استفاده قرار می‌گیرند و هم برای پارچه‌ها و منسوجات خانگی. یکی از مصارف مهم ابریشم در بافت لباس‌های نفیس، تزئینی و گران‌قیمت مثل گل‌های لباس، کراوات، دستمال، دستمال گردن و رومیزی می‌باشد. از دیگر مصارف ابریشم استفاده آنها در منسوجات صنعتی مانند زخم‌بندی و استفاده برای نخ‌های بخیه قابل جذب است . در دوران کهن از پارچه‌های ابریشم برای بافت زره‌های مقاوم در مقابل تیر استفاده می‌شده است.

آزمایش این جلسه مربوط می‌شود به شناسایی الیاف از طریق محصول نئوکارمین W که در واقع به عنوان یک معرف رنگی برای الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرد. اثر معرف نئوکارمین W برروی الیاف نساجی در واقع اثری به‌صورت لکه‌گزاری است و رنگ لکه‌های ایجاد شده برروی الیاف مختلف متفاوت است و از روی همین رنگ لکه‌ها می‌شود پی به جنس لیف برد و لیف را شناسایی کرد.

روش شناسایی الیاف به‌وسیله معرف رنگی نئوکارمین W درواقع یک روش جامع نیست و باید این روش را در کنار روش‌های دیگر و به عنوان روشی مکمل روش‌های دیگر در نظر گرفته و انجام داد. نئوکارمین W در واقع حاوی چند ماده رنگزا می‌باشد که هریک برروی یکی از الیاف (دسته‌ای از الیاف) تأثیر دارد و تأثیر آن به‌صورت رنگ در لیف ظهور می‌یابد، اثر این معرف برروی هرنوع لیف به‌صورت یک رنگ خاص می‌باشد. از این‌رو می‌توان پس از اثر این محلول برروی الیاف و مشاهده رنگ لیف، پی به جنس یا گروه لیف برد.

در آزمایشگاه، لازم است ابتدا هنرجویان در آزمایشات خود رنگ الیاف معین و معلوم را پس از اثر نئوکارمین مشاهده نمایند و جدول موجود در کتاب را در دفتر گزارش کار ترسیم وتکمیل نمایند. سپس با انجام آزمایشی دیگر الیاف مجهولی را که از هنرآموز دریافت می‌کنند، شناسایی نمایند.

فعالیت عملی چهاردهم

مواد مورد نیاز

بخش نظری این جلسه به الیاف معدنی و مشخصاً به الیاف آزبست اختصاص دارد. البته الیاف معدنی مختلفی وجود دارند که در صنایع نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی عمده تولید و مصرف الیاف معدنی به الیاف آزبست مربوط می‌شود. اما بخش عملی یا آزمایشگاه این جلسه به شناسایی الیاف نساجی از طریق یک معرف رنگی به نام شرلاستین A اختصاص دارد. بنابراین لازم است الیاف و مواد زیر برای آزمایش این جلسه در نظر گرفته شوند:

۱ الیاف گیاهی (پنبه، جوت، کتان، سیسال و ...)
۲ الیاف حیوانی (پشم، کرک، و ...)
۳ نایلون
۴ اکریلیک
۵ پلی‌استر
۶ پلی پروپیلن
۷ دی‌استات سلولز
۸ تری‌استات سلولز
۹ ویسکوزریون
۱۰ شرلاستین A
۱۱ تی‌پول (به عنوان متورم‌کننده الیاف نساجی)

وسایل مورد نیاز

۱ لوله آزمایش
۲ گیره
۳ پنس
۴ چراغ بونزن
۵ محلول شرلاستین A

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

آزمایش این جلسه مربوط می‌شود به شناسایی الیاف از طریق معرف رنگ شرلاتین A، لذا لازم است توضیح مختصری از رنگ و نحوه عمل شرلاتین A برروی الیاف برای هنرجویان داده شود. برای آشنایی بیشتر هنرجویان لازم است بعضی وسایل کمک آموزشی مثل مواد زیر را تهیه و در کلاس به نمایش بگذارید.

۱ عکس
۲ پوستر
۳ اسلاید
۴ فیلم
۵ نمونه‌های عمل‌شده الیاف با شرلاتین A

فیلم و پوستر مورد نیاز را می‌توانید از شرکت‌های تولیدکننده داخلی یا شرکت‌های واردکننده مواد تهیه نمایید. عکس‌ها و رنگ‌ها را می‌توانید از روی سایت‌های اینترنتی شرکت‌های سازنده این مواد تهیه و به‌صورت اسلاید در کلاس یا آزمایشگاه به نمایش بگذارید.

فضای مورد نیاز

این جلسه لازم است به دو بخش نظری و عملی تقسیم شود. بخش نظری در کلاس درس و به همراه کتاب، عکس، پوستر و احیاناً فیلم تدریس شود و بخش عملی آن در آزمایشگاه. البته می‌توان بخش نظری این جلسه را در آزمایشگاه نیز برگزار کرد که در این‌صورت لازم است امکانات لازم برای هنرجویان مهیا باشد. فضایی که آزمایش درآن انجام می‌شود باید به اندازه کافی روشن باشد و درشرایط استاندارد دما و رطوبت باشد. از آنجا که در این آزمایش از حرارت و شعله برای جوشاندن محلول استفاده می‌شود، لذا لازم است وسایل و دستگاه‌های اطفای حریق در آزمایشگاه وجود داشته باشد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

گروهی از الیاف که از مواد معدنی تشکیل می‌شوند و منشأ زمینی دارند و از معادن به‌دست می‌آیند، به الیاف معدنی (Mineral Fibers) معروف هستند. الیاف معدنی یک گروه از سه گروه الیاف طبیعی هستند. الیاف معدنی مورد استفاده در صنایع نساجی معمولاً مصارف خاص و به‌ویژه مصارف صنعتی دارند و بیشتر در ساخت منسوجات صنعتی و مواد صنعتی و مهندسی مورد استفاده قرار می‌گیرند. دسته‌ای از الیاف معدنی به پشم معدنی (Mineral Wool) معروف هستند. پشم معدنی یک نام عمومی برای مواد لیفی است که با ریسندگی یا کشش مواد معدنی مذاب مثل سرباره یا گدازه و انواع سرامیک‌ها شکل می‌گیرند. کاربرد پشم معدنی در زمینه‌های شامل ایزولاسیون و عایق‌بندی حرارتی (هم برای عایق‌بندی حرارتی ساختمانی و هم برای عایق‌بندی سیستم‌های لوله‌کشی صنعتی. البته این مواد به اندازه پشم عایق‌بندی با مقاومت بالا در مقابل حرارت، ضد آتش و شعله نیستند)، فیلتراسیون، عایق صوت و صدا و لایه‌های هیدروپونیک (Hydroponic) می‌باشد. پشم معدنی تحت نام‌های الیاف معدنی (Mineral fibers)، پنبه معدنی

(Mineral Cotton)، الیاف معدنی بشر ساخت (Man ـ Made Mineral Fibers) و الیاف شیشه‌ای بشر ساخت (Man ـ Made Vitreous Fibers) نیز معروف است. محصولاتی مخصوص حاصل از پشم معدنی وجود دارند که عبارت‌اند از پشم گدازه (Slag Wool)، پشم شیشه (Glass Wool) یا الیاف سرامیک (Ceramic Fibers). پشم گدازه (Slag Wool) برای اولین بار در ولز و در سال ۱۸۴۰ میلادی ساخته شد. ولی هیچ تلاشی برای بهبود محصول تولیدی پس از ساخت الیاف نشده و لذا این الیاف برای کار کردن توسط کارگران چندان مناسب نبود. اما در سال ۱۸۷۰ یعنی حدود ۳۰ سال بعد از ابداع روش تولید پشم گدازه، ثبت اختراعی از تولید پشم گدازه در امریکا انجام شده و در سال ۱۸۷۱ محصول این روش توسط یک شرکت آلمانی، تولید و به بازار عرضه گردید. این عملیات شامل دمش شدیدی از جریان هوا به مواد مذابی است که به سمت پایین سرازیر شده و جریان می‌یابند. جریان شدید هوای دمیده شده به مواد مذاب سبب ایجاد الیافی از مواد مذاب شده و سپس این الیاف سرد و مورد استفاده قرار می‌گیرند. روش دیگری که توسط یک مهندس امریکایی برای تولید پشم معدنی در سال ۱۸۹۷ اختراع شده است شامل تبدیل سنگ آهک ذوب شده به الیاف می‌باشد که بدین وسیله پشم سنگ مناسب برای ایزولاسیون و عایق‌کاری مورد استفاده قرار گرفته است.

اما، یکی از الیاف معدنی پرمصرف در صنایع مختلف از جمله صنایع نساجی، الیاف آزبست است. اگرچه الیاف آزبست از حدود چهارهزار سال قبل توسط بشر شناخته شده است، ولی استفاده از آنها بیش از یکصد سال پیش نمی‌گذرد. آزبست حاصل شش سیلیکات موجود در طبیعت است و به صورت کریستال‌های لیفی نازک و بلند در طبیعت یافت می‌شود. هر لیف آزبست حاوی میلیون‌ها فیبریل میکروسکوپی است که به روش سایشی یا دیگر روش‌ها به صورت الیاف جدا از هم در می‌آیند. معمولاً آزبست براساس رنگ شناخته می‌شود. چهار رنگ مشخص و اصلی برای آزبست طبیعی وجود دارد که عبارت‌اند از آزبست آبی، آزبست قهوه‌ای، آزبست سفید و آزبست سبز.

در اواخر قرن نوزدهم میلادی و زمانی که خواص فیزیکی الیاف آزبست شناسایی شده است، مصرف آن در نساجی آغاز گردید. بعضی از خواص و ویژگی‌های الیاف آزبست عبارت‌اند از جذب صدا، مقاومت کششی متوسط، داشتن صرفه اقتصادی و مقاومت این الیاف در مقابل آتش، حرارت و الکتریسیته. این الیاف در مصارفی مانند عایق کاری الکتریکی، سیم‌کشی صفحات داغ (Hot Plate) و ایزولاسیون ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هرگاه قرار است که آزبست برای مقاومت در مقابل آتش و حرارت مورد استفاده قرار گیرد، اغلب این الیاف با سیمان مخلوط می‌شوند یا با بافت تاری ـ پودی به صورت پارچه یا لایه‌های ضخیم در می‌آیند. این خاصیت ضدآتش و ضدحرارت بودن آزبست سبب شده است که این الیاف مصارف زیادی داشته باشند.

تنفس دراز مدت در محیطی که الیاف آزبست وجود دارد سبب می‌شود که ذرات این الیاف وارد ریه و اندام‌های تنفسی شده که در نهایت منجر به بیماری‌های تنفسی از قبیل سرطان ریه و بیماری‌های خاص ناشی از گرفتگی‌های اندام‌های تنفسی حاصل از تنفس آزبست خواهد شد. زیان‌بار بودن تنفس الیاف آزبست در قرن بیستم و در دهه‌های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ پدیدار شد. در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ میلادی تجارت و مصرف الیاف آزبست در مصالح و قطعات فنی و مهندسی محدود شده است و بسیاری از کشورها این محدودیت استفاده از آزبست را در استانداردهای تولیدی و زیست‌محیطی خود قرار داده‌اند. نمونه‌ای از یک دسته الیاف آزبست استخراج شده از معدن درشکل ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱ــ نمونه آزبست استخراج شده از معدن

یکی از مصارف مهم الیاف آزبست استفاده آنها در لباس‌ها و پوشاک ضدآتش و ضدحرارت است. الیاف آزبست از الیافی است که ذاتاً نسوز و ذاتاً ضدآتش محسوب می‌شود. یعنی این الیاف اگر در معرض شعله و آتش قرار بگیرند، آتش نمی‌گیرند و شعله‌ور نمی‌شوند. لذا از این الیاف می‌توان پارچه‌هایی تهیه کرد که از آن لباس‌هایی ضدآتش تولید نمود. نمونه‌ای از لباس‌های ضدآتش که از الیاف آزبست تهیه می‌شوند لباس آتش‌نشانان و کارگرانی است که با آتش و مذاب سر و کار دارند. لباس آتش‌نشانان و کارگران کارخانجات ذوب فلز و ریختگری باید به گونه‌ای باشد که اگر در معرض شعله قرار گرفتند اصلا امکان شعله‌ور شدن آنها وجود نداشته باشد. بنابراین این لباس‌ها از پارچه‌های حاصل از الیاف آزبست تهیه می‌شوند. یکی از نمونه‌های استفاده از الیاف آزبست که ناشی از مقاومت حرارتی آنها می‌باشد، استفاده آنها در توری روی سه پایه مخصوص چراغ بونزن است. توری مورد استفاده بر روی چراغ بونزن در وسط خود دارای لایه‌ای از آزبست است که مانع از تماس شعله مستقیم با بشر یا هر ظرف دیگر روی سه پایه می‌شود.
در صنعت نساجی برای تهیه لباس‌های نسوز ویژه آتش‌نشانان و کارگران

کارخانجات ذوب فلز و ریختگری، ابتدا الیاف آزبست را تبدیل به نخ کرده و از آنها پارچه‌های تاری ـ پودی بافته می‌شود. پارچه‌های حاصل برای لباس کار، دستکش کار، ساخت کلاچ‌ها، ماشین‌آلات صنعتی و خودروها، ساخت لنت ترمز و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در تهیه نخ از الیاف آزبست، تقریباً مشابه روش تولید نخ از الیاف کوتاه استفاده می‌شود. در صنعت ابتدا الیاف آزبست را از سنگ معدن جدا می‌کنند. سپس الیاف حاصل تمیز و خالص‌سازی می‌شوند و به یک ماشین کارد مخصوص تغذیه و ماشین کارد الیاف را به ورق‌هایی (تار عنکبوتی) تبدیل می‌کند. این ورق‌ها به ماشین‌های دیگری تغذیه می‌شوند که در نهایت تبدیل به نیمچه‌نخ و نخ می‌شوند. در تولید نخ از الیاف آزبست، امکان تهیه نخ مخلوط از الیاف آزبست و الیاف پنبه نیز وجود دارد که این عمل یعنی اختلاط الیاف آزبست و الیاف پنبه بر روی ماشین کارد انجام می‌شود.

آزمایش این جلسه مربوط می‌شود به شناسایی الیاف نساجی از طریق محلول شرلاستین A. محلول شرلاستین A محلولی است حاوی چند ماده رنگزا که توسط شرکت ICI (Imperial Chemical Industries) ساخته شده و عرضه می‌شود. این ماده علاوه بر الیاف نساجی برای شناسایی مواد دیگری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع تکنیک مورد استفاده در این محلول، استفاده از لکه‌گذاری بر روی مواد است. وقتی که این محلول بر روی الیاف مختلف عمل می‌کند، با این الیاف واکنش نشان داده و جذب آنها می‌شود و براساس نوع لیف رنگ خاصی را در آنها ایجاد می‌کند که براساس این رنگ ایجاد شده بر روی الیاف می‌توان پی به نوع آن الیاف برد.

برای شناسایی الیاف با استفاده از شیرلاستین A می‌توان به دو روش که در کتاب گفته شده است عمل کرد. پس از اعمال محلول شیرلاستین A بر روی الیاف و با مشاهده رنگ الیاف، نوع لیف را تشخیص دهید. توصیه می‌شود که الیافی که قبلاً بر روی آنها شیرلاستین A اعمال شده است را به آزمایشگاه بیاورید تا هنرجویان پس از انجام آزمایش و مقایسه رنگ الیاف عمل شده با شیرلاستین A و نمونه‌های از پیش تهیه شده، نام الیاف مورد استفاده در آزمایش خود را ذکر نمایند.

استفاده از شیرلاستین A روشی جامع برای شناسایی نوع لیف نیست. بلکه یک روش مکمل در کنار روش‌های دیگر است. از این رو توصیه می‌شود که در کارخانجات و آزمایشگاه‌های تجاری یا صنعتی از شیرلاستین A به عنوان مکمل در کنار آزمایش‌های دیگر مورد استفاده قرار گیرد.

ارزشیابی

۱ شرایط انجام کار: شناسایی الیاف مطابق استانداردهای فنی و حرفه‌ای
مکان: آزمایشگاه شناسایی الیاف
مواد: انواع حلال و الیاف نساجی
ابزار و تجهیزات: میکروسکوپ نوری ـ لوله آزمایش ـ شناساگر نئوکارمین ـ شناساگر شرلاستین
تجهیزات ایمنی: هود ـ لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک ـ کفش ایمنی

۲ نمونه/ نقشه کار/مراحل پروژه/ رویه انجام کار:

۳ شاخص‌های اصلی استاندارد عملکرد کار:
رعایت استانداردهای عملکرد وسایل و تجهیزات مورد استفاده جهت تعیین خصوصیات الیاف نساجی

۴ ابزارهای ارزشیابی:
۱ـ مشاهده ـ۲ـ نمونه‌گیری

۵ ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:
۱ـ دستگاه‌های لازم و انواع الیاف مورد استفاده در صنایع نساجی
۲ـ تجهیزات ایمنی فردی: لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک

۶ تکالیف کاری مرتبط در گروه کاری/شغل:تعیین نوع الیاف ــ تعیین خصوصیات الیاف

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین نوع الیاف به روش میکروسکوپی	۲	
۲	تعیین عناصر موجود در الیاف	۱	
۳	تعیین الیاف نساجی از طریق معرف های رنگی (نئوکارمین)	۱	
۴	تعیین تجعد الیاف	۱	
۵	تعیین الیاف نساجی از طریق معرف‌های رنگی شر لاستین	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳ تمیزکردن دستگاه و محیط کار ۴ رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۳

تعیین ویژگی‌های الیاف بازیافته

فعالیت عملی پانزدهم

مواد مورد نیاز

این جلسه که جلسه پانزدهم از درس می‌باشد به الیاف شیمیایی، پلیمر و پلیمریزاسیون پرداخته می‌شود و در بخش عملی که در واقع بخش آزمایشگاه این جلسه است به صابونی کردن الیاف دی‌استات سلولز که از الیاف بازیافته سلولزی است اختصاص دارد. مواد لازم برای آزمایش صابونی کردن الیاف دی استات سلولز عبارت‌اند از:

۱ الیاف دی‌استات سلولز
۲ الیاف پنبه
۳ محلول ۱ درصد هیدروکسیدسدیم (سود سوزآور)
۴ محلول g/lit ۱ رنگزای مستقیم

وسایل مورد نیاز

۱ لوله آزمایش
۲ گیره لوله آزمایش
۳ پنس
۴ ترازوی دقیق (در صورت در دسترس بودن)
۵ میله شیشه‌ای
۶ پیپت
۷ چراغ بونزن

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

در این جلسه می‌توان از عکس، پوستر، اسلاید یا فیلم برای درک بهتر هنرجویان از پلیمر و پلیمریزاسیون استفاده کرد. این وسایل را هم می‌توان از کتاب‌فروشی‌ها و فروشگاه‌های لوازم آزمایشگاهی تهیه کرد و هم می‌توان از سایت‌های اینترنتی دریافت نمود. در سایت‌های اینترنتی مطالب، عکس، نمودار، شکل و انیمیشن و فیلم‌های مختلفی در زمینه پلیمرها و پلیمریزاسیون یافت می‌شود که به هنرآموزان عزیز توصیه می‌شود از آنها برای تدریس و درک بهتر هنرجویان در کلاس استفاده کنند. از دیگر وسایل کمک آموزشی که برای این جلسه می‌توان استفاده کرد، گوی‌ها و میله‌های اتصال ویژه نشان دادن اتم‌ها و مولکول‌ها است که می‌توان برای آزمایشگاه از فروشگاه‌های لوازم آزمایشگاهی یا بعضی کتاب‌فروشی‌ها تهیه کرد.

فضای مورد نیاز

مثل جلسات قبل مطالب این جلسه نیز به دو بخش نظری و عملی تقسیم می‌شود. در واقع بخش نظری این جلسه باید در کلاس درس و بخش عملی آن در آزمایشگاه برگزار شود. در صورتی که امکانات لازم برای برگزاری کلاس نظری در آزمایشگاه وجود داشته باشد، می‌توان کل این جلسه اعم از بخش نظری و عملی را در آزمایشگاه برگزار کرد.

از آنجا که در این جلسه از محلول‌های شیمیایی، حرارت و شعله استفاده می‌شود، لذا باید آزمایشگاه مجهز به هواکش و دستگاه‌ها و تجهیزات اطفای حریق باشد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

چنان که در آغاز این درس گفته شده است، الیاف نساجی به دو دسته طبیعی و شیمیایی تقسیم‌بندی می‌شوند. الیاف طبیعی به الیافی گفته می‌شود که در طبیعت به صورت لیف وجود دارند. اما الیاف شیمیایی، الیافی هستند که مواد اولیه آنها در طبیعت وجود دارد ولی به صورت لیف قابل استفاده در صنایع نساجی نیستند. الیاف شیمیایی هم به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول آنهایی هستند که پلیمر آنها در طبیعت وجود دارد ولی یا به شکل لیف نیستند یا اینکه به شکل لیف هستند، ولی لیف آن قابل استفاده در نساجی نیست. به الیافی که پلیمر آنها در صنعت وجود دارد و در صنعت به روش‌های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی تبدیل به لیف قابل استفاده در نساجی می‌شوند، الیاف بازیافته یا دوباره تولید شده (regenerated) گفته می‌شود. اما دسته دوم از الیاف شیمیایی، الیافی هستند که نه تنها در طبیعت به صورت لیف وجود ندارند، بلکه پلیمر آنها نیز در طبیعت وجود ندارد. بنابراین، در صنعت ابتدا باید به روش‌های شیمیایی، فیزیک و مکانیکی آنها را تبدیل به پلیمر کرد و سپس پلیمر آنها را تبدیل به لیف نساجی نمود.

اما پلیمر چیست؟ به پلیمر ماکرومولکول نیز گفته می‌شود. یعنی مولکولی که بسیار بزرگ است. در زبان فارسی به پلیمر «بسپار» نیز گفته می‌شود. بسپار یعنی بسیار پاره. یعنی ماده‌ای که از بسیاری پاره یا کوچک تشکیل شده است. در واژه یا کلمه پلیمر از دو واژه پلی (poly) و مر (mer) استفاده شده است. کلمه مر در زبان انگلیسی یعنی «واحد تکرار شونده» یا یک واحد ساختمانی‌ای که در تشکیل کل ساختمان، مرتباً تکرار می‌شود، مثل یک آجر یا بلوک سیمانی در دیوار یا یک موزاییک در کف اتاق. اما پلی یعنی چندتایی، زیاد، بسیار یا چندگانه. لذا، باتوجه به معنای کلمه‌های پلی و مر می‌توان گفت که پلیمر ماده‌ای است که از تعداد بسیار زیادی اجزای تکرار شونده تشکیل شده است. چنان که در الیاف گیاهی دیدیم، هر مولکول سلولز یک پلیمر بود که از اتصال مولکول‌های کوچک‌تر به‌نام گلوکز

تشکیل می‌شود. یا ساختمان پشم از پروتئینی به نام کراتین ساخته می‌شود که کراتین خود پلیمری است از اتصال واحدهای کوچک‌تر که این واحدهای کوچک‌تر در واقع حدود ۲۱ اسید آمینه در پشم هستند.
به هر واحد تکرار شونده یک پلیمر که همان یک مر می‌باشد، منومر گفته می‌شود. هرگاه دو منومر با یکدیگر پیوند برقرار کنند، یک دیمر (dimer) شکل می‌گیرد. تریمر (terimer) یا تریمر مولکولی است که از سه مولکول ساده یا سه مر تشکیل شده است. به همین ترتیب، تترامر، پنتامر و ... در نهایت یک مولکول بزرگ به نام پلیمر شکل می‌گیرد. هر پلیمر از تعدادی اتم که با یکدیگر پیوند دارند تشکیل می‌شود. نوع اتم‌ها، نحوه قرار گرفتن اتم‌ها در مولکول، نحوه پیوند اتم‌ها و تعداد اتم‌هایی که منومر یک پلیمر را تشکیل می‌دهند متفاوت می‌باشد و همین عوامل هستند که تعیین‌کننده نوع پلیمر و ویژگی‌های آنها می‌باشد.
مثلاً، پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن هر دو فقط از اتم‌های کربن و هیدروژن ساخته شده‌اند، ولی یک تفاوت تقریباً ساده بین منومر پلی‌اتیلن و منومر پلی‌پروپین سبب می‌شود که این دو پلیمر از نظر خواص مثل جرم حجمی و نقطه ذوب متفاوت از یکدیگر باشند.
پلیمرها هم به صورت طبیعی وجود دارند، مثل پلیمر سلولز که سازنده اجزای گیاهان است و پلیمر پروتئین که سازنده اجزای حیوانات و جانوران است، و هم به صورت مصنوعی و به روش‌های شیمیایی و فیزیکی ساخته می‌شوند، اما برای ساخت انواع پلاستیک‌ها مثل پلی‌اتیلن، پلی‌پروپین و پلی‌استر. در صنعت به روش‌های شیمیایی و فیزیکی منومرها را با هم پیوند می‌دهند که همین پیوند بین منومرها سبب شکل‌گیری ساختمان مولکول بزرگ‌تر یا پلیمر می‌گردد. پیوند منومرها باید در دستگاه‌ها و ماشین‌آلات ویژه و در یک محیط کنترل شده انجام شود. هموپلیمرها که منومر آنها از یک نوع ثابت و یکسان می‌باشد دارای ویژگی و خواصی معین و ثابت هستند، اما گاهی لازم است یک پلیمری که تولید می‌شود فارغ از نوع منومر یا پلیمر دارای خواصی باشد که مورد انتظار برای ساخت جسم یا شیئی معین باشد. برای این منظور گاهی اوقات ساخت یک پلیمر از چند نوع منومر ممکن است امکان‌پذیر باشد. به پلیمرهایی که از چند منومر غیر یکسان تشکیل شده‌اند، کوپلیمر گفته می‌شود. هر منومر در ساختمان یک کوپلیمر می‌تواند عهده‌دار یک خاصیت مانند افزایش دمای ذوب، افزایش مقاومت کششی، افزایش یا کاهش حلالیت، افزایش جذب رطوبت و ... باشد.
برای پلیمریزاسیون پلیمرهای صنعتی، دو روش وجود دارد که عبارت‌اند از پلیمریزاسیون اضافی (additional polymerization) و پلیمریزاسیون تراکمی (condensation polymerization). در پلیمریزاسیون تراکمی، همان‌طور که از نامش بر می‌آید، دو مولکول وقتی که به عنوان منومر با یکدیگر ترکیب می‌شوند، تراکم و انقباضی صورت می‌گیرد به این صورت که یک یا چند مولکول کوچک از

پیوند دو منومر آزاد می‌شود، یا زاییده می‌شود. و برای همین خاطر به پلیمریزاسیون تراکمی پلیمریزاسیون استخلافی یا جانشینی نیز گفته می‌شود. دو پلیمر مهم از پلیمرهای با پلیمریزاسیون تراکمی، پلیمرهای پلی‌استر و نایلون هستند که در پلیمریزاسیون این پلیمرها مولکول آب آزاد می‌شود. در پلیمریزاسیون تراکمی ابتدا یک منومر با منومر دیگر پیوند برقرار می‌کند و یک دیمر به وجود می‌آید. سپس دیمر حاصل یا با یک منومر پیوند برقرار می‌کند یا با یک دیمر دیگر یا با هر مولکول حاصل از چند منومر دیگر. از این رو به پلیمریزاسیون تراکمی، پلیمریزاسیون مرحله‌ای نیز گفته می‌شود. اصولاً در پلیمریزاسیون تراکمی هر منومر برای اینکه یک موضع یا ظرفیت پیوندی ایجاد نماید، یک گروه کوچک از خود را آزاد می‌کند و هر گروه کوچک آزاد شده از یک مونومر با گروه کوچک آزادشده از منومر دیگر پیوند برقرار می‌کند و یک مولکول کوچک را ایجاد می‌کند. مثل گروه OH منفی و H مثبت که از پیوند آنها یک مولکول آب ایجاد می‌شود. پس از آزاد شدن یک گروه کوچک از هر منومر، منومر مربوطه فرصت برقراری پیوند را با منومر دیگری که آن منومر نیز با آزادی یک گروه کوچک یک موضع پیوند می‌یابد، پیدا می‌کند.

در پلیمریزاسیون اضافی، منومرها دارای پیوندهای دوگانه هستند. یعنی از منومرهایی که اشباع نشده هستند می‌توان با باز کردن یکی از پیوندهای دوگانه، ظرفیتی پیوندی برای منومر ایجاد کرد. بنابراین با باز کردن یک پیوند از پیوندهای دوگانهٔ دو منومر می‌توان دو منومر را به یکدیگر متصل کرد. یکی از نمونه‌های ترکیبات اشباع نشده، اتیلن (و مشتقات) آن است. اتیلن گازی است با دو کربن و چهار مولکول هیدروژن، که بین دو کربن آن یک اتصال دوگانه وجود دارد. در صنعت، با باز کردن یکی از پیوندهای دوگانه شرایط اتصال دو مولکول از اتیلن به‌وجود می‌آید. در این روش یعنی پلیمریزاسیون اضافی که با باز شدن یک پیوند دوگانه حاصل می‌شود، هیچ مولکولی یا گروه شیمیایی آزاد نمی‌شود، بنابراین تعداد اتم‌های هر مولکول حاصل از پلیمریزاسیون برابر مجموع اتم‌های منومرهایی است که با هم اتصال برقرار کرده‌اند. پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن از پلیمرهایی هستند که به روش پلیمریزاسیون اضافی ساخته می‌شوند. در پلیمریزاسیون این پلیمر با استفاده از یک رآکتور شیمیایی و در دما و فشار بالا و با کمک کاتالیزور مناسب باندهای دوگانه مولکول‌های اتیلن باز شده و منومرها با یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند و مولکول‌های با وزن مولکولی بیشتر را تشکیل می‌دهند. در این فرایند یکی از ویژگی‌های پلیمر تولید شده وزن مولکولی پلیمر است که اثرات فراوانی در خواص پلیمر تولید شده دارد. بنابراین، از آنجا که وزن مولکولی یک پلیمر، که متناسب با طول زنجیر پلیمر است، یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده خواص پلیمر است، لذا کنترل وزن مولکولی پلیمر در عمل پلیمریزاسیون بسیار با اهمیت است.

عوامل مهم تعیین‌کننده وزن مولکولی پلیمرها عبارت‌اند از فشار و دمای محیط پلیمریزاسیون یا رآکتور. معمولاً هر چه دما و فشار محیط پلیمریزاسیون بیشتر باشد، وزن مولکولی پلیمر تولید شده نیز بیشتر و طول زنجیر پلیمر بلندتر است.
هر پلیمر خواص و ویژگی‌های مخصوص به خودش را دارد. خواص هر پلیمر علاوه‌بر اتم‌ها و ترکیبات تشکیل‌دهنده آن، به نوع اتصالات، تعداد اتم‌های تشکیل‌دهنده، پیوند بین زنجیرهای مولکولی، طول زنجیرها، نحوه قرارگیری زنجیرها نسبت به یکدیگر و ... بستگی دارد. وزن مولکولی هر پلیمر مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده خواص آن پلیمر است. هر چه وزن مولکولی پلیمر بیشتر شود، دمای ذوب آن نیز بیشتر می‌شود، مقاومت آن افزایش می‌یابد، انعطاف‌پذیری آن کمتر می‌شود و حلالیت آن نیز کمتر می‌شود. عامل دیگر تأثیرگذار بر روی خواص پلیمر، پیوندهای بین مولکولی است. پیوند بین مولکولی در واقع پیوندهای جانبی بین زنجیرهای مولکولی است که هر چه این پیوندها قوی‌تر و بیشتر باشند، مقاومت لیف بیشتر، انعطاف‌پذیری آن کمتر، نقطه ذوب بالاتر و ... خواهد بود. البته هرچه تعداد پیوندهای عرضی بیشتر باشد، ممکن است سبب بعضی اثرات منفی در پلیمر شود. مثلاً پیوندهای قوی و زیاد بین مولکولی سبب سختی زیاد و عدم انعطاف‌پذیری پلیمر و لیف تهیه شده از آنها می‌شود.
آزمایش این جلسه مربوط می‌شود به صابونی کردن الیاف دی استات و تری‌استات سلولز. چنان‌که می‌دانید مواد اولیه استات سلولز، سلولز طبیعی است که گروه‌های هیدروکسیل آن به وسیله گروه استیل، استیله شده‌اند. هر گروه باقیمانده گلوکز در زنجیر سلولز دارای سه گروه هیدروکسیل است. این گروه‌های هیدروکسیل به وسیله واکنش استیلاسیون به وسیله گروه استیل جایگزین می‌شوند. هرگاه دو گروه هیدروکسیل سلولز استیله شوند، دی‌استات سلولز تولید می‌شود، و اگر هر سه گروه هیدروکسیل استیله شوند، تری استات سلولز تولید می‌شود. اما با عمل صابونی کردن استات سلولز که با هیدروکسید سدیم یا سود سوزآور انجام می‌شود، عکس عمل استیلاسیون اتفاق می‌افتد و گروه هیدروکسیل جای گروه استیل بر روی زنجیر سلولز می‌نشیند و استات سلولز به سلولز خالص تبدیل می‌شود.
یکی از مواد رنگزایی که برای رنگرزی و مواد سلولزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، رنگزا یا رنگ مستقیم است که این رنگزا قابلیت رنگرزی استات سلولز را ندارد. برای آزمایش این جلسه، ابتدا الیاف استات سلولز را صابونی کرده سپس سه نوع لیف یعنی الیاف پنبه، الیاف استات سلولز صابونی شده و الیاف استات سلولز صابونی نشده را به وسیله رنگزای مستقیم چنان‌که در کتاب اشاره شده است رنگرزی نموده و با یکدیگر مقایسه کنید. رنگ شدن استات صابونی شده به وسیله رنگزای مستقیم نشان‌دهنده صابونی شدن آن یعنی جایگزینی گروه‌های استیل به وسیله گروه‌های هیدروکسیل می‌باشد.

فعالیت عملی شانزدهم

مواد مورد نیاز

در این جلسه علاوه بر مطالب نظری که از مبحث «شکل مولکول‌ها» تا ابتدای مبحث «الیاف بازیافته» ادامه می‌یابد دارای بخش عملی و آزمایشگاهی هم هست که مربوط می‌شود به تعیین جرم مخصوص یا وزن مخصوص که می‌توان با داشتن نمره الیاف، سطح مخصوص آنها را نیز محاسبه کرد. بنابراین مواد لازم برای این جلسه عبارت‌اند از:

۱ تتراکلرید کربن
۲ بنزن
۳ الیاف دی‌استات سلولز
۴ الیاف تری‌استاسلولز
۵ الیاف نایلون ۶
۶ الیاف اکریلیک
۷ الیاف پلی‌استر

وسایل مورد نیاز

۱ بورت
۲ استوانه مدرج ۵۰ml
۳ میله شیشه‌ای
۴ قیچی
۵ متر/ خط‌کش
۶ ترازو

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

برای درک بهتر هنرجویان از مطالب این جلسه می‌توانید از عکس، پوستر، انیمیشن و فیلم استفاده کنید. باید توجه داشت که مطالب نظری این جلسه مستقیماً با هدف آزمایش ارتباط ندارد، و گنجاندن این آزمایش در این جلسه صرفاً به خاطر توزیع آزمایشات در جلسات درس در دوره یکساله تحصیلی است. بنابراین در تدریس این جلسه می‌توانید هم از وسایل کمک آموزشی مربوط به بخش نظری استفاده کنید و هم از وسایل لازم برای بخش آزمایش.

از جمله وسایلی که می‌توان برای درک وزن مخصوص و سطح مخصوص به‌کار برد استفاده از دو جسم مختلف با حجم یکسان ولی با وزن متفاوت است . مثلاً یک گردو یا گوی پلاستیکی و یک گوی سنگی یا فلزی.

همچنین برای درک بهتر سطح مخصوص می‌توانید از دو حلب روغن ۱ و ۲

کیلویی استفاده کنید، چون نسبت حلب به‌کار برده شده نسبت به وزن محتویات آن برای حلب یا قوطی ۱ کیلویی و ۲ کیلویی متفاوت است. یعنی مساحت حلب مورد استفاده نسبت به وزن محتویات آن برای حلب یا قوطی ۲ کیلویی کمتر از قوطی یا حلب ۱ کیلویی است.

فضای مورد نیاز

چنان‌که در جلسات قبل نیز توضیح داده شده است، این جلسه نیز دارای دو بخش نظری و عملی است. بنابراین بخش نظری این جلسه را می‌توان درکلاس درس برگزار کرد و بخش عملی آن حتماً باید در آزمایشگاه اجرا شود. اما، درصورت وجود امکانات لازم در آزمایشگاه، می‌توان هر دو بخش نظری و عملی این جلسه را در فضای آزمایشگاه برگزار کرد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

یکی از خواص پلیمرها یا ویژگی‌های پلیمرها، شکل مولکول‌های آنهاست. شکل مولکول‌ها متأثر از نوع اتم‌ها و نحوه پیوندهای اتم‌های تشکیل‌دهنده آن مولکول‌ها است. مولکول‌ها می‌توانند به‌صورت خطی یا یک بعدی، صفحه‌ای یا دو بعدی و حجمی یا سه بعدی باشند. در واقع نحوه پیوند بین اتم‌ها تعیین‌کننده شکل مولکول‌هاست. پلیمرهایی قابلیت لیف شدن دارند که به صورت خطی (یک بعد) باشند. پلیمرهایی که مولکول‌های آنها دارای شاخه‌های بلند و زیاد هستند، قابلیت تولید یا ساخت لیف مناسب مصرف در نساجی نیستند.

ویژگی دیگر زنجیرهای مولکولی، سختی آنهاست. زنجیرهای مولکولی سازنده یک پلیمر که برای ساخت لیف نساجی در نظر گرفته می‌شود باید دارای سختی مناسبی باشد. عواملی که تعیین‌کننده سختی زنجیر یک پلیمر هستند عبارت‌انداز: نوع اتم‌های تشکیل‌دهنده پلیمر، نوع پیوندهای بین اتم‌ها، چگونگی پیوند بین اتم‌ها، گروه‌های شیمیایی حاضر در زنجیر مولکولی، پیوندهای بین مولکولی یا پیوندهای جانبی. اگر سختی مولکول‌های تشکیل‌دهنده یک پلیمر زیاد باشد، آنگاه لیف تهیه شده از آن ممکن است انعطاف‌پذیری لازم برای مصرف در نساجی را نداشته باشد، و اگر سختی مولکول‌ها پایین باشد، ممکن است الیاف تهیه شده از آنها استحکام لازم برای مصرف در نساجی را نداشته باشند.

بعضی از مولکول‌های سازنده برخی پلیمرها در زنجیر اصلی خود حاوی ترکیباتی مثل حلقه‌های بنزنی هستند. این‌گونه ترکیبات و گروه‌ها در ساختمان مولکولی پلیمر سبب سخت شدن الیاف و بالا رفتن نقطه ذوب و افزایش استحکام الیاف می‌شوند.

به هم جهت بودن و موازی بودن زنجیرهای مولکولی با محور لیف، آرایش یافتگی یا orientation می‌گویند. الیاف نساجی باید دارای آرایش یافتگی مولکولی مناسب باشند. آرایش‌یافتگی سبب افزایش استحکام کششی الیاف می‌شود.

در صنعت تولید و ساخت الیاف نساجی، به روش‌های فیزیکی و مکانیکی یعنی حرارت‌دادن و کشش دادن الیاف، درالیاف آرایش‌یافتگی مولکولی ایجاد می‌کنند. هرچه آرایش‌یافتگی مولکولی الیاف بیشتر باشد، جذب رطوبت آنها کمتر، مقاومت آنها بیشتر، ازدیاد طول تا حد پارگی آنها کمتر، مدول کششی آنها بیشتر و درخشندگی آنها بیشتر خواهد شد.

از نظر ساختمان داخلی، ساختار الیاف به دو قسمت کریستالی یا بلوری و قسمت بی‌نظم یا آمورف تقسیم می‌شود. در قسمت کریستالی در واقع مولکول‌های پلیمر با یکدیگر موازی هستند و بیشترین پیوند جانبی را با یکدیگر دارند و بخش بسیار محکم و نفوذناپذیر پلیمرها و الیاف می‌باشند. جذب رطوبت و جذب رنگ در نواحی کریستالی انجام نمی‌شود و این به‌دلیل نفوذناپذیری کریستال‌ها و عدم تمایل مولکول‌ها در قسمت کریستالی برای پیوند با مولکول‌های رنگ است. جرم حجمی کریستال‌ها بیشتر از جرم حجمی بخش آمورف است. اما در بخش آمورف، زنجیرهای مولکولی به‌صورت غیرمنظم در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. اگر لیفی تحت کشش قرار بگیرد، این مولکول‌ها دربخش آمورف روی هم لغزیده مستقیم می‌شوند، با یکدیگر موازی می‌شوند و افزایش طول می‌دهند. در یک لیف هرچه مقدار کریستالی لیف بیشتر باشد، مقاومت آن بیشتر است. هرگاه یک لیف تحت کشش قرار بگیرد، کریستال‌ها و زنجیرهای مولکولی قسمت آمورف در جهت کشش وارده قرار گرفته به موازات محور لیف قرار می‌گیرند و در نهایت سبب می‌شود که آرایش یافتگی لیف بیشتر شود.

درصنعت الیاف‌سازی یعنی صنعت تولید الیاف شیمیایی، به عملیات تبدیل پلیمر به لیف را ریسندگی گویند. ریسندگی الیاف شیمیایی به سه روش می‌تواند انجام شود و انتخاب این سه روش برای یک پلیمر یا لیف خاص بستگی به نوع پلیمر و ملاحظات فنی و اقتصادی دارد. الیاف شیمیایی به یکی از سه روش ترریسی (ریسندگی مرطوب)، خشک‌ریسی (ریسندگی خشک) و ذوب‌ریسی (ریسندگی مذاب) ریسندگی می‌شوند.

در عملیات ترریسی، پلیمر مربوطه در حلال خود حل می‌شود و بعد از ریسندگی وقتی رشته الیاف که به صورت محلول هستند وارد یک حمام انعقاد می‌شوند، و حمام انعقاد با خارج کردن حلال از رشته محلول سبب سفت شدن و انعقاد لیف می‌شود. بعد از انعقاد و شست‌وشوی لیف، الیاف تولید شده را برای عملیات بعدی به دستگاه‌ها و ماشین‌آلات دیگر مانند ماشین‌آلات کشش و تکمیل منتقل می‌کنند. مهم‌ترین لیف که به روش ترریسی تولید می‌شود، الیاف بازیافته سلولزی هستند در بین الیاف مصنوعی، لیف اکریلیک نیز علاوه‌بر خشک‌ریسی به روش ترریسی ریسیده می‌شود.

درعمل خشک‌ریسی، پلیمر در حلال خود که حلالی فرار است حل می‌شود. در این روش بعد از اینکه محلول پلیمر از اسپینرت خارج شد از یک فضای داغ

عبور می‌کند و هوای داغ سبب تبخیر حلال موجود در رشته لیف شده و لیف به‌صورت جامد در می‌آید. در عمل خشک ریسی حلال تبخیر شده از الیاف درحال ریسندگی جمع‌آوری و برای استفاده مجدد بازیابی می‌شوند. دلیل بازیابی حلال در خشک‌ریسی، یکی جلوگیری از آلودگی محیط زیست و دیگری صرفه اقتصادی بازیابی آنهاست. بعد از اینکه الیاف به روش خشک‌ریسی تولید شد، الیاف یا فیلامنت‌های تولید شده برای عملیات کشش، اعمال مواد تکمیلی یا عملیات تکمیلی مکانیکی مثل تکسچرایزینگ به ماشین‌های مربوطه منتقل می‌شوند. الیاف اکریلیک علاوه‌بر تر ریسی به روش خشک‌ریسی تولید می‌شوند.

ذوب‌ریسی برای الیافی استفاده می‌شود که پلیمر آنها ترموپلاستیک هستند وذوب آنها خاصیت یا ویژگی پلیمر را تغییر نمی‌دهد. الیاف پلی پروپیلن، پلی‌استر و نایلون‌های ۶ و ۶۶ از الیافی هستند که به روش ذوب‌ریسی تولید می‌شوند. چنان‌که توضیح داده شده است هم در تر ریسی و هم در خشک‌ریسی از حلال در ریسندگی (ایجاد مایع ریسندگی) استفاده می‌شود. ولی در ذوب ریسی از هیچ حلالی استفاده نمی‌شود و برای تبدیل پلیمر به مایع قابل ریسیدن از حرارت‌دادن و ذوب کردن آن بهره گرفته می‌شود. درعملیات ذوب ریسی، به محض اینکه الیاف از اسپینرت به صورت فیلامنت خارج شدند از یک فضای خنک با دمش هوای خنک عبور می‌کنند. دمش هوای خنک به رشته الیاف مذاب، سبب خنک‌شدن و انجماد آنها می‌شود. الیاف حاصل از ذوب‌ریسی پس از تولید، به ماشین‌های کشش و سایر ماشین‌های تکمیلی از جمله ماشین‌های تکسچرایزینگ (درصورت نیاز) منتقل می‌شوند.

لازم به توضیح است که الیاف پلی‌استری که به روش ذوب ریسی در کارخانه‌های الیاف‌سازی تولید می‌شوند، لزوماً همه مراحل تکمیل را در همان کارخانه طی نمی‌کنند بلکه ممکن است به‌صورت نخ‌های POY و LOY به کارخانه‌های دیگری حمل و در آنجا تبدیل به FOY شوند.

جرم مخصوص هر جسم نشان‌دهنده چگالی یا دانسیته آن است. یکی از روش‌های تعیین جرم مخصوص الیاف روش غوطه‌وری است. در این روش، جسم در داخل مایعی قرار داده می‌شود، اگر جرم مخصوص جسم از مایع کمتر باشد، جسم در مایع شناور می‌شود، و اگر جرم مخصوص جسم از مایع بیشتر باشد، جسم در مایع فرو می‌رود، ولی اگر جرم مخصوص جسم برابر جرم مخصوص مایع باشد، جسم در داخل آن 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 هریک از حالات فوق، جرم مخصوص لیف از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\rho = \frac{\rho_1 \times v_1 + \rho_2 \times v_3}{v_1 + v_2}$$

در رابطه فوق:

ρ: جرم مخصوص لیف برحسب g/cm^3؛

ρ_1: جرم مخصوص مایع اول برحسب g/cm^3؛

v_1: حجم مایع اول برحسب cm^3؛

ρ_2: جرم مخصوص مایع دوم برحسب g/cm^3؛

و v_2: حجم مایع دوم برحسب cm^3 است.

دراین جلسه وزن مخصوص الیاف شیمیایی دی‌استات سلولز، تری‌استات سلولز، نایلون ۶، پلی‌استر و اکریلیک به روش غوطه‌وری مورد سنجش قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از انتشار گازهای نامطبوع و سمی در آزمایشگاه، لازم است این آزمایش در زیر هود انجام شود.

قبل از انجام آزمایش مطمئن شوید که همه ظرف‌هایی که مورد استفاده قرار می‌گیرند تمیز و خشک هستند. سپس دسته کوچکی از الیاف مورد نظر را به هم بپیچید و دور خودش گره بزنید و لبه های الیاف را با قیچی کوتاه کنید. مراقب باشید که گره الیاف خیلی سفت نباشد. حدود ۲۰ میلی‌لیتر (سی‌سی) از تتراکلرین‌کربن را به‌وسیله بورت به داخل استوانه مدرج بریزید و دسته الیاف مورد نظر را در داخل آن قرار دهید. به‌وسیله میله شیشه‌ای، الیاف را به آرامی به جداره استوانه مدرج فشار دهید تا هوای داخل دسته الیاف به‌صورت حباب‌هایی خارج شوند.

اگر دسته الیاف بر روی تتراکلریدکربن شناور شدند، این یعنی وزن مخصوص الیاف از وزن مخصوص تتراکلریدکربن که برابر $1/59 g/cm^3$ است کمتر است. در این صورت از بنزن که دارای وزن مخصوص $0/87 g/cm^3$ است به‌وسیله بورت برداشته و به اندازه ۵ میلی‌لیتر به داخل استوانه مدرج بریزید و مخلوط دو مایع را هم بزنید و سپس صبر کنید و مشاهده کنید که محل قرار گرفتن دسته الیاف چگونه است. در صورتی که همچنان توده الیاف شناور می‌باشد، افزایش مایع بنزن را ادامه دهید تا توده الیاف کاملاً در داخل مخلوط دو مایع غوطه‌ور و ثابت شود.

حال می‌توان گفت که جرم حجمی یا وزن مخصوص دسته الیاف برابر وزن مخصوص مخلوط دو مایع است. در این صورت با استفاده از رابطه ارائه شده وزن مخصوص مخلوط دو مایع را محاسبه کنید که برابر وزن مخصوص الیاف مورد استفاده می‌باشد. این آزمایش را برای همه الیاف انجام دهید.

فعالیت عملی هفدهم

مواد مورد نیاز

این جلسه مثل جلسات قبل از دو بخش نظری و عملی (آزمایشگاه) تشکیل شده است. بخش نظری این جلسه از مبحث «الیاف بازیافته» آغاز و تا ابتدای مبحث «خصوصیات الیاف ویسکوزریون» خاتمه می‌یابد. در بخش عملی این جلسه آزمایشی شبیه به آزمایش جلسه شانزدهم یعنی آزمایش تعیین وزن مخصوص یا جرم مخصوص الیاف انجام خواهد شد، با این تفاوت که در این جلسه الیاف مورد آزمایش الیاف طبیعی هستند. بنابراین مواد لازم این جلسه عبارت‌اند از:

۱ تتراکلرید کربن
۲ بنزن
۳ الیاف پنبه
۴ الیاف ویسکوز
۵ الیاف پشم
۶ الیاف ابریشم

وسایل مورد نیاز

وسایل مورد نیاز برای آزمایشگاه این جلسه مانند وسایل جلسه شانزدهم و شامل موارد زیر می‌باشد:

۱ بورت
۲ استوانه مدرج ۵۰ml

۳ میله شیشه‌ای
۴ قیچی
۵ متر/ خط‌کش
۶ ترازو

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

وسایل کمک آموزشی این جلسه مانند جلسه شانزدهم می‌باشد، و برای تنوع به انتخاب هنرآموز می‌توان از قوطی، شیشه‌های ویژه ترشیجات، لوله‌های سیمانی با قطرهای مختلف، اجسام کروی با قطرهای مختلف و هر دو جسمی با یک شکل ولی در دو اندازه که توسط هنرجویان به کلاس آورده می‌شود استفاده کرد.

فضای مورد نیاز

برای این جلسه مثل جلسه شانزدهم توصیه می‌شود که بخش نظری در کلاس درس برگزار شود و بخش عملی یا آزمایشگاه در فضای آزمایشگاه. البته اگر امکانات لازم در آزمایشگاه فراهم باشد، می‌توان هر دو بخش نظری و عملی را در آزمایشگاه برگزار نمود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

الیاف بازیافته (regenerated) که به الیاف دوباره تولید شده نیز معروف هستند، الیافی هستند که پلیمر آنها در طبیعت وجود دارد ولی به صورت لیف قابل استفاده در نساجی نیستند. مواد اولیه الیاف بازیافته از سه منبع سلولزی (گیاهان)، پروتئینی (حیوانات و گیاهان) و معدنی (فلزات، شیشه و ...) قابل تولید هستند.
الیاف بازیافته سلولزی از منابع سلولزی مثل تنه درختان و لینتر پنبه تهیه می‌شوند. الیافی که از منابع سلولزی بازیافت می‌شوند به سه دسته ویسکوزریون، پلی‌نوزیک و کوپرآمونیوم تقسیم می‌شوند. اگر چه منبع تولید این سه نوع لیف یکسان است ولی نحوه تولید آنها کمی با یکدیگر متفاوت است. از این‌رو خواص و ویژگی‌های این سه نوع لیف نیز کمی با هم فرق می‌کند.
پرمصرف‌ترین الیاف بازیافته سلولزی، الیاف ویسکوزریون هستند که در بازار به الیاف ویسکوز، ریون یا ابریشم مصنوعی معروف است. الیاف ویسکوزریون هم به صورت فیلامنت و هم به صورت الیاف بریده بریده (staple) تولید می‌شوند. الیاف بریده بریده ویسکوزریون هم به صورت الیاف کوتاه (short staple) تولید می‌شوند و هم به‌صورت الیاف بلند (long staple) یعنی در حد طول الیاف پشم.
علاوه‌بر چوب درختان و لینتر پنبه، دیگر منابع گیاهی نیز می‌توانند به عنوان مواد اولیه الیاف بازیافته سلولزی مورد استفاده قرار گیرند. یکی از منابع تولید ویسکوزریون، ضایعات سلولزی یا تفاله نیشکر است. حدود نیمی از ضایعات نیشکر از سلولز است که می‌تواند به عنوان منبعی برای تولید ویسکوزریون مورد استفاده

قرار بگیرد. البته در ایران مزارع کشت نیشکر وسیعی وجود دارد که ضایعات آنها صرف تولید محصولات سلولزی از جمله تخته‌های سلولزی (نئوپان) یا مقوا می‌شود. از دیگر منابع سلولزی ساقه انواع غلات مثل گندم، جو و برنج می‌باشد که معمولاً این ساقه‌ها که به کاه معروف‌اند برای تولید کاغذ و محصولات بی‌بافت مورد استفاده قرار می‌گیرند و مصرف برای تولید ویسکوزریون ندارند. اصولاً تولید الیاف ویسکوزریون در کشور ما وجود ندارد و همه الیاف ویسکوزریون یا الیاف بازیافته سلولزی برای مصارف نساجی از منابع خارجی تهیه می‌شود.

اگرچه الیاف ویسکوزریون از منابع چوب درخت و لینتر پنبه می‌توانند تولید شوند، ولی عمده منبع تولید الیاف ویسکوزریون چوب درختان است. ویسکوزریون در کشورهایی که منابع غنی از چوب و جنگل‌های پهناور دارند تولید می‌شوند. در تولید الیاف ویسکوزریون، ابتدا چوب یا تنه درخت را به صورت صفحه‌هایی (تخته) در می‌آورند. سپس تحت اثر محلول سود سوزآور که حلال سلولز است قرار می‌دهند. در این مرحله محلول سود جذب صفحه‌های چوبی می‌شود. پس از مدت حدود ۱ ساعت تخته‌های چوب حاوی سود سوزآور را تحت فشار قرار داده تا سود از آنها خارج شود، سپس صفحات چوبی را به‌وسیله دستگاه‌های مخصوصی خرد می‌کنند و در مرحله بعد خرده‌های چوب را به مدت حدود یک روز به حال خود رها می‌کنند تا سود به‌خوبی برروی سلولز چوب اثر کرده و سلولز قلیایی به‌دست آید. به این مرحله، مرحله زمان دادن (ageing) می‌گویند. سلولز قلیایی حاصل را تحت عملیات سولفیدکربن قرار می‌دهند. عملیات یا اثر سولفیدکربن بر روی سلولز قلیایی را گزانتاسیون می‌گویند که به‌وسیله دستگاهی به‌نام گزانتاتور انجام می‌شود. بعد از عمل گزانتاسیون، گزانتات سلولز حاصل را در سود سوزآور رقیق حل می‌کنند که محلولی به‌دست می‌آید به‌نام سدیم‌گزانتات‌سلولز به‌طوری‌که این محلول مناسب برای عملیات ریسندگی می‌باشد.

پس از به‌دست آمدن محلول سدیم‌گزانتات‌سلولز که در واقع محلول مناسب برای ریسندگی است، ابتدا آن را از فیلترهای مناسبی می‌گذرانند تا ناخالصی‌ها و ذرات جامد از محلول جدا شود و محلول صافی حاصل شود. پس از فیلتر کردن محلول، محلول فیلتر شده به دستگاه ریسندگی هدایت و درآنجا بعد از عبور از پمپ‌های ویژه‌ای به ریسنده یا اسپینرت تغذیه می‌شود. بعد از عبور محلول از دستگاه ریسنده، ریسیده شده و تبدیل به رشته‌های نازک می‌شود. سپس رشته‌های ریسیده شده وارد حمامی به نام حمام انعقاد می‌شود که حاوی محلول اسیدسولفوریک سولفات‌روی، سولفات‌سدیم و گلوکز است. رشته سدیم‌گزانتات‌سلولز ریسیده شده بعد از ورود به حمام انعقاد، منعقد شده و سفت می‌شود. سپس الیاف منعقد شده از حمام خارج، شست‌وشو داده شده و برروی بوبین پیچیده می‌شوند. در صورتی که لازم باشد الیاف بریده بریده از ویسکوزریون تولید شود، فیلامنت‌های ویسکوزریون

به طول دلخواه بریده شده و به صورت عدل یا تاپس (فتیله الیاف بلند) بسته‌بندی و به کارخانه‌های ریسندگی حمل می‌شود.
بخش عملی یا آزمایشگاه این جلسه به همان صورت جلسه شانزدهم اجرا می‌شود. بنابراین، کافی است براساس شرحی که برای جلسه شانزدهم داده شده است برای الیاف این جلسه که از الیاف ویسکوزریون و سایر الیاف طبیعی سلولزی و پروتئینی می‌باشد آزمایش لازم انجام شود.

فعالیت عملی هجدهم

مواد مورد نیاز

بخش نظری این جلسه از مبحث «خصوصیات الیاف ویسکوزریون» آغاز و تا پایان مبحث «مصارف ویسکوزریون» پایان می‌یابد. در بخش عملی این جلسه به سطح مخصوص الیاف پرداخته می‌شود. بنابراین در این جلسه لازم نیست که از مواد نساجی استفاده شود و فقط کافی است از بعضی از احجام برای محاسبات سطح مخصوص استفاده شود.
البته، اگر احجام هم در دسترس نبود می‌توان از ترسیم پرسپکتیو یا حجم نیز بهره گرفته شود. احجام مورد نیاز عبارت‌اند است:

۱ استوانه با قطر بزرگ یا قوطی روغن ۴ـ۳ کیلوگرمی (استوانه‌ای یا مکعب)
۲ استوانه با قطر کوچک یا قوطی روغن ۲ـ۱ کیلوگرمی (استوانه‌ای یا مکعب)
۳ میله منشوری به اضلاع ۵ـ۳ سانتی‌متر
۴ میله منشوری به اضلاع ۲ـ۱ سانتی‌متر

البته احجام فوق را می‌توان در کلاس و به‌وسیله مقوا، قیچی و چسب ساخت. لذا توصیه می‌شود که هنرآموزان عزیز احجام را ساخته و در آزمایشگاه نگهداری کنند.

وسایل مورد نیاز

۱ مقوا
۲ متر نواری یا خط‌کش
۳ قیچی
۴ چسب

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

در این جلسه می‌توان از عکس، پوستر، انیمیشن و فیلم استفاده کرد. در زمینه سطح مخصوص انیمیشن‌هایی در سایت‌های اینترنتی علمی وجود دارد که هنرآموزان عزیز می‌توانند از آنها برای درک بهتر هنرجویان استفاده کنند.

فضای مورد نیاز

اگر چه این جلسه شامل بخش‌های نظری و عملی است، ولی می‌توان بخش عملی را که بیشتر درک فضایی و انجام محاسبات هندسی و حجمی‌است، در کلاس درس انجام داد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

الیاف ویسکوزریون از الیاف باز یافته سلولزی است. به دلیل جنس سلولزی این لیف که هم جنس با الیاف پنبه است، از نظر خواص شباهت‌های زیادی با الیاف پنبه از نظر شیمیایی و فیزیکی دارد. اما، از آنجا که در جریان تولید و ساخت الیاف ویسکوزریون عملیات شیمیایی و مکانیکی مختلفی برروی سلولز انجام می‌شود، لذا انتظار می‌رود که این الیاف تفاوت‌هایی از نظر خواص با الیاف پنبه و الیاف سلولزی طبیعی داشته باشند.
نمای مقطع عرضی (سطح مقطع عرضی) الیاف ویسکوزریون به‌صورت مضرس یا دندانه‌دار است. دلیل مضرس بودن مقطع عرضی این الیاف انعقاد نامنظم آنها در داخل حمام انعقاد در هنگام تولید است. یعنی در هنگام انعقاد، به اصطلاح سطح الیاف چروک می‌شود. سطح مقطع مضرس الیاف ویسکوزریون مزایایی دارد و آن افزایش سطح جانبی الیاف و در نتیجه جذب رطوبت سریع‌تر و بیشتر و جذب رنگ سریع‌تر آنها می‌باشد. نمای طولی الیاف ویسکوزریون به‌صورت یک میله است که دارای خط‌های محوری است. خطوط محوری روی نمای طولی الیاف ویسکوزریون در واقع نمای فصل مشترک بین دندانه‌های روی لیف می‌باشد.
الیاف ویسکوزریون الیافی بازیافته هستند و به‌صورت صنعتی تولید می‌شوند. بنابراین طول و قطر یا ضخامت الیاف که تعیین‌کننده نمره الیاف است، در هنگام تولید قابل کنترل است. الیاف ویسکوزریون در سه دسته طولی تولید می‌شوند. اول به‌صورت فیلامنت است که بیشتر مصارف تولید پارچه‌های تاری ـ پودی و حلقوی از جمله حلقوی تاری برای بافت پرده توری دارند. دوم الیاف استیپل کوتاه هستند که معمولاً با طول حدود ۴۰mm تولید می‌شوند و به‌صورت نخ‌های ویسکوزی خالص یا در ترکیبی با الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر ریسیده می‌شوند و عمدتاً مصارف لباسی و پوشاک دارند. سوم الیاف استیپل با طول بلند هستند که با طول حدود طول الیاف پشم تولید می‌شوند و در ترکیب با الیاف پشم یا الیاف مصنوعی در ریسندگی (عمدتاً ریسندگی فاستونی) مورد استفاده قرار می‌گیرند.
درخشندگی الیاف ویسکوزریون بیشتر از الیاف پنبه است و این به‌دلیل صاف‌بودن سطح این الیاف است. البته چون الیاف ویسکوزریون به‌صورت صنعتی تولید می‌شوند، جلا و درخشندگی آنها قابل کنترل است.
در جریان تولید الیاف ویسکوزریون، وقتی که سلولز طبیعی تحت اثر مواد شیمیایی و حلال‌ها قرار می‌گیرد، زنجیرهای مولکولی سلولز شکسته می‌شوند و کریستال‌های

سلولز نیز دچار آسیب می‌شوند. از این رو جذب رطوبت الیاف ویسکوزریون بیشتر از الیاف پنبه است. چون نواحی آمورف یا بی‌نظم الیاف ویسکوزریون بیشتر از الیاف پنبه است و برخی پیوندهای بین مولکولی سلولز نیز در جریان تولید ویسکوزریون شکسته شده و بنابراین پیوندهای گسسته شده تمایل به پیوند با مولکول‌های آب داشته و در نتیجه این عامل نیز سبب افزایش جذب رطوبت الیاف ویسکوزریون می‌شود.

خواص مکانیکی الیاف ویسکوزریون متفاوت از الیاف پنبه است. تفاوت خواص مکانیکی این دو لیف به دلیل شکستگی زنجیرهای مولکولی و از بین رفتن بعضی پیوندهای جانبی بین زنجیرهای سلولز می‌باشد. به همین دلیل مقاومت ویسکوزریون کمتر از پنبه است، مدول الاستیک ویسکوزریون و برگشت‌پذیری ویسکوزریون نیز کمتر از پنبه است. افزایش طول تا حد پارگی الیاف ویسکوزریون بیشتر از پنبه است . یعنی الیاف ویسکوزریون نرم‌تر از الیاف پنبه هستند.

عوامل محیطی و مواد شیمیایی برروی ویسکوزریون اثراتی دارند. اثر رطوبت برروی الیاف ویسکوزریون کمی متفاوت با اثر آن بر روی پنبه است. وقتی پنبه رطوبت جذب می‌کند، افزایش طول آن زیاد می‌شود و مقاومت آن نیز زیاد می‌شود و حرارت تولید می‌شود.

ولی، اگر چه جذب رطوبت الیاف ویسکوزریون سبب زیاد شدن افزایش طولی آنها می‌شود، مقاومت ویسکوزریون با جذب رطوبت کاهش می‌یابد. جذب رطوبت الیاف ویسکوزریون نیز سبب تولید گرما می‌شود، ولی گرمای‌تر شدن (heat of wetting) الیاف ویسکوزریون بیشتر از الیاف پنبه است.

از دیگر عوامل محیطی موثر بر الیاف ویسکوزریون اثر نور خورشید و حرارت است. نورخورشید برروی پیوندهای بین مولکولی الیاف ویسکوزریون تأثیر می‌گذارد. اگر الیاف ویسکوزریون به مدت طولانی در معرض نور خورشید قرار بگیرند، رنگ آنها تغییر کرده و مقاومت آنها کاهش می‌یابد. اگر الیاف ویسکوزریون در معرض حرارت بیشتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار بگیرند تغییراتی در آنها حاصل می‌شود. تغییر خواص الیاف ویسکوزریون در مقابل حرارت به‌صورت تغییر رنگ و کاهش مقاومت است. الیاف ویسکوزریون در مقابل آتش شعله‌ور می‌شوند و می‌سوزند و خاکستر آنها مثل خاکستر پنبه نرم بوده و بوی دود آن مثل بوی کاغذ سوخته می‌باشد.

اسیدها و قلیاها نیز بر ویسکوزریون اثر مخرب دارند و اثر این مواد شیمیایی بر روی ویسکوزریون شدیدتر از اثر آنها بر روی الیاف پنبه است. اسیدهای معدنی مثل اسیدکلریدریک و اسیدسولفوریک الیاف ویسکوزریون را حل می‌کنند و اسیدهای آلی تقریباً بر روی ویسکوزریون بی‌تأثیر هستند. مقاومت ویسکوزریون در مقابل قلیاها خوب است ولی اگر در حالت داغ یا جوش باشند می‌توانند اثر مخربی بر روی ویسکوزریون داشته باشند. از دیگر مواد شیمیایی که ممکن است

برروی ویسکوزریون و محصولات ویسکوزی عمل شود، حلال‌های آلی هستند. حلال‌های آلی بر روی ویسکوزریون تأثیری ندارند. برای مثال در خشکشویی‌ها که از حلال آلی استفاده می‌شود، خشکشویی پارچه‌ها و البسه ویسکوزی آسیبی به آنها نمی‌رساند. بعضی از حلال‌های آلی مثل کوپرآمونیوم، الیاف ویسکوزریون را در خود حل می‌کنند. در صنعت تولید الیاف ویسکوزریون می‌توان با کنترل مواد داخل حمام انعقاد، کنترل دما، و افزایش زمان انعقاد و همچنین کشش الیاف پس از برداشت الیاف از داخل حمام، مقاومت الیاف ویسکوزریون را افزایش داد یا به اصطلاح ویسکوزریون تقویت شده تولید کرد. در جریان کشش الیاف ویسکوزریون بعد از خروج الیاف از حمام انعقاد، زنجیرهای مولکول‌های سلولزی در داخل الیاف مستقیم و موازی شده و به موازات محور لیف قرار خواهند گرفت. همین توازی زنجیرهای مولکولی با محور لیف، سبب افزایش مقاومت، افزایش مدول کششی و کم‌شدن افزایش طول تا حد پارگی لیف خواهد شد.

پنبه و ویسکوزریون هر دو لیف سلولزی هستند. پنبه طبیعی ولی ویسکوزریون بازیافته به روش صنعتی ساخته می‌شود. از نظر جنس و ترکیبات هر دو لیف پنبه و ویسکوزریون یکسان هستند. ولی از آنجا که در فرایند تولید ویسکوزریون سلولز طبیعی تحت عملیات مختلف و به ویژه عملیات شیمیایی قرار می‌گیرد، بنابراین طول زنجیرهای مولکولی الیاف ویسکوزریون کوتاه می‌شود و نواحی کریستالی آن کمتر از پنبه است و پیوندهای جانبی بین زنجیرهای مولکولی کمتر و ضعیف‌تر از پنبه طبیعی است. برای همین، الیاف پنبه و ویسکوزریون تفاوت‌هایی باهم دارند. به بعضی از تفاوت‌های الیاف ویسکوزریون و پنبه پیشتر اشاره شده است. یکی از تفاوت‌های الیاف سلولز و پنبه در میزان تورم آنهاست. تورم الیاف ویسکوزریون بیشتر از الیاف پنبه است و این به دلیل جذب رطوبت بیشتر الیاف ویسکوزریون و نواحی وسیع‌تر آمورف و بی‌نظم در الیاف ویسکوریون است. مولکول‌های آب بیشتری جذب نواحی آمورف می‌شوند و به‌دلیل کوتاه‌تر بودن زنجیرها و ضعیف بودن پیوندهای بین موکلولی، تورم الیاف ویسکوزریون بیشتر از پنبه است.

مصارف الیاف ویسکوزریون بیشتر در پارچه‌های لباسی، پیراهنی، لباس‌های بچه، پارچه‌های خانگی، انواع دستمال، رومیزی، کراوات و.... می‌باشد. در صنعت ریسندگی علاوه بر تولید نخ ویسکوزریون خالص، از مخلوط الیاف ویسکوزریون با الیاف مصنوعی و الیاف پشم نیز برای تولید نخ استفاده می‌شود. از مخلوط الیاف ویسکوزریون و الیاف مصنوعی در پارچه‌های پیراهنی، رومیزی و رومبلی استفاده می‌شود. نخ‌های فیلامنتی ویسکوزی مصارف مختلفی از جمله لباس زنانه، پرده، توری، رومیزی و.... دارند. الیاف ویسکوزریون برای بافت پارچه‌های پیراهنی مردانه و زنانه مورد استفاده قرار می‌گیرند که علاوه بر زیبایی دارای خنکی خاصی در تابستان و در نواحی گرم هستند.

در بخش عملی این جلسه قرار است سطح مخصوص و ارتباط آن با قطر الیاف مورد بررسی قرار گیرد. در واقع در این جلسه لازم است مفهوم سطح مخصوص، روش محاسبه و ارتباط آن با قطر یا سطح مقطع احجام مورد بررسی قرار گیرد. در قسمت وسایل مورد نیاز این جلسه به تهیه استوانه‌های بزرگ و کوچک و منشورهای بزرگ و کوچک اشاره شده است. در ادامه به ساخت احجام به وسیله مقوا اشاره شد که در اینجا نیز تأکید می‌شود، حجم‌های مورد نیاز در کلاس و با حضور هنرجویان ساخته شود.

کافی است با استفاده از مقوا، قیچی، خط‌کش و چسب و کاغذ، منشور، استوانه و مکعب‌های در دو اندازه ساخته شود. منشور با مقطع مثلث متساوی‌الاضلاع (در دو اندازه)، استوانه با سطح جانبی کاغذی (کاغذ بهتر از مقوا خم می‌شود) در دو اندازه و دو مکعب با اندازه‌های مختلف. پس از ساخت احجام، مساحت‌های جانبی آنها را محاسبه کنید و تقسیم بر حجم آنها نمایید. مساحت جانبی احجام فوق به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

۱ استوانه

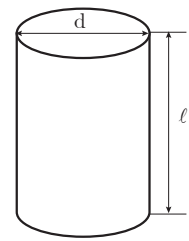
d: قطر

l: طول

مساحت جانبی استوانه $= \pi dl$

حجم استوانه $= \frac{\pi d^2}{4} \times l$

سطح مخصوص استوانه $= \frac{\pi dl}{\frac{\pi d^2 l}{4}} = \frac{4}{d}$



رابطهٔ فوق نشان می‌دهد که سطح مخصوص متناسب با عکس قطر استوانه است، یعنی هر چه قطر لیف بیشتر شود، سطح مخصوص آن کمتر می‌شود. یعنی یک

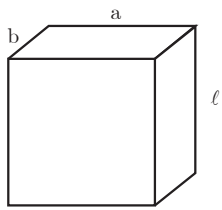
استوانه با قطر بیشتر، نسبت به حجم خودش، رنگ کمتری برای پوشش نیاز دارد.

۲ مکعب

a: طول مقطع عرضی

b: عرض مقطع عرضی

L : طول مکعب



مساحت جانبی مکعب = ۲(a+b)l

حجم مکعب = abl

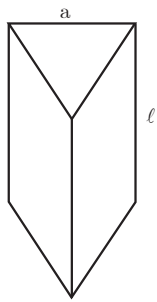
سطح مخصوص مکعب = $\frac{۲(a+b)l}{abl} = \frac{۲(a+b)}{ab}$

رابطه فوق نشان می‌دهد که با افزایش طول اضلاع مقطع یک مکعب، سطح جانبی آن کم می‌شود و برعکس.

۳ منشور

a: طول ضلع منشور متساوی‌الاضلاع

L: طول منشور



مساحت جانبی منشور =۳al

$$\text{حجم منشور} = a\sin\frac{\pi}{3}.\frac{a}{2}.l = \frac{a^2 l}{2}\sin\frac{\pi}{3}$$

$$\text{سطح مخصوص منشور} = \frac{3al}{\frac{a^2 l}{2}\sin\pi/3} = \frac{6}{a\sin\frac{\pi}{3}}$$

رابطهٔ فوق نشان می‌دهد که هر چه طول ضلع سطح مقطع منشور سه وجهی بیشتر شود سطح مخصوص آن کوچک‌تر می‌شود.

فعالیت عملی نوزدهم

مواد مورد نیاز

در این جلسه مقاومت الیاف طبیعی و بازیافته به‌صورت تک تک انجام می‌شود، لذا لازم است مواد زیر برای این جلسه آماده شوند:

۱ الیاف پنبه
۲ الیاف پشم
۳ الیاف ابریشم
۴ الیاف ویسکوز

وسایل مورد نیاز

۱ دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف به‌صورت تک تک (تک لیف)
۲ پنس

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

در این جلسه می‌توان از عکس، پوستر، انیمیشن و فیلم مناسب استفاده کرد. توصیه می‌شود ضمن استفاده از این وسایل، برای تدریس بخش نظری، از نمودارها و انیمیشن و فیلم‌های مناسب در زمینه آزمایش کشش الیاف برای تدریس و درک بهتر هنرجویان استفاده شود.

فضای مورد نیاز

بخش نظری این جلسه در کلاس درس برگزار گردد و بخش عملی یا آزمایشگاه آن در فضای آزمایشگاه. البته چنانچه امکانات لازم برگزاری بخش نظری در آزمایشگاه

موجود باشد، هر دو بخش نظری و عملی می‌توانند در فضای آزمایشگاه برگزار شوند.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

مطالب این جلسه از مبحث «الیاف پلی نوزیک» شروع و تا ابتدای مبحث «طرز تهیه الیاف دی استات سلولز» ادامه می‌یابد. بخش عملی این جلسه مربوط می‌شود به اندازه‌گیری مقاومت الیاف طبیعی به‌صورت تک لیف یا تک تک.

الیاف پلی‌نوزیک الیافی هستند سلولزی و بازیافته از سلولز طبیعی. روش تولید الیاف پلی‌نوزیک مانند ویسکوزریون می‌باشد با این تفاوت که در عملیات تولید، مواد و شرایط تولید تفاوت‌هایی بین ویسکوزریون و پلی‌نوزیک وجود دارد. چنان‌که در جلسات پیش در زمینه ویسکوزریون توضیح داده شده است، الیاف ویسکوزریون نسبت به الیاف پنبه دارای طول زنجیرهای مولکولی کوتاه‌تر، مقاومت کمتر و افزایش طول تا حد پارگی بیشتری بودند. این تفاوت نیز ناشی از اثر مواد شیمیایی مورد استفاده در تولید الیاف ویسکوزریون بود. اما در تولید الیاف پلی‌نوزیک شرایطی فراهم می‌شود که طول زنجیرهای پلیمر بلندتر از ویسکوزریون، و ساختمان الیاف پلی‌نوزیک، مانند پنبه به‌صورت فیبریلی و میکروفیبریلی حفظ شود. در تولید الیاف پلی‌نوزیک همان مواد شیمیایی مورد استفاده در تولید ویسکوزریون مصرف می‌شود، ولی شدت آنها یا غلظت آنها پایین‌تر بوده، دمای عملیات پایین‌تر و پس از ریسیدن، مدت باقیماندن الیاف در حمام انعقاد طولانی‌تر است. به دلیل طولانی بودن زمان حضور الیاف در حمام انعقاد و پایین بودن درجه حرارت و کم بودن شدت مواد شیمیایی، انعقاد الیاف به آرامی انجام شده و سطح مقطع لیف نیز منظم‌تر است.

یکی از تفاوت‌های روش تولید ویسکوزریون و پلی‌نوزیک در زمان گزانتاسیون است. زمان گزانتاسیون ویسکوزریون ۱۰ـ۸ ساعت است ولی برای پلی‌نوزیک حدود ۲/۵ ساعت می‌باشد. همین کاهش زمان گزانتاسیون به علاوه مصرف کمتر سولفیدکربن در عمل گزانتاسیون باعث کاهش شدت عمل و کاهش آسیب‌پذیری زنجیرهای مولکولی آنها خواهد شد.

خواص الیاف پلی‌نوزیک نسبت به الیاف ویسکوزریون به الیاف پنبه نزدیک‌تر است. میزان کریستالی الیاف پلی‌نوزیک به دلیل کاهش شدت عمل مواد شیمیایی و کوتاه بودن اثر آنها بیشتر از الیاف ویسکوزریون است. اصولاً، از آنجا که خواص پلی‌نوزیک نزدیک‌تر به خواص الیاف پنبه است، بنابراین رغبت برای استفاده از آن در ریسندگی و تولید منسوجات بیشتر است. مصرف الیاف پلی‌نوزیک در تولید انواع پارچه‌های لباسی مردانه، زنانه، پیراهنی، پرده‌ای، رومیزی، کراوات، دستمال و.... می‌باشد.

کوپر آمونیوم از دیگر الیاف بازیافته سلولزی است که عمدتاً (تقریباً کاملاً) از لینتر پنبه تولید می‌شود. در تولید الیاف کوپر آمونیوم از محلول کوپرآمونیوم برای حل‌کردن سلولز و تهیه مایع ریسندگی استفاده می‌کنند. خواص الیاف کوپرآمونیوم

بسیار بهتر از الیاف پلی‌نوزیک است و در بازار به اسم ابریشم مصنوعی نیز معروف است. برای تولید الیاف کوپرآمونیوم و به منظور خالص‌سازی و تصفیه سلولز، لینتر پنبه را در محلول هیدروکسیدسدیم یا سود سوزآور رقیق می‌جوشانند. و مواد تصفیه شده را به همراه سود سوزآور در محلول کوپرآمونیوم حل می‌کنند. پس از آماده‌سازی محلول سلولز در داخل حلال کوپرآمونیوم، محلول را ریسیده و وارد حمام انعقاد که حاوی آب است می‌کنند. آب داخل حمام مس و آمونیاک که از اجزای ماده کوپرآمونیوم هستند را از داخل لیف ریسیده شده خارج و لیف منعقد می‌شود. پس انعقاد، الیاف وارد یک حمامی که حاوی نمک‌های فلزی است می‌شود تا باقیمانده مس و آمونیاک از رشته منعقد شده خارج شود و سلولز خالص در لیف باقی بماند.

خواص الیاف کوپرآمونیوم مشابه الیاف ویسکوزریون و پلی‌نوزیک بوده و از آنها بهتر است. مقطع عرضی الیاف کوپرآمونیوم گرد و دایره‌ای است. مقاومت الیاف کوپرآمونیوم از الیاف پلی نوزیک بیشتر است. قیمت الیاف کوپرآمونیوم بیشتر از الیاف پلی نوزیک و ویسکوزریون است. الیاف کوپرآمونیوم مصارف مختلفی مثل تولید پارچه‌های لباسی، رومیزی، رومبلی، پرده‌ای و نخ‌های تزئینی و پوشاک تزئینی مثل کراوات و دستمال گردن دارند.

چنان‌که در ابتدا توضیح داده شده است کار عملی این جلسه مربوط می‌شود به اندازه‌گیری مقاومت الیاف به‌صورت تک لیف یا تک تک. 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 به‌صورت نخ مثل نخ خیاطی، یا طناب و یا پارچه به‌صورت پوشاک و لباس و دیگر پارچه‌ها مثل پارچه‌های مورد مصرف در صنایع مختلف مثل چادر صحرایی، بادبان، چتر نجات و.... بسیار حایز اهمیت است. از این رو، یکی از عوامل تعیین و انتخاب الیاف برای تولید محصولی معین، مقاومت الیاف در مقابل نیروهای کششی یا مقاومت کششی آنها می‌باشد. این آزمایش در محیط آزمایشگاه و با شرایط رطوبت نسبی۶۵٪ و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شود.

دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف به روش تک لیف از دو قسمت یعنی قسمت اندازه‌گیری و قسمت ثابت که عهده‌دار ترسیم منحنی می‌باشد تشکیل شده است. این دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف، یک دستگاه قابل حمل بوده و به وسیله آن می‌توان تا ۳۰۰ نمونه در ساعت را مورد آزمایش قرار داد. هم زمان با اعمال کشش بر روی نمونه لیف برای تعیین مقاومت، قلم دستگاه ثبات بر روی کاغذ حرکت خواهد کرد و با به حرکت در آوردن کاغذ دستگاه ثبات می‌توان منحنی نیرو ـ 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 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.

در دستگاه اندازه‌گیری دو گیره که یکی ثابت است و دیگری متحرک، قرار دارد. گیره ثابت به قسمت اندازه‌گیری متصل است و گیره متحرک به‌وسیله یک موتور حرکت می‌کند. برای اندازه‌گیری مقاومت یک لیف، لازم است یک سر از لیف را به طول ۱ سانتی‌متر 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 شدن 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 ـ 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 مربوط 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 و نیروی پارگی را اندازه‌گیری و محاسبه نمایید. میانگین، انحراف معیار و CV٪ درصد افزایش طول نسبی و نیروی پارگی را حساب کنید.

فعالیت عملی بیستم

مواد مورد نیاز

بخش نظری این جلسه از مبحث «الیاف دی استات سلولز» آغاز و تا ابتدای مبحث «الیاف بازیافته پروتئینی» پایان می‌یابد. اما بخش عملی این جلسه به تعیین مقاومت الیاف مصنوعی به‌صورت تک لیف مربوط می‌شود. یعنی روش آزمایش همان روش جلسه نوزدهم است، ولی مواد لازم به شرح زیر می‌باشد:

۱ الیاف پلی استر
۲ الیاف نایلون
۳ الیاف اکریلیک

وسایل مورد نیاز

۱ دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف به‌صورت تک لیف (تک تک)
۲ پنس

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

در این جلسه هم می‌توان از وسایل کمک آموزشی مورد استفاده در جلسه نوزدهم یعنی انواع عکس، پوستر، انیمیشن و فیلم و اسلاید استفاده کرد. شرکت‌های تولیدکننده یا عرضه‌کننده الیاف مصنوعی پوسترهایی دارند که خواص الیاف تولیدی یا الیاف موجود در لیست عرضه آنها در آن پوسترها به همراه ترسیم نمودار خواص مکانیکی درج شده است که هنرآموزان عزیز می‌توانند این پوسترها را از منابع مربوطه تهیه و برای نمایش به کلاس بیاورند.

فضای مورد نیاز

فضای مورد نظر برای برگزاری این جلسه مشابه آنچه می‌باشد که برای جلسه نوزدهم نوشته شده است.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

الیاف دی استات سلولز نوعی الیاف بازیافته سلولزی هستند که از سلولز طبیعی به‌دست می‌آیند. چنان‌که قبلاً اشاره شده است، هر گروه از باقیمانده گلوکز در زنجیر سلولز حاوی سه گروه هیدروکسیل است. هر گروه هیدروکسیل روی زنجیر سلولز می‌تواند به وسیله یک گروه استیل جایگزین شود. به جایگزین شدن گروه هیدروکسیل روی زنجیر سلولز به وسیله گروه استیل، استیلیزاسیون می‌گویند. اگر هر سه گروه هیدروکسیل روی باقیمانده گلوکز روی زنجیر سلولز استیله شوند

به ماده حاصل‌تری استات سلولز گویند، و اگر دو گروه هیدروکسیل از باقیمانده گلوکز در زنجیر سلولز استیله شوند، به ماده حاصل دی‌استات سلولز می‌گویند. در صنعت برای تولید دی‌استات سلولز که به استات سلولز نیز معروف است، ابتدا تری‌استات سلولز را با استیله‌کردن سلولز تولید می‌کنند، سپس تری استات سلولز را به دی استات تبدیل می‌کنند.

تری استات سلولز ماده‌ای است که ترموپلاستیک (گرمانرم) می‌باشد و حلال آن کلروفرم است که سمی است. اما دی‌استات سلولز در استن که حلالی ساده است حل می‌شود. برای تولید تری استات سلولز از چوب درختان یا لینتر پنبه استفاده می‌شود. در صنعت ابتدا سلولز (چوب / لینتر پنبه) را با اسید استیک که یک اسید آلی است مخلوط می‌کنند و اسید استیک جذب سلولز شده و موجب تورم سلولز می‌شود. در این مرحله که سلولز به‌وسیله اسید استیک خیس شده است، گروه‌های استیل اسید استیک جایگزین گروه‌های هیدروکسیل سلولز می‌شوند. در ادامه برای استیله‌کردن کامل سلولز، سلولز آغشته به اسید استیک را با محلول انیدریداستیک مخلوط می‌کنند و برای سرعت بخشیدن به واکنش به آن اسیدسولفوریک اضافه می‌کنند که این اسید به عنوان کاتالیزور عمل می‌کند. فرایند استیله شدن سلولز به‌وسیله انیدرید استیک یک فرایند گرمازا است، بنابراین در حین فرایند استیلیزاسیون باید محیط واکنش را مرتباً سرد کرد.

بعد از تولید تری استات سلولز و برای تولید دی استات سلولز، تری استات سلولز را در یک فرایند شیمیایی هیدرولیز می‌کنند. برای این منظور، تری استات سلولز را تحت اثر اسید استیک قرار داده و به آن حرارت می‌دهند تا هیدرولیز انجام شود. حاصل این عمل دی استات سلولز است که در حلال استن نیز حل می‌شود. در پایان عملیات هیدرولیز، دی استات سفید رنگ به‌دست آمده را در استن حل می‌کنند و مایع حاصل را به روش خشک ریسی می‌ریسند.

دی استات سلولز یک لیف ترموپلاستیک و در اثر گرما، نرم و سپس ذوب می‌شود. مقطع عرضی دی استات سلولز به‌صورت نامنظم بوده و شفاف هستند. جذب رطوبت الیاف استات بسیار کمتر از پنبه است چون گروه‌های فعال هیدروکسیل که مولکول آب را جذب می‌کنند، در الیاف استات وجود ندارند. وزن مخصوص الیاف استات سلولز حدود۱/۳۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب است که در حد وزن مخصوص پشم است. الیاف استات سلولز عایق الکتریسیته هستند. و خاصیت بازگشت‌پذیری آنها بسیار بهتر از الیاف ویسکوزریون است. شارژ الکتریسیته ساکن الیاف استات بسیار بیشتر از الیاف پنبه و ویسکوزریون است و این به دلیل جذب رطوبت کم این الیاف می‌باشد.

در ریسندگی تری‌استات سلولز به‌جای حلال کلروفرم که حلالی خطرناک و بیهوش‌کننده است از متیلن‌کلراید استفاده می‌شود. پس از انحلال تری استات در داخل متیلن‌کلراید، ریسندگی این الیاف به روش خشک ریسی انجام می‌شود.

خواص الیاف تری استات سلولز به گونه‌ای است که این لیف بیشتر شبیه الیاف مصنوعی رفتار می‌کند. الیاف تری‌استات سلولز مصارفی از جمله لباس، پوشاک زنانه، روسری، کراوات، طناب‌ها، نخ‌ها و نوارهای بسته‌بندی، پرده، رومیزی و رومبلی و بعضی پارچه‌های صنعتی دارند. از این الیاف در مخلوط با پنبه و بعضی از الیاف طبیعی نیز استفاده می‌شود که سبب افزایش اتوپذیری و شقی و رقی پارچه می‌شوند. الیاف استات بسیار شفاف هستند که در پارچه‌های تزئینی هم از آنها استفاده می‌شود.
در بخش عملی یا آزمایشگاه این جلسه مثل جلسه قبل عمل می‌شود و به‌وسیله دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف به‌صورت تک لیف، مقاومت و افزایش طول تا حد پارگی الیاف مصنوعی را تعیین نمایید.
در پایان ضمن ترسیم رفتار کششی این الیاف (بار ـ ازدیاد طول یا تنش ـ ازدیاد طول نسبی) نمودار ترسیم شده ضمیمه گزارش کار شده و جدولی تهیه شود که در آن مقاومت و افزایش طول تا حد پارگی الیاف درج شود.

فعالیت عملی بیست ویکم

مواد مورد نیاز

این جلسه مانند جلسات قبل از دو بخش نظری و عملی تشکیل می‌شود. بخش نظری این جلسه از مبحث «الیاف بازیافته پروتئینی» شروع تا اول مبحث «الیاف بازیافته معدنی» پایان می‌یابد. بخش عملی این جلسه مربوط می‌شود به اندازه‌گیری مقاومت و ترسیم نمودار کشش ـ افزایش طول الیاف طبیعی و بازیافته به‌وسیله دستگاه سنجش مقاومت دروازه‌ای که در صنعت به دستگاه اینسترون (Instron) معروف است.
بنابراین مواد لازم برای آزمایش این جلسه به شرح زیر می‌باشد:

۱ الیاف سلولزی (پنبه، جوت، کنف، کتان)
۲ الیاف پشم
۳ الیاف ابریشم
۴ الیاف بازیافته سلولزی (ویسکوز ریون، دی استات/ تری استات سلولز)
۵ الیاف بازیافته پروتئینی

وسایل مورد نیاز

۱ دستگاه سنجش مقاومت الیاف به روش دروازه‌ای (اینسترون)
۲ قیچی
۳ خط کش

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

در این جلسه می توان از عکس، پوستر، اسلاید، انیمیشن و فیلم برای درک بهتر هر دو بخش نظری و عملی استفاده کرد. یعنی برای هر یک از بخش‌ها می‌توان وسایل کمک آموزشی جداگانه تهیه کرد و برای درک بهتر هنرجویان از آنها استفاده کرد. توصیه می‌شود حتماً وسایل کمک آموزشی حاوی مطالب برای تهیه کازئین و همچنین برای آشنایی هنرجویان با دستگاه اینسترون تهیه نمایید و برای هنرجویان به نمایش بگذارید.

فضای مورد نیاز

بخش عملی این جلسه حتماً باید در محیط آزمایشگاه که دستگاه اینسترون در آنجا مستقر است برگزار شود. بخش نظری این جلسه هم می‌تواند در کلاس درس برگزار شود و هم در صورت وجود امکانات لازم، در آزمایشگاهی که انیسترون در آنجا قرار دارد.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

پروتئین یک پلیمر طبیعی است که هم از منابع حیوانی تهیه می‌شود و هم از منابع گیاهی. پروتئینی که در گیاهان مثل بعضی حبوبات وجود دارد به پروتئین گیاهی معروف است. همچنان که از منابع سلولز طبیعی الیاف بازیافته سلولزی تهیه می‌شود، از منابع پروتئینی حیوانی و گیاهی نیز می‌توان الیافی پروتئینی تهیه کرد که به الیاف بازیافته پروتئینی معروف هستند. یکی از پروتئین‌های موجود در منابع حیوانی، پروتئین کازئین است که در شیر حیوانات وجود دارد. کازئین موجود در شیر گاو را در صنعت بازیافت کرده و تبدیل به لیف قابل استفاده در نساجی می‌کنند که این لیف به لیف کازئین معروف است.

الیاف کازئین را از خامه شیر گاو تهیه می‌کنند. در صنعت به روش‌های شیمیایی کازئین را از شیر جدا و آن را در سود سوزآور حل می‌کنند. محلول کازئین در سودسوزآور را پس از فیلتر و تصفیه کردن به روش تراریسی می‌ریسند و رشته تولید شده در حمامی‌حاوی اسید سولفوریک منعقد می‌شود. بعد از انعقاد الیاف کازئین، به روش‌های مکانیکی الیاف با ویژگی‌های مورد نظر براساس نمره و ضخامت تهیه و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

الیاف کازئین هم به‌صورت فیلامنت استفاده می‌شوند و هم به‌صورت الیاف کوتاه. الیاف کازئین می‌توانند با هر ظرافت دلخواهی ریسیده شوند. شکل سطح مقطع الیاف کازئین گرد ولی نامنظم می‌باشد. الیاف کازئین سفید و تقریباً مات هستند. وقتی الیاف کازئین رطوبت جذب می‌کنند، مقاومت آنها کاهش می‌یابد و افزایش طول تا حد پارگی آنها زیاد می‌شود. الیاف کازئین در مقابل حلال‌های اسیدی و قلیایی حساس و آسیب‌پذیرند ولی مقاومت آنها در مقابل حلال‌های آلی خوب است.

در صنعت نساجی، الیاف کازئین معمولاً با دیگر الیاف نساجی نظیر پشم، پنبه و ویسکوزریون مخلوط می‌شود و تبدیل به نخ می‌شود. الیاف کازئین در پارچه‌های لباسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. الیاف کازئین دارای قیمتی پایین‌تر از قیمت پشم (مرینوس) هستند.
برای آزمایش کشش الیاف و ترسیم نمودار بار- افزایش طول، طبق آنچه در کتاب اشاره شده است عمل شود.

فعالیت عملی بیست ودوم

مواد مورد نیاز

مواد لازم برای این جلسه، الیاف مصنوعی مختلف به شرح زیر می‌باشد:

۱ الیاف پلی استر
۲ الیاف نایلون
۳ الیاف اکریلیک

وسایل مورد نیاز

۱ دستگاه سنجش مقاومت الیاف به روش دروازهای (اینسترون)
۲ قیچی
۳ خط‌کش

وسایل کمک آموزشی لازم

توصیه می‌شود در این جلسه با توجه به بخش نظری که به الیاف بازیافته معدنی مربوط می‌شود از عکس، پوستر، اسلاید، انیمیشن و فیلم مناسب از نحوه تولید، محصولات و مصارف الیاف بازیافته معدنی تهیه و برای هنرجویان به نمایش گذاشته شود.

فضای مورد نیاز

بخش عملی این جلسه لزوماً باید در آزمایشگاه که محل استقرار دستگاه کشش است انجام شود. بخش نظری این جلسه می‌تواند در کلاس درس یا درصورت وجود امکانات لازم، در آزمایشگاه برگزار شود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش‌افزایی

مطالب این جلسه مربوط می‌شود به مباحث الیاف بازیافته معدنی. الیاف بازیافته معدنی، الیافی هستند که در صنعت از مواد معدنی مانند فلزات و شیشه ساخته می‌شوند. الیاف بازیافته معدنی که بیشتر شناخته شده و مورد مصرف قرار می‌گیرند

عبارت‌اند از انواع الیاف شیشه برای ایزولاسیون و عایق‌بندی، الیاف شیشه و نخ‌های شیشه‌ای فیلامنتی برای بافت پارچه ویژه لباس‌های ایمنی و ضدآتش، الیاف فلزی (فولادی) قابل ریسیدن و بافت برای پارچه‌های ضد حرارت و ضد پاشش مذاب برای کارگران کارخانه‌های ذوب فلز و ریخته‌گری.

الیاف و نخ‌های شیشه‌ای از الیاف بازیافته معدنی پرمصرف در صنعت ساختمان‌سازی، عایق‌بندی حرارتی، صنایع ساخت و تولید کامپوزیت‌های صنعتی و قطعات سبک خودروها، تهیه لباس‌های ضد آتش و ضد شعله و ایمنی هستند. الیاف کوتاه شیشه معمولاً به‌صورت لایه‌ای از الیاف (تار عنکبوتی) و برای ایزولاسیون یا تقویت کامپوزیت‌های صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. الیاف شیشه دارای جرم حجمی بالاتر از جرم حجمی الیاف نساجی معمولی هستند. جرم حجمی این الیاف ۲/۷ـ ۲/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. الیاف شیشه به طریق ذوب ریسی تهیه می‌شوند.

یکی از محدودیت‌های استفاده از الیاف شیشه در لباس و پوشاک معمولی، خاصیت شکنندگی آنها و امکان فرورفتن آنها در پوست بدن می‌باشد. از دیگر ویژگی‌هایی که سبب می‌شود تا الیاف شیشه برای تولید پوشاک محدودیت داشته باشند، جذب رطوبت آنهاست. خاصیت الاستیک الیاف شیشه بسیار پایین است. علاوه بر الیاف شیشه که در ساخت کامپوزیت‌ها (فایبرگلاس) مورد استفاده قرار می‌گیرند، پارچه‌های بافته شده از فیلامنت‌های شیشه‌ای (حلقوی/ تاری و پودی) نیز در کامپوزیت‌های صنعتی مصرف می‌شوند.

دسته دیگر از الیاف بازیافته معدنی، الیاف فلزی هستند که تولید و مصرف آنها به هزاران سال قبل برمی‌گردد و قدمت تولید و مصرف آنها بسیار بیشتر از سایر الیاف بازیافته سلولزی، پروتئینی و شیشه‌ای است. نخ‌هایی از جنس طلا و نقره علاوه‌بر استفاده در کالاهای تزئینی در بافت پارچه‌های گران قیمت مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند و از مفتول‌های نازک فولادی یا از جنس سایر فلزات برای بافت و ساخت زره‌های بدن‌پوش برای جنگاوران استفاده می‌شده است. امروزه از الیاف بازیافته فلزی بیشتر در فیلتراسیون‌صنعتی، بافت یا ساخت لباس‌های ایمنی، انواع خراشنده‌های مورد استفاده در صنعت، هواکش‌های موتورها و .... استفاده می‌شود.

بخش عملی این جلسه به آزمایش مقاومت کششی الیاف مصنوعی به‌وسیله دستگاه اینسترون مربوط می‌شود. این آزمایش به‌گونه‌ای که درکتاب درسی توضیح داده شده است انجام شود.

فعالیت عملی بیست و سوم

مواد مورد نیاز

در این جلسه لازم است همه انواع الیاف نساجی تهیه و برای آزمایش به آزمایشگاه آورده شوند. بخش عملی این جلسه مربوط می‌شود به بررسی اثر آب بر روی الیاف و بخش نظری این جلسه از مبحث «الیاف مصنوعی» شروع و تا ابتدای «رطوبت و جذب رطوبت الیاف» پایان می‌یابد.

وسایل مورد نیاز

۱ لوله آزمایش
۲ گیره لوله آزمایش
۳ بشر
۴ پنس
۵ چراغ بونزن
۶ توری نسوز
۷ سه پایه فلزی

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

تقریباً همه وسایل کمک آموزشی لازم برای این جلسه به بخش نظری مباحث این جلسه مربوط می‌شود. وسایل کمک آموزشی که می‌توانند برای درک بهتر و بیشتر هنرجویان مورد استفاده قرار گیرند. عبارت‌اند از: عکس، پوستر، اسلاید، انیمیشن، و فیلم. این وسایل هم می‌توانند از مراکز و فروشگاه‌ها خریداری شوند و هم می‌توانند از اینترنت یا از شرکت‌های تولیدکننده الیاف مصنوعی به‌صورت هدیه دریافت شوند.

فضای مورد نیاز

بخش عملی این جلسه لازم است در فضای آزمایشگاه برگزار شود. اما بخش نظری این جلسه هم می‌تواند در کلاس درس اجرا شود و هم در صورت وجود امکانات لازم، در محیط آزمایشگاه.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش افزایی

الیاف مصنوعی، الیافی هستند که پلیمر آنها در طبیعت وجود ندارد. پلیمر این الیاف در صنعت و به روش‌های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی تولید و سپس به روش‌های مختلف ریسندگی یعنی ذوب ریسی، خشک‌ریسی و یا تر‌ریسی تبدیل

به الیاف قابل استفاده در نساجی می‌شوند. منومر این الیاف می‌تواند به‌صورت گاز (مثل پروپیلن یا اتیلن) یا مایع (مثل اسید ادیپیک، هگزامتیلن دی‌آمین) باشد.
یک گروه هم از الیاف مصنوعی، الیاف گروه پلی‌آمید شامل نایلون ۶ و نایلون ۶۶ است. الیاف نایلون ۶ و نایلون ۶۶ در داخل کشور تولید می‌شوند و مصرف الیاف نایلون ۶ بیشتر در بافت پارچه پوشاک و منسوجات خانگی، و مصرف نایلون ۶۶ در منسوجات صنعتی و بعضی پوشاک می‌باشد. الیاف نایلون از نظر ویژگی برای پلی‌استر تولید البسه و پوشاک بهتر از الیاف پلی‌استر می‌باشند. یکی از برتری‌های مهم الیاف نایلون نسبت به الیاف پلی‌استر، بیشتر بودن جذب رطوبت الیاف نایلون است که سبب می‌شود پوشاک تولید شده از این الیاف هم راحت‌تر باشند و هم شارژ الکتریسیته ساکن آنها پایین‌تر است.
دلیل نامیدن نایلون ۶۶ به این نام به خاطر آن است که این پلیمر بر روی زنجیر خود در هر تکرار دارای ۱۲ کربن است. به طوری که ۶ کربن متعلق به یک منومر (اسید ادیپیک) و ۶ کربن دیگر مربوط به منومر دیگر (هگزامتیلن دی آمین) است.
الیاف نایلون ۶۶ به روش ذوب ریسی تهیه می‌شوند و بعد از عمل ریسندگی تحت عملیات حرارتی و کشش قرار می‌گیرند تا آرایش یافته و به ظرافت دلخواه خود برسند. نایلون ۶۶ هم به‌صورت الیاف بریده بریده (کوتاه و بلند) تولید می‌شوند و هم به‌صورت نخ‌های فیلامنتی. نخ‌های فیلامنتی نایلون ۶۶ هم به‌صورت صاف و بدون تاب مصرف می‌شوند و هم به‌صورت تکسچره وهای‌بالک.
الیاف کوتاه و بلند نایلون ۶۶ در مخلوط با الیاف پنبه، ویسکوز و پشم و برای ریسندگی نخ مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از ویژگی‌های الیاف نایلون، بالابودن مقاومت سایشی آنها است. از این رو مصرف آنها در لباس‌های ورزشی و لباس‌های رو مثل لباس سربازان بسیار مناسب است. چنان‌که اشاره شده است، جذب رطوبت الیاف نایلون نسبت به الیاف پلی‌استر بیشتر و در نتیجه مصرف این الیاف برای لباس و پوشاک مناسب‌تر است. بنابراین در تولید پارچه‌های ویژه دوخت لباس زیر، استفاده از الیاف نایلون برای اختلاط با الیاف پنبه، نسبت به مصرف الیاف پلی‌استر ترجیح داده می‌شود.
یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد الیاف نایلون این است که تورم قطری این الیاف کمتر از تورم طولی آنها است. و این به دلیل پوسته سخت این الیاف است که در مقابل تورم قطری این الیاف مقاومت می‌کند.
نایلون ۶، یکی دیگر از الیاف نایلون است که برخلاف نایلون ۶۶، تنها از یک منومر یعنی کاپرولاکتام تهیه می‌شود. مولکول کاپرولاکتام یک مولکول حلقوی است که در صنعت این مولکول را باز و شرایط پلیمری شدن آن را فراهم می‌کنند. یکی از تفاوت‌های مهم الیاف نایلون ۶ و نایلون ۶۶ در نقطه ذوب این دو لیف است. دمای ذوب نایلون ۶ حدود ۲۱۵ $^{\circ}c$ و نایلون ۶۶ حدود ۲۶۰ $^{\circ}c$ است. یکی از ویژگی‌های

مهم نایلون ۶ نسبت به نایلون ۶۶، روش تهیه ساده‌تر نایلون ۶ است. بیشتر مصرف الیاف نایلون ۶ در تولید پوشاک و البسه است، در حالی که الیاف نایلون ۶۶ بیشتر در منسوجات صنعتی، طناب‌ها و تورهای صنعتی استفاده می‌شود. الیاف نایلون ۶ نیز به روش ذوب ریسی تولید می‌شوند و کارخانه‌هایی در ایران مشغول تولید این الیاف هستند و تولیدات آنها بیشتر نخ نایلون (فیلامنتی) می‌باشد.

بخش عملی این جلسه مربوط می‌شود به بررسی اثرات آب بر روی الیاف نساجی. آب مایعی است که هم در عملیات تولید و تبدیل الیاف، نخ، پارچه و پوشاک مورد استفاده قرار می‌گیرد و هم به‌صورت رطوبت در همه محیط پراکنده است و مهم‌تر از همه از آب برای شست‌وشو و انحلال مواد شوینده استفاده می‌شود. بنابراین، آگاهی از اثر آب در شرایط مختلف بر روی الیاف بسیار مهم است. مثلاً اگر پارچه‌های پنبه‌ای در دراز مدت نمناک باشند، امکان حمله قارچی به آنها زیاد می‌شود، یا اگر پارچه‌های پشمی همراه حرکت در آب داغ و به همراه صابون یا دترجنت شسته شوند، نمدی می‌شوند. لباس‌های پشمی اگر به‌صورت خیس برای خشک‌کردن بر روی طناب آویزان شوند، ابعاد آن زیاد شده یا به اصطلاح گشاد می‌شود. پارچه‌های پنبه در محیط مرطوب زود چروک می‌شوند و صافی اطوی خود را از دست می‌دهند.

ارزشیابی

۱ **شرایط انجام کار :** شناسایی الیاف مطابق استانداردهای فنی‌وحرفه‌ای
مکان: آزمایشگاه شناسایی الیاف
مواد: انواع الیاف نساجی
ابزار و تجهیزات: لوله آزمایشگاه ـ ابزار تعیین جرم مخصوص و سطح مخصوص ـ مقاومت سنج الیاف ـ دستگاه اینسترون
تجهیزات ایمنی: هود ـ لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک ـ کفش ایمنی

۲ **نمونه / نقشه کار/ مراحل پروژه / رویه انجام کار:**

۳ **شاخص‌های اصلی استاندارد عملکرد کار:**
رعایت استانداردهای عملکرد وسایل و تجهیزات مورد استفاده جهت تعیین خصوصیات الیاف نساجی

۴ **ابزارهای ارزشیابی:**
۱ـ مشاهده ـ۲ـ نمونه‌گیری

۵ **ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:**
۱ـ دستگاه‌های لازم و انواع الیاف مورد استفاده در صنایع نساجی
۲ـ تجهیزات ایمنی فردی: لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک

۶ **تکالیف‌کاری مرتبط در گروه کاری/ شغل:** تعیین نوع الیاف ـ تعیین خصوصیات الیاف

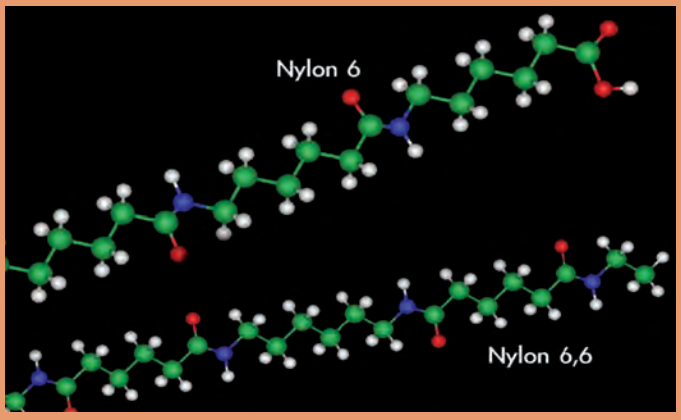
معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انجام عملیات صابونی کردن الیاف دی استات و تری استات سلولز	۱	
۲	تعیین جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف	۱	
۳	اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف به روش ستون مایع	۲	
۴	تعیین مقاومت الیاف به روش تک لیف	۱	
۵	تعیین خواص کششی الیاف با دستگاه اینسترون	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی،ایمنی،بهداشت،توجهات‌زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳ تمیزکردن دستگاه و محیط کار ۴ رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۴

تعیین ویژگی‌های الیاف نایلون و اکریلیک



فعالیت عملی بیست و چهارم

مواد مورد نیاز

در بخش عملی این جلسه، شناسایی الیاف از روی حلال‌های آنها انجام خواهد شد. از این رو علاوه بر الیاف نساجی لازم است حلال‌های الیاف نساجی نیز تهیه و برای آزمایش آماده گردند. مواد لازم به شرح هستند:

۱ الیاف مصنوعی (پلی‌استر، نایلون و اکریلیک)
۲ الیاف بازیافته (دی‌استات و تری‌استات)
۳ اسید فرمیک
۴ استن
۵ دی متیلن فرمامید
۶ متیلن کلراید
۷ متاکرزول

وسایل مورد نیاز

۱ لوله آزمایش
۲ گیره لوله آزمایش
۳ پنس
۴ میله شیشه‌ای
۵ چراغ بونزن

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

برای این جلسه می‌توان از عکس، پوستر، اسلاید، انیمیشن و فیلم برای هر دو بخش نظری و عملی استفاده کرد. در زمینه رطوبت و جذب رطوبت و همچنین رطوبت محیط می‌توان وسایل کمک آموزشی فراوانی یافت. حتی می‌توانید از اطوی بخار در کلاس درس برای اتو کردن پارچه یا از دستگاه سشوار برقی برای خشک‌کردن موهای خیس استفاده کنید.

فضای مورد نیاز

بخش عملی این جلسه حتماً باید در فضای آزمایشگاه و با رعایت ایمنی و در زیر هود انجام شود تا بخارات و بوی حلال‌ها در فضای آزمایشگاه پراکنده نشود. اما بخش نظری این جلسه را می‌توان در فضای کلاس درس یا در صورت وجود امکانات لازم، در فضای آزمایشگاه برگزار نمود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش افزایی

بخش نظری این جلسه از مبحث «رطوبت و جذب رطوبت الیاف» شروع و تا ابتدای مبحث «اندازه‌گیری رطوبت بازیافته» خاتمه می‌یابد.

به اثر آب، تری یا نم و رطوبت می‌گویند. آب به‌صورت‌های جامد (یخ) مایع (آب) و گاز (بخار) می‌تواند باشد. اثر مهم این حالت‌ها بر روی محیط اطراف و اجسام، تری و رطوبت است. البته آب یا رطوبت اثرات دیگری نیز بر محیط، اجسام، واکنش‌ها و.... دارند که در اینجا فقط به رطوبت پرداخته شده است.

هوایی که در اطراف ما وجود دارد شامل گازهای مختلفی است و در داخل هوا رطوبت یا بخار آب نیز وجود دارد. هرگاه در داخل یک پارچ فلزی آب سرد بریزید و آن را در محیط اتاق قرار دهید، بر روی سطح بیرونی پارچ آب سرد، قطرات آب می‌نشیند. این قطرات آب در واقع حاصل میعان بخارات آب موجود در هوای اتاق است.

رطوبتی که در محیط یا در هوا وجود دارد به سه روش می‌تواند بیان شود. این سه روش دارای سه واحد نیز می‌باشند.

۱ رطوبت مطلق؛ رطوبت مطلق عبارت است از جرم آبی که در یک متر مکعب از هوا وجود دارد و واحد سنجش آن نیز گرم بر متر مکعب است (g/m^3) . مثلاً در فضای کلاس درس بخار آب پراکنده است. اگر به روشی بخار آب موجود در حجم یک مترمکعب کلاس را تبدیل به آب نماییم و وزن آب حاصل را اندازه‌گیری کنیم، جرم آب اندازه‌گیری شده همان رطوبت مطلق هوای کلاس می‌باشد. رطوبت محیط بستگی به شرایط محیط دارد. مثلاً هوای کنار دریاها و دریاچه‌ها مرطوب‌تر از هوای نواحی کویری و مناطق خشک می‌باشد. در شب‌های سرد، اطراف رودخانه‌ها را مه فرا می‌گیرد که این مه ناشی از تبخیر آب رودخانه یا برکه‌های اطراف آن و پراکنده شدن بخار آب در محیط است. هوای مناطق جنگلی و مزارع کشاورزی و باغ‌ها مرطوب‌تر است مناطق بی‌آب و علف است و این به‌خاطر آن است که درختان و گیاهان، آب را از طریق ریشه از زمین گرفته و از طریق شاخ و برگ خود آن را به‌صورت بخار در هوای اطراف می‌پراکنند.

۲ رطوبت اشباع؛ به حداکثر مقدار رطوبت مطلقی که یک هوای با دما و فشار معین می‌تواند در خود نگهدارد، رطوبت اشباع گویند. توجه داشته باشید که در زمینه رطوبت اشباع حتماً باید دما و فشار هوای مورد نظر را مورد توجه قرار دهیم. چون رطوبت اشباع یک محیط معین به دما و فشار آن محیط بستگی دارد. رطوبت اشباع با تغییر دما و فشار محیط نیز تغییر می‌کند. اگر دمای محیط کم شود رطوبت اشباع نیز کم می‌شود و اگر فشار محیط کم شود رطوبت اشباع بیشتر می‌شود. یعنی با افزایش دمای محیط، ظرفیت نگهداری رطوبت آن بیشتر می‌شود

و برعکس، با افزایش فشار محیط، ظرفیت نگهداری رطوبت آن محیط کم می‌شود.
رطوبت اشباع یکی از شاخص‌های مهم محیط است. اگر رطوبت یک محیط بیش از رطوبت اشباع شود، بخار آب اضافه (بیش از رطوبت اشباع) موجود در آن محیط تبدیل به مایع می‌شود و شبنم بر روی سطوح می‌نشیند. برای همین در نواحی‌ای که بخار آب وجود دارد، با پایان یافتن روز و سرد شدن هوا در هنگام شب، رطوبت اشباع محیط کاهش می‌یابد و در نتیجه بخار آب افزون بر رطوبت اشباع محیط میعان می‌شود و شبنم پدید می‌آید.

۳ رطوبت نسبی؛ یکی از شاخص‌های مهم رطوبت محیط، رطوبت نسبی است. رطوبت نسبی از تقسیم رطوبت مطلق به رطوبت اشباع محیط با شرایط معین به‌دست می‌آید. رطوبت نسبی به‌صورت درصد محاسبه و بیان می‌شود. رطوبت نسبی در واقع نشان می‌دهد که رطوبت محیط چند درصد اشباع شده است یا اینکه رطوبت موجود در محیط چند درصد از رطوبت اشباع آن محیط است.

هرگاه مقداری از الیاف را در یک محیط معین قرار دهیم، این الیاف شروع به تبادل رطوبت با محیط می‌کنند و تبادل رطوبت تا به تعادل رسیدنِ رطوبت محیط و مقدار رطوبت جذب شده توسط این الیاف، ادامه می‌یابد. مثلاً اگر مقداری الیاف پنبه خیس را در محیط قرار دهیم، آب موجود در پنبه شروع به تبخیر شدن و خشک‌شدن پنبه می‌کند. این روند تا زمانی ادامه می‌یابد که یک تعادل جذب و دفع رطوبت بین الیاف و محیط حاصل شود. به همین صورت اگر مقداری از الیاف پنبه خشک را در محیط قرار دهیم، الیاف پنبه خشک شروع به جذب رطوبت از محیط می‌کنند، و جذب رطوبت تا زمانی ادامه می‌یابد که جذب و دفع رطوبت توسط الیاف پنبه به تعادل برسد. در واقع تعادل در جذب رطوبت یک تعادل دینامیکی است، یعنی در حالت تعادل مقدار جذب رطوبت الیاف برابر مقدار دفع رطوبت آنها می‌شود.

جذب رطوبت الیاف به دو صورت انجام می‌شود. یکی جذب رطوبت توسط عوامل یا مواضع جذب مولکولی است که به آن جذب رطوبت یا (absorption) گفته می‌شود. و دیگر جذب رطوبت سطحی یا رونشینی (adsorption) است که در واقع پدیده‌ای جذب السطحی است. پدیده جذب‌السطحی برای همه مواد، اجسام و الیاف اتفاق می‌افتد.

جذب رطوبت الیاف در نواحی جذب که دارای گروه‌های فعال مثل (-OH) هستند انجام می‌شود. برای مثال در الیاف پنبه، مولکول‌های آب با واحدها یا نواحی جذب رطوبت، پیوند هیدروژنی برقرار کرده و جذب سلولز می‌شوند. هر چه مواضع جذب رطوبت در الیاف بیشتر باشد، جذب رطوبت آنها نیز بیشتر است. مثلاً جذب رطوبت نایلون بیشتر از جذب رطوبت پلی‌استر است و این به خاطر بیشتر بودن مواضع جذبی است که در الیاف نایلون قرار دارند.

مولکول‌های آب که به‌وسیله الیاف جذب می‌شوند، از نظر طریقه جذب به دو صورت جذب می‌شوند. بعضی از مولکول‌های آب مستقیماً جذب لیف می‌شوند و برخی از مولکول‌های آب جذب مولکول‌های آبی که قبلاً جذب الیاف شده‌اند می‌شوند. مولکول‌های آبی که مستقیماً جذب مواضع جذب الیاف می‌شوند به مولکول‌های جذب اولیه یا مستقیم و آنهایی که جذب مولکول‌های آب جذب اولیه می‌شوند، به مولکول‌های جذب ثانویه یا غیر مستقیم نامیده می‌شوند. هر لیفی پس از جذب رطوبت در معرض خشک‌شدن قرار گیرد، ابتدا مولکول‌های جذب ثانویه یا مولکول‌های جذب غیرمستقیم تبخیر شده و از لیف جدا می‌شوند.

یکی از روش‌های شناسایی الیاف نساجی روش حلالیت است. هر لیف نساجی حلال مخصوص به خود را دارد و می‌توان با استفاده از حلال هر لیف، آن لیف را شناسایی کرد. در این جلسه چنان‌که در دستور کار (فعالیت) درج شده در کتاب آمده است عمل کنید و اثر حلال‌ها بر الیاف نساجی را مورد بررسی قرار دهید و جدولی تهیه کنید از حلالیت الیاف در شرایط مختلف حلال‌ها (سرد، گرم یا داغ و در حالت جوش).

فعالیت عملی بیست و پنجم

مواد مورد نیاز

مطالب نظری این جلسه از مبحث «اندازه‌گیری رطوبت بازیافته» شروع و تا ابتدای مبحث «تأثیر رطوبت نسبی محیط بر رطوبت بازیافته» ادامه می‌یابد. اما بخش عملی این جلسه مربوط می‌شود به تعیین نوع الیاف نساجی با استفاده از اسیدها و قلیاها (بازها). در واقع اثر اسیدها و قلیاها بر الیاف سلولزی و پروتئینی (پنبه، ویسکوز ریون، پشم و ابریشم) در بخش عملی این جلسه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

بنابراین مواد لازم برای بخش عملی این جلسه عبارت‌اند از:

۱ اسید سولفوریک ۶۰ درصد
۲ اسید کلریدریک
۳ هیدروکسید سدیم یا سود سوزآور
۴ اسید سولفوریک ۷۵درصد

وسایل مورد نیاز

۱ لوله آزمایش
۲ گیره لوله آزمایش
۳ میله شیشه‌ای

۴ چراغ بونزن
۵ آبفشان

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

مثل جلسات قبل می‌توان از وسایلی مثل عکس، پوستر، اسلاید، انیمیشن و فیلم برای سهولت تدریس و درک بهتر و بیشتر هنرجویان از تأثیر مواد شیمیایی فوق بر الیاف نام برده شده استفاده نمایید. این وسایل و محتوای آنها را هم می‌توان از بازار و فروشگاه‌های مرتبط تهیه کرد و هم از شرکت‌های تولیدکننده یا عرضه‌کننده مواد و الیاف نام برده شده خریداری یا به‌صورت هدیه دریافت نمود.

فضای مورد نیاز

چنان که در جلسات قبل نیز اشاره شده است، بخش عملی این جلسه را باید در محیط آزمایشگاه انجام داد ولی بخش نظری این جلسه را هم می‌توان در کلاس درس اجرا کرد و هم در صورت وجود امکانات، در محیط آزمایشگاه برگزار کرد. از آنجا که با مواد شیمیایی خطرناک در این جلسه کار می‌شود، لذا لازم است احتیاطات لازم انجام شود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش افزایی

چنان که قبلاً توضیح داده شده است، الیاف نساجی وقتی در محیط قرار می‌گیرند، با محیط تبادل رطوبت می‌کنند و اگر الیاف خشک و محیط مرطوب باشد، رطوبت محیط جذب الیاف می‌شود. بعضی از الیاف دارای جذب رطوبت بالا هستند مثلاً الیاف پنبه تا ۸/۵ درصد و الیاف پشم در حدود ۱۹ـ۱۴ درصد در شرایط استاندارد جذب رطوبت دارند. از این رو، در تجارت الیاف لازم است که میزان رطوبت جذب شده توسط الیافی که معامله می‌شوند مورد توافق بوده و الیاف مبادله شده دارای رطوبت موافقت شده باشند. برای همین، لازم است که رطوبت الیاف اندازه‌گیری شود تا میزان دقیق رطوبت داخل الیاف معین شود. دو روش کلی برای تعیین میزان رطوبت الیاف وجود دارد که این دو روش عبارت‌اند از: روش مستقیم و روش غیرمستقیم.

روش توزین و روش تقطیر تولوئن از روش‌های مستقیم تعیین رطوبت الیاف نساجی هستند. در روش توزین، ابتدا الیاف مورد نظر در حالت مرطوب را وزن می‌کنند، سپس به یکی از روش‌های استفاده از پنتااکسید فسفر، استفاده از آون، استفاده از جریان هوای داغ یا روش سریع آزمایشگاهی الیاف را خشک و وزن خشک الیاف را تعیین می‌کنند. سپس با استفاده از محاسبات میزان رطوبت الیاف، به‌صورت درصد محاسبه و اعلام می‌گردد. باید توجه داشت که روش‌های خشک‌کردن الیاف که در بالا اشاره شده‌اند، خطاهایی دارند که معمولاً خطای اندازه‌گیری در این‌گونه موارد توسط طرفین مورد توافق قرار می‌گیرد. محاسبه

میزان رطوبت الیاف به روش استفاده از تقطیر تولوئن، روش دقیق‌تری نسبت به روش توزین می‌باشد. چون در روش استفاده از تقطیر تولوئن خطای آزمایش کمتر است و مقدار رطوبت اندازه‌گیری شده دقیق‌تر می‌باشد.
روش‌های مختلفی در اندازه‌گیری غیرمستقیم رطوبت الیاف وجود دارد که در کارخانجات معمولاً از سریع‌ترین روش یعنی روش مقاومت الکتریکی استفاده می‌شود.
در انجام آزمایشات دقت نمایید که محلول‌های اسید و باز براساس درصدی باشد که در اینجا ذکر شده است، و اگر مثلاً اسید با غلظت موردنظر در آزمایشگاه وجود نداشت، روش رقیق‌کردن اسید را به هنرجویان بیاموزید، و توجه داشته باشید که برای رقیق کردن اسید از ظرف شیشه‌ای استفاده شود نه ظروف فلزی. همیشه برای رقیق‌کردن اسید، اسید را در آب بریزید نه آب را در ظرف اسید. پس از رقیق‌کردن اسید فرصت لازم را داشته باشید تا محلول خنک شود، چون رقیق کردن اسید با آب، گرمازا است.

فعالیت عملی بیست و ششم

مواد لازم مورد نیاز

بخش نظری این جلسه از مبحث «تأثیر رطوبت نسبی محیط بر رطوبت بازیافته الیاف» آغاز و تا پایان فصل ادامه می‌یابد. اما بخش عملی یا آزمایشگاه این جلسه مربوط می‌شود به تعیین نقطه ذوب الیاف نساجی. بنابراین مواد لازم برای بخش عملی این جلسه عبارت‌اند از:

۱ الیاف پلی‌استر
۲ الیاف نایلون
۳ الیاف دی‌استات سلولز
۴ الیاف تری‌استات سلولز

وسایل لازم مورد نیاز

۱ میله مسی مخصوص تعیین نقطه ذوب الیاف
۲ دما سنج
۳ سه پایه (۲ عدد)
۴ چراغ بونزن

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

رطوبت محیط، جذب رطوبت الیاف و تأثیر رطوبت محیط برمیزان جذب رطوبت الیاف و همچنین تأثیر جذب رطوبت بر خواص الیاف مباحثی هستند که برای درک

بهتر آنها برای هنرجویان می‌توان از وسایل متنوعی استفاده کرد و از پدیده‌های طبیعی و پدیده‌هایی که در اطراف ما رخ می‌دهند استفاده کنیم. از این رو برای نشان دادن چگونگی پدید آمدن این پدیده‌ها و اثرات آنها می‌توان از عکس، پوستر، نمودار، اسلاید، انیمیشن و فیلم برای کلاس درس و آزمایشگاه استفاده کرد. برای این جلسه از کلاس می‌توان از اطو بخار برقی و سشوار سلمانی نیز استفاده کرد.

فضای مورد نیاز

لازم است بخش عملی این جلسه در محیط آزمایشگاه انجام شود. بخش نظری این جلسه را در صورت امکان می‌توان در آزمایشگاه برگزار کرد، درغیر این صورت این بخش از جلسه باید در کلاس درس اجرا شود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش افزایی

فضایی که الیاف درآن قرار می‌گیرند مثل مزرعه پنبه، انبار شرکت تولیدکننده یا جین‌کننده الیاف، انبار کشتی در حال حمل الیاف، اتاق بار کامیون در حال حمل الیاف، انبار روباز کارخانه‌ها، نواحی خشک و مرطوبی که الیاف در آنجا قرار می‌گیرند و محیط کارخانجات ریسندگی، بافندگی و همچنین محیط‌هایی که محصولات نساجی در آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند، مانند محیط کلاس که لباس برتن ماست، یا لحاف و پتو در اتاق خواب‌های منازل، دارای رطوبت‌های مختلف هستند. یعنی رطوبت نسبی محیط در اوقات مختلف از روز مثلاً صبح و ظهر باهم فرق می‌کند. رطوبت نسبی محیط بر روی میزان جذب رطوبت الیاف تأثیر دارد. هرچه رطوبت نسبی محیط بیشتر باشد، میزان جذب رطوبت الیاف نیز بیشتر می‌شود. معمولاً برای خشک‌کردن لباس‌ها آنها را در محیطی قرار می‌دهیم که رطوبت نسبی پایینی داشته باشند تا اینکه پارچه لباس خشک شود.

هرگاه دو نمونه یکی تر و یکی کاملاً خشک از یک نوع لیف را در یک محیط با رطوبت نسبی معینی قرار دهیم، نمونه تر شروع می‌کند به دفع رطوبت یعنی آب موجود در نمونه خیس تبخیر می‌شود و نمونه به سمت تعادل با محیط می‌رود. ولی نمونه کاملاً خشک شروع به جذب رطوبت از محیط می‌کند و این جذب رطوبت از محیط تا زمانی که جذب و دفع رطوبت توسط نمونه خشک به تعادل برسد، ادامه می‌یابد. پدیده مهمی که در این دو فرایند اتفاق می‌افتد این است که هیچگاه رطوبت نمونه خیس و نمونه خشک بعد از قرار گرفتن در محیط آزاد و رسیدن به تعادل با محیط، برابر یکدیگر نخواهد بود. این پدیده را پدیده هیستریزیس می‌گویند که در واقع ناشی از تفاوت پیشینه دو نمونه است که یکی ابتدا خیس بود و دیگری خشک. پدیده هیستریزیس در جذب و دفع رطوبت یک پدیده طبیعی است که با اصول فیزیکی و شیمیایی قابل توجیه هست.

چنان‌که اشاره شده است، میزان جذب رطوبت الیاف بستگی به رطوبت نسبی محیطی دارد که الیاف در آن محیط قرار گرفته‌اند. برای بیان میزان جذب رطوبت نسبی الیاف معمولاً یک شرایط ثابت و معین از محیط را که به شرایط استاندارد معروف است در نظر می‌گیرند. شرایط استاندارد محیط با دمای $20\pm2\ ^{\circ}C$ و رطوبت نسبی ۶۵٪ است.

جذب رطوبت الیاف آثاری برروی الیاف دارد یعنی تغییراتی را برروی الیاف ایجاد می‌کنند. بعضی از آثار جذب رطوبت الیاف را در جلسات قبل مورد مطالعه قرار دادیم. آن آثار عبارت بودند از: اثر جذب رطوبت بر مقاومت و افزایش طول تا حد پارگی الیاف نساجی. جذب رطوبت سبب بیشتر شدن افزایش طول تا حد پارگی همه الیاف می‌شود، جذب رطوبت الیاف نساجی سبب کاهش مقاومت الیاف نساجی می‌شود، مگر در الیاف پنبه که جذب رطوبت الیاف پنبه سبب افزایش مقاومت آنها می‌شود.

یکی از آثار مهم جذب رطوبت الیاف، تولید حرارت ناشی از جذب رطوبت است. یعنی وقتی رطوبت جذب الیاف نساجی می‌شود، حرارت یا گرما در الیاف تولید می‌شود. گرما و حرارت تولید شده در اثر جذب رطوبت الیاف را گرمای جذب می‌گویند. در واقع فرایند جذب رطوبت در الیاف نساجی یک فرایند گرمازا است، و جذب رطوبت در همه الیاف نساجی سبب تولید حرارت می‌شود. میزان حرارت جذب در الیاف مختلف متفاوت است و به نوع الیاف و میزان جذب رطوبت آنها بستگی دارد. مثلاً مقدار حرارت تولید شده در اثر جذب مقدار معین از رطوبت در الیاف پنبه و پشم با یکدیگر متفاوت است.

در زمستان معمولاً رطوبت نسبی داخل خانه کمتر از رطوبت نسبی محیط است. بنابراین، پوشیدن یک پلور پشمی در یک روز زمستانی و خارج شدن از داخل خانه سبب می‌شود که الیاف پلور شروع به جذب رطوبت و در نتیجه تولید حرارت نمایند. در این صورت حرارت تولید شده سبب گرم کردن بدن می‌شود. از آنجاکه جذب رطوبت الیاف به‌صورت تدریجی می‌باشد و آنی نیست، بنابراین تولید حرارت ناشی از جذب رطوبت تدریجاً اتفاق خواهد افتاد و بدن در دراز مدت گرم نگهداشته می‌شود.

ارزشیابی

۱ شرایط انجام کار : شناسایی الیاف مطابق استانداردهای فنی‌وحرفه‌ای
مکان: آزمایشگاه شناسایی الیاف
مواد: انواع حلال و الیاف نساجی
ابزار و تجهیزات: دستگاه سنجش رطوبت ـ ترازوی دقیق ـ میکروسکوپ بزرگ‌نمایی حدود ۱۰۰ـ دستگاه تعیین نقطه ذوب الیاف
تجهیزات ایمنی: هود ـ لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک ـ کفش ایمنی

۲ نمونه / نقشه کار/مراحل پروژه / رویه انجام کار:

۳ شاخص‌های اصلی استاندارد عملکرد کار:
رعایت استانداردهای عملکرد وسایل و تجهیزات مورد استفاده

۴ ابزارهای ارزشیابی:
۱ـ مشاهده ـ۲ـ نمونه‌گیری

۵ ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:
۱ـ دستگاه‌های لازم و انواع الیاف مورد استفاده در صنایع نساجی
۲ـ تجهیزات ایمنی فردی: لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک

۶ تکالیف‌کاری مرتبط در گروه کاری/ شغل: تعیین نوع الیاف ـ تعیین خصوصیات الیاف

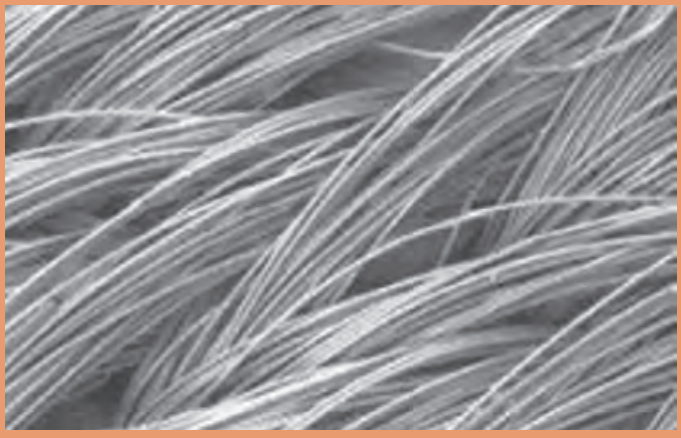
معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین نوع اثر آب بر خواص الیاف نساجی	۱	
۲	تعیین نوع الیاف نساجی با استفاده از حلال‌های شیمیایی (آلی)	۱	
۳	تعیین نوع الیاف نساجی با استفاده از اسیدها و بازها	۱	
۴	تعیین نوع نقطه ذوب الیاف	۲	
۵	تعیین شکل سطح مقطع به روش میکروسکوپی	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی،ایمنی،بهداشت،توجهات‌زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳ تمیزکردن دستگاه و محیط کار ۴ رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۵

تعیین ویژگی‌های الیاف پلی‌استر



فعالیت عملی بیست و هفتم

مواد مورد نیاز

در بخش عملی این جلسه قرار است که به کمک میکروسکوپ پروژکتینا قطر الیاف اندازه‌گیری شود، و براساس قطر اندازه‌گیری شده و معلوم بودن جرم حجمی لیف مورد نظر، نمره یا جرم طولی آن را بر حسب تکس یا دنیر محاسبه نمود. لذا برای این جلسه مواد زیر مورد نیاز است:

۱ الیاف پلی‌استر
۲ الیاف اکریلیک
۳ الیاف نایلون
۴ الیاف دی‌استات
۵ الیاف تری‌استات

وسایل مورد نیاز

باتوجه به توضیحات فوق، تنها وسیله لازم برای این جلسه میکروسکوپ پروژکتینا است که دارای صفحه‌ای مدرج برای اندازه‌گیری طول و زاویه می‌باشد.

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

مطالبی که برای این جلسه در نظر گرفته شده است از ابتدای مبحث «الیاف پلی‌استر» شروع و تا ابتدای «الیاف اکریلیک» خاتمه می‌یابد، و با توجه به توضیحاتی که داده شده است، کار عملی این جلسه به اندازه‌گیری قطر الیاف به‌وسیله میکروسکوپ پروژکتینا مربوط می‌شود. لذا، هم از بخش نظری و هم از بخش عملی می‌توان عکس، نمودار، پوستر، اسلاید، انیمیشن و فیلم تهیه نمود و برای نمایش و درک بهتر و بیشتر هنرجویان به نمایش گذاشت.

فضای مورد نیاز

مثل جلسات قبل، لازم است بخش عملی این جلسه در آزمایشگاه یا محل استقرار میکروسکوپ پروژکتینا انجام شود و بخش نظری این جلسه باید در کلاس درس یا در صورت وجود امکانات می‌تواند در محل استقرار میکروسکوپ پروژکتینا برگزار شود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش افزایی

بخش نظری این جلسه اختصاص به الیاف پلی‌استر دارد. پلیمر پلی‌استر از طریق پلیمریزاسیون تراکمی‌یا کندانسه و با دو منومر به نام‌های ترفتالیک اسید (اسید ترفتالیک) و اتیلن گلایکل ساخته می‌شود. پلی‌استر ساخته شده توسط شرکت‌های

مختلف، تحت نام‌های تجاری متفاوتی به بازار عرضه می‌شود. الیاف پلی‌استر تحت نام ترویرا، تترون، تریلن، داکرون و ترگالی و تحت دیگر نام‌های تجاری توسط شرکت‌های مختلف در سراسر جهان تولید می‌شوند. الیاف پلی‌استر در ایران نیز تولید می‌شود.
پلیمر پلی‌استر پس از پلیمریزاسیون به‌صورت چیپس یا گرانول در می‌آید. گرانول یا چیپس تولیدی پس از شست‌وشو و خشک‌کردن وارد دستگاه ذوب‌ریسی می‌شود. الیاف پلی‌استر به روش ذوب‌ریسی تولید و پس از ریسندگی تحت کشش قرار می‌گیرند تا به‌صورت FOY درآیند. پس از عملیات ریسندگی و تولید الیاف پلی‌استر، الیاف به‌صورت POY یا LOY به کارخانجات دیگر عرضه می‌شوند تا تحت اثر حرارت و کشش به نخ‌های FOY یا نخ‌های تکسچره تبدیل شوند. البته در بعضی از کارخانه‌های تولید الیاف پلی‌استر، امکانات و ماشین‌آلات تبدیل POY و LOY به FOY وجود دارد.
الیاف پلی استر تولیدی به دو صورت کلی مصرف می‌شوند، یعنی به‌صورت فیلامنت (صاف/ تکسچره شده) یا به‌صورت الیاف بریده بریده که الیاف بریده بریده هم به دو صورت الیاف کوتاه و الیاف بلند تولید و مصرف می‌شوند. نخ‌های فیلامنتی پلی‌استر مصارف مختلفی از جمله لباس، لباس‌های ورزشی، پرده توری، رومبلی، چادرهای بیابانی، چادرهای سایه‌بان، چادرهای زنانه، روکش صندلی و.... دارند. اما الیاف کوتاه پلی‌استر معمولاً در مخلوط با الیاف پنبه یا ویسکوزریون مورد استفاده قرار می‌گیرند و به‌صورت خالص نیز می‌توانند رسیده شوند. عمده مصرف نخ‌های پنبه/ پلی‌استر و پلی‌استر/ ویسکوز در پارچه‌های لباسی، ملحفه، رومیزی و.... می‌باشد. عمده مصرف الیاف بلند پلی‌استر در مخلوط با الیاف پشم در تولید نخ‌های ورستد یا فاستونی است که به مصرف پارچه‌های فاستونی برای دوخت کت و شلوار و کت و دامن مورد استفاده قرار می‌گیرند.
نخ‌های فیلامنتی پلی‌استر به‌صورت بوبین یا چیز پیچیده شده و به کارخانه مصرف‌کننده حمل می‌شوند. الیاف کوتاه پلی‌استر به‌صورت عدل‌های الیاف کوتاه بسته‌بندی و حمل می‌شوند، ولی الیاف بلند پلی استر به‌صورت تاپس که فتیله‌هایی از الیاف بلند می‌باشند به کارخانه‌های ریسندگی حمل می‌شوند.
الیاف پلی استر معمولاً دارای سطح مقطع عرضی گرد و دوار هستند و منظر طولی آنها به‌صورت یک استوانه می‌باشد. جرم مخصوص پلی‌استر ۱/۳۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب است که از جرم حجمی پنبه کمتر و از پشم و نایلون بیشتر است. جذب رطوبت الیاف پلی‌استر بسیار ناچیز و در حدود ۰/۵ـ۰/۴ درصد است. از آنجا که جذب رطوبت الیاف پلی‌استر بسیار پایین است، بنابراین در هنگام عملیات ریسندگی و مصرف به‌صورت پوشاک خیلی مستعد تولید الکتریسیته ساکن می‌باشد.

بنابراین در عملیات ریسندگی به این الیاف آب و روغن می‌زنند که روغن خاصیت آنتی استاتیک داشته و شارژ الکتریسیته ساکن در الیاف پلی‌استر را کاهش می‌دهد. همچنین در شست‌وشوی خانگی، هنگام شستن لباس‌ها و ملافه‌ها از نرم‌کننده برای کاهش تولید الکتریسیته ساکن در پارچه‌های حاوی پلی‌استر استفاده می‌شود.

از دلایل مهم اختلاط پلی استر با سایر الیاف مثل پنبه و پشم عبارت‌اند از:

۱ افزایش قابلیت ریسندگی (به ویژه برای پنبه)
۲ تولید نخ‌های ظریف‌تر
۳ کاهش قیمت نخ و پارچه
۴ افزایش راندمان تولید و بهره‌وری
۵ اطوپذیری پارچه
۶ زیبایی پارچه و ظرافت آن

اما در بخش عملی این جلسه لازم است الیاف در زیر عدسی شیئی میکروسکوپ پروژکتینا گذاشته شوند و قطر الیاف اندازه‌گیری شود. در اندازه‌گیری قطر الیاف به‌وسیله این میکروسکوپ دقت نمایید که اندازه‌گیری قطر به‌صورت عمود بر محور لیف انجام شود و از انحراف محور اندازه‌گیری اجتناب گردد. از هر لیف ۵ اندازه‌گیری قطر انجام شود و از این اندازه‌ها میانگین‌گیری شود و میانگین محاسبه شده به عنوان قطر لیف در نظر گرفته شود. برای محاسبه نمره لیف براساس جرم طولی به روش زیر عمل کنید. باید توجه داشت که لیفی که قطر آن اندازه‌گیری می‌شود، باید شناخته شده باشد و جرم حجمی آن را نیز بدانیم. بنابراین نمره دنیر لیف به‌صورت زیر محاسبه نمایید:

$$den = \frac{\pi d^{۲}}{۴} \times ۹۰۰/۰۰۰ \times \rho$$

در رابطهٔ بالا:

den: نمره دنیرلیف

d: قطر لیف که اندازه‌گیری شده است (برحسب cm)

ρ: جرم حجمی لیف برحسب $g/cm^{۳}$

برای محاسبه نمره دسی تکس (dtex) لیف به صورت زیر عمل کنید.

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} den$$

فعالیت عملی بیست و هشتم

مواد مورد نیاز

بخش نظری این جلسه از مبحث «الیاف اکریلیک» آغاز و تا ابتدای مبحث «نخ‌های حجیم شده اکریلیک» ادامه می‌یابد. لذا برای بخش عملی این جلسه آزمایش خاصی در نظر گرفته نشده است. بنابراین در این جلسه می‌توان آزمایش‌هایی را که به هر دلیل در جلسات قبل انجام نشده است انجام داد، یا اینکه محاسبات مربوط به نمره الیاف و تبدیلات نمره الیاف را به عنوان کار عملی و کارگاه محاسبات و تبدیل نمرات الیاف برگزار نمود.

وسایل مورد نیاز

باتوجه به توضیحاتی که داده شده است، چون آزمایش خاصی برای این جلسه در نظرگرفته نشده است، لذا وسایل خاصی برای این جلسه لازم نیست. بنابراین، در صورت درنظر گرفتن آزمایش خاصی از سوی هنرآموزان عزیز برای این جلسه، وسایل لازم نیز تهیه و آماده شود. در غیر این صورت، به منظور انجام محاسبات و تبدیلات نمرات الیاف، لازم است هنرجویان ماشین حساب به همراه داشته باشند.

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

هنرآموزان محترم می‌توانند از هر وسایل کمک آموزشی مناسب که در هنرستان موجود یا در دسترس دارند برای این جلسه استفاده نمایند.

فضای مورد نیاز

بخش‌های نظری و عملی این جلسه که در واقع بخش عملی آن محاسبات و تبدیلات محاسباتی می‌باشد در فضای کلاس درس قابل برگزاری است.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش افزایی

الیاف اکریلیک همان الیاف سر هم است پلی‌اکریلونیتریل هستند که به‌خاطر خواص حجیم شدنش مشابه الیاف پشم بوده و مصارف خاصی در صنعت نساجی دارد. این الیاف را بعضی اوقات به پشم مصنوعی نیز می‌نامند. اسم این الیاف براساس شرکت یا کارخانه تولیدکننده آنها متفاوت می‌باشد. الیاف کورتل، اکریلان، کریسلن و..... همه از الیاف اکریلیک هستند که توسط شرکت‌های مختلف تولید می‌شوند.

الیاف اکریلیک از منومر اکرونیتریل تولید می‌شوند که به آنها الیاف، پلی‌اکتریلونیتریل هم گفته می‌شود. اکریلونیتریل در صنعت از گاز استیلن (C_2H_2) که همان گاز

جوشکاری و برشکاری با گاز است، به‌دست می‌آید. گاز استیلن را با اسید سیانیدریک اثر می‌دهند و اکریلونیتریل به‌دست می‌آید.
یک نوع از الیاف اکریلیک معروف به ارلون است که توسط شرکت آمریکایی دوپونت تولید می‌شود. الیاف اکریلیک را به راحتی نمی‌توان رنگرزی کرد، ولی باکوپلیمریزاسیون اکریلیک می‌توان گروه‌های فعالی را در زنجیر پلیمر اکریلیک ایجاد کرد که رنگرزی آنها می‌تواند به آسانی انجام شود.
الیاف اکریلیک به روش ذوب ریسی قابلیت ریسندگی ندارد. از این رو الیاف اکریلیک را در صنعت به دو روش خشک‌ریسی و تر‌ریسی، می‌ریسند. الیاف اکریلیکی که به روش خشک‌ریسی ریسیده می‌شوند، ابتدا پلیمر آن را در حلال اکریلیک که دی‌متیل‌فرمامید می‌باشد حل می‌کنند. سطح مقطع الیاف اکریلیکی که به روش خشک ریسی تولید می‌شوند، دمبلی است، و این به‌خاطر عدم توازن در تبخیر حلال در هنگام خشک‌ریسی است. ولی الیاف اکریلیک حاصل از روش ریسندگی تر‌ریسی، دارای سطح مقطع دوار و دایره ای هستند. دلیل این پدیده، انعقاد آرام و کنترل شده الیاف اکریلیک در حمام انعقاد می‌باشد.
جرم مخصوص الیاف اکریلیک درحدود ۱/۱۹ـ۱/۱۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب است که در حد جرم حجمی‌نایلون است. جرم حجمی‌الیاف اکریلیک نسبت به الیاف پلی‌استر کمتر است. یعنی اگر دو نخ هم نمره یکی از پلی‌استر و دیگری از اکریلیک باشد، نخ از جنس اکریلیک حجیم‌تر از نخ از جنس پلی‌استر خواهد بود.
جذب رطوبت الیاف اکریلیک در حدود ۲/۵ـ۱/۳ درصد در شرایط استاندارد است. بنابراین در شرایط استاندارد، جذب رطوبت الیاف اکریلیک حدود ۴ برابر جذب رطوبت الیاف پلی استر (۰/۵٪) است.
اما در بخش عملی این جلسه که اختصاص به محاسبات و تبدیلات محاسباتی نمره الیاف دارد، لازم است نمره الیاف در سیستم‌های مختلف مستقیم و غیرمستقیم برای هنرجویان یادآوری شود. نمره الیاف برحسب دنیر، تکس (دسی‌تکس)، میکروگرم براینچ، و قطر الیاف برحسب میکرون برای هنرجویان یادآوری و توضیحات لازم داده شود. براساس تعاریف واحدهای نمره‌گذاری، ضریب تبدیل نمرات نیز برای هنرجویان تعیین شود. توصیه می‌شود مسائلی براساس نمره، وزن و طول الیاف طراحی و در کلاس حل شود.
مثلاً طول یک بوبین نخ به وزن ۴kg از یک نخ فیلامنتی با نمره ۱۰۰den بر حسب کیلومتر حساب شود.
تبدیل نمره دنیر به دسی‌تکس انجام شود.
تبدیل نمره µg/in برحسب den و dtex انجام شود.

فعالیت عملی بیست و نهم

مواد مورد نیاز

بخش عملی یا آزمایشگاهی این جلسه به تعیین ظرافت الیاف به‌وسیله ویبروسکوپ یعنی روش ارتعاشی اختصاص دارد. از این نظر، مواد لازم به شرح زیر می‌باشند:

۱ الیاف پلی استر
۲ الیاف اکریلیک
۳ الیاف نایلون
۴ الیاف دی استات وتری استات

وسایل مورد نیاز

با توجه به هدف بخش عملی این جلسه وسایل لازم به شرح زیر است:

۱ دستگاه ویبروسکوپ
۲ قیچی
۳ پنس

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

بخش نظری این جلسه در برگیرنده مباحث «نخ‌های حجیم شده اکریلیک»، «موارد استفاده الیاف اکریلیک» و «تعیین اثر نور بر خواص کششی الیاف» می‌باشد. لذا با توجه به مباحث نظری و بخش عملی یا آزمایشگاهی این جلسه که اندازه‌گیری نمره الیاف به روش ارتعاشی می‌باشد، لازم است هرگونه وسایل کمک آموزشی مانند عکس، پوستر، اسلاید، انیمیشن و فیلم تهیه و برای درک بهتر و بیشتر هنرجویان به نمایش گذاشته شده و توضیحات لازم ارائه شود.
عکس‌ها و انیمیشن ارتعاشی و رزونانسی از بعضی سایت‌های اینترنتی شرکت‌ها و دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی قابل دریافت می‌باشند.

فضای مورد نیاز

بخش عملی این جلسه لازم است در آزمایشگاه یا محل استقرار دستگاه ویبروسکوپ انجام شود. اما بخش نظری این جلسه هم می‌تواند در کلاس درس برگزار شود و هم در صورت وجود امکانات لازم، در فضای آزمایشگاه یا محل استقرار ویبروسکوپ.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش افزایی

الیاف اکریلیک می‌توانند به‌صورت حجیم درآیند. حجیم شدن الیاف اکریلیک مثل تولید نخ‌های حجیم در عملیات استافرباکس یا تکسچرایزنیک الیاف پلی‌استر

نیست. بلکه حجیم شدن الیاف اکریلیک به روش دیگری است. اصولاً از نظر نظم مولکولی، دو نوع الیاف اکریلیک تولید می‌شود که در صنعت این دو الیاف اکریلیک که از نظر ساختار داخلی باهم تفاوت دارند، به الیاف اکریلیک منظم (رگولار) و الیاف اکریلیک نامنظم (ایرگولار) معروف هستند.
برای نامنظم یا غیر متقارن‌کردن الیاف اکریلیک، این الیاف را در هنگام تولید از روی یک تیغه می‌کشند و کشیده‌شدن یک طرف این الیاف از روی تیغه سبب آرایش یافتگی مولکول‌های آن قسمت شده و در نتیجه شبیه آنچه که گل‌فروشان، روبان گل را برروی تیغه قیچی می‌کشند و روبان به دور خود می‌پیچد، الیاف اکریلیک نامنظم یا غیر متقارن نیز به دور خود می‌پیچد و در واقع فر می‌خورند.
اما هنگام تولید الیاف اکریلیک که برای نخ‌های حجیم وهای‌بالک اکریلیکی مورداستفاده در پلورها مصرف می‌شوند، الیاف اکریلیک پس از عملیات نامنظم‌کننده، تثبیت می‌شوند و الیاف به‌صورت صاف و معمولی هستند. این الیاف نامنظم با درصدی از الیاف منظم مخلوط شده در سیستم ریسندگی ورستد یا فاستونی ریسیده می‌شوند (تبدیل به نخ می‌شوند). پس از ریسندگی نخ از مخلوط الیاف اکریلیک منظم و نامنظم، نخ دولا تهیه می‌شود سپس نخ دولای تهیه شده بعد از عمل تابندگی به‌صورت کلاف در می‌آید. کلاف‌های نخ ۲ لای اکریلیک در دستگاه رنگرزی که دمای آن بالای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است رنگرزی شده و در حین رنگرزی الیاف نامنظم موجود در نخ به دلیل جمع شدگی غیر متقارن در طول، دچار تجعد و فر می‌شوند. همین تجعد، جمع‌شدگی و فرخوردن این الیاف نامنظم سبب جمع‌شدگی نخ و در نتیجه حجیم شدن نخ می‌شود.
الیاف اکریلیک با نمره‌های مختلف و به‌صورت منظم و نامنظم تولید می‌شوند. الیاف نامنظم که برای تولید نخ‌های حجیم استفاده می‌شوند، بیشتر مصرف لباس‌های زمستانی، لایی لباس، کلاه، پلیور، شلوار گرمکن و.... دارند. اما الیاف منظم نیز براساس ظرافت و نمره مصارفی مانند پوشاک، پرده، پارچه‌های خانگی و پرز فرش ماشینی دارند. بارزترین مصرف الیاف اکریلیک در مصارف غیر پوشاکی، مصرف آنها در پرز فرش ماشینی است که به‌صورت طول بلند و عدل‌بندی شده وارد کارخانجات ریسندگی شده و در سیستم سمی‌ورستد یا نیمه فاستونی ریسیده می‌شوند.
یکی از عوامل تأثیرگذار برروی الیاف، پارچه‌ها، البسه و منسوجات، نور است. نورخورشید حاوی طیف وسیعی از طول موج‌ها است. اشعه‌های مادون قرمز و ماورای بنفش موجود در نور خورشید سبب تغییراتی در الیاف نساجی و تنزل کیفیت آنها می‌شود. یکی از اثرات نامطلوب نور برروی پارچه‌ها، تغییر رنگ آنها می‌باشد. به همین صورت، نور برروی دیگر خواص مکانیکی و فیزیکی پارچه‌ها تأثیر می‌گذارد. نمونه بارز اثر مخرب نور برروی پلیمرها، اثر نور خورشید برروی

گونی‌های پلی‌پروپلین است که در ساختمان سازی استفاده می‌شوند. نخ‌های این گونی‌ها وقتی در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند بعد از مدتی مقاومت و حتی دیگر خواص خود مثل انعطاف‌پذیری را از دست می‌دهند و شکسته شده و ریزش می‌کنند. در نگهداری البسه و منسوجات، تا آنجا که ممکن است باید سعی شود که این منسوجات حتی الامکان از نور دور نگه داشته شوند. بنابراین بهتر است که در هنگام خشک کردن البسه بعد از شست‌وشو، از قرار دادن پوشاک در معرض نور مستقیم خورشید خودداری شود.

یکی از روش‌های تعیین ظرافت الیاف، روش ارتعاشی است. دستگاه تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی، ویبروسکوپ نامیده می‌شود. همه مواد طبیعی وقتی که تحت بار نوسانی قرار می‌گیرند به ارتعاش در می‌آیند و فرکانس و دامنه ارتعاش این مواد متناسب با خصوصیات آن مواد و نیروی نوسانی وارده بر آنها است. مثلاً هرگاه یک وزنه‌ای را به انتهای طنابی ببندیم و آویزان کنیم به‌صورت افقی به آن ضربه بزنیم، وزنه به نوسان در می‌آید. هرگاه ضربه وارده به وزنه ادامه یابد، نوسان وزنه نیز ادامه می‌یابد و اگر فرکانس ضربه وارده به وزنه با فرکانس نوسان وزنه برابر باشد، دامنه نوسان وزنه افزایش می‌یابد و در یک فرکانسی از ضربه نوسانی دامنه نوسان وزنه به حداکثر خود می‌رسد. هرگاه دامنه نوسان وزنه به حداکثر خود برسد، به این دامنه، دامنهٔ تشدید یا دامنه رزونانس می‌گویند و به فرکانس متناظر به آن دامنه نیز فرکانس تشدید یا فرکانس رزونانس گفته می‌شود.

هرگاه دو سر یک رشته نازک از یک سیم فولادی یا یک لیف را بکشیم و ضربه‌ای به آن بزنیم، ضربه وارده باعث نوسان رشته یا لیف می‌شود. حال اگر ضربه‌ای که به لیف وارد می‌شود به‌صورت نوسانی باشد، لیف به ارتعاش در می‌آید و دامنه ارتعاش وقتی حداکثر می‌شود که فرکانس نوسان لیف برابر فرکانس رزونانس آن باشد. فرکانس رزونانس هر رشته یا یک لیف نساجی با طول، جرم و کشش آن به‌صورت زیر نسبت دارد:

$$F\alpha\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{m}}$$

T کشش، m جرم واحد طول و L طول لیف یا هر رشته دیگر است.

بنابراین با استفاده از ویبروسکوپ و تعیین فرکانس رزونانس و با اندازه‌گیری T (کشش) و طول لیف، می‌توان m که جرم واحد طول لیف است را محاسبه کرد. این روش مخصوصاً برای الیاف مصنوعی کاربرد فراوانی دارد.

فعالیت عملی سی‌ام

مواد مورد نیاز

بخش عملی این جلسه به تعیین نسبت الیاف در پارچه‌های مخلوط اختصاص دارد. لذا مواد لازم برای این جلسه به شرح زیر می‌باشد:

۱ پارچه از مخلوط دو لیف یا با تار و پود متفاوت
۲ گلیسیرین
۳ استن
۴ متیلن کراید
۵ اسید فرمیک
۶ متاکرزول
۷ دی متیل فرمامید
۸ سودسوزآور ۵٪

وسایل مورد نیاز

۱ شیشه ساعت
۲ آون
۳ دسیکاتور
۴ ترازوی دقیق
۵ چراغ بونزن
۶ صفحه سوراخ‌دار تهیه مقطع عرضی الیاف
۷ لام و لامل
۸ میکروسکوپ
۹ تیغ تیز

وسایل کمک آموزشی مورد نیاز

عکس، پوستر، اسلاید، فیلم

فضای مورد نیاز

بخش عملی این جلسه حتماً باید در محیط آزمایشگاه انجام شود. از آنجا که در این جلسه از مواد شیمیایی سمی و خطرناک استفاده می‌شود، لذا لازم است کلیه عملیات در زیر هود انجام شود و کلیه نکات ایمنی کاملاً رعایت شود.

اما بخش نظری این جلسه می‌تواند در کلاس درس و درصورت وجود امکانات لازم، در آزمایشگاه انجام شود.

توصیه‌های لازم برای تدریس و دانش افزایی

بخش نظری این جلسه از مبحث «اثرات ظرافت الیاف» شروع و تا پایان کتاب ادامه می‌یابد.

ظرافت الیاف یک ویژگی منحصر به فرد الیاف است. ظرافت الیاف طبیعی به‌وسیله طبیعت تعیین می‌گردد و بستگی به نژاد، محیط پرورش، شرایط آب و هوایی، آب، خاک، غذا و کود و.... دارد. اما ظرافت الیاف بازیافته یا مصنوعی براساس سفارش مصرف‌کننده، توسط تولیدکننده الیاف تعیین می‌شود. البته الیافی که در هر سیستم ریسندگی ریسیده می‌شوند دارای یک محدوده ظرافت هستند. مثلاً الیاف پلی استر یا نایلونی که برای استفاده در سیستم ریسندگی الیاف کوتاه و برای اختلاط با پنبه یا ویسکوزریون تولید می‌شوند دارای ظرافتی در حدود ۱/۵den هستند. یا الیاف اکریلیک مورد استفاده در نخ‌های کاموا در حدود نمره ۳ـ۱/۵den و الیاف اکریلیک مورد استفاده در فرش حدود ۷den تولید می‌شوند.

چانکه قبلاً و در جلسات قبل توضیح داده شده است، با افزایش ظرافت الیاف، سطح مخصوص آنها نیز بیشتر می‌شود. افزایش سطح مخصوص سبب می‌شود که بتوان در شرایط یکسان، تاب نخ را کاهش داد، و از نظر حد ریسندگی، نخ ظریف‌تری می‌توان از الیاف ظریف تولید کرد. از طرف دیگر به دلیل افزایش سطح مخصوص، جذب رطوبت الیاف ظریف‌تر و سریع‌تر انجام می‌شود و زمان رمق کشی در رنگرزی نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه بهره‌وری رنگرزی افزایش می‌یابد.

همه محاسن الیاف ظریف در کتاب درسی اشاره شده است. با این حال تولید الیاف ظریف معایبی دارد. این معایب عبارت‌اند از کاهش بهره‌وری کارخانجات تولید الیاف، افزایش ضایعات و برخی ویژگی‌ها که الیاف ظریف در پارچه‌ها ایجاد می‌کنند که ممکن است برای مصارف خاص مناسب نباشند.

بخش عملی این جلسه به تعیین درصد الیاف در پارچه‌های مخلوط می‌باشد. معمولاً پارچه‌های مخلوط از دو نوع الیاف مخلوط می‌شوند. مثل نخ‌ها یا پارچه‌هایی از جنس پنبه/ پلی‌استر، پلی‌استر / ویسکوز، پنبه / نایلون، پشم / پلی‌استر، پشم / نایلون و....، برای همین گاهی اوقات لازم می‌شود که یک کارخانه پارچه بافی، پارچه خود را براساس نمونه‌ای که تاجر به آن می‌دهد، از مخلوط دو نوع لیف ببافد. برای شروع به کار ابتدا باید نخ مورد استفاده در پارچه را براساس تاروپود شناسایی کرد و الیاف موجود در نخ‌های تار و پود را به‌طور جداگانه شناسایی کرد. سپس باید ظرافت، طول و ویژگی‌های الیاف مورد استفاده را تعیین نمود، در مرحله بعد لازم است تا درصد الیاف مخلوط شده در نخ‌های تار و پود معین شود. برای این منظور، لازم است پس از شناسایی الیاف مورد استفاده در هر یک از نخ‌های تار و پود، یکی از الیاف حاضر در مخلوط را به نحوی از بین برد تا وزن الیاف باقیمانده

را تعیین و در نهایت نسبت الیاف مختلف را محاسبه کرد.
روش کار به این صورت است که معمولاً لیفی را که انحلال آن زمان و زحمت کمتری می‌برد، حل می‌کنند و سپس نسبت اختلاط را محاسبه می‌کنند. برای این منظور ابتدا باید پارچه را به دقت شست‌وشو داد تا چرک، مواد چربی و هرگونه مواد اضافه از پارچه زدوده شود. سپس نمونه را آبکشی و کاملاً خشک می‌کنند. نمونه خشک شده را توزین و سپس لیف اول را که برای حل شدن انتخاب شد از طریق غوطه‌وری پارچه در حلال لیف انتخابی، حل می‌کنند. انحلال لیف اول باید به‌گونه‌ای باشد که حلال آن آسیبی به لیف دوم نزنید. بعد از انحلال کامل لیف اول باقیمانده نخ یا پارچه را کاملاً شست‌وشو داده، آبکشی نمایید بعد از خشک کردن توزین نمایید. در پایان با استفاده از روابط داده شده درصد هر یک از الیاف را در مخلوط محاسبه نمایید.

ارزشیابی

۱ **شرایط انجام کار :** شناسایی الیاف مطابق استانداردهای فنی‌وحرفه‌ای
مکان: آزمایشگاه شناسایی الیاف
مواد: انواع حلال و الیاف نساجی
ابزار و تجهیزات: دستگاه نور دهی ـ میکروسکوپ پروژکتینا ـ ترازوی دقیق ـ دستگاه ارتعاشی
تجهیزات ایمنی: هود ـ لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک ـ کفش ایمنی

۲ **نمونه / نقشه کار/ مراحل پروژه / رویه انجام کار:**

۳ **شاخص‌های اصلی استاندارد عملکرد کار:**
رعایت استانداردهای عملکرد وسایل و تجهیزات مورد استفاده جهت تعیین خصوصیات الیاف نساجی

۴ **ابزارهای ارزشیابی:**
۱ـ مشاهده ـ۲ـ نمونه‌گیری

۵ **ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:**
۱ـ دستگاه‌های لازم و انواع الیاف مورد استفاده در صنایع نساجی
۲ـ تجهیزات ایمنی فردی: لباس ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ دستکش ـ عینک مناسب ـ ماسک

۶ **تکالیف کاری مرتبط در گروه کاری/شغل:** تعیین نوع الیاف ـ تعیین خصوصیات الیاف

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین اثر نور بر خواص الیاف نساجی	۱	
۲	تعیین ظرافت الیاف به روش میکروسکوپ پروژکتینا	۱	
۳	تعیین ظرافت الیاف از روی جرم طولی	۲	
۴	تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی	۱	
۵	تعیین الیاف موجود در پارچه و تعیین نسبت آن	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی،ایمنی،بهداشت،توجهات‌زیست‌محیطی و نگرش: ۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳ تمیزکردن دستگاه و محیط کار ۴ رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.