بسم الله الرحمن الرحیم

فیزیک نساجی و آزمایشگاه

رشتهٔ صنایع نساجی

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی وحرفه‌ای

شمارهٔ درس ۲۴۶۵

طاهری اطاقسرا، میررضا
فیزیک نساجی و آزمایشگاه/ مؤلف : میررضا طاهری‌اطاقسرا . ــ تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.
۱۲۶ ص. : مصور. ــ (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۲۴۶۵)
برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
۱. فیزیک ــ آزمایشگاه‌ها. ۲. فیزیک نساجی. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۹۵

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب بـه نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف‌کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) tvoccd@roshd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.medu.ir

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **فیزیک نساجی و آزمایشگاه ـ ۴۹۵**

مؤلف : **میررضا طاهری‌اطاقسرا**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ ـ ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ،کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ : **لیدا نیک روش**

طراح جلد : **طاهره حسن‌زاده**

صفحه‌آرا : **شهرزاد قنبری**

رسامی و اسکن : **فاطمه رئیسیان فیروزآباد**

حروفچین : **زهرا ایمانی نصر**

مصحح : **لیلا نوری ، وجیهه برادران‌سادات**

امور آماده‌سازی خبر : **سپیده ملک‌ایزدی**

امور فنی رایانه‌ای : **حمید ثابت کلاچاهی ، مریم دهقان‌زاده**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)**

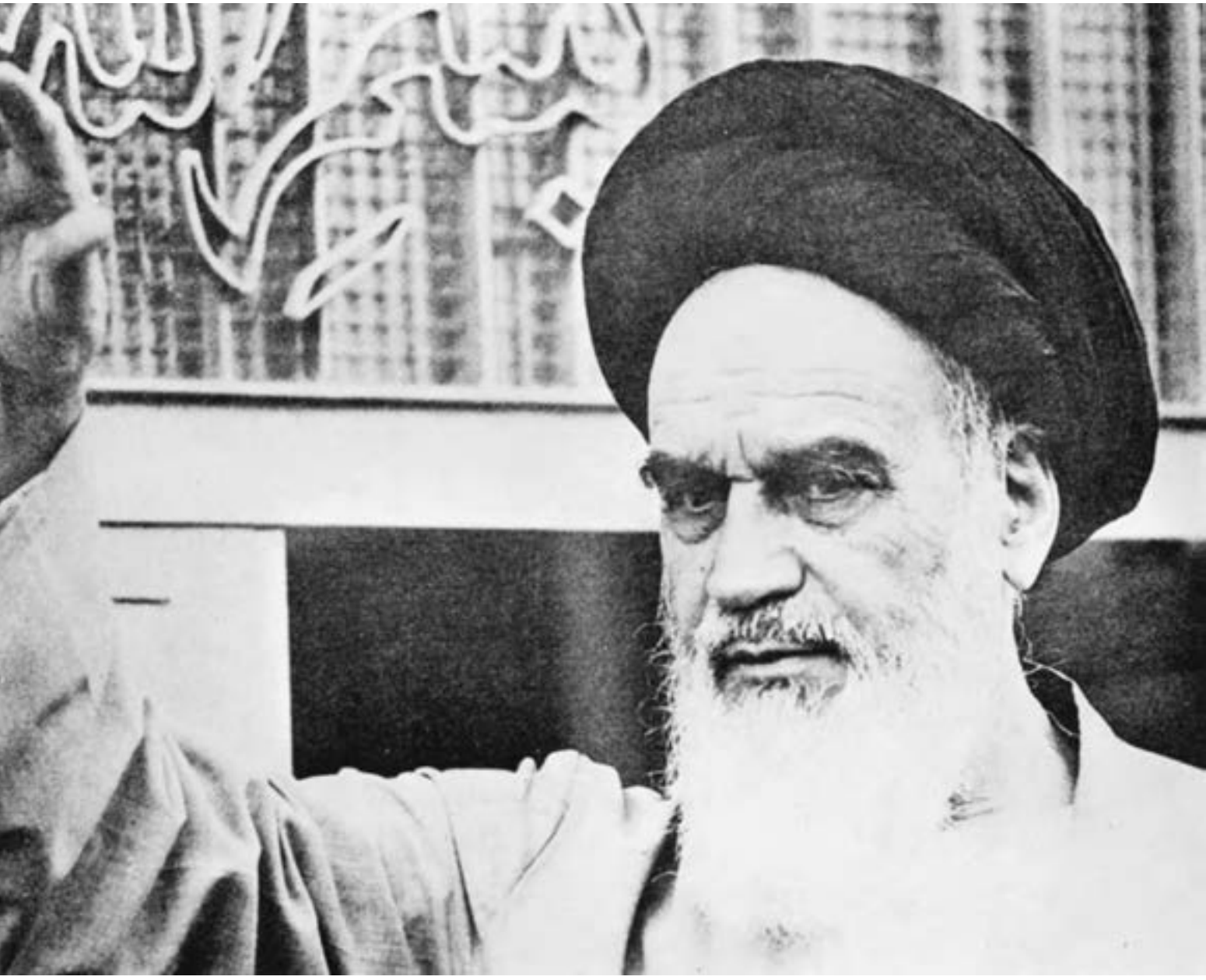
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **مهدیه**

سال انتشار : **۱۳۹۵**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۷-۲۰۷۲-۰۵-۹۶۴- ۹۷۸ ISBN 978-964-05-2072-7



اساس همهٔ شکست‌ها و پیروزی‌ها از خود آدم شروع می‌شود. انسان اساس پیروزی است و اساس شکست است. باور انسان اساس تمام امور است.

امام خمینی (ره)

فهرست

بخش اوّل : فیزیک نساجی

فصل اوّل : اندازه‌گیری و آمار ۲
۱ـ۱ـ اندازه‌گیری ۳
۱ـ۱ـ۱ـ دستگاه واحدها ۳
۱ـ۱ـ۲ـ تبدیل واحدها در دستگاه‌های SI و U.S ۶
۱ـ۲ـ آمار ۷
۱ـ۲ـ۱ـ بعضی تعاریف در آمار ۸
۱ـ۲ـ۲ـ داده‌های آماری ۸
۱ـ۲ـ۳ـ آمار توصیفی و آمار استنباطی ۹
۱ـ۲ـ۴ـ شاخص‌های آماری ۹

فصل دوم : طول الیاف ۱۶
۲ـ۱ـ مفهوم و تنوع طول الیاف ۱۷
۲ـ۲ـ نمودار طول الیاف ۱۸
۲ـ۳ـ تعیین طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین پنبه ۱۸
۲ـ۴ـ اثرات طول الیاف ۲۰
۲ـ۴ـ۱ـ اثر طول الیاف بر حد ریسندگی ۲۰
۲ـ۴ـ۲ـ اثر طول الیاف بر مقاومت نخ ۲۰
۲ـ۴ـ۳ـ اثر طول الیاف بر یکنواختی نخ ۲۰
۲ـ۴ـ۴ـ اثر طول الیاف بر پرز نخ ۲۱
۲ـ۴ـ۵ـ اثر طول الیاف بر زیر دست کالای تولیدی ۲۱
۲ـ۴ـ۶ـ اثر طول الیاف بر بهره‌وری تولید ۲۱

فصل سوم : جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف ۲۲
۳ـ۱ـ جرم مخصوص الیاف ۲۳
۳ـ۲ـ سطح مخصوص الیاف ۲۴
۳ـ۳ـ اندازه‌گیری جرم، حجم و جرم مخصوص الیاف ۲۵
۳ـ۳ـ۱ـ اندازه‌گیری جرم الیاف ۲۵
۳ـ۳ـ۲ـ اندازه‌گیری حجم الیاف ۲۵
۳ـ۳ـ۳ـ اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف ۲۵
۳ـ۴ـ نکات قابل توجه پیرامون جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف ۲۷

فصل چهارم : ظرافت الیاف ۲۸
۴ـ۱ـ تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع الیاف ۲۹
۴ـ۲ـ تعیین ظرافت الیاف از روی جرم طولی الیاف ۳۱
۴ـ۳ـ تعیین ظرافت الیاف به روش جریان هوا ۳۴
۴ـ۴ـ تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی ۳۵
۴ـ۵ـ اثرات ظرافت الیاف ۳۷

فصل پنجم : تجعد الیاف ۳۹
۵ـ۱ـ اهمیت تجعد در الیاف ۴۰
۵ـ۲ـ مقدار تجعد در الیاف ۴۰
۵ـ۳ـ شکل و پایداری تجعد در الیاف ۴۱

فصل ششم : خواص نوری الیاف ۴۳
۶ـ۱ـ اهمیت خواص نوری الیاف ۴۴
۶ـ۲ـ رفتار الیاف در مقابل نور ۴۴
۶ـ۳ـ جلا و ظاهر الیاف ۴۵
۶ـ۴ـ مطالعه ساختمان لیف از روی رفتار آنها در مقابل نور ۴۵

فصل هفتم : رطوبت و جذب رطوبت الیاف ۴۷
۷ـ۱ـ اهمیت رطوبت و جذب رطوبت الیاف ۴۸
۷ـ۲ـ رطوبت محیط ۴۸
۷ـ۳ـ تعادل در جذب و دفع رطوبت ۵۰
۷ـ۴ـ جذب رطوبت الیاف ۵۰
۷ـ۵ـ اضافه وزن مجاز رطوبت محموله‌های نساجی ۵۱
۷ـ۶ـ اندازه‌گیری رطوبت بازیافته ۵۱
۷ـ۶ـ۱ـ روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته ۵۲
۷ـ۶ـ۲ـ روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته ۵۳
۷ـ۷ـ تأثیر رطوبت نسبی محیط بر رطوبت بازیافته الیاف ۵۴
۷ـ۸ـ مقایسه رطوبت بازیافته الیاف مختلف ۵۵
۷ـ۹ـ اثرات جذب رطوبت الیاف ۵۶
۷ـ۹ـ۱ـ حرارت جذب ۵۶
۷ـ۹ـ۲ـ تورم ۵۷

فصل هشتم : خواص کششی الیاف ۶۱
۸ـ۱ـ اهمیت خواص کششی الیاف ۶۲
۸ـ۲ـ منحنی‌های بار ـ افزایش طول و تنش ـ کرنش ۶۲
۸ـ۲ـ۱ـ برخی تعاریف در کشش الیاف ۶۴
۸ـ۳ـ روش‌های مختلف بارگذاری ۶۶
۸ـ۴ـ اثرات زمان در کشش الیاف ۶۷
۸ـ۵ـ نتایج آزمایش کشش بر روی الیاف ۶۷
۸ـ۶ـ اثرات رطوبت و حرارت بر رفتار کششی الیاف ۶۹
۸ـ۷ـ اثرات نور بر خواص کششی الیاف ۷۰

فصل نهم : خواص فیزیکی و مکانیکی نخ ۷۳
۹ـ۱ـ اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی نخ ۷۴
۹ـ۲ـ خواص کششی نخ ۷۴
۹ـ۳ـ خواص سایشی نخ ۷۴

فصل دهم : خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها ۷۶
۱۰ـ۱ـ اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها ۷۷
۱۰ـ۲ـ نفوذپذیری پارچه در مقابل هوا ۷۷
۱۰ـ۳ـ نفوذپذیری پارچه در مقابل آب ۷۸
۱۰ـ۴ـ ضخامت پارچه ۸۰
۱۰ـ۵ـ مقاومت سایشی پارچه ۸۰
۱۰ـ۶ـ مقاومت کششی پارچه ۸۱
۱۰ـ۷ـ مقاومت خمشی پارچه ۸۱
۱۰ـ۸ـ مقاومت پارچه در مقابل چروک‌پذیری ۸۲

بخش دوم : آزمایشگاه فیزیک نساجی

۱ـ نکات مهم و توصیه‌های ایمنی در آزمایشگاه ۸۵
۲ـ نمونه‌گیری ۸۷
۳ـ تعیین نمودار طول الیاف پنبه ۸۹
۴ـ تعیین طول الیاف به‌صورت مجزا (تک‌تک) ۹۱
۵ـ تعیین ظرافت الیاف پنبه به روش جریان هوا ۹۳
۶ـ تعیین ظرافت الیاف پشم به روش میکروسکوپی ۹۵
۷ـ تعیین ظرافت الیاف مصنوعی به روش میکروسکوپی ۹۷
۸ـ تعیین تجعد الیاف ۹۹
۹ـ تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی ۱۰۱
۱۰ـ تعیین جذب رطوبت الیاف به روش خشک کردن ۱۰۳
۱۱ـ تعیین مقاومت الیاف به روش تک‌لیف ۱۰۵
۱۲ـ تعیین خواص کششی الیاف (به‌وسیله دستگاه اینسترون) ۱۰۷
۱۳ـ تعیین خواص کششی نخ ۱۱۰
۱۴ـ تعیین مقاومت نخ به روش «نرخ ثابت بارگذاری» (CRL) ۱۱۲
۱۵ـ تعیین مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب ۱۱۴
۱۶ـ تعیین ضخامت پارچه ۱۱۶
۱۷ـ تعیین مقاومت سایشی پارچه ۱۱۸
۱۸ـ تعیین خواص کششی پارچه ۱۲۰
۱۹ـ تعیین مقاومت خمشی پارچه ۱۲۲
۲۰ـ تعیین مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن ۱۲۴

بخش اول

فیزیک نساجی

فصل ۱

اندازه‌گیری و آمار

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱ـ اندازه‌گیری را تعریف کند.

۲ـ دستگاه واحدها را تعریف کند.

۳ـ واحدهای اصلی در دستگاه بین‌المللی واحدها را بیان کند.

۴ـ واحدهای اصلی در دستگاه واحدهای آمریکایی را بیان کند.

۵ـ تبدیل واحدهای دستگاه واحدهای بین‌المللی و دستگاه واحدهای آمریکایی را انجام دهد.

۶ـ آمار را تعریف کرده و هدف‌های استفاده از آمار را توضیح دهد.

۷ـ جامعه آماری، نمونه آماری و عملیات آماری را تعریف کند.

۸ـ داده آماری را تعریف کرده و روش‌های به‌دست آوردن داده آماری را توضیح دهد.

۹ـ انواع آمار (آمار توصیفی و آمار استنباطی) را توضیح دهد.

۱۰ـ انواع شاخص‌های آماری را نام برده و توضیح دهد.

۱۱ـ شاخص‌های آماری را از روی داده‌های آماری توضیح دهد.

اندازه‌گیری و آمار

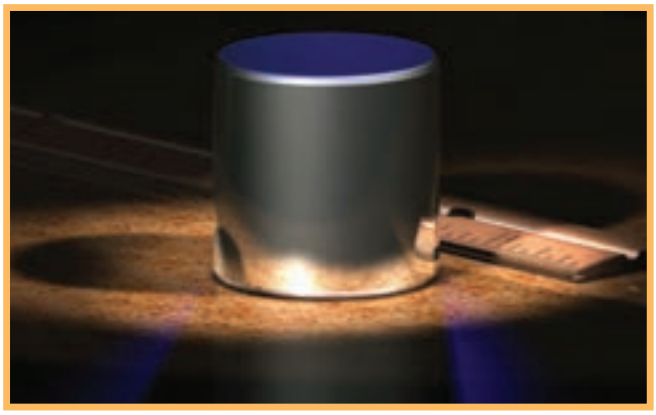
۱ــ۱ــ اندازه‌گیری

اندازه‌گیری عبارت است از تعیین مقدار، میزان یا ابعاد یک کمیت بر اساس یک واحد معین یا استاندارد. پدیده‌ها، ابعاد و کمیت‌های مختلفی وجود دارند که قابل اندازه‌گیری بوده و در زندگی روزمره با بعضی از آنها سر وکار داریم و با برخی از آنها در دروس دوره‌های دبستان، راهنمایی تحصیلی و متوسطه آشنا شده‌ایم. بعضی از مقادیر و اندازه‌گیری‌ها وجود دارند که در زمینه تخصصی ویژه‌ای کاربرد داشته و از آنها در علوم فنی و مهندسی، صنعتی، نجوم و ... استفاده می‌شود.

از کمیت‌های قابل اندازه‌گیری می‌توان به طول، جرم، وزن، زمان، مساحت، حجم و جرم حجمی اشاره کرد. کمیت‌های طول، جرم و زمان کمیت‌های اصلی بوده و دارای واحدی مستقل هستند و بیشتر کمیت‌ها، مثل کمیت‌های مساحت، سرعت، شتاب، وزن، جرم حجمی کمیت‌های فرعی می‌باشند که واحد آنها براساس ترکیبی از واحدهای مستقل یا واحدهای وابسته دیگر بیان می‌شود.

۱ــ۱ــ۱ــ دستگاه واحدها : دستگاه واحدها مجموعه‌ای است که در آن واحدهای فیزیکی تعریف شده و چگونگی اندازه‌گیری کمیت‌ها و رابطه بین واحدها در آن مشخص می‌باشد. در کمیت‌های فیزیکی ۳ مفهوم بنیادی طول، جرم و زمان وجود دارند و این مفاهیم، واحدهای طول، جرم و زمان که از واحدهای اصلی اندازه‌گیری می‌باشند را به همراه دارند.

۱ــ دستگاه بین‌المللی واحدها (SI) : یکی از دستگاه‌های مهم واحدها، دستگاه بین‌المللی واحدها (SI) می‌باشد که کاربرد جهانی دارد. در دستگاه بین‌المللی واحدها، واحد طول به متر (m)، واحد جرم به کیلوگرم (kg) و واحد زمان به ثانیه (s) بیان می‌شود. واحدهای متر، کیلوگرم و ثانیه توسط دانشمندان، مهندسان و کاربران تعریف شده و اکنون برای همه کسانی که از آنها استفاده می‌کنند معین است. مثلاً واحد ثانیه که ابتدا $\frac{۱}{۸۶/۴۰۰}$ زمان متوسط یک روز شمسی (۲۴ ساعت) تعریف شده بود، اکنون به‌عنوان زمان لازم برای تعداد ۹/۱۹۲/۶۳۱/۷۷۰ سیکل تشعشع مطابق با گذار بین دو سطح حالت اصلی اتم عنصر سزیم ۱۳۳ تعریف می‌شود؛ متر، که ابتدا اندازه $\frac{۱}{۱۰/۰۰۰/۰۰۰}$ فاصله خط استوا تا یکی از قطب‌های کره زمین تعریف شده بود، اکنون ۱۶۵۰۷۶۳/۷۳ برابر طول موج نور نارنجی ــ قرمز متناظر با گذار معینی در اتم عنصر کریپتون ۸۶ تعریف می‌شود؛ و کیلوگرم که تقریباً برابر جرم ۰/۰۰۱ مترمکعب آب است، جرم وزنه استانداردی از جنس پلاتین و ایریدیوم است (شکل ۱ــ۱) که در اداره بین‌المللی اوزان و اندازه‌گیری‌ها در نزدیکی شهر پاریس در فرانسه نگهداری می‌شود.



شکل ۱ــ۱ــ وزنه استاندارد کیلوگرم، جرم این وزنه یک کیلوگرم است.

سه واحد اصلی متر، کیلوگرم و ثانیه، واحدهایی هستند که مستقل از مکان هستند، از این‌رو به آنها واحدهای مطلق گفته می‌شود. یعنی مفاهیم متر، کیلوگرم و ثانیه را در هر نقطه یا مکانی روی زمین یا دیگر سیارات می‌توان به‌کار برد، چون مفاهیم آنها مستقل از مکان می‌باشد.

در محاسبات مهندسی و عملیات کاربردی ممکن است از مقادیر بسیار بزرگ یا بسیار کوچک واحدهای اندازه‌گیری استفاده شود. مثلاً در کاربردها و محاسبات ممکن است با فاصله‌های سیارات، وزن یا جرم کرات آسمانی یا زمان‌های بسیار طولانی مثل عمر ستاره‌ها یا زمان‌های بسیار کوتاه مثل پریود نوسان اتم‌ها مواجه شویم. در این مواقع از اضعاف (ضرایب ۱۰) یا اجزای (ضرایب ۰/۱) واحدها استفاده می‌شود. اضعاف و اجزای واحدهای طول و جرم که معمولاً در مهندسی به‌کار می‌روند به‌ترتیب عبارتند از؛ کیلومتر (km) و میلی‌متر (mm)؛ مگاگرم (Mg) (به تن متریک نیز معروف است) و گرم (g). همچنین اضعاف واحد زمان عبارتند از دقیقه (min) و ساعت (hr). پیشوندها، نماها و ضرایب اضعاف و اجزای واحدهای SI در جدول ۱ــ۱ درج شده‌اند.

جدول ۱ــ۱ــ پیشوندها، نماها و ضرایب اضعاف و اجزای واحدهای SI

پیشوند †	نماد	ضرایب
ترا	T	$۱۰^{۱۲}=۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰$
گیگا	G	$۱۰^{۹}=۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰$
مگا	M	$۱۰^{۶}=۱۰۰۰۰۰۰$
کیلو	k	$۱۰^{۳}=۱۰۰۰$
هکتو‡	h	$۱۰^{۲}=۱۰۰$
دکا ‡	da	$۱۰^{۱}=۱۰$
دسی ‡	d	$۱۰^{-۱}=۰/۱$
سانتی ‡	c	$۱۰^{-۲}=۰/۰۱$
میلی	m	$۱۰^{-۳}=۰/۰۰۱$
میکرو	μ	$۱۰^{-۶}=۰/۰۰۰۰۰۱$
نانو	n	$۱۰^{-۹}=۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱$
پیکو	p	$۱۰^{-۱۲}=۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱$
فمتو	f	$۱۰^{-۱۵}=۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱$
اتو	a	$۱۰^{-۱۸}=۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱$

† برای تأکید روی پیشوند، سیلاب اول با تکیه تلفظ می‌شود. مثلاً، برای تلفظ کیلومتر، سیلاب اول با تکیه تلفظ می‌شود نه سیلاب دوم.
‡ این پیشوندها را نباید به‌کار برد، مگر در اندازه‌گیری مساحت و حجم و هنگام استفاده غیرفنی از سانتی‌متر، مثلاً برای اندازه‌گیری‌ها در لباس.

با استفاده از اضعاف و اجزای یک واحد، نوشتن اعداد خیلی بزرگ یا خیلی کوچک لازم نیست. مثلاً می‌توان به‌جای ۲۳۷۴۰۰ متر، نوشت ۲۳۷/۴ کیلومتر یا به جای ۰/۰۰۳۲۶ متر، می‌توان نوشت ۳/۲۶ میلی‌متر.

واحدهای مساحت و حجم که از واحدهای فرعی دستگاه SI می‌باشند، کاربرد فراوانی در محاسبات نساجی دارند. واحد مساحت مترمربع (m^2) است، و آن عبارت است از مساحت مربعی به ضلع ۱ متر. واحد حجم در دستگاه SI مترمکعب (m^3) است، و آن عبارت است از حجم مکعب مربعی به ضلع ۱ متر.

از آنجا که در محاسبات مربوط به نساجی و فیزیک نساجی از واحدهای طول، مساحت و حجم بسیار استفاده می‌شود، و برای اجتناب از مقادیر عددی خیلی بزرگ و یا خیلی کوچک در محاسبات مساحت و حجم از دستگاه زیر واحدی استفاده می‌شود. در

دستگاه زیر واحدی، میلی‌متر (mm)، دسی‌متر (dm) و سانتی‌متر (cm) که از اجزای متر (m) هستند به نمای ۲ یا ۳ می‌رسند. چون طبق تعریف رابطه بین متر (m) و اجزای متر به‌صورت زیر است :

$$۱\ dm = ۰/۱\ m = ۱۰^{-۱}\ m$$

$$۱\ cm = ۰/۰۱\ m = ۱۰^{-۲}\ m$$

$$۱\ mm = ۰/۰۰۱\ m = ۱۰^{-۳}\ m$$

حال با توجه به روابط بین متر و اجزای متر (روابط بالا) اجزای واحد مساحت که دسی‌متر مربع ($dm^۲$)، سانتی‌متر مربع ($cm^۲$) و میلی‌متر مربع ($mm^۲$) هستند را می‌توان به صورت زیر نوشت :

$$۱\ dm^۲ = (۱\ dm)^۲ = (۱۰^{-۱} m)^۲ = ۱۰^{-۲}\ m^۲$$

$$۱\ cm^۲ = (۱\ cm)^۲ = (۱۰^{-۲} m)^۲ = ۱۰^{-۴}\ m^۲$$

$$۱\ mm^۲ = (۱\ mm)^۲ = (۱۰^{-۳} m)^۲ = ۱۰^{-۶}\ m^۲$$

همینطور، اجزای واحد حجم که دسی‌متر مکعب ($dm^۳$)، سانتی‌متر مکعب ($cm^۳$) و میلی‌متر مکعب ($mm^۳$) هستند را می‌توان به‌صورت زیر نوشت :

$$۱\ dm^۳ = (۱\ dm)^۳ = (۱۰^{-۱} m)^۳ = ۱۰^{-۳}\ m^۳$$

$$۱\ cm^۳ = (۱\ cm)^۳ = (۱۰^{-۲} m)^۳ = ۱۰^{-۶}\ m^۳$$

$$۱\ mm^۳ = (۱\ mm)^۳ = (۱۰^{-۳} m)^۳ = ۱۰^{-۹}\ m^۳$$

لازم به توضیح است که در اندازه‌گیری حجم مایعات و در موارد کاربردی، معمولاً یک دسی‌متر مکعب ($dm^۳$) را لیتر (L) و یک سانتی‌متر مکعب ($cm^۳$) را سی‌سی (cc) می‌گویند.

بعضی از واحدهای فرعی دستگاه بین‌المللی SI در جدول ۱ــ۲ درج شده‌اند.

جدول ۱ــ۲ــ واحدهای فرعی دستگاه SI

کمیت	واحد	نماد	رابطه
شتاب	متر بر مجذور ثانیه	a	$m/s^۲$
زاویه	رادیان	rad	†
شتاب زاویه‌ای	رادیان بر مجذور ثانیه	α	$rad/s^۲$
سرعت زاویه‌ای	رادیان بر ثانیه	ω	rad/s
مساحت	مترمربع	A	$m^۲$
چگالی	کیلوگرم بر مترمکعب	ρ	$kg/m^۳$
انرژی	ژول	J	N.m
نیرو	نیوتن	N	$kg.m/s^۲$
فرکانس	هرتز	Hz	$s^{-۱}$
ضربه	نیوتن ـ ثانیه	...	kg.m/s
طول	متر	m	‡
جرم	کیلوگرم	kg	‡
لنگر نیرو	نیوتن ـ متر	...	N.m
قدرت (توان)	وات	W	J/s
فشار	پاسکال	Pa	$N/m^۲$
تنش	پاسکال	Pa	$N/m^۲$
زمان	ثانیه	s	‡
سرعت	متر بر ثانیه	v	m/s
حجم :			
جامدات	مترمکعب	V	$m^۳$
مایعات	لیتر	L	$۱۰^{-۳} m^۳$
کار	ژول	J	N.m

† واحد تکمیلی ($۳۶۰ = ۲\pi rd$ = یک دوران)
‡ واحد اصلی

۲ــ دستگاه واحدهای آمریکایی (U.S.) : امروزه بیشتر مهندسان آمریکایی از دستگاه واحدهایی استفاده می‌کنند که کمیت‌های اصلی آن طول، نیرو و زمان است. واحدهای این کمیت‌های اصلی به ترتیب فوت (ft) برای طول، پوند (lb) برای وزن و ثانیه (s) برای زمان است. یعنی واحد مشترک دستگاه SI و U.S واحد زمان یعنی ثانیه (s) است. در دستگاه U.S فوت برابر ۰/۳۰۴۸m، پوند برابر وزن وزنه‌ای استاندارد از جنس پلاتین به جرم ۰/۴۵۳۵۹۲۴۳kg (تقریباً معادل ۴۵۳/۶ g) است که این وزنه در انستیتوی بین‌المللی استانداردها و فناوری در شهر واشنگتن آمریکا نگهداری می‌شود. چون وزن اجسام به شتاب ثقل زمین بستگی دارد و شتاب ثقل نیز بسته به مکان تغییر می‌کند، لذا یک پوند، وزن وزنه استاندارد در سطح دریا و عرض جغرافیایی 45° می‌باشد. گفتنی است که واحد جرم در دستگاه U.S، اسلاگ (slug) است.

از آنجا که یکی از کمیت‌های اصلی دستگاه U.S نیرو (وزن وزنه استاندارد) است و وزن وزنه استاندارد نیز به میزان گرانش یا نیروی جاذبه زمین بستگی دارد، و چون نیروی جاذبه زمین در نقاط مختلف متفاوت است، لذا دستگاه U.S. برخلاف دستگاه بین‌المللی SI، یک دستگاه مطلق نمی‌باشد، چون واحد نیرو یا همان وزن وزنه استاندارد در دستگاه U.S بسته به مکانی که قرار دارد متغیر می‌باشد.

دیگر واحدهای دستگاه U.S. که در مسایل مهندسی به‌کار می‌روند، عبارتند از مایل (mi) که برابر ۵۲۸۰ ft؛ یارد (yd) برابر ۳ft؛ اینچ (in) برابر $\frac{۱}{۱۲}$ ft؛ کیلوپوند (kip) برابر ۱۰۰۰ lb است.

۱ــ۱ــ۲ــ تبدیل واحدها در دستگاه‌های SI و U.S : در بعضی محاسبات فنی و مهندسی لازم است که واحدهای دستگاه‌های SI و U.S به یکدیگر تبدیل شوند. تبدیل واحدهای طول، نیرو و جرم دو دستگاه SI و U.S به‌صورت زیر می‌باشد :

۱ــ واحدهای طول :

۱ ft = ۰/۳۰۴۸ m　　۱ in = ۲/۵۴ cm

۱ mi = ۵۲۸۰ ft　　۱ in = ۲۵/۴ mm

۱mi = ۱۶۰۹ m

۱ mi = ۱/۶۰۹ km

۱ yd = ۰/۹۱۴۴ m

۱ yd = ۳ ft

۱ ft = ۱۲ in

۱ yd = ۳۶ in

۲ــ واحدهای نیرو : یادآوری می‌گردد که واحد نیرو در دستگاه U.S. وزن وزنه استانداردی به جرم ۴۵۳/۶ گرم در سطح دریا و در عرض جغرافیایی 45° است.

۱ lb=۴/۴۴۸ N

۳ــ واحدهای جرم : واحد جرم در دستگاه U.S. اسلاگ (slug) و یک واحد فرعی است و برابری آن با جرم در دستگاه SI به‌صورت زیر است :

۱ slug = ۱۴/۵۹ kg

ولی برای تبدیل جرم در دستگاه U.S. به جرم دستگاه SI، طبق تعریف از یک پوند جرم استفاده می‌شود. بر این اساس برای این تبدیل از روابط زیر استفاده می‌شود :

۱ lb = ۰/۴۵۳۶ kg

۱ lb = ۴۵۳/۶ g

۱ــ۱ــ۳ــ خلاصه تبدیلات واحدها در دستگاه‌های مختلف مورد استفاده در نساجی :

۱ــ تبدیلات طول :

۱ yd = ۳ ft

۱ yd = ۳۶ in

۱ ft = ۱۲ in

۱ mi = ۵۲۸۰ ft

۱ mi = ۱۷۶۰ yd

۱ yd = ۰.۹۱۴۴ m

۱ m = ۱۰۰ cm

۱ m = ۱۰۰۰ mm

۱ m = ۱۰ dm

۱ cm = ۱۰ mm

۱ dm = ۱۰۰ mm

۱ dm = ۱۰ cm

۱ in = ۲/۵۴ cm

۱ in = ۲۵/۴ mm

۱ ft = ۳۰/۴۸ cm

۱ yd = ۹۱/۴۴ cm

۱ mi = ۱۶۰۹ m

۲ــ تبدیلات وزن :

۱ kg = ۱۰۰۰ g

۱ lb = ۱۶ oz (اونس)

۱ lb = ۷۰۰۰ gr (گرین)

۱ lb = ۴۵۳/۶ g

۱ــ۲ــ آمار

در آمار با اعداد حاصل از شمارش یا اعداد حاصل از اندازه‌گیری یا اعداد بیان شده به‌وسیله احساس افراد سروکار داریم. درعلم آمار، ابتدا اعداد و ارقام جمع‌آوری می‌شوند که به آنها اطلاعات آماری یا داده‌های آماری می‌گویند، سپس اطلاعات حاصل خلاصه‌سازی و تنظیم می‌شوند، آنگاه پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات تنظیم شده و تفسیر آنها، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل برای مجموعه‌ای که اطلاعات از آن دریافت شده است تعمیم داده می‌شود. بر این اساس، در تعریف آمار می‌توانیم بگوییم «به علم جمع‌آوری و استفاده از اعداد حاصل از شمارش تعداد، اندازه‌گیری کمیت‌ها و بیان احساس، آمار می‌گویند.» در کاربرد علم آمار می‌توان ۴ مرحله مشخص زیر را در نظر گرفت :

۱ــ جمع‌آوری اطلاعات

۲ــ خلاصه‌سازی و تنظیم اطلاعات

۳ــ تجزیه و تحلیل اطلاعات و تفسیر نتایج حاصل

۴ــ تعمیم نتایج حاصل

هدف استفاده از آمار و روش‌های آماری می‌تواند بررسی خواص و ویژگی‌های معین عناصر یک مجموعه، یا تجزیه و تحلیل اعداد حاصل از شمارش یا اندازه‌گیری در یک جامعه معین باشد. مجموعه عناصر مورد نظر می‌تواند مثلاً جمعیت یک کشور باشد که در این‌صورت می‌توان سن افراد، وزن افراد، شغل و درآمد افراد ... به‌عنوان اطلاعات یا داده‌های آماری در نظر گرفته شود، یا مثلاً می‌توان یک بوبین نخ را در نظر گرفت که برای تعیین مقاومت نخ این بوبین، نمونه‌هایی از آن برای اندازه‌گیری مقاومت در نظر گرفته می‌شود، در این صورت اعداد حاصل از اندازه‌گیری که نشان‌دهنده مقاومت نمونه‌های اندازه‌گیری شده است، به‌عنوان اطلاعات یا داده‌های آماری در نظر گرفته می‌شوند.

۱ــ۲ــ۱ــ بعضی تعاریف در آمار

۱ــ جامعه آماری: یکی از مفاهیم اساسی در علم آمار، جامعه آماری است. جامعه آماری یک مجموعه معین از عناصر می‌باشد که اطلاعات آماری از این جامعه به‌دست می‌آید. مثلاً برای تعیین تاب نخ یک ماشین رینگ، نخ‌های در حال تولید بر روی همه واحدهای (دوک‌های) این ماشین رینگ به‌عنوان جامعه آماری شناخته می‌شود. همچنین همه پارچه‌های معین خریداری شده از کارخانه بافندگی، برای یک کارخانه تولید لباس کار، یک جامعه آماری برای کارخانه تولید لباس کار در نظر گرفته می‌شود.

۲ــ نمونه آماری : نمونه آماری مجموعه کوچکی از جامعه آماری است که برای اندازه‌گیری یا تعیین یک کمیت در نظر گرفته می‌شود. در بررسی یک جامعه آماری به ندرت از همه شماری یا سرشماری استفاده می‌شود، لذا برای تعیین یک کمیت در یک جامعه آماری معین، بخش کوچکی از جامعه آماری را به‌عنوان نمونه آماری در نظر گرفته و آزمایشات، اندازه‌گیری‌ها و تعیین کمیت را بر روی نمونه آماری انجام می‌دهد. مثلاً، برای تعیین طول الیاف خریداری شده برای یک کارخانه ریسندگی، ابتدا از الیاف خریداری شده نمونه‌برداری می‌شود، سپس طول الیاف از روی نمونه برداشت شده تعیین و اعلام می‌شود.

۳ــ عملیات آماری : به کلیه عملیات تعریف شده با روش معین، مثل مرتب کردن، دسته‌بندی کردن و محاسبات ریاضی که با هدف خاصی بر روی اعداد حاصل از اندازه‌گیری یا سنجش یک کمیت از یک نمونه آماری انجام می‌شود، عملیات آماری گفته می‌شود.

۱ــ۲ــ۲ــ داده‌های آماری : چنانکه در تعریف آمار اشاره شده است، در علم آمار با اعداد سر و کار داریم. اعداد و ارقام خامی که از یک جامعه آماری یا نمونه آماری مورد نظر بدست می‌آید را داده‌های آماری یا اطلاعات آماری می‌نامند. داده‌های آماری معمولاً به‌صورت یک دسته یا مجموعه اعداد هستند که به روش‌های مختلفی از نمونه آماری یا جامعه آماری به‌دست می‌آیند. بسته به نوع کمیت مورد نظر، داده‌های آماری می‌توانند به سه روش به دست آیند. این سه روش عبارت‌اند :

الف) شمارش : در تعیین داده‌های آماری اگر با مقادیر گسسته و جدا از هم سر و کار داشته باشیم در این صورت داده‌های آماری با شمارش یا شمردن تعداد حاصل می‌شود. مثلاً تعداد هنرجویان هنرستان با شمردن به‌دست می‌آید و با اعدادی مثل ۲۵ نفر، ۲۷ نفر، ۳۲ نفر و ... بیان می‌شود، و اعلام تعداد دانش‌آموزان با اعداد ۲۵/۳ (بیست و پنج و سه دهم) نفر، یا ۳۰/۷ (سی و هفت دهم) نفر صحیح نمی‌باشد، چون تعداد هنرجویان یا کلاً تعداد افراد با عدد صحیح بیان می‌شود، به‌خاطر اینکه **تعداد** یک کمیت گسسته است نه پیوسته.

ب) اندازه‌گیری : تعیین مقدار کمیت‌های پیوسته مثل طول، جرم، نیرو و مقاومت اندازه‌گیری نامیده می‌شود. چنانکه در بخش اندازه‌گیری اشاره شده است، برای اندازه‌گیری یک کمیت پیوسته از استاندارد اندازه‌گیری آن کمیت استفاده می‌شود. در اندازه‌گیری، برخلاف شمارش می‌توانیم از اعداد غیرصحیح (کسری و اعشاری) نیز استفاده کنیم، یعنی در بیان مقادیر اندازه‌گیری شده می‌توان هم

از اعداد صحیح و هم از اعداد اعشاری و کسری استفاده کرد. مثلاً، مقاومت و نمره نخ را می‌توان با اعداد اعشاری و صحیح بیان کرد. چون کمیت‌های مقاومت و نمره نخ و واحدهای آنها وابسته به نیرو و جرم هستند و چون کمیت‌های نیرو و جرم خود کمیت‌های پیوسته هستند، لذا، مقاومت و نمره نخ نیز کمیت‌های پیوسته و واحدهای آنها نیز پیوسته هستند.

ج) حسی : در تعیین مقدار یا میزان بعضی از کمیت‌ها نمی‌توان از شمارش یا اندازه‌گیری به‌وسیله یک استاندارد معین استفاده کرد. کمیت‌هایی مانند زیبایی یا زشتی، دوست داشتن یا تنفر، شادی یا غم را نه می‌توان شمرد و نه می‌توان با یک ابزار استاندارد اندازه‌گیری کرد، بلکه میزان این کمیت‌ها به‌صورت حسی (احساسی) درک و بیان می‌شوند. برای تعیین بزرگی یا کوچکی، شدت یا ضعف این‌گونه کمیت‌ها از مقایسه حسی عناصر یا اجزای نمونه یا مجموعه استفاده می‌شود و نتایج مقایسه این کمیت‌ها را به‌صورت اعدادی که نشان دهند رتبه‌بندی آنها می‌باشد بیان می‌کنند.

در نساجی نیز کمیت‌هایی مثل زیردست پارچه یا راحتی پوشاک و البسه کمیت‌هایی هستند که به روش شمارش یا اندازه‌گیری با یک استاندارد نمی‌توان شدت و ضعف آنها را بیان کرد[1]. بلکه، این کمیت‌ها به‌صورت حسی به وسیله افراد درک یا احساس می‌شوند، سپس بر اساس احساس و درک افراد، مواد مورد سنجش (پارچه یا لباس) با نسبت دادن اعدادی رتبه‌بندی می‌شوند. بنابراین، اعداد نسبت داده شده به عناصر مورد سنجش یا رتبه آنها به عنوان داده‌های آماری در عملیات آماری مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

۱ــ۲ــ۳ــ آمار توصیفی و آمار استنباطی : نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های آماری که از یک نمونه آماری به‌دست می‌آید، می‌تواند بدون در نظر گرفتن جامعه آماری فقط برای عناصر موجود در نمونه مورد استفاده قرار گیرد، یا اینکه نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل را به جامعه آماری که نمونه از آن برداشت شده تعمیم دهیم. براین اساس، آمار به دو رشته آمار توصیفی و آمار استنباطی یا استقرایی تقسیم می‌شود.

۱ــ آمار توصیفی : در آمار توصیفی نتایج حاصل از روش‌های آماری استفاده شده برای اطلاعات آماری به‌دست آمده از یک نمونه آماری فقط برای تجزیه و تحلیل عناصر موجود در همان نمونه استفاده می‌شود.

۲ــ آمار استنباطی : در آمار استنباطی نتایج حاصل از روش‌های آماری استفاده شده برای اطلاعات آماری به‌دست آمده از یک نمونه آماری، برای تجزیه و تحلیل عناصر یک مجموعه بزرگ‌تر از نمونه در نظر گرفته شده، مثلاً برای جامعه آماری که نمونه از آن گرفته شده است مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱ــ۲ــ۴ــ شاخص‌های آماری :داده‌های آماری ویژگی‌های مختلفی دارند، و برای بیان و نشان دادن این ویژگی‌ها، مقدار این ویژگی‌ها تعیین یا محاسبه شده و با اعداد بیان می‌شوند. اعداد حاصل از عملیات آماری که برای توصیف داده‌های آماری یا نمونه آماری مورد استفاده قرار می‌گیرند را شاخص آماری می‌گویند. مهم‌ترین شاخص‌های آماری عبارت‌اند از شاخص‌های مرکزی و شاخص‌های پراکندگی.

الف) شاخص‌های مرکزی

شاخص‌های مرکزی نشان می‌دهند که داده‌های آماری در اطراف کدام عدد از داده‌های آماری تمرکز دارند. مهم‌ترین شاخص‌های مرکزی عبارتند از میانگین حسابی، میانه، مُد.

۱ــ میانگین حسابی : برای یک گروه از اعداد مثل داده‌های آماری، میانگین‌های مختلفی می‌توان بیان کرد. از انواع میانگین‌هایی که برای یک گروه از اعداد تعریف می‌شود، میانگین حسابی است که با $\overline{X}$ نشان داده می‌شود و از بقیه میانگین‌ها معمول‌تر

۱ــ لازم به توضیح است که تلاش‌های فراوانی در حال انجام است تا بتوان دستگاه‌هایی ساخت تا بتوان این کمیت‌ها را با توجه به رفتارهای فیزیکی پارچه اندازه‌گیری و با اعداد بیان کرد.

است. براساس تعریف میانگین حسابی به‌صورت روبه‌رو محاسبه می‌شود : $\text{میانگین حسابی} = \frac{\text{حاصل جمع مشاهدات}}{\text{تعداد مشاهدات}}$

در این‌صورت اگر مشاهدات را به‌صورت x_1، x_2، x_3 ... x_n نشان دهیم، میانگین حسابی مشاهدات به‌صورت زیر حساب می‌شود :

$$\overline{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

در رابطه فوق x نشان دهنده مشاهده؛ $\overline{X}$ میانگین (میانگین حسابی)؛ i نشان‌دهنده شماره مشاهده (یعنی x_2 نشان‌دهنده دومین و x_8 نشان‌دهنده هشتمین مشاهده) و n نشان‌دهنده تعداد کل مشاهدات می‌باشد. فرمول کلی میانگین را به‌صورت زیر نشان می‌دهند :

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

مثال ۱ــ۱ــ برای تعیین نمره نخ یک بوبین، تعداد ۱۰ نمونه از این نخ مورد آزمایش قرار گرفته که نتایج حاصل برحسب تکس به‌صورت زیر می‌باشد. میانگین نمره نخ را حساب کنید.

۱۹، ۲۰/۸، ۱۹/۸، ۲۱/۵، ۲۲، ۲۰، ۱۸/۵، ۲۰/۵، ۱۹/۵، ۲۱

در اینجا تعداد نمونه ۱۰ یعنی n=۱۰ است. لذا میانگین ($\overline{X}$) به‌صورت زیر حساب می‌شود :

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{۲۱+۱۹/۵+۲۰/۵+۱۸/۵+۲۰+۲۲+۲۱/۵+۱۹/۸+۲۰/۸+۱۹}{۱۰} = ۲۰/۲۶$$

۲ــ میانه : در یک گروه از اعداد مثلاً یک گروه از داده‌های آماری، میانه عددی است که نیمی از داده‌ها از آن کوچک‌تر و نیم دیگر از آن بزرگ‌تر هستند. به تعبیر دیگر، اگر یک گروه از داده‌های آماری را از کوچک به بزرگ مرتب کنیم، و اگر تعداد داده آماری فرد باشد، عدد میانی به‌عنوان میانه در نظر گرفته می‌شود. ولی اگر تعداد داده‌های آماری زوج باشد، میانگین دو عدد میانی به‌عنوان میانه در نظر گرفته می‌شود.

مثال ۱ــ۲ــ میانه هریک از گروه داده‌های زیر را بیابید.

گروه اول : ۲۴ و ۴۸ و ۱۸ و ۱۶ و ۴ و ۸ و ۱۶ و ۱۸ و ۳۲ و ۱۲ و ۸ و ۲ و ۲۲

گروه دوم : ۱۳ و ۱۵ و ۱۷ و ۳۱ و ۷ و ۹ و ۱۹ و ۱۷ و ۳۳ و ۳

الف) برای یافتن میانه گروه اول، ابتدا اعداد موجود در داده‌ها را به ترتیب کوچک به بزرگ (صعودی) و به ترتیب زیر مرتب می‌کنیم :

۴۸ و ۳۲ و ۲۴ و ۲۲ و ۱۸ و ۱۸ و <u>۱۶</u> و ۱۶ و ۱۲ و ۸ و ۸ و ۴ و ۲

در اینجا عددی که زیر آن خط کشیده شده است یعنی ۱۶ به‌عنوان میانه در نظر گرفته می‌شود، چون کل اعداد موجود در گروه ۱۳ می‌باشد، و ۶ عدد قبل از عدد میانه و ۶ عدد بعد از میانه قرار دارند.

ب) برای تعیین میانه گروه دوم، مثل گروه اول،اعداد گروه دوم را از کوچک به بزرگ مرتب می‌کنیم.

۳۳ و ۳۱ و ۱۹ و ۱۷ و <u>۱۵</u> و <u>۱۳</u> و ۱۳ و ۹ و ۷ و ۳

در اینجا تعداد اعداد موجود در گروه زوج (۱۰) می‌باشد. لذا، برای تعیین میانه، میانگین حسابی دو عدد میانی یعنی ۱۳ و ۱۵ (زیر این اعداد خط کشیده شده است) حساب شده و به‌عنوان میانه در نظر گرفته می‌شود. یعنی میانه به طریق زیر حساب می‌شود :

$$\text{میانه} = \frac{۱۳+۱۵}{۲} = \frac{۲۸}{۲} = ۱۴$$

۳ــ مُد : در یک گروه از داده‌های آماری، مُد به عددی گفته می‌شود که بیشتر از همه در داده‌ها وجود داشته باشد، یا به تعبیری بیشترین فراوانی را داشته باشد.

مثال ۱ــ۳ــ در گروه داده‌های زیر، مُد را تعیین کنید.

۷و ۱۲و ۷و ۴و ۱و ۱۵و ۱۳و ۱۰و ۸و ۷و ۸و ۹و ۱۳و ۵و ۳و ۷و ۱۲و ۷و ۵و ۳و ۵و ۱

در گروه داده‌های فوق بیشترین تکرار مربوط به عدد ۷ می‌باشد. لذا، عدد ۷ به‌عنوان مُد در نظر گرفته می‌شود.

توجه : به شاخص مُد، «نما» نیز گفته می‌شود.

ب) شاخص‌های پراکندگی

در یک گروه از داده‌های آماری، اگر همه داده‌ها با یکدیگر برابر باشند، پراکندگی بین داده‌ها وجود ندارد. ولی در عمل، مثلاً در یک آزمایش تعیین نمره نخ، نمره حاصل از نمونه‌های مختلف، با یکدیگر متفاوت هستند و برای بیان تفاوت، میزان تفاوت و چگونگی تفاوت داده‌ها در یک گروه از داده‌های آماری، از شاخص‌های پراکندگی استفاده می‌کنند. اصولاً، شاخص‌های پراکندگی نشان دهنده میزان و چگونگی پراکندگی داده‌های آماری هستند.

شاخص‌های پراکندگی عبارت‌اند از دامنه تغییرات، میانگین انحرافات، واریانس، انحراف معیار و ضریب تغییرات، که در زیر به آنها پرداخته می‌شود :

۱ــ دامنه تغییرات : دامنه تغییرات که با R نشان داده می‌شود، نشان‌دهنده وسعت یا میدان تغییرات داده‌های آماری می‌باشد. در واقع دامنه تغییرات بیان‌کننده فاصله بین کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین عدد موجود در گروه داده‌های آماری می‌باشد. تفاضل بین بزرگ‌ترین عدد و کوچک‌ترین عدد موجود در گروه داده‌های آماری نشان‌دهنده دامنه تغییرات بوده و برای این کار کوچک‌ترین عدد را از بزرگ‌ترین عدد کم می‌کنیم.

برای مثال، برای تعیین دامنه تغییرات داده‌های گروه اول در مثال ۱ــ۲ به روش زیر عمل می‌کنیم :

بزرگترین عدد = ۴۸ و کوچکترین عدد = ۲

دامنه تغییرات $R = ۴۸ - ۲ = ۴۶$

یا در مثال ۱ــ۳، دامنه تغییرات به‌صورت زیر تعیین می‌شود :

$R = ۱۵ - ۱ = ۱۴$

۲ــ میانگین انحرافات : در یک گروه از داده‌های آماری، اگر میانگین را حساب کنیم، فاصله هریک از داده‌ها تا میانگین به‌عنوان انحراف در نظر گرفته می‌شود که در واقع نشان‌دهنده اختلاف بین یک داده معین و میانگین می‌باشد. در یک گروه از داده‌های آماری، به تعداد داده‌های آماری، انحراف از میانگین یا انحراف داریم. انحراف هر داده، با تفاضل آن داده از میانگین به‌دست می‌آید.

به متوسط یا معدل انحراف‌ها، میانگین انحرافات ($\bar{d}$) گفته می‌شود. میانگین انحرافات از حاصل تقسیم مجموع قدر مطلق انحرافات بر تعداد داده‌ها (n) به‌دست می‌آید. اگر انحراف i امین داده از میانگین یعنی d_i برابر $x_i - \bar{x}$ باشد، آنگاه میانگین انحرافات از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=۱}^{i=n} d_i}{n} = \frac{\sum_{i=۱}^{i=n} |x_i - \bar{x}|}{n}$$

در رابطه فوق از قدر مطلق استفاده شده است، چون بعضی از داده‌ها بزرگ‌تر از میانگین و برخی دیگر کوچک‌تر از میانگین هستند. لذا، برای جلوگیری از جمع جبری یا اثرگذاری عددهای مثبت و منفی بر یکدیگر، از قدر مطلق استفاده شده است تا عددهای مثبت و منفی یکدیگر را خنثی نکنند.

مثال ۱ــ۴ــ برای تعیین نمره نخ یک بوبین ۱۰ نمونه از آن انتخاب و آزمایش لازم بر روی آنها انجام شده است. اگر نمره‌های تعیین شده به‌صورت زیر باشد، میانگین انحرافات را حساب کنید.

۳۰/۷ و ۳۱ و ۲۹ و ۲۸/۷ و ۲۹/۵ و ۲۸/۷ و ۳۰ و ۳۰/۵ و ۳۱/۸ و ۳۲/۵

$$\bar{x}=\frac{\sum_{i=1}^{i=n} x_i}{n}=\frac{\sum_{i=1}^{i=10} x_i}{n}=\frac{۳۲/۵+۳۱/۸+۳۰/۵+۳۰+۲۸/۷+۲۹/۵+۲۸/۷+۲۹+۳۱+۳۰/۷}{۱۰}=\frac{۳۰۲/۴}{۱۰}=۳۰/۲۴$$

اکنون با توجه به میانگین، انحراف هریک از داده‌ها را از میانگین حساب کرده در جدول زیر درج می‌کنیم.

x_i	$x_i-\bar{x}$	$d_i=\lvert x_i-\bar{x}\rvert$
۳۲/۵	۲/۲۶	۲/۲۶
۳۱/۸	۱/۵۶	۱/۵۶
۳۰/۵	۰/۲۶	۰/۲۶
۳۰	−۰/۲۴	۰/۲۴
۲۸/۷	−۱/۵۴	۱/۵۴
۲۹/۵	−۰/۷۴	۰/۷۴
۲۸/۷	−۱/۵۴	۱/۵۴
۲۹	−۱/۲۴	۱/۲۴
۳۱	۰/۷۶	۰/۷۶
۳۰/۷	۰/۴۶	۰/۴۶

حال برای محاسبه میانگین انحرافات به روش زیر عمل می‌کنیم :

$$\bar{d}=\frac{\sum_{i=1}^{i=n} d_i}{n}=\frac{\sum_{i=1}^{10} d_i}{10}$$

$$\bar{d}=\frac{۲/۲۶+۱/۵۶+۰/۲۶+۰/۲۴+۱/۵۴+۰/۷۴+۱/۵۴+۱/۲۴+۰/۷۶+۰/۴۶}{۱۰}$$

$$d=\frac{۱۰/۶}{۱۰}\Rightarrow \bar{d}=۱/۰۶$$

یعنی، به‌طور متوسط هر داده به مقدار ۱/۰۶ با میانگین نمره نخ اختلاف دارد.

۳ــ واریانس : اگرچه میانگین انحرافات شاخص خوبی برای نشان دادن اختلاف بین داده‌های آماری با میانگین می‌باشد، ولی چون به‌دلیل استفاده از قدر مطلق همه تغییرات به‌صورت مثبت در نظر گرفته می‌شوند، لذا کاربرد آن در محاسبات و نظریات آماری دشوار می‌باشد. بنابراین، از شاخص دیگری به نام واریانس که با S^2 نشان داده می‌شود، استفاده می‌گردد. شاخص واریانس از رابطه زیر حساب می‌شود :

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

در محاسبه واریانس برخلاف محاسبه میانگین انحرافات، از مربع اختلاف هر داده با میانگین حساب می‌شود. از سوی دیگر به نظر می‌رسد که در محاسبه واریانس به جای $n-1$ باید از n استفاده شود. البته در محاسبه واریانس برای تعداد داده‌های بیشتر از ۳۰ در مخرج کسر از n و برای تعداد داده‌های کمتر از ۳۰ در مخرج کسر از $n-1$ استفاده می‌شود.

مثال ۱ــ۵ــ واریانس نمره نخ اشاره شده در مثال ۱ــ۴ را تعیین نمایید.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^{i=10}(x_i - 30/24)^2}{9}$$

$$= \frac{(2/26)^2 + (1/56)^2 + (0/26)^2 + (0/24)^2 + (1/54)^2 + (0/74)^2 + (1/54)^2 + (1/24)^2 + (0/76)^2 + (0/46)^2}{9}$$

$$= \frac{5/1076 + 2/4336 + 0/0676 + 0/0576 + 2/3716 + 0/5476 + 2/3716 + 1/5376 + 0/5776 + 0/2116}{9}$$

$$= \frac{15/2837}{9} \Rightarrow S^2 = 1/7$$

در واقع واریانس نشان‌دهنده میانگین مجذور یا مربعات اختلاف داده‌ها با میانگین می‌باشد.

۴ــ انحراف معیار : چنانکه اشاره شد، واریانس نشان‌دهنده میانگین مربعات اختلاف داده‌ها با مقدار میانگین می‌باشد، لذا از نظر واحد، متفاوت از واحد داده‌ها می‌باشد. بنابراین اگر در نظر باشد که مقدار نشان دهنده تغییرات داده‌ها نسبت به میانگین دارای واحدی یکسان با داده‌های آماری باشد، باید از واریانس داده‌ها جذر گرفته شود. در این صورت به جذر واریانس، انحراف معیار گفته می‌شود که با S نشان داده می‌شود. انحراف معیار از رابطه زیر حساب می‌شود :

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

مثال ۱ــ۶ــ مقدار انحراف معیار نمره نخ در مثال ۱ــ۴ را حساب کنید.

مقدار واریانس (S^2) نمره نخ مثال ۱ــ۴ در مثال ۱ــ۵ حساب شده است. یعنی $S^2=1/7$. بنابراین مقدار انحراف معیار به‌صورت زیر حساب می‌شود :

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{1/7} = 1/3$$

۵ــ ضریب تغییرات : اگرچه واریانس و انحراف معیار نشان دهنده چگونگی پراکندگی داده‌ها در اطراف میانگین می‌باشند و به نحوی معدل اختلاف داده‌ها را نسبت به میانگین نشان می‌دهند، ولی تنها با دانستن انحراف معیار نمی‌توان درک صحیحی نسبت به بزرگ بودن یا کوچک بودن آن داشت. برای مثال، اگر انحراف معیار وزن یک نمونه ۲۰ تایی از بوبین‌های نخ ۷۰ گرم و انحراف معیار وزن یک نمونه ۲۰ تایی از عدل‌های پنبه ۲۱۰۰ گرم باشد، در نگاه نخست، به نظر می‌رسد که وزن عدل‌های پنبه دارای پراکندگی بیشتری نسبت به وزن بوبین‌های نخ می‌باشند. در حالیکه، اگر انحراف معیار وزن بوبین‌ها نسبت به میانگین وزن بوبین‌ها و انحراف معیار وزن عدل‌های پنبه را نسبت به میانگین وزن عدل‌های پنبه محاسبه نماییم، دیده می‌شود که پراکندگی وزن بوبین‌های نخ بیشتر از پراکندگی وزن عدل‌های پنبه است. از این‌رو، برای بیان بزرگی یا کوچکی انحراف معیار یک نمونه، یا برای مقایسه انحراف معیارهای دو نمونه (مثل وزن بوبین‌ها و عدل‌های پنبه در بالا)، از کمیت دیگری به نام ضریب تغییرات (CV) استفاده می‌شود که معمولاً ضریب تغییرات را برحسب درصد (CV٪) محاسبه و بیان می‌کنند. مقدار عددی CV٪ به‌صورت محاسبه می‌شود :

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

در محاسبه CV٪ عوامل انحراف معیار (S) و میانگین ($\bar{X}$) نمونه‌ها مورد نیاز است. به بیان دیگر، CV٪ نشان می‌دهد که، وقتی میانگین برابر $\bar{X}$ باشد، انحراف معیار S است، حال اگر میانگین ۱۰۰ باشد، انحراف معیار چقدر است. در واقع مقدار CV٪

از تناسب ساده زیر به‌دست می‌آید :

$\bar{X}$ میانگین ← (S) انحراف معیار

۱۰۰ میانگین ← %CV

$$\Rightarrow \%CV = \frac{S}{\bar{x}} \times ۱۰۰$$

مثال ۱ــ۷ــ یک نمونه ۲۰ تایی از بوبین‌های نخ توزین شده‌اند و میانگین وزن بوبین ۲۱۰۰ گرم و انحراف معیار ۷۰ گرم می‌باشد. از سوی دیگر، یک نمونه ۲۰تایی از عدل‌های پنبه توزین شده‌اند و میانگین وزن عدل‌ها ۱۹۸ کیلوگرم و انحراف معیار ۲ کیلوگرم بوده است. ضریب تغییرات هریک از نمونه‌ها را جداگانه حساب کرده و با یکدیگر مقایسه کنید.

ضریب تغییرات وزن بوبین‌های نخ به‌صورت زیر حساب می‌شود :

$$\%CV_{\text{بوبین}} = \frac{۷۰}{۲۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۳/۳۴$$

ضریب تغییرات وزن عدل‌های پنبه به‌صورت زیر حساب می‌شود :

$$\%CV_{\text{عدل}} = \frac{۲۰۰۰}{۱۹۸۰۰۰} \times ۱۰۰ = ۱/۰۱$$

دیده می‌شود، اگرچه انحراف معیار وزن بوبین‌های نخ (۷۰ گرم)، کمتر از انحراف معیار وزن عدل‌های پنبه (۲۰۰۰ گرم) است، ولی ضریب تغییرات وزن بوبین‌های نخ بیش از ۳ برابر ضریب تغییرات ضریب تغییرات وزن عدل‌های پنبه می‌باشد.

مقدار CV٪ در کنترل کیفیت مواد و کالاهای نساجی و در آزمایشگاه‌های نساجی برای تعیین کمیت‌های مواد و کالاهای نساجی بسیار با اهمیت و دارای کاربرد فراوانی است. مثلاً در تعیین یکنواختی نمره نخ، تاب نخ، طول الیاف، مقاومت پارچه و ... برای بیان یکنواختی یا نایکنواختی کمیت موردنظر، CV٪ آن محاسبه شده و اعلام می‌گردد.

مثال ۱ــ۸ــ برای تعیین تاب یک نخ تعداد ۱۰ نمونه از آن انتخاب شده و تاب این ۱۰ نمونه با دستگاه تاب‌سنج اندازه‌گیری شده است. تاب این ۱۰ نمونه نخ ۸۱۰، ۸۱۵، ۷۹۰، ۷۸۵، ۸۰۰، ۸۰۵، ۷۸۹، ۸۱۳، ۷۹۰ و ۷۹۵ تاب در متر می‌باشد. مطلوبست میانگین، واریانس، انحراف معیار و ضریب تغییرات تاب نخ.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=۱}^{n} x_i}{n} = \frac{\sum_{i=۱}^{۱۰} x_i}{۱۰} = \frac{۸۱۰+۸۱۵+۷۹۰+۷۸۵+۸۰۰+۸۰۵+۷۸۹+۸۱۳+۷۹۰+۷۹۵}{۱۰}$$

$$= \frac{۷۹۹۲}{۱۰} = ۷۹۹/۲$$

x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^۲$
۸۱۰	۱۰/۸	۱۱۶/۶۴
۸۱۵	۱۵/۸	۲۴۹/۶۴
۷۹۰	−۹/۲	۸۴/۶۴
۷۸۵	−۱۴/۲	۲۰۱/۶۴
۸۰۰	۰/۸	۰/۶۴
۸۰۵	۵/۸	۳۳/۶۴
۷۸۹	−۱۰/۲	۱۰۴/۴
۸۱۳	۱۳/۸	۱۹۰/۴۴
۷۹۰	−۹/۲	۸۴/۶۴
۷۹۵	۴/۲	۱۷/۶۴
۷۹۹۲ جمع		۱۰۸۳/۹۶

$$S^۲ = \frac{\sum_{i=۱}^{n} (x_i - \bar{x})^۲}{n-۱} = \frac{\sum_{i=۱}^{۱۰} (x_i - \bar{x})^۲}{۹} = \frac{۱۰۸۳/۹۶}{۹} = ۱۲۰/۴۴$$

$$S = \sqrt{S^۲} = \sqrt{۱۲۰/۴۴} = ۱۰/۹۸$$

$$\%CV = \frac{S}{\bar{x}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰/۹۸}{۷۹۹/۲} \times = \%۱/۳۷$$

پرسش‌های فصل ۱

۱ــ اندازه‌گیری را تعریف کنید.

۲ــ فرق بین کمیت‌های قابل اندازه‌گیری و کمیت‌های قابل شمارش را توضیح دهید.

۳ــ دستگاه واحدها را توضیح دهید.

۴ــ کمیت‌های اصلی در دستگاه بین‌المللی SI کدامند؟ واحدهای کمیت‌های اصلی در این دستگاه را نام ببرید.

۵ــ طول یک طناب ۲۰۴ متر می‌باشد. طول این طناب را برحسب یارد، اینچ و فوت حساب کنید.

۶ــ جرم یک طاقه پارچه به وزن ۲۰ پوند، چند کیلوگرم است.

۷ــ آمار را تعریف کنید.

۸ــ جامعه آماری و نمونه آماری را تعریف کنید.

۹ــ فرق بین آمار توصیفی و آمار استنباطی را بیان کنید.

۱۰ــ داده‌های آماری را تعریف کنید و روش‌های تعیین داده‌های آماری را بیان کنید.

۱۱ــ عملیات آماری و شاخص‌های آماری را تعریف کنید.

۱۲ــ فرق بین شاخص‌های مرکزی و شاخص‌های پراکندگی را بیان کنید.

۱۳ــ از یک بوبین نخ ۱۰ نمونه برای تعیین نمره انتخاب شده و نمرات اندازه‌گیری شده به شرح زیر می‌باشد :

۲۳/۵ و ۲۴/۳ و ۲۲/۹ و ۲۴ و ۲۵ و ۲۵/۶ و ۲۲/۹ و ۲۴ و ۲۴ و ۲۳/۸

مطلوبست میانگین، نما، مُد، واریانس، انحراف معیار و ضریب تغییرات نمره نخ.

فصل ۲

طول الیاف

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱ـ مفهوم و اهمیت طول لیف را بیان نماید.

۲ـ نمودار طول الیاف پنبه را توضیح دهد.

۳ـ طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین را تعریف کرده و نحوه تعیین آنها از روی نمودار طول الیاف پنبه را توضیح دهد.

۴ـ نحوه تعیین طول متوسط پشم از روی نمودار توزیع تجمعی الیاف پشم را توضیح دهد.

۵ـ اثرات طول الیاف را توضیح دهد.

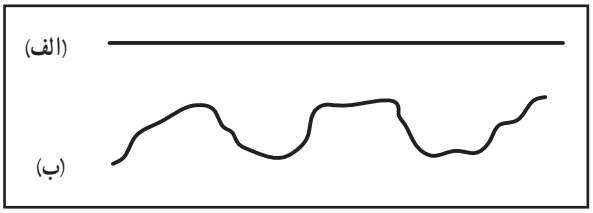
طول الیاف

۲ــ۱ــ مفهوم و تنوع طول الیاف

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های فیزیکی الیاف نساجی، طول لیف می‌باشد. طول لیف، عبارت است از فاصله بین دو سر لیف وقتی که لیف به‌صورت مستقیم و کشیده شده (بدون فروموج) قرار گرفته باشد. اگر یک لیف به‌صورت آزاد قرار داشته باشد، ممکن است دارای فروموج باشد، در این صورت فاصله بین دو سر لیف دارای فروموج، کوتاه‌تر از طول واقعی لیف می‌باشد. در شکل ۲ــ۱ دو لیف نشان داده شده است. در قسمت (الف) از شکل ۲ــ۱ یک لیف به‌صورت کشیده شده نشان داده شده است که بدون فروموج بوده و طول لیف برابر فاصله بین دو سر لیف می‌باشد. اما در قسمت (ب) از شکل ۲ــ۱ یک لیف نشان داده شده است که کشیده نشده و مستقیم نیست و دارای فروموج می‌باشد، در این‌صورت طول لیف بیشتر از فاصله بین دو سر لیف می‌باشد.

طول الیاف طبیعی مثل الیاف پنبه و پشم دارای تنوع زیادی است، مثلاً در یک دسته از الیاف پنبه شاید نتوان دو لیف یافت که دارای طول یکسان باشند. برای همین، ضریب تغییرات طول الیاف پنبه از یک نمونه به نمونه دیگر بسیار متفاوت می‌باشد. این تفاوت در طول الیاف طبیعی به‌دلیل منشأ طبیعی و بیولوژیکی این الیاف می‌باشد. این در حالی است که الیاف مصنوعی که به‌صورت صنعتی تولید و بریده می‌شوند، دارای طول یکسانی بوده و ضریب تغییرات طول در الیاف مصنوعی قابل کنترل بوده و می‌توان الیافی با طول یکسان یا با تنوع طول معین تولید نمود.

جدول ۲ــ۱ تنوع طول الیاف طبیعی را نشان می‌دهد.



الف) لیف کشیده شده و مستقیم ، (ب) فاصله دو سر لیف < طول لیف

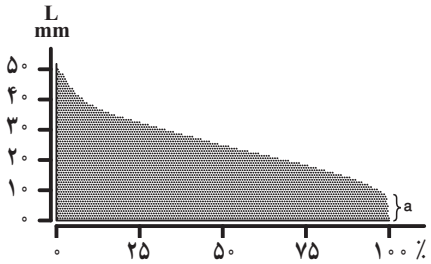
شکل ۲ــ۱ــ طول لیف و فاصله بین دو سر لیف

جدول ۲ــ۱ــ تنوع طول الیاف طبیعی

نوع لیف	طول (mm)
الف) پنبه	
ــ بنگال	۱۳ــ۱۶
ــ سوریه	۱۹ــ۳۰
ــ ایران	۱۳ــ۲۸
ــ آمریکا	۱۹ــ۳۰
ــ مصر (علیا)	۳۰ــ۳۲
ــ مصر (کارناک)	۳۲ــ۳۵
ــ سی‌آیلند	۳۸ــ۴۴
ب) پشم	
ــ مرینوس استرالیا (S ۸۰)	۶۳ــ۷۶
ــ مرینوس کشورهای جنوبی (S۵۶)	۷۶ــ۸۹
ــ پشم ضخیم (S ۴۸)	۱۲۷ــ۱۵۲
ــ پشم ضخیم کوهستانی (S ۳۶)	۲۵۴ــ۳۰۵
ج) کتان (طول تقریبی ساقه)	۳۰۵ــ۹۱۵
د) کنف (طول تقریبی ساقه)	۳۰۰ــ۷۵۰
هـ) جوت یا چتایی (طول تقریبی ساقه)	۳۷۵ــ۹۰۰

۲ــ۲ــ نمودار طول الیاف

چنانکه توضیح داده شده است، طول الیاف طبیعی مثل پنبه یا پشم در یک اندازه نبوده و حتی در یک توده کوچک از الیاف پنبه، تنوع و پراکندگی طول الیاف زیاد است. از این‌رو در یک توده کوچک پنبه می‌توان الیاف با طول‌های متفاوت از کوتاه‌ترین طول (مثلاً ۴ میلی‌متر) تا بلندترین طول (مثلاً ۳۲ میلی‌متر تا ۶۰ میلی‌متر که بستگی به نوع پنبه دارد) یافت. در عملیات ریسندگی و تجارت، دانستن چگونگی توزیع طول الیاف یا دانستن نمودار طولی الیاف از نظر فنی و اقتصادی بسیار با اهمیت می‌باشد. برای همین نمودار طول الیاف مثل پنبه ترسیم می‌شود تا در مواردی مثل فنی و اقتصادی (تجاری) از آن بهره گرفته شود. یکی از روش‌های معمول ترسیم نمودار طول الیاف پنبه به این صورت است که، الیاف پنبه را به ترتیب از بلندترین لیف تا کوتاه‌ترین لیف که در توده مورد نظر قرار دارند جدا کرده و به ترتیب از لیف بلند به لیف کوتاه از سر پایینی روی یک خط افقی کنار هم قرار داده و سرهای بالایی الیاف را با یک خط ممتد به هم وصل می‌کنند و به این صورت نمودار طول الیاف رسم می‌شود. در شکل ۲ــ۲، نمودار طول الیاف پنبه نشان داده شده است.



شکل ۲ــ۲ــ نمودار طول الیاف پنبه

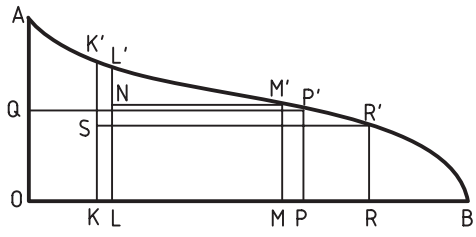
۲ــ۳ــ تعیین طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین پنبه

ــ طول مؤثر : طول مؤثر الیاف یکی از پارامترهای مهم طولی الیاف است که از روی نمودار طول الیاف پنبه و به روش ترسیمی به‌دست می‌آید. طول مؤثر الیاف، طولی است که تنظیمات فواصل مثل فاصله بین غلتک‌های کشش در ماشین‌های ریسندگی از روی این طول انجام می‌شود.

ــ درصد الیاف کوتاه :در نمودار طول الیاف، به الیاف کوتاه‌تر از نصف طول مؤثر، الیاف کوتاه نامیده می‌شود. از این‌رو، به درصد الیاف با طول کوتاه‌تر از طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه گفته می‌شود.

ــ طول میانگین : طول میانگین، نشان دهنده متوسط طول الیاف بوده و با دانستن طول میانگین، اثر چگونگی توزیع طول الیاف یا اثر شیب نمودار طول الیاف کاهش یافته یا از بین می‌رود.

برای تعیین طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین الیاف پنبه، با توجه به شکل ۲ــ۳، یک نمودار طول الیاف پنبه را درنظر می‌گیریم. در این شکل O به‌عنوان مبدأ، OB محور افقی و OA محور عمودی است. یعنی OA عمود بر OB است. OA، حداکثر طول لیف می‌باشد. برای تعیین طول مؤثر به ترتیب زیر عمل می‌کنیم :



شکل ۲ــ۳ــ تعیین طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و میانگین طول الیاف

۱ــ نقطه Q را بر روی محور عمودی و در وسط OA تعیین می‌کنیم.

۲ــ از نقطه Q خطی موازی محور افقی OB رسم می‌کنیم تا نمودار را در نقطه P′ قطع کند.

۳ــ از نقطه P' عمودی رسم می‌کنیم تا محور OB را در نقطه P قطع کند.
۴ــ نقطه k را روی محور OB طوری تعیین می‌کنیم که $Ok = \frac{۱}{۴}OP$ باشد.
۵ــ از نقطه k عمودی رسم می‌کنیم تا نمودار را در نقطه k' قطع کند.
۶ــ نقطه S را در وسط kk' تعیین می‌کنیم.
۷ــ از نقطه S خطی موازی OB رسم می‌کنیم تا نمودار را در R' قطع کند.
۸ــ از نقطه R' عمودی رسم می‌کنیم تا OB را در نقطه R قطع کند.
۹ــ نقطه L را بر روی OB طوری تعیین می‌کنیم که $OL = \frac{۱}{۴}OR$ باشد.
۱۰ــ از نقطه L خطی عمود رسم می‌کنیم تا نمودار را در L' قطع کند.

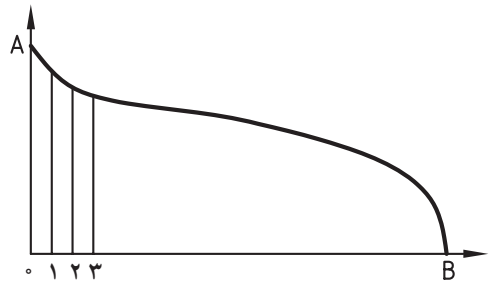
طول خط LL' به‌عنوان طول مؤثر در نظر گرفته شده و بیان می‌شود. با توجه به تعریف الیاف کوتاه، اگر فرض کنیم که خط افقی SR' از وسط خط LL' می‌گذرد، آنگاه الیاف کوتاه‌تر از طول RR' به‌عنوان الیاف کوتاه در نظر گرفته می‌شوند. در این صورت درصد الیاف کوتاه از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$\text{درصد الیاف کوتاه} = \frac{RB}{OB} \times ۱۰۰$$

اگر الیاف با طول کوتاه‌تر از RR' که به‌عنوان الیاف کوتاه می‌باشند را نادیده بگیریم، چون $OL = \frac{۱}{۴}OR$ است، لذا می‌توان گفت که طول مؤثر الیاف یعنی LL' طولی است که $\frac{۱}{۴}$ از الیاف، طولی بیشتر از آن و $\frac{۳}{۴}$ از الیاف، طولی کوتاه‌تر از آن دارند.

طول میانگین الیاف از تقسیم مساحت زیر نمودار طول الیاف بر OB به‌دست می‌آید. برای این‌کار محور OB به فاصله‌های ۲ یا ۳ میلی‌متری درجه‌بندی می‌شود (در صورت استفاده از فاصله ۲ میلی‌متری، دقت بیشتر می‌شود). در این‌صورت مستطیل‌هایی با عرض ۲ میلی‌متر (در صورت درجه‌بندی به فاصله ۲ میلی‌متر) و طول برابر ارتفاع نمودار طول به‌دست می‌آید (شکل ۲ــ۴). اگر مساحت مستطیل‌های کوچک حاصل را با هم جمع کنیم و تقسیم بر OB نماییم، طول میانگین الیاف به‌دست می‌آید. در واقع طول میانگین الیاف از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

$$\overline{L} = \frac{\sum_{i=۱}^{n} W \times L_i}{n}$$



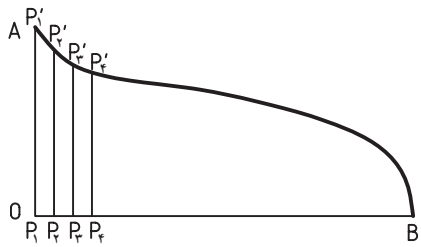
شکل ۲ــ۴ــ تعیین طول میانگین الیاف از روی نمودار طول الیاف پنبه.
(عرض مستطیل‌ها ۲ میلی‌متر)

در رابطه فوق $\overline{L}$ طول میانگین الیاف، W عرض مستطیل‌های کوچک (برابر ۲ یا ۳ میلی‌متر)، L_i طول ضلع (ضلع سمت راست) مستطیل به عرض W، n تعداد مستطیل‌های به عرض W.

روش دیگر و ساده‌تر تعیین طول میانگین به این صورت است که بر روی OB، n نقطه به فاصله مساوی از یکدیگر تعیین کنیم

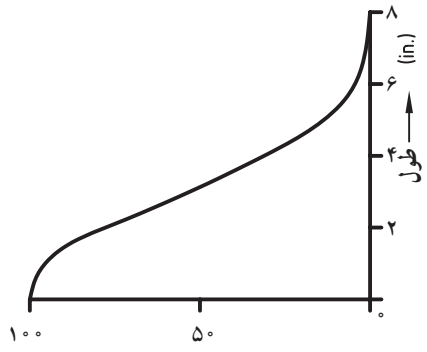
و این نقاط را به $P_1, P_2, P_3 ... P_n$ بنامیم. از هر نقطه P_i یک عمود رسم می‌کنیم تا نمودار طول الیاف را در نقطه P_i' قطع کند (شکل ۲ــ۵). میانگین طول P_iP_i' ها، همان طول میانگین الیاف می‌باشد. یعنی طول میانگین الیاف پنبه از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$\overline{L} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_iP_i'}{n}$$



شکل ۲ــ۵ــ تعیین طول میانگین از روی ارتفاع نمودار طول الیاف پنبه

در ریسندگی پشم، برای تنظیم فواصل ماشین‌های ریسندگی، به‌ویژه برای تنظیم فاصله‌های ناحیه‌های کشش از طول متوسط الیاف پشم استفاده می‌شود. برای تعیین طول متوسط الیاف پشم از نمودار توزیع تجمعی الیاف پشم استفاده می‌شود. در شکل ۲ــ۶، نمودار توزیع تجمعی الیاف پشم نشان داده شده است. از میانگین طول‌های ۵٪، ۱۵٪، ۲۵٪، ۳۵٪، ۴۵٪، ۵۵٪، ۶۵٪، ۷۵٪، ۸۵٪ و ۹۵٪ طول الیاف پشم برای بیان طول متوسط این الیاف استفاده می‌شود. یعنی مجموع طول‌های ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۵، ۵۵، ۶۵، ۷۵، ۸۵، ۹۵ درصد را تقسیم بر ۱۰ می‌کنند و حاصل، طول متوسط الیاف پشم می‌باشد.



شکل ۲ــ۶ــ نمودار توزیع تجمعی طول الیاف پشم.

۲ــ۴ــ اثرات طول الیاف

۲ــ۴ــ۱ــ اثر طول الیاف بر حد ریسندگی : چون ساختمان نخ‌های ریسیده شده مثل نخ‌های پنبه‌ای، در اثر فشار جانبی الیاف و در نتیجه اصطکاک بین الیاف تشکیل می‌شود، و چون درگیری یک لیف با طول بلند در نخ، بیشتر از درگیری یک لیف کوتاه است، بنابراین سهم یک لیف بلندتر در ساختمان نخ بیشتر از سهم یک لیف کوتاه‌تر بوده و در نتیجه با الیاف بلندتر می‌توان نخ ظریف‌تری ریسید. به تعبیر دیگر، اگر الیاف دارای طول بلندتری باشند، در این‌صورت با تعداد الیاف کمتری در سطح مقطع، می‌توان ساختمان یک نخ را تشکیل داد.

۲ــ۴ــ۲ــ اثر طول الیاف بر مقاومت نخ : چون مقاومت هر نخ حاصل اصطکاک بین الیاف تشکیل‌دهنده آن نخ می‌باشد، و چون درگیری یک لیف بلند بیشتر از درگیری یک لیف کوتاه در نخ می‌باشد، لذا هر چقدر طول الیاف تشکیل‌دهنده یک نخ بیشتر باشد، مقاومت نخ حاصل نیز بیشتر خواهد بود.

۲ــ۴ــ۳ــ اثر طول الیاف بر یکنواختی نخ

در جریان عملیات ریسندگی، بسیاری از الیاف کوتاه و الیافی که در منطقه کشش تحت کنترل غلتک‌های کشش نیستند از الیاف در حال عملیات جدا شده و به‌صورت انواع ضایعات خارج می‌شوند. همین خروج الیاف به‌صورت ضایعات منجر به نایکنواختی در رشته الیاف می‌شوند. از این‌رو، اگر در توده یا رشته الیاف در حال عملیات از الیاف با طول بلندتر استفاده شود، خروج الیاف به‌صورت ضایعات کاهش یافته و نخ یکنواخت‌تر می‌توان ریسید.

۲ــ۴ــ۴ــ اثر طول الیاف بر پرز نخ : پرز نخ در واقع سرهای الیاف تشکیل‌دهنده نخ هستند که از داخل نخ بیرون می‌آیند و به‌صورت سرهای آزاد در سطح نخ دیده می‌شوند. در تولید یک نخ، اگر از الیاف کوتاه‌تر استفاده شود، آنگاه تعداد الیاف برای تولید این نخ و در نتیجه تعداد سرهای الیاف بیشتر خواهد بود. بنابراین، در تولید یک نخ، هرچه طول لیف کمتر باشد یا هرچه الیاف کوتاه‌تر باشند، پرز نخ تولیدی نیز بیشتر خواهد بود.

۲ــ۴ــ۵ــ اثر طول الیاف بر زیردست کالای تولیدی : در صورتی‌که در تولید یک نخ از الیاف بلندتر استفاده شود، نخ مورد نظر نیاز به تاب کمتر داشته و نخ حاصل یکنواخت‌تر، صاف‌تر و دارای پرز کمتری خواهد بود. بنابراین، پارچه بافته شده از نخی که با الیاف بلندتر ریسیده شود، صاف‌تر بوده و دارای زیردست مطلوب‌تر است.

۲ــ۴ــ۶ــ اثر طول الیاف بر بهره‌وری تولید : طول الیاف بر روی بهره‌وری ریسندگی و تولید نخ مؤثر است. با افزایش طول الیاف، بهره‌وری تولید نخ نیز افزایش می‌یابد. سه دلیل مهم افزایش بهره‌وری تولید در ریسندگی، با افزایش طول الیاف را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد :

۱ــ الیاف بلندتر نیاز به تاب کمتری دارند، در نتیجه تولید نخ افزایش می‌یابد.

۲ــ کاهش گسستگی در مواد در جریان عملیات ریسندگی، مثل کاهش پارگی تار عنکبوتی در ماشین‌های خط ریسندگی مثل ماشین کارد یا کاهش نخ پارگی بر روی ماشین ریسندگی مثل ماشین رینگ و در نتیجه افزایش تولید.

۳ــ کاهش ضایعات الیاف در ماشین‌های ریسندگی.

پرسش‌های فصل ۲

۱ــ طول الیاف را تعریف کنید.

۲ــ تنوع طول در کدام‌یک از دسته الیاف طبیعی یا مصنوعی بیشتر است؟ چرا؟

۳ــ طول مؤثر را تعریف کنید و چگونگی تعیین طول مؤثر را توضیح دهید.

۴ــ درصد الیاف کوتاه و طول میانگین را تعریف کنید.

۵ــ طول میانگین الیاف چگونه تعیین می‌شود.

۶ــ چهار اثر از اثرات طول الیاف را بیان کنید.

۷ــ اثر طول الیاف بر بهره‌وری ریسندگی را توضیح دهید.

فصل ۳

جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱- اهمیت جرم مخصوص مواد و الیاف را توضیح دهد.

۲- جرم مخصوص را تعریف کرده و واحدهای آن را بیان کند.

۳- سطح مخصوص الیاف را تعریف کرده و واحدهای آن را بیان کند.

۴- روش‌های اندازه‌گیری جرم، حجم و جرم مخصوص الیاف را توضیح دهد.

جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف

۳ــ۱ــ جرم مخصوص الیاف

جرم مخصوص یک کمیت فیزیکی مهم در مواد می‌باشد که نشان‌دهنده تراکم ماده است. یکی از عوامل تعیین‌کننده مواد در کاربردهای صنعتی و مهندسی، جرم مخصوص آنها می‌باشد. در حالی که جرم مخصوص یک ماده از ویژگی‌های ذاتی آن ماده می‌باشد، ولی سطح مخصوص یک ماده می‌تواند مستقل از جنس ماده باشد یعنی، براساس تعریفی که از سطح مخصوص می‌شود، سطح مخصوص می‌تواند مستقل یا وابسته به جنس ماده باشد.

جرم مخصوص هر ماده نشان‌دهنده چگالی آن ماده بوده و جرم حجمی نیز نامیده می‌شود. چگالی عبارت است از تراکم ماده در یک حجم معین. در واقع جرم مخصوص الیاف نشان‌دهنده مقدار جرم واحد حجم الیاف است. جرم مخصوص الیاف مختلف، متفاوت از یکدیگر است، و جرم مخصوص الیاف یکی از شاخص‌های شناسایی الیاف نساجی می‌باشد. بنابراین،جرم مخصوص الیاف علاوه بر تأثیر بر روی وزن و حجم نخ و پارچه و همچنین نمره و ضخامت نخ، برای شناسایی الیاف نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

واحد جرم مخصوص گرم بر سانتی‌متر مکعب (g/cm^3) است که با علامت ρ نشان داده می‌شود، و از تقسیم جرم مواد (برحسب گرم) بر حجم آنها (برحسب سانتی‌متر مکعب) به‌دست می‌آید. یعنی جرم مخصوص الیاف از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

$$\text{جرم مخصوص } \rho(g/cm^3) = \frac{\text{جرم } m(g)}{\text{حجم } V(cm^3)}$$

در بین الیاف نساجی، به استثنای الیاف پلی‌اتیلن و الیاف پلی‌پروپیلن، جرم مخصوص بقیه الیاف بیشتر از جرم مخصوص آب (۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) می‌باشد. الیاف شیشه که مصارف خاصی در نساجی مثل تهیه لباس‌های محافظ مانند لباس‌های ضدآتش دارند، دارای بیشترین جرم مخصوص یعنی ۲/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب هستند. با تغییر رطوبت نسبی محیط، جرم مخصوص بعضی الیاف نساجی مثل پنبه، پشم و ویسکوز ریون که جذب رطوبت نسبتاً بالایی دارند، تغییر می‌کند.

در فیزیک نساجی، گاهی اوقات به جای جرم مخصوص از حجم مخصوص که با علامت v نشان داده می‌شود، استفاده می‌گردد. حجم مخصوص که عکس جرم مخصوص می‌باشد، عبارت است از حجم یک گرم از جرم لیف معین برحسب سانتی‌مترمکعب. واحد حجم مخصوص سانتی‌متر مکعب بر گرم (cm^3/g) می‌باشد. جرم مخصوص و حجم مخصوص بعضی از الیاف نساجی در شرایط خشک و رطوبت نسبی ۶۵٪ در جدول ۳ــ۱ درج شده است.

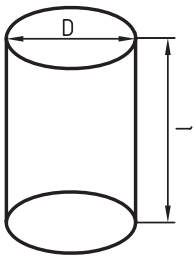
جدول ۳ــ۱ــ جرم مخصوص و حجم مخصوص الیاف نساجی

نوع لیف	جرم مخصوص (g/cm^3)		حجم مخصوص (cm^3/g)	
	خشک	رطوبت نسبی ۶۵٪	خشک	رطوبت نسبی ۶۵٪
پنبه	۱/۵۵	۱/۵۲	۰/۶۴	۰/۶۶
ویسکوز ریون	۱/۵۲	۱/۴۹	۰/۶۶	۰/۶۷
تری استات	۱/۳۱	۱/۳۲	۰/۷۶	۰/۷۶
پشم	۱/۳	۱/۳۱	۰/۷۷	۰/۷۶
ابریشم	۱/۳۴	۱/۳۴	۰/۷۵	۰/۷۵
کازئین	۱/۳	۱/۳	۰/۷۷	۰/۷۷
نایلون ۶۶ و ۶	۱/۱۴	۱/۱۴	۰/۸۸	۰/۸۸
پلی‌استر	۱/۳۹	۱/۳۹	۰/۷۲	۰/۷۲
اکریلیک	۱/۱۹	۱/۱۹	۰/۸۴	۰/۸۴
پلی‌پروپیلن	۰/۹۱	–	۱/۰۹	–
پلی‌اتیلن ــ چگالی پایین	۰/۹۲	–	۱/۰۹	–
پلی‌اتیلن ــ چگالی بالا	۰/۹۵	–	۱/۰۵	–
پلی‌وینیل کلراید (PVC)	۱/۴	–	۰/۷۱	–
پلی ترا فلوئور و اتیلن (تفلون)	۲/۲	–	۰/۴۵	–
شیشه	۲/۵	۲/۵	۰/۴	۰/۴

۳ــ۲ــ سطح مخصوص الیاف

سطح مخصوص به دو صورت سطح واحد حجم با واحد (cm^2/cm^3) و سطح واحد جرم با واحد (cm^2/g) تعریف می‌شود و با حرف S نشان داده می‌شود. وقتی سطح مخصوص برحسب سطح واحد حجم تعریف می‌شود، برای به‌دست آوردن سطح مخصوص لیف، سطح جانبی لیف را بر حجم لیف تقسیم می‌کنند (شکل ۳ــ۱). یعنی :

$$\text{سطح مخصوص} = \frac{\text{طول لیف} \times \text{محیط مقطع عرضی لیف}}{\text{طول لیف} \times \text{مساحت مقطع لیف}}$$



شکل ۳ــ۱ــ نمای ترسیمی یک لیف با مقطع دایره‌ای و به قطر D .

$$S = \frac{\pi Dl}{\frac{\pi D^2}{4} \times l}$$

در رابطه فوق :

S : سطح مخصوص برحسب cm^2/cm^3 یا cm^{-1}؛

D : قطر لیف برحسب cm؛

l : طول لیف برحسب cm..

چنانچه رابطه فوق را ساده کنیم، رابطه زیر به‌دست می‌آید :

$$S = \frac{4}{D}$$

رابطه فوق نشان می‌دهد که سطح مخصوص (S) با قطر لیف رابطه عکس دارد. یعنی با کاهش قطر لیف (D)، سطح مخصوص (S) لیف افزایش می‌یابد. یعنی هرچه لیف ظریف‌تر شود، سطح مخصوص لیف بیشتر می‌شود.

تعریف دیگر سطح مخصوص که براساس نسبت سطح جانبی لیف به جرم لیف است. کمتر در فیزیک نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

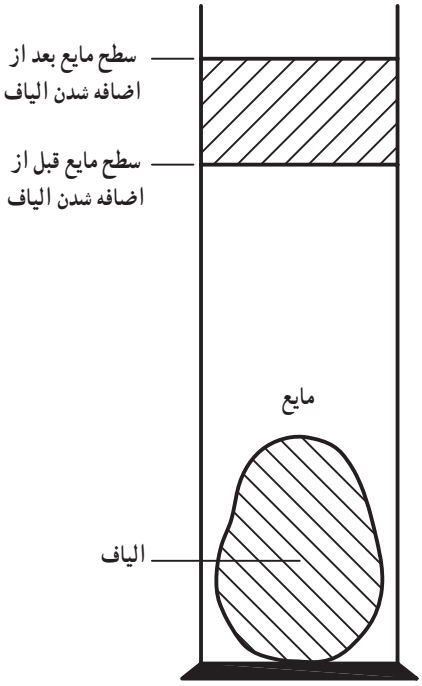
باید توجه داشت که سطح مخصوص یکی از شاخص‌های ذاتی مواد نبوده و بستگی به شکل و فرم ماده، مثلاً صفحه، مکعب مربع، مکعب مستطیل یا مفتول دارد. بنابراین چنانکه از روی جرم مخصوص می‌توان جنس الیاف را شناسایی کرد، از روی سطح مخصوص نمی‌توان جنس الیاف را شناسایی نمود.

۳ــ۳ــ اندازه‌گیری جرم، حجم و جرم مخصوص الیاف

۳ــ۳ــ۱ــ اندازه‌گیری جرم الیاف: جرم یک نمونه الیاف به آسانی به‌وسیله یک ترازوی دقیق قابل اندازه‌گیری است. برای این کار کافی است از یک ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ یا ۰/۰۰۰۱ برای اندازه‌گیری جرم الیاف استفاده شود.

۳ــ۳ــ۲ــ اندازه‌گیری حجم الیاف: اگرچه اندازه‌گیری جرم الیاف نساجی به آسانی انجام می‌شود، ولی اندازه‌گیری حجم الیاف نساجی به دشواری امکان‌پذیر است. یک دسته از الیاف چه به‌صورت توده‌ای بی‌نظم و چه در داخل یک گروه منظم مثل نخ،حاوی مقدار زیادی هوا است. لذا، اندازه‌گیری حجم یک دسته از الیاف بدون در نظر گرفتن هوای داخل آن، حتی به‌صورت فشرده، سنجش واقعی از حجم الیاف را نشان نمی‌دهد. یکی از روش‌های اندازه‌گیری حجم الیاف، روش فرو رفتن در مایع است.

شکل ساده‌ای از روش اندازه‌گیری حجم الیاف به روش فرو رفتن در مایع، در شکل ۳ــ۲ نشان داده شده است.



شکل ۳ــ۲ــ تعیین حجم الیاف به روش فرو رفتن در مایع.

در این روش، یک مایع که جرم مخصوص آن کمتر از لیف مورد نظر است، در یک استوانه مدرج ریخته می‌شود. با قرار دادن الیاف مورد نظر در داخل مایع، الیاف در داخل مایع فرو رفته و سطح مایع بالا می‌آید. با اندازه‌گیری افزایش ارتفاع سطح مایع از روی استوانه مدرج می‌توان پی به حجم الیاف مورد آزمایش برد.

۳ــ۳ــ۳ــ اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف: در اینجا به دو روش اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف اشاره می‌شود.

۱ــ اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف به‌روش غوطه‌وری: هرگاه جسمی در داخل مایعی قرار داده شود، اگر جرم مخصوص جسم از مایع کمتر باشد، جسم شناور می‌شود؛ و اگر جرم مخصوص جسم بیشتر از مایع باشد، جسم در مایع فرو می‌رود؛ ولی اگر جرم مخصوص جسم برابر جرم مخصوص مایع باشد، جسم در مایع غوطه‌ور می‌شود.

بنابراین، چنانچه یک توده از الیاف در داخل مایعی قرار گیرد و در آن مایع غوطه‌ور شود، این بدان معناست که جرم مخصوص این الیاف برابر جرم مخصوص مایع می‌باشد. براین اساس برای اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف، از مخلوط دو مایع مخلوط شدنی، یکی با جرم مخصوص بیشتر از آب و دیگری با جرم مخصوص کمتر از آب استفاده می‌شود. در این روش، توده‌ای از الیاف معین در داخل مخلوط دو مایع با حجم‌های مساوی قرار داده می‌شود، در این صورت سه حالت زیر ممکن است اتفاق بیافتد :

۱ــ اگر توده الیاف در داخل مایع مخلوط غوطه‌ور شد، جرم مخصوص لیف با جرم مخصوص مایع مخلوط برابر است.

۲ــ 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.

۳ــ 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 موردنظر با جرم مخصوص مایع مخلوط برابر است.

در هریک از حالات فوق، جرم مخصوص لیف از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

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

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.

۲ــ اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف به روش ستون مایع با جرم مخصوص متغیر : در این روش از مخلوط دو مایع، یکی با جرم مخصوص خیلی کم مثل زایلن (xylon) با جرم مخصوص ۰/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب و دیگری با جرم مخصوص نسبتاً بالا مثل پنتا کلرو اتان (penta chlor ethane) با جرم مخصوص ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری جرم مخصوص الیاف، ابتدا دو مایع در داخل یک لوله شیشه‌ای بلند ریخته می‌شوند، مایع سنگین‌تر در پایین و مایع سبک‌تر در بالا قرار می‌گیرد و در طول ستون مایع مخلوط، به واسطه اختلاط دو مایع یک ستونی از مخلوط دو مایع تشکیل می‌شود که جرم مخصوص ستون مایع از بالا به پایین افزایش می‌یابد. با قرار دادن لیف مورد نظر در داخل این ستون مایع تهیه شده، لیف در ارتفاعی که جرم مخصوص لیف و ستون مایع برابر است غوطه‌ور می‌شود.

برای تعیین جرم مخصوص ستون مایع در ارتفاع‌های مختلف، از گلوله‌های شیشه‌ای توخالی که دارای جرم مخصوص متفاوت هستند استفاده می‌شود. این گلوله‌های شیشه‌ای توخالی که دارای جرم مخصوص معین هستند در داخل ستون مایع قرار می‌گیرند و در ارتفاعی که جرم مخصوص گلوله شیشه‌ای با جرم مخصوص مایع یکسان است غوطه‌ور می‌شوند.

لازم به توضیح است که در تعیین حجم یا جرم مخصوص الیاف به روش‌های فوق باید از مایعاتی استفاده شود که حتی‌الامکان جذب الیاف نشوند. چون اگر از مایعاتی که جذب الیاف می‌شوند استفاده شود، اندازه‌گیری دارای خطا خواهد بود. مهم‌ترین مایعاتی که در دو روش غوطه‌وری و ستون مایع با جرم مخصوص متغیر استفاده می‌شوند عبارتند از نیترو بنزن (Nitrobenzen)، روغن زیتون، تولوئن(toluene)، بنزن (benzene) و تتراکلریدکربن (carbon tetrachloride).

۳ــ۴ــ نکات قابل توجه پیرامون جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف

از آنجا که در تعیین جرم مخصوص الیاف، دو کمیت جرم و حجم شرکت دارند، لذا جرم مخصوص لیف در تعیین نمره و حجم لیف، نمره و حجم نخ، وزن و حجم پارچه حائز اهمیت است. همچنین، سطح مخصوص الیاف در بعضی از رفتارها و عملکردهای الیاف نساجی مؤثر است. بعضی از نکات قابل توجه در زمینه جرم مخصوص و سطح مخصوص الیاف عبارتند از :

۱ــ در تولید یک نخ با نمره معین، اگر از لیف با جرم مخصوص کمتر استفاده شود، حجم نخ افزایش می‌یابد، و برعکس.

۲ــ در بافت یک پارچه معین، با یکسان فرض کردن کلیه شرایط نخ (نمره) و پارچه (طرح بافت و تراکم)، اگر از لیف با جرم مخصوص کمتر استفاده شود، پارچه فشرده‌تر و منافذ آن کمتر خواهد شد و برعکس.

۳ــ کلیه الیاف نساجی به استثنای الیاف پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن در آب فرو می‌روند.

۴ــ سطح مخصوص الیاف ظریف‌تر بیشتر از سطح مخصوص الیاف ضخیم‌تر است.

۵ــ یکی از عوامل تعیین‌کننده فاصله تنظیمات در ماشین‌آلات ریسندگی، جرم مخصوص الیاف نساجی می‌باشد.

۶ــ با افزایش سطح مخصوص، سرعت جذب گاز و مایع الیاف افزایش می‌یابد.

پرسش‌های فصل ۳

۱ــ جرم مخصوص را تعریف و واحد آن را بیان کنید.

۲ــ دو تعریف از سطح مخصوص و واحدهای آنها را بیان کنید.

۳ــ کدامیک از کمیت‌های جرم مخصوص و سطح مخصوص را می‌توان برای شناسایی الیاف به‌کار برد.

۴ــ برای شناسایی الیاف نساجی، آیا می‌توان از کمیت سطح مخصوص استفاده کرد؟ چرا؟

۵ــ افزایش قطر الیاف چه تأثیری در جذب گاز و مایع توسط آنها دارد؟

۶ــ روش‌های تعیین حجم و جرم مخصوص الیاف را نام برده و توضیح دهید.

۷ــ برای تعیین جرم مخصوص یک لیف با جرم حجمی ۱/۳۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب از دو مایع زایلن با جرم حجمی ۰/۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب و پنتاکلرو اتان با جرم مخصوص ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب استفاده شده است.

اگر حجم زایلن مصرفی ۵ سانتی‌مترمکعب باشد، حجم پنتا کلرواتان مصرفی را حساب کنید.

۸ــ برای تعیین جرم حجمی پلی‌پروپیلن، از دو مایع زایلن و پنتاکلرو اتان استفاده می‌شود. حجم مصرفی کدامیک از دو مایع بیشتر است؟ توضیح دهید.

۱> جرم مخصوص پلی‌پروپیلن

۱> جرم مخصوص زایلن

۱< جرم مخصوص پنتاکلرو اتان

فصل ۴

ظرافت الیاف

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱ـ اهمیت ظرافت الیاف نساجی را بیان کند.

۲ـ تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع آنها را توضیح دهد.

۳ـ تعیین ظرافت الیاف براساس جرم طولی آنها را توضیح دهد و واحدهای آن را بیان کند.

۴ـ تعیین ظرافت الیاف از طریق جریان هوا را توضیح دهد.

۵ـ تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی را توضیح دهد.

۶ـ اثرات ظرافت الیاف را بیان کند.

ظرافت الیاف

۴ــ۱ــ تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع الیاف

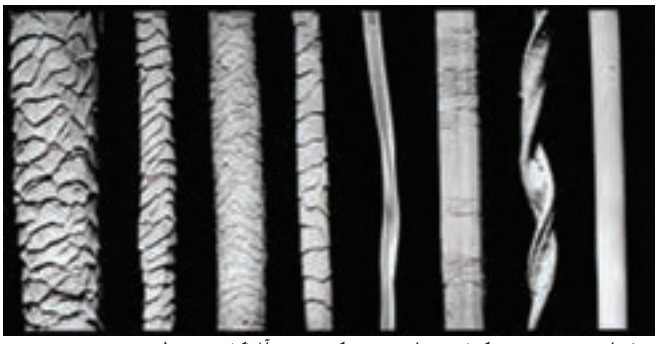
ظرافت لیف نشان‌دهنده مقدار کلفتی و نازکی لیف است. هرچه یک لیف کلفت‌تر، ضخیم‌تر و دارای سطح مقطع بیشتری باشد، این لیف دارای ظرافت کمتری است و برعکس، هرچه یک لیف نازک‌تر، ظریف‌تر و دارای سطح مقطع کمتری باشد، این لیف دارای ظرافت بیشتری است. بطور کلی ظرافت به‌صورت عددی مقدار کلفتی و نازکی یک لیف را نشان می‌دهد.

ظرافت الیاف از جنبه‌های گوناگون، مثل اقتصادی و تجاری، فنی و بهره‌وری تولید، کیفیت و ارزش کالای تولیدی دارای اهمیت بسیار زیادی است. بنابراین، تعیین و دانستن ظرافت الیاف مصرفی در زمان تولید و خرید و فروش الیاف، تولید نخ، پارچه و پوشاک و خرید و فروش کالای نساجی و منسوجات بسیار با اهمیت است.

چون ظرافت الیاف نشان‌دهنده مقدار کلفتی و نازکی مقطع عرضی الیاف است، بنابراین آسان‌ترین روش برای بیان ظرافت الیاف مقدار عددی ضخامت یا کلفتی الیاف یعنی قطر مقطع عرضی آنها می‌باشد. ولی از آنجا که مقطع عرضی همه الیاف نساجی دایره‌ای نبوده و به شکل‌های مختلف بیضوی، دندانه‌دار، لوبیایی، دمبلی و ... می‌تواند باشد، لذا تعریف صحیحی از قطر الیاف برای الیاف با مقطع عرضی غیر دایره‌ای نمی‌توان ارایه نمود. بنابراین، برای سهولت کار با واحد ظرافت الیاف، ظرافت را براساس جرم واحد طول الیاف تعریف کرده و مورد استفاده قرار می‌دهند.

اگر سطح مقطع لیفی دایره‌ای باشد و قطر آن در سراسر طول لیف یکسان باشد، می‌توان قطر لیف را به‌عنوان ظرافت لیف اندازه‌گیری و بیان کرد. الیاف طبیعی به ندرت دارای سطح مقطع دایره‌ای هستند. مثلاً چنانکه در شکل ۴ــ۱ دیده می‌شود، سطح مقطع الیاف پنبه به شکل لوبیا (لوبیایی) یا کلیه (قلوه) است و سطح مقطع الیاف ابریشم به‌صورت مثلث ولی سطح مقطع الیاف پشم بیضوی و نزدیک به دایره بوده ولی در سراسر طول لیف پشم، قطر پشم یکسان نمی‌باشد. اما، پشم بره دارای سطح مقطع دایره‌ای بوده و در سراسر طول آن، قطر لیف چندان تغییر نمی‌کند.

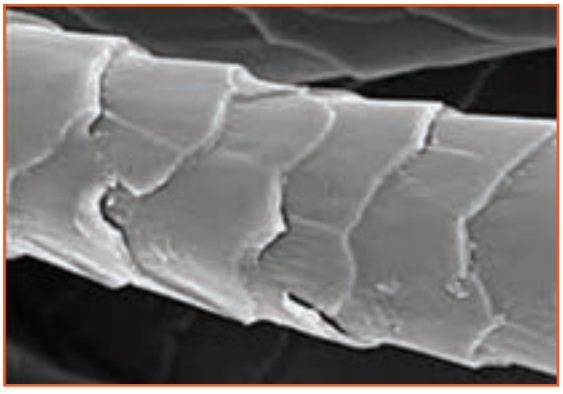
اصولاً سطح مقطع الیاف طبیعی اعم از گیاهی، حیوانی و معدنی چون منشأ طبیعی دارند، بسیار متنوع می‌باشد. مثلاً در مورد پنبه، حتی الیاف روی یک غوزه پنبه نیز دارای یک سطح مقطع یکسان نیستند. اما الیاف مصنوعی چون به‌صورت صنعتی ساخته می‌شوند، می‌توانند طوری تولید شوند که دارای یک سطح مقطع دلخواه باشند. لازم به توضیح است که مصرف‌کنندگان الیاف مصنوعی، شکل سطح مقطع الیاف مورد مصرف خود را به کارخانه‌های الیاف‌سازی سفارش می‌دهند و کارخانه‌های الیاف‌سازی براساس سفارش مصرف‌کنندگان الیاف، سطح مقطع الیاف را در نظر می‌گیرند. با این حال، بیشتر الیاف مصنوعی با سطح مقطع دایره‌ای ساخته می‌شوند.



پلی‌استر پنبه کتان ابریشم کشمیر آلپاکا پشم ظریف پشم ضخیم

منظره طولی بعضی از الیاف

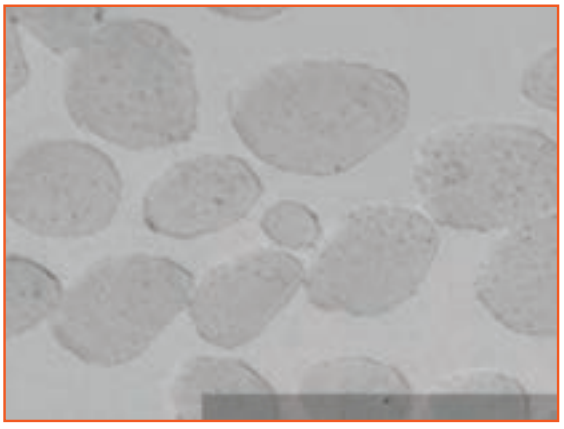
پیله و الیاف ابریشم



فلس‌ها برروی لیف پشم (منظر طولی)

پنبه سریزه لیف مرده لیف فارس لیف رسیده

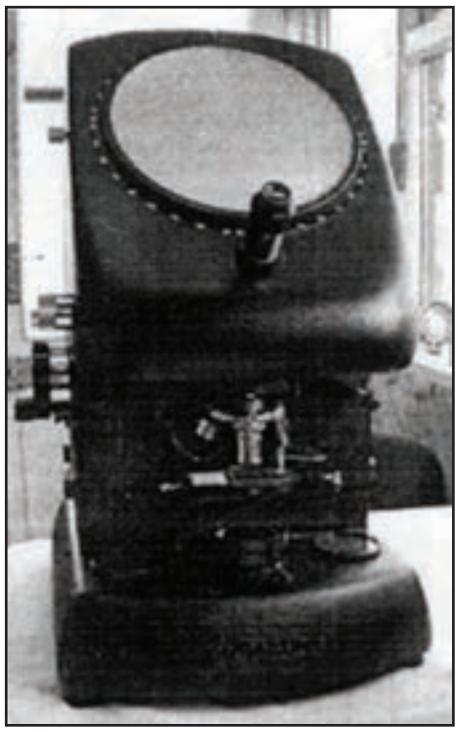
مقطع عرضی لیف پنبه



مقطع عرضی الیاف پشم

پیچ و تاب در طول الیاف پنبه

شکل ۴ــ۱ــ منظر طولی و سطح مقطع عرضی بعضی الیاف طبیعی.



شکل ۴ــ۲ــ میکروسکوپ پروژکتینا

در صورتی‌که الیاف نساجی دارای سطح مقطع دایره‌ای باشند (اعم از الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر و الیاف حیوانی مثل پشم)، برای تعیین قطر این الیاف از میکروسکوپ استفاده می‌شود. از این‌رو، برای اندازه‌گیری قطر این الیاف از میکروسکوپی که دارای صفحه مدرج است و قطر الیاف از روی آن قابل اندازه‌گیری می‌باشد استفاده می‌گردد. میکروسکوپی که دارای صفحه مندرج است و برای اندازه‌گیری قطر الیاف به‌کار می‌رود به میکروسکوپ پروژکتینا معروف است (شکل ۴ــ۲). در تعیین قطر الیاف به‌وسیله میکروسکوپ پروژکتینا، قطر الیاف براساس میکرون (μ) اندازه‌گیری و بیان می‌شود. هر میکرون برابر ۰/۰۰۱ میلی‌متر می‌باشد.

۴ــ۲ــ تعیین ظرافت الیاف از روی جرم طولی الیاف

بیشتر الیاف مورد مصرف در نساجی، به‌ویژه الیاف طبیعی دارای سطح مقطع دایره‌ای نیستند. بنابراین، تعیین ظرافت الیاف از روی قطر آنها برای بیشتر الیاف میسر نیست. اصولاً، امروزه به استثنای الیاف پشم که ظرافت آنها براساس میکرون بیان می‌شود، استفاده از قطر الیاف برای بیان ظرافت آنها معمول نمی‌باشد. روشی که امروزه برای تعیین و بیان ظرافت الیاف (طبیعی و مصنوعی) استفاده می‌شود، روش جرم طولی (جرم واحد طول) الیاف است. در این روش، جرم طول معینی از لیف که به‌عنوان واحد طول درنظر گرفته می‌شود، به‌عنوان ظرافت لیف تعیین و بیان می‌شود.

در بیان ظرافت الیاف به‌وسیله جرم طولی، دو عامل جرم مخصوص و واحد طول تعریف شده را باید دانست. جرم مخصوص لیف که همان جرم حجمی می‌باشد و با ρ نشان داده می‌شود،با واحد گرم بر سانتی‌متر مکعب (g/cm^3) بیان می‌شود. با داشتن جرم مخصوص لیف، جرم لیف از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$m = A \times l \times \rho$$

در رابطه فوق :

m : جرم لیف و برحسب گرم (g)؛

A : سطح مقطع لیف برحسب سانتی‌متر مربع (cm^2)؛

l : طول لیف برحسب سانتی‌متر (cm)؛

ρ: جرم مخصوص لیف برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب (g/cm^3) می‌باشد.

سه واحد مهم ظرافت الیاف که معمولاً در صنعت و تجارت نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از تکس (Tex)، دنیر (Denier) و میکرونر (Micronaire). تکس و دنیر برای کلیه الیاف نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی میکرونر معمولاً فقط برای بیان ظرافت الیاف پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعریف واحدهای تکس،دنیر و میکرونر به‌صورت زیر می‌باشد :

ــ **تکس** : عبارت است از جرم ۱۰۰۰ متر (یک کیلومتر) از لیف یا نخ برحسب گرم که با tex نشان داده می‌شود. در نمره‌گذاری

تکس، واحد طول ۱۰۰۰ متر یا ۱۰۰,۰۰۰ سانتی‌متر است.

ــ **دنیر** : عبارت است از جرم ۹۰۰۰ متر (نه کیلومتر) از لیف یا نخ برحسب گرم که با den نشان داده می‌شود. در نمره‌گذاری دنیر، واحد طول ۹۰۰۰ متر یا ۹۰۰,۰۰۰ سانتی‌متر است.

ــ **میکرونر** : عبارت است از جرم یک اینچ از لیف برحسب میکروگرم (µg). میکرونر را با Mi نشان می‌دهند واحد آن میکروگرم بر اینچ (µg/in) است.

چنانکه اشاره شده است، معمولاً در سراسر جهان برای بیان ظرافت الیاف پنبه از واحد میکرونر استفاده می‌شود.

برای بیان ظرافت الیاف با استفاده از واحد تکس معمولاً از اجزای این واحد یعنی دسی‌تکس (dtex) و میلی‌تکس (mtex) استفاده می‌شود. چون معمولاً از واحد تکس برای بیان نمره یا ظرافت نخ استفاده می‌شود و نخ نیز در مقایسه با لیف بسیار ضخیم‌تر می‌باشد، لذا در بیان ظرافت الیاف با واحد تکس با اعداد بسیار کوچک مواجه خواهیم شد. از این‌رو برای سهولت کار کردن با اعداد، در بیان ظرافت الیاف از واحد کوچک‌تر در نمره‌گذاری تکس یعنی دسی‌تکس و میلی‌تکس استفاده می‌شود. هر دسی‌تکس ۰/۱ تکس و هر میلی‌تکس ۰/۰۰۱ تکس است.

لازم به توضیح است که برای بیان نمره رشته‌های ضخیم‌تر و سنگین‌تر مواد نساجی مثل فتیله‌های الیاف، از واحدهای بزرگ‌تر در نمره‌گذاری تکس، یعنی کیلوتکس (ktex) استفاده می‌شود. تعاریف دسی‌تکس، میلی‌تکس و کیلوتکس به‌صورت زیر می‌باشد :

ــ دسی‌تکس (dtex) : عبارت است از جرم ۱۰۰۰۰ متر (۱۰ کیلومتر) لیف برحسب گرم.

ــ میلی‌تکس (mtex) : عبارت است از جرم ۱۰۰۰۰۰۰۰ متر (هزار کیلومتر) لیف برحسب گرم.

ــ کیلوتکس (ktex) : عبارت است از جرم ۱ متر فتیله برحسب گرم.

واحدهای تکس، دسی‌تکس، میلی‌تکس، دنیر و میکرونر با یکدیگر ارتباط دارند و به یکدیگر قابل تبدیل هستند. یعنی با داشتن ظرافت یک لیف برحسب یکی از واحدهای فوق، ظرافت این لیف را می‌توان برحسب واحدهای دیگر حساب کرد. واحدهای مختلف ظرافت الیاف، براساس روابط زیر به یکدیگر قابل تبدیل هستند :

$$dtex = ۱۰ \times tex$$

$$mtex = ۱۰۰۰ \times tex$$

$$mtex = \frac{۱۰۰۰}{۹} \times den$$

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$$

$$dtex = ۹ \times tex$$

$$Mi = ۲/۵۴ \times dtex$$

$$Mi = ۲۵۴ \times mtex$$

$$Mi = ۲/۸۲ \times den$$

مثال ۴ــ۱ــ نمره یک نخ فیلامنتی ۱۰۰ دنیر است. نمره این نخ را برحسب تکس و دسی‌تکس حساب کنید.

حل :

هر دنیر ۹ برابر تکس است. یعنی

$$tex = \frac{den}{۹}$$

$$tex = \frac{۱۰۰}{۹} \longrightarrow \boxed{tex = ۱۱/۱۲}$$

برای تعیین dtex هم می‌توان از رابطه dtex = ۱۰× tex استفاده کرد و هم $dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$:

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$$

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times ۱۰۰ \longrightarrow \boxed{dtex = ۱۱۱/۱۲}$$

مثال۴ــ۲ــ یک نخ فیلامنتی با نمره ۱۰۵ دنیر دارای ۷۰ فیلامنت است. نمره هر فیلامنت را برحسب دنیر و دسی‌تکس حساب کنید.

حل :

نمره هر فیلامنت برحسب دنیر، از تقسیم نمره دنیر نخ بر تعداد فیلامنت‌های تشکیل‌دهنده نخ حساب می‌شود. یعنی :

$$den_{\text{لیف}} = \frac{den_{\text{نخ}}}{\text{تعداد نخ}}$$

$$den_{\text{لیف}} = \frac{۱۰۵}{۷۰} \longrightarrow \boxed{den_{\text{لیف}} = ۱/۵}$$

نمره هر لیف برحسب دسی‌تکس، از روی نمره دنیر لیف و به‌صورت زیر حساب می‌شود :

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$$

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times ۱/۵$$

$$dtex = ۱/۷$$

مثال ۴ــ۳ــ نخی با نمره ۱۰۰ دنیر بر روی یک بوبین پیچیده شده است. اگر وزن نخ روی بوبین ۳/۵ کیلوگرم باشد، طول نخ روی بوبین چند کیلومتر است؟

حل :

طبق تعریف، دنیر عبارت است از جرم ۹۰۰۰ متر (۹ کیلومتر) لیف یا نخ برحسب گرم. با توجه به این تعریف و داده‌های مثال، تناسب ساده زیر را می‌توان نوشت و طول نخ روی بوبین را حساب کرد :

	طول (km)	جرم (g)
نخ	۹	۱۰۰g
بوبین	L	۳۵۰۰g

$$\text{طول نخ روی بوبین} = L = \frac{۳۵۰۰ \times ۹}{۱۰۰}$$

$$\boxed{L = ۳۱۵Km}$$

مثال ۴ــ۴ــ نمره یک لیف پنبه ۱/۵ دنیر است. نمره آن را برحسب میکرونر و میلی‌تکس حساب کنید.

حل :

با استفاده از روابط بین دنیر و میکرونر و دنیر و میلی‌تکس می‌توان نمره لیف را برحسب میکرونر

$$Mi = ۲/۸۲ \times den$$

$$Mi = ۲/۸۲ \times ۱/۵$$

$$\boxed{Mi = ۴/۲۴}$$

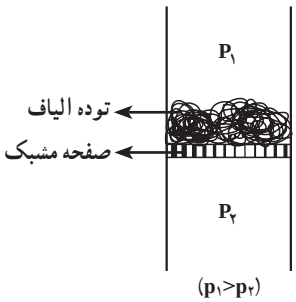
$$mtex = \frac{۱۰۰۰}{۹} \times den$$

$$mtex = \frac{۱۰۰۰}{۹} \times ۱/۵$$

$$mtex = ۱۶۶/۷$$

۴ــ۳ــ تعیین ظرافت الیاف به روش جریان هوا

روش‌های مختلفی که برای تعیین ظرافت الیاف وجود دارند و تاکنون به دو روش یعنی تعیین قطر لیف و جرم طولی لیف اشاره شده است، بسیار زمان‌بر و پرزحمت هستند. بنابراین تلاش‌های فراوانی انجام شده است تا روشی آسان و پرسرعت به منظور تعیین ظرافت الیاف ابداع شود. یکی از روش‌های بسیار موفقیت‌آمیز برای تعیین ظرافت الیاف، بهره‌گیری از جریان هوا می‌باشد. در این روش که معمولاً برای تعیین ظرافت الیاف پنبه استفاده می‌شود، از ایجاد اختلاف فشار در دو طرف یک توده الیاف با وزن معین، و اندازه‌گیری سرعت جریان هوای عبوری از بین توده الیاف، برای تعیین ظرافت الیاف بهره گرفته می‌شود. با توجه به شکل ۴ــ۳ سیلندری را در نظر می‌گیریم به ارتفاع حدود ۲۵ میلی‌متر و با قطر ۲۵ میلی‌متر که در وسط دارای صفحه مشبکی باشد و روی صفحه مشبک توده‌ای الیاف با وزن معین (مثلاً ۳/۵ گرم) قرار می‌دهیم. اگر فشار سیلندر در بالای توده الیاف $P_۱$ و فشار سیلندر در پایین صفحه مشبک $P_۲$ و $P_۱$ بیشتر از $P_۲$ باشد ($P_۱ > P_۲$)، آنگاه هوا از قسمت بالای سیلندر و از داخل توده الیاف عبور کرده و به سمت پایین سیلندر جریان می‌یابد و سرعت جریان هوا از بالا به پایین بستگی به سطح مخصوص الیاف دارد نه به جرم طولی الیاف.



شکل ۴ــ۳ــ اصول اندازه‌گیری ظرافت الیاف به روش جریان هوا

اگر فرض کنیم Q سرعت جریان هوا از میان توده الیاف و S سطح مخصوص الیاف باشد، تناسب زیر بین Q و S برقرار است :

$$Q \propto \frac{۱}{S^۲}$$

یعنی سرعت جریان هوا (Q) با عکس توان دوم (مجذور) سطح مخصوص ($\frac{۱}{S^۲}$) متناسب است. این بدان معناست که با افزایش سطح مخصوص، سرعت جریان هوا از میان توده الیاف کمتر می‌شود. بنابراین اندازه‌گیری سرعت جریان هوا (Q) می‌تواند سنجشی باشد برای ظرافت الیاف موجود در توده. شایان توجه است که در الیاف، سطح مخصوص الیاف با قطر آنها نسبت عکس دارد. یعنی بین سطح مخصوص (S) الیاف و قطر الیاف (D) تناسب زیر برقرار است :

$$S \propto \frac{۱}{D}$$

یعنی با کوچک شدن قطر (D) لیف، سطح مخصوص (S) بیشتر می‌شود، به تعبیری سطح مخصوص الیاف ظریف‌تر بیشتر از سطح مخصوص الیاف ضخیم‌تر است. لذا با توجه به مطالب مذکور می‌توان دو عبارت زیر را نوشت :

۱ــ با افزایش ظرافت لیف (کم شدن قطر لیف (D))؛ سطح مخصوص لیف (S) افزایش می‌یابد.

۲ــ با افزایش سطح مخصوص لیف (S)؛ سرعت جریان هوا (Q) از میان توده الیاف کمتر می‌شود.

با توجه به دو عبارت فوق می‌توان نتیجه گرفت که با ظریف‌تر شدن لیف یا کم شدن قطر لیف، سرعت جریان هوا (Q) از داخل توده الیاف کمتر می‌شود.

شکل ۴ــ۴ اجزای دستگاه میکرونر را به‌صورت ترسیمی نشان می‌دهد. دستگاه میکرونر، دستگاهی است که برای تعیین ظرافت

الیاف به روش جریان هوا به‌کار می‌رود. چنانکه از روی شکل ۴ــ۴ دیده می‌شود، در دستگاه میکرونر هوا از سمت چپ و از طریق لوله هوا وارد فیلتر هوا می‌شود و پس از عبور از شیر V_1و کنترل پدالی، از شیر V_2 عبور می‌کند.

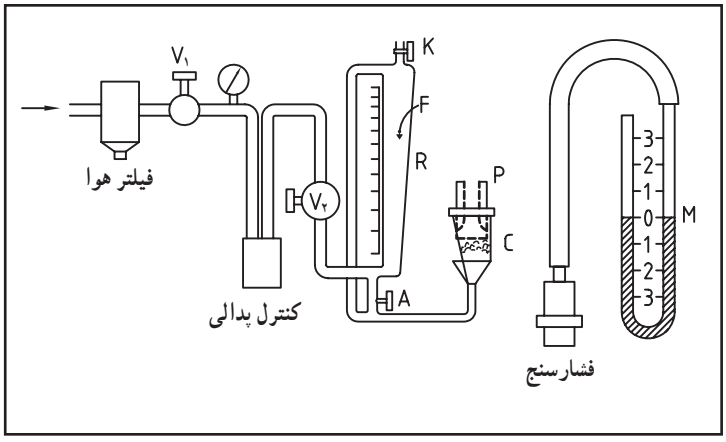
لوله هوا بعد از شیر V_2 دو شاخه می‌شود. شاخه پایینی لوله هوا به زیر استوانه‌ای متصل است که توده‌ای از الیاف با وزن معین در آن قرار داده شده است و هوا می‌تواند از آن عبور کند. شاخه بالایی لوله هوا مدرج بوده و یک شناور در داخل آن وجود دارد. ارتفاع شناور در شاخه بالایی لوله هوا، بستگی به فشار هوای داخل این لوله دارد و از سوی دیگر، مقدار فشار هوای داخل شاخه بالایی لوله هوا بستگی به سرعت جریان هوای عبوری از داخل توده الیاف داخل استوانه دارد. ارتباط بین عوامل مختلف در دو شاخه لوله دستگاه میکرونر را می‌توان در عبارات زیر خلاصه کرد :

۱ــ با ظریف‌تر شدن الیاف داخل توده الیاف، سرعت جریان هوا از داخل توده الیاف کم می‌شود.

۲ــ با کم شدن جریان هوا از داخل توده الیاف، فشار هوا در شاخه بالایی لوله زیاد می‌شود.

۳ــ با زیاد شدن فشار هوا در داخل شاخه بالایی لوله هوا، شناور داخل آن بالاتر می‌رود.

با توجه به عبارات فوق، با تغییر ظرافت الیاف، ارتفاع شناور در داخل لوله مدرج تغییر کرده و از روی ارتفاع شناور در داخل لوله مدرج می‌توانیم پی به ظرافت الیاف ببریم. لازم به توضیح است که درجه‌بندی لوله مدرج در دستگاه میکرونر براساس ظرافت و واحد میکروگرم بر اینچ می‌باشد. در این دستگاه، هرچه ظرافت الیاف بیشتر باشد یا قطر الیاف کمتر باشد، شناور در ارتفاع بالاتری قرار می‌گیرد.



شکل ۴ــ۴ــ دستگاه میکرونر برای اندازه‌گیری ظرافت الیاف به روش جریان هوا

۴ــ۴ــ تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی

یکی از روش‌های تعیین ظرافت الیاف روش ارتعاشی است که به وسیله دستگاهی به نام ویبروسکوپ (Vibroscope) انجام می‌شود. هرگاه نایکنواختی در سطح مقطع لیف مانع از اندازه‌گیری قطر لیف به عنوان ظرافت شود، تعیین ظرافت به روش ارتعاشی، روش مناسبی است.

روش ارتعاشی، برای تعیین ظرافت الیاف پنبه روش مناسبی نیست. چون ظرافت الیاف پنبه در یک نمونه معین دارای تنوع فراوانی است. از این‌رو، عموماً برای تعیین ظرافت الیاف مصنوعی، از روش ارتعاشی استفاده می‌شود.

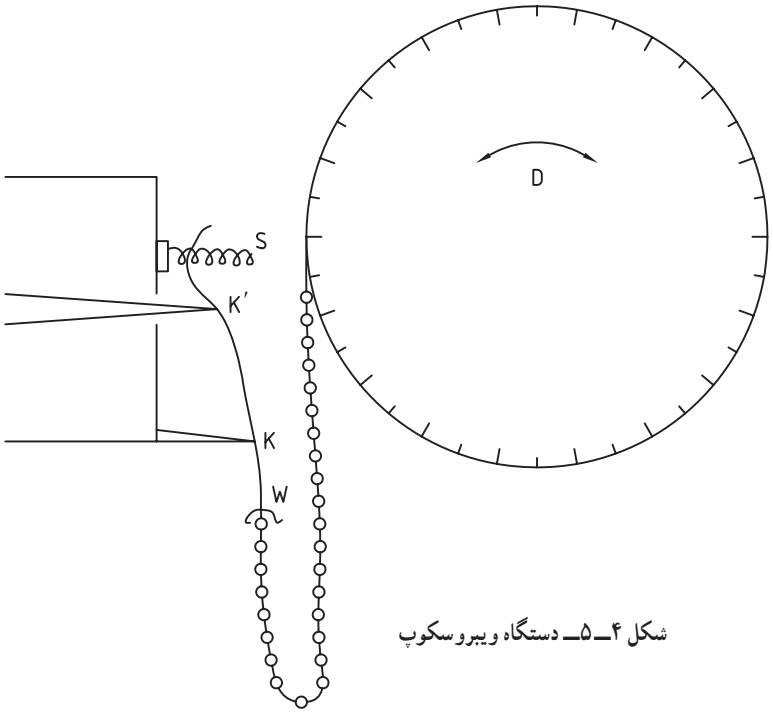
اساس تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی بر این واقعیت فیزیکی استوار است که، هرگاه یک رشته انعطاف‌پذیر مثل یک لیف با طول l و جرم واحد طول m و با کشش T تحت نوسان قرار گیرد، این رشته با فرکانس نوسان وارد شده به ارتعاش درمی‌آید، و دامنه

ارتعاش رشته زمانی حداکثر است که فرکانس نوسان وارد شده برابر فرکانس طبیعی (f) رشته مورد نظر باشد. به فرکانس طبیعی رشته، فرکانس تشدید یا فرکانس رزونانس (resonance) می‌گویند. فرکانس طبیعی (f) یک رشته با طول l، جرم واحد طول m و کشش T، مطابق تناسب زیر با یکدیگر ارتباط دارند :

$$f \propto \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}} \quad \text{(الف)} \qquad m \propto T\left(\frac{1}{2lf}\right)^2 \quad \text{(ب)}$$

نمای ترسیمی یک دستگاه ویبروسکوپ در شکل ۴ــ۵ نشان داده شده است. در این شکل نمونه لیف بین دو گیره فنری s و w گرفته شده و در بین تیغه‌های k و k' تحت وزن زنجیری که یک سر آن به گیره فنری w و سر دیگر آن بر روی استوانه مدرج D متصل است، تحت کشش می‌باشد. تیغه‌ها به فاصله ۲ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند و تیغه k' در جهت عمود بر نمونه لیف و با فرکانس ثابت ۱/۶۴ کیلوهرتز (۱۶۴۰ نوسان در ثانیه) نوسان کرده و نمونه لیف را به ارتعاش درمی‌آورد. در این دستگاه، برای تعیین ظرافت لیف، فرکانس طبیعی لیف که همان فرکانس تشدید لیف می‌باشد اندازه‌گیری می‌شود. برای این منظور، پس از شروع نوسان تیغه k'، استوانه مدرج چرخانده می‌شود تا طول زنجیر آویزان شده و در نتیجه وزن یا کشش وارد شده به نمونه لیف تغییر نموده تا فرکانس ارتعاش لیف به فرکانس تشدید لیف برسد. برای تعیین فرکانس تشدید لیف از یک میکروسکوپ برای مشاهده لیف در حال ارتعاش استفاده می‌شود. هرگاه دامنه نوسان ارتعاش لیف به حداکثر رسید، یعنی ارتعاش لیف در حالت *تشدید* (رزونانس) می‌باشد. در این صورت، کشش (T) لیف از روی استوانه مدرج یادداشت می‌گردد. با یافتن کشش (T) لیف و با داشتن طول (l) لیف و فرکانس تشدید (f) لیف، از رابطه (ب)، جرم واحد طول (m) لیف تعیین می‌شود. با یافتن جرم واحد طول (m) لیف، می‌توانیم ظرافت لیف را برحسب واحدهای مختلف حساب کنیم.

لازم به توضیح است که دستگاه‌های ویبروسکوپی که برای تعیین ظرافت الیاف نساجی ساخته می‌شوند، ممکن است تفاوت‌هایی با هم داشته باشند، ولی اصول کار همه آنها یکسان است. مثلاً، در بعضی از دستگاه‌های ویبروسکوپ ممکن است به جای تغییر در کشش (T) لیف، از تغییر در فرکانس نوسان وارد شده به لیف استفاده شود. در این نوع ویبروسکوپ برای اعمال کشش به لیف از یک



شکل ۴ــ۵ــ دستگاه ویبروسکوپ

وزنه استفاده می‌شود. باید توجه داشت که در این نوع ویبروسکوپ، کشش وارده به‌وسیله وزنه دارای محدوده معینی می‌باشد، چون وزنه‌های بزرگ ممکن است باعث تغییرات فیزیکی ناخواسته یا پارگی در نمونه لیف گردند.

۴ــ۵ــ اثرات ظرافت الیاف

ظرافت الیاف از جهات مختلف اهمیت دارد. چنانکه قبلاً اشاره شده است، ظرافت الیاف مصنوعی را می‌توان پیش از تولید و براساس نوع مصرف تعیین کرده و این الیاف را براساس ظرافت از پیش تعیین شده تولید کرد. اما، ظرافت الیافی چون پشم و پنبه که منشأ طبیعی دارند، متغیر می‌باشد و از یک نژاد به نژاد دیگر یا از یک گله به گله دیگر، از یک مزرعه به مزرعه دیگر یا از یک گوسفند به گوسفند دیگر، یا حتی پشم‌های بخش‌های مختلف اندام یک گوسفند یا الیاف داخل یک غوزه پنبه از نظر ظرافت با یکدیگر متفاوت هستند. اهمیت ظرافت الیاف را می‌توان از جنبه‌های مختلف مثل بهره‌وری در تولید، خواص مکانیکی و فیزیکی الیاف و محصولات نساجی، قیمت و ارزش تجاری، جذب رطوبت و رنگ در نظر گرفت. قابل توجه است که در الیاف پشم، هرچه دوره چیدن پشم کوتاه‌تر باشد، ظرافت پشم بیشتر است. یعنی هرچه طول الیاف پشم کمتر باشد، قطر الیاف کمتر یعنی ظرافت پشم بیشتر می‌باشد. اما، در الیاف پنبه هرچه طول الیاف بیشتر باشد، ظرافت الیاف بیشتر است.

بعضی نکات مهم و قابل توجه در ارتباط با ظرافت الیاف عبارت‌اند از :

۱ــ اثر ظرافت الیاف بر تاب نخ : هرچه الیاف ظریف‌تر باشند، سطح مخصوص آنها بیشتر شده، لذا برای ایجاد یک مقاومت معین در نخ، می‌توان تاب نخ را کاهش داد. در این صورت با افزایش ظرافت الیاف، تاب نخ را می‌توان کاهش داد و در نتیجه بهره‌وری در ریسندگی، به ویژه در ماشین رینگ افزایش می‌یابد.

۲ــ اثر ظرافت الیاف بر مقاومت نخ : با افزایش ظرافت الیاف و ثابت ماندن مقدار تاب، مقاومت نخ افزایش می‌یابد. در این صورت اگر برای یک نخ معین، از الیاف ظریف‌تر استفاده شود، می‌توان از ضریب تاب کمتری استفاده کرد.

۳ــ اثر ظرافت الیاف بر میزان و سرعت جذب رطوبت و مواد رنگزا : با افزایش ظرافت الیاف و در نتیجه افزایش سطح مخصوص الیاف، سطحی از لیف که در معرض محیط بیرون قرار می‌گیرد بیشتر شده، و در نهایت منجر به افزایش سرعت جذب رطوبت و مواد از محیط خواهد شد. در این‌صورت، با افزایش ظرافت الیاف، سرعت جذب رنگ در حمام رنگرزی افزایش می‌یابد و در نتیجه زمان رمق‌کشی در حمام رنگ کاهش خواهد یافت.

۴ــ اثر ظرافت الیاف بر یکنواختی نخ : برای تهیه یک نخ با نمره معین، در صورتی که از الیاف ظریف‌تر استفاده شود، آنگاه تعداد الیاف در سطح مقطع باید بیشتر باشد. بنابراین، در صورت استفاده از الیاف ظریف‌تر، اگر در حین ریسندگی مثلاً تعداد چند لیف از رشته الیاف مورد نیاز برای تولید نخ جدا شود، نسبت تعداد الیاف جدا شده به تعداد کل الیاف در سطح مقطع نخ کمتر از حالتی خواهد بود که از الیاف ضخیم استفاده می‌شود. در این‌صورت نخ یکنواخت‌تر و یکدست‌تر خواهد بود.

۵ــ اثر ظرافت الیاف بر سختی پیچشی الیاف : ثابت شده است که با ظریف‌تر شدن الیاف، مقاومت آنها در مقابل پیچش و تاب خوردن کاهش می‌یابد. بنابراین، هرچه لیف ظریف‌تر می‌شود، سختی پیچشی آن کاهش می‌یابد، و در نتیجه نخ تهیه شده از آن دارای انعطاف‌پذیری بیشتری بوده و پارچه حاصل نیز دارای انعطاف‌پذیری بیشتری خواهد بود.

۶ــ اثر ظرافت الیاف بر انعکاس نور و جلای الیاف، نخ و پارچه : با افزایش ظرافت الیاف، سطح مخصوص الیاف و سطوح انعکاس نور آنها افزایش می‌یابد، در نتیجه انعکاس نور و جلای الیاف، نخ و پارچه نیز افزایش خواهد یافت.

پرسش‌های فصل ۴

۱ــ ظرافت را تعریف کنید و روش‌های تعیین ظرافت را نام ببرید.

۲ــ چرا نمی‌توان قطر سطح مقطع عرضی را به‌عنوان ظرافت همه الیاف بیان کرد؟

۳ــ قطر سطح مقطع عرضی الیاف به چه روشی اندازه‌گیری می‌شود؟

۴ــ مقطع عرضی کدامیک از الیاف پنبه، پشم و پلی‌استر یکدست‌تر است؟چرا؟

۵ــ میکروسکوپ پروژکتینا چه میکروسکوپی است و یکی از استفاده‌های آن در نساجی را بنویسید.

۶ــ واحدهای تکس، دنیر و میکرونر را تعریف کنید.

۷ــ نمره یک لیف ۱/۷ دنیر است. نمره این لیف را برحسب تکس، میلی‌تکس، دسی‌تکس و میکرونر حساب کنید.

۸ــ از یک لیف با نمره ۱/۵ دنیر، نخی با نمره ۲۰ تکس ریسیده می‌شود. تعداد الیاف در سطح مقطع نخ را حساب کنید.

۹ــ سرعت جریان هوا در کدامیک از توده‌های الیاف ۱/۵ دنیری و ۳ دنیری بیشتر است؟ چرا؟

۱۰ــ روش ارتعاشی معمولاً برای تعیین ظرافت چه نوع الیافی به‌کار می‌رود؟

۱۱ــ اصول کار دستگاه ویبروسکوپ را توضیح دهید.

۱۲ــ فرکانس طبیعی نوسان یک لیف، چه نوع فرکانسی است؟

۱۳ــ دو لیف با سطح مقطع عرضی و طول یکسان یکی از جنس پلی‌پروپیلن و دیگری از جنس پلی‌استر، تحت کشش یکسان T به‌وسیله دستگاه ویبروسکوپ تحت آزمایش قرار می‌گیرند. فرکانس طبیعی کدامیک از این الیاف بیشتر است؟

(جرم مخصوص پلی‌استر > ۱ > جرم مخصوص پلی‌پروپیلن)

فصل ۵

تجمع الیاف

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱ـ تجمع را تعریف کرده و اهمیت تجمع الیاف را توضیح دهد.

۲ـ روش‌های تعیین مقدار تجمع الیاف را توضیح دهد.

۳ـ شکل و پایداری تجمع در الیاف را توضیح دهد.

تجعد الیاف

۵ــ۱ــ اهمیت تجعد در الیاف

یکی از ویژگی‌های مهم الیاف کوتاه (در محدوده طول پنبه) و الیاف بلند (در محدوده طول پشم) تجعد می‌باشد، و اهمیت تجعد در مباحث مربوط به طول الیاف قابل توجه بوده و غیر قابل چشم‌پوشی است. تجعد الیاف نساجی که نشان‌دهنده میزان فروموج الیاف است، از دو منظر کلی زیر با اهمیت است :

۱ــ تأثیر تجعد الیاف بر کیفیت عملیات ماشین‌آلات خط ریسندگی.

۲ــ تأثیر تجعد الیاف بر کیفیت محصولات نظیر نخ، پارچه و لباس.

برخی از نکات مهم در ارتباط با تجعد الیاف و تأثیر آن بر کیفیت تولید و محصولات نساجی به‌صورت زیر می‌باشند :

۳ــ تجعد الیاف سبب می‌شود تا چسبندگی و پیوستگی الیاف تحت فشارهای کوچک افزایش یابد.

۴ــ تجعد الیاف موجب پیوستگی تار عنکبوتی در ماشین کارد و در نتیجه افزایش بهره‌وری این ماشین می‌شود.

۵ــ تجعد، باعث کاهش میزان آزاد شدن الیاف از دسته الیاف در حال عملیات در ماشین‌های ریسندگی و در نتیجه کاهش الیاف آزاد در فضای سالن‌های ریسندگی و کاهش آلودگی می‌شود.

ــ تجعد تعیین‌کننده میزان پرز و پرزدار بودن نخ می‌باشد.

ــ تجعد الیاف موجب افزایش تمایل محصولات نساجی به حجیم شدن گشته و معمولاً با افزایش تجعد الیاف، حجم مخصوص نخ و پارچه افزایش می‌یابد.

الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم که منشأ طبیعی دارند، به‌طور ذاتی مجعد بوده و دارای فروموج می‌باشند، ولی الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر، پلی‌پروپیلن و اکریلیک در هنگام تولید و به‌وسیله حرارت و فشار به‌صورت مجعد درمی‌آیند. در ایجاد تجعد و فروموج در الیاف مصنوعی، باید توجه داشت که میزان تجعد در محدوده معینی باشد. چون اگر تجعد الیاف کمتر از میزان توصیه شده باشد، ممکن است منجر به مشکلاتی از قبیل چسبیدن الیاف لایه‌های مجاور در هنگام باز شدن بالش، پارگی تار عنکبوتی در ماشین کارد و همچنین به علت چسبندگی کم بین الیاف موجب غلتک پیچی در ماشین‌های ریسندگی گردد. از طرف دیگر، اگر تجعد الیاف بیش از حد معمول باشد، مشکلاتی مثل افزایش نپ الیاف را به همراه دارد.

۵ــ۲ــ مقدار تجعد در الیاف

مقدار تجعد و فروموج الیاف به دو روش زیر تعریف می‌گردد :

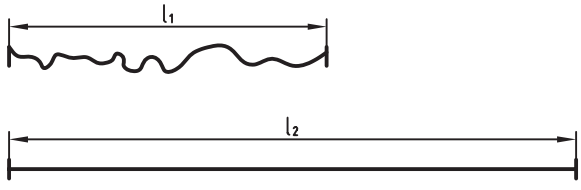
۱ــ روش شمارش : در این روش تعداد جعد یا موج لیف در واحد طول آن، مثلاً تعداد موج لیف در یک سانتی‌متر یا یک اینچ از طول لیف به‌عنوان مقدار تجعد در نظر گرفته می‌شود.

۲ــ روش افزایش طول : در این روش درصد افزایش طول لیف وقتی که لیف کشیده می‌شود تا فروموج آن از بین رفته و

لیف به‌صورت مستقیم درمی‌آید، به‌عنوان مقدار تجعد در نظر گرفته می‌شود.

لازم به توضیح است که برای تعیین تجعد لیف به روش افزایش طول لیف، باید توجه داشت تا کشش وارد شده به لیف باید در حدی باشد که لیف مستقیم شده و فروموج آن از بین رفته باشد، و بعد از مستقیم شدن لیف و از بین رفتن فروموج، هیچ کشش اضافه‌ای به لیف وارد نشود.

در تعیین مقدار تجعد الیاف به روش «شمارش»، کافی است تعداد موج لیف در واحد طول شمارش شود. در این روش واحد تجعد، تعداد موج در واحد طول مثلاً ۲۲ تجعد در سانتی‌متر یا ۳۸ تجعد در اینچ می‌باشد. اما، در تعیین مقدار تجعد به روش «افزایش طول»، با توجه به شکل ۵ــ۱ اگر طول لیف مجعد l_1 باشد و پس از اعمال کشش و مستقیم شدن لیف، طول لیف l_2 باشد،



شکل ۵ــ۱ــ طول لیف در حالت‌های مجعد و مستقیم شده

مقدار تجعد لیف (C) از رابطه روبه‌رو به‌دست می‌آید :

$$C = L_2 - l_1$$

و درصد تجعد لیف از رابطه روبه‌روحساب می‌شود :

$$\%C = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \times ۱۰۰$$

۵ــ۳ــ شکل و پایداری تجعد در الیاف

فروموج و تجعد در الیاف از نظر شکل ظاهری و فاصله دو موج متوالی یکسان نبوده و انحنا و تراکم تجعد در طول لیف متنوع و متغیر می‌باشد. مثلاً در الیاف پشم که تجعد در آنها به دلیل شرایط فیزیکی و شیمیایی خاص لایه‌های مختلف لیف می‌باشد، شکل تجعد این لیف به‌صورت مارپیچی است. اما، تجعد در الیاف مصنوعی به‌صورت مکانیکی و با استفاده از حرارت و فشار به‌وسیله ابزارهای مکانیکی انجام می‌شود و شکل تجعد در این الیاف، به نوع فشار و شکل ابزار ویژه ایجاد فروموج که به کریمپر (Crimper) معروف است بستگی دارد. در بعضی از الیاف مصنوعی مثل ویسکوز ریون، به‌خاطر وجود پوسته غیر متقارن، فروموج دائمی در ساختمان لیف ایجاد می‌گردد. در صنعت برای ایجاد فروموج و تجعد در الیاف اکریلیک، به‌وسیله عملیاتی مثل کشیدن الیاف از روی تیغه‌های فلزی، پوسته یا سطح لیف در سراسر لیف نامتقارن شده و همین عدم تقارن در سطح لیف سبب فروموج و تجعد در سراسر لیف می‌شود.

مقدار و کیفیت حالت کشسانی تجعد در الیاف، بسیار متنوع می‌باشد. تجعد الیاف پشم از کشسانی بسیار بالایی برخوردار است، همین‌طور در الیاف مصنوعی که تجعد ایجاد شده در آنها با عملیات حرارتی به‌خوبی تثبیت شده باشد، حالت کشسانی تجعد مناسب است. پایداری و ماندگاری حالت کشسانی تجعد در الیاف سبب می‌شود تا نرمی و حجیم بودن نخ ها و پارچه‌های تهیه شده از آنها به مدت طولانی حفظ شود. اما فروموج و تجعدی که به‌صورت مکانیکی در الیاف بازیافته ایجاد می‌شود، دائمی و پایدار نبوده، و به مرور زمان و طی عملیاتی که بر روی الیاف در ریسندگی انجام می‌شود، تجعد ایجاد شده در این الیاف از بین می‌رود. ولی اگر تجعد با تغییر در ساختمان داخلی این الیاف ایجاد شده باشد، حتی اگر این تجعد در جریان عملیات ریسندگی از بین برود، ولی در طی عملیات حرارتی مرطوب نظیر برخی عملیات تکمیل و رنگرزی، تجعد از دست رفته مجدداً در لیف احیا می‌شود.

پرسش‌های فصل ۵

۱ــ تجعد را تعریف کنید.

۲ــ تأثیرات کلی تجعد الیاف را بیان نمایید.

۳ــ تأثیرات تجعد الیاف بر کیفیت تولید و محصول را بیان نمایید.

۴ــ تفاوت بین تجعد الیاف طبیعی و مصنوعی را بیان نمایید.

۵ــ اثرات تجعد بیشتر و کمتر از حد معمول را بنویسید.

۶ــ دو تعریف مقدار تجعد الیاف را بیان نمایید.

۷ــ طول یک لیف در حالت معمولی ۲۵ میلی‌متر و در حالت کشیده شده ۳۷/۵ میلی‌متر است. درصد تجعد این لیف را حساب کنید.

۸ــ شکل تجعد الیاف مصنوعی و طبیعی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند.

۹ــ یک روش ایجاد فروموج در الیاف اکریلیک را بیان کنید.

۱۰ــ تفاوت بین تجعد ایجاد شده به روش مکانیکی و تجعد ایجاد شده با تغییر در ساختمان داخلی الیاف بازیافته را توضیح دهید.

فصل ۶

خواص نوری الیاف

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱ـ اهمیت خواص نوری الیاف را بیان کند.

۲ـ رفتار الیاف در مقابل تابش نور را توضیح دهد.

۳ـ جلای الیاف را تعریف کرده و دلایل و اثرات آن را توضیح دهد.

۴ـ مطالعه ساختمان الیاف از روی رفتار آن‌ها در مقابل نور را توضیح دهد.

خواص نوری الیاف

۶ــ۱ــ اهمیت خواص نوری الیاف

خواص نوری الیاف نساجی یکی از ویژگی‌های مهم الیاف نساجی است که علاوه بر تأثیر در زیبایی و کیفیت بصری محصولات نساجی از نظر فنی و کاربرد منسوجات حائز اهمیت می‌باشد. خواص نوری الیاف علاوه بر اینکه در مصرف منسوجات به‌عنوان پوشاک اهمیت دارد، در کاربرد محصولات نساجی به عنوان منسوجات با مصارف ویژه مثل منسوجات صنعتی قابل توجه است.

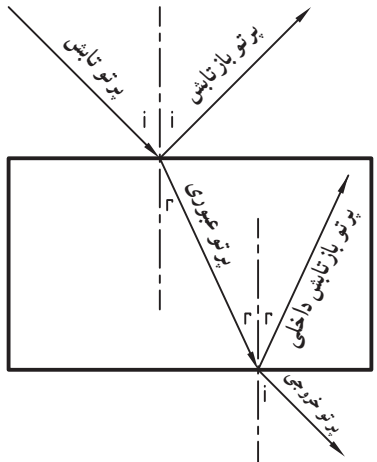
۶ــ۲ــ رفتار الیاف در مقابل نور

چنان‌که در شکل ۶ــ۱ نشان داده شده است، وقتی که نور به سطح یک لیف می‌تابد، رفتار لیف در مقابل نور تابیده شده به سه شکل زیر می‌تواند باشد :

۱ــ بازتابش نور از سطح لیف

۲ــ جذب نور توسط لیف

۳ــ عبور نور از لیف



شکل ۶ــ۱ــ رفتار لیف در مقابل تابش نور

یعنی اگر نور سفید رنگی به سطح یک لیف تابیده شود، بخشی از نور توسط سطح لیف بازتاب می‌شود و نور بازتاب شده به رنگ نور تابیده شده یعنی نور سفید می‌باشد. نوری که وارد لیف می‌شود، بسته به رنگ لیف، بخشی از رنگ‌های نور ورودی توسط مولکول‌های رنگی لیف جذب می‌شود و بخش دیگر از نور ورودی از لیف خارج می‌شود و رنگ نور خارج شده از لیف، نشان‌دهنده رنگ لیف می‌باشد.

سه نوع رفتار لیف در مقابل تابش نور، یعنی بازتاب، جذب و عبور نور از داخل لیف، تعیین‌کننده ظاهر و کیفیت بصری لیف می‌باشد. هرگاه لیفی بخش عمده نور تابیده شده به خود را عبور دهد،این لیف، لیف شفاف گفته می‌شود. اگر لیف نتواند نور تابیده شده را از خود عبور دهد، این لیف، لیف غیرشفاف است. و اگر رفتار لیفی در مقابل نور تابیده شده، بین شفاف و غیرشفاف باشد، به این لیف، لیف نیمه‌شفاف گفته می‌شود.

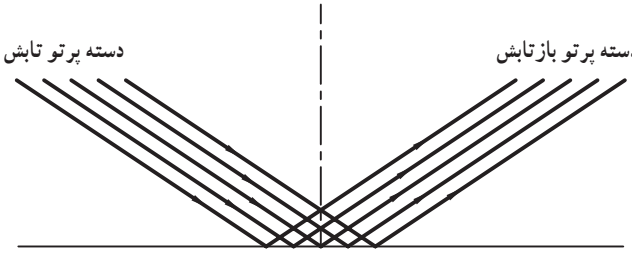
الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم غیرشفاف هستند و نور را از خود عبور نمی‌دهند. ولی، الیاف مصنوعی می‌توانند به‌دلخواه به‌صورت شفاف، غیرشفاف یا نیمه شفاف تولید شوند. با این حال، بیشتر الیاف نساجی مورد استفاده در نساجی به‌صورت غیرشفاف تولید می‌شوند.

۶ــ۳ــ جلا و ظاهر الیاف

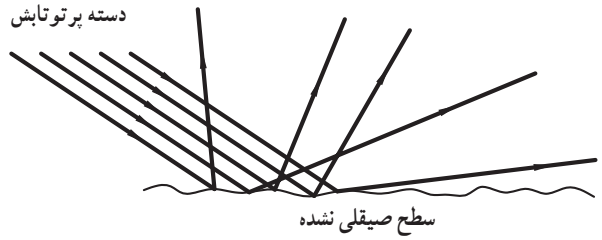
شکل ۶ــ۲ بازتاب نور از یک سطح صاف و صیقلی شده و شکل ۶ــ۳ بازتاب نور از روی یک سطح ناصاف و صیقلی نشده را نشان می‌دهد. به کیفیت انعکاس نور و براقیت سطح لیف، جلای لیف گفته می‌شود. براساس کیفیت انعکاس نور از سطح الیاف، الیاف نساجی به دو دسته براق (با جلا یا جلادار) و مات تقسیم می‌شوند. اگر سطح لیف طوری باشد که نور را به‌صورت منظم و یکنواخت منعکس نماید، لیف براق و سطح لیف با جلا خواهد بود. و اگر انعکاس نور از سطح لیف در جهت‌های مختلف باشد و بازتابش به‌صورت نامنظم و پراکنده باشد، سطح لیف مات خواهد بود.

الیاف براق و جلادار، جلوه خاصی در محصولات نساجی مثل نخ، پارچه و لباس ایجاد کرده و پارچه‌های تولید شده و لباس دوخته شده از الیاف براق، دارای جلوه رنگ بهتری هستند. الیاف پشم و پنبه که الیافی طبیعی هستند، به‌دلیل ویژگی‌های سطحی، الیافی غیربراق و بدون جلا هستند. اما، با مرسریزه کردن پنبه و همچنین با انجام برخی عملیات شیمیایی بر روی پشم که منجر به برداشتن فلس‌ها از روی الیاف پشم می‌شود، می‌توان جلای این الیاف را افزایش داد. از میان الیاف طبیعی، از آنجا که ابریشم دارای سطح مقطع مثلثی و دیواره‌های طولی صاف و یکنواخت می‌باشد، دارای جلای بسیار بالایی است. همچنین الیاف موهر به دلیل نداشتن فلس یا کوچک بودن آن‌ها و همچنین بعضی الیاف ساقه‌ای از جلا و براقیت مناسبی برخوردارند.

الیاف مصنوعی براساس سفارش می‌توانند به‌صورت براق یا مات (با درجات براقیت مختلف و دلخواه) تولید شوند. براقیت الیاف مصنوعی براساس افزودنی‌هایی که در هنگام تولید به مواد اولیه الیاف اضافه می‌شود یا عملیات حرارتی، مکانیکی و سطحی که در حین تولید بر روی آن‌ها انجام می‌شود، تعیین می‌گردد.



شکل ۶ــ۲ــ بازتاب نور از روی سطح صاف و صیقلی شده.



شکل ۶ــ۳ــ بازتاب نور از روی سطح ناصاف و صیقلی نشده.

۶ــ۴ــ مطالعه ساختمان لیف از روی رفتار آن‌ها در مقابل نور

رفتار الیاف نساجی در مقابل نور بستگی به‌ساختار داخلی الیاف دارد. مثلاً، میزان بی‌نظمی زنجیرهای مولکولی در داخل لیف، یا آرایش‌یافتگی مولکولی لیف، در رفتار لیف در مقابل نور مؤثر است. یکی از تأثیرات ساختمان داخلی الیاف بر رفتار آن‌ها در مقابل نور، اثر بی‌نظمی زنجیرهای مولکولی الیاف بر کاهش سرعت نور در الیاف است. بنابراین، از همین تأثیر ساختمان داخلی لیف بر روی سرعت نور در داخل آن‌ها، برای مطالعه ساختمان داخلی لیف استفاده می‌شود.

پرسش‌های فصل ۶

۱ــ دو اهمیت رفتار الیاف در مقابل نور را بنویسید.

۲ــ رفتارهای ممکن لیف در مقابل تابش نور را بیان کنید.

۳ــ رفتار الیاف شفاف، غیرشفاف و نیمه‌شفاف در مقابل تابش نور چگونه است؟

۴ــ از نظر شفافیت، الیاف طبیعی و مصنوعی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟

۵ــ از نظر جلا، الیاف طبیعی و مصنوعی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟

۶ــ دلایل جلای ابریشم را بنویسید.

۷ــ جلای الیاف پنبه و پشم را چگونه می‌توان افزایش داد؟

۸ــ آیا می‌توان از رفتار الیاف در مقابل تابش نور به عنوان عامل شناسایی و شناخت آن‌ها استفاده کرد؟ توضیح دهید.

فصل ۷

رطوبت و جذب رطوبت الیاف

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱ـ اهمیت رطوبت و جذب رطوبت الیاف را توضیح دهد.

۲ـ رطوبت محیط را تعریف کرده و اثرات آن را توضیح دهد.

۳ـ رطوبت مطلق، رطوبت اشباع و رطوبت نسبی را تعریف کند.

۴ـ تعادل در جذب و دفع رطوبت مواد نساجی را توضیح دهد.

۵ـ تعادل دینامیکی بین مواد نساجی و محیط را توضیح دهد.

۶ـ رطوبت بازیافته و رطوبت موجود الیاف نساجی را تعریف کرده روابط آن‌ها را بنویسد.

۷ـ رابطه بین رطوبت بازیافته و رطوبت موجود الیاف را بنویسد.

۸ـ مقادیر رطوبت بازیافته و رطوبت موجود را به یکدیگر تبدیل نماید.

۹ـ اضافه وزن مجاز مواد نساجی را تعریف کرده، اهمیت آن را بیان کند.

۱۰ـ روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت الیاف نساجی را توضیح دهد.

۱۱ـ روش‌های مختلف خشک کردن الیاف نساجی را توضیح دهد.

۱۲ـ خطای خشک کردن الیاف را تعریف کرده و اثرات آن‌ها را توضیح دهد.

۱۳ـ روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف نساجی را توضیح دهد.

۱۴ـ تأثیر رطوبت نسبی محیط بر رطوبت بازیافته الیاف نساجی را توضیح دهد.

۱۵ـ رطوبت بازیافته الیاف مختلف را با یکدیگر مقایسه کند.

۱۶ـ آثار جذب رطوبت الیاف را نام ببرد.

۱۷ـ حرارت جذب را تعریف کرده و روش‌های اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.

۱۸ـ تورم الیاف را توضیح داده و اهمیت تورم در الیاف نساجی را بیان کند.

۱۹ـ انواع تورم الیاف نساجی را تعریف کند و روابط آن‌ها را بنویسد.

رطوبت و جذب رطوبت الیاف

۷ــ۱ــ اهمیت رطوبت و جذب رطوبت الیاف

حیات همه موجودات عالم بر آب بنا نهاده شده است و آب در زندگی بشر نقش منحصر به‌فردی دارد. از این‌رو مطالعه آب و اثرات آن اهمیت دارد. وجود آب در مواد و محیط رطوبت نامیده می‌شود. وجود رطوبت در مواد سبب تغییرات شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی در آن‌ها شده و در نهایت موجب تغییر در رفتارهای شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی مواد می‌شود. لذا، مطالعه تأثیر رطوبت بر محیط و مواد حائز اهمیت است.

شناخت اثر آب و رطوبت به قدمت حیات بشر می‌باشد. ولی شواهد مکتوب موجود، شروع مطالعه جذب رطوبت الیاف نساجی را قرن ۱۵ میلادی نشان می‌دهد. در قرن ۱۵ میلادی جذب رطوبت الیاف پنبه توسط لئوناردو داوینچی (Leonardo da Vinci) و جذب رطوبت الیاف پشم توسط نیکولاس (Nicholas) مورد مطالعه و اندازه‌گیری قرار گرفته شده است. جذب رطوبت الیاف مصنوعی نیز بعد از ظهور و کاربرد آن‌ها در صنعت نساجی و پوشاک مورد مطالعه واقع شده است. در قرن بیستم و بین سال‌های ۱۹۲۴ تا ۱۹۳۲ جذب رطوبت الیاف پنبه، ویسکور ریون و استات توسط آرکوهارت (Urquhart) و همکارانش مورد بررسی قرار گرفته است.

جذب رطوبت یکی از ویژگی‌های ارزشمند پوشاک می‌باشد. خاصیت جذب رطوبت الیاف نه تنها منجر به جذب عرق از روی پوست و خشک نگه‌داشتن بدن می‌شود، بلکه جذب رطوبت پوشاک باعث می‌شود تا پوشاک به‌عنوان نگه‌دارنده گرما، و عاملی برای حفاظت بدن از تغییرات ناگهانی شرایط محیط مثل حرارت و رطوبت، شناخته شود. اما، در کنار مزیت‌های فراوان جذب رطوبت الیاف، یکی از معایب جذب رطوبت الیاف، دشواری خشک کردن این الیاف و پارچه‌ها و پوشاک تهیه شده از این الیاف می‌باشد. چون الیافی مثل پنبه، پشم و ویسکوز ریون که جذب رطوبت بالایی دارند، بعد از خیس شدن به راحتی خشک نمی‌شوند، ولی الیافی مثل پلی‌پروپیلن، پلی‌استر و پلی‌اتیلن که دارای جذب رطوبت پایینی هستند، بعد از خیس شدن، نسبت به الیاف طبیعی آسان‌تر و زودتر خشک می‌شوند.

۷ــ۲ــ رطوبت محیط

قبل از اینکه به جذب رطوبت الیاف و تعاریف آن پرداخته شود، لازم است نسبت به رطوبت محیط و تعاریف آن اطلاعاتی داشته باشیم. هوای محیط و هوای فضاهای مختلف همواره همراه با مقداری بخار آب است که بخار آب موجود در هوا را رطوبت هوا می‌نامند. مقدار رطوبت هوا در مکان‌های مختلف متفاوت است. مثلاً رطوبت هوا در کنار دریا معمولاً بیشتر از رطوبت هوا در بیابان و مناطق دور از سواحل است. همچنین رطوبت هوای جنگل معمولاً بیشتر از رطوبت هوا در کویر می‌باشد. به همین صورت رطوبت هوای فضاهای صنعتی مثل سالن‌های تولید، تجاری مثل فروشگاه‌ها و نمایشگاه‌ها، اقامتی مثل منازل و هتل‌ها، فرهنگی و آموزشی مثل سالن‌های نمایش و کلاس‌های آموزشی از نظر فنی و راحتی حایز اهمیت است.

جذب رطوبت باعث تغییر در خواص الیاف می‌شود. جذب رطوبت الیاف سبب تورم الیاف شده، که تورم الیاف نیز موجب

تغییر ابعاد الیاف خواهد شد و در نتیجه تورم موجب می‌شود تا اندازه‌ای شکل، سختی و سفتی و نفوذپذیری نخ و پارچه تغییر کند. خواص مکانیکی و خواص اصطکاکی الیاف با جذب رطوبت تغییر می‌کند، در نتیجه جذب رطوبت سبب تغییر رفتار الیاف در انجام عملیات و حین استفاده به‌عنوان پوشاک می‌شود. جذب رطوبت الیاف یکی از عوامل مهم در تعیین خواص الکتریکی آن‌ها می‌باشد. به‌طوری‌که،جذب رطوبت باعث کاهش تمایل الیاف به ایجاد الکتریسیته ساکن می‌شود.

برای درک مفهوم رطوبت هوا و استفاده از مقادیر مربوط به رطوبت هوا در مسایل فنی و تجاری سه تعریف رطوبت مطلق، رطوبت اشباع و رطوبت نسبی در نظر گرفته می‌شود. این تعاریف به‌صورت زیر هستند :

۱ــ رطوبت مطلق : رطوبت مطلق که با h نشان داده می‌شود، عبارت است از جرم آب موجود در واحد حجم هوا. رطوبت مطلق در واقع نشان‌دهنده جرم بخار آب موجود در واحد حجم هوا می‌باشد. واحد رطوبت مطلق در دستگاه بین‌المللی SI گرم در مترمکعب (g/m^3) می‌باشد. از دیگر واحدهای رطوبت مطلق گرین در فوت مکعب (gr/ft^3) است. رطوبت مطلق از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

$$\text{رطوبت مطلق } (h) = \frac{\text{جرم بخار آب موجود در فضای معلوم (گرم)}}{\text{حجم فضای معلوم (متر مکعب)}}$$

۲ــ رطوبت اشباع : رطوبت اشباع که با h_s نشان داده می‌شود، عبارت است از حداکثر رطوبتی که واحد حجم هوا با دما و فشار معین می‌تواند در خود نگه‌دارد. واحد رطوبت اشباع همان واحد رطوبت مطلق یعنی گرم بر مترمکعب (g/m^3) یا گرین بر فوت مکعب (gr/ft^3) بوده و نشان دهنده جرم حداکثر بخار آب است که واحد حجم هوا با دما و فشار معین می‌تواند در خود نگه دارد. لازم به توضیح است که اگر هوای یک محیط به اشباع برسد، یعنی رطوبت آن در حالت اشباع باشد، و اگر بخار آب به داخل آن محیط وارد شود، بخار آب اضافی به‌صورت قطرات آب در می‌آید، چون هوای محیط مربوطه دیگر ظرفیت نگهداری بخار آب بیشتر را ندارد.

با تغییر دما و فشار یک محیط، ظرفیت آن محیط برای نگهداری بخار آب یا رطوبت نیز تغییر می‌کند. لذا، با تغییر دما و فشار یک محیط، رطوبت اشباع محیط نیز تغییر می‌کند. یعنی رطوبت اشباع یک محیط بستگی به دما و فشار آن محیط دارد. بر این اساس، اگر دمای یک محیط زیاد شود، رطوبت اشباع آن محیط نیز زیاد می‌شود. اما اگر فشار یک محیط زیاد شود، رطوبت اشباع آن کم می‌شود.

اگر در فضایی با دما و فشار معین مقداری رطوبت وجود داشته باشد ولی رطوبت در حد اشباع نباشد، چنانچه دمای این فضا را به‌تدریج کاهش دهیم، در نهایت به دمایی خواهیم رسید که در آن دما رطوبت فضای مورد نظر به حد اشباع خواهد رسید. با رسیدن رطوبت فضا به حد اشباع، چنانچه دمای این فضا را همچنان کم کنیم، رطوبت موجود در این فضا به شکل قطرات آب در آمده و برروی دیواره‌های فضای مورد نظر یا روی اجسام موجود در آن فضا خواهند نشست که به این قطرات آب «شبنم» و به دمایی که در آن دما شبنم ایجاد می‌شود «نقطه شبنم» می‌گویند.

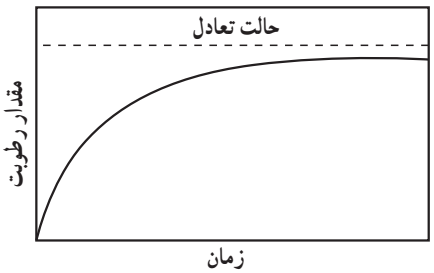
۳ــ رطوبت نسبی : رطوبت نسبی که با r.h نشان داده می‌شود، عبارت است از نسبت رطوبت مطلق هوا در یک شرایط معین دما و فشار به رطوبت اشباع هوا در همان شرایط دما و فشار، و معمولاً به درصد بیان می‌شود. درصد رطوبت نسبی از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$\%r.h = \frac{h}{h_s} \times ۱۰۰$$

رطوبت نسبی در واقع نشان می‌دهد که رطوبت مطلقی که در هوا وجود دارد، چند درصد از رطوبت اشباع آن هوا (با شرایط دما و فشار معین) است.

از آنجا که رطوبت هوا در خواص و رفتار الیاف تأثیر دارد و با تغییر در رطوبت هوا، رفتار الیاف نیز تغییر می‌کند، بنابراین آزمایش بر روی الیاف نساجی باید در یک شرایط کنترل شده انجام شود. برای این منظور یک شرایط محیطی استاندارد برای آزمایش‌های الیاف نساجی تعریف شده است که این شرایط با رطوبت نسبی ۶۵٪ و دمای $20^{\circ}C$ می‌باشد که به شرایط استاندارد معروف است. چون کنترل رطوبت نسبی ۶۵٪ و دمای $20^{\circ}C$ برای شرایط استاندارد دشوار است، لذا یک محدوده قابل چشم‌پوشی مجاز که به تولرانس (tolerance) نامیده می‌شود، برای رطوبت نسبی و دما در شرایط استاندارد در نظر می‌گیرند. بنابراین شرایط استاندارد را به‌صورت ۲±۶۵٪ رطوبت نسبی و $20\pm2^{\circ}C$ ۲۰ نشان می‌دهند.

۷ــ۳ــ تعادل در جذب و دفع رطوبت



شکل ۷ــ۱ــ رسیدن به تعادل در جذب و دفع رطوبت

چنان‌که در شکل ۷ــ۱ دیده می‌شود، هرگاه یک ماده نساجی مثل لیف، نخ یا پارچه در یک هوای معین (با دما و رطوبت معلوم) قرار داده شود، این ماده با سرعتی که به تدریج کم می‌شود، از هوا رطوبت جذب می‌کند یا رطوبت از دست می‌دهد تا با محیط به تعادل برسد، و حالت تعادل زمانی است که دیگر در رطوبت ماده نساجی مورد نظر تغییری ایجاد نشود.

تعادلی که بدین‌گونه حاصل می‌شود، یک تعادل دینامیکی می‌باشد. این تعادل، به این دلیل تعادل دینامیکی نامیده می‌شود که، در یک زمان معین، تعداد مولکول‌های آب تبخیر شده از روی نمونه ماده نساجی، برابر تعداد مولکول‌های آب جذب شده توسط آن می‌باشد.

۷ــ۴ــ جذب رطوبت الیاف

مقدار رطوبت جذب شده توسط یک نمونه از الیاف به دو صورت «رطوبت بازیافته» و «رطوبت موجود» بیان می‌شود. رطوبت بازیافته که با R نشان داده می‌شود، عبارت است از نسبت جرم آب جذب شده به جرم نمونه خشک الیاف و به درصد بیان می‌شود. درصد رطوبت بازیافته از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$\text{درصد رطوبت بازیافته}\ \%R=\frac{\text{جرم آب جذب شده به‌وسیله نمونه (g)}}{\text{جرم نمونه خشک (g)}}\times 100$$

یا

$$\%R=\frac{W}{D}\times 100$$

در رابطه فوق :

W : جرم آب جذب شده

D : جرم نمونه خشک

رطوبت موجود که با M نشان داده می‌شود، عبارت است از نسبت جرم آب جذب شده به جرم نمونه مرطوب و به درصد بیان می‌شود. درصد رطوبت موجود از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$\text{درصد رطوبت موجود}\ \%M=\frac{\text{جرم آب جذب شده به‌وسیله نمونه (g)}}{\text{جرم نمونه مرطوب (g)}}\times 100$$

یا

$$\%M=\frac{W}{W+D}$$

در رابطه فوق :

W : جرم آب جذب شده

D : جرم نمونه خشک

رطوبت بازیافته و رطوبت موجود براساس روابط زیر با یکدیگر ارتباط دارند :

$$R = \frac{۱۰۰W}{D}$$

و

$$M = \frac{۱۰۰W}{D+W} = \frac{۱۰۰W/D}{۱+W/D} = \frac{R}{۱+R/۱۰۰}$$

و

$$M = \frac{۱۰۰\times R}{۱۰۰+R}$$

۷ــ۵ــ اضافه وزن مجاز رطوبت محموله‌های نساجی

در معاملات تجاری مواد نساجی و منسوجات مثل الیاف و پارچه، یک حدی از رطوبت جذب شده توسط کالای نساجی مجاز شمرده می‌شود و به عنوان «اضافه وزن مجاز» بین خریدار و فروشنده مورد توافق قرار می‌گیرد. یعنی در خرید و فروش محموله‌های نساجی، وزن محموله با رطوبت بازیافته معین مورد توافق طرفین قرار گرفته و در اسناد مربوط به خرید و فروش درج می‌گردد.

لازم به اشاره است که مقدار اضافه وزن مجاز فقط برای آسانی در عملیات تجاری نظیر توزین و پرداخت و دریافت ارزش محموله مورد نظر بوده، و معمولاً مقدار اضافه وزن مجاز طوری انتخاب می‌شود که در عمل کارهای مربوط به خرید و فروش تسهیل شود، و لزوماً اضافه وزن مجاز برابر رطوبت بازیافته در شرایط استاندارد در نظر گرفته نمی‌شود.

رطوبت بازیافته برای اضافه وزن مجاز بعضی از الیاف در جدول زیر درج شده است.

جدول ۷ــ۱ــ رطوبت بازیافته برای اضافه وزن مجاز الیاف

نوع لیف	درصد رطوبت بازیافته برای اضافه وزن مجاز
پنبه	۸/۵
کنف	۱۲
کتان	۱۲
جوت	۱۳/۷۵
ویسکوز ریون	۱۳
استات سلولز ثانوی	۹
ابریشم	۱۱
پشم	۱۴ــ۱۹
نایلون ۶۶ و نایلون ۶	۶/۲۵ یا ۵/۷۵
پلی‌استر	۳ یا ۱/۵

۷ــ۶ــ اندازه‌گیری رطوبت بازیافته

برای تعیین رطوبت بازیافته الیاف نساجی دو روش کلی وجود دارد یکی از روش‌های کلی «روش مستقیم» و دیگری «روش غیرمستقیم» است.

۷ــ۶ــ۱ــ روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته

در روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته، از توزین برای تعیین جرم رطوبت و جرم الیاف خشک استفاده می‌شود. بعد از تعیین جرم رطوبت و جرم الیاف خشک، رطوبت بازیافته محاسبه می‌شود. در زیر یک روش از روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف توضیح داده می‌شود.

ــ **خشک‌کردن به روش توزین** : روش توزین، روش اصلی تعیین رطوبت بازیافته و رطوبت موجود در الیاف می‌باشد و روش‌های غیرمستقیم تعیین رطوبت الیاف، با روش توزین مقایسه و سنجیده می‌شوند. در روش توزین، نمونه مورد نظر ابتدا توزین می‌شود، سپس خشک شده و مجدداً توزین می‌شود. با داشتن وزن نمونه قبل از خشک کردن و پس از خشک کردن، درصد رطوبت بازیافته نمونه به‌صورت زیر حساب می‌شود :

$m_۱ = D + W$ =جرم نمونه پیش از خشک شدن

$m_۲ = D$ =جرم نمونه خشک شده

بنابراین درصد رطوبت بازیافته (R٪) نمونه به روش روبه‌رو حساب می‌شود.

$$\%R = \frac{m_۱ - m_۲}{m_۲} \times ۱۰۰$$

در این روش، هنگام توزین اولیه برای تعیین جرم نمونه مرطوب مشکل خاصی به وجود نخواهد آمد، اما توزین نمونه خشک شده ممکن است با مشکلاتی همراه باشد، چون در هنگام توزین یا جایجایی نمونه، ممکن است رطوبت محیط جذب نمونه شود. در اینجا به چند روش خشک کردن اشاره می‌شود :

الف) خشک کردن با استفاده از پنتا اکسید فسفر

برای دستیابی به نتایج دقیق در تعیین رطوبت بازیافته الیاف، لازم است نمونه الیاف در یک فضای بسته و در مجاورت مواد جاذب‌الرطوبه مثل پنتا اکسید فسفر و در دمای اطاق قرار داده شود. از آنجا که تمایل به جذب رطوبت این ماده خیلی زیاد است، لذا بدون اینکه دمای فضای مورد نظر تغییر کند، نمونه الیاف کاملاً خشک می‌شود. اما، این روش یک روش بسیار طولانی است و ممکن است هفته‌ها طول بکشد. با این حال، این روش برای اهداف تحقیقاتی خیلی دقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب) خشک کردن با آون

روش معمول برای خشک کردن نمونه استفاده از آون با دمای حدود $۱۱۰^{\circ}C$ است. افزایش دمای هوای داخل آون سبب پایین آمدن رطوبت نسبی داخل آن می‌شود. بنابراین، اگرچه رطوبت مطلق داخل آون تقریباً ثابت می‌ماند، رطوبت اشباع داخل آون به‌شدت افزایش می‌یابد. بنابراین، رطوبت از داخل نمونه الیاف تبخیر می‌شود تا اینکه تعادلی بین رطوبت داخل الیاف و رطوبت داخل آون، برقرار شود. این روش خشک کردن به‌سرعت قابل انجام است و زمان آن طولانی نیست.

در روش خشک کردن با آون دو منبع خطا وجود دارد. این دو منبع خطا عبارت‌اند از «رطوبت بازیافته باقیمانده» و «تلفات دائمی».

ــ ***خطای رطوبت بازیافته باقیمانده*** : در روش خشک کردن با آون، رطوبت نسبی داخل آون پایین می‌آید ولی، هرگز به صفر نمی‌رسد. بنابراین، در دمای $۱۱۰^{\circ}C$ داخل آون که رطوبت نسبی داخل آون بسیار ناچیز است، مقداری ناچیز رطوبت در داخل نمونه الیاف باقی می‌ماند که به «رطوبت بازیافته باقیمانده» معروف است. و همین «رطوبت بازیافته باقیمانده» منبع خطا در اندازه‌گیری رطوبت بازیافته بوده و باعث کمتر محاسبه شدن رطوبت بازیافته الیاف می‌شود.

ــ ***خطای تلفات دائمی*** : دمای بالای داخل آون سبب می‌شود تا موادی غیر از آب مانند روغن‌ها و واکس‌ها (موم‌ها) که در داخل الیاف هستند از داخل الیاف بیرون بیایند و خارج شدن این مواد از داخل الیاف به «تلفات دائمی» معروف بوده و منبع خطا در

محاسبه رطوبت بازیافته الیاف می‌شود. برعکس خطای «رطوبت بازیافته باقیمانده» که سبب کمتر محاسبه شدن رطوبت بازیافته الیاف می‌شود، خطای «تلفات دائمی» باعث بیشتر محاسبه شدن رطوبت بازیافته الیاف می‌گردد.

ج) خشک کردن با جریان هوای داغ

برای خشک کردن نمونه‌های تجاری و معمولی، عموماً از یک آون ویژه استفاده می‌شود. این آون دارای یک سبد با ظرفیت حدود ۱ کیلوگرم الیاف بوده و سبد حاوی الیاف قابل توزین است. الیاف داخل سبد در مقابل جریان هوای داغ (حدود $150^{\circ}C$) قرار می‌گیرد تا رطوبت داخل الیاف خارج شده و وزن الیاف ثابت شود. بعد از ثابت شدن وزن الیاف، جریان هوای داغ قطع شده و نمونه الیاف توزین می‌شود. این روش دارای خطاهایی مثل اختلاف وزن هوای گرم و سرد می‌باشد.

د) روش خشک کردن سریع در آزمایشگاه

یک روش سریع خشک کردن نمونه الیاف در آزمایشگاه، استفاده از آون شیمیایی در دمای $150^{\circ}C$ می‌باشد. در این روش نمونه الیاف در داخل یک ظرف دردار (دسیکاتور) قابل توزین قرار می‌گیرد، سپس دسیکاتور حاوی نمونه و مواد جاذب‌الرطوبه در داخل آون با دمای $150^{\circ}C$ قرار داده می‌شود تا نمونه به خوبی خشک شود. سپس دسیکاتور از آون خارج و در آن باز می‌شود تا الیاف خشک شده و توزین می‌شوند. این روش نیز دارای خطاهایی می‌باشد.

جدول۷ـ۲ رطوبت بازیافته اندازه‌گیری شده به روش‌های مختلف را برای الیاف پشم نشان می‌دهد.

جدول ۷ـ۲ـ تعیین رطوبت بازیافته پشم

روش	میانگین رطوبت بازیافتی ٪	محدوده تغییرات مقادیر درصد رطوبت بازیافته سه آزمایش
خشک کردن با پنتا اکسید فسفر	۷/۱۳	۰/۲۲
خشک کردن با آون $110^{\circ}C$	۷/۱۶	۰/۱۹
خشک کردن با جریان هوای داغ $150^{\circ}C$	۷/۲۷	۰/۱۵
خشک کردن سریع در آزمایشگاه	۷/۳۳	۰/۱۶

۷ـ۶ـ۲ـ روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته

در تعیین رطوبت بازیافته الیاف به روش غیرمستقیم، از توزین یا اندازه‌گیری جرم رطوبت و الیاف استفاده نمی‌شود. در اینجا به چند روش غیرمستقیم برای اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف اشاره می‌شود.

۱ـ روش مقاومت الکتریکی : یکی از روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف نساجی، استفاده از روش مقاومت الکتریکی است. در این روش از اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الیاف برای تعیین رطوبت بازیافته آن‌ها استفاده می‌شود. برای این‌کار، یک مدار الکترونیکی مقاومت بین دو الکترود که در توده الیاف فرو برده می‌شوند را اندازه‌گیری می‌کند و مقاومت اندازه‌گیری شده به مقدار رطوبت بازیافته الیاف بستگی دارد. با تغییر رطوبت، مقاومت الکتریکی الیاف سریعاً تغییر می‌کند، لذا این روش، روش حساسی می‌باشد.

۲ـ روش خازن الکتریکی: در این روش از یک خازن الکتریکی برای اندازه‌گیری رطوبت بازیافته الیاف استفاده می‌شود. در روش خازن الکتریکی الیاف مورد آزمایش به‌عنوان دی‌الکتریک در داخل خازن قرار داده می‌شوند و براساس تغییر در ظرفیت یا ثابت دی‌الکتریک خازن، میزان رطوبت الیاف اندازه‌گیری می‌شود.

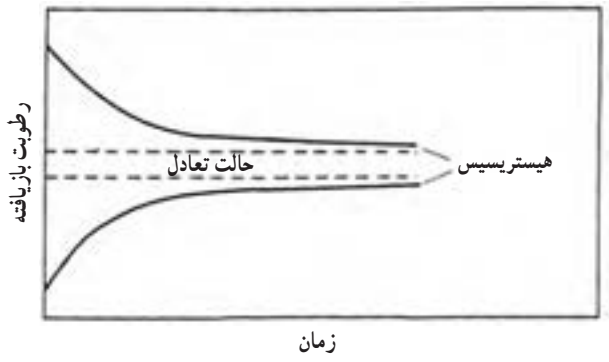
۳ـ روش گاز استیلن : یکی دیگر از روش‌های اندازه‌گیری رطوبت بازیافته، تکان دادن مخلوط حاوی وزن معینی از الیاف با کاربید کلسیم (Calcium Carbide) در داخل یک محفظه دربسته است. واکنش رطوبت داخل الیاف با کاربید کلسیم باعث تولید

گاز استیلن (acetylene) می‌شود. از مقدار فشار گاز استیلن داخل محفظه، می‌توان رطوبت بازیافته الیاف مورد آزمایش را حساب کرد.

۴ــ روش ترازویی: در این روش، اگرچه از ترازو استفاده می‌شود، ولی وزن الیاف یا رطوبت اندازه‌گیری نمی‌شود. بلکه فقط تغییر وزن الیاف که ناشی از تغییر رطوبت در آن‌ها است نشان داده می‌شود. در روش ترازویی، از دستگاهی استفاده می‌شود که در آن از یک وسیله شبیه ترازو و برای آویختن نمونه الیاف قرار دارد. تغییر رطوبت محیط و در نتیجه با تغییر رطوبت بازیافته الیاف، وزن الیاف تغییر کرده و بدین‌وسیله مقدار رطوبت بازیافته نمونه الیاف مستقیماً بر روی عقربه یا شاهین ترازو نشان داده می‌شود. از این دستگاه در سالن‌های ریسندگی برای تعیین وزن خشک الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷ــ۷ــ تأثیر رطوبت نسبی محیط بر رطوبت بازیافته الیاف

هرگاه یک نمونه مرطوب از الیاف و یک نمونه خشک از همان الیاف را در یک محیط با رطوبت نسبی معین قرار دهیم، نمونه مرطوب به‌تدریج رطوبت از دست می‌دهد و نمونه خشک به‌تدریج رطوبت جذب می‌کند. از دست دادن نمونه مرطوب و جذب رطوبت نمونه خشک در طول زمان انجام می‌شود، و این عمل دفع و جذب رطوبت ادامه می‌یابد تا اینکه هر دو نمونه یعنی نمونه‌های مرطوب و خشک از نظر رطوبت با محیط به تعادل برسند. عمل از دست دادن رطوبت نمونه مرطوب و جذب رطوبت نمونه خشک در یک محیط با رطوبت نسبی معین در شکل ۷ــ۲ نشان داده شده است. چنان‌که از روش شکل ۷ــ۲ دیده می‌شود. نمونه الیافی که ابتدا مرطوب بودند، در حالت تعادل با محیط دارای رطوبت بازیافته بیشتری نسبت به الیافی هستند که در ابتدا خشک بوده‌اند. یعنی اگر دو نمونه مرطوب و خشک از یک نوع لیف را در یک محیط با رطوبت نسبی معین قرار دهیم، دو نمونه به ترتیب با دفع و جذب رطوبت با محیط به تعادل می‌رسند ولی در حالت تعادل همواره نمونه‌ای که در ابتدا مرطوب بوده است دارای رطوبت بازیافته بیشتری نسبت به نمونه‌ای است که در ابتدا خشک بوده است. این پدیده که به پیشینه و گذشته دو نمونه الیاف مربوط می‌شود، به هیستریسیس معروف است.

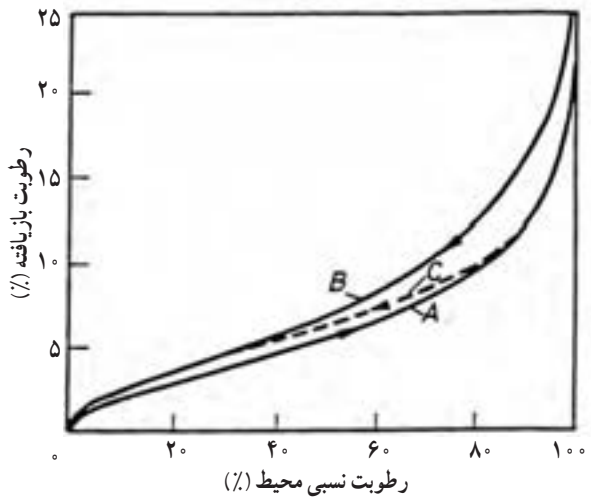


شکل ۷ــ۲ــ حالت هیستریسیس در جذب و دفع رطوبت

شکل ۷ ــ۳ منحنی‌های جذب و دفع رطوبت توسط الیاف پنبه نسبت به رطوبت نسبی محیط در دمای ثابت را نشان می‌دهد. منحنی A نشان‌دهنده جذب رطوبت نمونه خشک الیاف می‌باشد. چنان‌که دیده می‌شود اگر یک نمونه خشک از الیاف پنبه را در محیط با دمای ثابت و رطوبت نسبی ۰٪ قرار دهیم، با افزایش رطوبت نسبی محیط (محور افقی از ۰٪ تا ۱۰۰٪) نمونه خشک الیاف شروع به جذب رطوبت می‌کند و این جذب رطوبت ادامه می‌یابد تا با محیط به تعادل برسد. همین‌طور، اگر یک نمونه مرطوب

از الیاف پنبه را در محیط با همان دما ولی رطوبت نسبی ۱۰۰٪ قرار دهیم و رطوبت نسبی را به‌تدریج کم کنیم (محور افقی از ۱۰۰٪ تا ۰٪)، الیاف مرطوب شروع به دفع رطوبت کرده و روند کاهشی رطوبت بازیافته از منحنی B پیروی می‌کند. اختلاف بین مسیرهای جذب و دفع رطوبت (اختلاف بین منحنی‌های A و B) در واقع اثر پدیده هیستریسیس در جذب و دفع رطوبت توسط الیاف پنبه می‌باشد.

اما منحنی میانی C در شکل ۷ــ۳ نشان‌دهنده خشک شدن یک نمونه از الیافی است که ابتدا با افزایش رطوبت نسبی محیط رطوبت جذب کرده و منحنی جذب آن از منحنی A پیروی می‌کند، و پس از جذب رطوبت تا حد معینی، با کاهش رطوبت نسبی محیط، شروع به دفع رطوبت می‌کند و منحنی برگشت (دفع رطوبت) از منحنی میانی C پیروی می‌کند تا اینکه بعد از تلاقی با منحنی B، در ادامه دفع رطوبت، از منحنی B پیروی می‌کند.

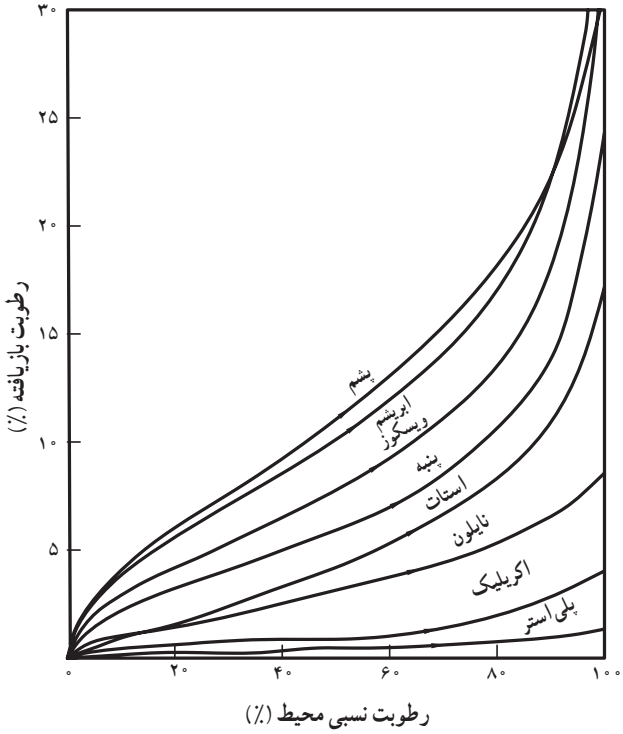


A : منحنی جذب ، B : منحنی دفع ، C : منحنی میانی

شکل ۷ــ۳ــ نمودار جذب و دفع رطوبت الیاف پنبه نسبت به رطوبت نسبی محیط در دمای ثابت

۷ــ۸ــ مقایسه رطوبت بازیافته الیاف مختلف

شکل ۷ــ۴ نسبت بین رطوبت نسبی محیط و رطوبت بازیافته الیاف مختلف را نشان می‌دهد. چنان‌که از روی این شکل دیده می‌شود، منحنی رطوبت بازیافته الیاف پشم و سپس الیاف ویسکوز بالاتر از همه الیاف قرار دارد. بعد از این دو لیف، الیاف ابریشم، پنبه و سپس استات بیشترین جذب رطوبت را داشته و در نهایت الیاف مصنوعی نایلون، اکریلیک و پلی‌استر قرار دارد. میزان جذب رطوبت الیاف بستگی به نوع مولکول‌ها یا اتم‌های تشکیل‌دهنده و ساختار فیزیکی زنجیرهای مولکولی آن‌ها دارد. مقدار رطوبت بازیافته الیاف نساجی در شرایط ۶۵٪ رطوبت نسبی و ۲۰°C در جدول ۷ــ۳ درج شده است.



شکل ۷ــ۴ ــ نسبت بین رطوبت بازیافته الیاف نساجی و رطوبت نسبی محیط

الیاف نساجی از نظر جذب رطوبت به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند. این دو دسته عبارت‌اند از الیاف **آب‌دوست** یا **هیدروفیل** و الیاف **آب‌گریز** یا **هیدروفوب**. الیاف هیدروفیل الیافی هستند که جذب رطوبت آن‌ها بالاست و تمایل به جذب رطوبت دارند. از الیاف هیدروفیل می‌توان به الیاف پنبه، پشم و ویسکوز ریون اشاره کرد. الیاف هیدروفوب الیافی هستند که جذب رطوبت و تمایل آن‌ها به جذب رطوبت آن‌ها کم است. از الیاف هیدروفوب می‌توان به الیاف پلی‌استر و پلی‌اتیلن اشاره کرد.

جدول ۷ــ۳ــ رطوبت بازیافته الیاف نساجی در شرایط ۶۵٪ رطوبت نسبی و $20^{\circ}C$

نوع الیاف	رطوبت بازیافته (٪)
پنبه	۸
پنبه مرسریزه	۱۲
کنف	۸
کتان	۷
جوت	۱۲
ویسکوزریون	۱۴
استات ثانوی	۶/۵
تری‌استات	۴/۵
ابریشم	۱۰
پشم	۱۶
نایلون (۶ و ۶۶)	۴/۵
پلی‌استر	۰/۴
اکریلیک	۲
PVC (پلی وینیل کلراید)	۰
PVA (پلی‌وینیل الکل)	۵
شیشه و پلی‌اتیلن	۰

۷ــ۹ــ اثرات جذب رطوبت الیاف

جذب رطوبت توسط الیاف نساجی، آثاری را به همراه دارد که بعضی از این آثار در رفتار این الیاف دیده می‌شود. از جمله این آثار می‌توان به ایجاد گرما در اثر جذب رطوبت، ایجاد تورم در اثر جذب رطوبت و تغییر در رفتار فیزیکی و مکانیکی الیاف در اثر جذب رطوبت نام برد. در اینجا به دو اثر از آثار جذب رطوبت یعنی حرارت جذب و تورم پرداخته می‌شود.

۷ــ۹ــ۱ــ حرارت جذب : وقتی الیاف نساجی رطوبت جذب می‌کنند، حرارت یا گرما تولید می‌شود. یعنی پدیده جذب رطوبت در الیاف نساجی یک پدیده گرمازا است. وقتی مولکول‌های آب جذب مولکول‌های لیف می‌شوند، در اثر نیروهای جاذبه‌ای که بین مولکول‌های آب و مولکول‌های لیف به‌وجود می‌آید گرما ایجاد می‌شود. از طرف دیگر، وقتی که همین مولکول‌های آب به‌صورت بخار جذب الیاف می‌شوند، گرمایی به واسطه تقطیر بخار آب (یعنی تبدیل بخار آب به مایع آب) به‌وجود می‌آید که همان گرمای نهان تبخیر می‌باشد. معمولاً گرمای ناشی از جذب رطوبت توسط الیاف نساجی به دو روش **گرمای جزئی جذب** و **گرمای کلی جذب** بیان می‌شود.

۱ــ گرمای جزئی جذب : گرمای جزئی جذب که با Q نشان داده می‌شود، عبارت است از گرمایی که وقتی یک گرم آب به‌وسیله مقدار زیادی از الیاف با رطوبت بازیافته معین جذب می‌شود و برحسب ژول بر گرم آب (واحد J/g) بیان می‌شود. گاهی اوقات گرمای جزئی جذب به «گرمای جذب» نامیده می‌شود.

۲ــ گرمای کلی جذب : گرمای کلی جذب که با W نشان داده می‌شود، به گرمای حاصل از جذب رطوبت یک نمونه الیاف با جرم خشک ۱ گرم و با رطوبت بازیافته معین که آنقدر رطوبت جذب می‌کند تا تر شود گفته می‌شود. گرمای کلی جذب به گرمای تر شدن نیز نامیده می‌شود و برحسب ژول بر گرم الیاف (واحد J/g) بیان می‌شود.

گرمای تر شدن بعضی از الیاف نساجی از حالت رطوبت بازیافته ۰ ٪ در جدول ۷ــ۴ نشان داده شده است.

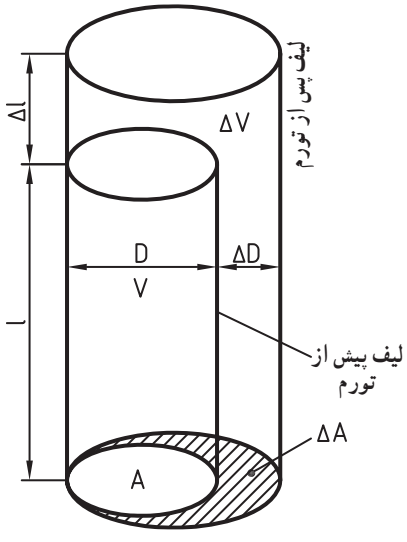
جدول ۷ــ ۴ــ گرمای تر شدن الیاف نساجی از رطوبت بازیافته ۰ ٪

نوع لیف	گرمای تر شدن (J/g)
پنبه	۴۶
ویسکوزریون	۱۰۶
استات	۳۴
پشم	۱۱۳
ابریشم	۶۹
نایلون	۳۱
پلی‌استر	۵
اکریلیک	۷
پنبه مرسریزه	۷۳
کتان	۵۵

۷ــ۹ــ۲ــ تورم الیاف : وقتی که الیاف نساجی رطوبت جذب می‌کنند، ابعاد این الیاف تغییر می‌کند و این الیاف در جهت عرضی (سطح مقطع) و طولی متورم می‌شوند. تغییر در ابعاد الیاف در جهت طول و عرض که ناشی از جذب رطوبت می‌باشد را **تورم** می‌گویند. تورم الیاف در اثر جذب رطوبت دارای اثرات فنی در نخ و پارچه می‌باشد. مثلاً، تورم عرضی الیاف که باعث افزایش قطر الیاف می‌شود، جمع‌شدگی نخ را به همراه دارد.

همچنین تورم الیاف باعث می‌شود تا قطر نخ بافته‌شده در پارچه افزایش یابد، و همین افزایش قطر نخ در پارچه سبب مسدود شدن خلل و فرج و منافذ پارچه شده و در نهایت نفوذ آب و هوا در داخل پارچه کاهش می‌یابد.

اثر تورم الیاف است که باعث می‌شود، الیاف نساجی در شیلنگ‌های آب استفاده شوند. وقتی آب از داخل شیلنگ‌های آب پارچه‌ای عبور می‌کند، جذب آب و در نتیجه تورم الیاف باعث مسدود شدن منافذ شیلنگ پارچه‌ای شده و آب از داخل شیلنگ به بیرون تراوش نمی‌کند. همچنین در بعضی از پارچه‌های بارانی نیز از اصل تورم الیاف برای ضدآب کردن آن‌ها استفاده می‌شود. هرگاه باران بر روی پارچه‌های بارانی ضدآب می‌بارد، الیاف پارچه بارانی با جذب آب متورم می‌شوند و منافذ این پارچه‌های بارانی مسدود کرده و آب به داخل لباس نفوذ نمی‌کند.



شکل ۷ــ۵ــ تغییر در ابعاد الیاف در اثر تورم

۱ــ تعاریف تورم : وقتی الیاف در اثر جذب رطوبت متورم می‌شوند، قطر، مساحت مقطع، طول و حجم آن‌ها زیاد می‌شود. از این‌رو، تورم ممکن است براساس افزایش در قطر، سطح مقطع، طول یا حجم بیان شود. شکل ۷ــ۵ ابعاد یک لیف را در حالت قبل از تورم و بعد از تورم نشان می‌دهد. مقدار تورم قطری، سطحی، طولی و حجمی الیاف با توجه به شکل ۷ــ۵ به‌صورت زیر تعیین می‌شوند :

الف) تورم قطری

$$S_D = \frac{\Delta D}{D}$$

در رابطه فوق؛

S_D : تورم قطری

ΔD : افزایش قطر در اثر تورم

D : قطر لیف قبل از تورم

ب) تورم سطحی

$$S_A = \frac{\Delta A}{A}$$

در رابطه فوق؛

S_A : تورم سطحی

ΔA : افزایش مساحت مقطع عرضی لیف در اثر تورم

A : مساحت مقطع عرضی لیف قبل از تورم

ج) تورم طولی

$$S_l = \frac{\Delta l}{l}$$

در رابطه فوق؛

S_l : تورم طولی

Δl : افزایش طول در اثر تورم

l : طول اولیه قبل از تورم

د) تورم حجمی

$$S_V = \frac{\Delta V}{V}$$

در رابطه فوق؛

S_V : تورم حجمی

ΔV : افزایش حجم در اثر تورم

V : حجم اولیه لیف قبل از تورم

لازم به توضیح است که روابط تورمی که در بالا اشاره شده‌اند به‌صورت نسبت، نشان داده شده‌اند، مثلاً، تورم حجمی براساس نسبت افزایش حجم به حجم اولیه بیان شده است. با این حال، در بیان مقدار تورم می‌توان از درصد نیز استفاده کرد. شکل سطح مقطع یک فیلامنت ویسکوزریون در حالت خشک و تورم بعد از جذب رطوبت در شکل ۷ــ۶ نشان داده شده است.

شکل ۶ــ۷ــ نمای مقطع عرضی فیلامنت ویسکوزریون قبل و بعد از تورم

۲ــ تورم الیاف در داخل آب : جدول ۷ــ۵ درصد تورم الیاف مختلف را وقتی در آب قرار می‌گیرند نشان می‌دهد. در این جدول، درصد تورم بعضی از الیاف با چند عدد درج شده است. این به دلیل اندازه‌گیری تورم به‌وسیله چند نفر و اعلام اعداد مختلف توسط آن‌هاست. چنان‌که از روی اعداد روی جدول دیده می‌شود، می‌توان فهمید که تورم الیاف طبیعی بیشتر از تورم الیاف مصنوعی است، و این به‌دلیل جذب رطوبت بیشتر الیاف طبیعی است. از سوی دیگر، هرچه جذب رطوبت الیاف بیشتر باشد، معمولاً تورم آن‌ها نیز بیشتر است. یکی از نکات قابل توجه در جدول ۷ــ۵، آن است که به استثنای نایلون، تورم عرضی همه الیاف بیشتر از تورم طولی آن‌هاست. در الیاف نایلون، به‌دلیل وجود پوسته محکم این الیاف که مانع از تورم عرضی می‌شود، تورم طولی بیشتر از تورم عرضی است.

جدول ۷ــ ۵ــ تورم الیاف در آب

نوع لیف	تورم قطری (٪)	تورم سطحی (٪)	تورم طولی (٪)	تورم حجمی (٪)
پنبه	۲۳و ۲۰و ۷	۲۱ و ۴۲و ۴۰	–	–
کتان	–	۴۷	۰/۲ و ۰/۱	–
جوت	۲۱و ۲۰	۴۰	–	–
پنبه مرسریزه	۱۷	۲۴ و ۴۶	۰/۱	–
ویسکوز ریون	۵۲و ۳۵و ۲۵	۱۱۴ و ۱۱۳ و ۶۶و ۶۷و ۵۶ و ۵۰	۴/۸ و ۳/۷	۷۴و ۱۲۶ و ۱۲۳و ۱۱۹و ۱۱۵ و ۱۱۷ و ۱۰۹
فورتیزان	–	۲۲	–	–
استات	۱۴و ۱۱و ۹	۸ و ۶	۰/۳ و ۰/۱	–
پشم	۱۷و ۱۴/۸	۲۶ و ۲۵	–	۴۱و ۳۷ و ۳۶
ابریشم	۱۸/۷ و ۱۶/۳ و ۱۶/۵	۱۹	۱/۳ و ۱/۶	۳۲و ۳۰
نایلون	۲/۶ و ۱/۹	۳/۷ و ۱/۶	۶/۹ و ۲/۷	۱۱و ۸/۱

پرسش‌های فصل ۷

۱ــ مطالعه تأثیر رطوبت بر مواد نساجی چه اهمیتی دارد؟
۲ــ یکی از معایب جذب رطوبت بالای الیاف طبیعی را نام ببرید و توضیح دهید.
۳ــ رطوبت مطلق، رطوبت اشباع و رطوبت نسبی را تعریف کنید.
۴ــ در یک فضای با رطوبت مطلق معین، وقتی دما را افزایش می‌دهیم، رطوبت مطلق و رطوبت نسبی چه تغییری می‌کنند؟ توضیح دهید.
۵ــ شرایط استاندارد را تعریف کنید.
۶ــ تعادل دینامیکی در جذب و دفع رطوبت را توضیح دهید.
۷ــ نقطه شبنم را توضیح دهید.
۸ــ رطوبت موجود و رطوبت بازیافته الیاف را تعریف کرده و روابط هریک را بنویسید.
۹ــ توضیح دهید که رطوبت بازیافته از رطوبت موجود بیشتر است یا برعکس؟
۱۰ــ «اضافه وزن مجاز» را تعریف کنید و بنویسید در کجا از آن بهره گرفته می‌شود؟
۱۱ــ روش‌های مستقیم و غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته را بنویسید.
۱۲ــ دو روش از روش‌های مستقیم اندازه‌گیری رطوبت بازیافته را نام برده و توضیح دهید.
۱۳ــ سه روش خشک کردن الیاف را نام ببرید و توضیح دهید.
۱۴ــ دو منبع خطا در روش خشک کردن با آون را نام ببرید و توضیح دهید.
۱۵ــ چهار روش از روش‌های غیرمستقیم اندازه‌گیری رطوبت را نام ببرید و توضیح دهید.
۱۶ــ هیستریسیس در جذب رطوبت الیاف را بنویسید.
۱۷ــ هیدروفیل و هیدروفوب به چه الیافی گفته می‌شود.
۱۸ــ دو اثر از آثار جذب رطوبت الیاف را نام ببرید.
۱۹ــ گرمای جزئی جذب و گرمای کلی جذب را توضیح دهید و واحد آن‌ها را بیان کنید.
۲۰ــ تورم الیاف را تعریف کنید.
۲۱ــ انواع تورم در الیاف را بنویسید.
۲۲ــ کدامیک از تورم‌ها (تورم قطری یا تورم طولی) در الیاف بیشتر است.
۲۳ــ چرا در الیاف نایلون تورم طولی بیشتر از تورم قطری است؟
۲۴ــ روابط تورم قطری، سطحی، طولی و حجمی را بنویسید.
۲۵ــ توده‌ای از یک نوع لیف با جرم خشک ۶۰ گرم در یک محیط قرار داده می‌شود تا جرم آن به ۶۴ گرم برسد. رطوبت موجود و رطوبت بازیافته را حساب کنید.
۲۶ــ یک محموله از الیاف پنبه به جرم ۲۵۰۰۰ کیلوگرم و رطوبت بازیافته ۷/۵ درصد می‌باشد. بعد از حمل این محموله، رطوبت بازیافته محموله به ۴ درصد کاهش می‌یابد. وزن محموله در مقصد چند کیلوگرم است.
۲۷ــ یک محموله ۱۰۰ تنی از پارچه فاستونی (۴۵٪ پشم، ۵۵٪ پلی‌استر) خریداری شده است. اگر رطوبت بازیافته پشم ۱۳/۵٪ و رطوبت بازیافته پلی‌استر ۰/۵٪ باشد، وزن پشم و پلی‌استر در حالت خشک را حساب کنید. وزن آب جذب شده توسط این محموله چند کیلوگرم است.

فصل ۸

خواص کششی الیاف

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱ـ اهمیت خواص کششی الیاف را توضیح دهد.

۲ـ منحنی بار ـ افزایش طول و تنش ـ کرنش الیاف و قسمت‌های مختلف آن‌را توضیح دهد.

۳ـ تنش را تعریف کند و رابطه آن را بنویسد.

۴ـ کرنش را تعریف کند و رابطه آن را بنویسد.

۵ـ تنش مخصوص را تعریف کند و رابطه آن را بنویسد.

۶ـ اصطلاحات مربوط به کشش الیاف را تعریف کند و روابط بین آن‌ها را بنویسد.

۷ـ نقطه تسلیم را تعریف کرده و روش تعیین آن را توضیح دهد.

۸ـ روش‌های مختلف بارگذاری و اثرات آن را بر رفتار الیاف نساجی توضیح دهد.

۹ـ محاسبات مربوط به رفتار کششی الیاف را از روی نمودار یا داده‌های آزمایش انجام دهد.

۱۰ـ اثرات زمان در رفتار کششی الیاف را توضیح دهد.

۱۱ـ خزش و افت تنش در الیاف نساجی را تعریف کند.

۱۲ـ اثرات رطوبت و حرارت بر رفتار کششی الیاف را توضیح دهد.

۱۳ـ اثرات تابش نور و اشعه‌ها را بر روی الیاف نساجی توضیح دهد.

خواص کششی الیاف

۸ــ۱ــ اهمیت خواص کششی الیاف

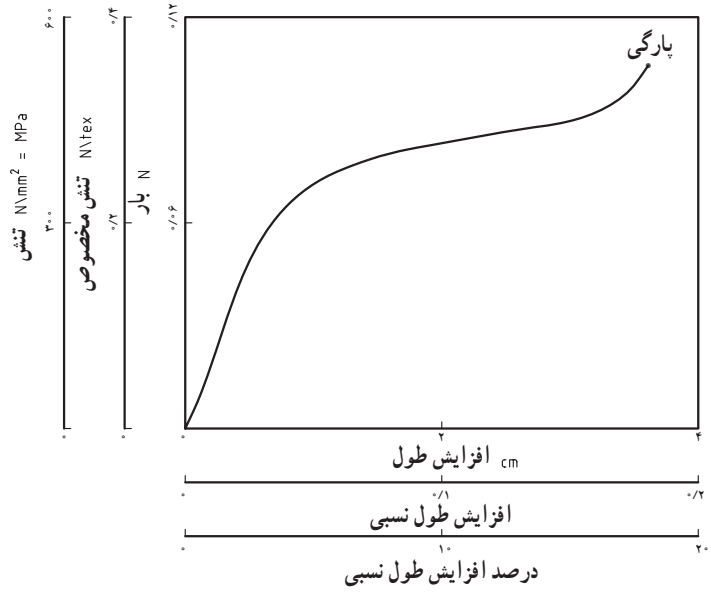
خواص مکانیکی الیاف نساجی (یعنی رفتار الیاف نساجی در مقابل نیروی وارده یا تغییر شکل) از نظر فنی مهم‌ترین خاصیت آن‌ها می‌باشد. خواص مکانیکی الیاف نساجی از دو منظر دارای اهمیت است، یکی رفتار آن‌ها در حین عملیات ریسندگی، بافندگی و... و دیگری خواص محصول نهایی یعنی نخ، پارچه و لباس. خواص یک محصول نساجی مثل نخ یا پارچه به پیچیدگی روابط بین چگونگی قرار گرفتن الیاف در داخل ساختمان منسوج و رفتار الیاف بستگی دارد. بنابراین، برای تحلیل رفتار یک منسوج مثل نخ یا پارچه فقط دانستن رفتار الیاف به‌کار رفته در آن کافی نیست. چون بعضی از الیاف دارای یک ویژگی ذاتی هستند که این ویژگی ذاتی آن‌ها در مقابل بعضی خواص الیاف مجاور آن‌ها تغییر می‌کند. بنابراین خواص ذاتی الیاف تا حدی در خواص نخ یا پارچه تأثیر دارد. مثلاً مقاومت یک نخ هیچ‌گاه از مجموع مقاومت‌های الیافی که آن را تشکیل می‌دهند بیشتر نخواهد بود.

خواص مکانیکی یک لیف حاصل عوامل مختلفی است، ترکیب همین عوامل مختلف است که یک ویژگی خاص آن لیف را تعیین می‌کند. در استفاده از الیاف و کاربرد آن‌ها، باید بدانیم که کدام خاصیت آن مناسب مصرف نهایی لیف می‌باشد. مثلاً لیفی که دارای مقاومت سایشی مناسبی است برای لباس‌های روی ورزشی، الیافی که دارای جذب رطوبت خوبی هستند برای لباس زیر و الیافی که دارای مقاومت کششی خوبی هستند برای مصارف صنعتی به کار می‌روند.

به‌دلیل شکل خاص الیاف، مهم‌ترین خاصیت مکانیکی الیاف، رفتار کششی آن‌ها یعنی رفتار آن‌ها در مقابل نیروی محوری وارده و تغییر شکل در جهت طول الیاف می‌باشد. براین اساس، ساده‌ترین روش برای مطالعه خواص مکانیکی الیاف، بررسی افزایش طول و پارگی الیاف تحت بارگذاری تدریجی می‌باشد.

۸ــ۲ــ منحنی‌های بار ــ افزایش طول و تنش ــ کرنش

چنان‌که در شکل ۸ــ۱ دیده می‌شود، رفتار یک لیف در مقابل نیرویی که به‌تدریج به آن وارد می‌شود، به‌وسیله یک منحنی بار ــ افزایش طول که در انتهای آن نقطه پارگی لیف مشخص شده است می‌تواند نشان داده شود. در اینجا، نیرو می‌تواند برحسب نیوتن یا گرم نیرو و افزایش طول برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شود. ولی اگر قرار باشد که انواع مختلف الیاف را بدون در نظر گرفتن ابعاد آن‌ها



شکل ۸ــ۱ــ منحنی بار ــ افزایش طول برای یک نمونه با طول ۲۰cm، نمره ۰/۳ tex و جرم حجمی ۱/۵g/cm³.

با یکدیگر مقایسه کنیم، لازم است از دیگر واحدها مثلاً واحدهای تنش استفاده کنیم. بنابراین در بیشتر محاسبات فیزیکی و مهندسی، به‌جای بار از تنش استفاده می‌کنند. تنش عبارت است از نیرو تقسیم بر سطحی که نیرو بر آن اثر می‌کند. تنش از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

$$S = \frac{F}{A}$$

در رابطه فوق؛

S : تنش برحسب نیوتن بر مترمربع؛

F : بار برحسب نیوتن؛

A : مساحت سطح مقطع برحسب مترمربع.

در دستگاه SI واحد تنش نیوتن بر مترمربع (N/m^2) می‌باشد که پاسکال (Pa) نیز نامیده می‌شود.

اما، در نساجی برای مطالعه الیاف بیشتر به وزن یا جرم الیاف توجه می‌شود، نه به شکل و ابعاد الیاف. از سوی دیگر، در نساجی تعیین و بیان مساحت مقطع الیاف بسیار دشوار است و چنان‌که در فصول قبلی اشاره شده است، در بیان سطح مقطع یا قطر الیاف معمولاً از جرم واحد طول یا نمره استفاده می‌شود. بنابراین، در رابطه مربوط به تنش که در بالا به آن اشاره شده است، به‌جای مساحت مقطع عرضی لیف، از جرم لیف استفاده می‌شود. در این صورت وقتی از جرم لیف برای محاسبه تنش استفاده می‌شود، تنش حاصل به تنش مخصوص معروف است.

$$S_s = \frac{F}{M}$$

در رابطه فوق واحدها براساس سیستم SI عبارتند از؛

S_s : تنش مخصوص برحسب نیوتن متر بر کیلوگرم (Nm/kg یا Pam^3/kg)؛

F : بار برحسب نیوتن (N)؛

M : جرم واحد طول برحسب کیلوگرم بر متر (kg/m).

اما، برای اینکه از رابطه تنش مخصوص بتوانیم در نساجی استفاده کنیم، بهتر است از نمره تکس (Tex) الیاف در این رابطه بهره گرفته شود، که در این صورت واحد تنش مخصوص نیوتن بر تکس (N/tex) خواهد بود. برای تنش‌های کوچکتر، از واحدهای سانتی‌نیوتن بر تکس (CN/tex) و میلی‌نیوتن بر تکس (mN/tex) نیز استفاده می‌شود.

مثال ۸ــ۱ : یک نخ با نمره ۱۶ تکس تحت نیرویی برابر ۸/۵ نیوتن پاره شده است. تنش مخصوص پارگی این نخ را حساب کنید.

حل :

$$\text{تنش مخصوص } (N/tex) = \frac{\text{نیرو}}{\text{نمره تکس نخ}} = \frac{F}{tex}$$

$$S_s = \frac{۸/۵}{۱۶}$$

$$S_S = ۰/۵۳۱۲۵ \ N/tex$$

مثال ۸ــ۲ : یک تک فیلامنت از الیاف مصنوعی دارای نمره ۹۹ دنیر می‌باشد. اگر این تک فیلامنت تحت نیروی ۷/۲۶ نیوتن قرار گیرد، تنش مخصوص وارده به تک فیلامنت را برحسب N/tex حساب کنید.

حل :

ابتدا لازم است نمره تک فیلامنت را به تکس تبدیل کنیم.

$$tex = \frac{den}{۹}$$

$$tex = \frac{۹۹}{۹} = ۱۱$$

رابطه بین تنش مخصوص، بار وارده و نمره به‌صورت زیر می‌باشد :

$$\text{(تنش مخصوص) } S_s = \frac{\text{F (بار یا نیرو)}}{\text{tex (وزن واحد طول نخ)}}$$

$$S_s = \frac{۷/۲۶}{۱۱}$$

$$S_s = ۰/۶۶ \text{ N/tex}$$

۸ــ۲ــ۱ــ برخی تعاریف در کشش الیاف

برای درک مفاهیم فیزیکی و مکانیکی در کشش الیاف و استفاده آن‌ها در محاسبات، لازم است بعضی تعاریف در اینجا ارایه شوند :

۱ــ طول اولیه ($l_۱$) *:* به درازا و بلندی نمونه قبل از وارد شدن بار یا نیرو، طول اولیه می‌گویند. طول اولیه در واقع به درازای نمونه در حالت مستقیم شده و بدون چین و تجعد گفته می‌شود.

۲ــ افزایش طول (Δl) *:* به اختلاف طول نمونه در حالت کشیده شده و طول اولیه، افزایش طول گفته می‌شود. به عبارت دیگر، وقتی به لیفی نیرو وارد می‌شود، طول آن در اثر نیروی وارد شده اضافه می‌شود،به طول اضافه شده در اثر نیروی وارد شده، افزایش طول می‌گویند. اگر طول اولیه نمونه‌ای $l_۱$ و طول آن پس از وارد شدن نیرو به $l_۲$ برسد، افزایش طول Δl از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

$$\Delta l = l_۲ - l_۱$$

۳ــ افزایش طول نسبی یا کرنش (ε) *:* افزایش طول نسبی یا کرنش، عبارت است از نسبت بین افزایش طول (Δl) و طول اولیه ($l_۱$) و از حاصل تقسیم Δl بر $l_۱$ به‌دست می‌آید.

$$\varepsilon = \frac{l_۲ - l_۱}{l_۱} = \frac{\Delta l}{l_۱}$$

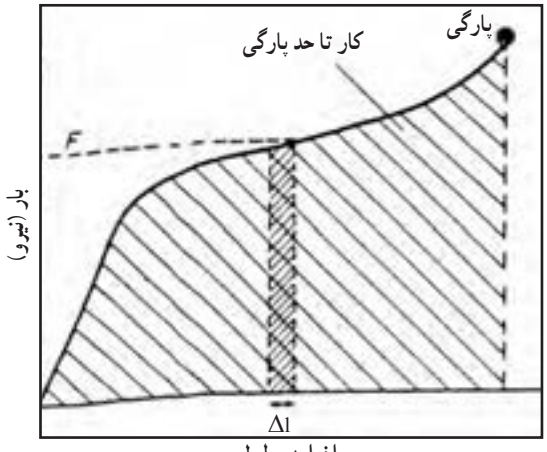
در بیشتر مواقع افزایش طول نسبی به‌صورت درصد حساب شده و بیان می‌شود. در این‌صورت درصد افزایش طول نسبی (ε ٪) به‌صورت زیر حساب می‌شود :

$$\%\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_۱} \times ۱۰۰$$

۴ــ مقاومت *:* به حداکثر نیروی کششی لازم برای پارگی لیف، مقاومت لیف گفته می‌شود. وقتی که مقاومت یک لیف به تنهایی در نظر باشد، نیرو یا بار پارگی لیف به‌عنوان مقاومت لیف در نظر گرفته می‌شود. ولی، وقتی لازم باشد مقاومت دو یا چند لیف را با هم مقایسه کنند، از تنش مخصوص برای بیان مقاومت استفاده می‌کنند.

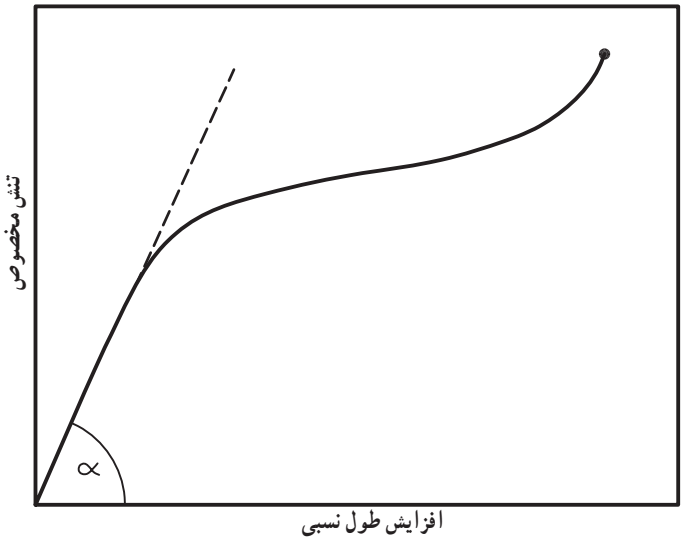
۵ــ افزایش طول تا حد پارگی *:* افزایش طولی که در آن افزایش طول، لیف پاره می‌شود به افزایش طول تا حد پارگی نامیده می‌شود. افزایش طول تا حد پارگی ممکن است برحسب طول اضافه شده، نسبت افزایش طول به طول اولیه یا درصد افزایش طول نسبت به طول اولیه بیان شود.

۶ــ کار تا حد پارگی *:* به مقدار انرژی لازم برای پاره شدن لیف، کار تا حد پارگی گفته می‌شود و واحد آن ژول (J) است. چنان‌که در شکل ۸ــ۲ نشان داده شده است، کار تا حد پارگی برابر مساحت زیر نمودار بار ــ افزایش طول می‌باشد.



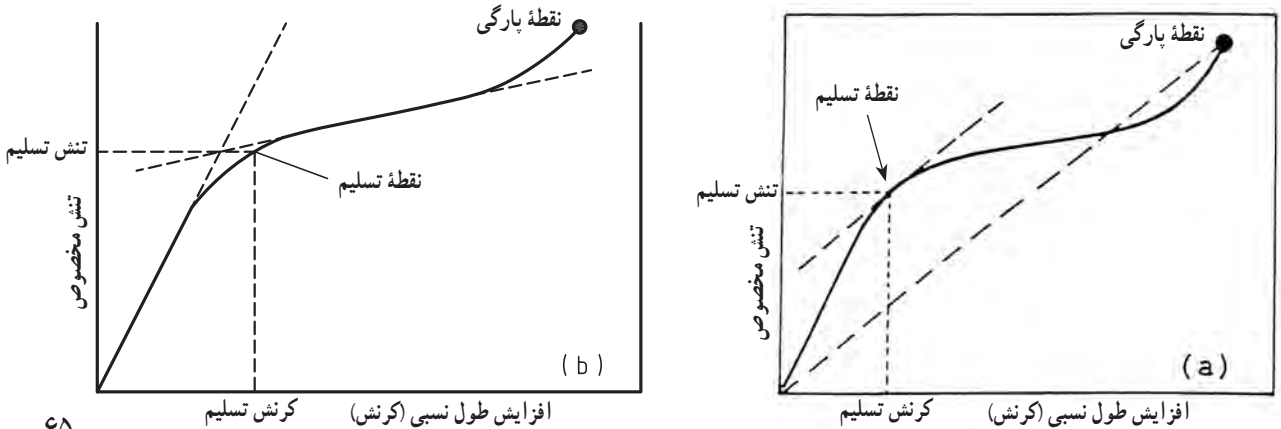
شکل ۸ــ۲ــ کار تا حد پارگی

۷ــ مدول اولیه : با توجه به شکل ۸ــ۳ که نمودار تنش ــ کرنش یک لیف را نشان می‌دهد، منحنی تنش ــ کرنش اغلب الیاف از سه قسمت مشخص تشکیل شده است. قسمت اول، یک قسمت خطی است با شیب زیاد؛ قسمت دوم، قسمتی است که شیب آن ملایم است، و قسمت سوم قسمتی است که شیب منحنی مجدداً زیاد شده و نهایتاً به نقطه پارگی لیف می‌رسد. به شیب قسمت اول منحنی تنش ــ کرنش مدول اولیه گفته می‌شود. لازم به توضیح است، اگر بارگذاری روی لیف در ناحیه خطی اولیه نمودار تنش ــ کرنش باشد، بعد از برداشتن بار و نیروی وارده، نمونه لیف به طول اولیه خود بازمی‌گردد.



شکل ۸ــ۳ــ مدول اولیه $=\tan\alpha$

۸ــ نقطه تسلیم : با توجه به شکل ۸ــ۴، وقتی منحنی تنش ــ کرنش الیاف نساجی رسم می‌شود، بین دو قسمت اول منحنی، یعنی بین قسمت خطی و با شیب زیاد اولیه و قسمت دوم که با شیب ملایم می‌باشد، می‌توان یک نقطه مشخص را در نظر گرفت که این نقطه به نقطه تسلیم معروف است.



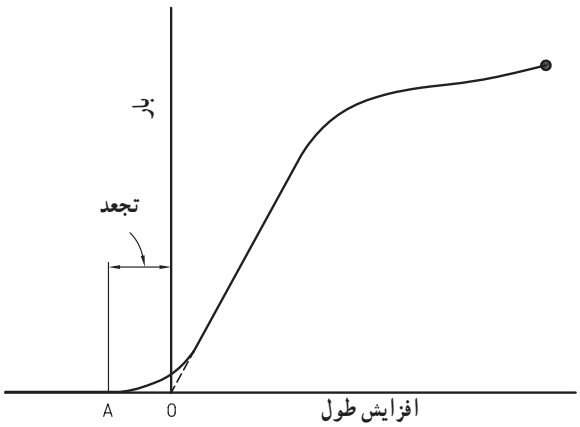
شکل ۸ــ۴ــ تعیین نقطهٔ تسلیم

برای تعیین نقطه تسلیم، دو روش پیشنهاد می‌شود، در روش اول(قسمت a از شکل ۸ ــ۴) ابتدا خطی بین مبدأ و نقطه پارگی لیف رسم می‌کنیم. سپس خطی موازی خط مذکور طوری رسم می‌کنیم تا مماس بر سطح منحنی در بین دو ناحیه اول (قسمت با شیب زیاد) و دوم (قسمت با شیب ملایم) باشد. نقطه تماس خط مماس رسم شده و منحنی به‌عنوان نقطه تسلیم شناخته می‌شود.

اما در روش دوم،قسمت b از شکل ۸ ــ۴ خطی منطبق بر قسمت اوّل منحنی رسم می‌کنیم و آن را به سمت بالا بصورت خط‌چین ادامه می‌دهیم، سپس خطی دیگر منطبق بر قسمت دوم منحنی تنش ــ کرنش رسم می‌کنیم و آن‌را از سمت چپ ادامه می‌دهیم تا خط‌چین ترسیم شده منطبق بر قسمت اوّل را قطع کند. از محل تقاطع دو خط ترسیم شده خطی افقی رسم می‌کنیم تا منحنی تنش ــ کرنش را قطع نماید. محل تقاطع خط افقی ترسم شده و منحنی تنش ــ کرنش به عنوان نقطه تسلیم در نظر گرفته می‌شود.

لازم به توضیح است که اگر لیف تا حد نقطه تسلیم کشیده شود و بار وارده برداشته شود، لیف به طول اولیه برمی‌گردد. ولی اگر، افزایش طول لیف طوری باشد که لیف بیش از نقطه تسلیم کشیده شود، پس از حذف بار، فقط افزایش طول تا نقطه تسلیم بر می‌گردد و افزایش طول از نقطه تسلیم به بعد، در لیف باقی می‌ماند.

۹ــ تجعد : در بررسی رفتار کششی الیاف، فرض شده است که الیاف مستقیم بوده و هیچ‌گونه فروموجی ندارند. اما، بسیاری از الیاف دارای فروموج و تجعد هستند. تجعد موجود در الیاف، در هنگام آزمایش کشش، با نیروی بسیار کمی برطرف شده و لیف به‌صورت مستقیم درمی‌آید. اگر، یک لیف مجعد به‌صورت آزاد و با حالت دارای فروموج در یک دستگاه آزمایش کشش قرار گیرد، نمودار بار ــ افزایش طول آن به صورت شکل ۸ــ۵ خواهد بود. یعنی منحنی نمودار از نقطه A که خارج از نقطه صفر است شروع می‌شود.



شکل ۸ــ۵ــ نمودار بار ــ افزایش طول یک لیف مجعد.

برای برطرف کردن اثر تجعد لیف در نمودار بار ــ افزایش طول، خطی منطبق بر قسمت اولیه نمودار که با شیب تند می‌باشد را در پایین و بصورت خط‌چین ادامه می‌دهیم تا محور افقی را در نقطه O قطع کند. نقطه O به‌دست آمده به‌عنوان مبدأ و فاصله AO به‌عنوان مقدار تجعد در نظر گرفته می‌شود، و از این طریق می‌توان درصد تجعد لیف را نیز حساب کرد. در این صورت :

مقدار تجعد = AO

۸ــ۳ــ روش‌های مختلف بارگذاری

روش‌های مختلفی برای بارگذاری و آزمایش کشش الیاف وجود دارد. نوع روش‌بارگذاری مورد استفاده برای آزمایش کشش الیاف، بر رفتار این الیاف تأثیر می‌گذارد. از روش‌های مختلفی که برای بارگذاری در آزمایش کشش الیاف وجود دارد، در اینجا به دو روش مهم که دستگاه‌های آزمایش کشش الیاف براساس آن‌ها شناخته می‌شوند، اشاره می‌شود :

۱ــ روش بارگذاری با نرخ افزایش طول ثابت : در این روش بارگذاری، سرعت افزایش طول لیف ثابت می‌باشد. یعنی افزایش طول لیف در واحد زمان (نرخ افزایش طول) ثابت است.

۲ــ روش بارگذاری با نرخ افزایش بار ثابت : در این روش بارگذاری، سرعت افزایش بار ثابت می‌باشد. یعنی افزایش بار وارده بر لیف در واحد زمان (نرخ افزایش بار) ثابت می‌باشد.

تأثیر دو روش بارگذاری فوق را می‌توان در شکل منحنی تنش ــ کرنش یا منحنی بار ازدیاد طول دید. یکی دیگر از تفاوت‌های بین دو روش بارگذاری فوق، تأثیر آن‌ها بر رفتار وابسته به زمان الیاف مثل افت تنش و خزش می‌باشد.

۸ــ۴ــ اثرات زمان در کشش الیاف

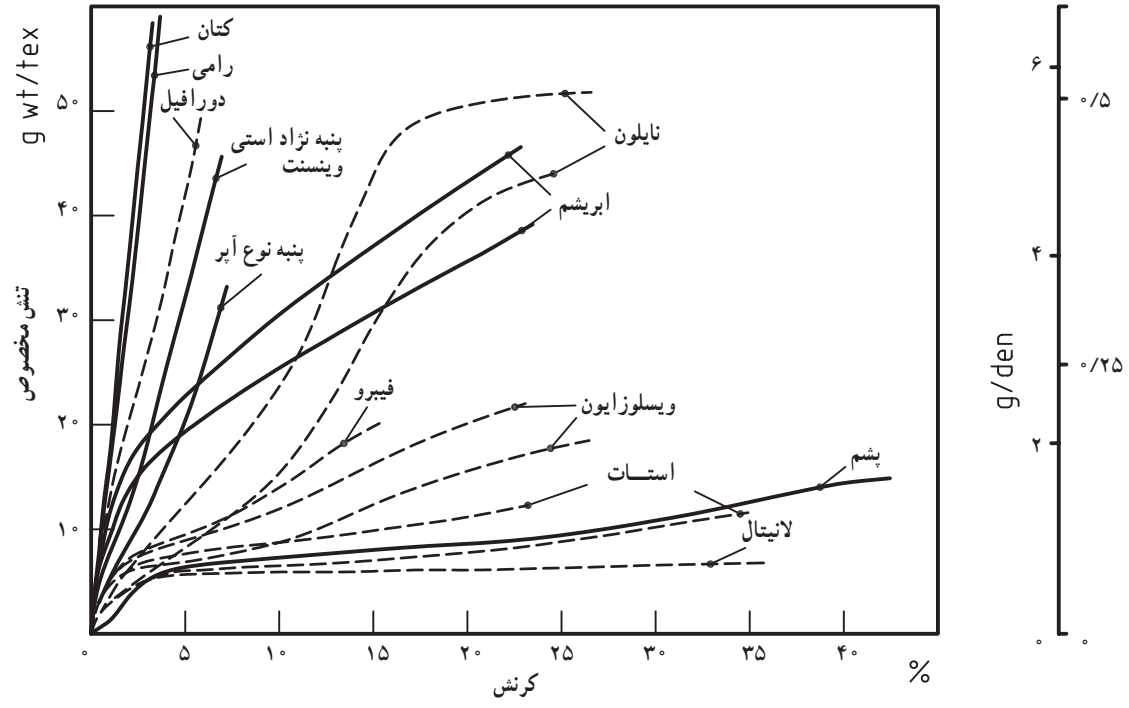
پدیده‌هایی در طبیعت وجود دارند که به آن‌ها پدیده‌های وابسته به زمان می‌گویند. مثلاً رشد گیاه، فاسد شدن میوه، تخمیر مواد، تغییر رنگ در هوای آزاد، پدیده‌هایی هستند که وابسته به زمان هستند. رفتار الیاف نساجی در مقابل بارگذاری نیز وابسته به زمان می‌باشد. از آثار وابستگی به زمان رفتار الیاف نساجی در مقابل بارگذاری، دو پدیده **خزش** و **افت تنش** در الیاف نساجی می‌باشد.

۱ــ خزش : هرگاه وزنه‌ای را به یک سر لیف ببندیم و لیف را از سر دیگر آن آویزان کنیم، ابتدا لیف یک افزایش طول اولیه به‌واسطه سنگینی وزنه خواهد داشت، و طول لیف در مدت زمان آویزان بودن وزنه به‌تدریج افزایش می‌یابد. این در حالی است که وزنه آویزان شده به لیف ثابت بوده، ولی افزایش طول به‌تدریج و در جریان زمان اتفاق می‌افتد. به این پدیده، یعنی افزایش طول با تنش ثابت و در طول زمان را «خزش» می‌گویند.

۲ــ افت تنش : هرگاه یک لیف را تحت یک تنش معینی کشیده و دو سر آن را به فاصله معینی از هم در دو جای ثابت ببندیم، تنش موجود در لیف به‌تدریج کاهش می‌یابد. به این پدیده، یعنی کاهش تنش با طول ثابت و در طول زمان را افت تنش می‌گویند.

۸ــ۵ــ نتایج آزمایش کشش بر روی الیاف

شکل ۸ــ۶ نمودار تنش ــ کرنش بعضی از الیاف نساجی را نشان می‌دهد. لازم به یادآوری است که نمودارهای نشان داده شده در این شکل، مربوط به یک نوع خاص از الیاف مورد نظر می‌باشد، یعنی اگر نوع لیف یا نژاد و منشأ لیف طبیعی یا تولیدکننده لیف مصنوعی تغییر کند، ممکن است شکل منحنی نیز تغییر کند.



شکل ۸ــ۶ــ نمودار تنش ــ کرنش الیاف نساجی در شرایط ۶۵٪ رطوبت نسبی و $20^{\circ}C$.

برخی از خواص کششی الیاف نساجی در جدول ۸ــ۱ درج شده است.

جدول ۸ــ۱ــ خواص کششی الیاف نساجی

نوع لیف	مقاومت (N/tex)	افزایش طول تا حد پارگی (٪)	کار تا حد پارگی (mN/tex)	مدول اولیه (N/tex)	تنش نقطه تسلیم (mN/tex)	کرنش نقطه تسلیم (٪)
پنبه	۰/۳۲	۷/۱	۱۰/۷	۵	–	–
کتان	۰/۵۴	۳	۸	۱۸	–	–
جوت	۰/۳۱	۱/۸	۲/۷	۱۷/۲	–	–
کنف	۰/۴۷	۲/۲	۵/۳	۲۱/۷	–	–
رامی	۰/۵۹	۳/۷	۱۰/۶	۱۴/۶	–	–
ویسکوز ریون :						
ــ فیلامنت	۰/۱۸	۲۷/۲	۳۰/۶	۴/۸	۵۷	۲
ــ مقاومت بالا	۰/۴۱	۱۲	۲۸	۸/۸	–	–
پلی‌نوزیک	۰/۲۶	۷	۱۱	۱۳/۲	–	–
دی‌استات	۰/۱۳	۲۳/۷	۲۱/۶	۳/۶	۷۵	۳/۲
تری‌استات	۰/۱۲	۳۰	۱۸	۳/۱	–	–
ابریشم	۰/۳۸	۲۳/۴	۵۹/۷	۷/۳	۱۵۶	۳/۳
نایلون ۶	۰/۲۹	۴۶	۷۷	۰/۶	–	–
نایلون ۶۶ :						
ــ مقاومت متوسط	۰/۴۸	۲۰	۶۳	۳	–	–
ــ مقاومت بالا	۰/۶۶	۱۶	۵۸	۴/۴	–	–
ــ الیاف کوتاه	۰/۳۷	۴۳	۱۰۱	۱	–	–
پلی استر :						
ــ مقاومت متوسط	۰/۴۷	۱۵	۵۳	۱۰/۶	–	–
ــ مقاومت بالا	۰/۵۶	۷	۲۲	۱۳/۲	–	–
ــ الیاف کوتاه	۰/۴۷	۳۷	۱۱۹	۸/۸	–	–
اکریلیک (الیاف کوتاه)	۰/۲۷	۲۵	۴۷	۶/۲	–	–
پشم (۵۶S)	۰/۱۴	۴۲/۹	۳۷/۵	۲/۱	۶۲	۵/۱
پلی‌وینیل‌الکل(PVA)	۰/۱۷	۲۶	۲۴	۲/۲	–	–
پلی‌وینیل‌کلراید(PVC)	۰/۲۴	۱۷	۲۳	۳/۵	–	–
پلی‌اتیلن					–	–
مقاومت کم	۰/۰۸	۲۰ــ۴۰	۱۱ــ۲۶	۰/۹	–	–
مقاومت بالا	۰/۳۴	۱۰	۱۹	۴/۴	–	–
پلی‌پروپیلن	۰/۶۵	۱۷	۷۱	۷/۱	–	–
شیشه	۰/۷۵	۲/۵	۹/۸	۲۹/۴	–	–
پلی‌یورتان	۰/۰۳۰۹	۵۴۰	۶۵	۰/۰۰۷۱	–	–
لاستیک	۰/۰۰۸۸	۵۲۰	۱۴	۰/۰۰۲۶	–	–
فولاد	۰/۲۶	۸	۱۷/۷	۲۸/۵	–	–

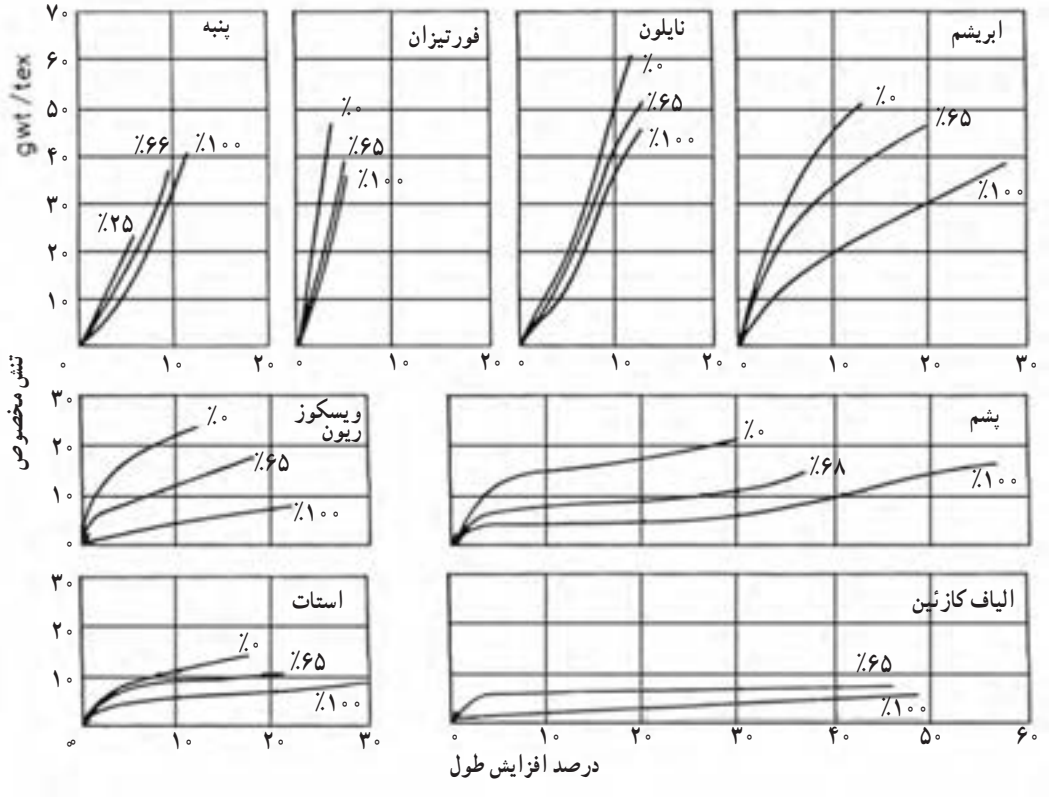
منحنی تنش ــ کرنش الیاف پنبه نسبت به محور کرنش (افزایش طول نسبی) مقعر بوده و نقطه تسلیم مشخصی ندارد. شواهد نشان می‌دهد که منحنی تنش ــ کرنش نژادهای مختلف پنبه متفاوت از یکدیگر بوده و الیاف ظریف‌تر پنبه دارای مقاومت و مدول اولیه بیشتری نسبت به الیاف ضخیم‌تر هستند. افزایش طول تا حد پارگی پنبه در محدوده ۱۰ــ۵٪ بوده و بستگی به ظرافت پنبه ندارد.

الیاف پشم و دیگر الیاف پروتئینی و سایر الیاف نساجی که دارای مولکول‌های تاخورده هستند، اگرچه مقاومت پایینی دارند، ولی افزایش طول تا حد پارگی آن‌ها بالاست. با وجود پایین بودن مقاومت این الیاف، ولی به‌دلیل زیاد بودن افزایش طول تا حد پارگی آن‌ها، کار تا حد پارگی این الیاف پایین نمی‌باشد.

خواص کششی الیاف مصنوعی به مقدار زیادی به وزن مولکولی پلیمر و شرایط ریسندگی و کشش آن‌ها در بعد از ریسندگی مربوط می‌شود. اکثر الیاف مصنوعی دارای مقاومت و افزایش طول تا حد پارگی نسبتاً بالایی هستند. البته مقاومت و افزایش طول الیاف مصنوعی در حین تولید آن‌ها قابل اصلاح می‌باشد.

۸ــ۶ــ اثر رطوبت و حرارت بر رفتار کششی الیاف

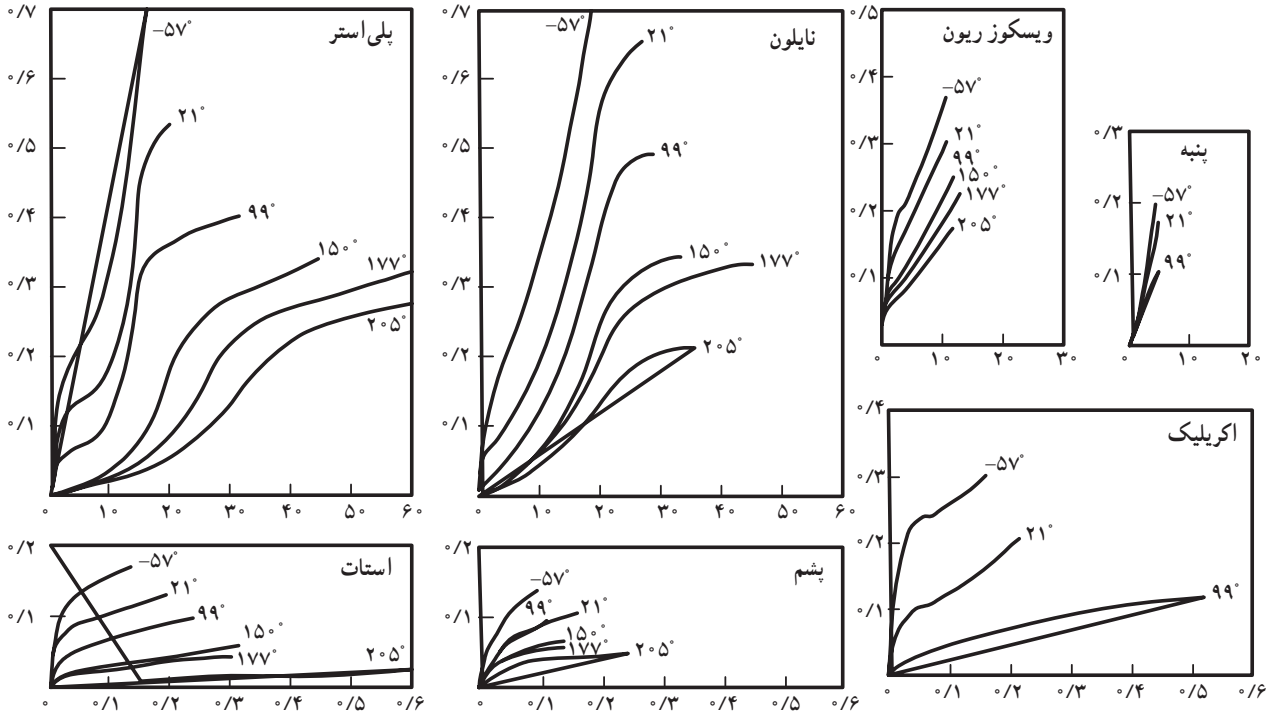
جذب رطوبت الیاف بر روی رفتار آن‌ها تأثیر می‌گذارد. از این‌رو، با تغییر در رطوبت محیط که باعث تغییر در رطوبت بازیافته الیاف می‌شود، رفتار مکانیکی الیاف مثل رفتار کششی آن‌ها تغییر می‌کند. شکل ۸ــ۷ نمودار تنش ــ کرنش بعضی از الیاف را در رطوبت نسبی‌های مختلف نشان می‌دهد. با افزایش رطوبت نسبی محیط و در نتیجه افزایش رطوبت بازیافته الیاف، قابلیت افزایش طول و افزایش طول تا حد پارگی الیاف بیشتر شده ولی مدول کششی الیاف کمتر می‌شود. رفتار الیاف پنبه و دیگر الیاف سلولزی طبیعی در مقابل جذب رطوبت کمی متفاوت از دیگر الیاف می‌باشد. یعنی با افزایش رطوبت نسبی محیط و در نتیجه افزایش رطوبت بازیافته الیاف پنبه و دیگر الیاف سلولزی طبیعی، علاوه بر زیاد شدن افزایش طول تا حد پارگی این الیاف، مقاومت آن‌ها نیز زیاد می‌شود. این در حالی است که در دیگر الیاف نساجی با افزایش رطوبت نسبی محیط و در نتیجه افزایش رطوبت بازیافته، افزایش طول تا حد پارگی این الیاف زیاد می‌شود، ولی مقاومت آن‌ها کاهش می‌یابد.



شکل ۸ــ۷ــ نمودار تنش ــ کرنش الیاف در رطوبت نسبی‌های مختلف

شایان ذکر است که خواص کششی الیاف مصنوعی که دارای جذب رطوبت ناچیز یا هیدروفوب هستند، با تغییر رطوبت نسبی محیط، چندان تفاوت نمی‌کند.

خواص مکانیکی الیاف نساجی با دمای محیط تغییر می‌کند. شکل ۸ــ۸ اثر درجه حرارت بر روی منحنی تنش ــ کرنش الیاف نساجی را نشان می‌دهد. چنان‌که از روی این شکل دیده می‌شود، با افزایش حرارت، مقاومت و مدول الیاف کاهش یافته، ولی افزایش طول تا حد پارگی الیاف افزایش می‌یابد. لازم به توضیح است که اگر الیاف نساجی به مدت طولانی در معرض محیط با دمای بالا قرار بگیرند، خواص فیزیکی و مکانیکی نظیر رنگ، کیفیت سطحی، شفافیت، مقاومت و ... را از دست می‌دهند.



شکل ۸ــ۸ــ مقایسه منحنی تنش ــ کرنش الیاف نساجی در دماهای مختلف

۸ــ۷ــ اثر نور بر خواص کششی الیاف

وقتی الیاف نساجی در معرض نور، اشعه ماورای بنفش یا اشعه مادون قرمز قرار می‌گیرند. کیفیت آن‌ها تنزل یافته و مقاومت و افزایش طول آن‌ها کاهش می‌یابد. مقدار آسیب‌دیدگی و تنزل کیفیت این الیاف بستگی به عوامل زیر دارد :

۱ــ نوع لیف

۲ــ ظرافت لیف

۳ــ مقدار محافظت لیف توسط الیاف مجاور آن

۴ــ وجود رنگ، مواد تکمیلی یا دیگر مواد شیمیایی همراه لیف

۵ــ نوع و شدت نور و اشعه تابیده شده

تأثیر نوع و شدت نور و اشعه تابیده شده بر کیفیت الیاف، به چگونگی در معرض قرار گرفتن الیاف در مقابل نور و اشعه بستگی دارد. می‌توان گفت تأثیر نوع و شدت نور و اشعه تابیده شده بر کیفیت الیاف به عوامل زیر بستگی دارد :

۱ــ کیفیت نور تابیده شده مثل کاملاً آفتابی، نیمه سایه (نیمه آفتابی)، پشت شیشه، زیر نور مصنوعی

۲ــ موقعیت جغرافیایی (نیمکره جنوبی یا شمالی، ارتفاع یا کنار دریا، کویر یا جنگل ...)

۳ــ برهه‌ای از سال که لیف در معرض نور یا اشعه است (ماه‌ها یا فصول سال)

در آزمایش الیاف در مقابل تابش نور و اشعه‌های دیگر، باید توجه داشت که عواملی نظیر کپک،ذرات خاک، قارچ، فوم‌های صنعتی، دود، خم و راست شدن، سایش و ذرات شن همراه وزش باد ممکن است آسیب‌هایی به مراتب بیشتر از تابش نور و اشعه‌های دیگر بر الیاف وارد کنند.

جدول ۸ــ۲ ترتیب کاهش نسبی مقاومت الیاف در مقابل نور خورشید را نشان می‌دهد. لازم به توضیح است که مضرترین اشعه در نور خورشید اشعه ماورای بنفش می‌باشد، که اگر اثر اشعه ماورای بنفش را نادیده بگیریم، تأثیر منفی نور خورشید بر روی الیاف نساجی به مقدار بسیاری کاهش می‌یابد.

جدول ۸ــ ۲ــ کاهش نسبی مقاومت الیاف نساجی در مقابل نور خورشید

تابش مستقیم خورشید		تابش خورشید از پشت شیشه
اکریلیک براق	کاهش مقاومت ↓	اکریلیک براق
اکریلیک نیمه‌مات		اکریلیک نیمه‌مات
استات براق، پلی‌استر براق، نایلون براق، نایلون مات		پلی‌استر براق
ویسکوزریون براق، پنبه		پلی‌استر نیمه‌مات
پلی‌استر نیمه‌مات		استات براق، نایلون براق، ویسکوز ریون براق، پنبه
ابریشم و بیشتر الیاف نیمه‌مات		ابریشم و بیشتر الیاف نیمه‌مات
بیشتر الیاف مات به استثنای پلی‌استر مات		بیشتر الیاف مات به استثنای پلی‌استر مات

پرسش‌های فصل ۸

۱ــ تنش را تعریف کنید و بنویسید در چه مواقعی در بیان مقاومت به جای نیرو از تنش استفاده می‌شود.

۲ــ تنش مخصوص را تعریف کنید و واحدهای آن برای بیان مقاومت الیاف را بنویسید.

۳ــ یک نخ فیلامنتی با نمره ۹۹ دنیر و طول ۲۰ سانتی‌متر تحت نیروی ۵۴ نیوتن و پس از افزایش طول ۱۲ سانتی‌متر پاره شده است.

الف) طول نهایی نخ (در هنگام پارگی) چند سانتی‌متر است؟

ب) درصد افزایش طول نسبی در هنگام پارگی را حساب کنید.

ج) مقاومت نخ در هنگام پارگی را برحسب CN/tex حساب کنید.

۴ــ کار تا حد پارگی را تعریف کرده، واحد و چگونگی محاسبه آن را بیان کنید.

۵ــ مدول اولیه در منحنی تنش ــ کرنش را تعریف کنید.

۶ــ نقطه تسلیم چیست و چگونه تعیین می‌شود.

۷ــ دو روش از روش‌های بارگذاری و اثرات آن‌ها را بیان کنید.

۸ــ خزش و افت تنش را تعریف کنید.

۹ــ یک لیف مستقیم به‌طول ۲۰ سانتی‌متر را به اندازه ۵ سانتی‌متر می‌کشیم. اگر نقطه تسلیم بعد از افزایش طول ۳ سانتی‌متر اتفاق افتد، طول لیف را پس از برداشتن نیرو حساب کنید.

۱۰ــ جذب رطوبت چه تأثیری بر خواص کششی الیاف دارد.

۱۱ــ جذب رطوبت چه تأثیری بر خواص کششی الیاف پنبه دارد.

۱۲ــ عوامل مؤثر بر کاهش کیفیت الیاف در اثر نور را بنویسید.

۱۳ــ تأثیر نوع و شدت نور و اشعه بر کیفیت الیاف به چه عواملی بستگی دارد؟

۱۴ــ اثر حرارت بر روی خواص کششی الیاف را بنویسید.

فصل ۹

خواص فیزیکی و مکانیکی نخ

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱ـ اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی نخ را توضیح دهد.

۲ـ خواص کششی نخ‌ها را توضیح دهد.

۳ـ طول پارگی نخ را تعریف کرده و محاسبات آن را انجام دهد.

۴ـ اهمیت خواص سایشی و مقاومت سایشی نخ‌ها را توضیح دهد.

۵ـ روش‌های اندازه‌گیری مقاومت سایشی نخ را توضیح دهد.

خواص فیزیکی و مکانیکی نخ

۹ــ۱ــ اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی نخ

انواع نخ‌ها مثل نخ‌های تک فیلامنتی، چند فیلامنتی یا ریسیده شده مانند نخ‌های پنبه‌ای، پشمی و مخلوط الیاف طبیعی و مصنوعی مصارف مختلفی دارند. از جمله مصارف نخ‌ها می‌توان به استفاده آن‌ها در نخ بخیه در جراحی، نخ دوخت، تهیه طناب‌ها و ریسمان‌ها، تولید انواع پارچه‌های تاری ــ پودی و حلقوی اشاره کرد. بسته به نوع مصرف نخ، نخ‌ها باید بعضی از خواص و ویژگی‌ها را با توجه به مصرف نهایی محصول تهیه شده از آن‌ها، دارا باشند. خواص نخ‌ها به نوع الیاف (فیلامنتی یا بریده بریده)، سیستم ریسندگی یا شکل فیزیکی الیاف در نخ (فیلامنتی صاف، تکسچره یا ...)، تاب نخ، نمره نخ، انواع تکمیل‌های انجام شده بر روی لیف یا نخ، درصد اجزای مخلوط در نخ‌های مخلوط و ... می‌تواند وابسته باشند. به‌هرحال، بررسی بعضی از خواص نخ‌ها در بحث‌های این کتاب نمی‌گنجد و مربوط به مباحث دروس دیگر بوده یا اینکه در سال‌های آینده یا در مدارج بالاتر رشته نساجی با آن‌ها آشنا خواهید شد.

در اینجا به دو ویژگی نخ‌ها، یعنی خواص کششی و خواص سایشی آن‌ها اشاره می‌شود.

۹ــ۲ــ خواص کششی نخ

در مطالعه خواص کششی نخ‌ها، همان تعاریفی که برای خواص کششی الیاف (فصل هشتم) اشاره شده است، برای نخ‌ها نیز به‌کار می‌رود. تعاریفی مثل افزایش طول، افزایش طول نسبی، درصد افزایش طول نسبی، افزایش طول تا حد پارگی، کار تا حد پارگی،مقاومت یا نیرو در پارگی، مدول اولیه، نقطه تسلیم، واحدهای مربوطه که در فصل هشتم برای الیاف استفاده شده است، برای نخ‌ها نیز به‌کار می‌رود.

لازم است اشاره شود که به‌واسطه طول و قطر نخ که بیشتر از الیاف می‌باشد، کار کردن با نخ‌ها در آزمایشگاه، بسیار آسان‌تر از کار کردن با الیاف می‌باشد. ولی باید توجه داشت که معمولاً دستگاه‌های آزمایشگاهی مربوط به الیاف، دقیق‌تر و حساس‌تر از دستگاه‌های مربوط به آزمایش نخ‌ها می‌باشند. ضمناً، باید توجه داشت که به‌خاطر ساختمان نخ که متشکل از تعداد زیادی الیاف است، رفتار نخ‌ها در مقابل نیروهای کششی،متفاوت از رفتار الیاف می‌باشد. مثلاً، همیشه مقاومت نخ کمتر از مجموع مقاومت تک تک الیاف تشکیل‌دهنده آن می‌باشد.

یکی از واحدهای سنجش مقاومت نخ «طول پارگی» است. «طول پارگی»، عبارت است از طولی که اگر نخ با آن طول آویزان شود، آن نخ پاره شود. طول پارگی را با RKM نشان می‌دهند.

مثال ۹ــ۱ : یک نخ فیلامنتی ۹۰ دنیری تحت وزنه‌ای به جرم ۲۰۰ گرم پاره می‌شود. طول پارگی (RKM) این نخ را حساب کنید.

حل : با توجه به تعریف نمره دنیر، با تناسب ساده زیر RKM به‌دست می‌آید.

طول (متر)	جرم (گرم)
۹۰۰۰	۹۰
RKM	۲۰۰

$$RKM = \frac{۹۰۰۰ \times ۲۰۰}{۹۰} = ۲۰/۰۰۰m$$

$$RKM = ۲۰KM$$

۹ــ۳ــ خواص سایشی نخ

مقاومت سایشی یکی از خواص بسیار مهم مواد نساجی مثل الیاف، نخ، پارچه و محصولات نساجی مثل پوشاک و سایر منسوجات است. خواص سایشی نخ علاوه بر ویژگی‌های سایشی الیافی که آن نخ را تشکیل می‌دهند، به ساختمان نخ، نوع ریسندگی، مواد تکمیلی و شرایط تولید نخ بستگی دارد. مثلاً، مقاومت سایشی الیاف نایلون بیشتر از الیافی مثل پلی‌استر و پنبه می‌باشد، ولی از نظر نوع سیستم ریسندگی، شواهد نشان می‌دهد که نخ‌های حاصل از ریسندگی چرخانه‌ای دارای مقاومت سایشی بیشتری نسبت به نخ‌های حاصل از سیستم ریسندگی رینگ هستند. مقاومت سایشی منسوجات از نظر مصرف نیز مهم می‌باشد، چراکه بیشتر منسوجات به‌خاطر سایش و کهنگی یا ضایع شدن ناشی از ساییدگی و سایش کنار گذاشته می‌شوند نه به‌خاطر پارگی یا جرخوردگی، از این‌رو، دوام و عمر بیشتر منسوجات به‌ویژه البسه و پوشاک به مقاومت سایشی آن‌ها بستگی دارد.

مقاومت سایشی نخ‌ها معمولاً با اندازه‌گیری پایداری آن‌ها در مقابل سایش تعریف می‌شود. یعنی یک حلقه نخ به طول تقریبی ۵۰ سانتی‌متر و تحت کشش معین با سرعت تقریباً ۵۰ دور در دقیقه از بین یک ابزار ساینده عبور کرده و تعداد دور گردش نخ تا پارگی به‌عنوان شاخص مقاومت سایشی نخ شمارش و بیان می‌شود.

از دیگر روش‌های تعیین خواص سایشی نخ‌ها، تعیین ضریب اصطکاک آن‌ها است، بدین منظور به‌وسیله دستگاه‌های ویژه‌ای ضریب اصطکاک نخ‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

پرسش‌های فصل ۹

۱ــ توضیح دهید که چرا همواره مقاومت یک نخ کمتر از مجموع مقاومت الیاف تشکیل‌دهنده آن است.

۲ــ یک نخ با نمره ۱۲۰ دنیر و طول ۲۰ سانتی‌متر تحت وزنه‌ای به جرم ۲۸۰ گرم قرار می‌گیرد و بعد از افزایش طول ۲/۵ سانتی‌متر پاره می‌شود. مطلوب است :

الف) طول نخ در هنگام پاره شدن

ب) افزایش طول نسبی در هنگام پاره شدن

ج) تنش مخصوص نخ در هنگام پارگی برحسب گرم بر دنیر و گرم بر تکس

د) طول پارگی نخ برحسب کیلومتر (RKM)

۳ــ مقاومت سایشی نخ را تعریف کرده اهمیت آن را بنویسید.

۴ــ دو روش اندازه‌گیری مقاومت سایشی نخ‌ها را توضیح دهید.

۵ــ دو دلیل مهم استفاده از نخهای نایلونی برای قسمت رو و نخهای پنبه‌ای برای قسمت داخل لباس‌های ورزشی را توضیح دهید.

فصل ۱۰

خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

۱ـ اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها را توضیح دهد.

۲ـ نکات قابل توجه در زمینه نفوذپذیری هوای پارچه‌ها را توضیح دهد.

۳ـ قابلیت نفوذ هوا و مقاومت پارچه در مقابل نفوذ هوا را توضیح دهد.

۴ـ روش اندازه‌گیری قابلیت نفوذ هوای پارچه را توضیح دهد.

۵ـ نکات مهم در نفوذپذیری آب پارچه‌ها را توضیح دهد.

۶ـ روش‌های اندازه‌گیری جذب آب و عبور آب از پارچه‌ها را توضیح دهد.

۷ـ اهمیت ضخامت پارچه و روش اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.

۸ـ مقاومت سایشی پارچه و روش‌های اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.

۹ـ اهمیت مقاومت خمشی پارچه و روش اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.

۱۰ـ مقاومت پارچه در مقابل چروک‌پذیری و روش اندازه‌گیری آن را توضیح دهد.

خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها

۱۰ــ۱ــ اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها

خواص فیزیکی و مکانیکی انواع پارچه‌ها مثل پارچه‌های تاری ــ پودی و حلقوی که به‌عنوان محصول نهایی کارخانجات نساجی می‌باشند، دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. پارچه‌ها با توجه به خواص ویژه فیزیکی و مکانیکی که دارند برای تولید محصولاتی مثل انواع پوشاک، پارچه‌های مورد استفاده در مصارف ساختمان‌سازی، اتومبیل‌سازی، کشاورزی و باغبانی، پزشکی و بهداشتی، نظامی، هوا و فضا و ... به‌کار برده می‌شوند. اگرچه خواص الیاف و نخ مورد استفاده در پارچه در خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها مؤثر هستند، با این حال ساختمان و عوامل ساختمانی پارچه نظیر طرح بافت، تراکم تار، تراکم پود و روش‌های تکمیل انجام شده برروی پارچه و مواد تکمیلی مورد استفاده، بر روی خواص و رفتار پارچه‌ها تأثیرگذار هستند.

۱۰ــ۲ــ نفوذپذیری پارچه در مقابل هوا

نفوذپذیری پارچه در مقابل گازها به‌ویژه هوا از خواص بسیار مهم پارچه‌ها به‌ویژه پارچه‌های لباسی، پارچه‌های صنعتی مثل پارچه‌های ویژه بادبان،پارچه‌های چادری صنعتی، پارچه‌های کیسه هوای اتومبیل، پارچه‌های ویژه چتر نجات، پارچه‌های ویژه فیلتراسیون می‌باشد.

شرایط نفوذپذیری هوا در پارچه‌های لباسی با شرایط نفوذپذیری در پارچه‌های صنعتی متفاوت است. برای مثال در پارچه‌های لباسی نفوذپذیری هوا برای پارچه‌های پیراهنی، لباس‌های زیر و ... لازم و ضروری است و شرایط دو طرف لباس نیز از نظر فشار تقریباً یکسان است و ضرورت نفوذپذیری این نوع پارچه‌ها به‌خاطر تبادل گرما و رطوبت دو طرف پارچه به منظور خنک شدن بدن، خشک شدن سطح پوست و راحتی فرد می‌باشد. ولی نفوذپذیری هوای پارچه‌های صنعتی باید طوری باشد که مثلاً هوا از داخل پارچه عبور نکند، مثل پارچه‌های کیسه هوای اتومبیل؛ یا اینکه نفوذ هوا یا عبور هوا از داخل پارچه، مثل پارچه‌های ویژه فیلتراسیون یا پارچه‌های ویژه چتر نجات، هدفمند و کنترل شده باشد. از این‌رو، با توجه به عملکرد مورد نظر پارچه، عوامل مختلفی در نظر گرفته شده و پارچه مورد نظر بافته شده و تحت عملیات تکمیل قرار می‌گیرد.

در زمینه نفوذپذیری هوای پارچه‌ها نکات زیر قابل توجه است :

۱ــ با افزایش تراکم تار و پود نفوذپذیری هوا کاهش می‌یابد.

۲ــ با استفاده از طرح بافت دورو یا دولا می‌توان نفوذپذیری هوا را کاهش داد.

۳ــ با ثابت فرض کردن نمره نخ‌ها، تراکم بافت و طرح بافت،اگر از الیاف با جرم حجمی کمتری در نخ استفاده شود، نفوذپذیری هوا کمتر می‌شود.

۴ــ در صورتی که تراکم پارچه ثابت باشد، با افزایش نمره نخ (جرم طولی)، نفوذپذیری پارچه کاهش می‌یابد.

۵ــ با خار زدن و نمدی کردن پارچه، نفوذپذیری هوا کمتر می‌شود.

۶ــ عملیات کالندر کردن در تکمیل موجب کاهش نفوذپذیری هوا می‌شود.

۷ــ برخی از تکمیل‌ها مثل تکمیل‌های با رزین‌های ویژه یا فوم، می‌توان نفوذپذیری پارچه را کاهش داد.

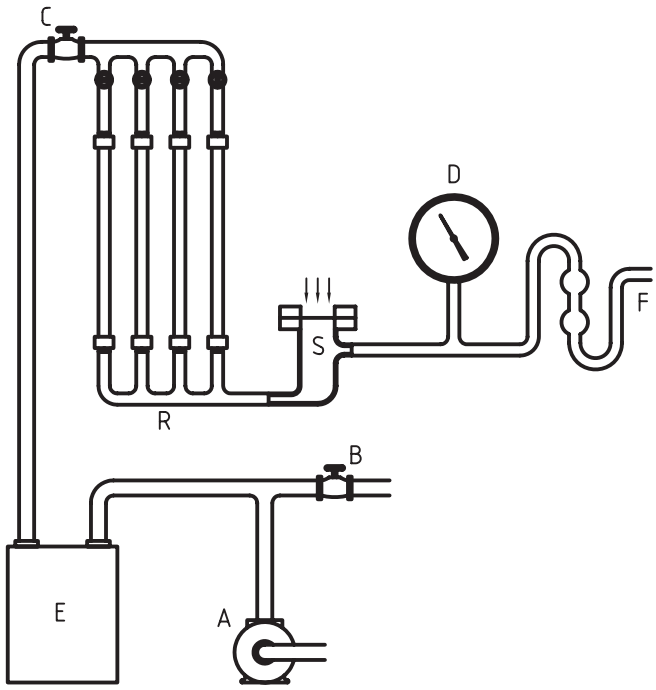
۸ــ در پارچه‌های حلقوی، انتخاب نخ ضخیم‌تر، انتخاب الیاف با جرم حجمی کمتر، طول حلقه کوتاه‌تر، انتخاب بعضی طرح‌های بافت و انتخاب بعضی از بافت‌های پایه باعث کاهش در نفوذپذیری این پارچه‌ها می‌شود.

نفوذپذیری پارچه در مقابل هوا با دو اصطلاح «قابلیت نفوذ هوا» و «مقاومت پارچه در مقابل نفوذ هوا» قابل تعریف و بیان است.

۱ــ قابلیت نفوذ هوا : قابلیت نفوذ هوا نشان‌دهنده توانایی پارچه برای عبور هوا می‌باشد، که به میزان خلل و فرج یا منافذ پارچه بستگی دارد. قابلیت نفوذ هوا عبارت است از حجم هوای عبوری برحسب cm^3 از داخل پارچه‌ای به مساحت $1cm^3$ و به مدت یک ثانیه با اختلاف فشار دو طرف ۱۰mm آب، و واحد آن سانتی‌متر مکعب در ثانیه در سانتی‌متر مربع (cm^3/Scm^2) می‌باشد.

۲ــ مقاومت در مقابل نفوذ هوا : مقاومت در مقابل نفوذ هوا، در واقع عکس قابلیت نفوذ هوا بوده و نشان‌دهنده پایداری پارچه در مقابل نفوذ هوا می‌باشد. مقاومت در مقابل نفوذ هوا عبارت است از مدت زمان برحسب ثانیه برای عبور یک سانتی‌متر مکعب هوا از سطح یک سانتی‌متر مربع پارچه با اختلاف فشار دو طرف ۱۰mm آب، و واحد آن ثانیه در سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مربع ($S/cm^3.cm^2$) می‌باشد.

شکل ۱۰ــ۱ دستگاه اندازه‌گیری قابلیت نفوذ هوا در پارچه را نشان می‌دهد. در این دستگاه، نمونه با S نشان داده شده است. با روشن شدن پمپ A هوا از داخل نمونه S عبور کرده و از طریق مجموعه لوله‌های عمودی R که در بالا دارای شیر هستند و به روتامتر معروفند عبور کرده و پس از گذر از شیر کنترل C و مخزن ذخیره E وارد پمپ می‌شود. شیرهای B و C طوری تنظیم می‌شوند که فشارسنج D فشار ۱۰ میلی‌متر آب را نشان دهد. با ثابت شدن فشار ۱۰ میلی‌متر آب حجم هوای عبوری از روی لوله روتامتر مربوطه اندازه‌گیری می‌گردد. انتخاب لوله روتامتر از روی چهار لوله موجود بستگی به حجم هوای قابل اندازه‌گیری و در نتیجه به نفوذپذیری هوای نمونه پارچه بستگی دارد.



شکل ۱۰ــ۱ــ دستگاه اندازه‌گیری قابلیت نفوذ هوا

۱۰ــ۳ــ نفوذپذیری پارچه در مقابل آب

نفوذ آب در داخل پارچه یا عبور آب از آن برای بعضی از پارچه‌ها به ویژه پارچه‌های لباسی رو یا پارچه‌های لباس‌های به اصطلاح بارانی و برخی پارچه‌های صنعتی بسیار حائز اهمیت است. نفوذپذیری آب یا ضد آب بودن پارچه‌ها، علاوه بر وابستگی به نوع الیاف مورد استفاده و نوع پارچه، به عوامل ساختمانی پارچه مثل طرح بافت، تراکم پارچه و نوع تکمیل انجام شده بر روی پارچه نیز بستگی دارد. در زمینه میزان جذب آب پارچه یا میزان نفوذ یا عبور آب از داخل

پارچه به نکات زیر می‌توان اشاره کرد :

۱ــ هرچه میزان جذب رطوبت الیاف کمتر باشد، میزان جذب آب پارچه نیز کمتر است.

۲ــ میزان جذب آب پارچه بستگی به نوع الیاف آن‌ها از نظر هیدروفیل بودن یا هیدروفوب بودن بستگی دارد.

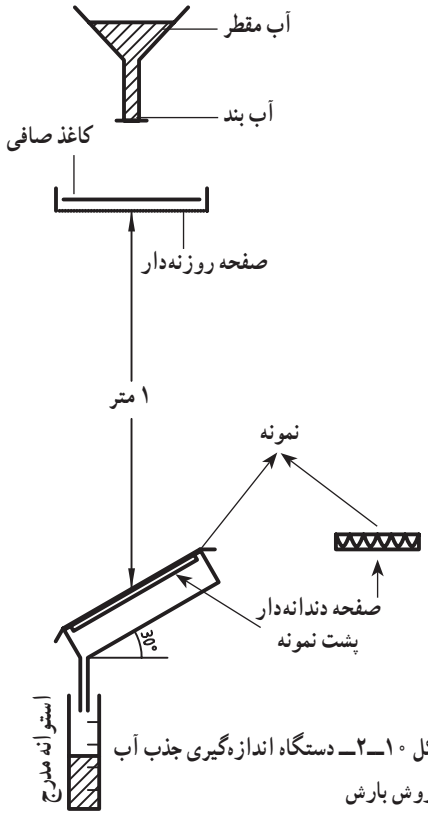
۳ــ هرچه تاب نخ بیشتر باشد، میزان جذب آب کمتر است.

۴ــ با افزایش تراکم پارچه میزان جذب آب و نفوذ یا عبور آب در آن کاهش می‌یابد.

در زمینه اندازه‌گیری میزان ضد آب بودن پارچه‌ها دو اصطلاح «جذب آب پارچه» و «عبور آب از پارچه» مطرح است که به آن‌ها اشاره می‌شود.

۱ــ جذب آب پارچه : چنان‌که اشاره شد، میزان جذب آب پارچه علاوه بر نوع الیاف به ساختمان و عوامل مربوط به نخ و پارچه نیز بستگی دارد. در اینجا جذب آب پارچه به مفهوم خیس شدن و میزان نگهداری آب در داخل پارچه بوده و بحث عبور آب از داخل پارچه شاید مطرح نباشد، ولی وزنی از آب که پارچه می‌تواند آن را در خود نگه دارد و با آن خیس شود مطرح است.

میزان جذب آب پارچه به روشی موسوم به روش بارش اندازه‌گیری می‌شود. شکل ۱۰ــ۲ دستگاه اندازه‌گیری جذب آب به‌روش بارش را نشان می‌دهد. در این روش نمونه پارچه بر روی یک سطح شیب‌دار با زاویه ۳۰° قرار می‌گیرد و قطرات آب به‌صورت مجزا و منظم و از ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متری بر روی نمونه پارچه ریخته می‌شود.



شکل ۱۰ــ۲ــ دستگاه اندازه‌گیری جذب آب به روش بارش

بارش آب بر روی نمونه پارچه در مدت زمان معین و با حجم آب معین انجام می‌شود. پس از پایان بارش، نمونه از روی دستگاه برداشته شده و توزین می‌شود. میزان درصد جذب آب توسط پارچه از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$\%R = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

در رابطه فوق؛

$\%R$: درصد جذب آب پارچه

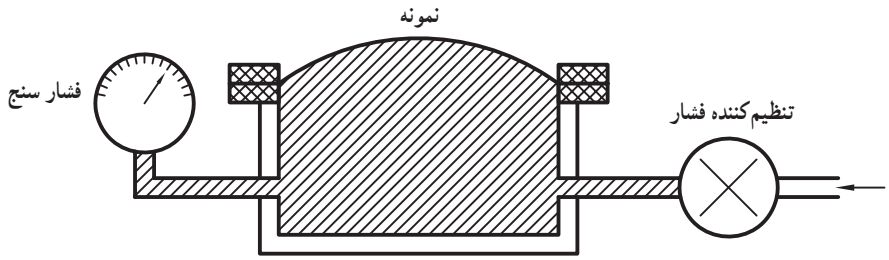
m_1 : جرم اولیه نمونه پارچه

m_2 : جرم نهایی نمونه پارچه (پس از آزمایش)

۲ــ عبور آب از پارچه : اگرچه هنگام بارش آب به‌صورت معمولی (مثل آزمایش جذب آب پارچه یا بارش واقعی باران برروی پارچه)،ممکن است مقداری آب از پارچه عبور نماید، ولی در اینجا هدف از عبور آب از داخل پارچه، عبور آب تحت فشار از یک طرف پارچه به طرف دیگر می‌باشد.

برای اندازه‌گیری میزان نفوذ یا عبور آب از داخل پارچه از آب تحت فشار استفاده می‌شود، و وقتی که سه قطره آب مجزا برروی نمونه پارچه پدیدار شد، فشار آب مربوطه به‌عنوان سنجشی برای مقاومت پارچه در مقابل عبور آب در نظر گرفته می‌شود.

شکل ۱۰ــ۳ نمای ترسیمی یک دستگاه آزمایش عبور آب از پارچه را نشان می‌دهد. یک نمونه پارچه دایره‌ای شکل تهیه شده و در محل نمونه نصب می‌شود. سپس شیر آب باز شده تا مخزن آب زیر نمونه و لوله متصل به فشارسنج از آب پر شود، سپس فشار آب با نرخ ثابت و معینی افزایش می‌یابد. با افزایش فشار آب با نرخ ثابت و معین و با پدیدار شدن سومین قطره آب مجزا (سه قطره پدیدار شده باید جدا از هم باشند)، فشار آب از روی فشارسنج خوانده و یادداشت می‌شود. فشار یادداشت شده سنجشی از مقاومت نمونه پارچه در مقابل عبور آب می‌باشد.



شکل ۱۰ــ۳ــ نمای ترسیمی دستگاه آزمایش مقاومت پارچه در مقابل عبور آب

۱۰ــ۴ــ ضخامت پارچه

ضخامت پارچه یکی از ویژگی‌های فیزیکی پارچه است که نشان‌دهنده حجیم بودن، گرمی، سنگینی یا سفتی پارچه بوده و اطلاعاتی را در خصوص مصرف انواع پارچه ارایه می‌دهد. ضخامت پارچه بستگی به نوع الیاف، نوع و نمره نخ، طرح و ساختمان بافت و انواع تکمیل به‌ویژه تکمیل‌های مکانیکی انجام شده بر روی پارچه دارد.

یکی از آثار ضخامت پارچه در مصارف پوشاک، میزان گرمی می‌باشد. یعنی هرچه پارچه مورد استفاده ضخیم‌تر یا حجیم‌تر باشد، میزان هوای حبس شده در آن بیشتر بوده و لذا میزان عایق بودن آن افزایش یافته و به اصطلاح لباس تهیه شده از آن گرم‌تر است. چون به‌واسطه خاصیت عایق بودن،از انتشار گرمای بدن به بیرون ممانعت می‌کند.

ضخامت پارچه‌های با مصارف مختلف متفاوت است. مثلاً ضخامت پارچه‌های کت و شلواری، پالتویی، پیراهنی و لباس‌های زیر متفاوت از یکدیگر است. براین اساس، در تهیه نخ و بافت پارچه به مصرف نهایی پارچه مورد نظر توجه شده و پارچه‌ها براساس مصرف نهایی بافته شده و عرضه می‌شوند.

برای اندازه‌گیری ضخامت پارچه از دو صفحه صاف استفاده می‌شود، که پارچه مورد نظر بین این دو صفحه صاف قرار گرفته و پس از اعمال فشار معین، فاصله بین سطوح داخلی دو صفحه اندازه‌گیری شده و به عنوان ضخامت پارچه بیان می‌شود.

۱۰ــ۵ــ مقاومت سایشی پارچه

مقاومت سایشی پارچه نشان‌دهنده پایداری پارچه در مقابل سایش و ساییدگی است. از آنجا که بیشتر منسوجات مورد استفاده در لباس و پوشاک در زمان مصرف تحت سایش با پارچه هستند، و در نتیجه ساییدگی در قسمت روی لباس اتفاق می‌افتد،لذا مقاومت سایشی پارچه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. مقاومت سایشی پارچه‌ها به عوامل مختلفی مثل نوع لیف، نوع نخ و عوامل مربوط به آن یعنی نمره و تاب و عوامل مربوط به بافندگی مثل تراکم، طرح بافت و نوع تکمیل بستگی دارد.

مقاومت سایشی پارچه‌ها به روش‌های مختلفی می‌تواند مورد ارزیابی قرارگیرد. بعضی از این روش‌های ارزیابی عبارتند از :

۱ــ تعیین میزان تغییر جرم پارچه بعد از تعداد دور معینی از سایش

۲ــ تعیین تعداد دور سایش لازم برای ایجاد سوراخ در پارچه

۳ــ تعیین تعداد دور سایش برای تغییر رنگ پارچه

۴ــ تعیین تعداد دور لازم برای پاره شدن یک نخ از پارچه

در روش اول (تعیین میزان تغییر وزن پارچه بعد از تعداد دور معینی از سایش)، پارچه در دستگاهی به‌وسیله چرخ سمباده تحت سایش قرار می‌گیرد. بعد از پایان آزمایش، اختلاف جرم نمونه قبل و بعد از سایش حساب شده و درصد اختلاف جرم (درصد کاهش جرم) نمونه به‌عنوان سنجشی برای مقاومت سایشی پارچه محاسبه و بیان می‌شود. درصد کاهش جرم پارچه در آزمایش سایش از رابطه زیر حساب می‌شود :

$$\%M_R = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

در رابطه فوق؛

M_R : درصد کاهش جرم نمونه

m_1 : جرم اولیه نمونه

m_2 : جرم نهایی نمونه (پس از آزمایش سایش)

۱۰ــ۶ــ مقاومت کششی پارچه

مثل الیاف و نخ، یکی از خواص بسیار مهم پارچه‌ها نیز پایداری آن‌ها در مقابل نیروهای کششی یا همان مقاومت کششی است. مقاومت کششی پارچه‌ها به عوامل مختلفی مثل نوع الیاف، نوع و ویژگی‌های نخ، نوع بافندگی و طرح بافت، عوامل بافت مثل تراکم و فرآیندهای تکمیل انجام شده بر روی پارچه‌ها بستگی دارد. مقاومت کششی پارچه‌ها، تعیین‌کننده بسیاری از رفتارهای فیزیکی و مکانیکی پارچه بوده و یکی از عوامل تعیین کننده مصرف نهایی پارچه‌ها نیز می‌باشد.

از آنجا که پارچه‌ها یک صفحه ناهمگن هستند و ترکیب ساختمانی آن‌ها در جهت‌های مختلف، متفاوت است، لذا رفتار کششی پارچه‌ها در جهت‌های مختلف با یکدیگر فرق می‌کند. مثلاً، رفتار کششی پارچه در جهت تار متفاوت از رفتار کششی آن در جهت پود بوده و اصولاً رفتار کششی پارچه‌ها در زوایای مختلف متفاوت از یکدیگر است. اما، در تعیین مقاومت کششی پارچه‌ها، معمولاً پارچه را در دو جهت طولی (در جهت تار) و عرضی (در جهت پود) تحت کشش قرار می‌دهند.

برای تعیین مقاومت کششی پارچه‌ها، معمولاً نمونه‌های مستطیل شکل به ابعاد $20\,cm \times 5cm$ از آن‌ها تهیه کرده و نمونه را در جهت طول تحت کشش قرار می‌دهند. کمیت‌های مربوط به رفتار کششی پارچه معمولاً همان کمیت‌های مربوط به کشش الیاف و نخ (افزایش طول تا حد پارگی، درصد افزایش طول،کار تا حد پارگی، نقطه تسلیم، مدول اولیه و ...) می‌باشد.

یکی از نکات مهم در کشش پارچه‌ها، نسبت بین مقاومت پارچه و مجموع مقاومت نخ‌های پارچه که تحت کشش قرار می‌گیرند می‌باشد. این نسبت تقریباً همیشه بیشتر از یک می‌باشد. یعنی مقاومت پارچه همواره بیشتر از مجموع مقاومت نخ‌های تشکیل‌دهنده آن می‌باشد. این نشان‌دهنده اثر ساختمان پارچه و فرم بافت‌رفتگی نخ‌ها با یکدیگر بر مقاومت پارچه می‌باشد.

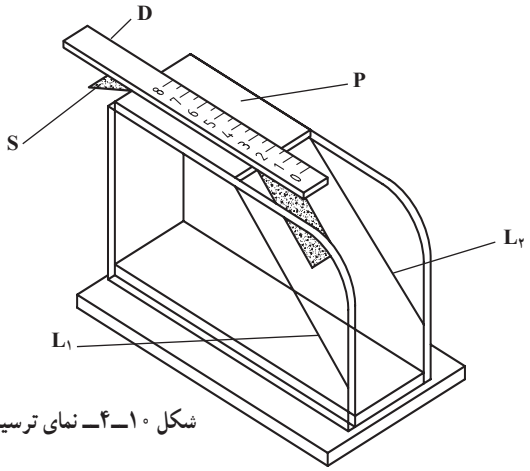
۱۰ــ۷ــ مقاومت خمشی پارچه

مقاومت خمشی پارچه، عبارت است از پایداری پارچه در مقابل تغییر شکل خمشی. رفتار خمشی پارچه در همه انواع

مصارف نهایی پارچه دارای اهمیت بسیار زیادی است. چون، اصولاً پارچه در انواع مصارف خود، چه هنگام تولید محصول نهایی و چه در مصرف، تحت نیروهای خمشی قرار گرفته و دچار خمش می‌شود. عوامل مختلفی نظیر نوع و خواص الیاف، نوع و عوامل فیزیکی نخ مثل تاب و نمره و نوع بافندگی و عوامل ساختمانی پارچه مثل تراکم، طرح بافت و نوع تکمیل بر روی خمش پارچه تأثیر دارند.

یکی از روش‌های اندازه‌گیری مقاومت خمشی، تعیین طول خمشی پارچه است. طول خمشی عبارت از طولی از پارچه است که در اثر جرم خودش به یک اندازه معینی خم می‌شود. شکل ۱۰ــ۴ نمای ترسیمی از یک ابزار اندازه‌گیری طول خمشی پارچه را نشان می‌دهد. این ابزار از دو دیواره شفاف که دو سطح افقی P و مورب (با خطوط L_1 و L_2 مشخص شده است)

در بین این دو دیواره قرار دارد تشکیل شده است. سطح مورب که با خطوط L_1 و L_2 مشخص شده است با صفحه P زاویه $41/5^\circ$ می‌سازد. نمونه پارچه نواری S بین سطح افقی P و خط‌کش D قرار گرفته و همراه خط‌کش به جلو رانده می‌شود. با حرکت نمونه پارچه به جلو، سر آزاد نمونه به‌تدریج خم می‌شود و در نهایت سر نمونه پارچه بر خطوط L_1 و L_2 که نشانگر زاویه $41/5^\circ$ می‌باشند منطبق می‌شود. طولی از پارچه که از لبه سطح افقی P پیش آمده و خمش آن سبب خم شدن پارچه تا زاویه $41/5^\circ$ شده است از روی خط‌کش خوانده شده و به عنوان طول خمش بیان می‌شود. در این آزمایش هر چه طول خمش پارچه بیشتر باشد، نشان دهنده مقاومت خمشی بیشتر پارچه است.



شکل ۱۰ــ۴ــ نمای ترسیمی ابزار اندازه‌گیری طول خمشی پارچه

۱۰ــ۸ــ مقاومت پارچه در مقابل چروک‌پذیری

چروک شدن پارچه باعث ظاهر نامطلوب آن می‌شود. مقاومت پارچه در مقابل چروک‌پذیری که همان پایداری پارچه در مقابل چروک شدن است، برای همه پارچه‌ها به ویژه پارچه‌های لباسی بسیار با اهمیت است. مقاومت در مقابل چروک‌پذیری پارچه‌ها به عوامل مختلفی مثل نوع لیف و عوامل مربوط به آن، نوع نخ، و عوامل مربوط به آن، نوع بافندگی و طرح بافت و عوامل پارچه مثل تراکم و تکمیل‌های انجام شده بر روی پارچه بستگی دارد. مثلاً مقاومت پارچه‌های پشمی و ابریشمی در مقابل چروک شدن نسبتاً مناسب است ولی چروک‌پذیری پارچه‌های حاصل از الیاف سلولزی مثل پنبه و کتان بالا است. در مقابل، چروک‌پذیری پارچه‌های حاصل از الیاف مصنوعی در مقایسه با الیاف طبیعی پایین بوده و مقاومت آن‌ها در مقابل چروک شدن بالا است.

یکی از روش‌های سنجش مقاومت پارچه‌ها در مقابل چروک شدن، تعیین زاویه برگشت از چروک می‌باشد. در این روش ابتدا نمونه پارچه در مدت زمان معینی به‌صورت دولا تحت فشار وزنه معین قرار می‌گیرد. پس از پایان فشرده شدن پارچه دولا، نمونه پارچه به مدت مشخصی به‌صورت آزاد رها شده و سپس زاویه بین دو لای پارچه اندازه‌گیری و به عنوان زاویه بازگشت از چروک بیان می‌شود.

پرسش‌های فصل ۱۰

۱ــ نکات قابل توجه در نفوذپذیری هوای پارچه‌ها را توضیح دهید.
۲ــ قابلیت نفوذ هوا در پارچه را توضیح داده و واحد آن را بیان کنید.
۳ــ مقاومت پارچه در مقابل نفوذ هوا را توضیح داده و واحد آن را بیان کنید.
۴ــ اهمیت مقاومت پارچه در مقابل آب را توضیح دهید.
۵ــ نکات قابل توجه در زمینه نفوذ یا عبور آب از داخل پارچه را توضیح دهید.
۶ــ اندازه‌گیری جذب آب پارچه به روش بارش را توضیح دهید.
۷ــ اندازه‌گیری عبور آب از پارچه را توضیح دهید.
۸ــ اهمیت ضخامت پارچه و روش اندازه‌گیری آن را توضیح دهید.
۹ــ روش‌های اندازه‌گیری سایش پارچه را توضیح دهید.
۱۰ــ یک نمونه پارچه به جرم ۱۲ گرم، پس از آزمایش سایش جرم آن به ۹ گرم می‌رسد. درصد کاهش جرم نمونه را حساب کنید.
۱۱ــ روش اندازه‌گیری مقاومت کششی پارچه را توضیح دهید.
۱۲ــ روش اندازه‌گیری طول خمشی پارچه را توضیح دهید.
۱۳ــ روش اندازه‌گیری مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن را توضیح دهید.

آزمایشگاه فیزیک نساجی

بخش دوم

رئوس مطالب

۱- نکات مهم و توصیه‌های ایمنی در آزمایشگاه
۲- نمونه‌گیری
۳- تعیین نمودار طول الیاف پنبه
۴- تعیین طول الیاف به‌صورت مجزا (تک‌تک)
۵- تعیین ظرافت الیاف پنبه به روش جریان هوا
۶- تعیین ظرافت الیاف پشم به‌روش میکروسکوپی
۷- تعیین ظرافت الیاف مصنوعی به روش میکروسکوپی
۸- تعیین تجعد الیاف
۹- تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی
۱۰- تعیین جذب رطوبت الیاف به روش خشک کردن
۱۱- تعیین مقاومت الیاف به روش تک لیف
۱۲- تعیین خواص کششی الیاف نساجی (به‌وسیله دستگاه اینسترون)
۱۳- تعیین خواص کششی نخ
۱۴- تعیین مقاومت نخ به روش "نرخ ثابت بارگذاری" (CRL)
۱۵- تعیین مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب
۱۶- تعیین ضخامت پارچه
۱۷- تعیین مقاومت سایشی پارچه
۱۸- تعیین خواص کششی پارچه
۱۹- تعیین مقاومت خمشی پارچه
۲۰- تعیین مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن

۱ نکات مهم و توصیه‌های ایمنی در آزمایشگاه

۱ــ۱ــ نکات مهم در آزمایشگاه

ــ **حضور به‌موقع هنرجویان در آزمایشگاه** : از آنجایی که توضیحات لازم در زمینه انجام هر آزمایش در ابتدای همان جلسه توسط معلم مربوطه داده می‌شود، و همچنین چون اکثر آزمایشات به‌صورت گروهی انجام می‌شود، لذا، لازم است هنرجویان چند دقیقه قبل از شروع هر جلسه آزمایش در آزمایشگاه حضور داشته باشند.

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

ــ **پوشیدن روپوش ویژه آزمایشگاه** : چون در محیط آزمایشگاه مواد غیرمعمول و بعضاً سمی و خطرناک وجود دارد و در انجام آزمایشات از آنها استفاده می‌شود، لذا لازم است هر هنرجو برای محافظت از اعضای بدن و لباس‌های خود روپوش سفید رنگ مخصوص آزمایشگاه را بپوشد. این روپوش با داشتن دامن و آستین‌های بلند از تماس مستقیم مواد و نشستن آنها بر روی برخی از اعضای بدن و لباس جلوگیری می‌کند.

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

۱ــ۲ــ توصیه‌های ایمنی در آزمایشگاه

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

ــ قبل از کار با مواد و دستگاه‌ها و ابزارهای موجود در آزمایشگاه ابتدا در زمینه چگونگی استفاده و کاربرد آنها از طریق مسئول آزمایشگاه، اطلاع حاصل کنید و توصیه‌های او را در هنگام انجام آزمایش مراعات نمایید.

ــ سعی کنید آزمایش را در زمان مقرر شروع کنید تا بتوانید آن را در مدت تعیین شده به پایان برسانید.

ــ قبل از برداشتن هرگونه ماده شیمیایی به برچسب ظرف آن دقت نمایید تا هم از نظر نوع ماده و هم از نظر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آن مطمئن شوید.

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

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

ــ برای جابجایی مواد شیمیایی مایع و محلول‌ها از لوله آزمایش و برای جابجایی مواد جامد از بشر، شیشه ساعت و کاغذ استفاده کنید.

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

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

ــ در استفاده از مواد برای آزمایش اصراف نکنید و در هنگام کار از دستگاه‌ها، تجهیزات و وسایل آزمایش به‌دقت مراقبت کنید.

ــ هرگز مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه را نچشید.

ــ برای بو کردن مواد شیمیایی از استنشاق مستقیم بخارات آن پرهیز کنید و به‌وسیله دست بخارات آن را به‌سمت بینی هدایت کنید.

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

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

ــ دماسنج‌ها را هرگز بر روی شعله نگیرید.

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

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

ــ پس از پایان هر آزمایش ظروف و ابزارهای مورد استفاده را شسته و یا تمیز کنید و در جای مخصوص خود قرار دهید. مواد شیمیایی را به محل مربوطه انتقال دهید و میز آزمایش را تمیز نمایید.

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

ــ توصیه های ایمنی مسؤل آزمایشگاه را رعایت نموده و حتی الامکان به تنهایی در آزمایشگاه به آزمایش نپردازید.

ــ در هنگام حضور در آزمایشگاه درب آزمایشگاه را قفل نکنید.

ــ مسیر تردد به آزمایشگاه را باز نگهداشته و با انبار کردن وسایل حجیم آن را مسدود نکنید.

۲ نمونه‌گیری

۲ــ۱ــ نمونه‌گیری استاندارد

برای اینکه نتایج حاصل از آزمایش بر روی نمونه‌های انتخابی از یک جامعه مثل الیاف نساجی معقول و منطقی باشد، نمونه انتخاب شده باید نشانگر یا نماینده همه اعضا یا اجزای جامعه مورد نظر باشد. بدین منظور نمونه‌گیری باید به روش صحیحی انجام گیرد. انتخاب صحیح نمونه، به اندازه دقت و صحت در روش آزمایش از اهمیت برخوردار است. روش‌های استاندارد و توصیه شده‌ای برای نمونه‌گیری وجود دارد که در اینجا به دو روش از نمونه‌برداری الیاف و نمونه‌گیری پارچه اشاره می‌شود.

۲ــ۲ــ نمونه‌برداری از الیاف نساجی

برای نمونه‌گیری از الیاف نساجی به ترتیب زیر عمل می‌کنیم :

۱ــ نمونه‌ای به وزن حدود ۵۶ گرم (۲ اونس) از ۸۰ نقطه دور از هم در یک عدل برداشت شود.

۲ــ توده الیاف انتخاب شده به ۴ قسمت تقسیم شود و در چهار گروه قرار دهید.

۳ــ از هر یک از ۴ قسمت فوق ۱۶ نمونه به‌طور تصادفی انتخاب شود به‌طوریکه جرم تقریبی هریک از ۱۶ قسمت کوچک حدود ۲۰ میلی‌گرم شود.

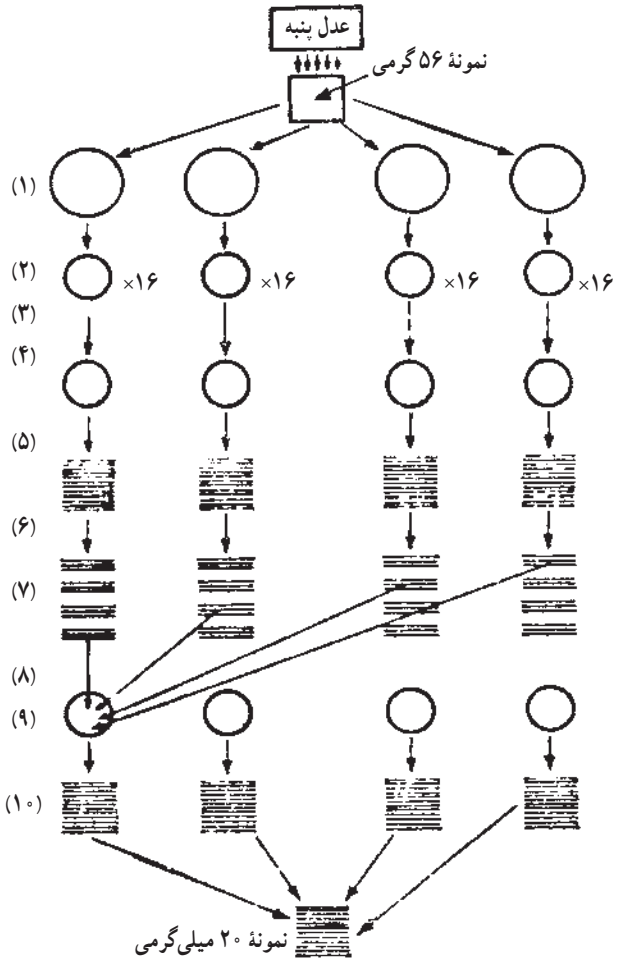
۴ــ هریک از قسمت‌های کوچک به‌دست آمده در بند ۳، ۴ بار نصف شده و در مراحل نصف شدن یک بار نیمه در دست راست و بار دیگر نیمه در دست چپ را دور بریزید.

۵ــ دسته‌های ۱۶تایی حاصل از بند ۴ که در چهار گروه مجزا قرار دارند را با یکدیگر مخلوط کنید تا در پایان ۴ گروه از الیاف داشته باشیم.

۶ــ الیاف هر گروه را به‌صورت مجزا و با دست شانه کرده تا الیاف هر گروه با یکدیگر موازی شوند.

۷ــ الیاف هر گروه را به ۴ قسمت مجزا تقسیم کنید.

۸ــ از هر گروه یک قسمت را طوری انتخاب کنید که قسمت‌های انتخابی از ۴ گروه با یکدیگر هم شماره نباشند (شکل ۲ــ۱)، سپس قسمت‌های انتخابی از گروه‌های مجزا را با یکدیگر مخلوط کرده تا ۴ گروه جدید ایجاد شود.



شکل ۲ــ۱ــ روند نمونه‌برداری استاندارد الیاف

۹ــ الیاف موجود در گروه‌های جدید را به‌صورت مجزا با دست شانه کنید تا الیاف به‌صورت موازی قرار بگیرند.

۱۰ــ $\frac{۱}{۴}$ از الیاف هر گروه جدید را بگیرید و با یکدیگر مخلوط کنید. نمونه به‌دست آمده نمونه نهایی می‌باشد.

۲ــ۳ــ نمونه‌برداری از پارچه

در نمونه‌برداری از پارچه لازم است که نمونه به اندازه و شکل مناسب روش آزمایش انتخاب شود. چون برای آزمایش‌های مختلف شکل و اندازه نمونه پارچه متفاوت است. اندازه و شکل نمونه پارچه علاوه بر نوع آزمایش به روش آزمایش و دستگاه یا ابزار آزمایش نیز بستگی دارد. برای مثال نمونه پارچه برای آزمایش کششی به‌صورت مستطیل و برای آزمایش سایش یا نفوذ آب به‌صورت دایره است.

نکات زیر را در انتخاب نمونه پارچه باید رعایت کرد :

۱ــ جهت تار و پود پارچه به دقت شناخته شود.

۲ــ نمونه‌های انتخابی باید از حاشیه پارچه فاصله داشته باشند و فاصله نمونه‌ها تا حاشیه‌ها باید حداقل به اندازه ۰/۱ عرض کل پارچه باشد.

۳ــ حتی‌الامکان باید توجه داشت که نمونه‌های انتخابی در یک راستا نباشند. یعنی اگر آزمایش در جهت تار می‌باشد، نمونه‌ها دارای تار مشترک نباشند و اگر آزمایش در جهت پود انجام می‌شود، نمونه‌ها دارای پود مشترک نباشند.

۴ــ نمونه‌ها از نقاط معیوب پارچه انتخاب نشود.

در تشخیص تار و پود پارچه‌های تاری ــ پودی نکات زیر قابل توجه است :

۱ــ معمولاً نخ‌های نازک‌تر، نخ تار هستند.

۲ــ معمولاً نخ‌های با تاب بیشتر نخ تار هستند.

۳ــ نخ‌های تار موازی حاشیه هستند.

۴ــ اگر پارچه راه‌راه باشد، معمولاً نخ‌های موازی راه‌راه، نخ‌های تار هستند.

۵ــ در پارچه‌های چهارخانه، معمولاً نخ‌های تار، موازی ضلع بلندتر چهارخانه‌ها هستند.

۶ــ نخ‌های آهار خورده، نخ‌های تار هستند.

۷ــ اگر در یک جهت نخ دولا داشته باشیم، این نخ دولا معمولاً نخ تار است.

۸ــ نخ‌های با تراکم بیشتر معمولاً نخ تار است.

۹ــ فروموج ناشی از بافت‌رفتگی نخ تار معمولاً کمتر از نخ پود است.

۳ تعیین نمودار طول الیاف پنبه

۳ــ۱ــ مقدمه

طول الیاف و چگونگی توزیع طولی الیاف پنبه یکی از شاخص‌های الیاف پنبه است که هم از نظر فنی و هم از نظر اقتصادی و تجاری حائز اهمیت است. چرا که طول الیاف پنبه در تنظیم ماشین‌آلات ریسندگی و قیمت الیاف پنبه مؤثر است. هدف از این آزمایش ترسیم نمودار طول الیاف و تعیین طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین الیاف پنبه از روی نمودار طول الیاف پنبه است.

۳ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

- دستگاه شانه تقسیم‌کننده
- ترازوی دقیق
- گیره
- چنگال فشارنده
- پنس
- سوزن دسته‌دار
- صفحه ماهوتی یا مخملی
- طلق

۳ــ۳ــ شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای ۲°C± ۲۰ انجام شود.

۳ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری طبق روش استاندارد انجام شود.

۳ــ۵ــ روش آزمایش

ــ یک دسته از الیاف به جرم ۲۵ میلی‌گرم به‌عنوان نمونه انتخاب و به‌وسیله انگشتان دست شانه شده و الیاف موجود در نمونه به‌صورت موازی درآیند.

ــ عقب دستگاه روبروی فرد آزمایش‌کننده قرار گیرد و شانه‌های بالایی بلند شده تا بتوان الیاف را از بالا در داخل دندانه‌های شانه پایینی قرار داد.

ــ الیاف نمونه را طوری در داخل دندانه‌های سمت راست شانه (شانه پایینی) قرار دهید که سر الیاف از لبه اولین شانه حدود ۵ میلی‌متر جلوتر باشد.

ــ سپس الیاف را به‌وسیله چنگال فشارنده یا تیغه‌های گیره به داخل دندانه‌های شانه فشار دهید.

ــ به‌وسیله گیره یک دسته از الیاف را از داخل شانه بیرون کشیده، و پس از چندین بار شانه کردن به‌وسیله دندانه‌های وسط شانه برای مستقیم کردن و موازی کردن الیاف، آنها را به‌دقت چنان در لابه‌لای دندانه‌های سمت چپ شانه‌ها قرار دهید که راستای الیاف عمود بر راستای شانه‌ها بوده و لبه جلویی آنها به اندازه معینی از لبه اولین شانه کمی بیرون باشد و الیاف را به‌وسیله چنگال فشارنده به داخل دندانه‌های شانه هدایت کنید.

ــ عمل فوق را چندین بار تکرار کنید، تا کلیه الیاف از سمت راست شانه به سمت چپ شانه منتقل شود. و الیافی که در عمق دندانه‌های سمت راست شانه هستند را به‌وسیله سوزن دسته‌دار یا پنس بالا آورده و پس از شانه کردن به دندانه‌های سمت چپ شانه منتقل کنید.

ــ پس از انتقال همه الیاف به سمت چپ شانه‌ها، شانه‌های بالایی را بر روی شانه‌های پایینی قرار دهید تا دندانه‌های شانه‌های بالایی به داخل الیاف نفوذ کنند.

ــ دستگاه شانه را به اندازه 180° بچرخانید تا جلوی دستگاه شانه در مقابل شما قرار گیرد.

ــ اولین شانه پایینی را آزاد کرده و اولین شانه بالایی را از روی دستگاه بردارید، سپس دومین شانه پایینی را آزاد و دومین شانه بالایی را از روی دستگاه بردارید، این عمل را آن‌قدر ادامه دهید تا سر الیاف پدیدار شود. سر اولین لیف یا الیافی که پدیدار می‌شود در واقع بلندترین لیف یا الیاف داخل نمونه می‌باشد.

ــ پس از پدیدار شدن سر الیاف از لبه شانه جلویی، سر الیاف با دقت به‌وسیله گیره از داخل شانه‌ها کشیده شود و پس از شانه کردن، مستقیم کردن و موازی کردن الیاف گرفته شده توسط گیره، این الیاف را از سمت چپ طوری بر روی صفحه ماهوتی یا مخملی قرار دهید که سر پایینی لیف بر روی لبه پایینی صفحه ماهوتی بوده و موازی با لبه سمت چپ صفحه ماهوتی باشد. با انداختن شانه‌های پایینی و برداشتن شانه‌های بالایی بیشتر، به ترتیب به سر الیاف با طول کوتاه‌تر خواهید رسید. و با ادامه انتقال الیاف از روی دستگاه شانه بر روی صفحه ماهوتی، سر پایینی الیاف در پایین در یک راستا و بر روی محور افقی قرار گرفته و سر بالایی الیاف با توجه به طول الیاف بر روی یک منحنی قرار می‌گیرد.

ــ با قرار دادن طلق تهیه شده بر روی صفحه ماهوتی و رسم منحنی طول الیاف بر روی طلق می‌توان به نمودار طول الیاف دست یافت.

ــ پس از رسم نمودار طول الیاف به روشی که در بخش نظری این درس توضیح داده شده است، طول مؤثر، درصد الیاف کوتاه و طول میانگین الیاف را تعیین نمایید.

۴ تعیین طول الیاف به‌صورت مجزا(تک‌تک)

۴ــ۱ــ مقدمه

در این روش طول الیاف به‌صورت مجزا و تک‌تک اندازه‌گیری می‌شود. این روش برای کلیه الیاف طبیعی و مصنوعی قابل استفاده بوده ولی بیشتر برای الیاف مصنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجا که در این روش طول الیاف به‌صورت مجزا و تک‌تک اندازه‌گیری می‌شود، لذا عملیات آماری نیز می‌تواند بر روی مقادیر اندازه‌گیری شده انجام شود.

۴ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ دستگاه (جعبه) ویژه اندازه‌گیری

ــ پنس

ــ پارافین یا گلیسیرین یا روغن بی‌اثر مشابه

۴ــ۳ــ شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با شرایط رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲± ۲۰ انجام شود.

۴ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

به‌صورت تصادفی از مجموعه الیاف مورد نظر

۴ــ۵ــ شرح دستگاه

دستگاه اندازه‌گیری طول الیاف به روش تک‌تک از بخش‌های زیر تشکیل شده است :

ــ جعبه‌ای چوبی به ابعاد ۲۰×۲۲×۳۲ (همه ابعاد به سانتی‌متر)، داخل این جعبه چوبی از یک ورقه آلومینیومی پوشانده شده و یک لامپ فلوئورسنت در داخل جعبه قرار داشته و وجه بالایی جعبه چوبی باز است.

ــ وجه بالایی جعبه از دو صفحه شیشه‌ای که بین آنها یک طلق شفاف وجود دارد پوشانده شده است. صفحه شیشه‌ای پایینی به ضخامت ۴ میلی‌متر و ضخامت شیشه رویی که مدرج می‌باشد به ضخامت ۲ میلی‌متر است.

ــ یک آینه به ابعاد ۲۲×۱۵ (ابعاد به سانتی‌متر) که بر روی پایه‌ای قابل تنظیم نصب شده است بر روی جعبه قرار دارد. تنظیم پایه آینه شرایط تغییر زاویه آینه در بالای جعبه را فراهم می‌کند. قابلیت تنظیم آینه به خاطر تغییر یا تنظیم زاویه تابش نور می‌باشد.

ــ حدود نیمی از شیشه بالایی جعبه با صفحه‌ای پوشیده شده است و نور لامپ فلوئورسنت داخل جعبه از قسمت پوشیده نشده شیشه‌ها به آینه تابیده شده و از آینه به نمونه لیف بازتابیده می‌شود.

۴ــ۶ــ روش آزمایش

برای اندازه‌گیری طول الیاف به‌صورت تک‌تک ابتدا یک قطره پارافین مایع (یا هر روغن شفاف مشابه و بی‌اثر بر روی الیاف مورد آزمایش) بر روی قسمتی از صفحه شیشه‌ای مدرج ریخته می‌شود. سپس یک لیف که به پارافین آغشته شده است بر روی صفحه شیشه‌ای مدرج قرار داده می‌شود و یک سر لیف بر روی یک خط از درجه‌بندی قرار گرفته و سر دیگر آن با پنس کشیده شده تا فروموج آن از بین رفته و مستقیم شود. با مستقیم شدن لیف،طول لیف از روی خطوط مدرج خوانده و یادداشت می‌شود. (پارافین برای از بین بردن فروموج و تجعد الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرد).

برای انجام آزمایش الیاف مصنوعی حداقل ۳۰ نمونه لیف و برای الیاف پنبه حدود ۵۰۰ لیف مورد اندازه‌گیری قرار گرفته و میانگین، انحراف معیار و CV٪ طول اندازه‌گیری شده الیاف را محاسبه نمایید.

سؤالات

۱ـ توزیع طول الیاف مصنوعی چه تفاوتی با الیاف پنبه دارد؟
۲ـ طول الیاف چه تأثیری در تاب نخ می‌تواند داشته باشد؟
۳ـ تأثیر طول الیاف بر روی مقاومت نخ را بنویسید.

۵ تعیین ظرافت الیاف پنبه به روش جریان هوا

۵ــ۱ــ مقدمه

هرگاه از داخل یک توده الیاف هوا عبور داده شود، مقاومت توده الیاف در مقابل جریان هوا (صرف‌نظر از سایر عوامل) بستگی به قطر و ضخامت یا ظرافت الیاف دارد. یعنی اگر در دو طرف یک توده الیاف اختلاف فشار هوا ایجاد شود، هوا از قسمت پرفشار به سمت قسمت کم فشار جریان یافته و سرعت جریان هوا بستگی به ظرافت الیاف دارد. تأثیر ظرافت الیاف بر سرعت جریان هوا به این‌صورت است که هرچه ظرافت الیاف بیشتر یا به تعبیری قطر الیاف کمتر باشد، فشردگی الیاف بیشتر و خلل و فرج داخل توده الیاف کمتر و در نتیجه شدت جریان هوا از داخل توده الیاف کمتر خواهد بود. بنابراین، از همین خاصیت برای تعیین ظرافت الیاف پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تعیین ظرافت الیاف پنبه به روش جریان هوا از دستگاهی به نام دستگاه میکرونر استفاده می‌شود.

۵ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

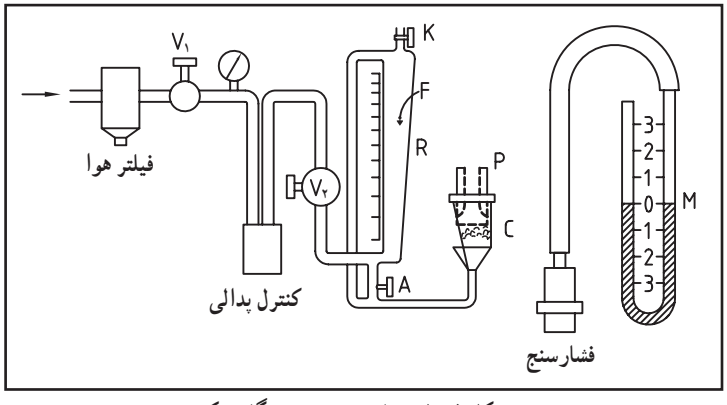
- دستگاه میکرونر
- کمپرسور هوا و مخزن هوای فشرده
- ترازو با دقت ۰/۱ گرم

۵ــ۳ــ شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای ۲±۲۰ °C انجام شود.

۵ــ۴ــ شرح آزمایش

در این آزمایش از دستگاه میکرونر برای اندازه‌گیری ظرافت الیاف پنبه استفاده می‌شود، و کمپرسور هوا و مخزن هوای فشرده برای تولید و نگهداری هوای فشرده به منظور ایجاد اختلاف فشار هوا در دو طرف نمونه و ایجاد جریان هوا از داخل نمونه و از ترازوی دقیق برای توزین نمونه الیاف استفاده می‌شود.



شکل ۵ــ۱ــ نمای ترسیمی دستگاه میکرونر

لازم به یادآوری است که قبل از شروع کار دستگاه میکرونر و اندازه‌گیری ظرافت نمونه‌های الیاف، باید دستگاه میکرونر به روش‌ها و ترتیبی که در دفترچه راهنمای آن ذکر شده است استانداردسازی یا کالیبره شود تا نتایج حاصل از اندازه‌گیری دقیق و مورد اعتماد باشد. چنان‌که در شکل ۵ــ۱ دیده می‌شود نمونه تهیه شده به جرم ۳/۲۴ گرم که توسط ترازوی دقیق توزین شده است، در قسمت C قرار داده می‌شود، سپس با شروع کار دستگاه، نمره نمونه الیاف از روی ارتفاع شناور خوانده شده و یادداشت می‌گردد. نمره‌ای که براساس ارتفاع شناور تعیین می‌شود، برحسب میکروگرم بر اینچ می‌باشد.

در تعیین ظرافت الیاف به روش جریان هوا به وسیله دستگاه میکرونر، لازم است تعداد ۱۰ نمونه به جرم ۳/۲۴ گرم تهیه و ظرافت آنها اندازه‌گیری شود. پس از اندازه‌گیری نمره، میانگین، انحراف معیار و CV ٪ نمره الیاف محاسبه شود.

براساس میانگین محاسبه شده از روی نمره‌های اندازه‌گیری شده نمونه‌های الیاف پنبه، می‌توان پنبه‌های مختلف را براساس درجه‌های زیر دسته‌بندی کرد :

نمره برحسب میکروگرم بر اینچ (µg/in)	درجه ظرافت
۳>	خیلی ظریف
۳ــ۳/۹	ظریف
۴ــ۴/۹	متوسط
۵ــ۵/۹	ضخیم
۶<	خیلی ضخیم

سؤالات

۱ـ طول الیاف پنبه چه تأثیری در ظرافت آنها دارد؟
۲ـ چرا برای تعیین ظرافت پنبه از میکروسکوپ استفاده نمی‌شود؟
۳ـ ظرافت الیاف پنبه چه تأثیری بر کیفیت نخ یا پارچه دارد؟

۶ تعیین ظرافت الیاف پشم به روش میکروسکوپی

۱ــ مقدمه

برای تعیین ظرافت الیاف پشم و دیگر الیاف مویی مثل کشمیر و موهر از روش میکروسکوپی استفاده می‌شود. این روش از یک میکروسکوپ پروژکتینا که دارای صفحه مدرج است و یا از دیگر میکروسکوپ‌های دارای قابلیت اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ میکروسکوپ پروژکتینا
ــ لام و لامل
ــ پارافین مایع یا گلیسیرین
ــ تیغ تیز یا قیچی

۶ــ۳ــ شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه و با شرایط رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای ۲±۲۰ °C انجام شود. لازم به توضیح است که نمونه‌ها قبل از آزمایش حداقل به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد نگهداری شوند.

۶ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری به روش استاندارد انجام می‌شود.

۶ــ۵ــ شرح دستگاه

قبل از انجام آزمایش طرز کار میکروسکوپ را از روی راهنمای میکروسکوپ موجود در آزمایش فرا بگیرید.

۶ــ۶ــ شرح آزمایش

ــ نمونه الیاف را به‌صورت موازی درآورده و به‌وسیله تیغ تیز یا قیچی الیاف را به طول کمتر از عرض لامل و لام ببرید. سپس یک قطره گلیسیرین (یا پارافین مایع) بر روی لام بریزید و سپس نمونه الیاف بریده شده را بر روی قطره گلیسیرین قرار داده و لامل را روی لام قرار دهید تا قطره گلیسیرین پخش شده و همه الیاف را در برگیرد. قطره گلیسیرین برای ثابت نگه‌داشتن الیاف است.

ـ نمونه تهیه شده (لام و لامل همراه نمونه الیاف) را در محل شیئ و زیر عدسی شیئ میکروسکوپ قرار دهید. با انتخاب عدسی شیئ ۴۰ و عدسی مناسب این عدسی، بزرگنمایی را حدود ۵۰۰ در نظر گرفته و با تنظیم صفحه یا میز لام (شیئ) تصویر روی صفحه میکروسکوپ پروژکتینا را واضح کرده (کانونی)، سپس قطر الیاف پشم به نمایش درآمده بر روی صفحه را با چرخاندن صفحه مدرج اندازه‌گیری کنید.

در این آزمایش لازم است حداقل قطر ۲۰۰ نمونه از الیاف پشم اندازه‌گیری شده و میانگین، واریانس، انحراف معیار و CV ٪ قطر الیاف پشم را محاسبه کنید.

سؤالات

۱ـ چه ارتباطی بین طول و ظرافت الیاف پشم می‌باشد؟

۲ـ سطح الیاف پشم چه ویژگی‌ای دارد؟

۳ـ دلیل نمدی شدن پشم چیست؟

۷ تعیین ظرافت الیاف مصنوعی به روش میکروسکوپی

۷ــ۱ــ مقدمه

الیاف مصنوعی با ظرافت‌های دلخواه و براساس سفارش مشتری تولید و عرضه می‌شوند. همچنین الیاف مصنوعی با شکل سطح مقطع عرضی مختلف (دایره‌ای، بیضوی، دندانه‌دار، دمبلی شکل ...) می‌توانند تولید شوند. با این حال بیشتر الیاف مصنوعی با مقطع عرضی دایره‌ای تولید و مصرف می‌شوند. یکی از روش‌های تعیین ظرافت الیاف مصنوعی، تعیین قطر آنها است که در این صورت با تعیین قطر الیاف و داشتن جرم حجمی لیف مربوطه می‌توان نمره الیاف را محاسبه کرد.

۷ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ میکروسکوپ پروژکتینا یا میکروسکوپ مجهز به صفحه مدرج
ــ لام و لامل
ــ گلیسیرین (یا هر نوع روغن بی‌اثر بر روی الیاف مورد آزمایش)
ــ تیغ تیز

۷ــ۳ــ شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای ۲۰±۲ °C انجام شود. قبل از آزمایش نمونه به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد نگهداری شود.

۷ــ۴ــ شرح آزمایش

چنان‌که توضیح داده شده است، سطح الیاف مصنوعی متنوع بوده و بستگی به سفارش مشتری و شکل سطح مقطع روزنه‌های رشته‌ساز دستگاه تولید الیاف دارد. اگر مقطع عرضی الیاف مورد آزمایش دایره‌ای باشد، با تعیین قطر الیاف و دانستن جرم حجمی الیاف می‌توان نمره الیاف را حساب کرد. در این صورت اگر نوع لیف مشخص باشد، جرم حجمی آن را از روی جداول بیابید و اگر نوع لیف مشخص نباشد، لازم است برای تعیین نمره لیف، در آزمایش جداگانه‌ای جرم حجمی لیف را تعیین نمود.

برای تهیه نمونه، ابتدا الیاف نمونه‌برداری شده را به‌صورت موازی درآورده و به طول کمتر از عرض لام و لامل ببرید. سپس یک قطره گلیسیرین (یا پارافین مایع) بر روی لام بریزید و سپس الیاف بریده شده را بر روی قطره گلیسیرین قرار داده و لامل را روی لام قرار دهید تا قطره گلیسیرین کل نمونه الیاف را در برگیرد.

نمونه تهیه شده (لام و لامل همراه با نمونه الیاف) را در محل شئ و زیر عدسی شیئی میکروسکوپ قرار داده و با انتخاب عدسی شیئی مناسب، قطر الیاف را از روی صفحه مدرج خوانده و یادداشت نمایید. در این آزمایش لازم است قطر ۳۰ لیف از نمونه الیاف تهیه شده اندازه‌گیری شده و میانگین، انحراف معیار و CV ٪ قطر الیاف محاسبه شود.

سؤالات

۱ـ با توجه به نوع لیف و قطر (نمره لیف)، این الیاف در کدام سیستم ریسندگی قابل ریسیدن بوده و پارچه یا محصول نهایی بافندگی آنها مناسب چه نوع مصارفی می‌باشد؟

۲ـ این روش اندازه‌گیری قطر الیاف مصنوعی، مناسب چه شکل از مقطع الیاف می‌باشد؟

۸ تعیین تجعد الیاف

۸ــ۱ــ مقدمه

کلیه الیافی که در ریسندگی الیاف کوتاه (سیستم ریسندگی الیاف کوتاه یا پنبه‌ای) و ریسندگی الیاف بلند (سیستم ریسندگی الیاف بلند مثل سیستم‌های ریسندگی پشمی، نیمه فاستونی و فاستونی) مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای فروموج یا اصطلاحاً مجعد هستند. الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم به‌صورت طبیعی دارای فروموج هستند، و الیاف مصنوعی که برای مصرف در ریسندگی الیاف کوتاه و ریسندگی الیاف بلند تولید می‌شوند، در مرحله تولید از یک دستگاه به نام کریمپر که وظیفه ایجاد فروموج در الیاف را دارد گذشته تا الیاف تولیدی مجعد شوند. فروموج و تجعد الیاف برای بهبود شرایط ریسندگی لازم و ضروری است. باید توجه داشت که تجعد الیاف باید در حد معینی باشد، چون اگر تجعد از حد معینی بیشتر یا کمتر باشد، در عملیات ریسندگی مثل تشکیل تار عنکبوتی در ماشین کارد یا عملیات کاردینگ بین سیلندر و فلت‌های ماشین کارد ایجاد اشکال خواهد کرد.

مقدار تجعد الیاف از اختلاف طول حالت آزاد لیف و حالت کشیده شده و مستقیم شده لیف به‌دست می‌آید. مقدار تجعد لیف، معمولاً پس از اندازه‌گیری طول لیف در دو حالت آزاد و مستقیم شده، به‌صورت درصد تجعد محاسبه و بیان می‌شود.

۸ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ دستگاه اندازه‌گیری تجعد لیف

ــ پنس

(دستگاه اندازه‌گیری تجعد لیف، دستگاهی بسیار ساده بوده و دارای یک صفحه یا خط‌کش مدرج و دو گیره یکی ثابت و دیگری متحرک می‌باشد.)

۸ــ۳ــ شرایط آزمایش

این آزمایش نیاز به شرایط خاصی ندارد، ولی بهتر است در شرایط محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲± ۲۰ انجام شود.

۸ــ۴ــ روش آزمایش

پس از نمونه‌گیری از الیاف مورد نظر، یک لیف را از بین نمونه انتخاب کرده و به صورت آزاد و بر روی خط‌کش مدرج قرار دهید. به‌وسیله پنس لیفی که بر روی خط‌کش قرار دارد را جابجا کرده تا بتوان فاصله بین دو سر لیف (l_1) را اندازه‌گیری کرد. باید توجه داشت که در هنگام جابجایی لیفی که بر روی خط‌کش قرار دارد، هیچ کششی به لیف وارد نشود و هنگام اندازه‌گیری فاصله بین دو سر لیف، لیف باید به‌صورت آزاد بر روی خط‌کش قرار داشته باشد.

پس از اندازه‌گیری فاصله بین دو سر لیف مجعد (l_1)، لازم است طول لیف را به‌صورت کشیده شده اندازه‌گیری کرد. برای این

کار، با پنس لیف مورد نظر را برداشته و یک سر آن را در بین فک‌های گیره ثابت قرار دهید. سپس، سر دیگر نمونه لیف را در میان فک‌های گیره متحرک قرار داده و گیره متحرک را به حرکت درآورید تا از گیره ثابت دور شود. پس از از بین رفتن چین و چروک و مستقیم شدن لیف، طول لیف (l_2) را که همان فاصله بین لبه فک‌های دو گیره است از روی خط‌کش خوانده و یادداشت نمایید.

در این آزمایش لازم است تعداد حداقل ۱۰ لیف مورد آزمایش قرار گرفته و طول حالت مجعد (l_1) و مستقیم شده و بدون جعد (l_2) تعیین شود. پس از تعیین l_1 و l_2 مقدار تجعد لیف (C) و درصد تجعد لیف (C٪) از رابطه زیر تعیین و میانگین، انحراف معیار و CV٪ تجعد محاسبه شود.

$$C = l_2 - l_1$$

$$\% C = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \times ۱۰۰$$

سؤالات

۱ـ با توجه به طول الیاف مورد آزمایش، این الیاف مناسب چه سیستمی از ریسندگی می‌باشند.

۲ـ اهمیت تجعد در الیاف نساجی را بنویسید.

۳ـ روش‌های ایجاد تجعد در الیاف مصنوعی را بنویسید.

۴ـ تجعد کمتر و بیشتر از حد معین، چه تأثیری در عملیات ریسندگی دارند.

۹ تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی

۹ــ۱ــ مقدمه

برای تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی از دستگاهی به نام ویبروسکوپ (Vibroscope) استفاده می‌شود. استفاده از روش ارتعاشی برای تعیین ظرافت الیاف بر این اصل استوار است که وقتی الیاف نساجی تحت کشش با ضربات منظم به ارتعاش درآیند، وقتی فرکانس (تعداد ضربه در واحد زمان) ضربات وارده برابر فرکانس طبیعی لیف مورد نظر باشد، دامنه ارتعاش لیف حداکثر بوده و در این حالت، نوسان یا ارتعاش لیف در حالت تشدید یا رزونانس می‌باشد. فرکانس تشدید یا همان فرکانس رزونانس هر لیف به میزان نیروی کشش وارده بر آن، جرم واحد طول لیف و طول لیف تحت آزمایش بستگی دارد. این کمیت‌ها به‌صورت تناسب‌های زیر با یکدیگر ارتباط دارند :

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

$$m \propto T(\frac{۱}{۲lf})^{۲}$$

در روابط فوق :

f : فرکانس طبیعی لیف

T : کشش لیف

l : طولی از لیف که تحت ارتعاش است

m : جرم واحد طول لیف

در تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی، طول معینی از یک لیف (l) را تحت کشش ثابت و معینی (T) که متناسب با مقاومت لیف می‌باشد قرار داده و با به ارتعاش درآوردن لیف، فرکانسی که در آن فرکانس دامنه لیف حداکثر می‌شود را یادداشت کرده و از روی روابط فوق جرم واحد طول لیف که نشان‌دهنده ظرافت لیف است را محاسبه می‌کنند.

لازم به یادآوری است که دستگاه ویبروسکوپ مناسب اندازه‌گیری ظرافت الیاف پنبه نیست. معمولاً دستگاه ویبروسکوپ برای اندازه‌گیری ظرافت الیاف مصنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۹ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ دستگاه ویبروسکوپ و متعلقات آن

ــ پنس

۹ــ۳ــ شرایط آزمایش

لازم است این آزمایش در شرایط آزمایشگاه یعنی رطوبت نسبی ۲±۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰ انجام شود.

۹ــ۴ــ روش آزمایش

شرح دقیق روش تعیین ظرافت الیاف با دستگاه ویبروسکوپ بستگی به نوع دستگاه مورد استفاده در آزمایشگاه دارد. براین اساس، لازم است ابتدا براساس کتابچه راهنمای دستگاه ویبروسکوپ، دستگاه را برای انجام آزمایش آماده کرد. پس از آماده‌سازی دستگاه ویبروسکوپ یک لیف را از میان نمونه انتخاب و به‌وسیله پنس در محل نمونه بر روی دستگاه قرار دهید و با توجه به حدود مقاومت (ظرافت نمونه و جنس نمونه)، کشش لازم را به نمونه اعمال کنید.

لازم به یادآوری است که اگر کشش نمونه از طریق وزنه اعمال می‌شود، باید توجه داشت که نمونه انتخابی متناسب با جنس و حدود ظرافت نمونه باشد. در بعضی از دستگاه‌های ویبروسکوپ اعمال کشش به لیف نمونه به غیر از روش وزنه انجام می‌شود. به هر حال، انتخاب حدود جرم یا وزن یا میزان کشش اعمال شده از طرق مختلف مثل فنر، باید براساس پیشنهاد سازنده دستگاه ویبروسکوپ مورد استفاده باشد.

پس از آماده‌سازی دستگاه ویبروسکوپ و نصب نمونه بر روی آن، دستگاه را روشن کرده و با اهرم تنظیم فرکانس، به تدریج فرکانس را افزایش دهید. با تغییر فرکانس دامنه ارتعاش لیف نیز تغییر می‌کند. با مشاهده دامنه نوسان حداکثر از روی حرکت ارتعاشی لیف، می‌توان ظرافت لیف را از روی دستگاه ویبروسکوپ خوانده و یادداشت نمود. لازم به یادآوری است که در دستگاه‌های ویبروسکوپ جدید، با وارد کردن طول نمونه و میزان کشش اعمال شده به نمونه خود دستگاه ویبروسکوپ ظرافت نمونه را محاسبه و بر روی صفحه نمایش نشان می‌دهد.

سؤالات

۱ـ انتخاب وزنه یا نیروی اعمال شده به نمونه به چه عواملی بستگی دارد؟

۲ـ اگر طول نمونه مورد آزمایش را دو برابر کنیم، چه تغییری در فرکانس رزونانس ایجاد می‌شود؟

۳ـ اگر کشش اعمال شده به نمونه یا وزنه آویزان شده به نمونه را نصف کنیم، چه تغییر در فرکانس رزونانس ایجاد می‌شود؟

۴ـ چرا روش ارتعاشی مناسب تعیین نمره الیاف پنبه نیست؟

۱۰ تعیین جذب رطوبت الیاف به روش خشک کردن

۱۰ــ۱ــ مقدمه

الیاف نساجی وقتی در معرض هوای مرطوب قرار می‌گیرند رطوبت جذب می‌کنند. میزان جذب رطوبت الیاف نساجی بستگی به نوع لیف و شرایط محیطی که الیاف در آن قرار دارند بستگی دارد. از بین الیاف نساجی، الیاف طبیعی مثل الیاف سلولزی و پروتئینی بالاترین میزان جذب رطوبت را دارند، و در بین الیاف طبیعی میزان جذب رطوبت انواع الیاف متفاوت از یکدیگر است. مثلاً، میزان جذب رطوبت الیاف پشم بیشتر از الیاف پنبه است. میزان جذب رطوبت الیاف نساجی، علاوه بر جنس و نوع الیاف به محیطی که الیاف در آن قرار دارند وابسته است. بر این اساس، هرچه رطوبت نسبی محیط بیشتر باشد، جذب رطوبت الیاف نیز افزایش می‌یابد.

جذب رطوبت الیاف بر رفتار آنها تأثیر می‌گذارد. مثلاً با جذب رطوبت الیاف، افزایش طول تا حد پارگی آنها افزایش می‌یابد، یا به استثنای الیاف پنبه، جذب رطوبت الیاف سبب کاهش مقاومت آنها می‌شود. علاوه بر خواص مکانیکی، جذب رطوبت سبب تغییر در خواص فیزیکی الیاف نیز می‌شود. مثلاً، با جذب رطوبت الیاف، میزان شارژ الکتریسیته ساکن آنها کاهش یافته و اختلالات کمتری را در ماشین‌های خط ریسندگی ایجاد می‌کنند. به همین خاطر است که در سالن‌های ریسندگی رطوبت هوا را در حد معینی نگه می‌دارند، تا جذب رطوبت الیاف سبب جلوگیری از تولید یا کاهش الکتریسیته ساکن در الیاف شود.

۱۰ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

- ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ گرم
- دستگاه خشک‌کن
- ظرف توزین
- پنس

۱۰ــ۳ــ شرایط آزمایش

آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲±۶۵٪ و دمای $20\pm2^{\circ}C$ انجام شود.

۱۰ــ۴ــ شرح آزمایش

شرح دقیق آزمایش تعیین جذب رطوبت الیاف نساجی به روش خشک کردن، بستگی به نوع دستگاه خشک‌کن مورد استفاده در آزمایشگاه دارد. بر این اساس، قبل از شروع آزمایش راهنمای دستگاه را مطالعه کرده و از سالم بودن قسمت‌های مختلف دستگاه خشک‌کن و تراز بودن ترازوی دقیق باید اطمینان حاصل کرد، و جابه‌جایی نمونه به روش صحیحی به وسیله پنس انجام شود تا از اثرات عوامل خارجی بر اندازه‌گیری اجتناب گردد.

در این آزمایش، نمونه‌هایی به جرم ۱۰ گرم که به مدت ۲۴ ساعت و به‌صورت آزاد در شرایط معین مثل شرایط استاندارد (یا هر شرایط دیگر مانند محیط آزمایشگاه) قرار داشته‌اند انتخاب می‌شود. پس از توزین، نمونه مورد نظر را به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه خشک قرار دهید و دمای خشک‌کن را برای الیاف پنبه $120^{\circ}C$ و برای الیاف پشم $110^{\circ}C$ تنظیم نمایید. پس از ۳۰ دقیقه نمونه را توزین نمایید، و سپس نمونه را داخل دستگاه خشک‌کن قرار دهید و هر ۱۰ دقیقه نمونه را از دستگاه خشک‌کن خارج و توزین نمایید. توزین هر ۱۰ دقیقه را تا جایی ادامه دهید که ۳ عدد آخری یکسان باشد. سپس جرم رطوبت نمونه الیاف از رابطه زیر قابل محاسبه می‌شود.

جرم نمونه خشک شده (D)− جرم نمونه قبل از خشک کردن (m_1)= جرم رطوبت (W)

درصد رطوبت بازیافته و درصد رطوبت موجود از روابط زیر بدست می‌آید.

$$\%R = \frac{W}{D} \times ۱۰۰$$

$$\%M = \frac{W}{W+D} \times ۱۰۰$$

در روابط فوق R٪ درصد رطوبت بازیافته و M٪ درصد رطوبت موجود می‌باشد.

سؤالات

۱ــ چهار اثر جذب رطوبت بر الیاف را نام برده و توضیح دهید.

۲ــ رطوبت نسبی محیط چه تأثیری بر جذب رطوبت الیاف دارد.

۳ــ یک محموله ۱۰۰ تنی از الیاف پنبه خریداری شده است. پس از نمونه‌برداری و آزمایش مشخص شده است که رطوبت بازیافته آن ۵٫۵٪ است. جرم خشک نمونه را محاسبه نمایید.

۱۱ تعیین مقاومت الیاف به روش تک لیف

۱۱ــ۱ــ مقدمه

در تعیین مقاومت الیاف به روش تک لیف، از یک دستگاه اندازه‌گیری که قابل حمل می‌باشد استفاده می‌گردد. مقاومت و استحکام الیاف هم در مرحله ریسندگی و تولید نخ و هم در هنگام استفاده به صورت نخ مثل نخ خیاطی، یا طناب و یا پارچه به‌صورت پوشاک و لباس و دیگر پارچه‌ها مثل پارچه‌های مورد مصرف در صنایع مختلف مثل چادر صحرایی، بادبان، چتر نجات و ... بسیار حائز اهمیت است. از این‌رو، یکی از عوامل تعیین و انتخاب الیاف برای تولید محصولی معین، مقاومت الیاف در مقابل نیروهای کششی یا مقاومت کششی آنها می‌باشد.

۱۱ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف به روش تک لیف

ــ پنس

۱۱ــ۳ــ شرایط آزمایش

این آزمایش در محیط آزمایشگاه و با شرایط رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای ۲±۲۰ $^{\circ}C$ انجام شود.

۱۱ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری به روش استاندارد از مجموعه الیاف مورد نظر انجام شود.

۱۱ــ۵ــ شرح دستگاه

دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف به روش تک‌لیف از دو قسمت یعنی قسمت اندازه‌گیری و قسمت ثبات که عهده‌دار ترسیم منحنی می‌باشد تشکیل شده است.

این دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الیاف، یک دستگاه قابل حمل بوده و به وسیله آن می‌توان تا ۳۰۰ نمونه در ساعت را مورد آزمایش قرار داد. هم‌زمان با اعمال کشش بر روی نمونه لیف برای تعیین مقاومت، قلم دستگاه ثبات بر روی کاغذ حرکت خواهد کرد، و با به حرکت درآوردن کاغذ دستگاه ثبات می‌توان منحنی نیرو 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 بالایی آن از شیشه ساخته شده است قرار دارد. دستگاه ثبات مجزای از دستگاه اندازه‌گیری بوده و این دو دستگاه به‌وسیله یک کابل رشته‌ای به یکدیگر متصل هستند.

۱۱ــ۶ــ روش آزمایش

در دستگاه اندازه‌گیری دو گیره که یکی ثابت است و دیگری متحرک، قرار دارد. گیره ثابت به قسمت اندازه‌گیری متصل است و گیره متحرک به‌وسیله یک موتور حرکت می‌کند. برای اندازه‌گیری مقاومت یک لیف، لازم است از یک سر لیف طولی از لیف به درازای ۱ سانتی‌متر را بین دو فک گیره ثابت قرار داده، سپس سر دیگر لیف را در بین فک‌های گیره متحرک قرار داد. در این صورت با فشار دادن کلید انجام آزمایش، گیره متحرک شروع به حرکت می‌کند. با حرکت گیره متحرک و سپس مستقیم شده لیف، گیره ثابت که به قسمت اندازه‌گیری متصل است تحت نیروی کشش قرار می‌گیرد و کشش وارده به گیره ثابت تبدیل به علامت الکتریکی شده و به قلم دستگاه ثبات منتقل شده و قلم دستگاه ثبات حرکت می‌کند. اگر کاغذ زیر قلم دستگاه ثبات نیز حرکت کند منحنی نیرو 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 مربوطه را رعایت نمایید. همچنین قبل از شروع آزمایش، لازم است دستگاه را براساس دستورات داده شده در راهنمای دستگاه، کالیبره کرده تا از ایجاد خطای احتمالی در نتایج آزمایش پیشگیری شود.

تعداد ۱۰ نمونه از یک نوع لیف معین را مورد آزمایش قرار دهید و درصد افزایش طول نسبی ($\frac{\Delta l}{l_0}\times ۱۰۰$) و نیروی پارگی را اندازه‌گیری و محاسبه نمایید. میانگین، انحراف معیار و CV ٪ درصد افزایش طول نسبی و نیروی پارگی را حساب کنید.

سؤالات

۱ــ تغییر در شرایط محیط آزمایش (دما و رطوبت) چه تأثیری بر نتایج آزمایش می‌گذارد؟ توضیح دهید.

۲ــ سرعت گیره متحرک چه تأثیری بر نتیجه آزمایش دارد؟

۱۲ تعیین خواص کششی الیاف (به‌وسیله دستگاه اینسترون)

۱۲ــ۱ــ مقدمه

رفتار الیاف نساجی در مقابل نیروهای کششی تعیین‌کننده خواص کششی آنها می‌باشد. از خواص کششی الیاف می‌توان به افزایش طول تا حد پارگی، نیروی پارگی، مدول اولیه و کار تا حد پارگی اشاره کرد. خواص کششی الیاف نساجی نه تنها در خط تولید نخ، پارچه و پوشاک مهم است، بلکه در عملکرد محصول نساجی مثل نخ دوخت، طناب، پوشاک و انواع منسوجات صنعتی مثل نخ تایر اتومبیل، طناب‌های کوهنوردی و دریانوردی، پارچه‌های ویژه صنایع اتومبیل، پارچه‌های ویژه چادرهای صحرایی و ... بسیار با اهمیت است.

آزمایش تعیین خواص کششی الیاف نساجی به‌وسیله دستگاهی به نام اینسترون (Instron) انجام می‌شود. نام اینسترون برگرفته از نام یک شرکت انگلیسی سازنده دستگاه‌های کشش مواد می‌باشد، و چون اولین دستگاه‌های آزمایش کششی مواد نساجی مورد استفاده در ایران از شرکت اینسترون خریداری شده‌اند، بنابراین در صنایع نساجی ایران این نوع دستگاه‌ها ــ حتی دستگاه‌های ساخت شرکت‌ها و کشورهای دیگر ــ به اینسترون نامیده می‌شوند.

دستگاه اینسترون از دو بخش تشکیل شده است، قسمت اوّل بخش کشش‌دهنده و قسمت دوم بخش کنترل کننده می‌باشد. دستگاه اینسترون قابلیت عملیات آزمایش بر روی انواع الیاف، انواع نخ و انواع پارچه را دارا می‌باشد.

۱۲ــ ۲ــ وسایل آزمایش

ــ دستگاه اینسترون و متعلقات

ــ پنس ویژه نصب لیف بر روی فک‌ها

۱۲ــ۳ــ شرایط آزمایش

این آزمایش باید در شرایط محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰ انجام شود.

۱۲ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری به روش استاندارد از مجموعه الیاف مورد نظر انجام شود.

۱۲ــ۵ــ شرح دستگاه

چنانکه اشاره شده است، دستگاه اینسترون از دو بخش کشش دهنده و کنترل‌کننده که به طور مجزا ساخته شده‌اند تشکیل شده و این دو بخش به‌وسیله کابل‌هایی با یکدیگر در ارتباط هستند. امروزه در ماشین‌های جدید کشش، بخش کنترل کننده که همان بخش دوم از دستگاه اینسترون می‌باشد، از یک دستگاه کامپیوتر با متعلقات که نرم‌افزار ویژه‌ای بر روی آن نصب شده است تشکیل شده

است.

بخش کشش‌دهنده دستگاه اینسترون از یک چهارچوب فولادی تشکیل شده است که دو گیره، یکی ثابت و دیگری متحرک، وظیفه اعمال کشش بر الیاف را به عهده دارند. گیره ثابت از تیر افقی چهارچوب فولادی آویزان و گیره متحرک در بین دو ستون عمودی قرار دارد. در بالای گیره ثابت، دستگاه حس‌کننده بار (load Cell) قرار دارد که دستگاه حس‌کننده و گیره بالایی به‌صورت یک‌پارچه بوده و در وسط تیر افقی بالایی چهارچوب دستگاه نصب می‌شوند.

گیره متحرک بر روی یک تیر افقی که در دو طرف بر روی محورهای مارپیچ دورانی قرار دارد نصب شده است. محورهای مارپیچ دورانی هریک در داخل ستون‌های چهارچوب اینسترون بوده و با دوران خود، گیره متحرک را به سمت بالا یا پایین حرکت می‌دهد.

برای کشش نمونه لیف، ابتدا سر بالایی آن در بین فک‌های گیره بالایی قرار گرفته و فک‌ها بسته می‌شوند، سپس گیره پایینی در ارتفاعی قرار می‌گیرد که فاصله لبه فک‌های گیره بالایی و پایینی برابر طول نمونه باشد. در این حالت سر پایینی نمونه در بین فک‌های گیره پایینی قرار گرفته و فک‌ها بسته می‌شوند. پس از بستن نمونه در بین فک‌های گیره‌های بالایی و پایینی، و با شروع به کار دستگاه گیره پایینی به سمت پایین حرکت کرده و نیروی کششی به لیف وارد می‌شود.

در حین پایین آمدن گیره پایینی، نیرو یا بار وارد شده به لیف از طریق گیره بالایی به حس‌کننده بار منتقل شده و حس‌کننده بار نیروی وارد شده را در هر لحظه اندازه‌گیری کرده و از طریق کابل ویژه‌ای برای ذخیره و عملیات بعدی نظیر محاسبات، تجزیه و تحلیل و رسم نمودار به بخش دوم دستگاه اینسترون یعنی کامپیوتر ارسال می‌کند.

لازم به توضیح است که دستگاه اینسترون براساس «نرخ ثابت افزایش طول» یعنی CRE (Constant Rate of Elongation) کار می‌کند. یعنی بارگذاری در این دستگاه به‌صورتی است که نرخ افزایش طول نمونه در زمان ثابت است. البته در دستگاه‌های جدید اینسترون شرایط بارگذاری براساس "نرخ ثابت بارگذاری" یعنی CRL (Constant Rate of Loading) نیز فراهم شده است که انتخاب CRE یا CRL از روی بخش کنترل یا همان نرم‌افزار نصب شده بر روی کامپیوتر انجام خواهد شد.

۱۲ــ۶ــ روش آزمایش

۱۲ــ۶ــ۱ــ انتخاب حس‌کننده بار : دستگاه اینسترون برای انواع مواد و محصولات نساجی قابل استفاده است. از این‌رو برای مواد مختلف نساجی مثل الیاف، نخ و پارچه حس‌کننده بار، و فک‌های گیره‌های بالایی و پایینی متفاوت از یکدیگر هستند. بنابراین برای آزمایش کشش الیاف لازم است گیره، فک‌ها و حس‌کننده بار متناسب با الیاف نساجی انتخاب و بر روی دستگاه نصب گردد.

انواع معمول حس کننده‌های بار و مورد استفاده آنها به شرح زیر می‌باشد :

- بار در محدوده ۵۰۰ گرم ویژه الیاف.
- بار در محدوده ۵۰ کیلوگرم ویژه نخ‌ها.
- بار در محدوده ۵۰۰ کیلوگرم ویژه پارچه‌ها.

۱۲ــ۶ــ۲ــ تنظیمات دستگاه : در دستگاه‌های جدید، کلید تنظیمات دستگاه اینسترون و ورود اطلاعات مربوط به آزمایش و خود نمونه مورد آزمایش از طریق صفحه کلید کامپیوتر وارد نرم‌افزار دستگاه می‌شود و آزمایش براساس اطلاعات وارد شده انجام و اطلاعات مربوط به آزمایش از طریق حس‌کننده بار (نیروی وارده) و میزان جابجایی گیره پایینی (افزایش طول) به کامپیوتر ارسال شده و ذخیره می‌شود. این دستگاه‌ها قابلیت ترسیم نمودار نیرو ــ ازدیاد طول یا تنش ـ کرنش را همزمان با انجام آزمایش بر روی صفحه نمایش کامپیوتر (مانیتور) دارا هستند. اطلاعات ذخیره شده حاصل از آزمایش، هم به وسیله نرم‌افزار دستگاه اینسترون جهت تجزیه و تحلیل رفتار مواد تحت آزمایش و ترسیم نمودارها قابل استفاده است، و هم این اطلاعات را می‌توان توسط نرم‌افزارهای دیگر مورد

بهره‌برداری قرار داد.

چنانچه از مدل‌های قدیمی دستگاه اینسترون برای آزمایش کشش استفاده می‌شود، لازم است موارد زیر مورد توجه قرار گیرد :

ـ ***تنظیم قلم ترسیم :*** در مدل‌های قدیمی دستگاه‌های اینسترون از قلم و کاغذ برای ترسیم نمودار بار ـ ازدیاد طول مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع دستگاه‌ها، لازم است قبل از شروع آزمایش جدید، قلم ترسیم بر روی نقطه صفر که محل تقاطع خط عمودی سمت چپ (yها) و خط افقی پایینی (xها) می‌باشد قرار گیرد.

ـ ***کالیبره کردن :*** در اینجا کالیبره کردن دستگاه اینسترون در واقع به منظور تطابق دو بخش دستگاه، یعنی تطابق بخش‌های کشش‌دهنده و کنترل‌کننده انجام می‌شود. کالیبره کردن دستگاه با هدف اطمینان از صحت و دقت انجام آزمایش و دریافت صحیح اطلاعات از بخش کشش‌دهنده و همچنین تطابق اجزای مختلف دو بخش دستگاه با یکدیگر انجام می‌شود. برای کالیبره کردن دستگاه اینسترون لازم است از توصیه‌های راهنمای دستگاه که معمولاً با آویزان کردن وزنه معینی از گیره بالایی و تنظیم قلم ترسیم انجام می‌شود، بهره گرفت.

ـ ***انتخاب سرعت آزمایش :*** در دستگاه‌های اینسترون قدیمی برخلاف دستگاه‌های جدید، تغییر سرعت گیره پایینی به‌وسیله تغییر در چرخ‌دنده‌های انتقال حرکت انجام می‌شود. پس از تعیین سرعت مناسب برای حرکت گیره پایین، از روی راهنمای دستگاه یا محاسبات بر روی چرخ‌دنده‌های انتقال حرکت، چرخ‌دنده مناسب انتخاب و مورد استفاده قرار گیرد.

ـ ***تنظیم فاصله بین فک‌های گیره‌های بالا و پایین :*** فاصله بین فک‌ها بستگی به طول نمونه مورد آزمایش دارد. براساس طول نمونه مورد آزمایش و با حرکت بالا/پایین گیره پایینی می‌توان فاصله بین فک‌ها را تنظیم کرد. برای دقت در تنظیم فاصله بین فک‌های بالا و پایین می‌توان از یک خط‌کش دقیق استفاده کرد.

۱۲ـ۶ـ۳ـ بستن نمونه و انجام آزمایش : چنانکه توضیح داده شد، ابتدا نمونه را به‌صورت مستقیم و عمودی بر روی فک بالایی قرار داده و فک بالایی را محکم ببندید. سپس سر پایینی نمونه را در بین فک‌های پایینی قرار داده و محکم ببندید. مراقب باشید تا نمونه هنگام بستن در بین فک‌های پایینی دچار کشش نشود.

پس از اینکه اطمینان حاصل کردید که کلیه تنظیمات (ورود اطلاعات در نرم‌افزار اینسترون‌های جدید و تعیین سرعت کشش و کالیبره کردن اینسترون‌های قدیمی) بر روی دستگاه اینسترون انجام شده است،شروع به آزمایش نمایید. پس از انجام هر آزمایش، دستگاه را برای آزمایش بعدی آماده نمایید.

سؤالات

۱ـ سرعت آزمایش چه تأثیری بر میزان مقاومت پارگی لیف دارد؟

۲ـ سرعت آزمایش چه تأثیری بر افزایش طول تا حد پارگی لیف دارد؟

۳ـ رطوبت چه تأثیری بر مقاومت الیاف پنبه، نایلون، پلی‌استر و پشم دارد؟

۴ـ آیا حرارت تأثیری بر مقاومت الیاف پنبه، پشم، پلی‌استر و پلی‌اتیلن دارد؟ توضیح دهید.

۱۳ تعیین خواص کششی نخ

۱۳ــ۱ ــ مقدمه

خواص کششی نخ‌های مختلف متفاوت از یکدیگر می‌باشد. برای محصولات مختلف صنایع نساجی اعم از نخ، پارچه، پوشاک، پارچه‌های خانگی و منسوجات صنعتی، که مصارف متفاوتی دارند، الیاف و نخ‌های با خواص متفاوتی مورد نیاز می‌باشد. از بین خواص مختلف نخ‌ها مثل جذب رطوبت که عمدتاً مربوط به نوع الیاف تشکیل‌دهنده نخ می‌شود، خواص نوری، خواص سایشی، سختی خمشی و سختی پیچشی؛ مقاومت کششی نخ‌ها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. بنابراین، یکی از آزمایش‌هایی که بر روی نخ انجام می‌شود، آزمایش کشش می‌باشد که برای تعیین مقاومت کششی نخ، افزایش طول تا حد پارگی نخ و به‌طور خلاصه برای تعیین رفتار کششی نخ استفاده می‌شود.

یکی از روش‌های دقیق انجام آزمایش برای تعیین خواص کششی نخ‌ها، استفاده از دستگاه‌های کشش مانند اینسترون می‌باشد. اصولاً، همان دستگاه اینسترونی که برای تعیین مقاومت و خواص کششی الیاف اشاره شده و توضیح داده شده است، با تغییراتی در اجزای دستگاه مثل تغییر در حس‌کننده بار (load Cell)، فک‌ها و ... و تغییر در تنظیمات دستگاه برای آزمایش کششی نخ نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۳ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ دستگاه اینسترون و متعلقات

۱۳ــ۳ــ شرایط آزمایش

این آزمایش باید در شرایط محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰ انجام شود.

۱۳ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

پس از نمونه‌برداری بسته نخ از مجموعه بسته‌های روی ماشین‌ها، انبار، محموله و ...، پس از آزمایش یک نمونه نخ، نخ به طول معین که وابسته به حجم نخ روی بسته است از روی بسته باز شد و دور ریخته می‌شود، سپس نمونه جدید مورد آزمایش قرار بگیرد.

۱۳ــ۵ــ شرح دستگاه

دستگاه اینسترون در آزمایش "تعیین خواص کششی الیاف نساجی" شرح داده شده است.

۱۳ــ۶ــ روش آزمایش

چگونگی آزمایش به‌وسیله دستگاه اینسترون در آزمایش "تعیین خواص کششی الیاف نساجی" شرح داده شده است. با این حال، اطلاعات دقیق و اختصاصی هر دستگاه اینسترون در راهنمای دستگاه اشاره شده است و توصیه می‌شود قبل از آزمایش، راهنمای دستگاه به دقت مطالعه شود.

سؤالات

۱ــ چه عواملی در مقاومت کششی یک نخ تأثیر دارد؟

۲ــ در مقدمات بافندگی (بافندگی تاری ـ پودی) چه عملیاتی را به منظور افزایش مقاومت بر روی نخ انجام می‌دهند؟

۳ــ در بافندگی حلقوی پودی، برای جلوگیری از پاره شدن نخ‌های ضعیف چه روشی را به‌کار می‌برند؟

۱۴ تعیین مقاومت نخ به روش «نرخ ثابت بارگذاری» (CRL)

۱۴ــ۱ــ مقدمه

یکی از روش‌های بارگذاری برای تعیین مقاومت و افزایش طول تا حد پارگی نخ‌ها استفاده از «نرخ ثابت بارگذاری» (Constant Rate of Loading) یا روش CRL است. در این روش سرعت افزایش بار در آزمایش کشش ثابت می‌باشد (در حالی‌که در دستگاه اینسترون، نرخ افزایش طول در آزمایش کشش ثابت است). در تعیین مقاومت نخ به روش CRL از دستگاهی به نام اوستر دینامات (Uster Dynamat) استفاده می‌شود.

۱۴ــ۲ــ وسایل آزمایش

ـ دستگاه اوستردینامات

۱۴ــ۳ــ شرایط آزمایش

این آزمایش باید در شرایط محیط آزمایشگاه و با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰ انجام شود.

۱۴ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

در این آزمایش یک نمونه از بسته نخ از بین ماشین‌ها، انبار نخ یا محموله مورد نظر انتخاب و مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

۱۴ــ۵ــ شرح دستگاه

دستگاه اوستردینامات دستگاهی است که به صورت اتوماتیک مقاومت طول معینی از نخ را مورد آزمایش قرار می‌دهد. این دستگاه از دو بخش زیر تشکیل شده است :

ــ بخش اندازه‌گیری

ــ بخش محاسبات و چاپ

بخش اندازه‌گیری به‌طور اتوماتیک طول معینی از نخ را تحت کشش قرار می‌دهد تا پاره شود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری به بخش محاسبات و چاپ منتقل می‌شود. در بخش محاسبات و چاپ، اطلاعات دریافتی از بخش اندازه‌گیری تحت عملیات محاسباتی قرار می‌گیرد و نتایج معینی بر روی کاغذ چاپ می‌گردد.

چنانکه اشاره شده است دستگاه اوستردینامات براساس بارگذاری به روش CRL کار می‌کند. در این دستگاه برای بارگذاری و اعمال نیرو و کشش به نخ از یک وزنه‌ای که بر روی سطح شیب‌دار متحرک قرار دارد بهره گرفته می‌شود. در این نوع بارگذاری وزنه‌ای بر روی سطح شیب‌دار قرار دارد که یک سر نخ تحت آزمایش به وزنه متصل است. با تغییر شیب (افزایش شیب) سطح شیب‌دار، اثر وزن وزنه روی سطح شیب‌دار بر روی نخ افزایش می‌یابد. با تنظیم سرعت تغییر شیب سطح شیب‌دار می‌توان سرعت اعمال بار را برای حصول به اعمال بار به روش CRL ثابت نگه داشت.

پس از تنظیم دستگاه بر روی تعداد آزمایش معین، و نخ‌کشی، دستگاه اوستردینامات به‌طور اتوماتیک به تعداد تنظیم شده و یکی پس از دیگری به طور اتوماتیک نمونه نخ را از روی بوبین برداشته و تحت کشش قرار می‌دهد تا نخ پاره شود.

۱۴ــ۶ــ روش آزمایش

وزنه‌ای که برای اعمال بار در اوستردینامات استفاده می‌شود متغیر می‌باشد. یعنی وزن وزنه‌های اعمال بار را می‌توان براساس نوع و مقاومت نخ انتخاب کرد. از این‌رو، قبل از شروع آزمایش لازم است، براساس توصیه‌های راهنمای دستگاه، وزن وزنه اعمال بار را حساب کرده و وزنه لازم را بر روی دستگاه نصب کرد. وزن وزنه اعمال بار در دستگاه اوستردینامات از ۲۰۰ گرم تا بیش از ۲ کیلوگرم می‌تواند متغیر باشد. پس از انتخاب وزنه و نصب آن بر روی سطح شیب‌دار، لازم است سطح شیب‌دار را براساس زاویه مناسب در شروع آزمایش تنظیم کرد.

پس از آماده شدن وزنه، باید بوبین نخ را در محل در نظر گرفته شده بر روی دستگاه قرار داد و سر نخ را از روی بوبین باز کرده و با گذراندن از راهنماها و مسیرهای در نظر گرفته شده، نخ‌کشی نخ مورد آزمایش را انجام داد.

پس از نخ‌کشی اولیه نخ بر روی دستگاه، سرعت آزمایش که همان سرعت گیره متحرک برای اعمال کشش بر نخ می‌باشد، باید انتخاب شود. این زمان تعیین کننده زمان هر آزمایش می‌باشد.

در دستگاه اوستردینامات، تعداد آزمایش بر روی نخ یک بوبین قابل تنظیم است. بر این اساس، با تنظیم تعداد آزمایش،دستگاه آزمایش کششی را یکی پس از دیگری انجام می‌دهد و اطلاعات حاصل شامل مقاومت نخ و افزایش طول تا حد پارگی نخ را به بخش محاسبات و چاپ ارسال می‌کند. بنابراین، پس از تنظیم زمان آزمایش، تعداد آزمایش را بر روی دستگاه انتخاب می‌کنیم. پس از شروع آزمایش و انجام هر آزمایش،از عدد تعداد آزمایش انتخاب شده بر روی دستگاه یک واحد کم می‌شود تا عدد تعداد انتخاب شده به صفر رسیده و دستگاه عمل آزمایش کردن را متوقف می‌کند. در بعضی از آزمایش‌ها لازم است کشش اولیه‌ای به نخ وارد شود، در این صورت میزان کشش و وزنه مناسب کشش از روی راهنمای دستگاه انتخاب می‌شود.

پس از انجام تعداد تعیین شده از آزمایش کشش نخ، بخش محاسبات و چاپ دستگاه اوستردینامات به‌صورت اتوماتیک محاسبات بر روی مقادیر دریافتی حاصل از آزمایشات را انجام داده و مقادیر میانگین نیروی پارگی، میانگین درصد افزایش طول‌نسبی، ضریب خطای مؤثر آزمایشات، میانگین زمان پارگی و تعداد آزمایش‌های انجام شده بر روی یک نوار کاغذی چاپ شده و تحویل می‌شود.

سؤالات

۱ــ دستگاه اینسترون و اوستردینامات را با یکدیگر مقایسه کنید.
۲ــ فرق اساسی بین دستگاه اینسترون و اوستردینامات را بنویسید.
۳ــ تعداد آزمایش‌ها چه تأثیری در نتایج و دقت نتایج دارد؟

۱۵ تعیین مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب

۱۵ــ۱ــ مقدمه

رفتار پارچه‌ها در مقابل نفوذ آب متفاوت است. مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب به عوامل مختلفی نظیر نوع الیاف، نوع و ویژگی‌های نخ، نوع بافت، تراکم بافت و نوع تکمیل انجام شده بر روی پارچه بستگی دارد. مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب در بعضی از پارچه‌ها، نظیر پارچه‌های لباس بارانی، پارچه‌های ویژه ورزشی و اماکن ورزشی، و بعضی از پارچه‌های صنعتی مثل فیلترها بسیار با اهمیت است. یکی از روش‌های سنجش مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب، اندازه‌گیری فشار لازم آب برای نفوذ معینی (بیرون زدن قطرات آب از داخل پارچه) آب از داخل پارچه می‌باشد.

۱۵ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ دستگاه اندازه‌گیری نفوذ آب

ــ قیچی یا گردبر

ــ آب مقطر

۱۵ــ۳ــ شرایط آزمایش

این آزمایش لازم است در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰ انجام شود.

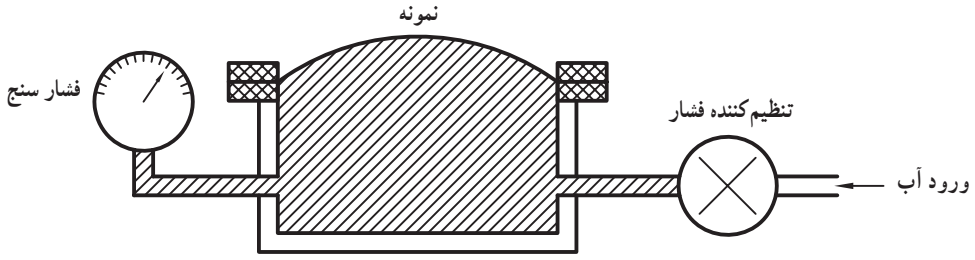
۱۵ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

لازم است نمونه‌ها حداقل از فاصله ۱۰ سانتی‌متری حاشیه پارچه انتخاب و بریده شوند. شکل نمونه به‌صورت دایره بوده و قطر آن بستگی به نوع و مدل دستگاه آزمایش دارد (برای دستگاه اشاره شده در این آزمایش ۱۰۰ سانتی‌متر مربع)

۱۵ــ۵ــ شرح دستگاه

شکل ۱۵ــ۱، نمای ترسیمی از یک دستگاه اندازه‌گیری نفوذ آب در پارچه را نشان می‌دهد. این دستگاه دارای یک مخزن آب است که نمونه پارچه در بالای آن نصب می‌شود. در پایین مخزن آب دو لوله وجود دارد که لوله سمت چپ به یک فشارسنج برای نشان دادن فشار آب داخل مخزن و لوله سمت راست که یک شیر تنظیم‌کننده فشار بر روی آن قرار دارد، برای ورود آب به داخل مخزن می‌باشد. چنانکه بر روی شکل دیده می‌شود آب از طریق لوله سمت راست و پس از گذشتن از شیر تنظیم فشار وارد مخزن می‌شود.

در این دستگاه، پس از بستن نمونه پارچه بر روی دستگاه، با تنظیم شیر تنظیم‌کننده فشار، فشار آب داخل مخزن را می‌توان بالا برد و فشار مخزن را از فشارسنج متصل به لوله سمت چپ مشاهده کرد.



شکل ۱۵ــ۱ــ دستگاه تعیین مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب

۱۵ــ۶ــ روش آزمایش

بعد از برش، نمونه پارچه را بر روی دستگاه قرار داده و بعد از نصب واشرهای مربوطه به‌وسیله بسط و پیچ و مهره‌هایی که روی دستگاه قرار دارد، نمونه را روی دستگاه محکم ببندید. دقت شود که هنگام بستن نمونه پارچه بر روی دستگاه، سطح آب داخل مخزن، پایین‌تر از سطح پایینی پارچه باشد تا هنگام بستن نمونه، پارچه خیس نشود.

پس از بستن نمونه، شیر تنظیم‌کننده فشار آب که بر روی لوله سمت راست قرار دارد را به آرامی باز کنید تا مخزن از آب پر شود و سطح بالای آب داخل مخزن به نمونه پارچه فشار وارد نماید. نرخ ورود آب به داخل مخزن به‌منظور آزمایش نفوذ آب در داخل پارچه باید متناسب با توصیه سازنده دستگاه یا در محدوده ۴۰ــ۲۰ سانتی‌متر از ارتفاع آب در دقیقه باشد.

در هنگام آزمایش، با فشاری که آب به نمونه پارچه وارد می‌کند، آب از داخل پارچه به بیرون نفوذ کرده و اولین قطره آب بر روی نمونه پارچه نمایان می‌شود. افزایش فشار آب آنقدر ادامه یابد تا سومین قطره آب (سه قطره در سه محل جداگانه) بر روی نمونه نمایان شود. در این حالت، فشار آب داخل مخزن از روی فشار سنج خوانده و یادداشت می‌شود. فشاری که در آن فشار، آب از داخل نمونه پارچه به بیرون نفوذ کرده و حداقل در سه جای مجزا، سه قطره آب بر روی پارچه نمایان شود، به‌عنوان مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب در نظر گرفته می‌شود.

در این آزمایش حداقل ۱۰ نمونه از پارچه مورد نظر تهیه و مورد آزمایش قرار گیرد و میانگین، انحراف معیار و CV٪ مقاومت پارچه در مقابل نفوذ آب محاسبه شود.

سؤالات

۱ــ تراکم پارچه چه تأثیری در نفوذ آب به داخل پارچه دارد؟

۲ــ در شرایط یکسان، آیا نفوذپذیری آب در داخل پارچه از جنس پلی‌استر خالص و پنبه‌ای خالص، یکسان است؟ توضیح دهید.

۳ــ اهمیت نفوذ آب در چه پارچه‌هایی بیشتر است؟ توضیح دهید.

۱۶ تعیین ضخامت پارچه

۱۶ــ۱ــ مقدمه

ضخامت پارچه یکی از شاخص‌های فیزیکی پارچه است که به عوامل مختلفی مثل نوع نخ، نمره نخ و طرح بافت پارچه بستگی دارد. یکی از عوامل تعیین کننده نوع مصرف نهایی پارچه، ضخامت پارچه می‌باشد. برای مثال از پارچه‌های پنبه‌ای، هم می‌توان در دوخت پیراهنی استفاده کرد و هم در دوخت شلوار، ولی ضخامت این دو پارچه با یکدیگر متفاوت است. مثال دیگر، پارچه کت و شلواری و پارچه پالتویی است، اگرچه هر دو پارچه از جنس پشم هستند، ولی معمولاً ضخامت پارچه پالتویی بیشتر از ضخامت پارچه کت و شلواری است.

یکی از اثرات ضخامت پارچه‌ها، میزان گرمی یا خنکی آنها در لباس یا چگونگی تبادل حرارت و رطوبت بین بدن و هوای محیط توسط آنها است.

۱۶ــ۲ــ وسایل آزمایش

ــ دستگاه اندازه‌گیری ضخامت پارچه

ــ وزنه‌های مختلف

ــ قیچی

۱۶ــ۳ــ شرایط آزمایش

این آزمایش باید در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰ انجام شود.

۱۶ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

لازم است نمونه‌برداری به‌صورت اتفاقی از قسمتی از پارچه انتخاب شود که حداقل ۱۰ سانتی‌متر از حاشیه پارچه فاصله داشته و پشت و روی پارچه مشخص باشد. اگر از پایه فشارنده دایره‌ای استفاده می‌شود، لازم است قطر نمونه پارچه حداقل ۵ برابر قطر پایه فشارنده باشد. اگر از پایه فشارنده غیر دایره‌ای استفاده می‌شود، اضلاع نمونه باید حداقل ۵ برابر اضلاع پایه فشارنده باشد.

۱۶ــ۵ــ شرح دستگاه

دستگاه اندازه‌گیری ضخامت پارچه تشکیل شده است از یک بدنه، سینی (سندان) نمونه، پایه فشارنده، وزنه و درجه نشانگر ضخامت.

۱۶ــ۶ــ روش آزمایش

پس از نمونه‌برداری لازم است نمونه حداقل به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد (رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰) قرار داده شود. سطوح سندان نمونه و پایه فشارنده به دقت تمیز شود. پس از تمیز کردن سطوح اشاره شده، پایه فشارنده را پایین آورده تا بر روی سندان قرار گیرد، در این صورت عقربه درجه نشانگر ضخامت را بر روی صفر قرار دهید.

نمونه پارچه را بر روی سندان قرار داده و چین و چروک آن صاف نموده و پایه فشارنده را پایین بیاورید. با قرار دادن وزنه‌های مختلف، ضخامت پارچه‌ها را اندازه‌گیری و یادداشت نمایید. برای هر نوع پارچه ۱۰ نمونه انتخاب و آزمایش را برای هر نمونه انجام دهید. برای هر وزنه ده ضخامت اندازه‌گیری شده را میانگین گرفته و نمودار ضخامت پارچه را برحسب وزنه‌های مختلف رسم نمایید.

سؤالات

۱ــ چه عواملی در ضخامت پارچه تأثیر می‌گذارند؟

۲ــ اهمیت ضخامت پارچه را توضیح دهد.

۳ــ آیا رطوبت و حرارت بر روی ضخامت پارچه تأثیر می‌گذارند؟ توضیح دهد.

۱۷ تعیین مقاومت سایشی پارچه

۱۷ــ۱ــ مقدمه

مقاومت سایشی یکی از خواص مهم پارچه‌ها است. سایش اگرچه به ندرت سبب پارگی یا سوراخ شدگی در پوشاک می‌شود، ولی به‌دلیل ایجاد پارگی الیاف و کنده شدن آنها،پارگی نخ، تغییر رنگ و ایجاد پرز و گلوله الیاف بر روی سطح ساییده شده پارچه، سایش موجب سطح و منظر نامطلوب بر روی لباس می‌شود. برای تعیین مقاومت سایشی پارچه از یک دستگاه ساینده استفاده می‌شود که این دستگاه نمونه پارچه مورد نظر را تحت سایش قرار داده و با در نظر گرفتن ملاک‌هایی برای سایش، مقاومت سایشی پارچه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ملاک‌های مقاومت سایشی پارچه‌ها به شرح زیر می‌باشند :

الف) مقدار کاهش وزن نمونه بعد از تعداد دور معینی از سایش

ب) تعیین تعداد دور سایش تا پاره شدن یک نخ از پارچه

ج) تعیین تعداد دور سایش تا ایجاد یک سوراخ در پارچه

د) تعیین تعداد دور سایش تا ایجاد تغییر رنگ در پارچه

۱۷ــ۲ــ وسایل آزمایش

ــ دستگاه اندازه‌گیری سایش پارچه

ــ ترازوی دقیق

ــ قیچی

۱۷ــ۳ــ شرایط آزمایش

این آزمایش باید در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای ۲±۲۰ $^{\circ}C$ انجام شود.

۱۷ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

لازم است نمونه‌برداری به‌صورت اتفاقی از پارچه‌های موجود (محموله، انبار، در حین تولید) انجام شود. نمونه‌ها حداقل ۱۰ سانتی‌متر از حاشیه‌های پارچه فاصله داشته و پشت و روی پارچه مشخص باشد.

۱۷ــ۵ــ شرح دستگاه

دستگاه سایش پارچه از یک سینی برای قرار دادن نمونه پارچه بر روی آن، دو غلتک سمباده‌ای برای ایجاد سایش بر روی نمونه، سیستم مکش برای مکیدن پرزهای جدا شده از نمونه، کلیدهای روشن ـ خاموش، شمارنده (کنتور) تعداد دور و وزنه‌های مختلف برای تغییر فشار غلتک‌های سمباده‌ای تشکیل شده است.

در این دستگاه برای آزمایش سایش، نمونه پارچه بر روی سینی مربوطه قرار می‌گیرد و سپس غلتک‌های سمباده‌ای که بر روی

یک اهرم قرار دارند بر روی نمونه پارچه قرار می‌گیرند. سپس وزنه مورد نظر انتخاب و در جای خود قرار داده می‌شوند. در این حال با روشن شدن دستگاه، غلتک‌های سمباده‌ای با گردش وضعی و انتقالی عملیات سایش را انجام داده و با شروع گردش غلتک‌های سمباده‌ای، قسمت مکش دستگاه برای مکیدن پرزهای ایجاد شده شروع به کار می‌کند. در هنگام کار دستگاه، به ازای هر دور غلتک‌های ساینده (سمباده‌ای)، کنتور دستگاه یک شماره به تعداد دورهای سایش می‌افزاید.

۱۷ــ۶ــ روش آزمایش

ابتدا باید نمونه‌گیری صحیح از مجموعه پارچه‌های موجود انجام شود. سپس تعداد ۱۰ نمونه مربعی شکل به ابعاد ۱۳٫۵ سانتی‌متر از پارچه تهیه شود. برای نصب نمونه بر روی دستگاه، لازم است سوراخی در وسط نمونه تهیه شده ایجاد شود. بدین‌منظور، نمونه تهیه شده چهار تا شده و گوشه‌ای از پارچه تا شده که با لبه نمونه پارچه در ارتباط نیست (گوشه‌ای که منطبق بر وسط نمونه است) به‌وسیله قیچی و به‌صورت اوریب بریده می‌شود تا پس از باز کردن تاهای پارچه، سوراخی مناسب ایجاد شود. پس ایجاد سوراخ، نمونه را به‌وسیله ترازوی دقیق توزین نمایید. نمونه پارچه طوری بر روی سینی قرار داده شود که پیچ وسط سینی از سوراخ وسط نمونه عبور کند و سپس حلقه بست نمونه بر روی پارچه قرار گیرد و با قرار دادن واشر بر روی پیچ، مهره وسط نمونه با آچار محکم شود.

اهرمی که غلتک‌های سمباده‌ای بر روی آن قرار دارند را پایین آورده تا غلتک‌ها بر روی نمونه پارچه قرار گیرند. لوله مکش باید طوری در بالای نمونه قرار گیرد که با نمونه پارچه تماس نداشته باشد. پس از انتخاب وزنه و قرار دادن آن در محل در نظر گرفته شده، دستگاه را روشن نمایید تا عملیات سایش انجام شود.

براساس ملاک‌های اشاره شده در مقدمه (مشاهده نمونه پارچه تا حصول به ملاک‌ها یا توزین نمونه پارچه بعد از تعداد دور معین) مقاومت سایشی پارچه را ارزیابی نمایید.

سؤالات

۱ــ افزایش فشار بر روی غلتک‌های سمباده‌ای، چه تأثیری در نتایج آزمایش دارد؟
۲ــ آیا مقاومت سایشی پشت و روی پارچه یکسان است؟ توضیح دهید.
۳ــ سایش را در قسمت‌های مختلف یک لباس مورد بررسی قرار داده و مقایسه نمایید.

۱۸ تعیین خواص کششی پارچه

۱۸ــ۱ــ مقدمه

یکی از ویژگی‌های مهم پارچه‌ها خواص کششی آنها است. از عمده‌ترین خواص کششی پارچه‌ها مقاومت کششی و افزایش طول تا حد پارگی آنها است. خواص کششی پارچه به عوامل مختلفی مثل نوع و نمره نخ، تراکم بافت، طرح بافت،انواع تکمیل‌های انجام شده بر روی پارچه بستگی دارد. خواص کششی پارچه معمولاً در دو جهت تار (طولی) و پود (عرضی) اندازه‌گیری می‌شود. خواص کششی پارچه از نظر مصرف نهایی آنها بسیار با اهمیت است. به‌طوری‌که، استفاده پارچه‌ها در یک مصرف نهایی خاص به مقاومت، افزایش طول تا حد پارگی و برگشت‌پذیری که از خواص کششی پارچه‌ها می‌باشند بستگی دارد. برای آزمایش کشش پارچه‌ها معمولاً از دستگاه اینسترون استفاده می‌شود.

۱۸ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ دستگاه اینسترون

۱۸ــ۳ــ شرایط آزمایش

این آزمایش باید در شرایط محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰ انجام شود.

۱۸ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

نمونه انتخابی باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر از حاشیه‌های پارچه فاصله داشته باشد. اندازه نمونه پارچه برای آزمایش کشش ۵ × ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. معمولاً هنگام انتخاب نمونه بر روی پارچه اصلی، عرض نمونه بیشتر از ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود تا از دو طرف نخ‌هایی که در طول نمونه هستند به آسانی نخ‌کش شده و بدین ترتیب، عرض واقعی نمونه به ۵ سانتی‌متر برسد. همچنین باید توجه داشت که طول نمونه‌ای که بر روی پارچه اصلی بریده می‌شود بیشتر از ۲۰ سانتی‌متر باشد، تا از دو طرف طول نمونه، مقداری از نمونه برای قرار گرفتن در فک‌های دستگاه اینسترون وجود داشته باشد.

از آنجا که نمونه‌های مورد آزمایش در جهت‌های تار یا پود انتخاب می‌شوند، لذا باید دقت شود که هنگام تهیه نمونه، خط‌کشی و برش دقیقاً در امتداد نخ‌های تار و پود باشد و حتی‌الامکان خطوط برش، نخ‌های تار و پود را قطع نکنند.

۱۸ــ۵ــ شرح دستگاه

دستگاه اینسترون در آزمایش «تعیین خواص کششی الیاف نساجی» شرح داده شده است.

۱۸ــ۶ــ روش آزمایش

چگونگی آزمایش به وسیله دستگاه اینسترون در آزمایش «تعیین خواص کششی الیاف نساجی» شرح داده شده است. از نکات قابل توجه در آزمایش کشش پارچه، انتخاب گیره، فک‌ها و حس‌کننده بار (Load Cell) ویژه پارچه می‌باشد. نکته مهم دیگر در آزمایش مقاومت پارچه، قرار دادن دقیق پارچه در بین فک‌ها و بستن فک‌ها می‌باشد، تا در هنگام کشش، پارچه از میان فک‌ها لغزش نداشته باشد.

اطلاعات اختصاصی و دقیق دستگاه‌های اینسترون یا هر دستگاه کشش دیگری در کتابچه راهنمای دستگاه اشاره شده است. لذا، توصیه می‌شود قبل از آزمایش کتابچه راهنمای دستگاه مورد استفاده به دقت مطالعه شود.

در این آزمایش ۱۰ نمونه در جهت تار و ۱۰ نمونه در جهت پود تهیه و تحت آزمایش کشش قرار گیرد. میانگین،انحراف معیار و CV ٪ مقاومت و افزایش طول تا حد پارگی را محاسبه نمایید.

سؤالات

۱ــ مقاومت در کدام جهت از پارچه بیشتر است؟ چرا؟

۲ــ چه عواملی بر مقاومت پارچه تأثیر دارند؟

۳ــ در شرایط یکسان مقاومت پارچه با طرح تافته بیشتر است یا ساتین؟ چرا؟

۱۹ تعیین مقاومت خمشی پارچه

۱۹ــ۱ــ مقدمه

خمش نشان‌دهنده میزان سختی یا انعطاف‌پذیری مواد بوده و مقاومت خمشی، نشان‌دهنده میزان پایداری در مقابل خم شدن است. خمش یکی از رفتارهای پارچه‌ها نیز می‌باشد. مقاومت خمشی پارچه به منظور تعیین میزان سختی یا انعطاف‌پذیری پارچه‌ها مورد آزمایش قرار می‌گیرد. میزان سختی یا انعطاف‌پذیری پارچه‌ها یکی از خواص مکانیکی پارچه‌ها است که بر مصرف نهایی پارچه تأثیرگذار است. برای تعیین مقاومت خمشی پارچه، طولی از پارچه که تحت وزن خود به اندازه زاویه معینی خم می‌شود اندازه‌گیری شده و به‌عنوان مقاومت خمشی پارچه بیان می‌شود.

۱۹ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ ابزار اندازه‌گیری مقاومت خمشی پارچه

ــ خط‌کش مدرج

ــ قیچی

۱۹ــ۳ــ شرایط آزمایش

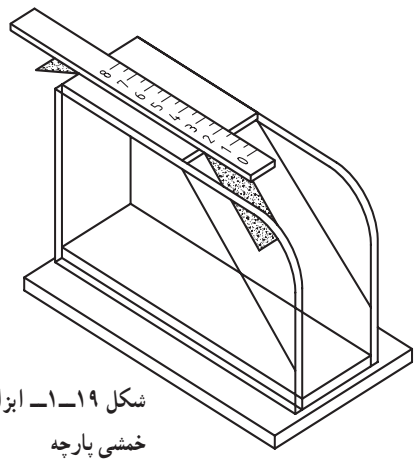
لازم است این آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰ انجام شود.

۱۹ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

نمونه‌ها باید از ناحیه‌ای از پارچه مورد نظر تهیه شوند که حداقل ۱۰ سانتی‌متر از حاشیه‌های پارچه فاصله داشته باشند. برای تعیین مقاومت خمشی پارچه، لازم است نمونه‌هایی در جهت تار و جهت پود تهیه شود. بدین منظور، نمونه‌هایی به عرض ۲/۵ سانتی‌متر و طول ۲۰ سانتی‌متر در جهت‌های تار و پود تهیه می‌شوند. در هنگام نمونه‌برداری و برش نمونه‌ها باید دقت کرد که خطوط برش منطبق بر راستای تار یا پود باشند.

۱۹ــ۵ــ شرح دستگاه

چنان‌که در شکل ۱۹ــ۱ نشان داده شده است،دستگاه یا ابزار اندازه‌گیری مقاومت خمشی پارچه بسیار ساده می‌باشد. در این ابزار دو سطح صاف پیوسته و متصل به هم وجود دارد که یکی به‌صورت افقی بوده و دیگری به‌صورت شیب‌دار، و نسبت به سطح افقی زاویه $^{\circ}$۴۱/۵ می‌سازد. شیب سطح شیب‌دار رو به پایین است.



شکل ۱۹ــ۱ــ ابزار اندازه سختی خمشی پارچه

۱۹ــ۶ــ روش آزمایش

در این آزمایش، برای اندازه‌گیری مقاومت خمشی پارچه، نوار نمونه پارچه بر روی سطح افقی ابزار اندازه‌گیری مقاومت خمشی پارچه طوری قرار داده می‌شود که نوار پارچه به‌صورت مستقیم بر روی سطح افقی قرار گرفته و لبه جلویی نوار نمونه موازی دیواره کناری سطح افقی بوده و لبه جلویی نوار پارچه دقیقاً منطبق بر خط اتصال دو سطح افقی و شیب‌دار ابزار باشد. در این حالت خط‌کش را طوری بر روی نوار پارچه قرار دهید که صفر خط‌کش منطبق بر لبه جلویی پارچه یعنی خط اتصال سطوح افقی و شیب‌دار باشد. به منظور دقت در عمل آزمایش، لازم است سطح افقی ابزار همواره تمیز و صیقل و سطح زیری خط‌کش زبر یا به‌وسیله یک‌نوار پارچه‌ای ماهوتی پوشیده شده باشد.

در این حالت، همزمان با فشار عمودی بر خط‌کش، خط‌کش را به آرامی به‌گونه‌ای به سمت جلو برانید که نوار پارچه نمونه نیز همراه آن به جلو رانده شود (نوار پارچه نمونه بر روی سطح افقی لیز بخورد). خط‌کش و نوار پارچه نمونه تا زمانی‌که لبه نوار پارچه با سطح شیب‌دار تماس برقرار کند، به جلو رانده شود. پس از تماس لبه جلویی نوار پارچه با سطح شیب‌دار، طول پارچه پیش آمده از روی خط‌کش خوانده و یادداشت شود. این طول به عنوان طول خمش پارچه نامیده می‌شود.

برای این آزمایش، ۱۰ نمونه در جهت تار و ۱۰ نمونه در جهت پود انتخاب و طول خمش تعیین شود. میانگین، انحراف معیار و CV٪ طول خمش در جهت‌های تار و پود به‌طور جداگانه محاسبه شود.

سؤالات

۱ـ طول خمش به چه عواملی بستگی دارد؟

۲ــ طول خمش کدام‌یک از پارچه‌های پیراهنی و زیرپیراهنی باید بیشتر باشد؟ چرا؟

۳ـ طول خمش پارچه اتو شده بیشتر است یا اتو نشده؟ چرا؟

۲۰ تعیین مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن

۲۰ــ۱ــ مقدمه

چروک شدن پارچه، خاصیتی از پارچه است که از معایب آن به حساب می‌آید. چروک شدن پارچه به نوع الیاف، ساختمان بافت (تاری ــ پودی یا حلقوی)، نوع و خصوصیات نخ، طرح بافت، تکمیل پارچه و ... بستگی دارد. مثلاً چروک‌پذیری پارچه‌های پشمی و ابریشمی کم یعنی مقاومت آنها در مقابل چروک شدن زیاد است، در حالی‌که چروک‌پذیری پارچه‌های پنبه‌ای و سلولزی زیاد است. در صنعت نساجی، برای افزایش مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن، معمولاً بر روی آنها تکمیل ضدچروک انجام می‌دهند.

۲۰ــ۲ــ وسایل مورد نیاز

ــ دستگاه اندازه‌گیری چروک

ــ دو صفحه شیشه به ابعاد ۲۵٫۰×۲×۲ اینچ

ــ گیره مخصوص

ــ دستگاه زمان‌سنج

۲۰ــ۳ــ شرایط آزمایش

لازم است این آزمایش در محیط آزمایشگاه با رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰ انجام شود.

۲۰ــ۴ــ روش نمونه‌برداری

نمونه‌ها باید از جایی از پارچه مورد نظر انتخاب شوند که حداقل ۱۰ سانتی‌متر از حاشیه پارچه فاصله داشته باشد. برای این آزمایش لازم است ۱۰ نمونه در جهت تار و ۱۰ نمونه در جهت پود و هر یک در ابعاد ۱×۲ اینچ انتخاب و بریده شود. دقت شود که خط برش دقیقاً در جهت تار و پود باشد. همچنین لازم است پارچه مورد نظر یا نمونه بریده شده حداقل به مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاه (رطوبت نسبی ۲± ۶۵٪ و دمای $^{\circ}C$ ۲±۲۰) قرار گرفته باشند.

۲۰ــ۵ــ شرح دستگاه

دستگاه اندازه‌گیری چروک از دو بخش اعمال فشار (چروک) و اندازه‌گیری زاویه چروک تشکیل شده است که به‌صورت مجزا ساخته شده و در دسترس می‌باشد. دستگاه چروک که برای اعمال فشار بر روی پارچه می‌باشد، دارای دو سطح صاف یکی سینی ثابت و دیگری سطح فشارنده است که در بالای سطح فشارنده وزنه‌ای (به جرم ۲ کیلوگرم) برای اعمال فشار وجود دارد. وزنه اعمال فشار و سطح فشارنده به‌وسیله دستگیره‌ای به سمت بالا و پایین حرکت می‌کنند. صفحه‌های شیشه‌ای برای قرار گرفتن در بالا و پایین نمونه در هنگام اعمال فشار استفاده می‌شوند. پس از اعمال فشار به مدت معین، پارچه چروک شده، از داخل بخش اعمال فشار (چروک) خارج و زاویه چروک آن به‌وسیله بخش اندازه‌گیری چروک تعیین می‌شود.

۲۰ــ۶ــ روش آزمایش

برای انجام آزمایش تعیین مقاومت پارچه در مقابل چروک شدن، ابتدا نمونه‌های تهیه شده باید از وسط تا شوند تا ابعاد نمونه دولا به ابعاد ۱×۱ اینچ برسد. سپس نمونه‌های تا شده در بین دو صفحه شیشه‌ای قرار گرفته و در بین سینی ثابت و سطح فشارنده بخش اعمال فشار دستگاه اندازه‌گیری چروک قرار داده می‌شود. در این حال، با حرکت دستگیره، سطح فشارنده پایین آورده می‌شود تا پارچه نمونه تحت فشار وزنه ۲ کیلوگرمی قرار گیرد. بعد از ۱ دقیقه، با حرکت عکس دستگیره، سطح فشارنده بالا آورده می‌شود تا فشار از روی نمونه برداشته شود.

نمونه چروک شده به مدت ۱ ساعت به‌صورت آزاد قرار گرفته، سپس زاویه چروک آن، به‌وسیله بخش اندازه‌گیری زاویه چروک دستگاه، اندازه‌گیری می‌شود. برای این‌کار، نمونه چروک شده توسط گیره مخصوص گرفته شده و یکی از لاهای نمونه چروک شده در داخل گیره بخش اندازه‌گیری زاویه چروک قرار داده شده و صفحه مدرج را باید آن‌قدر چرخاند تا لبه آزاد نمونه به‌صورت عمود قرار گیرد. در این حالت، زاویه چروک را از روی صفحه مدرج خوانده و یادداشت نمایید.

پس از آزمایش، میانگین، انحراف معیار و CV ٪ زاویه چروک را برای هریک جهت‌های تار و پود محاسبه نموده و با یکدیگر مقایسه نمایید.

سؤالات

۱ــ چروک معمولاً در چه نواحی از البسه و پوشاک ایجاد می‌شود؟ چرا؟
۲ــ دو روش کاهش چروک البسه پنبه‌ای را نام ببرید و توضیح دهید.
۳ــ دلیل استفاده از بخار و اسپری آب در هنگام اتو کردن را توضیح دهید.

فهرست منابع

1. Phisical Properties of Textile Fibers.
2. Handbook of Textile Testing.
3. Handbook of Textile Fibers.
4. Handbook of Short staple Spinning.
5. Handbook of Weauing.
6. Convertion of yarn to Fabrics.
7. Textile Testing Methods.
8. Design of Woven Fabries.
9. Spinning of Man Mades and Blends in Cotton Spinning.