

## مقدمه

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

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

صنعت نساجی ایران نیز قدمتی چند هزارساله دارد. یافته‌های باستان‌شناسی از حفاری‌های شوش نشان می‌دهد که در تمدن ایران باستان کارگاه‌های رسمی و متمرکز بافندگی وجود داشته است. هم‌چنین در حدود ۲۰۰ سال پیش، پارچه‌های ایرانی از نظر بافت، طرح و رنگ در سطح بسیار عالی عرضه می‌شده است که در بازارهای منطقه‌ای و بین‌المللی تقریباً بی‌نظیر بوده‌اند. الیاف نساجی ماده‌ی اولیه‌ی صنعت نساجی هستند. قدیمی‌ترین الیاف به کار رفته در صنایع نساجی، الیاف طبیعی بوده‌اند. این الیاف شامل الیاف گیاهی نظیر پنبه، کتان، کف و الیاف حیوانی مانند پشم، مو، کرک و ابریشم است. امروزه الیاف طبیعی در صنعت نساجی نقش بسیار مهمی دارند و به‌طور عمده برای تولید منسوجات مورد مصرف در لباس‌ها و پارچه‌های خانگی از آن‌ها استفاده می‌شود.

با افزایش جمعیت کشورها، نیاز به محصولات صنایع نساجی و مواد غذایی، به‌طور روزافزونی زیاد شده است. افزایش مصرف این مواد - یعنی منسوجات و مواد غذایی - نیازمند گسترش سطح زیرکشت مواد اولیه آن‌هاست؛ بنابراین، لازم است مزارع زیرکشت این مواد نظیر پنبه، کتان، کف و مراتع پرورش گوسفند و دیگر دام‌هایی که از مو یا کرک آن‌ها در نساجی استفاده می‌شود و هم‌چنین مزارع کشت غلات، حبوبات، میوه‌ها و ... گسترش یابد. از آنجایی که وسعت زمین‌های مستعد کشاورزی و دامپروری در کره‌ی زمین محدود است و در نیازهای بشر، مواد غذایی نسبت به پوشاک اولویت بیش‌تری دارند، لذا زمین‌های زیرکشت گیاهان غذایی افزایش یافتند و برای جبران کمبود مواد اولیه‌ی نساجی، کشورها به سراغ تولید الیاف شیمیایی رفتند. الیاف شیمیایی شامل الیاف بازیافته و الیاف مصنوعی است که در واقع حاصل کار بشرند. این الیاف در طبیعت به شکل لیف وجود ندارند اما با روش‌های صنعتی به الیاف قابل استفاده در صنایع نساجی تبدیل می‌شوند. امروزه، مصرف الیاف مصنوعی در صنعت نساجی و صنایع دیگر، امری عادی تلقی می‌شود. استفاده از الیاف مصنوعی به‌صورت خالص و به شکل مخلوط با الیاف طبیعی، نه تنها جواب‌گوی بازار منسوجات مورد مصرف در پوشاک و پارچه‌های خانگی است بلکه در عرصه‌ی فن‌آوری و صنعت، نیز نقش مهمی دارد. امروزه، مصرف محصولات صنایع نساجی نظیر انواع الیاف، نخ و پارچه در صنایع دیگر نظیر کشاورزی، حمل و نقل، هوا و فضا، دریانوردی و راه‌سازی و ... بسیار فراگیر شده است.

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

## گروه بازسازی

## هدف کلی درس

از فراگیر انتظار می‌رود که پس از پایان این درس :  
با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انواع الیاف طبیعی و شیمیایی آشنا شود و با استفاده از مواد لازم و روش‌های ارائه شده بتواند الیاف نساجی را شناسایی و درصد الیاف در یک مخلوط را تعیین کند.

بخش اول

الیاف نساجی

### طبقه‌بندی الیاف نساجی

#### هدف کلی

طبقه‌بندی الیاف و ساختمان و خصوصیات آن‌ها را توضیح دهد.

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

- ۱- طبقه‌بندی الیاف نساجی را توضیح دهد.
- ۲- تقسیم‌بندی الیاف طبیعی را توضیح دهد.
- ۳- تقسیم‌بندی الیاف مصنوعی را توضیح دهد.
- ۴- ساختمان مولکولی الیاف طبیعی را تعریف کند.
- ۵- نحوه‌ی قرارگرفتن مولکول‌ها را در یک لیف توضیح دهد.
- ۶- اثر آرایش یافتگی زنجیرهای مولکولی را در یک لیف، با رسم شکل توضیح دهد.
- ۷- اثر کشش بر الیاف را با نمودار نمایش دهد.
- ۸- خاصیت ارتجاعی الیاف را توضیح دهد.
- ۹- حالت الاستیک لیف را بیان کند.

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

الیاف طبیعی به سه دسته‌ی الیاف گیاهی، الیاف حیوانی و الیاف معدنی تقسیم می‌شوند.

۱-۱-۱ الیاف گیاهی: الیاف گیاهی از مهم‌ترین الیاف مورد مصرف در صنعت نساجی است و از گیاهان به دست می‌آید. ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی این گونه الیاف سلولز است. الیاف گیاهی برحسب این‌که از چه قسمتی از گیاه به دست می‌آیند، به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند.

– الیاف دانه‌ای مانند پنبه ؛

– الیاف ساقه‌ای مانند کتان، کنف و چتایی ؛

– الیاف برگ‌ی مانند سیسال و مانیلا ؛

به‌طور کلی، الیاف مورداستفاده در صنعت نساجی را می‌توان به دو دسته‌ی کاملاً متمایز تقسیم کرد :

۱- الیاف طبیعی

۲- الیاف مصنوعی

هریک از این دو طبقه، مجدداً به گروه‌های فرعی دیگری تقسیم می‌شود. الیاف طبیعی مثل پشم و پنبه الیافی هستند که به‌طور طبیعی در طبیعت وجود دارند و بشر فقط در تهیه‌ی آن‌ها دخالت می‌کند. الیاف مصنوعی الیافی هستند که مستقلاً وجود ندارند و با استفاده از مواد خام اولیه یا سایر مواد شیمیایی و با به‌کاربردن روش‌های صنعتی ساخته و تهیه می‌شوند.

۱-۱ الیاف طبیعی

الیاف طبیعی در طبیعت به‌صورت لیف وجود دارند و بشر

– الیاف میوه‌ای مانند نارگیل .

۱-۱-۲ الیاف حیوانی: این الیاف منشأ حیوانی دارند و ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی آن‌ها پروتئین است. الیاف حیوانی به دو دسته‌ی الیاف مویی و الیاف ابریشمی تقسیم می‌شوند. الیاف مویی از پوشش پوست بعضی از حیوانات تهیه می‌شوند و برحسب کلفتی و نازکی، آن‌ها را می‌توان به سه دسته‌ی زیر تقسیم کرد :

– مو مانند موی یال و دم اسب، موی بز؛

– پشم مانند پشم انواع گوسفند؛

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

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

۱-۱-۳ الیاف معدنی: مصرف این نوع الیاف در صنعت نساجی محدود و مهم‌ترین آن‌ها آسبست یا پنبه‌ی نسوز است. این الیاف دارای مصارف صنعتی هستند و در پارچه‌های ضدآتش نیز به کار می‌روند.

## ۱-۲ الیاف شیمیایی<sup>۱</sup>

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

۱-۲-۱ الیاف بازیافته<sup>۳</sup>: الیافی هستند که ماده‌ی اولیه‌ی آن‌ها در طبیعت وجود دارد؛ مانند مواد سلولزی، مواد پروتئینی و مواد معدنی. مواد اولیه‌ی طبیعی را بر اثر فعل و انفعالات شیمیایی یا مراحل تکمیلی دیگر، به الیاف مورد نظر تبدیل می‌کنند. ترکیب شیمیایی این الیاف مشابه ترکیبات مواد اولیه است؛ مانند ویسکوزیون که

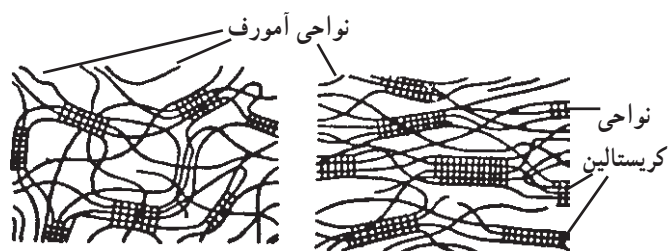
ماده‌ی اولیه‌ی آن سلولز است و در بیش‌تر گیاهان یافت می‌شود یا کازئین که ماده‌ی اولیه‌ی آن پروتئین است و ... .

۱-۲-۲ الیاف مصنوعی: این الیاف از مواد موجود در طبیعت نظیر بعضی از گازها و برخی مواد شیمیایی که منشأ معدنی دارند، تهیه می‌شوند. مواد اولیه‌ی الیاف سنتتیک به صورت لیف نیست و منشأ گیاهی و حیوانی ندارد. الیاف مصنوعی به طریق صنعتی به لیف تبدیل می‌شوند. نظیر انواع نایلون‌ها، پلی استرها و پلی پروپیلن و الیاف اکریلیک و ... .

## ۱-۳ ساختمان و خصوصیات الیاف

۱-۳-۱ ساختمان مولکولی یا داخلی الیاف: همان‌طور که در ریسندگی، نخ از تابیده شدن مجموعه الیاف ساخته می‌شود، لیف هم از مجموع رشته‌های کوچک تری به نام فایبریل به وجود می‌آید. هر فایبریل مرکب از مولکول‌های زنجیری (پلیمر یا ماکرومولکول) است که کم و بیش به موازات یک‌دیگر در محور طولی فایبریل قرار دارند و در بعضی نقاط به وسیله‌ی زنجیرهای عرضی به یک‌دیگر متصل شده‌اند.

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



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

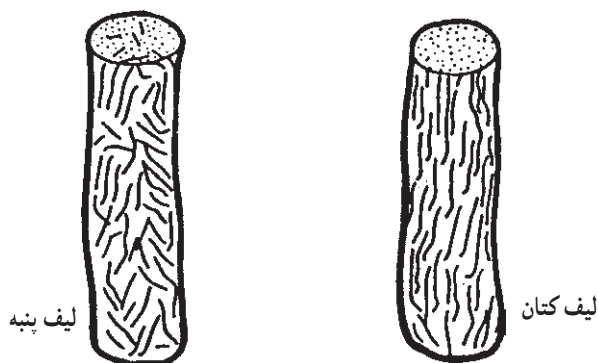
شکل ۱-۱ – نواحی کریستالین و آمورف الیاف

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

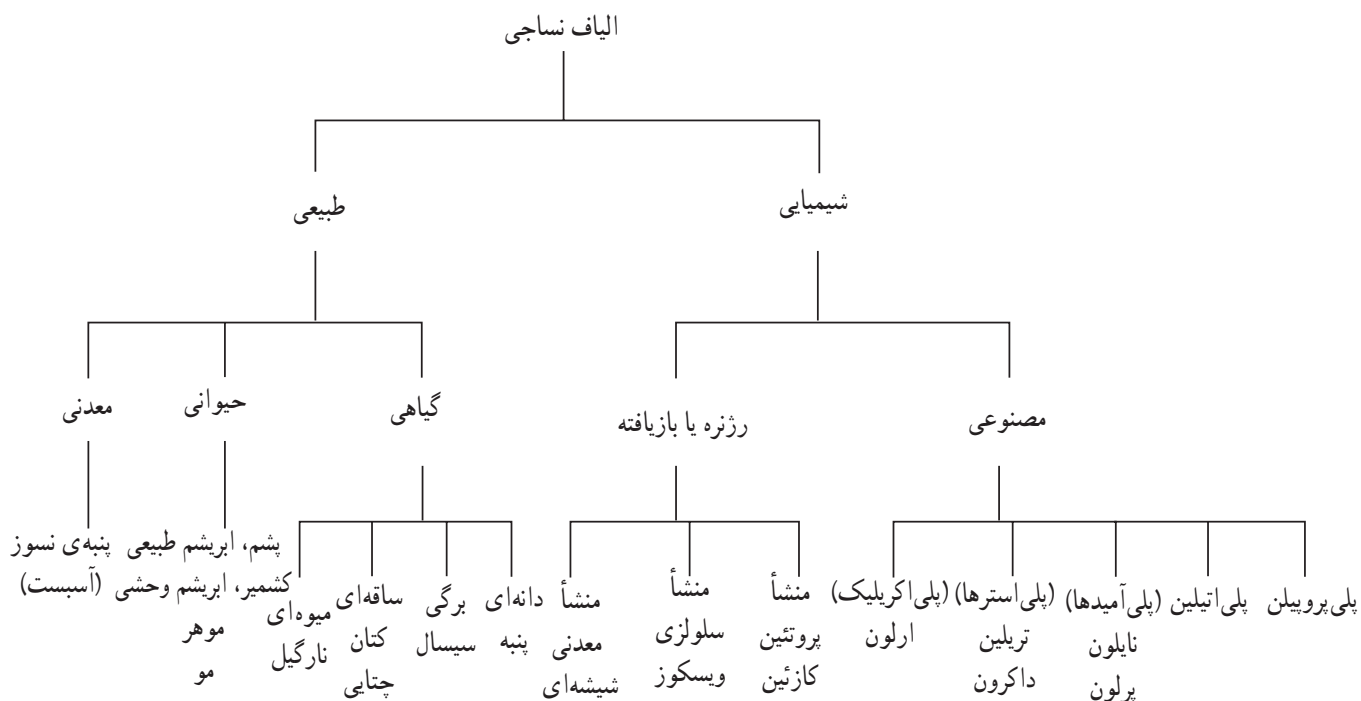
## ۲-۳-۱- نحوه‌ی قرار گرفتن مولکول‌ها در یک لیف:

مولکول‌های سازنده‌ی لیاف کم و بیش به‌طور موازی در امتداد طول محور لیف قرار گرفته‌اند. در حقیقت، طرز قرار گرفتن مولکول‌ها در لیف و لیاف در نخ بسیار به‌هم شبیه است. برای روشن شدن این مطلب لیاف کتان و پنبه را با یک‌دیگر مقایسه می‌کنیم. به‌طوری که در شکل ۱-۲ مشاهده می‌کنید، مولکول‌های لیاف کتان نسبت به محور لیف موازی‌تر از مولکول‌های لیاف پنبه قرار گرفته‌اند.

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



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



جدول ۱-۱- طبقه‌بندی الیاف نساجی

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

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



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

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

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

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

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

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

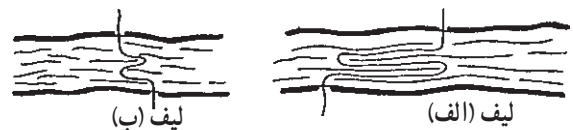
– هرچه درجه‌ی آرایش یافتگی بیش‌تر باشد، جذب رطوبت الیاف کم‌تر می‌شود.

#### ۴-۳-۱- ساختمان و شکل ظاهری الیاف: ساختمان

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

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

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



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

#### ۳-۳-۱- آرایش یافتگی مولکول‌ها: آرایش یافتگی

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

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

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

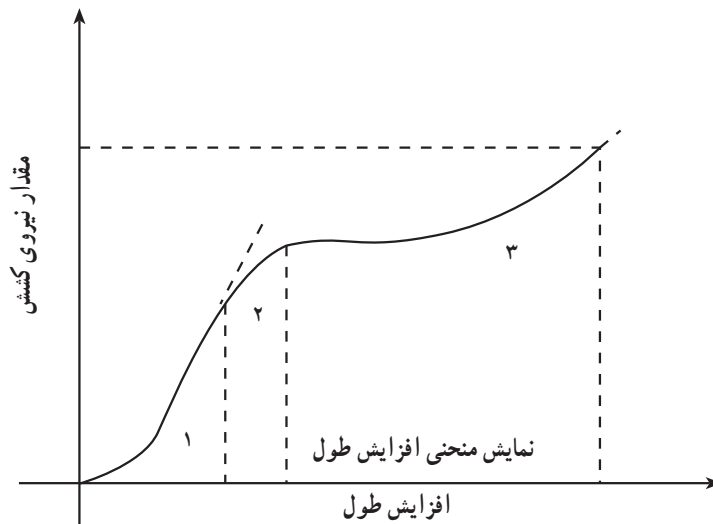
### ۵-۳-۱- مقاومت کششی الیاف: ضروری‌ترین

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

پارچه است که در جهت طولی و تا حد پارگی کشیده می‌شوند. **تناسبتی (مقاومت تا حد پارگی)**<sup>۱</sup>: مقاومت لیف را در حد پارگی برحسب گرم بر دنیر بیان می‌کند؛ یعنی، اگر نیرویی برابر ۱۰ گرم، یک فیلامنت با نمره‌ی ۴ دنیر را پاره کند، در این صورت تناسبتی آن برابر  $\frac{1}{4} = \frac{2}{5}$  گرم بر دنیر خواهد بود. رقم حاصل نشان می‌دهد که فیلامنت یاد شده حداکثر می‌تواند این مقدار نیرو را تحمل کند.

### ۶-۳-۱- اثر کشش بر الیاف: از لحظه‌ای که لیف

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



نمودار ۱-۱- اثر کشش بر الیاف

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

### ۷-۳-۱- خاصیت ارتجاعی یا الاستیسیته: بیش‌تر

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

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



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

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

### ۸-۳-۱- بازگشت از حالت الاستیک: بازگشت

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

### ۹-۳-۱- طول الیاف: می دانید که الیاف، واحدهای

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

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

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

### ۱۰-۳-۱- ظرافت الیاف: ظرافت الیاف نشان دهنده ی

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

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

### ۱۱-۳-۱- جذب رطوبت الیاف: بیش تر الیاف نساجی

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

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

### ۱۲-۳-۱- تورم الیاف: هنگامی که الیاف در محیطی

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

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

#### ۱۳-۱-۳-۱۴- تأثیر حرارت بر الیاف نساجی: تمام الیاف

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

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

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

#### ۱۳-۱-۳-۱۳- افزایش طول تا حد پارگی الیاف نساجی:

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

---

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

## خودآزمایی

- ۱- جدول طبقه‌بندی الیاف را رسم کنید.
- ۲- طرز طبقه‌بندی الیاف طبیعی را شرح دهید.
- ۳- از نظر کلی، طبقه‌بندی الیاف چگونه است؟
- ۴- الیاف گیاهی برحسب این که از کدام قسمت گیاه تهیه شده‌اند، به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- ۵- تفاوت الیاف طبیعی و مصنوعی چیست؟
- ۶- چگونگی تشکیل ساختمان الیاف را توضیح دهید.
- ۷- نحوه‌ی قرارگرفتن مولکول‌ها در یک لیف چگونه است؟
- ۸- چرا مقاومت الیاف کتان از الیاف پنبه بیشتر است؟
- ۹- آرایش یافتگی مولکول‌های الیاف را تعریف کنید.
- ۱۰- اثر آرایش یافتگی مولکول‌ها را در الیاف توضیح دهید.
- ۱۱- اثر ساختمان ظاهری الیاف، برخواص پارچه و نخ چیست؟
- ۱۲- اهمیت استحکام الیاف را بیان کنید.
- ۱۳- منحنی حالت‌های مختلف یک لیف تحت کشش را رسم کنید و شرح دهید.
- ۱۴- خاصیت ارتجاعی یا الاستیسیته را تعریف کنید.
- ۱۵- مراحل بازگشت یک لیف را پس از رهایی از کشش، توضیح دهید.
- ۱۶- مهم‌ترین عوامل مؤثر بر استحکام نخ را نام ببرید.
- ۱۷- ظرافت الیاف را تعریف کنید و آثار آن را توضیح دهید.
- ۱۸- اثر جذب آب در الیاف را بیان کنید.
- ۱۹- رطوبت چه تأثیراتی بر الیاف نساجی می‌گذارد؟ نام ببرید.
- ۲۰- اثر حرارت را بر الیاف توضیح دهید.

### الیاف گیاهی (سلولزی)

#### هدف کلی

آشنا شدن فراگیرنده با خصوصیات الیاف طبیعی گیاهی (پنبه، کتان، کنف، چتایی و رامی).

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

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

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

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

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

## ۱-۲- الیاف پنبه

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

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

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

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

تبدیل شد.

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

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

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

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

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

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

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

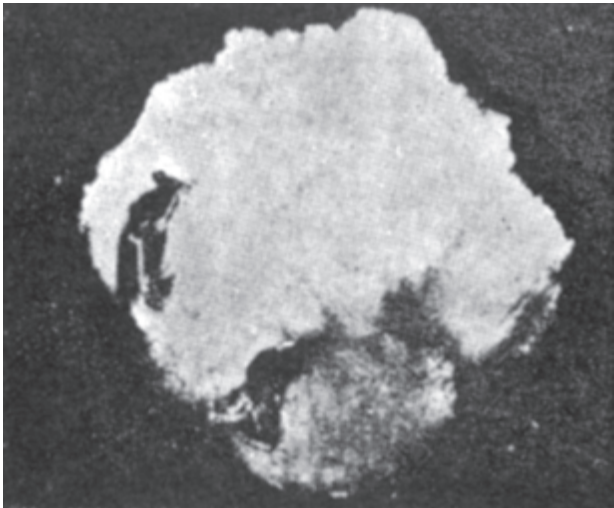
در نقاط مختلف کشور نظیر خراسان، کرمان و فارس کاشته‌اند.

### شرایط کشت و طرز تهیه‌ی پنبه

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

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

وزن کرک‌های پنبه تقریباً  $\frac{1}{3}$  وزن غوزه است. غوزه‌ها معمولاً پس از ۴۵ تا ۶۰ روز بعد از گل دادن باز می‌شوند و پس از رسیدن و خشک شدن، پنبه از آن‌ها خارج می‌گردد (شکل ۲-۲).



شکل ۲-۲- غوزه‌ی باز شده

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

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

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

قبل از برداشت با ماشین، گیاهان پنبه را با محلول‌های



شکل ۲-۱- گل پنبه

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

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

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

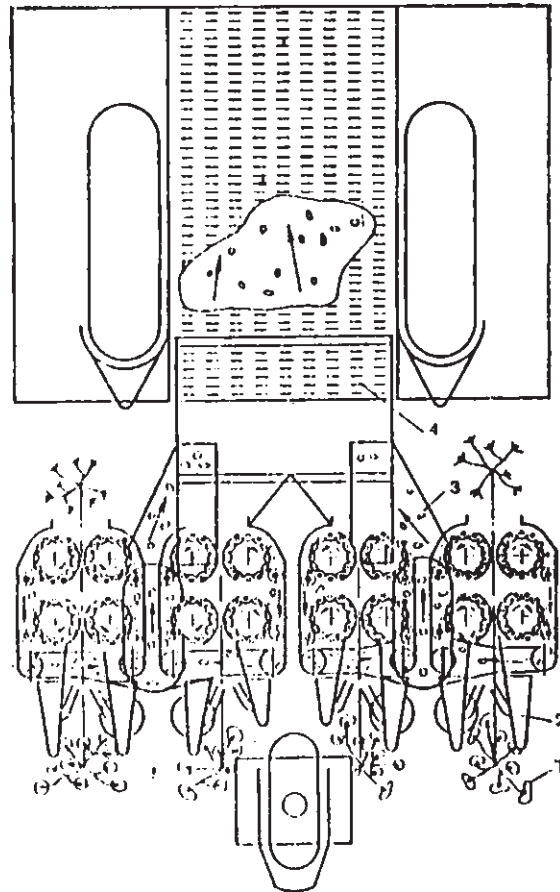
### ماشین جین اره‌ای

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

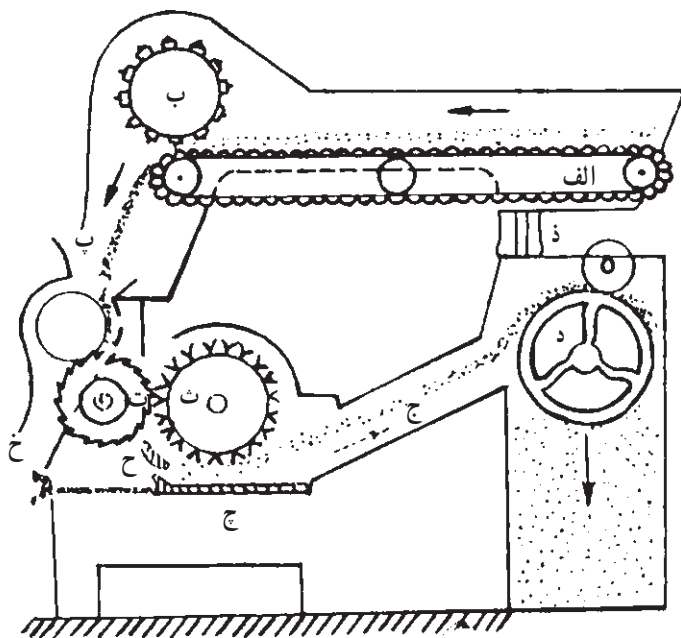
### طرز کار ماشین جین اره‌ای (شکل ۴-۲)

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

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



شکل ۳-۲- ماشین پنبه جینی



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

شکل ۴-۲- جین اره‌ای

## خصوصیات الیاف پنبه

### خواص فیزیکی

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

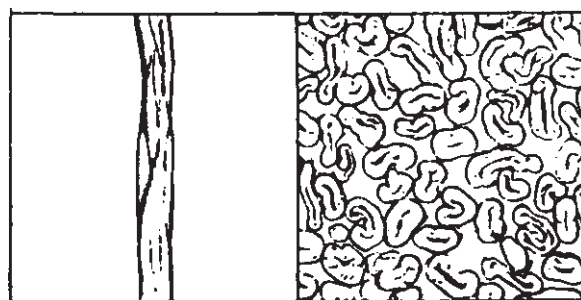
پ - مجرای مرکزی (لومن)؛ این قسمت از سایر قسمت‌ها کمی سخت‌تر است و در داخل آن یک محفظه‌ی خالی وجود دارد که مثل تونل در داخل و امتداد لیف قرار گرفته است. وقتی که پنبه به‌طور کامل می‌رسد، مایعی که در داخل لومن است خشک می‌شود و دیواره‌ی لومن فرو می‌ریزد. فروریزی دیواره‌ی لومن، باعث پیچیدگی یا تاب در لیف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

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

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

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

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



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