بسم الله الرحمن الرحيم

**دانشگاه صنعتی اصفهان**

دانشکده نساجی

# بررسی ویژگی‌های الیاف لیفیران استخراج شده با استفاده از پتاسیم هیدروکسید

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی نساجی- شیمی نساجی و علوم الیاف

**جابر فرجی**

استاد راهنما

**دکتر سید مجید مرتضوی**

**۱۳۹۰**

**دانشگاه صنعتی اصفهان**

دانشکده نساجی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی نساجی و علوم الیاف آقای جابر فرجی

تحت عنوان:

# بررسی ویژگی‌های الیاف لیفیران استخراج شده با استفاده از پتاسیم هیدروکسید

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

| | |
|---|---|
| ۱- استاد راهنمای پایان نامه | دکتر سید مجید مرتضوی |
| ۲- استاد مشاور پایان نامه | مهندس مقداد کمالی مقدم |
| ۳- استاد داور | دکتر محمد مرشد |
| ۴- استاد داور | دکتر مصطفی یوسفی |
| سپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده | دکتر صدیقه برهانی |

منت خدای را عزوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت...هر نفسی که فرو میرود ممد حیات است و چون بر می آید مفرح ذات...پس در هر نفس دو نعمت موجود است و بر هر نعمتی شکری واجب...

از دست و زبان که برآید  کز عهده ی شکرش به در اید؟

باران رحمت بی حسابش همه را رسیده و خوان نعمت بی دریغش همه جا کشیده. پرده ی ناموس بندگان به گناه فاحش ندرد و وظیفه ی روزی به خطای منکر نبرد.

از میان تمامی نعمتها، خداوند تبارک و تعالی، از خدمتی که والدین، در حق فرزند انجام می‌دهند و زحمتی که می-کشند، یاد کرده و «شکر از والدین» را در کنار شکر از خداوند آورده است. پس ارج می‌نهم زحماتشان را که همواره در کنارم بودند و یاریم کردند.

در نهایت از زحمات بی دریغ تمامی کسانی که همواره یاری رسانم بودند قدردانی میکنم. از استاد گرانقدرم که با راهنمایی‌های به جا و به موقع خود، باعث انجام هرچه بهتر کارم شدند. از جناب مهندس کمالی، مهندس الشریف، مهندس صدیقی پور، مهندس صالحی، مهندس طوبایی، مهندس تصدیقی و...کمال تشکر و امتنان را دارم.

**کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،**

**ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع**

**این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان**

**است .**

تقدیم به دستان پر مهر پدرم

و قلب پر محبت مادرم

## فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


فهرست مطالب هشت

فهرست اشکال یازده

فهرست جداول سیزده

چکیده ۱

**فصل اول: مقدمه**

۱-۱- الیاف ماده اولیه نساجی ۲

۱-۱-۱- سلولز ۵

۱-۱-۲- همی‌سلولز ۶

۱-۱-۳- لیگنین ۷

۱-۱-۴- واکس ۹

۱-۱-۵- پکتین ۹

۱-۱-۶- مواد خارجی ۱۰

۱-۲- رتینگ ۱۱

۱-۲-۱- رتینگ طبیعی ۱۱

۱-۲-۲- رتینگ بیولوژیکی ۱۲

۱-۲-۳- رتینگ شیمیایی ۱۳

۱-۳-شانه زنی ۱۳

۱-۴- مروری بر کارهای انجام شده ۱۴

۱-۵- زمینه‌های کاربردی الیاف طبیعی گیاهی ۱۵

۱-۵-۱- تثبیت خاک با الیاف گیاهی ۱۶

۱-۵-۲- استفاده از الیاف در صنعت ساختمان ۱۶

۱-۵-۳- ساخت کامپوزیت‌های پایه پلیمری ۱۸

۱-۵-۴- منسوجات محافظ ۱۹

۱-۶- تیره لویی ۱۹

۱-۶-۱- لویی استرالیس ۲۱

۱-۶-۲- الیاف لیفیران ۲۳

۱-۷- هدف انجام کار ۲۳

**فصل دوم تجربیات**

۲-۱ مشخصات مواد کاربردی و دستگاه‌های مورد استفاده ۲۵
۲-۱-۱ مشخصات گیاه ۲۵
۲-۱-۲- مواد مصرفی ۲۵
۲-۱-۳- دستگاه‌ها و وسایل مورد استفاده ۲۶
۲-۲- روش انجام آزمایش‌ها ۲۷
۲-۲-۱- عملیات استخراج الیاف ۲۷
۲-۲-۲ بررسی اثر سبز یا خشک بودن برگ گیاه بر ویژگی‌های کششی الیاف استخراج شده ۳۱
۲-۲-۳- اندازه‌گیری دانسیته خطی الیاف ۳۲
۲-۲-۴- تعیین خصوصیات کششی الیاف ۳۲
۲-۲-۵- اندازه گیری جذب رطوبت الیاف ۳۲
۲-۲-۶- تعیین دانسیته لیف ۳۳
۲-۲-۷- مطالعه سطح مقطع الیاف ۳۳
۲-۲-۸- مطالعه SEM ۳۳
۲-۲-۹- تعیین شاخص زردی و رنگ الیاف ۳۴
۲-۲-۱۰- مطالعه FTIR ۳۴
۲-۲-۱۱- تعیین درصد کریستالینیته ۳۴
۲-۲-۱۲- تعیین درصد ترکیبات لیف ۳۵
۲-۲-۱۳- سفیدگری ۳۷
۲-۲-۱۴- رنگرزی ۳۹
**فصل سوم نتایج و بحث**
۳-۱- بررسی شرایط استخراج الیاف از برگ گیاه ۴۳
۳-۱-۱- اندازه‌گیری خواص کششی الیاف ۴۴
۳-۱-۲- اندازه گیری دانسیته خطی الیاف ۵۷
۳-۱-۳- شرایط بهینه استخراج ۵۸
۳-۱-۴- مقایسه خصوصیات الیاف استخراج شده از برگ سبز و برگ خشک شده گیاه ۵۹
۳-۲- اندازه‌گیری جذب رطوبت الیاف ۶۱
۳-۳- تعیین شاخص زردی ۶۲
۳-۴- تعیین ترکیبات الیاف ۶۳
۳-۵- مطالعه FTIR ۶۴
۳-۶- تعیین دانسیته الیاف ۶۹

۳-۷- تعیین درصد کریستالینیته الیاف ۷۰
۳-۸- بررسی سطح مقطع الیاف ۷۱
۳-۹- مطالعه SEM ۷۳
۳-۱۰- سفیدگری ۷۳
۳-۱۱- رنگرزی ۷۸
**فصل چهارم نتیجه‌گیری و پیشنهادات**
نتیجه گیری ۸۲
پیشنهادات ۸۷
پیوست ۸۸
مراجع

## فهرست شکل‌ها


شکل ۱-۱: شکل فضایی سلولز ۵
شکل ۱-۲: ساختار همی‌سلولز در الیاف غیر چوبی ۷
شکل ۱-۳: طرح کلی ساختار لیگنین ۸
شکل ۱-۴: نمونه ساختارلیف سلولزی ۹
شکل ۱-۵: تصویر کلی از اتصالات داخلی دیواره اولیه سلول ۱۰
شکل ۱-۶: نمای یک ماشین شانه زنی ۱۴
شکل ۱-۷: نمونه خاک تسلیح شده با الیاف طبیعی ۱۷
شکل ۱-۸: کامپوزیت های الیاف طبیعی به کار رفته در خودرو ۱۹
شکل ۱-۹: نمایی از گیاه لویی رشد یافته در منطقه پل شهرستان استان اصفهان ۲۱
شکل ۱-۱۰: نمایی از گیاه لویی رسیده ۲۲
شکل ۲-۱: نمودار سفیدگری الیاف استخراج شده ۳۸
شکل ۲-۲: نمودار رنگرزی الیاف استخراج شده ۴۰
شکل ۳-۱: اثر تغییر غلظت کی‌لیت ساز بر استحکام الیاف استخراج شده ۴۹
شکل ۳-۲: اتر دتر جنت بر استحکام الیاف استخراج شده ۵۰
شکل ۳-۳: اثر غلظت نمک بر استحکام الیاف استخراج شده ۵۰
شکل ۳-۴: اثر غلظت احیاکننده بر استحکام الیاف ۵۱
شکل ۳-۵: اثر اسید بر استحکام الیاف استخراج شده ۵۱
شکل ۳-۶: اثر مواد قلیایی سدیم کربنات و سدیم متاسیلیکات بر استحکام الیاف ۵۲
شکل ۳-۷: اثر فشار وارد بر برگ بر استحکام الیاف استخراج شده ۵۳
شکل ۳-۸: استحکام الیاف استخراج شده درغلظت‌های متفاوت پتاسیم هیدروکسید و مدت زمان ۱۲۰ دقیقه ۵۶
شکل ۳-۹: استحکام الیاف استخراج شده درغلظت‌های متفاوت پتاسیم هیدروکسید و مدت زمان ۲۴۰ دقیقه ۵۶
شکل ۳-۱۰: استحکام الیاف استخراج شده در مدت زمان ۳۶۰ دقیقه ۵۷
شکل ۳-۱۱: طیف مادون قرمز برگ سبز گیاه ۶
شکل ۳-۱۲: طیف مادون قرمز برگ خشک گیاه ۶۶
شکل ۳-۱۳: طیف مادون قرمز نمونه A۱ ۶۷
شکل ۳-۱۴: طیف مادون قرمز نمونه A۲ ۶۷
شکل ۳-۱۵: طیف مادون قرمز نمونه A۳ ۶۷
شکل ۳-۱۶: طیف مادون قرمز نمونه B۱ ۶۸
شکل ۳-۱۷: طیف مادون قرمز نمونه B۲ ۶۸
شکل ۳-۱۸: طیف مادون قرمز نمونه B۳ ۶۸
شکل ۳-۱۹: طیف پراش اشعه ایکس الیاف استخراج شده از برگ سبز گیاه ۷۰

شکل ۳-۲۰: طیف پراش اشعه ایکس الیاف استخراج شده از برگ خشک گیاه ۷۰
شکل ۳-۲۱: سطح مقطع عرضی الیاف استخراج شده از برگ گیاه در بزرگنمایی ۱۰۰ ۷۲
شکل ۳-۲۲: سطح مقطع طولی الیاف استخراج شده از برگ گیاه ۷۲
شکل ۳-۲۳: تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی سطح مقطع طولی الیاف استخراج شده از برگ سبز گیاه ۷۳
شکل ۳-۲۴: تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی سطح مقطع طولی الیاف استخراج شده از برگ خشک گیاه ۷۳
شکل ۳-۲۵: استحکام الیاف سفیدگری شده در غلظت‌های متفاوت آب اکسیژنه ۷۶
شکل ۳-۲۶: استحکام الیاف سفیدگری شده در L/R متفاوت ۷۷
شکل ۳-۲۷: استحکام الیاف سفیدگری شده در غلظت‌های متفاوت سدیم سیلیکات ۷۷
شکل ۳-۲۸: استحکام الیاف سفیدگری شده در pH متفاوت ۷۷
شکل ۴-۱: طول موج ماکزیمم رنگزای C.I.Reactive red 29 ۹۱
شکل ۴-۲: طول موج ماکزیمم رنگزای C.I.Reactive blue 21 ۹۱
شکل ۴-۳: طول موج ماکزیمم رنگزایC.I.Reactive yellow 3 ۹۱
شکل۴-۴: نمودار کالیبراسیون رنگزای C.I.Reactive red 29 ۹۲
شکل۴-۵: نمودار کالیبراسیون رنگزایC.I.Reactive blue 21 ۹۲
شکل ۴-۶: نمودار کالیبراسیون رنگزایC.I.Reactive yellow 3 ۹۲

## فهرست جداول


جدول۱-۱: درصد ترکیبات سازنده الیاف گیاهی مختلف ۵
جدول۱-۲: برخی از ویژگیهای مکانیکی الیاف گیاهی ۶
جدول۲-۱: مشخصات رنگزاهای ری‌اکتیو مورد استفاده ۲۶
جدول۲-۲: شرایط اولیه استخراج الیاف از برگ سبز گیاه لویی ۳۰
جدول۲-۳: شرایط بهینه به دست آمده برای استخراج الیاف از برگ سبز گیاه لویی ۳۱
جدول۲-۴: شرایط اولیه استخراج الیاف از برگ خشک گیاه لویی ۳۱
جدول۲-۵: شرایط بهینه به دست آمده برای استخراج الیاف از برگ خشک گیاه لویی ۳۲
جدول۲-۶: فرمول برخی شاخصه‌های طیف FTIR ۳۴
جدول۲-۷: شرایط سفیدگری الیاف استخراج شده در غلظت‌های متفاوت آب اکسیژنه ۳۸
جدول۲-۸: شرایط سفیدگری الیاف استخراج شده در L:R های متفاوت ۳۸
جدول۲-۹: شرایط سفیدگری الیاف استخراج شده در غلظت‌های متفاوت سدیم سیلیکات ۳۸
جدول۲-۱۰: شرایط سفیدگری الیاف استخراج شده در pH های متفاوت ۳۹
جدول۲-۱۱: رنگرزی الیاف سفیدگری شده در غلظت‌های متفاوت نمک طعام ۴۰
جدول۲-۱۲: رنگرزی الیاف سفیدگری شده در غلظت‌های متفاوت سولفات سدیم ۴۰
جدول۲-۱۳: رنگرزی الیاف سفیدگری شده در L:R های متفاوت ۴۰
جدول۳-۱:استحکام الیاف استخراج شده در غلظت‌های متفاوت EDTA ۴۵
جدول۳-۲: استحکام الیاف استخراج شده در غلظت‌های متفاوت TPP ۴۵
جدول۳-۳: استحکام الیاف استخراج شده در غلظت‌های متفاوت دترجنت آنیونی ۴۶
جدول۳-۴: استحکام الیاف استخراج شده در غلظت‌های متفاوت نمک طعام ۴۶
جدول۳-۵: استحکام الیاف استخراج شده در غلظت های متفاوت نمک سدیم سولفات ۴۶
جدول۳-۶: استحکام الیاف استخراج شده در غلظت‌های متفاوت سدیم سولفیت ۴۷
جدول۳-۷: استحکام الیاف استخراج شده در غلظت های متفاوت سدیم بی‌سولفیت ۴۷
جدول۳-۸:استحکام الیاف استخراج شده با استفاده از اسید کلریدریک و پتاسیم هیدروکسید ۴۷
جدول۳-۹: استحکام الیاف استخراج شده با استفاده از اسید سولفوریک و پتاسیم هیدروکسید ۴۸
جدول۳-۱۰: استحکام الیاف استخراج شده در غلظت‌های متفاوت سدیم متا سیلیکات ۴۸
جدول۳-۱۱: استحکام الیاف استخراج شده در غلظت‌های متفاوت سدیم کربنات ۴۸
جدول۳-۱۲: استحکام الیاف استخراج شده در فشارهای متفاوت وارد بر برگ گیاه ۴۹
جدول۳-۱۳: ویژگی‌های کششی الیاف استخراج شده در دمای ۸۰ درجه ۵۳
جدول۳-۱۴: ویژگی‌های کششی الیاف استخراج شده در دمای ۱۰۰ درجه ۵۴
جدول۳-۱۵: ویژگی‌های کششی الیاف استخراج شده در دمای ۱۲۰ درجه ۵۵
جدول۳-۱۶: دانسته خطی الیاف استخراج شده در مدت زمان ۲ ساعت ۵۷
جدول۳-۱۷: دانسته خطی الیاف استخراج شده در مدت زمان ۴ ساعت ۵۷
جدول۳-۱۸: دانسته خطی الیاف استخراج شده در مدت زمان ۶ ساعت ۵۸

جدول۳-۱۹: شرایط بهینه به دست آمده برای استخراج الیاف از برگ سبز گیاه لویی ۵۸
جدول۳-۲۰: ویژگیهای کششی الیاف استخراج شده در شرایط بهینه از برگ سبز گیاه ۵۹
جدول۳-۲۱: شرایط اولیه استخراج الیاف از برگ خشک گیاه لویی ۵۹
جدول۳-۲۲: شرایط اولیه استخراج الیاف از برگ خشک گیاه لویی در محلول‌های مختلف شیمیایی ۶۰
جدول۳-۲۳: شرایط بهینه به دست آمده برای استخراج الیاف از برگ خشک گیاه لویی ۶۰
جدول۳-۲۴: ویژگیهای کششی الیاف استخراج شده در شرایط بهینه از برگ خشک گیاه ۶۰
جدول۳- ۲۵: ویژگیهای مکانیکی برخی الیاف گیاهی ۶۱
جدول۳-۲۶: جذب رطوبت الیاف استخراج شده در شرایط متفاوت عملیات ۶۲
جدول۳-۲۷: جذب رطوبت برخی از الیاف گیاهی ۶۲
جدول۳-۲۸: پارامترهای اسپکتروفتومتر انعکاسی الیاف استخراج شده از محلول‌های مختلف شیمیایی ۶۳
جدول۳-۲۹: شاخصه‌های طیف مادون قرمز الیاف استخراج شده از برگ گیاه از محلول‌های مختلف شیمیایی ۶۴
جدول۳-۳۰: درصد ترکیبات شیمیایی الیاف استخراج شده از برگ گیاه از محلول‌های مختلف شیمیایی ۶۹
جد.ل۳-۳۱: دانسیته الیاف لیفیران در مقایسه با الیاف گیاهی دیگر ۶۹
جدول۳-۳۲: زوایه پراش پیک‌های مشخص شده الیاف استخراج شده از برگ گیاه ۷۱
جدول۳-۳۳: درصد کریستالینیته و سایز بلور الیاف استخراج شده ۷۱
جدول۳-۳۴: درصد کریستالینیتی الیاف لیفیران را در مقایسه با الیاف گیاهی دیگر ۷۱
جدول۳-۳۵: پارامترهای اسپکتروفتومتر انعکاسی الیاف سفیدگری شده ۷۴
جدول۳-۳۶: ویژگی‌های کششی الیاف سفید گری شده ۷۵
جدول۳-۳۷: مشخصات رنگینه‌های راکتیو به کار رفته در رنگرزی، فرمول کالیبراسیون، طول موج ماکزیمم ۷۸
جدول۳-۳۸: میزان رنگ منتقل شده روی الیاف و درصد رمق کشی الیاف استخراج شده از برگ گیاه برای رنگزای C.I.Reactive red 29 ۷۹
جدول ۳-۳۹: میزان رنگ منتقل شده روی الیاف و درصد رمق کشی الیاف استخراج شده از برگ گیاه برای رنگزای C.I.Reactive blue 21 ۸۰
جدول ۳-۴۰: میزان رنگ منتقل شده روی الیاف و درصد رمق کشی الیاف استخراج شده از برگ گیاه برای رنگزای C.I.Reactive yellow 3 ۸۱
جدول۳-۴۱: ثبات شست و شویی و نوری و قدرت رنگی الیاف لیفیران در مقایسه با پارچه پنبه‌ای ۸۱

**چکیده:**

امروزه به دلیل بهبود استانداردهای زندگی انسان و نیاز به حفظ محیط زیست، تقاضا برای الیاف طبیعی و مطلوب روز به روز در سرار جهان در حال افزایش است و استفاده از امکانات موجود در طبیعت توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است. از جمله‌ی این موارد استفاده از الیاف با منشاء گیاهی مانند پنبه، کتان،کنف، رامی و سیسال است. الیاف گیاهی شامل سلولز، همی‌سلولز، لیگنین، پکتین و دیگر ناخالصی‌هاست. میزان این ناخالصی‌ها بر ویژگی‌های الیاف تاثیر گذار است. هنگامی که ناخالصی‌هایی مانند همی‌سلولز، پکتین و لیگنین حذف شوند، الیاف به شکل اولیه‌ی خود از برگ گیاه جدا می‌شوند. استخراج الیاف از گیاه و حذف ناخالصی‌ها را رتینگ الیاف گویند.

یکی از الیاف جدید استخراج شده از برگ گیاهان، الیاف لیفیران می‌باشدکه از برگ گیاه *typha australis* به دست می‌آید. این گیاه که از خانواده *typhaceae* بوده، می‌تواند در مکان‌های مرطوب مانند کناره‌ی رودخانه‌ها، مرداب‌ها و باتلاق ها رشد کند. در این تحقیق، در مرحله اول استخراج الیاف به روش رتینگ شیمیایی با استفاده از پتاسیم هیدروکسید ($KoH$) و مواد شیمیایی دیگر نظیر سدیم تری‌پلی فسفات($STPP$)، اتیلن دی‌آمین ترا استیک‌اسید($EDTA$)، دترجنت، سدیم سولفیت، سدیم بی‌سولفیت، سدیم کلرید، سدیم سولفات، کلریدریک اسید، سولفوریک اسید انجام شد. در مرحله دوم استخراج با استفاده از غلظت‌های مختلف پتاسیم هیدروکسیددر دماهای ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درجه سانتیگراد، در مدت زمان ۲، ۴ و ۶ ساعت انجام شد. پس از استخراج لیف از برگ گیاه، ویژگی‌های لیف نظیر استحکام، دانسیته‌ی خطی، جذب رطوبت، سطح مقطع، طیف $FTIR$، تبلور، شاخص زردی، درصد ترکیبات، سفیدگری و رنگرزی الیاف مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج نشان داد که الیاف به دست آمده استحکامی در حدود $^{gr}/_{den}$ ۴/۶-۴/۲ و ظرافتی در حدود $den$ ۱۸-۲۵ دارند که از استحکام الیافی مانند پنبه، کنف و جوت بیشتر است. جذب رطوبت الیاف استخراج شده بین ۹/۵ تا ۱۰/۵ درصد می‌باشد که از جذب رطوبت الیاف پنبه کمی بیشتر است. طیف مادون قرمز الیاف استخراج شده، نشان دهنده لیگنوسلولزی بودن این الیاف است. با تعیین درصد ترکیبات سازنده الیاف مشخص شد که این الیاف دارای حدود۸٪ لیگنین، ۲۰- ۲۴٪ همی‌سلولز و حدود ۶۵-۵۵٪ سلولز است. الیاف استخراج شده دانسیته‌ای در حدود$^{gr}/_{cm^3}$ ۱/۱۵ دارند که نسبت به الیافی مانند پنبه، جوت و کتان کمتر است. رنگ الیاف استخراج شده به دلیل استخراج توسط عملیات قلیایی در دمای بالا و وجود میزان بالای لیگنین، دارای شیدزرد روشن می‌باشد که با انجام عملیات سفیدگری با آب اکسیژنه، الیاف سفیدی مطلوب را کسب می‌کنند. شاخص سفیدی الیاف بعد از عملیات سفید گری در حدود ۲۳ می‌باشد که در صورت استفاده از سفیدکننده نوری، شاخص سفیدی تا ۷۷ افزایش می‌یابد. رنگ پذیری الیاف بسیار مناسب است. درصد رمق کشی رنگزا از حمام در حدود ۸۵ درصد می‌باشد.با توجه به خصوصیات بسیار عالی الیاف استخراج شده و ویژگی‌های مناسب گیاه لویی از قبیل هرز بودن گیاه، فراوانی در اکثر مناطق کشور، رشد در مردابها، باتلاقها و عدم نیاز به نگهداری و مراقبت خاص، می‌توان الیاف لیفیران را منبع بسیار مناسب برای تولید الیاف سلولزی مورد استفاده قرار داد

کلمات کلیدی: الیاف لیفیران، گیاه *typha australis*، پتاسیم هیدروکسید

# فصل اول
# مقدمه

## ۱-۱- الیاف ماده اولیه نساجی

الیاف ماده اولیه صنعت نساجی هستند. ویژگی‌های اصلی یک لیف عبارتند از نسبت فوق‌العاده زیاد طول به قطر، استحکام، لطافت، الاستیسیته، جذب رنگ و قابلیت ریسندگی(که باعث سهولت تاب دادن الیاف و در نتیجه باعث افزایش قدرت نخ می‌شود). از مشخصه‌های مهم یک لیف، طول ( متوسط طول، توزیع طولی)، سطح مقطع (مساحت کل،یکنواختی وشکل)، تجعد (تعداد ودامنه تجعد) فنریت و ویژگی‌های سطحی می‌باشد[۱]. از طرفی یک لیف باید دارای ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی مطلوبی باشد. از جمله ویژگی‌های فیزیکی می‌توان به رنگ، جلا، وزن مخصوص، حرارت ویژه، هدایت الکتریکی وگرمایی، نقطی نرم شدن، دمای تبدیل شیشه‌ای و از خواص مکانیکی به استحکام، ازدیاد طول، مدول اولیه، الاستیسیته و بازگشت‌پذیری اشاره کرد. از طرفی ویژگی‌هایی نظیر رطوبت بازیافتی، تورم، عکس العمل در برابر حلال‌ها، تغییر شیمیایی در اثر حرارت، مقاومت در برابر عوامل جوی ( نظیر اکسیژن، نور وحرارت و میکروارگانیزم‌ها) مقاومت شیمیایی به اسید، قلیا و عوامل اکسیدکننده و نیز رنگ پذیری دارای اهمیت می‌باشد[۱].

با توجه به کاربردهای متنوع کالاهای نساجی، از پوشاک تا مصارف صنعتی، لزوم استفاده از الیاف با خصوصیات مختلف و روشهای متفاوت وجود دارد. روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی الیاف بر اساس خصوصیات الیاف، روش-

های تولید و استفاده نهایی از آنها وجود دارد. هر چند که، استحکام و ظرافت دو پارامتر مهم از خصوصیات الیاف می باشند که پتانسیل کاربردی الیاف را تعیین می‌کنند[۲].

بر اساس منشاء تولید، الیاف نساجی به دو گروه اصلی الیاف طبیعی و الیاف مصنوعی تقسیم می‌شوند، که هر یک از این دو گروه، خود شامل گروه‌های فرعی دیگری می‌باشند. الیاف طبیعی مانند پشم و پنبه، الیافی هستند که به طور طبیعی تولید می‌شوند. الیاف مصنوعی، به الیافی اطلاق می‌شود که به خودی خود وجود ندارند و با استفاده از مواد خام اولیه و یا سایر مواد شیمیایی و با به کاربردن روش‌های صنعتی تهیه می‌گردند. الیاف طبیعی، بر اساس منشاء به سه گروه فرعی تقسیم می‌شوند: الیاف معدنی، الیاف گیاهی و الیاف حیوانی.

**الیاف معدنی:** مصرف این نوع الیاف در صنعت نساجی محدود است و آسبست که در اصطلاح عامیانه، پنبه کوهی یا پنبه نسوز نامیده می‌شود، نمونه‌ای از این الیاف می‌باشد.

**الیاف حیوانی:** این الیاف، پایه پروتئینی دارند که ترکیب پیچیده‌ای است و قسمت عمده ساختمان بدن جانداران را تشکیل می‌دهد. این الیاف به گروه‌های فرعی زیر تقسیم می‌شوند[۱] .

- پشم
- ابریشم
- مو، مانند موی بز، خرگوش، شتر، اسب

**الیاف گیاهی:** الیاف گیاهی از چوب و برخی مواد کشاورزی، که موادی قابل تجدید هستند تولید می‌شوند و دارای پتانسیل ایجاد محصولات جدید و جایگزینی مواد سوختنی هیدروکربنی مضر برای محیط زیست می‌باشند[۳] . الیاف گیاهی خود به گروه‌های فرعی زیر تقسیم می‌شوند :

- الیاف دانه‌ای که مهم‌ترین نوع آن پنبه می‌باشد
- الیاف ساقه‌ای: این الیاف به شکل دسته‌های الیاف از بخش داخلی پوسته ساقه گیاهان دولپه‌ای به دست می-آیند. رایج ترین نوع این الیاف عبارتند از کتان، جوت، شاهدانه و کنف
- الیاف برگی: این الیاف از برگ گیاهان تک لپه‌ای مانند سیسال، مانیلا و آباکا به دست می‌آیند.
- الیاف میوه‌ای: این الیاف از بخش‌های مختلف میوه‌ی گیاهان به دست می‌آید مانند نارگیل[۱، ۴].

استفاده از الیاف گیاهی سابقه‌ای چند هزار ساله دارد. تاریخچه‌ی استفاده از الیاف طبیعی به زمانی می‌رسد که بشر برای ساختن پناهگاه و وسایل زندگی روزمره خود به تکاپو افتاد[۵]. حفاریها نشان می‌دهند که کتان یکی از الیافیست که ۳۰۰۰ سال قبل در روم باستان برای تولید لباس مورد استفاده قرار گرفته است[۴]. علاوه بر این چند هزار سال قبل از میلاد مسیح از الیاف رامی برای مومیایی کردن مردگان در مصر باستان استفاده می‌شده است. همچنین بشر

از الیاف خرما در ساختن سر پناه وقایق ، از پشم و مو به همراه گل در ساخت تنور و از الیاف بامبو[1] در ساخت قایق استفاده می‌کرد[۵] .

امروزه به دلیل بهبود استانداردهای زندگی بشر و نیاز به حفظ محیط زیست، استفاده از الیاف طبیعی روز به روز در حال افزایش است[۶]. الیاف طبیعی در مقایسه با الیاف سنتزی مزایای زیادی دارند که از جمله می‌توان به قیمت پایین، استحکام بالا، قابلیت تجدید، زیست تخریب‌پذیر بودن، دانسیته پایین، هزینه تولید پایین و ویژگی‌های مناسب دیگر اشاره کرد[۷]. از دلایل اهمیت این الیاف می‌توان به نامگذاری سال ۲۰۰۹ به عنوان سال الیاف طبیعی توسط مجمع عمومی سازمان ملل اشاره کرد[۳].

الیاف گیاهی را می‌توان از بخش‌های مختلف گیاه پایه به دست آورد. مثلا الیاف پنبه و از بخش پنبه دانه گیاه (بخش دانه دار) والیاف کتان وکنف از ساقه وپوست درخت بدست می‌آیند. همچنین سیسال وپینا[2] جزء الیاف بدست آمده از بخش برگ گیاه هستند. این الیاف دارای وظایف متنوعی در گیاه مادر هستند. در اغلب موارد این الیاف وظیفه‌ی تقویت کردن ساقه و برگ‌های گیاه را بر عهده دارند. در هنگام طوفان و بادهای شدید، این الیاف از گیاه مواظبت می‌کنند[۳،۴].

الیاف گیاهی دارای ۳گروه اصلی از ترکیبات شیمیایی هستند. سلولز، همی‌سلولز و لیگنین. بعضی مواد دیگر مانند چربی‌ها، پکتین‌ها و واکس‌ها نیز در الیاف موجود می‌باشد[۸]. وجه مشخص همه گیاهان، ساختار فیبریلی آنها است که در این ساختار، میکروفیبریل‌های سلولز در شبکه‌ای از همی‌سلولز[3] و لیگنین[4] احاطه شده‌اند و سایر مواد آلی و معدنی، این ساختمان را تکمیل می‌کنند. به دلیل وجود چنین ساختاری، به این مواد، لیگنوسلولز گفته می‌شود[۹]. جدول ۱-۱ درصدترکیبات الیاف مختلف گیاهی را نشان می‌دهد[۴].

الیاف سلولزی طبیعی، به جز پنبه و کاپوک، الیاف چند سلولی هستند که به شکل دسته‌ای از الیاف، درون گیاه وجود دارند. این سل‌های اولیه کوتاهتر از آنند که در فرایند ریسندگی به کار برده شوند. به طور کلی مواد غیر سلولزی مانند لیگنین و همی‌سلولز، سل‌های اولیه را به شکل دسته‌ای از الیاف به یکدیگر می‌چسباند[۸].

**۱-۱-۱- سلولز**

سلولز که جزء اساسی مواد گیاهی است، تقریباً یک‌سوم مواد تشکیل دهنده‌ی سلول‌های دیواره‌ی گیاهان را شامل می‌شود. در طبیعت، سلولز هرگز به صورت خالص یافت نمی‌شود، به طوریکه در چوب حدود ۵۰-۴۰ درصد، در

---

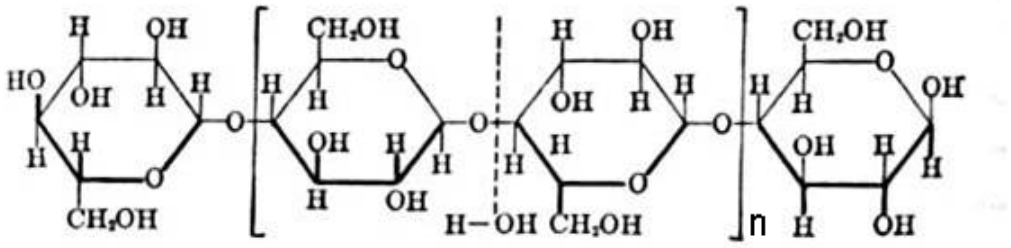
[1] Bamboo
[2] Pina
[3] Hemicelluloses
[4] Lignin

کتان ۸۰-۶۰ و پنبه بیش از ۹۰ درصد وزن لیف را تشکیل می‌دهد[۱۰]. به طورکلی ویژگیهای مکانیکی الیاف به نوع سلولز موجود در آن بستگی دارد[۴].

جدول۱-۱: درصد ترکیبات سازنده الیاف گیاهی مختلف[۴]

| الیاف | سلولز | همی سلولز | پکتین | لیگنین | چربی/واکس |
|---|---|---|---|---|---|
| پنبه | ۹۵-۹۲ | ۵/۷ | ۱/۲ | ۰ | ۰/۶ |
| کتان | ۷۱-۶۲ | ۱۶-۱۶ | ۲/۰-۱/۸ | ۲/۵-۰/۲ | ۱/۵ |
| شاهدانه | ۷۵-۶۷ | ۱۸-۱۸ | ۰/۸ | ۳/۳-۲/۹ | ۰/۷ |
| رامی | ۷۶-۶۸ | ۱۴-۱۳ | ۲/۱-۱/۹ | ۰/۷-۰/۶ | ۰/۳ |
| جوت | ۷۱-۵۹ | ۱۳-۱۲ | ۴/۴-۰/۲ | ۱۲/۸-۱۱/۹ | ۰/۲ |
| سیسال | ۷۳-۶۶ | ۱۳-۱۲ | ۰/۸ | ۹/۹ | ۰/۳ |
| آباکا | ۶۸-۶۳ | ۲۰-۱۹ | ۰/۵ | ۵/۵-۵/۱ | ۰/۲ |
| نارگیل | ۴۳-۳۶ | ۰/۲ | ۴-۳ | ۴۵-۴۱ | _ |

جدول۱-۲ برخی از ویژگیهای الیاف گیاهی را نشان می‌دهد. سلولز ترکیبی آلی از پلیمرهای بلند است که از تکرار واحدهای سلوبیوز تشکیل شده است. این واحدها با اتصال‌های گلوکزی[1] به هم مرتبط می‌گردند. هر واحد سلوبیوز از دو واحد (حلقه) گلوکزی پیرانوز تشکیل شده است که ساختمان آنها با شکل زیر پیشنهاد شده است:



شکل۱-۱: شکل فضایی سلولز[۱۰]

قسمتی از فرمول که داخل پرانتز قرار دارد، یک واحد سلوبیوز است و از نظر شیمیایی به آن انیدروسلوبیوز می‌گویند واز دو جزء انیدروگلوکز تشکیل شده است. همانگونه که علامت خط چین نشان می‌دهد، سلوبیوز، گلوکزی است که فاقد یک مولکول آب می‌باشد.گلوکز قند ساده است که فرمول مولکولی آن عبارت است از $C_6H_{12}O_6$، در حالیکه انیدروگلوکز با فرمول $C_6H_{10}O_5$ یک مولکول آب کمتر دارد[۱] . مولکولهای سلولز کاملاً خطی هستند و

[1] Glycosidic bond

تمایل شدیدی به تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین مولکولی دارند. در نتیجه دسته‌هایی از مولکولهای سلولز با یکدیگر مجتمع می‌شوند و ریزلیفچه ها را تشکیل می‌دهند. در ریز لیفچه‌ها نواحی بسیار منظم (بلورین) و نواحی نسبتاً نامنظم (آمورف) به طور متناوب در مجاورت یکدیگر قرار دارند. از تجمع ریزلیفچه‌ها، لیفچه، و از تجمع لیفچه‌ها، لیف سلولزی تشکیل می‌شود. در اثر همین ساختار لیفی و پیوندهای هیدروژنی محکم، سلولز از استقامت کششی بالایی برخوردار است ودر اغلب حلالها نامحلول می‌باشد[۱]. کریستالینیته بالای پلی ساکاریدها، مانع از هیدرولیز آنزیمی آنها می‌گردد[۱۱].

جدول ۱-۲: برخی از ویژگیهای مکانیکی الیاف گیاهی[۴]

| الیاف | استحکام($\frac{gr}{den}$) | ازدیاد طول تا پارگی(خشک) | ازدیاد طول تا پارگی(تر) | دانسیته($\frac{gr}{cm^3}$) |
|---|---|---|---|---|
| پنبه | ۱/۷-۶ | ۳-۱۰ | ۶-۱۳ | ۱/۵۲-۱/۵۶ |
| رامی | ۴/۵-۸/۸ | ۱/۵-۵ | ۳-۷ | ۱/۵۱-۱/۵۵ |
| کتان | ۲/۶-۸/۰ | ۱/۵-۵ | ۳-۷ | ۱/۴۸-۱/۵۰ |
| شاهدانه | ۳/۰-۷/۰ | ۱/۵-۵ | - | ۱/۴۸-۱/۴۹ |
| جوت | ۲/۰-۶/۳ | ۱-۲ | ۲-۳ | ۱/۴۴-۱/۴۹ |

### ۱-۱-۲- همی‌سلولز

همی‌سلولز از جمله پلی‌ساکاریدهای ناهمگن است و مسیر بیوسنتز آنها با مسیر بیوسنتز سلولز متفاوت است. برخلاف سلولز که هموپلی‌ساکارید است، همی‌سلولز ساختاری نایکنواخت، شاخه‌دار، هتروپلی‌ساکارید، با زنجیرهای کوتاه و درجه پلیمریزاسیون حدود ۲۰۰ می‌باشد و جزء غیرسلولزی پلی‌ساکاریدها به شمار می‌آید. همی‌سلولز نیز همچون سلولز به عنوان ماده ساختمانی در دیواره سلول عمل می‌کند. نقش این ماده تا به حال به خوبی مشخص نشده است، اما این مواد بخشی از موادی هستند که حفره‌های بین میکروفیبریل‌ها را پر می‌کنند و می‌توانند پیوند بین لیگنین و سلولز را فراهم سازند[۲] . شکل ۱-۲ ساختار همی‌سلولز را نشان می‌دهد.

پلیمر *Glucurono Xylan(o-Actyl-4-o-Methyl-Glucurono-B-Dxylan* ماده‌ی غالب همی‌سلولز می‌باشد که بخاطر پیوندهای β-۱-۴ شاخه‌های زایلوپیرانوز از استقامت بالایی برخوردار است. دراثراسید، همی‌سلولزها به سادگی به اجزای مونومری خود از قبیل: *D*-گلوکز، *D*-مانوز، *D*- زایلوز، *L*-آرابینوز، و مقادیر اندکی *L*- رامنوز، و نیز *D*-گلوکورونیک اسید، ۴-متیل-*D*-گلوکورونیک اسید، و*D*-گالاکترونیک اسید هیدرولیز می‌شود[۱۲]. گروه-