الیاف

بررسی فرایند استخراج لیف برگی از گیاه یوکا

تهیه و تنظیم:احسان کریمی [1]، مقداد کمالی مقدم [2]

چکیده

گیاه یوکا، گیاهی پایا و همیشه سبز است که برگ شمشیری آن منبع مناسبی برای استخراج الیاف است. در این تحقیق، به استخراج الیاف طبیعی سلولزی از برگ گیاه به روش رتینگ شیمیایی پرداخته شده است. این الیاف در مقایسه با الیاف معروف طبیعی سلولزی از قبیل جوت و کنف دارای خواص مکانیکی مناسبی هستند. .به منظور دستیابی به شرایط بهینه استخراج الیاف سلولزی، از سدیم هیدروکسید در غلظت‌های ۱۲۰ و ۲۴۰ دقیقه استفاده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ، ۱۵۰-۱۰ گرم بر لیتر در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد و در مدت زمانهای ۶۰ الیاف از قبیل ظرافت، خواص کششی، بلورینگی و ... بررسی شد. نتایج نشان داد که الیاف سلولزی یوکا دارای ظرافت و استحکام بسیار مناسبی است به طوری که میتواند جایگزین مناسبی برای الیاف وارداتی نظیر جوت و کنف گردد.

۱- مقدمه

امروزه الیاف سلولزی از بخش‌های مختلف گیاهان در حال استخراج است و در صنعت پوشاک، کامپوزیت، صنایع دستی و غیره به کار گرفته می‌شود. الیاف طبیعی یا الیاف زیستی از نظر زیست‌سازگاری، تجدیدپذیری، وزن سبک و جذب آب بالا نسبت به الیاف مصنوعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در گذشته الیاف پنبه، کتان، جوت، کنف و سیسال معروفترین الیاف گیاهی به شمار می‌رفتند اما در چند دهه اخیر تحقیقات حاکی از آن است که محققان به استخراج و تولید الیاف سلولزی از بخشهای مختلف گیاه و همچنین گونه‌های متنوع گیاهان پرداخته‌اند به طوریکه محققان هر کشور با توجه به پوشش گیاهی کشور خود، لیف طبیعی سلولزی جدیدی را معرفی می‌نمایند .

الیاف گیاهی با توجه به بخش مورد استفاده گیاه می‌تواند دارای خصوصیات متفاوتی باشد. به طور کلی الیاف از بخش‌های دانه، میوه، ساقه، برگ، پوسته گیاه قابل استحصال یا استخراج است.

الیاف سیسال، معروفترین الیاف سلولزی استخراج شده از نوعی برگ گیاه (خانواده آگاواسه) است که دارای استحکام بسیار بالایی است. امروزه برزیل، تانزانیا و چین بزرگترین تولید کننده این الیاف به شمار می‌روند.

امروزه گونه‌های متنوعی از آگاواسه برای استخراج الیاف سخت در بخشهایی از امریکای شمالی ارائه شده است. الیاف استخراج شده از Yucca Carnerosana .Agave lechuguilla Torr و .Trelبیشتر در تهیه مسواک استفاده می‌شوند..محققان الیاف سیسال را به روش مکانیکی، رتینگ طبیعی و عملیات شیمیایی استخراج کردند. روش مکانیکی موجب کاهش استحکام لیف و آسیب‌دیدگی الیاف می‌شود و رتینگ طبیعی نیازمند زمان طولانی است به همین دلیل بیشتر تحقیقات صورت گرفته در زمینه استخراج الیاف طبیعی نظیر سیسال، به روش شیمیایی می‌باشد.

محققان تونسی الیاف سیسال را با استفاده از عملیات حرارتی در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۹۰ دقیقه استخراج کردند.

مساهیل و همکاران (۲۰۰۷) تک الیاف سیسال را با عملیات قلیایی شدید پس از استخراج لیف به صورت دسته‌ای و متشکل از مواد چسبنده و واکسی استخراج کردند.

در این تحقیق، تک لیف با استفاده از محلول قلیایی ۳/۸درصد در دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۶ ساعت استخراج شد.

یوکا، گیاهی است از خانواده آگاواسه که رشد آهسته‌ای دارد و در برابر خشکی و کم‌آبی و همچنین آفات مقاوم است.

این گیاه دارای برگ‌های بزرگ کشیده نوک تیز شمشیری و ایستاده است که به تدریج بر سن آن افزوده می‌شود برگ‌های پایین‌تر ریخته و ساقه آن لخت می‌شود. برگ گیاه در زمان جوانی شفاف و مومی‌اند و با افزایش سن گیاه برگها خشن می‌شوند.

بل و همکاران (۱۹۹۴) با بررسی سطح مقطع گیاه یوکا نشان دادند که تمام گونه‌های یوکا دارای دسته‌های لیفی توزیع یافته هستند که ممکن است حاوی

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی الیاف استخراجی الیاف برگی یوکا

	NaOH (g/l)	60 min			120 min			240 min		
		Linear density (Tex)	Tenacity (cN/tex)		Linear density (Tex)	Tenacity (cN/tex)		Linear density (Tex)	Tenacity (cN/tex)	
			Mean	S.D		Mean	S.D		Mean	S.D
A	10 g/l	*	*	*	*	*	*	*	*	*
B	20 g/l	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C	30 g/l	*	*	*	*	*	*	*	*	*
D	40 g/l	*	*	*	*	*	*	4.1	25.36	7.13
E	50 g/l	*	*	*	5.6	22.77	5.71	5.2	28.89	5.49
G	75 g/l	4.3	18.35	5.13	5.3	20.33	9.28	4.2	27.19	5.58
F	100 g/l	6.8	13.07	5.81	6.1	20.15	6.69	5.1	22.00	10.95
H	150 g/l	6.0	18.75	3.42	4.8	24.06	3.41	5.2	18.22	4.29
* The fibers are not extracted										

گروه‌هایی از زایلم و فلوئم و در بالا و پایین آن الیاف باشند.

در سالیان بسیار دور (۱۹۴۰) الیاف یوکا برای تهیه طناب و منسوجات داخل خانه اهالی کشور مکزیک استفاده می‌شد.

اهالی مکزیک الیاف ضخیم را از گونه Y. Schotti Jaliscensis Trel و الیاف ظریف را از گونه Y. Treculeana Carr به روش مکانیکی استخراج می‌کردند. برای استخراج لیف، برگها درون آب داغ گذاشته می‌شد و از بین دو سیلندر برای حذف بافت غیرلیفی خراشیده می شد.

الیاف به دست آمده در حمام قلیایی تا دمای جوش گرم میشد و در این دما حدود ۴ ساعت باقی می ماند. پس از بیرون آوردن از حمام، الیاف شسته، خشک و شانه می‌شدند. الیاف به دست آمده معمولاً سفیدرنگ، سخت و متشکل از دسته‌های نایکنواخت است به طوری که با مالش شدید بین انگشتان، این دسته به الیاف ظریف‌تر تبدیل می‌شد.

دیواره الیاف معمولاً ضخیم و حفره مرکزی بسیار آشکار است. برگ های گیاه .Y OLEIFOLIA برای استخراج لیف بسیار کوتاه و سخت است. از حدود چهل پوند برگ در حدود یک پوند لیف خشک با طول ۱۲ تا ۱۵ اینچ قابل استخراج است. لیف Y. FILAMENTOSSA L در اواخر قرن نوزدهم مورد توجه محققان قرار گرفت و علی رغم تلاش محققان به طور صنعتی گسترش نیافت. محققان فرصت خود رابرای استخراج لیف از گونه برای استخراج لیف از گونه Y.GLAUCA Nutt امتحان کردند و دریافتند که الیاف می تواند از برگ‌های یک ساله به خوبی استخراج شود اما الیاف به طور نامناسب از هم جدا می‌شوند و در نهایت الیاف بسیار ظریف، کوتاه، سخت و شبیه به پرز بر جای می ماند

.محققان اتیوپی (۲۰۱۸)استخراج لیف یوکا از گونه Y. ELEPHANTINE به روش شیمیایی را بررسی کردند. در این مطالعه از حمام قلیایی حاوی سدیم هیدروکسید(۳ درصد،۵درصد و ۱۰ درصد) در دمای جوش و در مدت زمان ۲ ساعت استفاده شد. نتایج نشان داد که لیف یوکا استخراج شده در غلظت سود ۳ درصد دارای استحکام بسیار بالاتری نسبت به الیاف سیسال، جوت و کنف است.

محققان آمریکایی (۲۰۱۹)گونه Y. ALOTIFOLIA را به عنوان منبع لیف سلولزی در نظر گرفتند و استخراج لیف به روش شیمیایی و میکروبی را مطالعه کردند.

در روش شیمیایی از سود ۱۱درصد در دمای جوش و مدت زمان ۴۵ دقیقه استفاده شد و لیف حاصله به محلول حاوی ۳ درصد پراکسید هیدروژن منتقل شد.دمه‌بو ا رد ه‌قیقد ۱۰ین محلول عمل شد. در روش میکروبی، لیف درون یک پلاستیک که ۷۵ درصد حجم آن آب مقطر و خاک باغچه حاوی برگ‌های تجزیه شده بود به مدت ۹۰ روز قرار داده شد.

در این مطالعه ظرافت لیف بررسی نشده است و قدرت لیف بر اساس نیوتن گزارش شده است که نتایج نشان دهنده قدرت بالاتر لیف استخراج شده به روش میکروبی در مقایسه با روش شیمیایی بود.

سلطانی و همکاران(۲۰۲۰) خاصیت جذب صوت لیف یوکا در کامپوزیت را بررسی کردند. در این تحقیق لیف یوکا را به روش مکانیکی و با استفاده از یک چوب با لبه تیز از گونه Y. Gloriosa استخراج و با پلی وینیل الکل مخلوط کردند.

بررسی مطالعات انجام شده حاکی از آن است که استخراج لیف برگی از گیاه یوکا به طور جدی مورد توجه محققان قرار نگرفته است و مطالعه جامع خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لیف با در نظر گرفتن کاربرد آن در کامپوزیت‌های سبز می‌تواند در معرفی بهتر این لیف مؤثر باشد.

بدین منظور در این تحقیق، فرایند استخراج لیف به روش شیمیایی از نظر ظرافت و خصوصیات مکانیکی لیف مورد بررسی قرار گرفته است

۲- مواد و روش‌ها

به منظور انجام عملیات شیمیایی از سدیم هیدروکسید (ساخت شرکت قطران شیمی تبریز، ایران، درصد خلوص ۹۸ درصد) استفاده شد. عملیات استخراج لیف در دستگاه آزمایشگاهی رنگرزی با دمای بالا (ساخت شرکت ریس سنج ایران)، انجام شد.

برگ گیاه یوکا به صورت تصادفی از درخت یوکای ۳-۲ ساله جمع آوری شد و برای انجام آزمایش، پس از شستشو و آبگیری، در ابعاد مناسب دستگاه مورد نظر بریده شد.

عملیات استخراج شیمیایی با استفاده از سدیم هیدروکسید در غلظتهای ۱۰ تا ۱۵۰ گرم بر لیتر و در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و در مدت زمان ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ دقیقه با نسبت حجم محلول به وزن کالای ۳۰:۱ انجام شد.

پس از اتمام عملیات استخراج شیمیایی، الیاف از درون کپسول‌های دستگاه خارج شد و با با آب نیمه گرم شستشو و با استیک اسید (۵درصد)(ساخت شرکت قطران شیمی تبریز، ایران) با درصد خلوص ۹۹/۵ درصد خنثی‌سازی شد. .

خصوصیات کششی الیاف با استفاده از دستگاه استحکام سنج یونیورسال (ساخت شرکت صناف، ایران) مطابق با آزمون استاندارد(۰۱-۳۸۲۲ D) ASTM انجام شد. در این آزمون، فاصله بین دو فک ۲۰ میلیمتر و سرعت حرکت فک دستگاه ۲ میلیمتر بر دقیقه تنظیم شد. به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، الیاف به صورت رشته‌های تک لیفی جداسازی شد و درون یک قاب مطابق با شکل زیر تهیه شد.

ظرافت الیاف یا به عبارتی دانسیته خطی لیف (دنیر)مطابق با آزمون استاندارد (۹۶-۱۵۷۷ D) ASTM با وزن کردن طول معینی از لیف تعیین گردید

به منظور بررسی ساختار شیمیایی الیاف یوکا،آزمون FT-IR با استفاده از طیف سنج(ساخت شرکت شیمادزو، ژاپن)در محدوده طول موج۴۰۰ تا-cm ۴۰۰۰

جدول ۲. شرایط بهینه استخراج لیف برگی یوکا در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد

NaOH (g/l)	Time (min)	Linear density (Tex)	Tenacity (cN/tex)
75	60	4.3	18.35
50	120	5.6	22.77
40	240	4.1	25.36

انجام شد. به منظور آماده سازی نمونه ها، ابتدا نمونه‌ها در دمای محیط خشک شدند سپس قرص های کوچکی از ترکیب نمونه و پتاسیم برمیدکرد.(KBr) تهیه شد.

۳-بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ظرافت و استحکام الیاف استخراجی در محلول‌های مختلف قلیایی و دمای ۸۰ درجه سانتیگراد در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده میشود الیاف سلولزی از درون برگ گیاه یوکا در دمای ۸۰ درجه و در حضور ماده قلیایی سدیم هیدروکسید قابل استخراج است.

نتایج نشان می‌دهد که با افزایش زمان عملیات، امکان استخراج الیاف با ظرافت بیشتر وجود دارد. ضمن اینکه افزایش زمان عملیات، دستیابی به الیاف در غلظت‌های پایین‌تر محلول قلیایی را فراهم می‌کند.

نتایج حاکی از آن است که در مدت زمان یک ساعت، استخراج الیاف در غلظت‌های بالاتر از ۷۵ گرم در لیتر (۲۲۵ درصد وزنی برگ گیاه) امکان‌پذیر است و با افزایش زمان فرایند به

دو ساعت، این اتفاق در غلظت‌های بالاتر از ۵۰ گرم بر لیتر (۱۵۰ درصدی برگ گیاه) و در مدت زمان ۴ ساعت در غلظتهای بالاتر از ۴۰ گرم بر لیتر (۱۲۰ درصدی برگ گیاه) صورت می‌گیرد.

نتایج حاصل از استحکام کششی الیاف تهیه شده از برگ گیاه یوکا بیانگر آن است که عملیات قلیایی، با حذف ترکیبات غیر سلولزی و افزایش درصد سلولز در لیف، سبب افزایش استحکام لیف می‌شود، اما در غلظت‌های بالا، سدیم هیدروکسید به عنوان یک عامل مخرب عمل کرده و به دلیل حذف بیش از حد لیگنین سبب کاهش استحکام الیاف خواهد شد.

بر اساس نتایج به دست آمده باید یک حد بهینه را برای الیاف مذکور در نظر گرفت. با توجه به نتایج ظرافت و استحکام، می‌توان نتیجه گرفت که الیاف برگی گیاه یوکا در شرایط زیر، در دمای ۸۰ درجه قابلیت استخراج با خصوصیات مناسب را دارند.

طیف FT-IR الیاف سلولزی برگ گیاه یوکا در شکل ۱ نشان داده شده است. طیف FT-IR حاصل از الیاف، پیکهایی در محدودهCM ۲۲۰۰ و ۱۵۸۹ ۲۸۰۰ ، ۳۴۸۰- ۱ را نشان می‌دهد که در تمام نمون‌ها قابل مشاهده است که تأیید کننده ساختار سلولز نوع یک الیاف برگی یوکا است.

٤-نتیجه‌گیری

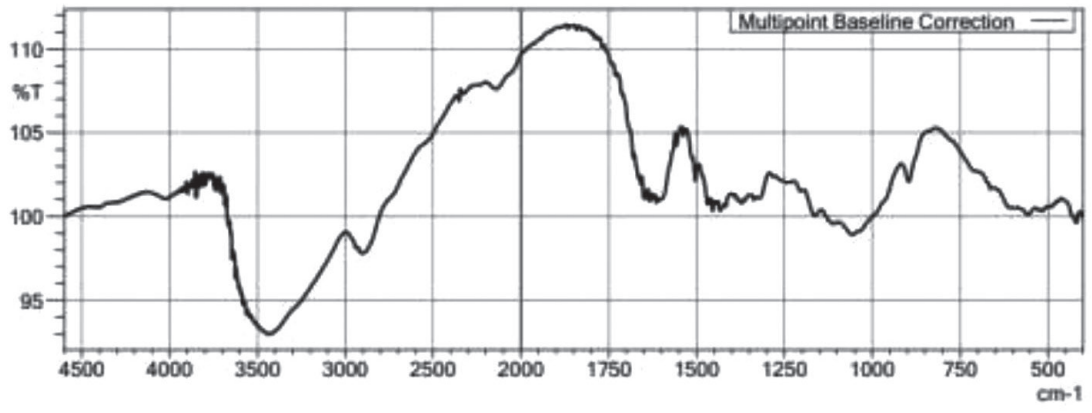
امروزه محققان به دلیل زیست‌سازگاری و تجدیدپذیری الیاف طبیعی گیاهی در تلاش هستند تا با توجه به پوشش گیاهی موجود در کشور خود، الیاف سلولزی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مناسب برای کاربرد در منسوجات فنی و پوشاک و همچنین کامپوزیت‌های پلیمری و سیمانی استخراج کنند. در این تحقیق از گیاه یوکا به عنوان یکی از پوشش‌های گیاهی کشور که در اغلب مناطق کشور قابل رشد است استفاده شد.

استخراج لیف از برگ این گیاه با استفاده از عملیات قلیایی و در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۱ تا ۴ ساعت انجام شد. نتایج نشان داد که امکان استخراج لیف در شرایط مذکور وجود دارد و الیاف مناسب در مدت زمان ۴ ساعت و مقدار سدیم هیدروکسید مصرفی ۴۰ گرم بر لیتر استخراج گردید. این مطالعه نشان میدهد در صورت امکان گسترش پوشش گیاهی یوکا در کشور و بهینه‌سازی شرایط استخراج لیف از نظر زمان، دما و مواد مصرفی میتوان لیف طبیعی سلولزی مناسب برای کاربردهای صنعتی را فراهم نمود.

پی‌نوشت

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نساجی دانشگاه بناب

۲-استادیار گروه مهندسی نساجی دانشگاه بناب،



شکل ۱. طیف فوریه مادون قرمز الیاف برگی یوکا