

الیاف سلولزی: چندسازه‌های زیستی و نانو پلیمری

شیمی و فن آوری دوست‌دار محیط زیست

جلد اول

نویسندگان:

س. ن. لیا، ب. کایت، ا. کائور

ترجمه:

مهندس رضا حسین‌پور

(دانشجوی دکتری تخصصی صنایع چوب و کاغذ)

دکتر حبیب‌الله خادمی‌اسلام

(عضو هیئت علمی واحد علوم و تحقیقات)

دکتر مهدی کلاگر

(کارشناس مرکز تحقیقات شرکت سهامی جنگل شفاورد- سازمان اتکا)

دکتر امیر توکلی

(پژوهشگر و مدرس دانشگاه)

عنوان و نام پدیدآور	: الیاف سلولزی چندسازه‌های زیستی و نانو پلیمری : شیمی و فناوری دوست‌دار محیط‌زیست/[سوشیل کالیا، بی. اس. کاپت، ایندرجیت کانور] ؛ مترجم حبیب‌الله خادمی اسلام...[و دیگران].
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲ ج.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: دوره 9-978-964-10-4337-9: ج. 5۱-978-964-10-4335-5 ؛ ج. 2۲-978-964-10-4336-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Cellulose fibers : bio- and nano-polymer composites : green chemistry and technology, c2011.
یادداشت	: مترجم حبیب‌الله خادمی اسلام، رضا حسین پور، امیر توکلی، مهدی کلاگر.
موضوع	: الیاف سلولزی
موضوع	: Cellulose fibers
موضوع	: مواد چندسازه
موضوع	: Composite materials
موضوع	: شیمی سبز
موضوع	: Green chemistry
شناسه افزوده	: کالیا، سوشیل
شناسه افزوده	: Kalia, Susheel
شناسه افزوده	: کاپت، بی. اس.
شناسه افزوده	: Kaptan, B. S.
شناسه افزوده	: ایندرجیت کانور
شناسه افزوده	: Indrajit Kaur
شناسه افزوده	: خادمی اسلام، حبیب‌الله، ۱۳۳۸ -، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ الف۷/ف۷: ۱۵۴۲ T
رده بندی دیویی	: ۶۶۱/۸۰۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۴۳۴۰۸۷

نام کتاب: الیاف سلولزی چندسازه‌های زیستی و نانو پلیمری: شیمی و فناوری دوست‌دار
ترجمه: دکتر حبیب‌الله خادمی اسلام - مهندس رضا حسین پور - دکتر امیر توکلی - دکتر مهدی کلاگر
چاپ اول: ۱۳۹۵

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

ISBN:978-964-10-4335-5

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۳۳۵-۵

تیراژ: ۳۰۰۰

قیمت: ۲۴۰/۰۰۰ ریال

مرکز پخش: میدان پونک- انتهای بزرگراه اشرفی اصفهانی- به سمت حصارک- دانشگاه آزاد اسلامی
واحد علوم و تحقیقات- ساختمان علوم انسانی- تلفن: ۴۴۸۶۵۱۱۱

پیش گفتار

اکنون عصر مواد پیشرفته‌ای نظیر چندسازه‌های پلیمری، نانو چندسازه‌ها و مواد زیست سازگار می‌باشد. با پیشرفت علم و فن‌آوری افزایش رشد صنعتی، تغییر در شرایط زیست محیطی پدیدار گشته است. انتشار گازهای سمی نظیر دی‌اکسید کربن که از سوختن مواد پلاستیکی معلق در هوا و یا پلاستیک‌های زیست تخریب‌ناپذیر که به‌عنوان کودهای آلی در خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌طور مداوم آلودگی محیط زیست را تشدید می‌نمایند. بنابراین با در نظر گرفتن شرایط رو به وخامت زندگی بر روی کره زمین، پژوهشگران در سراسر جهان تحقیقات خود را بر روی مواد دوست‌دار و سازگار با محیط زیست متمرکز نموده‌اند، اقدامات انجام شده در این زمینه به دست دانش و تکنولوژی سبز سوق یافته است. سلولز در حدود نیمی از وزن خشک توده زیست گیاهی و نیمی از وزن خشک منابع ثانویه از پسماندهای زیست توده را تشکیل می‌دهد. هم‌اکنون ۱۱۰ میلیون تن سلولزی مجبور به ایفای نقش سبز خود به‌دلیل تجدیدپذیر بودن و عدم افزودن بار آلودگی در جو در اثر سوزاندن موادی که عمرشان پایان یافته، می‌باشد. علاوه بر این، می‌تواند به‌عنوان یک ماده پخش‌کننده در طی فرایند سوختن نسبت به مقدار دی‌اکسید کربن جذب شده در طول حیات گیاه ناچیز است. پلی‌ساکاریدها را می‌توان در زمینه‌های کاربردی گوناگون نظیر پزشکی، مواد، خودرو و غیره نیز مورد استفاده قرار داد. یکی از برنامه‌های کاربردی آنها به‌کارگیری ماده‌ای تقویت‌کننده جهت آماده‌سازی چندسازه‌های زیستی می‌باشد.

مهم‌ترین عامل در دستیابی به چندسازه‌های مکانیکی، تقویت ماتریس و تعامل سطحی آن می‌باشد. میزان چسبندگی بستگی به ساختار شیمیایی و طبعی بودن این مواد دارد. با توجه به حضور گروه‌های هیدروکسیل در الیاف سلولزی، میزان جذب مجدد رطوبت بالا منجر به ترشوندگی ضعیف مواد ماتریس و پیوند سطحی ضعیف بین الیاف طبیعی و ماتریس آب‌گریز می‌گردد. به‌منظور توسعه مواد مرکب با خواص مکانیکی بهتر، عملکرد زیست محیطی، افزایش آب‌گریزی عامل تقویت‌کننده و بهبود سازگاری بین ماتریس و الیاف سلولزی امری ضروری می‌باشد. پیش تیمارهای متعدد انجام شده بر روی الیاف سلولزی نه تنها جهت اصلاح فاز، بلکه سبب تغییرات مرفولوژیکی در ساختار الیاف سلولزی نیز می‌گردد.

امروزه جهت بهبود سازگاری بین الیاف طبیعی و ماتریس پلیمر آب‌گریز، روش‌های مختلف سبتری نظیر استفاده از تیمار پلاسما و تیمار قارچ‌ها، آنزیم‌ها و باکتری کشف شده است. تقویت چندسازه گرماترم و گرماسخت با الیاف سلولزی به‌طور فزاینده به‌عنوان جایگزینی جهت تقویت الیاف با شیشه در نظر گرفته شده است. در سال‌های اخیر مسائل زیست محیطی در

ترکیب با هزینه پایین علاقه قابل توجهی به الیاف سلولزی نظیر ایزورا، جوت، کنف، برگ آناناس و الیاف سلولزی دست ساخت بشر به‌عنوان پرکننده در تولید چندسازه‌های پلیمری را پدیدار گشته است. معیارهای زیست محیطی و خطرات آن بسیاری از تحقیقات علمی را به سوی تولید مواد زیست پلاستیکی که به راحتی با پایان یافتن چرخه حیات تجزیه و یا زیست تجدیدپذیر می‌گردند، ترغیب نموده است. تخریب چندسازه‌های زیستی می‌تواند تخریب نوری و یا تخریب میکروبی باشد. تخریب نوری فیلم‌های زیستی نقش مهمی به‌عنوان ورق مالچ برای گیاهان در فعالیت‌های کشاورزی ایفا نموده که نهایتاً در خاک به‌صورت کود آلی تخریب‌پذیر می‌باشد. تخریب میکروبی نیز نقش مهمی در دی‌پلیمریزه کردن پلیمرهای زیستی ایفا نموده و محصول نهایی بدون افزودن آلایندگی زیست محیطی آب و دی‌اکسیدکربن می‌باشد. توسعه نانو چندسازه‌های پلیمری پژوهشی به سرعت در حال گسترش می‌باشد. تلاش‌های مشخصی نیز جهت به‌دست آوردن کنترل ساختارها از طریق شیوه‌های مصنوعی نوآورانه متمرکز شده است. خواص مواد نانو چندسازه تنها بر خواص ترکیبات منحصر به‌فرد، بلکه بر مرفولوژی و ویژگی‌های سطحی آن نیز بستگی دارد. این سرعت در حال گسترش زمینه تولید بسیاری از مواد جدید با خواص هیجان‌انگیز را نیز به‌هم آورده است.

انواع و رده‌هایی از مواد نانو چندسازه منجر به ویژگی‌های جدید و بهبود یافته‌ای در مقایسه با ماکرو چندسازه‌های نظیر خود گسترش‌یافته بنا براین امکان استفاده از نانو چندسازه‌ها در برنامه‌های جدید و زمینه‌های متنوع نظیر قطعاتی مقاوم بالا و وزن سبک در صنعت هوا فضا، مواد مقاوم در برابر خوردگی جهت صنایع دریایی و غیره وجود دارد. پژوهشگران سراسر جهان در حال پژوهش‌های مرتبطی در این رابطه است و تنها چند کتاب در خصوص الیاف سلولزی پلیمرهای چندسازه و نانو چندسازه‌ها موجود می‌باشد. بنا براین، مجموعه حاضر با پوششی کامل از تمام اجزای ضروری شیمی سبز به سود جامعه می‌باشد. این کتاب به چهار بخش اصلی تقسیم گردیده است. بخش اول آن با بررسی ساختار و ویژگی‌های الیاف سلولزی اهمیت آنها در چندسازه‌ها، برنامه‌های کاربردی پزشکی و کاغذسازی آغاز می‌گردد. بخش دوم کتاب شامل چندسازه‌های پلیمری و نانو چندسازه‌های تقویت شده با الیاف سلولزی، نانو الیاف، ویسکروز سلولزی پوسته برنج و غیره می‌باشد. تغییر و تبدیل سبتر الیاف سلولزی، ریخت‌شناسی و خواص مکانیکی چندسازه‌ها نیز در این بخش تحت پوشش قرار گرفته است. قسمت سوم کتاب، پلاستیک زیست تخریب‌پذیر و اهمیت آن در تولید چندسازه تقویت شده با الیاف طبیعی سلولز و سلولز دست‌ساز را پوشش می‌دهد. در این بخش در خصوص تجزیه بیولوژیکی چندسازه‌های پلیمری بحث شده است. قسمت چهارم کتاب شامل استفاده از الیاف

سلولز - پلیمر مرکب تقویت شده در صنایع خودرو، مصالح ساختمانی و برنامه‌های کاربردی پزشکی می‌باشد.

کتاب حاضر با پوشش موضوعاتی از قبیل مسائل حیاتی و جذاب باید به طور مشخصی مورد توجه جامعه علمی قرار گیرد. این کتاب ابزار بسیار مفیدی برای دانشمندان، دانشگاهیان، محققان، مهندسان پلیمر و صنایع می‌باشد. مجموعه حاضر همچنین برای دانشجویان کارشناسی و کارشناسی‌ارشد در موسسه فنی و مهندسی پلاستیک و سایر موسسات فنی مربوطه مفید واقع می‌گردد. این کتاب منحصر به فرد با مشارکت ارزشمند کارشناسان مشهور از سراسر جهان گردآوری گردیده است. قدردانی ویژه‌ای از کلیه ویراستاران و همکارانی که سهم عظیمی در تدوین این اثر داشته‌اند، می‌نماییم. در انتها از دانشجویان عزیزی که نقش موثری در تحریر این کتاب داشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

Solan (Shimla Hills),
Jalandhar
Shimla
February 2011

Susheel Kalra
Balbir Singh Kalra
Inderjit Kalra

www.kelab.ir

فهرست

صفحه

عنوان

۱	فصل اول: الیاف طبیعی: ساختار، ویژگی‌ها و کاربردها
۱	چکیده
۱	۱-۱. مقدمه
۲	۲-۱. الیاف طبیعی
۲	۱-۲-۱. الیاف حیوانی و ساختار عمومی آنها
۴	۲-۱. الیاف گیاهی و ساختار عمومی آنها
۸	۱-۲-۱. روش‌های فراوری تهیه الیاف طبیعی
۱۰	۲-۲-۱. ترکیب شیمیایی الیاف گیاهی
۱۲	۱-۲-۱. سلولز حاصل از الیاف گیاهی
۱۵	۲-۲-۱. خواص سطح الیاف گیاهی گوناگون
۲۶	۱-۲-۱. کاربرد الیاف طبیعی
۳۰	۳-۱. تهیه نانو الیاف از الیاف طبیعی
۳۱	۱-۳-۱. سلولز به عنوان پلیمری با ساختار نانویی
۳۱	۲-۳-۱. روش‌های استخراج نانو سلولز از الیاف طبیعی
۳۲	۳-۳-۱. تکنیک‌های شناسایی نانو الیاف
۴۱	۴-۱. نتیجه‌گیری
۴۳	منابع مورد استفاده
۵۱	فصل دوم: فعال‌سازی شیمیایی مشتقات سلولزی حاصل از منابع غیرمتداول
۵۱	چکیده
۵۲	۱-۲. مقدمه
۵۲	۱-۱-۲. سلولز و منابع آن
۵۳	۲-۱-۲. فعال‌سازی شیمیایی سلولز
۵۷	۳-۱-۲. کاربردهای مشتقات سلولزی
۵۹	۲-۲. وضعیت پژوهش‌های انجام شده در خصوص فعال‌سازی شیمیایی سلولز حاصل از منابع غیرمتعارف

۳-۲. فعال‌سازی شیمیایی سلولز حاصل از زیست توده‌های غیرمتعارف (علف‌های هرز (DUS)، (LC) و (PH).....	۶۰
۳-۲-۱. آنالیز تقریبی زیست توده.....	۶۱
۳-۲-۲. استخراج آلفاسلولز.....	۶۲
۳-۲-۳. اتری فیکاسیون آلفاسلولز.....	۶۴
۳-۲-۴. مشخصات و رئولوژی مشتقات بهینه‌شده.....	۶۷
۳-۲-۴. نتیجه‌گیری.....	۶۹
منابع مورد استفاده.....	۷۰
فصل سوم: تهیه الیاف کتان جهت چندسازه‌های زیستی.....	۷۵
چکیده.....	۷۵
۳-۱. مقدمه.....	۷۶
۳-۲. ویژگی‌های الیاف کتان.....	۸۰
۳-۲-۱. ویژگی‌های فیزیکی.....	۸۰
۳-۲-۲. ویژگی‌های شیمیایی.....	۸۴
۳-۳. تهیه الیاف کتان.....	۸۶
۳-۳-۱. روش‌های تولید.....	۸۶
۳-۳-۲. روش‌های نرم‌سازی.....	۸۸
۳-۳-۳. تکنیک‌های برداشت.....	۹۰
۳-۴. ویژگی‌های الیاف.....	۹۱
۳-۵. فرآورده‌های جانبی کتان.....	۹۴
۳-۶. شکل‌گیری الیاف و چندسازه.....	۹۷
۳-۷. نتیجه‌گیری.....	۱۰۴
منابع مورد استفاده.....	۱۰۵

فصل چهارم: الیاف سلولزی پوستی، خواص و ساختار مناسب آنها جهت کاربرد در

چندسازه.....	۱۱۵
چکیده.....	۱۱۵
۴-۱. مقدمه.....	۱۱۵

۲-۴. طبقه‌بندی الیاف سلولزی پوستی	۱۱۸
۳-۴. بافت اصلی الیاف سلولزی پوستی	۱۲۰
۴-۴. ساختار الیاف سلولزی پوستی	۱۲۳
۵-۴. خواص الیاف سلولزی پوستی	۱۲۵
۱-۵-۴. خواص رطوبتی	۱۲۶
۶-۴. اصلاح الیاف	۱۲۸
۱-۶-۴. روش‌های فیزیکی	۱۲۸
۲-۶-۴. روش‌های شیمیایی	۱۲۸
۷-۴. الیاف طبیعی به‌عنوان ماده تقویت‌کننده	۱۳۴
۸-۴. نتیجه‌گیری	۱۴۰
منابع مورد استفاده	۱۴۱

فصل پنجم: پتانسیل استفاده از چند رده‌های سلولزی میکرو و نانو فیبریل شده (به‌عنوان نمونه در کاغذ)

چکیده	۱۴۵
۱-۵. مقدمه	۱۴۵
۲-۵. چندسازه‌های ژلاتینی نانو سلولزی	۱۴۷
۱-۲-۵. فیبریل‌های سلولزی	۱۴۷
۲-۲-۵. چندسازه‌های فیبریل سلولزی - مواد معدنی	۱۵۱
۳-۵. کاربرد چندسازه‌های فیبریل‌های نانو سلولزی - رنگ‌دانه معدنی در کاغذ	۱۶۱
۱-۳-۵. نیاز به روش‌های افزایش مقدار رنگ‌دانه معدنی در کاغذ	۱۶۱
۲-۳-۵. شکل‌گیری کاغذ چندسازه جدید و خواص آن	۱۶۳
۳-۳-۵. اثر چندسازه‌های فیبریل سلولزی - کربنات کلسیم بر کاغذ معمول	۱۷۷
۴-۵. نتیجه‌گیری	۱۸۲
منابع مورد استفاده	۱۸۳

فصل پنجم: تیمارهای سبزرتر سطحی الیاف طبیعی جهت تولید مواد چندسازه تجدیدشونده

۱-۶. مقدمه	۱۸۸
۱-۱-۶. مقدمه کوتاهی در مورد الیاف طبیعی	۱۸۸

۱۹۰	۲-۱-۶. ساختار الیاف طبیعی گیاهی
۱۹۱	۲-۶. اصلاح سبز الیاف طبیعی گیاهی
۱۹۳	۱-۲-۶. پلازما
۱۹۹	۲-۲-۶. استفاده از آنزیم‌ها جهت استخراج الیاف طبیعی و تیمارهای سطحی
۲۰۲	۳-۲-۶. استفاده از قارچ جهت تیمارهای سطحی و استخراج الیاف طبیعی
۲۰۵	۴-۲-۶. اندودسازی یا پوشش‌دهی الیاف طبیعی با نانو سلولز
۲۰۹	۳-۶. نتیجه‌گیری
۲۱۲	منابع و رد اسناد

فصل هشتم: چندسازه‌های نانو سلولزی

۲۱۹	چکیده
۲۱۹	۱-۷. مقدمه
۲۲۰	۲-۷. ساختار سلسله مراتبی الیاف سلولزی
۲۲۳	۳-۷. فراوری از بالا به پایین الیاف
۲۲۴	۴-۷. آماده‌سازی مواد اولیه نانو سلولز
۲۲۴	۱-۴-۷. تهیه نانو الیاف سلولزی
۲۲۶	۲-۴-۷. تهیه نانو بلورهای سلولزی
۲۲۹	۵-۷. ویژگی‌های ریخت‌شناسی نانو ذرات سلولزی
۲۳۲	۶-۷. فراوری نانو چندسازه‌های سلولزی
۲۳۳	۱-۶-۷. لاتکس‌های پلیمری
۲۳۳	۲-۶-۷. پلیمرهای محلول شونده یا پراکنده در آب
۲۳۴	۳-۶-۷. سیستم‌های نانو آبی
۲۳۶	۴-۶-۷. زنجیرهای پیوندی بلند
۲۳۷	۵-۶-۷. اکستروژن و اشباع‌سازی
۲۳۸	۶-۶-۷. الکترو اسپینینگ (الکترو رسی)
۲۴۰	۷-۶-۷. فیلم‌های چندلایه
۲۴۱	۷-۷. خواص چندسازه‌های نانو سلولزی
۲۴۱	۱-۷-۷. ریز ساختار
۲۴۳	۲-۷-۷. خواص گرمایی

۲۴۷	۳-۷-۷. ویژگی های مکانیکی
۲۵۱	۴-۷-۷. خواص واکنش پذیری
۲۵۳	۵-۷-۷. خواص پوششی
۲۵۴	۸-۷. نتیجه گیری و نکات مهم
۲۵۶	منابع مورد استفاده

فصل هشتم: آنالیز ابعادی و ریخت شناسی سطحی به عنوان ملاک های انتخاب الیاف

۲۶۷	لیگنوسلولزی: تقویت کننده در ماتریس های پلیمری
۲۶۷	چکیده
۲۶۸	۱-۸. مقدمه
	۱-۱-۸. ضربه بند، استحکام، قابلیت دسترسی، ریخت شناسی و ویژگی های الیاف لیگنوسلولزی
۲۷۱	
۲۷۵	۲-۸. روش شناسی مورد استفاده آنالیز Weibull جهت درک و بیان مسائل
۲۷۸	۱-۲-۸. آنالیز Weibull
۲۸۰	۲-۲-۸. آنالیز شبکه عصبی مصنوعی
۲۸۱	۳-۸. مباحث مربوط به مشاهدات
۲۸۱	۱-۳-۸. مطالعات پیشین
۲۸۸	۲-۳-۸. پژوهش جدید نویسندگان
۲۹۳	۴-۸. نتیجه گیری
۲۹۴	۵-۸. پیشنهادهایی برای کارهای آینده
۲۹۵	منابع مورد استفاده

فصل نهم: مقاومت برشی بین سطحی در چندسازه های پلیمری حاوی الیاف لیگنوسلولزی

۳۰۱	
۳۰۱	چکیده
۳۰۲	۱-۹. مقدمه
۳۰۶	۲-۹. آزمون کشش الیاف منفرد
۳۰۶	۱-۲-۹. مبانی بنیادی
۳۰۷	۲-۲-۹. نمونه هایی از نتایج آزمون های کشش الیاف منفرد

۳۰۷	۳-۹. منحنی کشش طول بحرانی
۳۰۷	۳-۹. ۱. مبانی بنیادی
۳۰۹	۳-۹. ۲. تفسیر منحنی‌های کشش طول بحرانی
۳۱۱	۳-۹. ۳. مقاومت برشی بین سطحی چندسازه‌های الیاف لیگنوسلولزی توسط منحنی‌های CLP
۳۱۱	۳-۹. ۴. نمونه‌هایی از نتایج منحنی کشش طول بحرانی
۳۱۵	۳-۹. ۴. آزمون پارگی یا خردشدگی الیاف منفرد
۳۱۵	۳-۹. ۱-۴. مبانی نظری
۳۱۷	۳-۹. ۲. نمونه‌هایی از نتایج آزمون پارگی الیاف مستقل
۳۱۸	۳-۹. ۵. آزمون ریز اتصال
۳۱۸	۳-۹. ۱-۵. مبانی بنیادی
۳۲۱	۳-۹. ۲-۵. نمونه‌هایی از نتایج آزمون ریز اتصال
۳۲۲	۳-۹. ۶. سایر روش‌ها مطرح شده به منظور اندازه‌گیری مقاومت برشی بین سطحی
۳۲۳	۳-۹. ۷. نتیجه‌گیری
۳۲۵	منابع مورد استفاده

فصل دهم: ویژگی‌های ساختاری، ریزحساسی و مکانیکی چندسازه‌های گرمانرم حاوی

۳۲۹	الیاف لیگنوسلولزی
۳۲۹	چکیده
۳۳۰	۱-۱۰. مقدمه
۳۳۰	۲-۱۰. چندریختی در پلی پروپیلن ایزوتاکتیک استفاده شده به عنوان ترمز چندسازه
۳۳۱	۳-۱۰. آنالیز حالت شبه شش ضلعی ایجاد شده در چندسازه‌های حاوی الیاف
۳۳۱	۱-۳-۱۰. اثر کشیدن الیاف در ماتریس پلی پروپیلنی
۳۳۹	۲-۳-۱۰. اثر پارامترهای فرآوری
۳۴۰	۴-۱۰. پدیده فاز میانی در چندسازه‌های الیاف / پلی پروپیلن
۳۴۱	۱-۴-۱۰. شکل‌گیری لایه درون بلوری در مواد چندسازه
۳۴۳	۲-۴-۱۰. درون بلوری شدن پلی پروپیلن ایزوتاکتیک در سطح پرکننده‌های لیگنوسلولزی
۳۴۵	۳-۴-۱۰. اثر اصلاح شیمیایی بر شکل‌گیری لایه درون بلوری
۳۴۷	۴-۴-۱۰. اثر الیاف لیگنوسلولزی بر فرآیند هسته‌زایی و تبلور پلی پروپیلن
۳۵۲	۵-۱۰. آنالیز عوامل مختلف بر خواص مکانیکی چندسازه الیاف طبیعی - پلی پروپیلن

۳۵۳	۱-۵-۱۰. اثر بهبود چسبندگی فاز میانی بر خواص مکانیکی چندسازه‌ها
۳۵۴	۱-۵-۱۰. اثر طول، مقدار و پراکندگی پرکننده فیبری و پارامترهای فرآوری بر خواص مکانیکی چندسازه‌ها
۳۵۶	۶-۱۰. نتیجه‌گیری
۳۵۸	منابع مورد استفاده
۳۵۹	

فصل یازدهم: الیاف ایزورا: تقویت‌کننده طبیعی جهت ایجاد عملکرد بالای مواد مهندسی

۳۶۵	چکیده
۳۶۵	۱-۱۱. مقدمه
۳۶۶	۲-۱۱. الیاف ایزورا: ویژگی‌ها
۳۷۰	۱-۲-۱۱. مواد ترکیبی: روش آزمایش
۳۷۰	۲-۲-۱۱. بررسی‌های خواص مکانیکی و ترکیب شیمیایی
۳۷۲	۳-۲-۱۱. مطالعات ریخت‌شاسی سطحی
۳۷۵	۴-۲-۱۱. واکنش‌پذیری شیمیایی باف
۳۷۶	۵-۲-۱۱. آنالیز حرارتی
۳۷۹	۶-۲-۱۱. مطالعات تفرق اشعه ایکس با زاویه زیاد
۳۸۰	۳-۱۱. ایزورا: چندسازه‌های پلیمری
۳۸۰	۱-۳-۱۱. ایزورا: چندسازه‌های کائوچو طبیعی
۳۹۷	۲-۳-۱۱. ایزورا: چندسازه‌های پلی‌استری
۴۰۵	۴-۱۱. نتیجه‌گیری
۴۰۵	۱-۴-۱۱. خواص الیاف
۴۰۶	۲-۴-۱۱. ایزورا: چندسازه‌های کائوچو
۴۰۷	۳-۴-۱۱. ایزورا: چندسازه‌های پلی‌استری
۴۰۸	منابع مورد استفاده

فصل دوازدهم: الیاف برگ آناناس و چندسازه پلیمر تقویت‌شده با برگ آناناس

۴۰۹	چکیده
۴۰۹	۱-۱۲. مقدمه

- ۴۱۱ ۲-۱۲. الیاف برگ آناناس
- ۴۱۱ ۱-۲-۱۲. کاربرد الیاف برگ آناناس
- ۴۱۲ ۲-۲-۱۲. استخراج الیاف برگ آناناس
- ۴۱۴ ۳-۲-۱۲. ویژگی‌های الیاف برگ آناناس
- ۴۱۸ ۴-۲-۱۲. فرایندهای اصلاحی الیاف برگ آناناس
- ۴۲۱ ۳-۱۲. چندانسازهای پلیمر تقویت شده با الیاف برگ آناناس
- ۴۲۱ ۱-۳-۱۲. چندانسازهای پلاستیک گرمانرم - الیاف برگ آناناس
- ۴۲۳ ۲-۳-۱۲. چندانسازهای پلیمر گرماسخت - الیاف برگ آناناس
- ۴۲۵ ۳-۱۲. دیگر ماتریس‌های تقویت شده با الیاف برگ آناناس
- ۴۲۵ ۴-۳-۱۲. نازده تقویت شده با هیبرید الیاف برگ آناناس
- ۴۲۶ ۴-۱۲. نتیجه گیری
- ۴۲۷ منابع مورد استفاده

www.ketaboo.ir