

الیاف سلولزی: چندسازه‌های زیستی و نانو پلیمری

شیمی و فن آوری دوست‌دار محیط زیست

جلد دوم

نویسندگان:

س. سید علی، ب. کاظمی، ا. کائور

ترجمه:

مهندس رفیع حسین پور

(دانشجوی دکتری تخصصی صنایع چوب و کاغذ)

دکتر حبیب‌الله خادمی اسلام

(عضو هیئت علمی واحد علوم و تحقیقات)

دکتر مهدی کلاگر

(کارشناس مرکز تحقیقات شرکت سهامی جنگل شفارود- 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	: ج ۲: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: دوره ۹-4337-10-964-978 ؛ ج ۱-4335-10-964-978 ؛ ج ۲-4336-10-964-978.
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 حسین‌پور، 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, Sheel
شناسه افزوده	: کاپت، بی. اس.
شناسه افزوده	: Kanth, B. S.
شناسه افزوده	: ایندرجیت کانور
شناسه افزوده	: Inderjit Kaur
شناسه افزوده	: خادمی اسلام، حبیب‌الله، -، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ الف ۷/الف ۴۴/۱
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 حسین‌پور - دکتر امیر توکلی - دکتر مهدی کلاگر
چاپ اول: ۱۳۹۵

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

ISBN:978-964-10-4336-2

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۳۳۶-۲

تیراژ: ۳۰۰۰ جلد

قیمت: ۲۵۰/۰۰۰ ریال

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

مفت تحفہ

کتاب الیوم سوار جہانگیر و تاج پور کہ تو جہاں از این سواران چشمت
 ناز کشور مختلف بدست تو بر آید است و در طلب از این سواران چشمت
 محمود لاشہ در بیت و چنانکہ شکر شری و علاء و تجرید شکر از منبع گانکہ غنیر سواران
 کہ در این سواران شکر است از کفایت جہاں کتب مر تلذذ بہ کار جہاں سواران
 نقد کہ تر جہاں شکر شکر راد از کتب طلہ سواران در زبان سواران کافہ
 بہ بیت جہاں سواران شکر کتب در دو جہاں سواران کہ جہاں سواران شکر
 سواران استغفار از این سواران شکر طلہ سواران شکر
 شکر بغیر جہاں سواران شکر طلہ سواران شکر
 سواران در این سواران شکر طلہ سواران شکر
 اسرار سواران شکر در میان کتب سواران شکر
 در کتب اسرار سواران شکر طلہ سواران شکر
 سواران اسرار سواران شکر طلہ سواران شکر

فلاح سواران شکر طلہ سواران شکر

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 آلاینده‌گی 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 تقریباً نیمی از وزن خشک منابع ثانویه از پسماندهای زیست توده را تشکیل می‌دهد. هر سال ۱۰۰ میلیون تن الیاف سلولزی مجبور به ایفای نقش سبز خود به‌دلیل تجدیدپذیر بودن و عدم افزودن بار آلاینده‌گی در جو در اثر سوزاندن موادی که عمرشان پایان یافته، می‌باشد. علاوه بر این، زیان در اکسیدکربن منتشره در طی فرایند سوختن نسبت به مقدار دی‌اکسیدکربن جذب شده در دوران حیات گیاه ناچیز است. پلی‌ساکاریدها را می‌توان در زمینه‌های کاربردی گوناگون نظیر پزشکی، منسوجات، خودرو و غیره نیز مورد استفاده قرار داد. یکی از برنامه‌های کاربردی به‌کارگیری آنها به‌عنوان ماده‌ای تقویت‌کننده جهت آماده‌سازی چندسازه‌های زیستی می‌باشد.

مهم‌ترین عامل در دستیابی به چندسازه‌های مکایکی مناسب، تقویت ماتریس و تعامل سطحی آن می‌باشد. میزان چسبندگی بستگی به ساختار شیمیایی و قطبی بودن این مواد دارد. با توجه به حضور گروه‌های هیدروکسیل در الیاف سلولزی، میزان جذب مجدد رطوبت بالا منجر به تر شوندگی ضعیف با مواد ماتریس و پیوند سطحی ضعیف بین ماتریس و تقویتی و ماتریس آب‌گریز می‌گردد. به‌منظور توسعه مواد مرکب با ویژگی‌های مکانیکی بهتر و عملکرد زیست محیطی، افزایش آب‌گریزی عامل تقویت‌کننده و بهبود سازگاری بین ماتریس و الیاف سلولزی امری ضروری است. 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 سبوتری 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 ایزور، 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 محصولاتی به‌دون افزودن آلاینده‌گی زیست محیطی آب و دی‌اکسیدکربن می‌باشد. توسعه نانو چندسازه‌های پلیمری پژوهشی به سرعت در حال گسترش می‌باشد. تلاش‌های معینی جهت به‌دست آوردن کربن‌سازها 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 فراهم آورده است.

انواع و رده‌هایی از مواد نانو چندسازه منجر به خواص جدید و بهبود یافته‌ای در مقایسه با ماکرو چندسازه‌های نظیر خود گشته‌اند. بنابراین، امکان استفاده از نانو چندسازه‌ها در برنامه‌های جدید و زمینه‌های متنوع نظیر قطعاتی با مقاومت بالا و وزن سبک در صنعت هوا فضا، مواد مقاوم در برابر خوردگی جهت صنایع دریایی و غیره، وجود دارد. پژوهشگران در سراسر جهان در حال پژوهش‌های مرتبط می‌باشند و تنها چند کتاب در خصوص الیاف سلولزی پلیمرهای چندسازه و نانو چندسازه‌ها موجود می‌باشد. بنابراین، مجرعه 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، ویسکوز سلولزی پوسته برنج و غیره می‌باشد. تغییر و تبدیل سبزر الیاف سلولزی، ریخت‌شناسی و ویژگی‌های مکانیکی چندسازه‌ها نیز در این بخش تحت پوشش قرار گرفته است. قسمت سوم کتاب، پلاستیک زیست تخریب‌پذیر و اهمیت آنها 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، دانشجویان، 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 چهار 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 Kalia
Balbir Singh
Indraprastha Kaur

فهرست

صفحه

عنوان

فصل سیزدهم: کاربرد پوست دانه برنج و محصولات تجزیه پذیر حرارتی آن به عنوان

۴۳۳	پرکننده در چندسازه های پلیمری
۴۳۳	چکیده
۴۳۴	۱-۱۳ مقدمه
۴۳۶	۲-۱۳ دسته بندی به گیاه برنج و ترکیب شیمیایی، ساختار و خواص پوست دانه برنج
۴۳۹	۳-۱۳ اصول روش های موجود جهت تجزیه حرارتی پوست دانه برنج
۴۴۱	۴-۱۳ فائورهای اساسی تولید سیلیکات های آمرف از پوست دانه برنج
۴۴۱	۱-۴-۱۳ توزیع همگام
۴۴۱	۲-۴-۱۳ دامنه پایین ترین دمای ملیانی
۴۴۲	۳-۴-۱۳ زمان سریع و کشت
۴۴۲	۴-۴-۱۳ کارایی بالای تبدیل کربن
۴۴۳	۵-۴-۱۳ ترکیب خاکستر و حذف آن
۴۴۳	۶-۴-۱۳ سایر فاکتورها
۴۵۱	۵-۱۳ خواص فیزیکی شیمیایی پوست دانه برنج و محصول حاصل از تجزیه حرارتی آن
۴۶۲	۶-۱۳ استفاده از پوست دانه برنج و محصولات تجزیه پذیر آن به عنوان ماده پرکننده پلیمرها
۴۶۴	۱-۶-۱۳ خاکستر پوست دانه برنج به عنوان ماده پرکننده در لاستیک ها
۴۶۵	۲-۶-۱۳ سایر کاربردها
۴۶۶	۷-۱۳ نتیجه گیری
۴۶۸	منابع مورد استفاده

فصل چهاردهم: چندسازه های الیاف طبیعی بر پایه پلی اولفین

۴۷۵	چکیده
۴۷۶	۱-۱۴ مقدمه
۴۷۷	۲-۱۴ الیاف طبیعی
۴۷۸	۳-۱۴ سازگارپذیری
۴۷۸	۱-۳-۱۴ اصلاح الیاف طبیعی

۴۸۱	۱۴-۲-۳ اصلاح پلیمر
۴۸۱	۱۴-۴- چندسازه‌های الیاف طبیعی
۴۸۱	۱۴-۴-۱ الیاف ساقه
۴۸۵	۱۴-۴-۲ الیاف برگ
۴۸۹	۱۴-۴-۳ الیاف دانه
۴۹۰	۱۴-۴-۴ الیاف چوبی
۴۹۴	۱۴-۴-۵ الیاف میوه
۴۹۴	۱۴-۴-۶ الیاف کاه و ردها
۴۹۵	۱۴-۴-۷ نتیجه‌گیری
۴۹۷	منابع مورد استفاده
۵۰۳	فصل پانزدهم: چند سازه‌های کامل سلولزی
۵۰۳	چکیده
۵۰۳	۱۵-۱ مقدمه
۵۰۵	۱۵-۲ روش تهیه چندسازه‌های تمام سلولزی
۵۰۶	۱۵-۳ ویژگی‌های ریز ساختاری
۵۱۳	۱۵-۴ ویژگی‌های مکانیکی
۵۱۶	۱۵-۴-۱ مدل ویژگی‌های مکانیکی
۵۲۲	۱۵-۵ ویژگی‌های جلوگیری از نفوذ گاز
۵۲۵	۱۵-۶ توسعه بیشتر
۵۲۶	۱۵-۷ نتیجه‌گیری
۵۲۷	منابع مورد استفاده
	فصل شانزدهم: پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر دوست‌دار محیط‌زیست: ستز، زیست
۵۳۱	تخریب‌پذیری و کاربردها
۵۳۱	چکیده
۵۳۲	۱۶-۱ مقدمه
۵۳۳	۱۶-۲ پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر
۵۳۵	۱۶-۲-۱ پلاستیک‌های ساخته شده با روش‌های شیمیایی

۵۴۱	۲-۲-۱۶ پلی ساکاریدهای طبیعی
۵۵۱	۳-۱۶ زیست تخریب پذیری، مکانیسم و روش های زیست تخریبی
۵۵۲	۴-۱۶ کاربردهایی از زیست پلیمرهای تخریب پذیر
۵۵۳	۱-۴-۱۶ بسته بندی
۵۵۳	۲-۴-۱۶ کشاورزی
۵۵۴	۳-۴-۱۶ کاربردهای پزشکی
۵۵۵	۴-۴-۱۶ بخش خودرو
۵۵۵	۴-۴-۱۶ غذاها
۵۵۵	۶-۱۶ پر کاربرد ها
۵۵۶	۵-۱۶ اثرات زیست محیطی
۵۵۶	۱-۵-۱۶ اثرات، باز یاف
۵۵۷	۹-۱۶ تجزیه میکروارگانیسم ها
۵۵۷	۷-۱۶ نتیجه گیری
۵۵۹	منابع مورد استفاده

فصل هفدهم: چندسازه های زیست تجزیه پذیر پلی استر گرمانرم و الیاف لیگنوسلولزی

۵۶۷	چکیده
۵۶۸	۱-۱۷ مقدمه
۵۷۰	۲-۱۷ پلی استرهای زیستی و پلیمرهای زیست تجزیه پذیر
۵۷۰	۱-۲-۱۷ طبقه بندی پلیمرهای زیست تجزیه پذیر
۵۷۱	۲-۲-۱۷ پلی استرهای زیستی
۵۷۹	۳-۱۷ چندسازه های زیستی پلی استر گرمانرم زیست تجزیه پذیر و الیاف لیگنوسلولزی
۵۷۹	۱-۳-۱۷ کلیات
۵۸۱	۲-۳-۱۷ وضعیت چندسازه های زیستی بر پایه کوپلی استرها
۵۹۳	۴-۱۷ نتیجه گیری
۵۹۴	منابع مورد استفاده

فصل هجدهم: تقویت کنندگی گرمانرم های نفتی و زیستی با الیاف سلولزی کوتاه ساخته

۵۹۹	شده
-----	-----

۵۹۹	چکیده
۶۰۰	۱-۱۸ مقدمه
۶۰۲	۲-۱۸ ابریشم مصنوعی و دیگر الیاف سلولزی ساخته شده
۶۰۲	۱-۲-۱۸ خواص مکانیکی
۶۰۳	۲-۲-۱۸ ویژگی‌های ساختاری
۶۰۵	۳-۲-۱۸ تقویت‌کنندگی ابریشم مصنوعی در مقایسه با پشم شیشه
۶۰۵	۳-۱۸ روش‌های ترکیبی
۶۰۶	۱-۳-۱۸ روش دو مرحله‌ای
۶۰۸	۲-۳-۱۸ قرص‌های ابریشم مصنوعی جریان آزاد
۶۱۰	۴-۱۸ چند رله‌های ابریشم مصنوعی با ماتریس‌های نفتی
۶۱۰	۱-۴-۱۸ پلی پروپیلن
۶۲۰	۲-۴-۱۸ ماتریس‌های نفتی دیگر
۶۲۱	۵-۱۸ چندسازه‌ها با ماتریس‌های نفتی
۶۲۲	۱-۵-۱۸ اسید پلی لاکتیک
۶۲۶	۲-۵-۱۸ پلی هیدروکسی الکانودها
۶۲۸	۶-۱۸ نتایج
۶۲۹	منابع مورد استفاده
۶۳۱	فصل نوزدهم: تجزیه چندسازه‌های پلیمری سلولزی
۶۳۱	چکیده
۶۳۱	۱-۱۹ مقدمه
۶۳۳	۲-۱۹ تجزیه زیستی
۶۳۳	۱-۲-۱۹ فرایند تجزیه زیستی
۶۳۶	۲-۲-۱۹ اندازه‌گیری تجزیه
۶۳۸	۴-۱۹ تجزیه زیستی چندسازه سلولزی
۶۴۲	۵-۱۹ نتیجه‌گیری
۶۴۳	منابع مورد استفاده
۶۴۵	فصل بیستم: نانو چندسازه‌های زیست پلیمری به‌عنوان مواد دوست‌دار محیط زیست
۶۴۵	چکیده

۶۴۶	۱-۲۰ مقدمه
۶۴۶	۱-۱-۲۰ پلیمرها
۶۴۷	۲-۱-۲۰ جنبه زیست محیطی
۶۴۷	۳-۱-۲۰ تجزیه پذیری زیستی و دوست دار محیط زیست
۶۴۹	۲-۲۰ چندسازه نانولایستی
۶۴۹	۱-۲-۲۰ ذرات تقویت کننده در مقیاس نانو
۶۵۰	۲-۲-۲۰ رشد و اهمیت نانو چندسازه های پلیمری
۶۵۰	۲-۲-۲۰ نانو چندسازه های پلیمر زیستی
۶۵۵	۴-۲-۲۰ نانو چندسازه های پلیمر زیستی - پلیمر زیستی
۶۵۷	۳-۲۰ فواید، خطرات، نانو چندسازه های پلیمری زیستی
۶۵۸	۴-۲۰ دورنمای آینده
۶۵۹	۱-۴-۲۰ مواد جدید برای کاربردهای جدید
۶۵۹	۲-۴-۲۰ مواد سبز تجدیدپذیر با دید: استفاده از "مایع یونی"
۶۶۰	۳-۴-۲۰ اهمیت
۶۶۰	۵-۲۰ نتیجه گیری
۶۶۱	منابع مورد استفاده

فصل بیست و یکم: نانو چندسازه های سلولزی برای کاربردهای با کارایی بالا..... ۶۶۵

۶۶۵	چکیده
۶۶۵	۱-۲۱ مقدمه
۶۶۷	۱-۱-۲۱ شکل های بلوری سلولز
۶۷۰	۲-۱-۲۱ نانو سلولز
۶۷۲	۳-۱-۲۱ انواع نانو سلولزها
۶۸۴	۲-۲۱ جداسازی نانو سلولز
۶۸۹	۳-۲۱ اصلاح شیمیایی نانو سلولز
۶۹۳	۴-۲۱ نانو چندسازه های سلولزی
۶۹۶	۵-۲۱ کاربرد نانو سلولز در امور پزشکی
۶۹۷	۱-۵-۲۱ اندوپروتوز نانو سلولزی عروق ریز
۶۹۹	۲-۵-۲۱ کاربرد نانو سلولز در بافت های قلبی عروقی مصنوعی

۷۰۰	۳-۵-۲۱ پیوند استخوان
۷۰۱	۴-۵-۲۱ ایمپلنت نانو سلولزی مینیسک
۷۰۴	۵-۵-۲۱ نانو سلولز در تیمار زخم‌ها و سوختگی‌های شدید
۷۰۷	۶-۵-۲۱ دستمال کاغذی‌های آرایشی و بهداشتی
۷۰۸	۷-۵-۲۱ نانو سلولز در دامپزشکی
۷۱۲	۶-۲۱ ملاحظات نهایی
۷۱۴	منابع مورد استفاده

فصل بیست دوم: چندسازه‌های پلیمری حاصل از الیاف سیسال و کاربردهای آنها ۷۲۹

۷۲۹	چکیده
۷۳۰	۱-۲۲ مقدمه
۷۳۱	۲-۲۲ الیاف گیاه سیسال
۷۳۱	۱-۲۲ تنوع، قابلیت دسترسی، حجم و بازده
۷۳۳	۲-۲۲ کاشت و برداشت
۷۳۷	۳-۲۲ استخراج الیاف و عمل‌آورد
۷۳۹	۳-۲۲ ترکیب الیاف سیسال، ساختار و خواص آن
۷۳۹	۱-۳-۲۲ ترکیب
۷۴۰	۲-۳-۲۲ ساختار
۷۴۱	۳-۳-۲۲ خواص
۷۴۲	۴-۲۲ روش‌های اصلاحی سطح الیاف
۷۴۲	۱-۴-۲۲ روش‌های فیزیکی اصلاح
۷۴۲	۲-۴-۲۲ ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی و مکانیکی الیاف سیسال و مقایسه آن با دیگر الیاف طبیعی
۷۵۴	
۷۶۱	۵-۲۲ چندسازه پلیمری تقویت‌شده با الیاف سیسال
۷۶۲	۱-۵-۲۲ چندسازه پلیمری تقویت‌شده با الیاف طبیعی
۷۶۲	۲-۵-۲۲ چسبندگی بین الیاف و ماتریس در چندسازه پلیمری تقویت‌شده با الیاف طبیعی
۷۶۲	۳-۵-۲۲ ساخت چندسازه پلیمری تقویت‌شده با الیاف سیسال
۷۸۸	۶-۲۲ کاربرد چندسازه‌های الیاف سیسال
۷۹۰	۱-۶-۲۲ کاربردهای چندسازه‌های الیاف سیسال در مواد ساختمانی

۷۹۷.....	۲۲-۶-۲- کاربردهای الیاف سیسال در صنعت خودرو
۸۰۰.....	۲۲-۶-۳- کاربرد الکتریکی فیبر سیسال
۸۰۱.....	۲۲-۶-۴- کاربرد الیاف سیسال در ریل راه آهن
۸۰۲.....	۲۲-۶-۵- کاربرد الیاف سیسال در پارچه‌های با قابلیت پوشش دهی خاک
۸۰۲.....	۲۲-۶-۶- کاربردهای دفاعی الیاف سیسال
۸۰۳.....	۲۲-۶-۷- کاربرد الیاف سیسال در صنعت بسته‌بندی
۸۰۳.....	۲۲-۶-۸- سایر کاربردهای الیاف سیسال
۸۰۵.....	۲۲-۷- نتایج، ایی و چشم‌انداز آینده
۸۰۸.....	منابع مورد استفاده

فصل بیست و سوم. چندسازه‌های پلیمری تقویت‌شده با الیاف طبیعی و کاربردهای نانو

۸۱۷.....	چندسازه‌ها در صنایع خودروسازی
۸۱۷.....	چکیده
۸۱۸.....	۲۳-۱- مقدمه
۸۱۹.....	۲۳-۲- انتخاب الیاف طبیعی
۸۲۰.....	۲۳-۳- نمونه‌های انتخابی از الیاف تقویت‌شده با چندسازه‌ها
۸۲۱.....	۲۳-۳-۱- چندسازه‌های حاصل از کتان
۸۲۲.....	۲۳-۳-۲- چندسازه‌های حاصل از شاهدانه
۸۲۴.....	۲۳-۳-۳- چندسازه‌های حاصل از کنف
۸۲۵.....	۲۳-۳-۴- چندسازه‌های حاصل از چوب
۸۲۹.....	۲۳-۳-۵- چندسازه‌های حاصل از گیاه آناناس
۸۳۰.....	۲۳-۳-۶- چندسازه‌های حاصل از گیاه موز
۸۳۴.....	۲۳-۳-۷- چندسازه‌های حاصل از سیسال
۸۳۶.....	۲۳-۴- عوامل مؤثر در عملکرد ویژگی‌های خاص چندسازه‌های تقویت‌شده با الیاف طبیعی
۸۳۶.....	۲۳-۴-۱- چسبندگی فیبر - ماتریس
۸۳۸.....	۲۳-۴-۲- خواص مکانیکی الیاف
۸۳۹.....	۲۳-۴-۳- رطوبت
۸۴۰.....	۲۳-۴-۴- رفتار خستگی
۸۴۲.....	۲۳-۴-۵- ثبات حرارتی

۸۴۴	۶-۴-۲۳ تهیه چندسازه‌های فیر- ماتریس
۸۴۶	۵-۲۳ نانوجندسازه‌های تقویت‌شده با الیاف طبیعی
۸۵۴	۶-۲۳ تکنیک‌های ساخت ترکیبات سبک وزن
۸۵۴	۶-۲۳ قالب‌گیری فشاری و تزریقی
۸۵۵	۶-۲۳ قالب‌گیری انتقالی رزین
۸۵۶	۶-۲۳ قالب‌گیری انتقالی رزین به کمک خلاء
۸۵۶	۷-۲۳ برنامه‌ها و روند آینده
۸۶۱	۸-۱۰ بیج نهائی
۸۶۲	منابع مورد استفاده
۸۷۱	فصل بیست و چهارم: ساختار و خواص چندسازه بر پایه الیاف طبیعی
۸۷۱	چکیده
۸۷۱	۱-۲۴ مقدمه
۸۷۲	۲-۲۴ نگاهی اجمالی بر مصالح ساختاری الیاف طبیعی
۸۷۴	۳-۲۴ الیاف کتف هندی و اصلاح آن
۸۷۶	۴-۲۴ رزین‌های ماتریس چندسازه
۸۸۰	۵-۲۴ ویژگی‌های چندسازه کتف هندی
۸۸۰	۱-۵-۲۴ چندسازهای کتف هندی/فتولی
۸۸۲	۲-۵-۲۴ چندسازهای کتف هندی/پلی‌استر
۸۸۳	۳-۵-۲۴ چندسازه‌های کتف هندی/گرماترم
۸۸۴	۶-۲۴ توسعه کاربردها
۸۸۴	۱-۶-۲۴ چندسازه کتف هندی برای روکش درب
۸۸۸	۲-۶-۲۴ پروفیل چارچوب‌های درب کتف هندی
۸۸۹	۳-۶-۲۴ ورقه‌های پوششی سقف
۸۹۱	۴-۶-۲۴ تخته‌های دیواری
۸۹۱	۷-۲۴ استانداردسازی تولیدات ساختمانی کتف هندی
۸۹۱	۷-۲۴ نتیجه‌گیری
۸۹۳	منابع مورد استفاده