

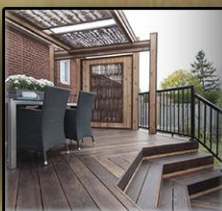
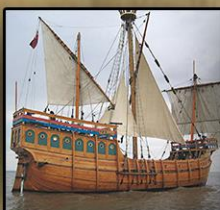


دانشگاه علوم کشاورزی
و منابع طبیعی ساری

۱۵۱

اصلاح چوب و فرآورده‌های مرکب

روش‌های صنعتی و نوین



تصنیف: دکتر مریم قربانی

هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

الحمد لله
الذي هدانا لهذا
الذي كنا لا ندر

اصلاح چوب و فرآورده های مرکب

روش های صنعتی و نوین

تصنیف:

دکتر مریم قربانی

هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

سرشناسه	:	قربانی، مریم، ۱۳۵۴- (دکتر)
عنوان و نام پدیدآور	:	اصلاح چوب و فرآورده‌های مرکب روش‌های صنعتی و نوین / تصنیف مریم قربانی.
مشخصات نشر	:	ساری: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	:	۷۲۸ص: مصور (بخشی رنگی)
شابک	:	978-622-6860-24-6
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	واژه‌نامه
یادداشت	:	کتابنامه
موضوع	:	چوب
موضوع	:	wood
موضوع	:	فرآورده‌های چوبی-- صنعت و تجارت
موضوع	:	wood products industry*
موضوع	:	چوب -- شیمی
موضوع	:	wood -- chemistry
شناسه افزوده	:	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
رده بندی کنگره	:	TS820
رده بندی دیویی	:	۶۷۴
شماره کتابشناسی ملی	:	۷۴۴۴۱۸۴
وضعیت رکورد	:	فیپا

داوری علمی و تأیید شده در معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

اصلاح چوب و فرآورده‌های مرکب روش‌های صنعتی و نوین	
نویسنده	: دکتر مریم قربانی
ناشر	: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
ویراستار ادبی	: دکتر محمدرضا دیری
تیراژ	: ۱۰۰۰ نسخه
نوبت چاپ	: اول، ۱۳۹۹
قیمت	: ۱۴۵۰۰۰ تومان
چاپ	: نوروزی

هر گونه چاپ و تصویربرداری به هر شکل و تکریر صفحات کتاب ممنوع می‌باشد.

مرکز نشر و پخش: تلفن: ۰۱۱۳۳۶۸۷۴۳۷ فاکس: ۰۱۱۳۳۶۸۷۴۴۲

تقدیم به:

دانشجویان، پژوهشگران و صنعتگران پرتلاشی که فعالانه در توسعه دانش چوب گام برمی دارند. امید که
با بهبود خواص این ماده گرانهای طبیعی، اعتلای علمی و صنعتی فرآورده های سلولزی، توأم با
صیانت از جنگل های سرگرد.

دیباچه

چوب ماده‌ای است گرانبها که با سرمایه الهی و کار طبیعت در کارگاه جنگل تولید می‌شود. ویژگی‌های منحصر به فرد آن از قبیل سبکی، مقاومت بالا، افزارخوری، شکل‌پذیری آسان، قابلیت تبدیل به انواع فرآورده‌ها و بسیاری از خصوصیات ممتاز دیگر موجب گردید تا در همه اعصار فرآورده‌های بی‌شماری از آن تولید شود تا آنجا که تاکنون بیش از ۵۰۰۰ فرآورده مختلف برای چوب به ثبت رسیده‌است. به‌رغم مزایای مذکور، چوب، به لحاظ ساختار ویژه‌اش (عناصر و مواد ساختاری آن)، به عنوان یک پلیمر طبیعی، به‌آسانی تحت تاثیر عوامل مخرب زیستی و محیطی از قبیل گرما، رطوبت، نور خورشید و بارندگی تخریب شده، در شکل ظاهری و مقاومت‌ها دچار افت و نقصان می‌شود. ولیکن، متأسفانه انسان نگهداری و حفاظت شایسته‌ای از این ماده به‌عمل نمی‌آورد.

نگاهی گذرا به وضعیت جنگل و سایر منابع تولید چوب در کشور ما نیز نشان‌دهنده کمبود این ماده ارزشمند می‌باشد. جنگل کامل‌ترین، باارزش‌ترین و متنوع‌ترین پوشش گیاهی زمین را تشکیل می‌دهد که طی میلیون‌ها سال تکامل جوامع گیاهی شکل گرفته است و در طول قرون متمادی، انسان‌ها به فراخور نیاز، از آن به‌عنوان منبع و زیستگاه بهره‌مند شده‌اند. از یک سو، افزایش جمعیت انسان و متنوع شدن نیازها به خصوص در دوران پس از انقلاب صنعتی، تعادل و تناسب حضور انسان و بهره‌برداری از این عرصه‌ها را دچار مخاطره نموده و فشار بسیاری را به آن وارد کرده‌است. از سوی دیگر، مدیریت نامطلوب سازمان‌های مرتبط، عدم توان کنترل عرصه‌های جنگلی و جلوگیری از قاچاق چوب، حضور بیش از حد و مخرب دام، وجود روستاهای کوچک و پراکنده در داخل جنگل و دیگر معضلات و مشکلات موجود سبب شده‌است تا هر ساله بخشی از مجموعه عرصه‌های جنگلی کشور تخریب شود. روند پرشتاب توسعه و رشد اقتصادی کشور نیز ضرورت توجه به

تامین چوب و فرآورده‌های مورد نیاز کشور را برای حال و آینده بیش از پیش محسوس نموده‌است.

با توجه به کاربرد روزافزون چوب در صناعی مانند ساختمان‌سازی و فرآورده‌های چوبی (درودگری، مبلمان و کابینت‌سازی) که در زمان‌های طولانی در معرض شرایط جوی و محیطی قرار دارند، چوب مورد نیاز صنایع سلولزی و جمعیت کشور تامین نخواهد شد، مگر آنکه اولاً زراعت گونه‌های تندرشد در سطحی وسیع و در قالب یک استراتژی ملی توسعه یابد، و ثانیاً دوام چوب و محصولات چوبی در مقابل عوامل مخرب زنده و غیرزنده افزایش یابد. از نظر علمی، چوب گونه‌های تندرشد به‌علت بهره‌برداری در سنین کم، بسیار کم‌دوام‌تر از چوب‌های مسن حاصل جنگل‌ها و توده‌های درختی طبیعی است. کاهش نسبت گونه‌های چوبی بادوام و مقاوم در برابر عوامل مخرب نیز حفاظت و اصلاح چوب با هدف افزایش دوام طبیعی فرآورده‌های حاصل از آن را ضروری می‌نماید. در کتاب حاضر، فرآیندهای صنعتی و نوین اصلاح چوب و فرآورده‌های مرکب، به عنوان روش‌های کارآمد در بهبود خواص چوب، معرفی می‌گردند. امید است که این اثر در راستای حفاظت و نگهداری چوب، افق تازه‌ای را پیش روی علاقه‌مندان و دانشجویان قرار دهد و صنعت اصلاح چوب در کشور عزیز ما مورد توجه بیشتری واقع شود تا هم به جنگل‌ها فشار بهره‌برداری کمتری وارد شود و هم عمر مفید فرآورده‌های چوبی افزایش یابد.

دکتر مریم قربانی

هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
بخش اول: معرفی ساختار چوب و مبانی اصلاح	۱
فصل اول: آشنایی با ساختار شیمیایی و اجزای سازنده چوب	۴
۱-۱- مقدمه	۴
۱-۲- ساختار و اجزای چوب	۵
۱-۲-۱- ساختار چوب	۵
۱-۲-۱-۱- ساختار ماکروسکوپی چوب	۵
۱-۲-۱-۲- ساختار میکروسکوپی چوب	۶
۱-۲-۲- نانو ساختار و اجزای شیمیایی چوب	۸
۱-۲-۳- اجزای چوب	۹
۱-۳-۲-۱- سلولز	۹
۱-۳-۲-۲- همی سلولز	۱۱
۱-۳-۲-۳- لیگنین	۱۲
فصل دوم: روش‌های اصلاح چوب	۱۶
۱-۲- تخریب چوب	۱۶
۲-۲- اصلاح چوب	۱۷
۳-۲- مکانسیم‌های اصلی اصلاح چوب	۱۹
۱-۳-۲- اصلاح شیمیایی	۲۰
۲-۳-۲- اصلاح گرمایی	۲۱
۳-۳-۲- اصلاح مکانیکی	۲۲
۴-۳-۲- اصلاح سطحی	۲۴
۵-۳-۲- چوب پلیمر	۲۵
بخش دوم: روش‌های اصلاح شیمیایی چوب	۲۷
فصل سوم: معرفی شاخص‌ها و پیش نیازهای اصلاح شیمیایی چوب	۳۰
اصلاح شیمیایی	۳۰
۱-۳- شاخص‌های شدت اصلاح	۳۱
۱-۱-۳- حجیم‌کنندگی	۳۱
۲-۱-۳- درصد افزایش وزن	۳۲
۳-۱-۳- کارایی ضدواکشیده‌گی یا ضدهم‌کشیدگی	۳۲
۴-۱-۳- کارایی ضدواکشیده‌گی/ضدهم‌کشیدگی بدون محاسبه حجیم‌کنندگی	۳۲

عنوان	شماره صفحه
--------------	-------------------

۳-۱-۵- کارایی آب‌گریزی.....	۳۳
۳-۱-۶- جانشینی گروه‌های هیدروکسیل.....	۳۳
۳-۲-۲- پیش‌نیازهای واکنش اصلاح.....	۳۴
۳-۲-۱- نفوذ اصلاح‌کننده.....	۳۴
۳-۲-۲- واکنش‌گرها.....	۳۷
۳-۲-۳- شرایط واکنش.....	۳۸
۳-۲-۴- نوع چوب.....	۳۹
۳-۲-۵- تأیید انجام پیوند.....	۳۹
۳-۲-۵-۱- تغییر حجم چوب.....	۳۹
۳-۲-۵-۲- استحکام پیوند.....	۴۰
۳-۲-۵-۳- طیف‌سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه.....	۴۱
۳-۲-۶- توزیع مواد شیمیایی پیوند یافته.....	۴۳
۳-۳- واکنش‌های اصلاح شیمیایی چوب.....	۴۴
۳-۳-۱- انیدریدها.....	۴۴
۳-۳-۲- آلدئیدها.....	۴۵
۳-۳-۳- اپوکسیدها.....	۴۷
۳-۳-۴- سیلیل‌دار کردن.....	۴۸
۳-۳-۵- اولیگواستری کردن.....	۵۰

فصل چهارم: اصلاح شیمیایی با استیک‌انیدرید..... ۵۴

۴-۱- مکانسیم واکنش استیل‌دار کردن.....	۵۴
۴-۲- پراکنش گروه‌های استیلی در دیواره‌های سلولی.....	۵۹
۴-۳- اثر استیل‌دار کردن بر خواص چوب ماسیو.....	۶۱
۴-۳-۱- خواص فیزیکی.....	۶۱
۴-۳-۱-۱- جذب رطوبت.....	۶۱
۴-۳-۱-۲- پایداری ابعاد.....	۶۳
۴-۳-۲- تغییرات ساختار چوب.....	۶۶
۴-۳-۳- مقاومت زیستی.....	۶۷
۴-۳-۴- مقاومت‌های مکانیکی.....	۷۱
۴-۳-۵- طیف‌سنجی زیرقرمز تبدیل فوریه چوب استیل‌دار.....	۷۲
۴-۳-۶- اثر هوازدگی بر ساختار شیمیایی و میکروسکوپی چوب استیل‌دار.....	۷۳

فصل پنجم: اصلاح شیمیایی فرآورده‌های مرکب با استیک‌انیدرید ۸۰

- اثر استیل‌دار کردن بر خواص فرآورده‌های مرکب چوبی ۸۰
- ۵-۱- انتقال حرارت طی فرآیند ساخت ۸۱
- ۵-۲- خواص فیزیکی ۸۵
- ۵-۱-۲- جذب آب و واکنشیدگی ضخامت ۸۵
- ۵-۲-۲- بازگشت فنری ۸۹
- ۵-۳- خواص مکانیکی ۹۱
- ۵-۴- مقاومت زیستی ۹۷
- ۵-۵- مقاومت در برابر آتش ۱۰۳
- ۵-۶- مقاومت در برابر هوازدگی ۱۰۵

فصل ششم: اصلاح شیمیایی با مالئیک‌انیدرید ۱۰۸

- اصلاح با مالئیک‌انیدرید ۱۰۸
- ۶-۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی ساختار چوب ۱۱۰
- ۶-۲- پراش پرتو ایکس ۱۱۰
- ۶-۳- اثر شرایط متفاوت دما و زمان بر اصلاح با مالئیک‌انیدرید ۱۱۲
- ۶-۱-۳- تغییرات افزایش وزن ۱۱۲
- ۶-۳-۲- طیف زیرقرمز تبدیل فوریه ۱۱۳
- ۶-۳-۳- جانشینی گروه‌های هیدروکسیل ۱۱۵
- ۶-۳-۴- جذب آب و پایداری ابعاد ۱۱۷
- ۶-۴- مقاومت در برابر پوسیدگی ۱۲۰

فصل هفتم: اصلاح با آلدئیدها ۱۲۴

- اصلاح با آلدئید ۱۲۴
- ۷-۱- اثر کاتالیزورهای مختلف در اصلاح با گلو تار آلدئید بر خواص چوب ۱۲۷
- ۷-۱-۱- خواص فیزیکی ۱۲۷
- ۷-۱-۱-۱- افزایش وزن و دانسیته ۱۲۷
- ۷-۱-۱-۲- ضریب حجم‌کنندگی و جانشینی گروه‌های هیدروکسیل ۱۲۸
- ۷-۱-۱-۳- جذب آب ۱۲۹
- ۷-۱-۱-۴- واکنشیدگی حجمی ۱۳۱
- ۷-۱-۱-۵- کارایی ضدواکنشیدگی ۱۳۲
- ۷-۱-۲- ساختار شیمیایی چوب ۱۳۴

۱۳۵	۲-۷- اثر روش اصلاح با گلوتارآلدئید.....
۱۳۵	۱-۲-۷- خواص فیزیکی.....
۱۳۵	۱-۱-۲-۷- افزایش وزن ودانسیته.....
۱۳۷	۲-۱-۲-۷- ضریب حجم‌کنندگی و جانشینی گروه‌های هیدروکسیل.....
۱۳۸	۳-۱-۲-۷- جذب آب.....
۱۳۹	۴-۱-۲-۷- واکنشیدگی حجمی.....
۱۴۰	۵-۱-۲-۷- کارایی ضدواکنشیدگی.....
۱۴۳	۲-۲-۷- ساختار شیمیایی.....
۱۴۴	۳-۷- اثر اصلاح تلفیقی گلوتارآلدئید/پارافین بر ویژگی‌های چوب.....
۱۴۴	۱-۳-۷- خواص فیزیکی.....
۱۴۴	۱-۱-۳-۷- افزایش وزن و دانسیته.....
۱۴۵	۲-۱-۳-۷- ضریب حجم‌کنندگی و جانشینی گروه‌های هیدروکسیل.....
۱۴۶	۳-۱-۳-۷- جذب آب.....
۱۴۷	۴-۱-۳-۷- کارایی ضدواکنشیدگی.....
۱۴۹	۲-۳-۷- آزمون دوره‌ای غوطه‌وری خشک‌کردن.....
۱۵۱	۳-۳-۷- ساختار شیمیایی.....
۱۵۲	۴-۳-۷- ریخت‌شناسی ساختار چوب.....
۱۵۴	۵-۳-۷- آنالیز پایداری حرارتی.....
۱۵۶	۶-۳-۷- خواص مکانیکی.....
۱۵۶	۱-۶-۳-۷- خواص خمشی.....
۱۵۸	۲-۶-۳-۷- فشار موازی الیاف.....
۱۶۰	۳-۶-۳-۷- سختی.....
۱۶۱	۷-۳-۷- مقاومت در برابر پوسیدگی.....

فصل هشتم: اصلاح با ترکیبات اپوکسیدی..... ۱۶۴

۱۶۴	واکنش اپوکسیدها با چوب.....
۱۶۶	۱-۸- شرایط واکنش.....
۱۷۱	۲-۸- روش خشک کردن.....
۱۷۳	۳-۸- تغییرات حجم چوب در اثر اصلاح.....
۱۷۵	۴-۸- پایداری ابعاد چوب اصلاح شده.....
۱۷۶	۵-۸- آزمون دوره‌ای غوطه‌وری-خشک کردن.....
۱۷۶	۱-۵-۸- افزایش وزن.....
۱۷۸	۲-۵-۸- جانشینی گروه‌های هیدروکسیل.....

۸-۵-۳- ضریب حجیم‌کنندگی	۱۷۹
۸-۵-۴- جذب آب و پایداری ابعاد	۱۸۰
۸-۶- ریخت‌شناسی ساختار چوب	۱۸۲
۸-۷- طیف‌سنجی زیرقرمز تبدیل فوریه	۱۸۵
۸-۸- توزیع مواد شیمیایی	۱۸۶
۸-۹- واکنش اپوکسیدها	۱۹۴
۸-۱۰- اثر رطوبت بر واکنش‌های اپوکسید	۱۹۷
۸-۱۱- آزمون پوسیدگی	۱۹۸
۸-۱۲- آزمون آزمایشگاهی-خاک غیراستریل	۲۰۱
۸-۱۳- خواص مکانیکی	۲۰۳
۸-۱۴- هوازدهی تسریع شده	۲۰۵
۸-۱۵- خواص حرارتی	۲۰۹
۸-۱۶- مقاومت اتصال چسب	۲۱۲

فصل نهم: اصلاح با ترکیبات سیلانی ۲۱۴

اصلاح با ترکیبات سیلانی	۲۱۴
۹-۱- طیف‌سنجی زیرقرمز تبدیل فوریه	۲۱۷
۹-۲- ریخت‌شناسی ساختار چوب	۲۲۰
۹-۳- پایداری حرارتی	۲۲۲
۹-۴- خواص فیزیکی	۲۲۵
۹-۴-۱- جذب ترکیبات سیلانی در اصلاح دیوارهای	۲۲۵
۹-۴-۲- دانسیته و افزایش وزن	۲۲۶
۹-۴-۳- ضریب حجیم‌کنندگی و جایگزینی گروه‌های هیدروکسیل	۲۲۹
۹-۴-۴- جذب آب و تغییرات ابعاد	۲۳۰
۹-۴-۵- آزمون دوره‌ای غوطه‌وری- خشک کردن	۲۳۶
۹-۵- خواص مکانیکی	۲۴۵
۹-۵-۱- خواص خمشی	۲۴۵
۹-۵-۲- فشار موازی الیاف	۲۴۹
۹-۵-۳- سختی	۲۵۱
۹-۶- مقاومت زیستی	۲۵۳

فصل دهم: مقایسه اصلاح شیمیایی با ترکیبات انیدریدی، اپوکسیدی و سیلانی ۲۵۸

مقایسه اصلاح کننده‌های انیدریدی، اپوکسیدی و سیلانی	۲۵۸
۱-۱۰- طیف زیرقرمز تبدیل فوریه	۲۵۹
۱-۲- ریخت‌شناسی ساختار چوب	۲۶۰
۱-۴- خواص فیزیکی	۲۶۳
۱-۴- جذب آب و تغییر ابعاد	۲۶۴
۱-۵- خصوصیات مکانیکی	۲۶۷
۱-۵- خواص خمشی	۲۶۷
۱-۵- فشار موازی الیاف	۲۶۸
۱-۵- سختی	۲۶۹
۱-۶- مقاومت زیستی	۲۷۰

بخش سوم: اصلاح گرمایی چوب و فرآورده‌های مرکب چوبی ۲۷۳

فصل یازدهم: اصلاح گرمایی چوب ۲۷۶

اصلاح گرمایی	۲۷۶
۱-۱۱- فرآیندهای تجاری اصلاح گرمایی	۲۷۹
۱-۱۱- پلاتو	۲۷۹
۱-۱۱- ۲ و ۳- فرآیند رتیفیکاسیون و Perdure	۲۸۰
۱-۱۱- ۴- ترمووود	۲۸۱
۱-۱۱- ۵- تیمار روغن داغ	۲۸۱
۱-۱۱- ۶- فرآیند TERMOVUOTO	۲۸۲
۱-۱۱- ۷- اصلاح نانوگرمایی	۲۸۵
۱-۱۱- ۲- تاثیر اصلاح گرمایی بر ویژگی‌های شیمیایی چوب	۲۸۶
۱-۲- ۱- بلورینگی	۲۸۶
۲-۲- ۱- همی سلولز	۲۸۷
۳-۲- ۱- سلولز	۲۸۸
۴-۲- ۱- لیگنین	۲۹۰
۵-۲- ۱- مواد استخراجی	۲۹۱
۳-۱- ۱- اثر اصلاح گرمایی بر خواص فیزیکی	۲۹۱
۱-۳- ۱- تغییرات وزن	۲۹۱
۲-۳- ۱- جذب آب و تغییرات ابعاد	۲۹۵
۳-۳- ۱- ویژگی‌های زیستی	۳۰۳

۱۱-۳-۴- نفوذپذیری	۳۱۳
۱۱-۳-۵- اثر اصلاح گرمایی بر خواص مکانیکی	۳۱۷

فصل دوازدهم: اصلاح گرمایی فرآورده‌های مرکب چوبی ۳۲۴

اثر اصلاح گرمایی بر ویژگی‌های چندسازه چوبی	۳۲۴
۱۲-۱- تغییرات ساختار شیمیایی آرد چوب	۳۲۵
۱۲-۲- انتقال حرارت	۳۲۷
۱۲-۳- خواص فیزیکی	۳۳۰
۱۲-۳-۱- تغییرات وزن خرده‌چوب راش	۳۳۰
۱۲-۳-۲- جذب آب و واکنشیدگی ضخامت	۳۳۱
۱۲-۴- خواص مکانیکی	۳۳۴
۱۲-۴-۱- خواص خمشی	۳۳۴
۱۲-۴-۱-۱- مدول گسیختگی	۳۳۴
۱۲-۴-۲- مدول الاستیسیته	۳۳۶
۱۲-۴-۲- چسبندگی داخلی	۳۳۷

بخش چهارم: اصلاح پرکننده‌های لیگنوسلولزی در چوب پلاستیک ۳۸۱

فصل سیزدهم: اصلاح پرکننده‌های لیگنوسلولزی در چوب پلاستیک ۳۴۲

اثر اصلاح پرکننده لیگنوسلولزی بر ویژگی‌های چندسازه چوب پلاستیک	۳۴۲
۱۳-۱- اصلاح شیمیایی	۳۴۳
۱۳-۱-۱- خواص آرد چوب اصلاح شیمیایی شده	۳۴۵
۱۳-۱-۱-۱- طیفسنجی زیرقرمز تبدیل فوریه	۳۴۵
۱۳-۱-۱-۲- آنالیز حرارتی آرد چوب	۳۴۷
۱۳-۱-۱-۳- جذب آب آرد چوب	۳۴۸
۱۳-۱-۲- خواص چوب پلاستیک حاوی آرد چوب اصلاح شیمیایی شده	۳۵۰
۱۳-۱-۲-۱- ریخت‌شناسی	۳۵۰
۱۳-۱-۲-۲- آنالیز حرارتی چوب پلاستیک	۳۵۲
۱۳-۱-۲-۳- خواص فیزیکی	۳۵۶
۱۳-۱-۲-۳-۱- جذب آب و کارایی آبریزی	۳۵۶
۱۳-۱-۲-۳-۲- واکنشیدگی ضخامت	۳۵۸
۱۳-۱-۲-۴- خواص مکانیکی	۳۶۰
۱۳-۱-۲-۴-۱- خواص کششی	۳۶۰

۳۶۳	۱-۲-۴-۲- خواص خمشی
۳۶۵	۱-۲-۴-۳- مقاومت به ضربه فاق دار
۳۶۷	۱۳-۲- اصلاح گرمایی
۳۶۸	۱۳-۲-۱- طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه
۳۶۹	۱۳-۲-۲- ریخت شناسی فرآورده مرکب
۳۷۰	۱۳-۲-۳- آنالیز حرارتی
۳۷۲	۱۳-۲-۴- خواص فیزیکی
۳۷۵	۱۳-۲-۵- ویژگی های مکانیکی
۳۷۵	۱۳-۲-۱- خواص خمشی
۳۷۷	۱۳-۲-۵- خواص کششی
۳۸۰	۱۳-۲-۳- مقاومت به ضربه فاق دار

بخش پنجم: روش های اصلاح مکانیکی و سطحی چوب

فصل چهاردهم: روش های اصلاح مکانیکی چوب

۳۸۸	اصلاح مکانیکی
۳۹۱	۱۴-۱- روش های اصلاح مکانیکی چوب
۳۹۱	۱۴-۱-۱- گرمایی-مکانیکی
۳۹۴	۱۴-۱-۲- فشرده سازی گرمایی-مکانیکی
۳۹۷	۱۴-۱-۳- ویسکوالاستیک-گرمایی-مکانیکی
۳۹۸	۱۴-۱-۴- ارتعاشی-گرمایی-مکانیکی
۳۹۹	۱۴-۱-۵- روغن های گیاهی عامل دار شده-گرمایی-مکانیکی
۴۰۱	۱۴-۱-۶- نانوروغن گرمایی-مکانیکی
۴۰۲	۱۴-۱-۷- شیمیایی-مکانیکی
۴۰۳	۱۴-۱-۷-۱- لیگنین زدایی-مکانیکی
۴۰۶	۱۴-۱-۷-۲- آب گریزی-مکانیکی
۴۰۶	۱۴-۱-۷-۳- اصلاح رزین مکانیکی
۴۰۹	۱۴-۱-۷-۴- نرم کنندگی شیمیایی-مکانیکی
۴۱۱	۱۴-۲- مقایسه اصلاح های تلفیقی گرمایی-مکانیکی با شیمیایی-مکانیکی
۴۱۱	۱۴-۲-۱- ویژگی های فیزیکی
۴۱۵	۱۴-۲-۲- ویژگی های مکانیکی
۴۱۸	۱۴-۳- اثر اصلاح نانوروغن گرمایی/مکانیکی بر خواص کاربردی فرآورده
۴۱۹	۱۴-۳-۱- طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه

عنوان شماره صفحه

۴۲۰	۲-۳-۱۴- تصاویر میکروسکوپ الکترونی
۴۲۲	۳-۳-۱۴- آزمون فیزیکی
۴۲۲	۱-۳-۱۴- دانسیته
۴۲۴	۲-۳-۱۴- جذب رطوبت، آب و کارایی آبگریزی
۴۲۸	۳-۳-۱۴- واکنشیدگی ضخامت و کارایی ضدواکنشیدگی
۴۳۰	۴-۳-۱۴- بازگشت فوری
۴۳۲	۴-۳-۱۴- زاویه تماس آب
۴۳۶	۵-۳-۱۴- آزمون مکانیکی
۴۳۶	۱-۵-۳-۱۴- خواص خمشی
۴۳۸	۲-۵-۳-۱۴- مقاومت به فشار موازی الیاف
۴۳۹	۳-۵-۳-۱۴- سختی
۴۴۰	۴-۵-۳-۱۴- مقاومت به ضربه

فصل پانزدهم: اصلاح سطحی ۴۴۴

۴۴۴	۱-۱۵- تخریب سطح چوب
۴۴۴	۱-۱-۱۵- هوازدگی
۴۴۶	۲-۱-۱۵- پدیده ترشوندگی
۴۴۷	۱-۲-۱-۱۵- اثرات زیری سطح بر زاویه تماس
۴۴۸	۲-۲-۱-۱۵- فوق آبگریز
۴۴۹	۳-۲-۱-۱۵- آبگریزی و آبدوستی در پدیده‌های طبیعی
۴۵۱	۴-۲-۱-۱۵- قابلیت فوق ترشوندگی
۴۵۳	۲-۱۵- اصلاح سطحی
۴۵۶	۱-۲-۱۵- روش‌های اصلاح سطحی
۴۵۶	۱-۱-۲-۱۵- تیمارهای پلاسما
۴۵۷	۲-۱-۲-۱۵- پیوند غیرآنزیمی روی سطح چوب از طریق تیمار شیمیایی- عامل‌دار کردن چوب
۴۵۸	۳-۱-۲-۱۵- عامل‌دار کردن آنزیمی سطوح
۴۵۸	۴-۱-۲-۱۵- روش‌های سل-ژل
۴۶۰	۵-۱-۲-۱۵- اصلاح سطح چوب از طریق رسوب نانوذرات
۴۶۳	۶-۱-۲-۱۵- اصلاح شیمیایی سطوح و تیمارهای اشباع سطحی
۴۶۶	۷-۱-۲-۱۵- اصلاح سطح چوب با میکروویو
۴۶۶	۸-۱-۲-۱۵- کاربرد تیمارهای مکانیکی مختلف برای اصلاح سطح چوب
۴۶۷	۹-۱-۲-۱۵- روش‌های تیمار سطحی گرمایی-مکانیکی
۴۶۸	۳-۱۵- بررسی تغییرات خواص در اصلاح سطحی چوب

عنوان	شماره صفحه
--------------	-------------------

۱-۳-۱۵- بهبود اتصال چسب و پوشش ها	۴۶۸
۲-۳-۱۵- ترشوندگی و نفوذپذیری	۴۷۱
۳-۳-۱۵- مقاومت در برابر تابش UV و هوازدگی	۴۷۵
۴-۳-۱۵- مقاومت در برابر عوامل مخرب زیستی و خواص ضدباکتریایی	۴۷۷
۵-۳-۱۵- خواص کندسوزکنندگی، مکانیکی و غیره	۴۷۸
۴-۱۵- نتیجه گیری	۴۷۹

بخش ششم: کامپوزیت چوب پلیمر

فصل شانزدهم: چوب پلیمر-انواع پلیمر و افزودنی ها

کامپوزیت های چوب پلیمر	۴۸۴
۱-۱۶- مقدمه	۴۸۴
۲-۱۶- تعریف کامپوزیت چوب پلیمر	۴۸۵
۳-۱۶- تاریخچه	۴۸۶
۴-۱۶- کاربرد چوب پلیمر	۴۸۷
۵-۱۶- مکانیسم بسپارش	۴۸۹
۱-۵-۱۶- بسپارش تابشی	۴۹۰
۱-۱-۵-۱۶- تابش گاما	۴۹۰
۲-۱-۵-۱۶- پرتو الکترونی	۴۹۲
۲-۵-۱۶- بسپارش در حضور آغازگرهای حساس به گرما	۴۹۳
۱-۲-۵-۱۶- آغازگرهای پراکسید	۴۹۳
۲-۲-۵-۱۶- آغازگرهای آزو	۴۹۴
۶-۱۶- گونه های چوبی	۴۹۶
۷-۱۶- مونومرها	۴۹۸
۱-۷-۱۶- متیل متاکریلات	۴۹۹
۲-۷-۱۶- استایرن	۵۰۱
۳-۷-۱۶- آکریلونیتریل	۵۰۴
۴-۷-۱۶- وینیل کلرید	۵۰۵
۵-۷-۱۶- وینیل استات	۵۰۵
۶-۷-۱۶- آکلریل آمید	۵۰۶
۸-۱۶- افزودنی ها	۵۰۶
۱-۸-۱۶- افزودنی های متداول	۵۰۶
۱-۱-۸-۱۶- اتصال دهنده های عرضی	۵۰۶

عنوان شماره صفحه

.....	۱۶-۸-۲- عوامل جفت کننده	۵۰۹
.....	۱۶-۸-۳- کاتالیزورها	۵۱۲
.....	۱۶-۸-۲- ترکیبات فراسودمند	۵۱۳
.....	۱۶-۸-۱- قارچ کش ها	۵۱۳
.....	۱۶-۸-۲- کندسوز کننده ها	۵۱۴
.....	۱۶-۸-۳- عوامل آبگریز کننده	۵۱۴
.....	۱۶-۸-۴- رنگدانه ها	۵۱۶
.....	۱۶-۸-۵- پایدارکننده های فرابتفش	۵۱۶
.....	۱۶-۹- روش اشباع	۵۱۷
.....	۱۶-۱۰- روش بسپارش	۵۱۸
.....	۱۶-۱۱- انواع چوب پلیمر	۵۱۹
.....	۱۶-۱۱-۱- چوب پلیمر حفره ای	۵۲۰
.....	۱۶-۱۱-۲- چوب پلیمر دیواره ای	۵۲۰
.....	۱۶-۱۱-۳- چوب پلیمر ترکیبی حفره ای-دیواره ای	۵۲۱
.....	۱۶-۱۱-۴- چوب پلیمر فشرده	۵۲۴
.....	۱۶-۱۱-۵- کامپوزیت چوب پلیمر اسفنجی	۵۲۵
.....	۱۶-۱۱-۶- کامپوزیت های چوب پلیمر تقویت شده با پرکننده نانو	۵۲۵
.....	۱۶-۱۱-۷- نانو کامپوزیت های هیبریدی آلی-غیرآلی چوب	۵۲۶
.....	۱۶-۱۲- شاخص های ارزیابی کارایی بسپارش	۵۲۶
.....	۱۶-۱۳- نتیجه گیری و پیشنهادات آتی	۵۲۸

فصل هفدهم: مقایسه کارایی مونومرهای وینیلی استایرن و متیل متاکریلات ۵۳۰

.....	مقایسه کارایی مونومرهای وینیلی استایرن و متیل متاکریلات	۵۳۰
.....	۱۷-۱- خواص فیزیکی	۵۳۰
.....	۱۷-۱-۱- جذب پلیمر و تغییرات دانسیته	۵۳۰
.....	۱۷-۱-۲- جذب آب و تغییرات ابعاد	۵۳۳
.....	۱۷-۲- ویژگی های مکانیکی	۵۳۷
.....	۱۷-۲-۱- خواص خمشی	۵۳۹
.....	۱۷-۲-۲- سختی	۵۴۰
.....	۱۷-۲-۳- فشار موازی الیاف	۵۴۳
.....	۱۷-۲-۴- مقاومت به سایش	۵۴۴
.....	۱۷-۳- مقاومت در برابر پوسیدگی	۵۴۴

۵۴۷	۱۷-۴- مقاومت به هوازدگی
۵۴۸	۱۷-۵- مقاومت در برابر آتش
۵۵۰	۱۷-۶- هدایت حرارتی

فصل هجدهم: اثر جفت کننده انیدریدی و اپوکسیدی ۵۵۲

۵۵۲	اثر جفت کننده انیدریدی و اپوکسیدی
۵۵۴	۱۸-۱- ساختار میکروسکوپی چوب پلیمر
۵۵۶	۱۸-۲- بلورینگی
۵۵۷	۱۸-۳- طیف زیرقرمز تبدیل فوری
۵۶۰	۱۸-۴- پایداری حرارتی
۵۶۲	۱۸-۵- خواص فیزیکی
۵۶۲	۱۸-۵-۱- ماندگاری پلیمر و تغییرات دانسیته
۵۶۴	۱۸-۵-۲- جذب آب و واکنشیدگی حجمی
۵۶۸	۱۸-۶- خواص مکانیکی
۵۶۸	۱۸-۶-۱- خواص خمشی
۵۷۱	۱۸-۶-۲- سختی و فشار موازی الیاف
۵۷۳	۱۸-۷- مقاومت زیستی

فصل نوزدهم: اثر جفت کننده سیلانی ۵۷۸

۵۷۸	جفت کننده های سیلانی
۵۷۹	۱۹-۱- معرفی برخی از متداول ترین جفت کننده های سیلانی
۵۷۹	۱۹-۱-۱- تری متوکسی سیلیل پروپیل متاکریلات
۵۸۰	۱۹-۱-۲- تترا اتوکسی سیلان
۵۸۱	۱۹-۱-۳- تری اتوکسی وینیل سیلان
۵۸۲	۱۹-۲- طیف سنجی زیرقرمز تبدیل فوری
۵۸۵	۱۹-۳- تصاویر میکروسکوپ الکترونی
۵۸۷	۱۹-۴- پایداری حرارتی
۵۹۰	۱۹-۵- خواص فیزیکی
۵۹۰	۱۹-۵-۱- ماندگاری پلیمر و تغییرات دانسیته
۵۹۶	۱۹-۵-۲- جذب آب و تغییرات ابعاد
۶۰۵	۱۹-۶- مقاومت های مکانیکی
۶۰۵	۱۹-۶-۱- خواص خمشی

عنوان	شماره صفحه
-------	------------

۱۹-۶-۲- سختی و فشار موازی الیاف	۶۰۹
۱۹-۶-۳- مقاومت به ضربه	۶۱۵
۱۹-۷- مقاومت زیستی	۶۱۶

فصل بیستم: مقایسه اثر جفت‌کنندگی ترکیبات انیدریدی، اپوکسیدی و سیلانی	۶۲۴
--	-----

مقایسه جفت‌کننده‌های انیدریدی، اپوکسیدی و سیلانی	۶۲۴
۲۰-۱- طیف‌سنجی زیرقرمز تبدیل فوری	۶۲۶
۲۰-۲- ریخت‌شناسی ساختار چوب	۶۲۸
۲۰-۳- آنالیز حرارتی	۶۳۰
۲۰-۴- خواص فیزیکی	۶۳۲
۲۰-۴-۱- ماندگاری پلیمر و تغییرات دانسیته	۶۳۲
۲۰-۴-۲- جذب آب و تغییرات ابعاد	۶۳۴
۲۰-۵- خواص مکانیکی	۶۳۷
۲۰-۵-۱- خواص خمشی	۶۳۷
۲۰-۵-۲- فشار موازی الیاف و سختی	۶۳۸
۲۰-۶- مقاومت زیستی	۶۴۱

فصل بیست و یکم: نانوکامپوزیت چوب پلیمر	۶۴۴
--	-----

نانوکامپوزیت‌های چوب پلیمر	۶۴۴
۲۱-۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی	۶۴۵
۲۱-۲- پراش اشعه ایکس	۶۴۸
۲۱-۳- پایداری حرارتی	۶۴۹
۲۱-۴- خواص فیزیکی	۶۵۱
۲۱-۴-۱- جذب پلیمر و تغییرات دانسیته	۶۵۱
۲۱-۴-۲- جذب آب و تغییرات ابعاد	۶۵۴
۲۱-۵- خواص مکانیکی	۶۵۹
۲۱-۵-۱- خواص خمشی	۶۵۹
۲۱-۵-۲- سختی و فشار موازی الیاف	۶۶۲
۲۱-۶- مقاومت زیستی	۶۶۴

واژه‌نامه	۶۶۸
-----------------	-----

منابع	۶۸۰
-------------	-----



*Sari Agricultural Sciences and
Natural Resources University*

151

Wood and composites modification Industrial and modern methods



By: Dr. Maryam Ghorbani

**Associate professor of Sari Agricultural Sciences
and Natural Resources University**