اللهم صل على محمد وال محمد

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکدۀ منابع‌طبیعی
گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ

پایان‌نامه برای دریافت درجۀ کارشناسی‌ارشد
مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ

عنوان:

بررسی اثر سازگارکنندگی پلی‌پروپیلن اکسید شده در حالت مذاب و محلول در مواد مرکب الیاف چوب – پلی‌پروپیلن- نانورس

نگارش:

هاجر رئیسی نافچی

استاد راهنما:

دکتر مجید عبدوس

استاد مشاور:

دکتر سعید کاظمی‌نجفی

پائیز ۱۳۹۰

تأییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهائی پایان نامه خانم هاجر رئیسی نافچی

تحت عنوان: بررسی سازگار کنندگی پلی پروپیلن اکسید شده در حالت مذاب و محلول در مواد مرکب الیاف چوب – پلی پروپیلن – نانورس

را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی‌ارشد پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
۱- استاد راهنما	دکترمجید عبدوس	دانشیار	
۲- استاد مشاور	دکترسعید کاظمی نجفی	دانشیار	
۳-نماینده‌شورای‌تحصیلات‌تکمیلی	دکتر مهدی رحمانی نیا	استادیار	
۴- استاد ناظر	دکترامیر خسروانی	استادیار	
۵- استاد ناظر	دکترامیر نوربخش	دانشیار	

آیین‌نامه حق مالکیّت مادّی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیّت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقّق عدالت و کرامت انسان‌ها که لازمهٔ شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادّی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیئت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آن‌ها متعلّق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدیدآورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به‌صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به‌نام دانشگاه بوده و با تأیید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقالهٔ مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم‌افزار و یا آثار ویژهٔ حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتیِ کلیهٔ واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوّب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملّی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تأیید رسید و در جلسهٔ مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

نام و نام‌خانوادگی: هاجر رئیسی نافچی

تاریخ و امضا: ۱۳۹۰/۰۹/۰۱

آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه(رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به این‌که چاپ و انتشار پایان‌نامه(رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی دانشگاه است. بنابراین به‌منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهّد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامهٔ(رسالهٔ) خود، مراتب را قبلاً به‌طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده۲: در صفحهٔ سوم کتاب(پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

« کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامه ارشد نگارنده در رشته چوب‌شناسی و صنایع چوب است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر مجید عبدوس و مشاوره جناب آقای دکتر سعید کاظمی‌نجفی از آن دفاع شده است».

ماده ۳: به‌منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب(در هر نوبت چاپ) را به « دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به‌عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده۵: دانشجو تعهّد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به‌علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به‌منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل کتاب‌های عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب هاجر رئیسی نافچی دانشجوی رشته چوب‌شناسی و صنایع چوب، مقطع کارشناسی‌ارشد تعهّد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی: هاجر رئیسی نافچی

تاریخ و امضاء: ۱۳۹۰/۰۹/۰۱

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم به پاس ایثار

فداکاری و

پشتیبانی شان

در سراسر زندگیم

و

همسر مهربان و صبورم؛

به خاطر تشویق ها، فداکاری ها

و کمک های فراوانش

در به اتمام رساندن پایان نامه

تقدیر و تشکر:

با سپاس بی‌انتها به درگاه ایزد منّان، بدین وسیله از زحمات ارزنده و حُسن تدبیر کلیّه اساتید و دوستانی که در انجام این تحقیق مرا یاری و مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم و توفیق روزافزون آن‌ها را از خدا سُبحان مسئلت دارم، خصوصاً از:

- **جناب آقای دکتر مجید عبدوس** که زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده داشتند و با نصایح بسیار ارزنده و شایسته، در جهت هر چه بهتر شدن این پایان‌نامه همواره هادی من بودند.

- استاد گرانقدر **جناب آقای دکتر سعید کاظمی‌نجفی** استاد مشاور این تحقیق که در طی این پروژه از مشاوره ایشان بهره‌مند گشتم.

- اساتید گرانقدر **جناب آقای دکتر نوربخش** و **جناب آقای دکتر خسروانی** اساتید داور که قبول زحمت فرمودند و داوری پایان‌نامه بنده را بر عهده گرفتند.

استاد گرانقدر **جناب آقای دکتر مهدی رحمانی‌نیا** که قبول زحمت فرمودند و به‌عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع بنده حاضر شدند.

- آقایان دکتر حسین یوسفی، مهندس محمّد فرج الله‌پور، مهندس محمّدرضا عبده، خانم مهندس مُنا فیروزه و کلیه دوستانی که به هر نحو در اجرای این پایان‌نامه بنده را یاری نموده‌اند.

- و در نهایت **خانواده عزیزم و همسر مهربانم** که با حمایت بی‌شائبه و همه جانبه‌شان توان پیمودن این مسیر را مهیا نمودند.

هاجر رئیسی نافچی

پائیز ۱۳۹۰

چکیده

در این تحقیق تأثیر نحوه اکسیداسیون پلی‌پروپیلن در دو فاز مذاب و محلول، بر خاصیت سازگارکنندگی آن در چند سازه الیاف چوب- پلی‌پروپیلن- نانو رس مورد بررسی قرار گرفت. از سوی دیگر در این چند سازه اثر نانورُس بر عملکرد سازگارکننده، در بهبود خواص فیزیکی- مکانیکی و حرارتی مواد مرکب الیاف چوب- پلی پروپیلن- نانورُس نیز مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور پلی‌پروپیلن در فاز مذاب در مدت زمان ۲ ساعت و در حضور اکسیژن هوا، و در فاز محلول از طریق انحلال در منوکلروبنزن در مجاورت اکسیژن خالص در مدت زمان ۴ ساعت اکسید شد. به منظور ساخت نمونه‌ها، الیاف چوب، پلی‌پروپیلن و نانورُس(نسبت وزنی ۰، ۲، ۴ درصد بر حسب فاز پلیمری) به همراه ماده سازگارکننده(پلی‌پروپیلن اکسیدشده در دو فاز مذاب و محلول) به‌میزان ۳٪ با یکدیگر مخلوط شدند. سپس با پرس گرم صفحاتی به ابعاد ۱۵×۱۵ cm و ضخامت ۲mm ساخته و خواص فیزیکی مانند: جذب آب و واکشیدگی ضخامتِ کوتاه و بلند مدت، خواص مکانیکی مانند: مقاومت خمشی و کششی، مدول الاستیسیته کششی و خمشی، مقاومت به ضربه بدون فاق، خواص حرارتی مانند: TGA و DTA اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از پلی‌پروپیلن اکسیدشده در فاز مذاب اثر سازگارکنندگی بهتری را از خود نشان داد. نانو رس، باعث تقویت اثر سازگارکنندگی پلی‌پروپیلن اکسید شده در کامپوزیت گردید. با افزایش مقدار نانورُس از ۰٪ به ۴٪ مقاومت خمشی، کششی، مدول الاستیسیته کششی و خمشی، مقدار زغال باقی‌مانده و زمان سوختن چند سازه افزایش یافت. در صورتی‌که مقاومت به ضربه بدون فاق، مقدار حرارت آزاد شده و جذب آب و واکشیدگی ضخامت چند سازه با افزایش مقدار نانورُس کاهش یافت. هم‌چنین بررسی نوع فازها و مورفولوژی چند سازه به کمک پراش اشعه ایکس و میکروسکوپ الکترونی نشان داد که توزیع ذرات نانورُس در زمینه پلیمری از نوع ساختار بین لایه‌ای است و با افزایش مقدار نانورُس، فاصله بین لایه‌ای افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: چند سازه چوبی، نانو رس، پلی پروپیلن اکسید شده، سازگارکننده، اشعه ایکس، میکروسکوپ الکترونی.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- هدف پژوهش..... ۶

۱-۳- فرضیه‌های پژوهش ۷

فصل دوم

۲- سابقه تحقیق..... ۸

فصل سوم

۳- مواد و روش‌ها..... ۱۵

۳-۱- مواد..... ۱۶

۳-۱-۱- پلی‌پروپیلن..... ۱۶

۳-۱-۲- الیاف چوب..... ۱۶

۳-۱-۳ - ذرات نانو رس..... ۱۶

۳-۱-۴ - روان ساز..... ۱۶

۳-۲- روش‌ها..... ۱۷

۳-۲-۱- اکسیداسیون پلی‌پروپیلن در فاز مذاب..... ۱۷

۳-۲-۲- اکسیداسیون پلی‌پروپیلن در فاز محلول..... ۱۷

۳-۲-۳ - شاخص جریان مذاب..... ۱۷

۳-۲-۴- طیف سنج مادون قرمز(FTIR)..... ۱۸

۳-۲-۵ - فرآیند اختلاط مواد..... ۱۸

۳-۲-۶- ساخت نمونه‌های آزمونی..... ۱۸
۳-۲-۷- اندازه‌گیری خواص فیزیکی..... ۱۹
۳-۲-۸- اندازه‌گیری خواص مکانیکی..... ۱۹
۳-۲-۹- طیف سنج پراش اشعه ایکس..... ۲۰
۳-۲-۱۰- اندازه‌گیری خواص حرارتی..... ۲۰
۳-۲-۱۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی SETM ،TEM..... ۲۱
۳-۲-۱۲- پردازش آماری داده‌ها..... ۲۱

فصل چهارم

۴ - نتایج و بحث..... ۲۲
۴-۱- طیف سنجی مادون قرمز..... ۲۳
۴-۲- شاخص جریان مذاب..... ۲۵
۴-۳ - خواص فیزیکی..... ۲۵
۴-۳-۱- جذب آب ۲۵
۴-۳-۲- واکشیدگی ضخامت..... ۲۹
۴-۴- خواص مکانیکی..... ۳۳
۴-۴-۱- مدول الاستیسیته خمشی..... ۳۳
۴-۴-۲- مقاومت خمشی..... ۳۵
۴-۴-۳- مدول الاستیسیته کششی..... ۳۶
۴-۴-۴- مقاومت کششی..... ۳۸
۴-۴-۵ - مقاومت به ضربه بدون فاق..... ۳۹

۴-۵- آنالیز حرارتی..... ۴۱
۴-۵-۱- آنالیز حرارتی پلی‌پروپیلن اکسید شده(TGA، DTA)..... ۴۱
۴-۵-۲- آنالیز حرارتی کامپوزیت ساخته شده(TGA)..... ۴۲
۴-۵-۳- آنالیز حرارتی کامپوزیت ساخته شده(DTA)..... ۴۴
۴-۶- ریخت شناسی..... ۴۵
۴-۶-۱- طیف پراش پرتو اشعه ایکس(XRD)..... ۴۵
۴-۶-۲- میکروسکوپ الکترونی..... ۴۷
فصل پنجم
۵-۱- نتیجه‌گیری..... ۵۱
۵-۱-۱- طیف سنجی مادون قرمز..... ۵۱
۵-۱-۲- جذب آب..... ۵۱
۵-۱-۳- واکشیدگی ضخامت..... ۵۲
۵-۱-۴- مدول الاستیسیته خمشی و کششی..... ۵۳
۵-۱-۵- مقاومت خمشی و کششی..... ۵۳
۵-۱-۶- مقاومت به ضربه بدون فاق..... ۵۴
۵-۱-۷- آنالیز حرارتی..... ۵۴
۵-۱-۸- تصاویر میکروسکوپ الکترونی FESM و TEM..... ۵۵
۵-۲- پیشنهادها..... ۵۶
منابع..... ۵۷
ضمایم

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱- طیف FTIR پلی‌پروپیلن اکسید نشده..... ۲۴

شکل ۴-۲- طیف FTIR پلی‌پروپیلن اکسیدشده توسط اکسیژن هوا به مدت ۲ ساعت..... ۲۴

شکل ۴-۳ – طیف FTIR پلی‌پروپیلن اکسیدشده در فاز محلول به مدت ۴ساعت..... ۲۴

شکل ۴-۴- مقادیر درصد جذب آب مواد مرکب چوب‌پلاستیک بعد از ۲ ساعت غوطه..... ۲۶

شکل ۴-۵- مقادیر درصد جذب آب مواد مرکب چوب‌پلاستیک بعد از۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب..... ۲۶

شکل ۴-۶- نمودار جذب آب طولانی مدت مواد مرکب چوب پلاستیک..... ۲۸

شکل۴-۷- مقادیر درصد واکشیدگی ضخامت مواد مرکب چوب‌پلاستیک، طی ۲ ساعت غوطه‌وری در آب..... ۳۰

شکل۴-۸- مقادیر درصد واکشیدگی ضخامت مواد مرکب چوب‌پلاستیک، طی ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب..... ۳۰

شکل ۴-۹- روند واکشیدگی ضخامت مواد مرکب چوب‌پلاستیک ساخته شده، در طی غوطه‌وری طولانی مدت در آب..... ۳۱

شکل۴-۱۰- مقادیر مدول الاستیسیته خمشی در تیمارهای ۸ گانه..... ۳۳

شکل۴-۱۱- مقادیر مقاومت خمشی در تیمارهای ۸ گانه..... ۳۵

شکل ۴-۱۲- مقادیر مدول الاستیسیته کششی در تیمارهای ۸ گانه..... ۳۷

شکل ۴- ۱۳- مقادیر مقاومت کششی در تیمارهای ۸ گانه..... ۳۸

شکل۴-۱۴- مقادیر مقاومت به ضربه بدون فاق در تیمارهای ۸ گانه..... ۳۹

شکل ۴-۱۵- منحنی‌های حرارتی TGA و DTA، پلی‌پروپیلن اکسید نشده..... ۴۱

شکل ۴-۱۶- منحنی‌های حرارتی TGA و DTA، پلی‌پروپیلن اکسیدشده در دو فاز اکسیداسیون..... ۴۲

شکل ۴-۱۷- منحنی‌های آزمون وزن‌سنجی حرارتی(TGA) در تیمارهای مختلف..... ۴۳

شکل ۴-۱۸- منحنی‌های آزمون آنالیز حرارتی(DTA) برای تیمارهای مختلف.....۴۵

شکل۴-۱۹- طیف پراش اشعه ایکس در تیمارهای مختلف.....۴۶

شکل ۴-۲۰- تصاویر FESEM مواد مرکب الیاف چوب-پلی‌پروپیلن بدون سازگارکننده.....۴۷

شکل ۴-۲۱- تصاویر FESEM مواد مرکب الیاف چوب-پلی‌پروپیلن با سازگارکنندهٔ OPP،.....۴۸

شکل ۴-۲۲- تصاویر FESEM مواد مرکب الیاف چوب-پلی‌پروپیلن با سازگارکنندهٔ OPP، ۴۸
و ۲٪ ذرات نانورُس

شکل ۴-۲۳- تصاویر FESEM مواد مرکب الیاف چوب-پلی‌پروپیلن با سازگارکنندهٔ OPP،.....۴۸
و ۲٪ نانو ذرات رس

شکل ۴-۲۴- تصاویر TEM مواد مرکب الاف چوب-پلی‌پروپیلن با سازگارکننده OPP،.....۴۹
و ۲٪ نانو ذرات رس

شکل ۴-۲۵- تصاویر TEM مواد مرکب الیاف چوب-پلی‌پروپیلن با سازگارکننده OPP،.....۴۹
و ۴٪ نانو ذرات رس

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۳-۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی نانو رس بر مبنای مونتموریلونیت.....۱۶

جدول۳-۲- درصد وزنی اجزای تشکیل دهنده ترکیبات مختلف کامپوزیت.....۱۸

جدول ۴-۱- درصد عناصر تشکیل دهنده اکسیژن و کربن در پلی پروپیلن اکسید شده.....۲۳

جدول ۴-۲- تجزیه واریانس جذب آب کوتاه مدت و وا کشیدگی ضخامت کوتاه مدت،.....۲۸
طی ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در تیمارهای ۸ گانه

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس خواص مکانیکی در تیمارهای ۸ گانه.....۳۳

جدول ۴-۴- داده‌های آزمون وزن‌سنجی حرارتی(TGA) در تیمارهای مختلف.....۴۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

با توجه به محدودیت کمّی منابع چوبی و مواد پلاستیک، و رشد روزافزون تقاضای مصارف صنعتی و ساختمانی به مواداولیه با کیفیت و طول عمر بیش‌تر، و هم‌چنین توجه به جنبه‌های نوآوری محصول و اثرات زیست‌محیطی، می‌توان ازچند سازه‌های چوب-پلاستیک[1] به‌عنوان یک تکنولوژی پیشرفته و قابل توسعه نام برد. سهولت کاربرد این چند سازه‌ها به‌همراه مواداولیه ارزان و نیز سهولت در بازیافت محصولات نهایی آن، رشد سریع مصرف آن را به‌همراه داشته است(کُرد، ۱۳۸۸).

از دیرباز انسان مواد مختلف را با هم ترکیب کرده تا فرآورده‌ای جدید با خواص بهتر به‌دست آورد یکی از این فرآورده‌ها، چندسازه چوب‌پلاستیک است. این فرآورده که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است، از ترکیب یک بخش پلیمر مصنوعی(ترموپلاست‌ها) و بخش دیگر پلیمر طبیعی(الیاف چوبی و سلولزی) حاصل می‌شود(غفاریان، ۱۳۸۲). پلیمرهای مصنوعی که بیش‌تر در این صنعت به‌کار گرفته می‌شوند ترموپلاستیک‌هایی هم‌چون پلی‌پروپیلن[2]، پلی‌وینیل کلراید[3]، پلی‌اتیلن[4] و پلی‌ایزوسیانات[5] هستند که به‌دلیل خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب، قیمت مناسب و فرآیندپذیری(توسط روش‌های متداول) برای چوب-پلاستیک ارجحیت دارند(Jiang و همکاران، ۲۰۰۳؛ John & Naidu، ۲۰۰۴).

امروزه با وضع قوانین جدید زیست‌محیطی، کاربرد مواد غیرآلی به‌عنوان پُرکننده در چندسازه‌ها با محدودیت‌های فراوانی روبرو می‌باشد. به‌دلیل معایب پُرکننده‌های غیرآلی از جمله سنگینی محصول تولیدی و شکنندگی بالا، کاربرد آن‌ها محدود گردیده است، لذا محققین از مواد لیگنوسلولزی جهت تهیه این نوع از چندسازه‌هااستفاده می‌کنند. امروزه استفاده از مواد لیگنوسلولزی به‌دلیل قیمت ارزان‌تر، بازیافت، تجدید-شوندگی و تجزیه بیولوژیکی و دسترسی به انواع گوناگونی از الیاف با استقبال خوبی روبرو شده

1-Wood Plastic Composites(WPC).
2 - Polypropylene(PP).
3 - Poly vinyle choloride(PVC).
4 - Polyethylene(PE).
5 - Polyisocyanate.

است(Clemons، ۲۰۰۲). علی‌رغم این ویژگی‌های جذّاب، استفاده از پُرکننده‌های طبیعی دارای معایبی می-باشد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

عدم سازگاری بین پُرکننده‌های طبیعی (قطبی) با پلیمر ترموپلاستیک (غیرقطبی).

خاصیت نم‌پذیری پُرکننده‌های طبیعی سبب جذب آب و تغییر ابعاد مواد مرکب می‌گردد و خواص کاربردی این مواد را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

به‌طور کلی ساختار و خواص سطح مشترک بین پُرکننده و پلیمر، نقش عمده‌ای در تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت حاصل ایفا می‌کند.بدین منظور طی دو دهه گذشته تلاش‌های زیادی برای بهبود سازگاری بین پلیمر و پُرکننده‌های طبیعی و در نتیجه بهبود مقاومت سطح اتصال بین آن‌ها شده است و مواد شیمیایی مختلفی نیز برای این منظور شناسایی شدند. از این مواد در ابتدا به‌نام اتصال‌دهنده-های عرضی[۶] یاد می‌شد اما امروزه غالباً از آن‌ها به‌عنوان سازگارکننده[۷] یا عامل جفت‌کننده[۸] نام برده می‌شود. سازگارکننده‌ها عوامل شیمیایی هستند که با مکانیزم‌هایی مثل پیوند کوالانسی و درگیری مکانیکی و بر هم‌کنش‌های ثانویه و ایجاد پیوند هیدروژنی، بین پلیمرها والیاف طبیعی، پل ایجاد می‌کنند(Lu و همکاران، ۲۰۰۰). تاکنون بیش از ۴۰ نوع سازگارکننده برای چند سازه چوب‌پلاستیک معرفی شده است که متداول-ترین آن‌ها عبارتند از: ایزوسیانات‌ها، انیدریدها، سیلان‌ها و پلیمرهای اصلاح شده با انیدریدها مانندMAPP[۹] (پلی‌پروپیلن اصلاح شده با انیدرید مالئیک)،MAPE[۱۰] (پلی‌اتیلن اصلاح شده با انیدرید مالئیک)؛ که معروف‌ترین ترکیب مورد استفاده برای این منظور مالئیک انیدرید ومشتقات آن می‌باشند(Lu و همکاران،۲۰۰۰). سازگارکننده‌ها، ترکیباتی هستند که دارای یک سر قطبی و یک سر هیدروکربنی غیر-قطبی می‌باشند که از سر هیدروکربنی با اتصال غیرقطبی و برهم‌کنش مکانیکی با ماتریس پلیمر درگیر شده و از سمت دیگر توسط گروه‌های کربوکسیلات با گروه‌های هیدروکسیلی چوب پیوند استری ایجاد می-

6 - Cross Linking.
7 - Compatibilizer.
8 - Coupling Agent.
9 - Maleic Anhydride grafted Polypropylene.
10 - Maleic Anhydride grafted Polyethylene.

کند(Martines و همکاران، ۲۰۰۰). کارکرد و نقش اصلی این مواد، بهبود سازگارکنندگی و توسعه چسبندگی بین مواد سلولزی و پلاستیک است. از طرفی این مواد باعث بهبود فاکتورهایی مانند جریان پلیمر مذاب و افزایش ویسکوزیته مذاب، الاستیسیته و مقاومت مذاب نیز می‌شوند. سازگارکننده‌ها سبب افزایش قابل توجه مقاومت خمشی و کششی، مدول‌الاستیسیته و مقاومت به ضربه، افزایش دانسیته و کاهش قابل توجه جذب آب و واکشیدگی ضخامت و افزایش مقاومت در برابر هوازدگی و تخریب بیولوژیکی می-شوند(کاظمی‌نجفی[11] و همکاران،۲۰۱۰).

علی‌رغم پیشرفت‌های قابل توجه در سازگاری بین پلیمر و پُرکننده‌های طبیعی، یافتن ماده یا مواد جدیدی که بتوانند سازگاری بیش‌تری بین چوب و پلاستیک به‌وجود آورند و یا با میزان و هزینه کم‌تری استفاده شوند، مورد توجه محققان و هم‌چنین صنعت چوب‌پلاستیک می‌باشد.

از روش‌هایی که می‌توان از آن برای سازگاری پلیمر و پُرکننده‌های طبیعی استفاده نمود اکسیداسیون پلیمر است. اکسیداسیون به‌روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد از جمله اکسید کردن با اکسیژن و یا استفاده از اُزن، اشعه ماورای بنفش[12] و محلول‌های آبی اکسیدکننده نظیر فنیل‌تری‌متیل‌آمونیوم‌پرمنگنات و تترابوتیل‌آمونیوم‌پرمنگنات(عبدوس[13] و همکاران، ۱۹۹۷؛ عبدوس و همکاران، ۱۹۹۹؛ Dang و همکاران، ۲۰۰۵). اکسایش سبب تشکیل گروه‌های قطبی در پلیمر می‌شود و سبب تغییر در خواصی نظیر قطبیت سطح، کشش سطحی و چسبندگی می‌گردد(Carlsson و همکاران، ۱۹۸۶؛ Shlyapniko و همکاران، ۱۹۸۷). بدین‌ترتیب پلیمر می‌تواند با پُرکننده‌های طبیعی که یک ماده قطبی است اتصال برقرار کند. از میان پلی‌اولفین‌های مختلف، پلی‌پروپیلن از قابلیت اکسیدشوندگی بالایی برخوردار است که این امر را می-توان به حضور پیوندهای دوگانه و یا گروه‌های متیل موجود در طول زنجیر نسبت داد.

استفاده از پلیمرهای اکسیدشده به‌عنوان سازگارکننده مورد توجه قرار گرفته است، به‌طوری‌که Lu و همکاران(۲۰۰۵) از دو نوع پلی‌اتیلن اکسیدشده به‌عنوان سازگارکننده(با درصدهای ۱، ۳، ۵ و ۱۰ درصد

1- Kazemi Najafi.
12 -Ultra Violet(UV).
3- Abdouss.

نسبت به وزن خشک چوب) برای چند سازه پلی‌اتیلن- الیاف چوب(نسبت چوب به پلی‌اتیلن ۵۰ به ۵۰) استفاده کردند. نتایج نشان دادکه استفاده از پلی‌اتیلن اکسیدشده، سبب افزایش مقاومت‌های مکانیکی چند-سازه‌ها می‌شود و بیش‌ترین مقاومت‌ها در ترکیب ۱ درصد سازگارکننده مشاهده شد. نتایج تحقیقات هم چنین نشان می‌دهند که وزن مولکولی، عدد اسیدی[۱۴] مقادیرگروه‌های عاملی و ساختمان بنیادی سازگارکننده‌ها بر روی عملکرد آن‌ها تأثیر می گذارند.

دسته‌ای از چند سازه‌های چوب-پلاستیک که به‌طور وسیعی کاربرد دارند چند سازه‌های ساخته شده از پلی‌پروپیلن و پُرکننده‌های سلولزی هستند اگرچه در این دسته از مواد به‌طور گسترده‌ای از MAPP به‌عنوان سازگارکننده استفاده می‌شود، اما انتظار می‌رود که پلی‌پروپیلن اکسیدشده نیز بتواند نقش سازگارکنندگی خوبی را ایفا کند. اکسیداسیون پلی‌پروپیلن سبب تشکیل گروه‌های اکسیژن‌دار نظیر گروه‌های کربوکسیلیک اسید، هیدروپراکسیدها، کتون و استر می‌شود که تأثیر زیادی بر قطبیت سطح پلیمر داشته و می‌تواند به-عنوان سازگارکننده در مخلوط‌های پلیمری مورد استفاده قرار گیرد(عبدوس و همکاران، ۱۹۹۹). از پلی-پروپیلن اکسیدشده به‌طور موفقیت‌آمیزی به‌عنوان عامل اتصال‌دهنده در مواد مرکب پروپیلن- الیاف شیشه استفاده شده است(Dang و همکاران، ۲۰۰۵).

اخیراً استفاده از پلی‌پروپیلن اکسیدشده[۱۵] به‌عنوان سازگارکننده در چند سازه الیاف چوب – پلی‌پروپیلن مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان دادکه استفاده از پلی‌پروپیلن اکسیدشده عملکرد بهتری نسبت به MAPP در افزایش خواص مکانیکی و کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت دارد(کاظمی‌نجفی و همکاران،۲۰۱۰). نظر به این‌که در ساخت چند سازه الیاف چوب - پلی‌پروپیلن از دامنه وسیعی از مواد لیگنوسلولزی می‌توان استفاده نمود و پلی‌پروپیلن را نیز می‌توان به‌طرق مختلف اکسید کرد به‌نظر می‌رسد تحقیقات گسترده‌ای نیاز است تا اثر سازگارکنندگی پلی‌پروپیلن اکسیدشده با جزئیات بیش‌تری مورد مطالعه قرار گیرد.

14 - Acidic number.
15 - Oxidized Polypropylene(OPP).

علاوه بر سازگارکننده‌ها که باعث تقویت خواص مکانیکی و فیزیکی چند سازه چوب پلاستیک می‌گردند، نانو ذرات نیز برای بهبود خواص چند سازه چوب- پلاستیک مورد توجه قرار گرفته است(Ray & Okamoto ، ۲۰۰۳؛ Tjong، ۲۰۰۶). نتایج نشان می‌دهد که نانو ذرات با تاثیر بر روی فاز پلیمری و تقویت این فاز سبب بهبود اثر سازگارکنندگی ماده سازگارکننده در مواد مرکب چوب پلاستیک گردیده‌اند که این امر به نوبه خود موجب ارتقای خواص مکانیکی- فیزیکی آمیزه گردید. Tjong، ۲۰۰۶؛ Alexander & Dubois، ۲۰۰۰؛ درتحقیقی بیان کردند که نانو ذرات شانس تشکیل ساختارهای متفاوتی نظیر ساختارهای پراکنشی[۱۶]، ساختار لایه‌ای[۱۷]، ساختار بینابینی[۱۸] را در چند سازه دارند که موجب جهت‌گیری منظم پلیمر و افزایش اثر سازگارکنندگی MAPP و بهبود اتصال مؤثر با الیاف سلولزی می‌گردند که به‌طبع بر ویژگی‌های چند سازه تأثیر می‌گذارد. بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده، سعی شده است که در این مطالعه نیز به بررسی تأثیر نانو رس به عنوان یک نانو ذره بر عملکرد پلی‌پروپیلن اکسیدشده به عنوان سازگارکننده در چند سازه الیاف چوب-پلی‌پروپیلن پرداخته شود.

16 - Intercalated.
17 - Exfoliated.
18 - Floccuiated.