Archive of SID

اثر روش اختلاط لیگنین روی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب آرد چوب- پلی پروپیلن

ربیع بهروز[۱*]، حامد یونسی کردخیلی[۲]، سعید کاظمی نجفی[۳]

۱- استادیار گروه علوم و صنایع چوب وکاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع چوب وکاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب وکاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده:

در این پژوهش اثر دو روش اختلاط لیگنین کرافت روی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب آرد چوب- پلی پروپیلن مورد بررسی قرار گرفت. لیگنین کرافت مورد نیاز از لیکور سیاه با روش اسیدی استخراج و با نسبت های ۲، ۵ و ۱۰ درصد (بر پایه وزن خشک آرد چوب) به دو روش فیزیکی و شیمیایی با آرد چوب مخلوط شد. از اختلاط آرد چوب تیمارشده با لیگنین و پلی پروپیلن در دو حالت بود و نبود سازگارکننده MAPP صفحه‌های چوب- پلاستیک به روش پرس گرم ساخته شدند. سپس نمونه های آزمونی تهیه و ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مورد نظر در این تحقیق بر پایه استانداردهای مربوطه اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که افزودن لیگنین در ترکیب مواد مرکب در شرایط بود و نبود MAPP در هر دو روش اختلاط باعث کاهش جذب آب این مواد شده است. همچنین در شرایط بود و نبود MAPP با افزایش میزان لیگنین از ۲ به ۱۰ درصد مقاومت به ضربه در هر دو روش اختلاط فیزیکی و شیمیایی افزایش پیدا کرده است. در مورد مقاومت خمشی مواد مرکب تولید شده، نتایج بیانگر آن است که بدون بودن MAPP تغییرات این مقاومت بسته به روش اختلاط متفاوت بوده است به گونه‌ای که در اثر اختلاط فیزیکی با افزایش میزان لیگنین این مقاومت کاهش و در اثر اختلاط شیمیایی، افزایش یافته است. به طور کلی تغییرات مقاومت خمشی در بود MAPP نیز در هر دو روش اختلاط افزایشی بوده است. اما نکته جالب توجه اینکه بیشترین میزان مقاومت خمشی با استفاده از ۵ درصد لیگنین، روش اختلاط فیزیکی و در بود MAPP بدست آمده است.

واژه‌های کلیدی: مواد مرکب چوب- پلاستیک، سازگارکننده، لیگنین کرافت، اختلاط فیزیکی، اختلاط شیمیایی

* مسئول مکاتبات: ربیع بهروز Email: rabi.behrooz@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه:

استفاده از فیبرهای طبیعی به عنوان یک ماده پرکننده در صنعت پلیمر منجر به تولید گروه جدیدی از مواد مرکب موسوم به چوب- پلاستیک شده است. میزان استفاده از فیبرهای طبیعی در صنعت پلاستیک بین سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲، ۶۶ تا ۸۰ ٪ رشد داشته است و پیش بینی می‌شود میزان تولید این مواد، با در نظر گرفتن میانگین رشد ۱۴ ٪ در سال، به ۲۷۰۰۰۰ تن در اروپا و ۱/۷ میلیون تن در آمریکای شمالی تا سال ۲۰۱۰ برسد[۱۳]. به منظور گسترش استفاده از مواد طبیعی در صنعت چوب- پلاستیک دشواری‌هایی مانند: اتصال ضعیف بین فیبرهای طبیعی و مواد پلیمری، مستعد بودن فیبرهای طبیعی به تخریب گرمایی در طول فرآیند ذوب شدن و تخریب محیطی مواد مرکب در طول زمان وجود دارد[۸].

ویژگی‌های اتصال بین پلیمر و فیبر طبیعی تاثیر مهمی روی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب چوب- پلاستیک بدست آمده می‌گذارد. به منظور بهبود اتصال بین پلیمر و فیبرهای طبیعی، شماری از مواد شیمیایی اصلاح کننده سطح فیبر مانند سیلان، هیدروکسید سدیم، ایزوسیانات، پرمنگنات، انیدرید مالئیک و پروکسید گسترش یافته است[۱۱]. به رغم پیشرفت‌های قابل توجه در این زمینه، یافتن ماده یا موادی که بتواند سازگاری بیشتری بین چوب و پلاستیک به‌وجود آورد و یا با میزان و هزینه کمتری استفاده شود، همچنان مورد توجه محققان صنعت چوب- پلاستیک می‌باشد.

ازآنجایی که ملکول های لیگنین دارای گروه های هیدروکسیل قطبی، هیدروکربن های غیر قطبی و حلقه‌های بنزنی می‌باشند، می‌توانند نقش مهی را در افزایش سازگاری بین پلیمر و فیبرهای طبیعی ایفا نمایند و در نتیجه منجر به بهبود ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب چوب- پلاستیک شوند [۱۲و ۱۶]. نخستین گزارش در مورد استفاده از لیگنین در مواد مرکب آرد چوب- پلی پروپیلن مربوط به Rozman و همکاران (۲۰۰۰) می‌باشد که از لیگنین اسیدی تهیه شده به روش کلاسون (اسید سولفوریک ۷۲٪) به عنوان نوعی سازگارکننده در مواد مرکب الیاف نارگیل – پلی پروپیلن استفاده نمودند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که مواد مرکب حاوی لیگنین ویژگی‌های خمشی بالاتر و جذب آب و واکشیدگی ضخامت کمتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد دارا می باشند[۱۲]. بر اساس نظر این محققین استفاده از الیاف و وجود غیریکنواختی در ابعاد الیاف و عدم توزیع یکنواخت آنها نقش مثبت و بهبود سازگاری بوجود آمده توسط لیگنین در مواد مرکب مورد مطالعه را تحت الشعاع قرار داده است. لیگنین می تواند از منابع مختلف مانند چوب، گیاهان غیر چوبی و لیکور سیاه و با روشهای مختلف تهیه شود. یکی از منابع مهم لیگنین، لیکور سیاه موجود در کارخانه‌های کاغذسازی است که با توجه به حجم بالای آن، بازیافت آن هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست محیطی اهمیت زیادی دارد. لیکور سیاه به عنوان یک ماده فرعی کارخانه های کاغذسازی دارای لیگنین زیادی می باشد که بیشتر آن‌ها به مصرف سوخت می رسد و تنها ۲٪ از آن به کاربرد دیگر می‌رسد[۱۱]. در مقایسه با لیگنین طبیعی به طور معمول لیگنین کرافت شمار بیشتری گروه های هیدروکسیل فنولی و گروه های کربونیل دارد. در این لیگنین به جای پیوند های دوگانه از نوع کانیفریل الکل که بر اثر پخت به طور کامل از بین می روند پیوند های دوگانه جدیدی از نوع استیرنی و استیلبنی پدیدار می شود[۱]. ساختار لیگنین کرافت بسیار پیچیده است و بسته به گونه چوب و شرایط پخت تغییر می کند. از سوی دیگر ساختار لیگنین موجود در لیکور سیاه که در طی فرآیند پخت از دیواره الیاف خارج می شود، به شدت به نوع فرآیند مورد استفاده برای لیگنین زدایی بستگی دارد[۱]. لیگنین استخراجی از لیکور سیاه را می توان به دو صورت اختلاط فیزیکی (پودر خشک) و شیمیایی (پودر لیگنین حل شده در حلال) به آرد چوب اضافه کرد. از آنجایی که نوع روش اختلاط می تواند روی ویژگی های مواد مرکب چوب- پلاستیک تاثیرگذار باشد لذا هدف ما از این تحقیق بررسی اثر روش اختلاط لیگنین روی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب چوب- پلاستیک می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها:

پلیمر

در این پژوهش، از پلی‌پروپیلن فرآورده پلی نار تبریز با درجه SI-۰۸۰ استفاده شد. شاخص جریان مذاب پلاستیک مورد استفاده بنا به آیین‌نامه D۱۲۳۸-۹۸ استاندارد ASTM در دمای ۲۳۰ ^{o}C و با وزنه ۲/۱۶ kg اندازه‌گیری شد [۱۴] که در حدود ۹ g/۱۰min بود.

سازگارکننده

- **پلی‌پروپیلن مالئیک‌دارشده** (MAPP): ساخت شرکت کیمیا جاوید با شاخص جریان مذاب ۱۰g/۱۰min (وزنه ۲/۱۶ و T=۲۳۰ ^{o}C) و۱/۱ درصد مالئیک انیدرید پیوند خورده به عنوان سازگارکننده استفاده شده است.

- **لیگنین**: لیگنین مورد نیاز با استفاده از روش رسوب-دهی توسط اسید سولفوریک در pH برابر ۲ [۱۰] از لیکور سیاه کرافت کارخانه چوب و کاغذ ایران (چوکا) استخراج شد.

ماده لیگنوسلولزی

آرد چوب راش از کارگاه نجاری شرکت صنایع چوب پلی فرم تهیه و توسط اون کارگاهی خشک شده و از مش۴۰- /۶۰+ گذرانده شده و به عنوان پرکننده در ساخت مواد مرکب استفاده گردید.

روش های اختلاط

اختلاط فیزیکی: در این روش پودر لیگنین استخراج شده از لیکور سیاه به صورت فیزیکی (با هم زن آزمایشگاهی) با نسبت های ۲، ۵ و ۱۰ درصد (بر اساس وزن خشک آرد چوب) با آرد چوب مخلوط شد. سپس مخلوط آرد چوب- لیگنین با پلی پروپیلن (با نسبت وزنی ۶۰ به ۴۰) و در شرایط نبود و با ۲٪ سازگارکننده مالئیک انیدرید پلی پروپیلن (MAPP) مخلوط شدند.

اختلاط شیمیایی: در آغاز لیگنین بدست آمده از لیکور سیاه در حلال (دی متیل سولفوکسید) DMSO حل می‌شود و سپس سطوح آرد چوب با نسبت های ۲، ۵ و ۱۰ درصد (بر پایه وزن خشک خاک اره) به مدت ۵ دقیقه با محلول لیگنین با نسبت ۱ به ۵ (آرد چوب/ محلول لیگنین) آغشته می شوند. پس از قرار دادن آرد چوب تیمارشده در آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس و به مدت ۶ ساعت، همانند روش اختلاط فیزیکی با پلی پروپیلن و MAPP مخلوط شدند.

ساخت نمونه‌های آزمونی

آرد چوب تیمارشده با لیگنین و پلی پروپیلن در بود و نبود MAPP، به وسیله مخلوط کن داخلی مدل Brabender در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۶۰ rpm با هم مخلوط شدند. مواد مخلوط شده به وسیله آسیاب آزمایشگاهی خرد شده و در نهایت بوسیله پرس گرم در دمای ۱۹۰ درجه سلسیوس و فشار ۱۰ بار در مدت ۶ دقیقه به نمونه های چوب-پلاستیک تبدیل شد.

اندازه گیری جذب آب

جذب آب نمونه های آزمونی مطابق آیین نامه ۰۴- D ۷۰۳۱ استاندارد ASTM اندازه گیری شد[۴]. بدین منظور در آغاز از هر اختلاط پنج نمونه به ابعاد ۲/۵*۲/۵ سانتی متر تهیه شد و سپس این نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای C ° ۲±۱۰۳ در آون خشک شدند. نمونه‌های خشک شده با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند و سپس به مدت چندین هفته در آب مقطر (در دمای اتاق) غوطه ور شدند. لازم به بادآوری است که با کاهش حجم آب مقطر با گذشت زمان، آب مقطر تازه به ظرف دارای مواد مرکب اضافه می‌گردید. وزن نمونه‌ها پس از رسیدن به نقطه اشباع (۱۱ هفته غوطه وری) بار دیگر اندازه گیری شد و میزان بیشینه جذب آب مواد مرکب چوب-پلاستیک مورد مطالعه بر طبق رابطه ۱ محاسبه شد :

$$WA(t) = \frac{W_t - W_O}{W_O} \times 100 \qquad \text{رابطه ۱}$$

WA (t) = میزان جذب آب در زمان غوطه وری t (٪)؛

Wt= وزن نمونه‌ها در زمان غوطه وریt (g)؛

W_o = وزن خشک نمونه ها پیش از غوطه وری (g)

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری خواص مکانیکی

آزمون خمش سه نقطه‌ای با طول دهانه ۱۱ cm و سرعت بارگذاری ۵ mm/min برابر با استاندارد DIN (EN ۳۱۰) برای اندازه‌گیری مقاومت خمشی انجام شد [۹]. برای این آزمون از دستگاه آزمون Instron- 4486 استفاده گردید. آزمون ضربه بدون فاق برابر با استاندارد ASTM (D256) انجام شد[۵]. از دستگاه آزمون ضربه نوع IZOD ساخت شرکت Santam برای اندازه گیری مقاومت به ضربه بدون فاق مواد مرکب مورد بررسی استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

از طرح آماری کاملا" تصادفی متعادل تحت آزمایش فاکتوریل استفاده شد و در صورت معنی دار شدن اثر فاکتورها، از آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد به منظور انتخاب موثرترین تیمارها بهره گرفته شد.

نتایج و بحث

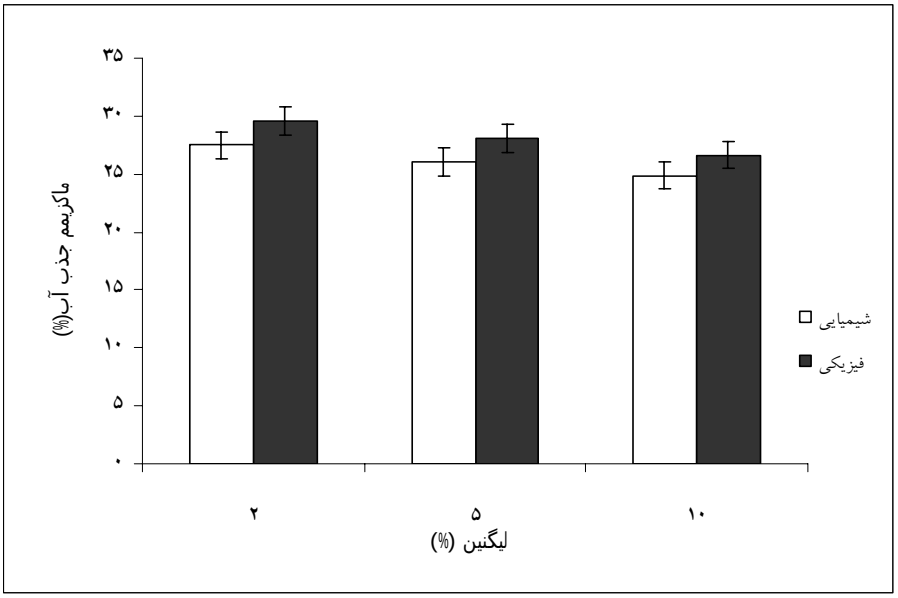
جذب آب

جذب آب به عنوان یک عامل محدود کننده در کاربرد نهایی مواد مرکب چوب- پلاستیک بشمار آید زیرا کلیه ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی این مواد مرکب را تحت تاثیر قرار می‌دهد. جذب رطوبت و آب در مواد مرکب چوب- پلاستیک بیشتر به دلیل بودن حفره ها، شکاف‌ها، منافذ ریز، گروه های هیدروکسیل آزاد موجود در ماده پرکننده لیگنوسلولزی، ترک ها و فضای بین فازی بین پلیمر و پرکننده می باشد.

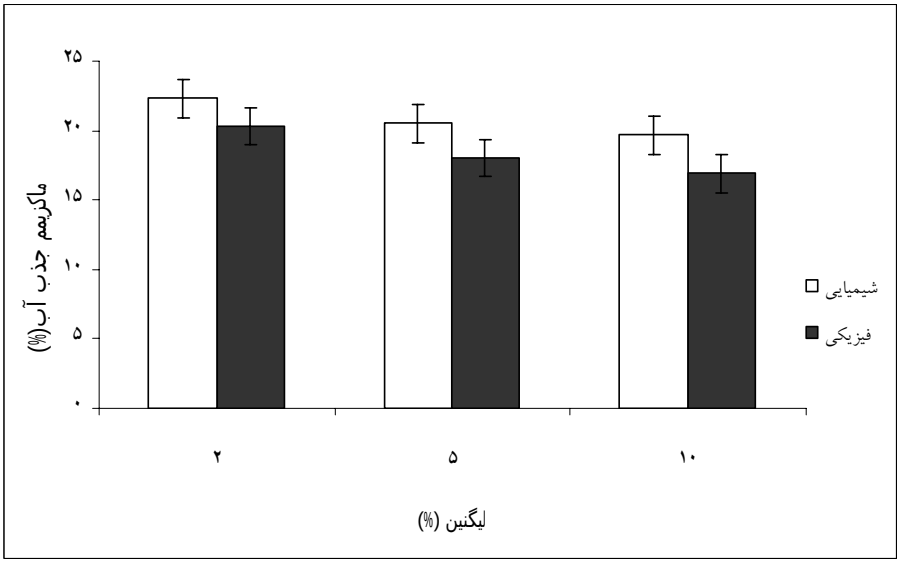
شکل های ۱ و ۲ تاثیر روش اختلاط لیگنین روی بیشینه آب جذب شده توسط مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد مطالعه در شرایط بود و نبود MAPP را نشان می‌دهند. به طور کلی با افزایش درصد لیگنین از ۲ به ۱۰ درصد، بیشینه جذب آب مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد بررسی به طور پیوسته کاهش می‌یابد. بدون استفاده از MAPP، افزایش ۲، ۵ و ۱۰ درصدی لیگنین به روش اختلاط شیمیایی، بیشینه میزان جذب آب مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد بررسی را به ترتیب ۷٪، ۸٪ و ۶٪ بیشتر از مواد مرکب تولید شده به روش اختلاط فیزیکی کاهش می دهد (شکل ۱). لیگنین به دلیل دارا بودن زنجیره هیدروکربنی (غیر قطبی) و حلقه آروماتیک (قطبی) موجب اتصال قوی‌تر و بیشتر بین الیاف سلولزی و پلیمر می‌شود [۱۲]. از آنجایی که در روش اختلاط شیمیایی آرد چوب بهتر با لیگنین آغشته می شود لذا اتصال بین الیاف سلولزی و پلی پروپیلن بیشتر صورت می پذیرد و در نتیجه جذب آب مواد مرکب چوب- پلاستیک کاهش می یابد. همچنین در روش اختلاط شیمیایی کربوهیدرات ها که دارای قابلیت جذب آب بالایی هستند توسط لیگنین که قابلیت جذب آب کمی می باشند احاطه می شوند که این امر نیز در کاهش جذب آب نمونه ها موثر بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تاثیر روش اختلاط روی بیشینه جذب آب مواد مرکب چوب-پلاستیک مورد بررسی(در نبود MAPP)



شکل ۲- تاثیر روش اختلاط روی بیشینه جذب آب مواد مرکب چوب-پلاستیک مورد بررسی (در بود MAPP)

در بود MAPP، افزایش ۲، ۵ و ۱۰ درصدی لیگنین با روش اختلاط فیزیکی، میزان بیشینه جذب آب مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد بررسی را به ترتیب ۸٪، ۱۱٪ و ۱۴٪ بیشتر از مواد مرکب تولیدی با اختلاط شیمیایی کاهش می دهد(شکل ۲). همان‌طوری که اشاره شد، در روش اختلاط شیمیایی سطح آرد چوب با لیگنین آغشته می شود و لیگنین به صورت لایه روی آرد چوب را می‌پوشاند. از آنجایی که لیگنین ماده نیمه قطبی به شمار می آید، عملکرد MAPP در ایجاد اتصال بین یک ماده به طور کامل قطبی (آرد چوب) و ماده غیر قطبی (پلی پروپیلن) کاهش می یابد.

اما در روش اختلاط فیزیکی، لیگنین در ماده مرکب توزیع می‌شود؛ درنتیجه عملکرد MAPP در روش اختلاط فیزیکی که آرد چوب دارای سطح آزاد بیشتری

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشند (ماده قطبی بیشتر) افزایش می یابد که این امر موجب اتصال بهتر بین الیاف و پلیمر شده و در نتیجه جذب آب در روش فیزیکی و در حضور MAPP کاهش می‌یابد.

به طور کلی نتایج آزمون جذب آب مواد مرکب مورد بررسی نشان داد که افزودن لیگنین تاثیر زیادی در کاهش جذب آب نمونه های تولید شده با روش های فیزیکی و شیمیایی داشته است. این پدیده در اساس به ماهیت جذب آب ضعیف لیگنین مربوط می شود. در واقع جایگزینی لیگنین دارای قابلیت جذب آب ضعیف به جای کربوهیدرات‌های آبدوست در ترکیب مواد مرکب تولید شده باعث کاهش جذب آب این مواد مرکب گردیده است. استفاده از لیگنین در تحقیق Rozman و همکاران (۲۰۰۰) روی مواد مرکب الیاف- پلی پروپیلن نیز چنین نتیجه ای را نشان داده است. این محقق کاهش جذب آب با افزودن لیگنین به مواد مرکب را به دلیل ایجاد انسداد در حفرات و منافذ سلولی توسط ملکول های درشت لیگنین عنوان نموده است[۱۲]. Timothy و همکاران (۲۰۰۳)، از لیگنین پیوند خورده با پلیمر به عنوان ماده آبگریز در ساخت ماده مرکب چوب- پلاستیک استفاده کردند و نتایج آنها نشان داد که لیگنین می‌تواند میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت این ماده مرکب را کاهش دهد[۱۶].

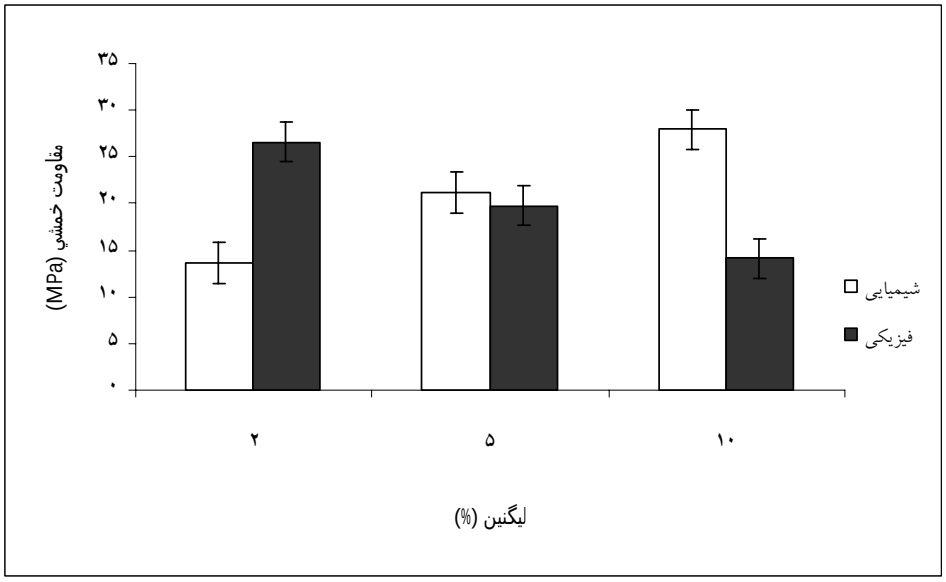
مقاومت خمشی

شکل‌های ۳ و ۴ تاثیر روش اختلاط لیگنین روی مقاومت خمشی مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد بررسی در شرایط بود و نبود MAPP را نشان می‌دهند.

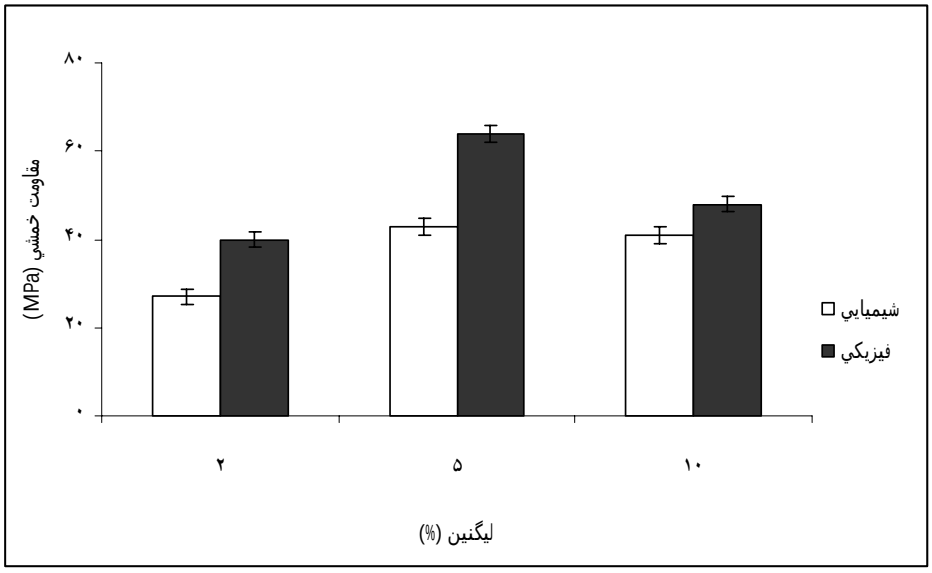
در نبودMAPP، در ۲ درصد لیگنین مورد استفاده، میزان مقاومت خمشی مواد مرکب ساخته شده با روش اختلاط فیزیکی لیگنین، ۴۸٪ بیشتر از مواد مرکب ساخته با روش اختلاط شیمیایی لیگنین می باشد. افزایش ۵ و ۱۰٪ لیگنین، میزان مقاومت خمشی مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد بررسی ساخته شده با روش اختلاط شیمیایی را به ترتیب ۶٪ و ۴۹٪ بیشتر از روش اختلاط فیزیکی افزایش می دهد (شکل ۳). همان‌طوری که در شکل ۳ دیده می‌شود در نبود سازگار کننده تغییرات مقاومت خمشی بسته به روش اختلاط متفاوت می باشد به گونه‌ای که در روش اختلاط فیزیکی، با افزایش میزان لیگنین مقاومت خمشی کاهش و در روش اختلاط شیمیایی افزایش یافته است. علت این امر را می‌توان به پوشش بهتر آرد چوب به وسیله لیگنین در روش اختلاط شیمیایی و در نتیجه امکان اتصال بیشتر لیگنین با آرد چوب و پلی پروپیلن نسبت داد. افزایش میزان اتصال بین اجزای مواد مرکب موجب توزیع بهتر تنش شده و در نتیجه منجر به افزایش مقاومت خمشی مواد مرکب ساخته شده با روش اختلاط شیمیایی می‌شود. اما در بود MAPP، افزایش ۲، ۵ و ۱۰ درصدی لیگنین به صورت اختلاط فیزیکی به مواد مرکب مورد بررسی، میزان مقاومت خمشی مواد مرکب چوب-پلاستیک مورد بررسی را به ترتیب ۲۵٪، ۵۰٪ و ۱۶٪ بیشتر از روش اختلاط شیمیایی افزایش می‌دهد (شکل ۴).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تاثیر روش اختلاط روی مقاومت خمشی مواد مرکب چوب-پلاستیک مورد بررسی (در نبود MAPP)



شکل ۴- تاثیر روش اختلاط روی مقاومت خمشی مواد مرکب چوب-پلاستیک مورد بررسی (در بود MAPP)

نتایج این تحقیق نشان داد که در نبود MAPP، مواد مرکب دارای ۱۰٪ لیگنین مخلوط شده با روش اختلاط شیمیایی مقاومت خمشی بالاتری را نسبت به دیگر درصدهای مورد استفاده نشان دادند. در حالی که در بود MAPP، مواد مرکب دارای ۵٪ لیگنین مخلوط شده با روش فیزیکی مقاومت خمشی بالاتری را نسبت به دیگر درصدهای مورد استفاده نشان دادند. مقاومت خمشی مواد مرکب تحت تاثیر پیوند بین اجزای تشکیل دهنده آن می باشد[۲]، از آنجایی که میزان پلی پروپیلن و آرد چوب و MAPP ثابت می باشد و تنها میزان و نوع

www.SID.ir

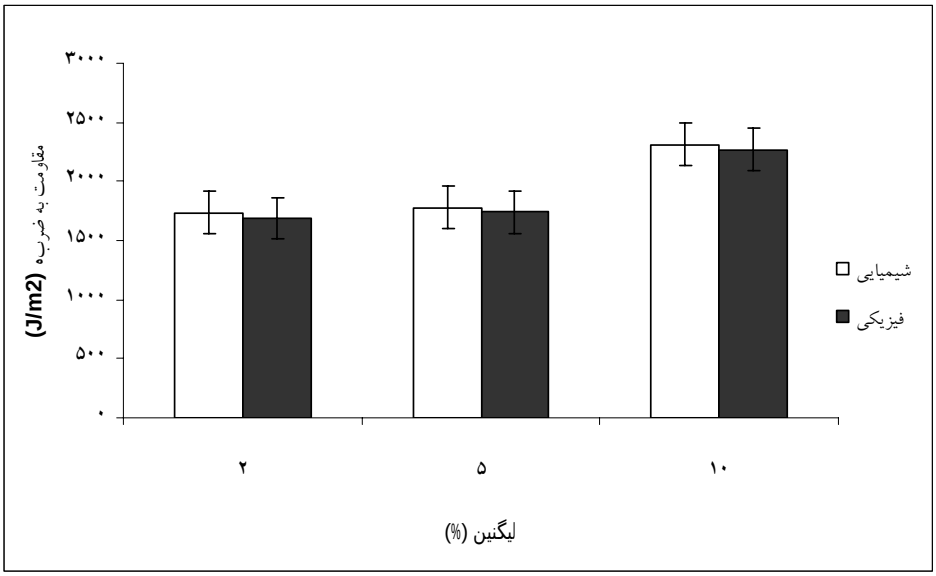
Archive of SID

استفاده از لیگنین متغیر می‌باشد لذا افزایش مقاومت خمشی این مواد مرکب را می‌توان به لیگنین نسبت داد. بودن لیگنین در ترکیب مواد مرکب چوب – پلاستیک، سازگاری و اتصال بین مواد سلولزی (قطبی) و پلیمر (غیرقطبی) را افزایش داده و با ایجاد پیوندهای کووالانس با گروه‌های هیدروکسیل سطوح مواد سلولزی (آردچوب) [۱] برهم کنش و چسبندگی بین ماده لیگنوسلولزی و پلیمر را افزایش داده و در نتیجه انتقال تنش از ماده زمینه (پلیمر) به مواد سلولزی بهتر صورت می‌شود و مقاومت خمشی افزایش می یابد. Rozman و همکاران (۲۰۰۰) از لیگنین اسیدی تهیه شده به روش کلاسون (اسید سولفوریک ۷۲٪) به عنوان نوعی سازگارکننده در مواد مرکب الیاف نارگیل – پلی پروپیلن استفاده نمودند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که مواد مرکب دارای لیگنین ویژگی‌های خمشی بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد دارند [۱۲].

Toriz و همکاران (۲۰۰۲) نیز از لیگنین همراه با پرکننده‌های معدنی در تولید مواد مرکب استفاده کردند، نتایج تحقیق آنها نشان داد که کلیه ویژگی‌های مقاومتی این مواد مرکب با افزایش میزان لیگنین افزایش می یابد [۱۵].

مقاومت به ضربه

شکل های ۵ و ۶ تاثیر روش اختلاط لیگنین روی مقاومت به ضربه مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد بررسی در شرایط بود و نبود MAPP را نشان می‌دهند. به طور کلی با افزایش درصد لیگنین از ۲ به ۱۰ درصد، مقاومت به ضربه مواد مرکب مورد بررسی به طور پیوسته افزایش می یابد. در نبود MAPP، میزان افزایش مقاومت به ضربه مواد مرکب ساخته شده با روش اختلاط شیمیایی با افزایش درصد لیگنین از ۲ به ۱۰ درصد به ترتیب ۲٪، ۳٪ و ۵٪ بیشتر از مواد مرکب ساخته شده با روش اختلاط فیزیکی می باشد (شکل ۵).

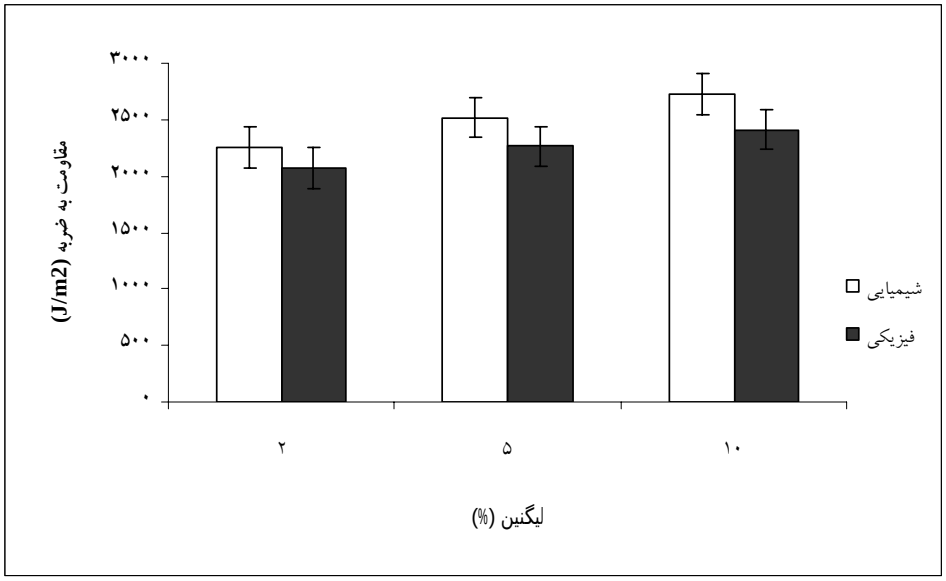


شکل ۵- تاثیر روش اختلاط روی مقاومت به ضربه مواد مرکب چوب-پلاستیک مورد مطالعه (در عدم حضور MAPP)

در حالی که در بود MAPP، میزان افزایش مقاومت به ضربه مواد مرکب ساخته شده با روش اختلاط شیمیایی با افزایش درصد لیگنین از ۲ به ۱۰ درصد به ترتیب ۸٪، ۱۰٪ و ۱۱٪ بیشتر از مواد مرکب ساخته شده با روش اختلاط فیزیکی می باشد (شکل ۶). همان‌طور که نتایج این آزمون نشان می دهد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری بین مقاومت به ضربه مواد مرکب ساخته شده با روش های اختلاط فیزیکی و شیمیایی لیگنین وجود ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- تاثیر روش اختلاط روی مقاومت به ضربه مواد مرکب چوب-پلاستیک مورد بررسی (در بود MAPP)

مقاومت به ضربه بدون فاق نشان دهنده مقاومت ماده در برابر شکست و آغاز ترک می باشد و ترک همیشه در ضعیف ترین نقطه جزء ماده مرکب و سطح مشترک اتصال بین فیبر و پلی پروپیلن رخ می‌دهد[۷]. بین ویژگی‌های مکانیکی مواد مرکب و ریز ساختار آنها همبستگی نزدیکی وجود دارد. مقاومت به ضربه هر پلاستیک تقویت شده با ذرات به نوع پلیمر، ماده تقویت کننده و آرایش ذرات و چگونگی اتصال آن‌ها به مرحله پلیمری بستگی دارد[۶]. لیگنین منجر به افزایش و بهبود سطح اتصالات شده و با افزایش مصرف آن اتصال‌های بیشتر و مناسب‌تری را با الیاف و پلی پروپیلن برقرار می سازد و در نتیجه تراکم تنش را کاسته و سبب افزایش مقاومت به ضربه مواد مرکب آرد چوب- پلی پروپیلن می‌شود. از آنجایی که DMSO ماده ای سمی و گران قیمت بشمار می آید لذا استفاده از روش اختلاط فیزیکی لیگنین به عنوان مکمل سازگارکننده در مواد مرکب چوب- پلاستیک بیشتر توصیه می‌شود. به طور خلاصه مزیت های روش اختلاط فیزیکی لیگنین نسبت به اختلاط شیمیایی را می توان در موارد زیر خلاصه کرد:
۱- کاهش هزینه ۲- حذف ماده گران قیمت و سمی DMSO ۳- ایجاد ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مناسب ماده مرکب تولیدی.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که به طور کلی استفاده از لیگنین در ترکیب مواد مرکب آرد چوب- پلی پروپیلن می تواند ویژگی های فیزیکی و مکانیکی آنرا بهبود دهد. نتایج اثر روش اختلاط بر ویژگی های فیزیکی و مقاومت های مکانیکی مواد مرکب نیز نشان داد که به طور نسبی روش اختلاط فیزیکی و استفاده از ۵٪ لیگنین در حضور سازگارکننده MAPP از دیگر تیمارها نتایج بهتری را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Sjostrom, E., 2009, Wood chemistry: Fundamentals and applications, translated by Mirshokraie, S.A., Aeejh publication, pp.155-160.
2. Younesi kurdkheili, H., Kazemi Najafi, S., 2009, Effect of Caspian sea and Persian gulf waters on physical and mechanical wood-polymer composites, 11th Marine industries conferences, 10-12 Nov., Kish Island.
3. Kazemi Najafi, S., Younesi kurdkheili, H., Nasiri, R., Effect of sea water on coupling agent performance in water absorption behavior of wood flour-polypropylene composites, Journal of the iranian natural resources (*In press*).
4. American Society for Testing and Materials (ASTM), ASTM D-7031-04, West Conshohocken, PA, 2004.
5. American society for testing and material, ASTM D256-90b, West Conshohocken, Pa. USA.1990.
6. Andrzej, K., and Bledzki, F.O. 2004 Creep and impact properties of wood fibre–polypropylene composites: influence of temperature and moisture content, Composites Science and Technology. 64 693–700.
7. Behrooz R, Younesi Kordkheili H., and Jalilvand M. 2009. Using wastes of OCC paper recycling mills. Proceedings of 11th international conferences on environmental science and technology. Greece, 3-5 September.
8. Chow, C.P.L., Xing, X.S., and Li R.K.Y. 2007. Moisture absorption studies of sisal fiber reinforced polypropylene composites, Journal of Composites Part B. 67: 306-313.
9. European Standard. 1993. Determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. Din En 310.
10. Lin, Y.S., and Dence, C.V.1992. Methods in lignin chemistry Springer-Verlag (Berlin, New York). pp 578
11. Lu, Z., Wu Q., and Mc Nabb S., 2000: Chemical coupling in wood fiber and polymer composites: A review of coupling agents and treatments. Wood and Fiber Science, 32 (1): 88-104.
12. Rozman, H.D., Tan K.W., Kumar R.N., Abubakar A., Ishak Mohd., and Ismail H., 2000: The effect of lignin as a compatibilizers on the physical properties of coconut fiber-polypropylene composites. European Polymer Journal, 36(7) : 1483-1494.
13. Sain, M., Suhara, P., Law, S. and Bloullooux, A., 2005. Interface modeification and mechanical properties of natural fiber-polyolefin composite products. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 24(2): 121-130.
14. Standard testing methods for melt flow rates of thermoplastics by extrusion plastomer. Annual Book of ASTM Standard, D1238-98, 1998.
15. Toriz, G., Denes, F., and Young, R. A. 2002. Lignin-polypropylene composites. Part 1: Composites from unmodified lignin and polypropylene. Journal of Polymer Composites, 23 (5).
16. Timothy, A., Vipul, S., Meng-jiu, C., and John, J.M., 2003. Graft copolymers of lignin as hydrophobic agents for plastic (Wood-Filled) composites. Journal of Applied Polymer Science, 89: 1266–1276.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Lignin Mixing Method on Physical and Mechanical Properties of Wood Flour- Polypropylene Composites

Rabi Behrooz[1*], Hamed Younesi Kordkheili[2], Saeed Kazemi Najafi[3]

Abstact:

In this study, the effect of two lignin mixing methods on physical and mechanical properties of wood flour- polypropylene composites was investigated. Kraft lignin was extracted from black liquor by acidic method and was mixed with wood flour by physical and chemical methods with ratios of 2, 5 and 10 percent (based on wood flour dry weight). The composites were produced by hot press method after mixing of wood flour, lignin and polypropylene at presence or without MAPP. The physical and mechanical properties of prepared samples were measured according to standard methods. In general, the results showed that adding lignin to composites decreased water absorption in both methods. Also increasing lignin from 2 to 10 percent increased impact strength of composites with or without MAPP. Flexural strength of the composites differed depending on mixing method. Increasing of lignin decreased flexural strength of the composites without MAPP in the physical mixing method where as in chemical mixing method it was increased. It is to be noted that the composites with 5 percent lignin, made with physical mixing method and with MAPP exhibited higher flexural strength than other composites.

Keywords: Wood flour- polypropylene composites, Compatibilizer, Kraft lignin, Physical mixing, Chemical mixing.

[*]Corresponding author: Email: rabi.behrooz@modares.ac.ir

www.SID.ir